

Josef Dandl a kolektiv

**AMATÉRSKÁ
RADIOTECHNIKA
A ELEKTRONIKA**

[1. díl]

NAŠE VOJSKO
SVAZARM

Josef Daneš a kolektiv

AMATÉRSKÁ RADIOTECHNIKA A ELEKTRONIKA

1. díl

NAŠE VOJSKO
Praha

Editor © Josef Daneš, 1984

Autorský kolektiv: Josef Sedláček, dr. Václav Všecký, Raymond Ježdík,
Ing. Alek Myslík, Petr Havliš, Vladimír Hadač, Ing. Zdeněk Prošek,
JUDr. Josef Petránek, Vladimír Kott, Ing. František Janda, Ondrej Oravec,
Ing. Otakar Petráček, doc. dr. Ing. Miroslav Joachim, Stanislav Antoš,
Ing. Karel Jordan, Ing. Jaroslav Erben, Ing. Zdeněk Procházka, Ing. Miloš
Prostecký, dr. Ing. Josef Daneš. Obrázky kreslil Karel Turek.

Lektorovali: Jiří Bláha, Ing. Jaroslav Hodík, Raymond Ježdík,
doc. Ing. Jiří Vackář, CSc.

Význam pojmu „radioamatér“ nebyl nikdy zcela jasný a jednoznačný. Původně byl tímto slovem míněn kdokoliv, kdo pěstuje radio-techniku z jiných pohnutek než služebních. Podle úředního názoru ministerstva pošt a telegrafů z poloviny dvacátých let je radioamatérem pouze osoba, která si sama postaví přijímač; nikoliv tedy posluchač, který si koupil hotový přístroj. Podle nyní platných právních předpisů se považují za radioamatéry ti, kdož se ze záliby, pro sebevzdělání, zabývají amatérským vysíláním.

Někteří domýšliví profesionálové si pletou pojmy a označují slovem „amatérský“ výrobek pochybných kvalit. Přístroje zhotovené amatéry bývají často spolehlivější i vzhlednější než výrobky tovární. Amatéři pracují s láskou a nadšením. Z jejich řad vycházejí pracovníci, kteří své znalosti uplatňují v průmyslu, v armádě, na radiostanicích všeho druhu, včetně námořních lodí a letadel.

Tato publikace je určena zájemcům o zkoušky operatérů amatérských a profesionálních rádiových stanic i široké veřejnosti. Kdo udělá zkoušku a získá osvědčení, může konat službu na radiostanici. Pro službu na letadlech se však vyžaduje ještě další kvalifikace a speciální příprava, která překračuje rámec naší příručky a proto jsme letecké radiotechnice — i když neradi — nevěnovali pozornost, jakou by si zasluhovala.

Původním záměrem autorů bylo postupovat od základních pojmů k věcem složitějším. Takové logické uspořádání obsahu se však nepodařilo. Z ekonomických důvodů nebylo možno vydat celou příručku najednou. Od podání návrhu na vydání uplynuly čtyři roky. Nic se nedělo, a už jsme nepředpokládali, že by se návrh vůbec uskutečnil. K našemu překvapení však byl námět schválen a bylo potřeba urychleně dát dohromady první díl. Proto jsme ho sestavili z materiálů nejsnáze dostupných i za cenu nelogického uspořádání obsahu.

Naším vzorem byla — všem dobře známá — Sedláčkova „Amatérská radiotechnika“. Obáváme se však, že se nepodařilo vytvořit dílo, které by ve stejných dimenzích odpovídalo současnému rozvoji radiotechniky a elektroniky. Nicméně doufáme, že bude radioamatérům Svazarmu v jejich činnosti užitečná.

Za kolektiv autorů
Dr. Ing. Josef Daneš, OK1YG

Z literatury pro amatéry vysílače je nutno uvést na prvním místě knížečku prof. Vopičky: Na krátkých vlnách (1933, 1935), vydanou v Mladé Boleslavi.

Uprostřed třicátých let vyšla cyklostylovaná skripta „Základy radiotechniky pro amatéry vysílače“ od Jindřicha Forejta, OK1RV. Kniha je psána svěže a zajímavě. Za str. 113 zůstala technickým nedopatřením jedna stránka nepotištěná. Najdeme na ní razítko s textem známým z biografů té doby:

„Přestávka. Občerstvení v bufetu.“ V dubnu 1938 vyšlo třetí vydání za spolupráce Josefa Dršťáka, OK1DJ.

Stěžejním dílem v období před II. světovou válkou byla kniha autorů Dršťák–Forejt–Ševčík, která vznikla doplněním a rozšířením Forejtových skript.

Po válce vyšlo AVPZ, „Amatérské vysílání pro začátečníky“. Publikace byla rychle rozebrána. Tehdejší výbor ČAV se rozhodl vydat něco podobného, ale v rozšířenější formě a já jsem to dostal za úkol. Prvním krokem bylo sehnat spolupracovníky (autory) a než se to podařilo, měl jsem notně zamotanou hlavu. Protože to však byli spolupracovníci dobří, podařilo se dát dohromady „Amatérskou radiotechniku“, dvoudílnou knížku, která byla řadu let užitečná. Hlavní práce se dostala do období, kdy došlo k základním změnám struktury radioamatérského hnutí. Ukázala se nutnost některé autorů vyměnit, protože to co dodali, bylo pro „Amatérskou radiotechniku“ neupotřebitelné. Jiní, kteří byli požádáni, měli strach, aby jejich prestiž neutrpěla tím, že píší do publikace amatérské. Všichni dostali hrubou osnovu a když přinesli své příspěvky, nastaly problémy: témata se prolínala, jeden zasahoval do kapitoly druhého, pro stejné technické pojmy používali různých výrazů a odlišných symbolů. Upravit celý text byla úmorná práce. Další patálie nestaly

s „profesionálními jazykobrusiči“ v nakladatelství. Dokonale počeštili celou knihu, ale její obsah se stal nesrozumitelným. Byly to dva roky pilné práce, kdy jsem neměl sobotu, neděli, dovolenou — ani chvilku času pro sebe a pro rodinu. Pak nastala další kalvárie, když přišly korektury.

Všichni jsme byli zaměstnáni a psaní „Amatérské radiotechniky“ jsme se mohli věnovat jen v našem krátkém volném čase. To je velký rozdíl proti spisovatelům, kteří mohou tvořit svá díla v rámci pracovní náplně nebo na „volné noze“.



Vysílač Ing. Miloslava Švejny, OK3AL (ex. OK2AL), Košice, z roku 1931

Radiotechnika prodělává bouřlivý vývoj. Když se A. S. Popovovi podařilo překlenout rádiovými vlnami vzdálenost 250 m, nikdo netušil, jaký převratný vynález se zrodil. Na začátku našeho století se podařilo Marconimu přijímat v Americe jiskrové signály vysílané ze západní Evropy. Vynález de Forestovy vakuové triody umožnil dokonalý přenos řeči, takže cesta byla otevřená. Rozvíjelo se i amatérské vysílání, ušlechtilá činnost podporující technickou tvořivost, prospěšná obraně vlasti a propagující mezinárodní dorozumění.

Snažili jsme se tehdy zpracovat knihu tak, aby jí porozuměl každý, kdo má základní vědomosti a praktické zkušenosti v oboru sdělovací techniky, aby učila čtenáře samostatně přemýšlet a tvořit tak, aby cítil uspokojení ze své práce. Stejný cíl sleduje i „Amatérská radiotechnika a elektronika“.

DX ZNAMENÁ VELKÁ VZDÁLENOST ...

Chcete mít přátele na celém světě a povídat si s nimi?

Touto sugestivní otázkou uvádí zahraniční výrobce vysílacích zařízení pro amatéry svou novou nabídku. A vystihuje dva důležité aspekty: komunikace, možnost výměny myšlenek, při které vzdálenost není překážkou (a to vlastními prostředky, vesměs vlastnoručně vyrobenými nebo alespoň upravenými) a přátelství, které účastníky této komunikace váže. Soudržnost a kamarádství, jakého je jinde málo. Slovo „radioamatér“ uvedl do českého jazyka inženýr Fr. Štěpánek někdy v roce 1922. Je to pojem, který se kryje s ruským výrazem radioljubitel: člověk, který má tento obor rád. Obor i lidi kolem něj. Je to obor rozsáhlý, plný napětí, překvapení a vzrušení, jenž vyžaduje mnoho píle, inteligence i úsilí a vše bohatě vrací ve formě jedinečných zážitků. Amatér je projektantem, konstruktérem, operátorem, ředitelem, údržbářem i administrativním úředníkem své stanice. Pracuje s telegrafním klíčem a mikrofonem i s páječkou, povídá si se sousedy v městě i s kolegy z jiných kontinentů, k přenosu svých signálů používá i družic, Měsíce a ionizovaných částí atmosféry kolem zeměkoule.

S radioamatérstvím související otázky geografické vedou člověka k hlubšímu poznání problémů jednotlivých oblastí ke sledování vzniku nových státních útvarů, i když mají někdy třeba jen přechodnou existenci. Mnoho lidí ani neví o geografických změnách, které probíhají v Africe a v Asii, nezná místopis tichomořských ostrovů.

K výměně informací si amatér volí vhodné komunikační prostředky. Telegrafní provoz používá v určitém rozsahu kódů a zkratk. V telefonii se uplatní znalost cizích řečí, především základních světových jazyků.

Za jímavá je interakce elektromagnetických vln s okolním prostorem ve formě různých způsobů šíření.

Amatéry vždy vedla touha poznávat zákonitosti v elektrotechnice a v přírodních vědách.

Potřeba komunikace přivádí člověka k širšímu pochopení fyzikálních kontextů, které se odehrávají ve vysoké ionosféře a v magnetickém poli a jsou ovlivněny především sluneční činností.

Nutí ho k dalším činnostem, které by jinak nedělal. Studuje špičkovou techniku, sbírá poznatky a v mezích možností je aplikuje i v oblasti amatérské radiotechniky.

Radioamatérství je cesta k sebevzdělání, ať už na poli geografie, ekonomických i politických znalostí a techniky.

Je to technická záliba, která se rozrůstá do různých větví.

Je jasné, že každý nemůže dělat všechno. Většina amatérů se nějak specializuje, avšak i při této specializaci je jejich záliba časově náročná.

Lze samozřejmě nalézt uspokojení i v práci s jednoduchými prostředky.

Postupně se však obzory rozšiřují a nakonec se zdají samozřejmými i spojení na maximální možnou vzdálenost, třeba na 20 000 km. Je v tom i kus romantiky, kterou si člověk navenek nepřizná a tváří se, jakoby šlo o běžnou, banální věc. Spojení například s Novým Zélandem se stává záležitostí víceméně technickou: zvolit vhodný čas a kmitočet s přihlédnutím ke stavu sluneční činnosti — po určité době má člověk takové věci již zautomatizované. Do spojení vždy zasahuje pravděpodobnostní faktor. Spojení s nějakou oblastí se na řadu hodin nebo i dní může stát komplikovanou záležitostí.

Jako horolezce přitahují neslezené hory, tak v našem oboru je přitažlivé spojení se zeměmi, ze kterých se obvykle nevysílá. Je snahou dosáhnout spojení s maximálním možným počtem zemí. Ze stejných důvodů, pro které se vystupuje na Mt. Everest, se v provozu DX považuje za konečný cíl navázat spojení se všemi zeměmi světa.

Když člověk začíná, navazuje spojení se stanicemi z jiných kontinentů. Zjistí, že stanice z některých zemí jsou naprosto běžné.

V dalším přesedlá na stanice, které pracují z ostrovů a menších lokalit a nakonec začne lovit expedice radioamatérů do vzdálených a vzdálených zemí apod., které jsou nejvyšším stadiem provozu DX a které vyžadují více provozních zkušeností. Protože jde vždy o krátkodobou záležitost, dostává se do popředí potřeba dobrých informa-



cí a volba vhodných kanálů, kterými lze tyto informace opatřit. Je zapotřebí i dobrého zařízení, protože v případě vzácnějších stanic, které vysílají jen krátkou dobu, bývá konkurence velmi silná. Při spojení je důležitá i volba určité taktiky, která se případ od případu mění. Takové zkušenosti lze získat jen vlastní dlouhodobou prací, stykem s amatéry a výměnou zkušeností s nimi. Taktika telefonního a telegrafního provozu se od sebe liší. Především to vyplývá z toho, že vzhledem k velkému množství stanic, které chtějí navázat spojení, je nemožné pracovat na téže kmitočtu jako expedice; nastává oddělení kmitočtu stanice expediční od kmitočtu stanic volajících. Zbývající taktické postupy záleží na zkušenosti operátora. Na expedičních stanicích bývají operátoři velmi dobří, až prvotřídní. Na spojení s takovou expedicí se dlouho vzpomíná.

Výsledkem je uspokojení, radost, která je odměnou za vynaložené investice časové i finanční a práci na stavbě zařízení. Další konkrétní odměnou jsou „QSL lístky“ a diplomy.



Z výbavy stanice OK1TJ, Josef Seidl, Skuhrov nad Bělou

Úloha písemných potvrzení formou lístku QSL vystupuje do popředí k účelům registrace, co se v provozu DX událo, na jakých pásmech apod. Člověk v žádném druhu činnosti nezapomíná na prvek soutěže nebo srovnávání, proto byla k využití těchto písemných potvrzení vymyšlena celá řada soutěží, které umožňují srovnávat výsledky práce stanic z jednoho města, z jedné oblasti, z jedné země a jsou soutěže, které umožňují srovnávání výsledků i v celosvětovém měřítku.

První soutěží toho druhu byl WAC diplom (Worked all Continents), který pochází z dvacátých let. Takovou komunikaci umožňují krátké vlny, které amatéři objevili a učinili upotřebitelnými. Dnes jsou už tisíce diplomů, které se od sebe liší především náročností. Hodnota diplomu je tím vyšší, čím víc práce musí být vynaloženo na jeho získání. Nejobtížněji se získávají diplomy, které mají globální rozsah, protože jejich obtížnost se zvyšuje velkým množstvím pravděpodobnostních faktorů.

NA VELMI KRÁTKÝCH VLNÁCH

Rok 1983 byl pro československé radioamatéry rokem 60. výročí organizované radioamatérské činnosti u nás. Spolu s technickým pokrokem se radioamatérské hnutí rozvíjelo jako i jiné technické sporty v několika směrech a v létech před druhou světovou válkou se začaly konat i u nás první pokusy s velmi krátkými vlnami (VKV), tj. s kmitočty nad 30 MHz s použitím velmi jednoduchých a z dnešního hlediska snad i trochu primitivních vysílačů a přijímačů. Skutečný rozvoj činnosti našich amatérů na VKV nastal až po válce, a to s modernějšími součástkami, ale stále ještě na úrovni superreakčních přijímačů a jednoduchých vysílačů. Zájemci o provoz na VKV se vyznačují tím, že záliba v technické tvůrčí činnosti je u nich vždy alespoň rovnocenná zálibě v provozu a tak pomocí součástkové základny, která byla tehdy k dispozici, i amatérská pásma VKV se brzy stala místem, kde se používaly stabilní vysílače, přijímače se superhetovým principem a složitější směrové anténní systémy. To také byla doba, kdy vznikl nejstarší závod na VKV v Evropě a není vyloučeno, že i na světě, a sice Československý polní den na VKV, který v již zmíněném jubilejním roce měl svůj XXXV. ročník.

Jedním z průkopníků nových technických směrů na VKV u nás se stal na začátku padesátých let radioklub OK1ORC ve Výzkumném ústavu pro sdělovací techniku A. S. Popova (se značkou později změněnou na OK1KRC a stále dodnes existující), který díky povolání svých členů a pochopení vedení ústavu mohl propagovat a na pásmech používat zařízení na tehdejší dobu se špičkovou technickou úrovní. Je pochopitelné, že dobré technické vybavení i řada dobrých operátorů kolem něj byl pádný důvod, proč padesátá léta byla ve znamení mnohých soutěžních vítězství zmíněného radioklubu.

Rozvoj techniky dále pokračoval, zájemců o práci na VKV přibývalo a bylo nutné učinit i něco v organizování jejich činnosti.

Naštěstí v čele odboru pro VKV tehdejší ústřední sekce rádia Svazarmu stál Jindra Macoun, OK1VR, kterému se spolu s dalšími členy odboru podařilo vytvořit do r. 1965 takovou soutěžní a závodní strukturu na VKV, jaká jen s drobnými úpravami existuje dosud a je odpovídající dění na VKV v celé Evropě. První polovina šedesátých let také byla dobou, kdy se uskutečnily dvě celosvětové akce. Byly to Mezinárodní geofyzikální rok (IGY) a Mezinárodní rok klidného Slunce (IQSY), na nichž se i naši amatéři vysílači i posluchači podíleli registrací dálkového šíření VKV, za což sklidili mnohá mezinárodní uznání a jejich činnost opět organizoval Jindra Macoun, OK1VR. Dalším důležitým činitelem rozvoje radioamatérství na VKV u nás bylo až téměř neskutečné pochopení povolovacího orgánu koncem padesátých let pro potřeby radioamatérů, které se projevilo pružnou reakcí na situaci tím způsobem, že naši amatéři jako jedni z prvních na světě mohli získávat zvláštní povolení k provozu na VKV, pro něž se nevyžadovala znalost telegrafie a kladl se větší důraz na technické vědomosti. Tomu všemu ještě předcházelo období, kdy radioamatéři v Evropě i u nás přestávali používat pásma 50 a 220 MHz, která získala televize a krátký čas bylo u nás pro amatéry uvolněno pásmo 86 MHz. Rok 1954 přinesl také okamžik, kdy se československé stanice OK1KAX a OK1KRC zapsaly do světové radioamatérské historie vytvořením světového rekordu v pásmu 1296 MHz svým spojením na vzdálenost 200 km.

To byla jen velmi stručná historie poválečných dvaceti let a jak vypadá amatérská činnost na VKV v posledních létech? Stále dokonalejší součástky, stoupající technické znalosti a zvětšující se počet amatérských stanic spolu s organizováním jejich činnosti přispěly k tomu, že např. v závodech pořádaných I. oblastí IARU na území Evropy, Afriky a části Asie téměř pravidelně některou ze soutěžních kategorií vyhrávají českoslovenští radioamatéři a není řídkým jevem, že se naše stanice stane vítězem závodu s významem převyšujícím mistrovství Evropy i v souhrnném hodnocení. Bez problémů jsme zvládli komunikaci přes převáděče speciálních amatérských družic zásluhou organizátorské činnosti ing. Karla Jordana, OK1BMW a Ondřeje Oravce, OK3AU (ex-OK3CDI), spojení odrazem signálů od meteorických stop, spojení odrazem signálů od po-



Ze setkání zájemců o VKV v roce 1970 na Pustevnách

lární záře a v posledních létech i spojení odrazem signálů od měsíčního povrchu (EME). Bylo to v květnu 1976, kdy se operátorům radioklubu OK1KIR podařilo navázat první spojení u nás i v socialistických zemích odrazem signálů od měsíčního povrchu spojením s kalifornskou stanicí WA6LET v pásmu 433 MHz, stejná mezinárodní prvenství získali o několik let později Stanislav Blažka, OK1MBS, v pásmu 145 MHz a opět radioklub OK1KIR na 1296—2320 MHz. V předcházejících řádcích zmíněný radioklub OK1KIR dosáhl do poloviny roku 1982 u nás i v socialistických zemích prvenství v navázání spojení na VKV odrazem signálů od měsíčního povrchu se všemi světadíly.

V poslední době došlo u nás k další kvalitativní změně, kterou představuje stále ještě pokračující výstavba sítě převáděčů, které dokáží zabezpečit dokonalejší spojení na území našeho státu s redukováním omezujícího vlivu terénních překážek. Uvedený technický pokrok však v některých případech mírně degraduje sportovní hodnotu amatérské činnosti. Ve světle předcházejících výsledků může

Jeden z prvních
československých
převáděčů OK0B
pro 145 MHz



někomu dnes připadat až neskutečné, že koncem padesátých let operátoři mnohých pražských stanic třeba celou noc očekávali krátkodobé zlepšení troposférických podmínek šíření, aby během něho např. navázali telegrafní spojení s gottwaldovskou stanicí OK2BJH v pásmu 145 MHz na vzdálenost necelých 260 km.

Československým radioamatérům nemusel nikdo dlouho a opakovaně říkat, že v organizačních záležitostech se mají zaměřit i na práci s mládeží, která je základem úspěšného pokračování činnosti organizace. Světovou výjimečnost mají naše závody pro mládež, z nichž Československý polní den mládeže na VKV měl v roce 1983 svůj X. ročník a závod VKV k Mezinárodnímu dni dětí je jen nepatrně mladší. K oběma je nutné poznamenat, že jsou vyhlašovány výhradně pro operátorky a operátory mladší 18 let.

Přehled československých rekordů na VKV není zdaleka jediným kritériem, podle něhož se posuzuje úroveň činnosti našeho provozu na VKV, ale protože určitě také není nezajímavý, nebude ke škodě věci, když do jedné z úvodních kapitol k práci na VKV jej uvedeme podle stavu těsně před korekturami publikace:

145 MHz: — troposférické šíření OK1IDK/p — SM2GHI 8. 11.
1978, 1813 km;



Polní den 1977 u stanice OK1KTL/P na Klínoveci

- meteorické stopy OK2KZR/p — UA9FAD 11. 8. 1981, 2741 km;
- polární záře OL7BDQ — GI8YDZ 24. 11. 1982, 1811 km;
- sporadická vrstva E: OK2BFH — EA8XS 16. 7. 1983, 3757 km;
- odraz od měsíčního povrchu OK1MBS — VK5MC 15. 5. 1981, 15 490 km;
- 433 MHz: — troposférické šíření OK2STK/p — G3AUS 30. 10. 1982, 1577 km;
- polární záře OK1BMW — SM6FHZ 25. 7. 1981, 743 km;
- odraz od měsíčního povrchu OK1KIR/p — — ZL3AAD 10. 9. 1982, 18 220 km;
- 1296 MHz: — troposférické šíření OK2BFH/p — G3AUS 30. 10. 1982, 1577 km;

- odraz od měsíčního povrchu OK1KIR — ZL3AAD
26. 11. 1983, 18 220 km;
- 2320 MHz: — troposférické šíření OK1AIY/p — G4BYV 30. 10.
1982, 1028 km;
- odraz od měsíčního povrchu OK1KIR — OE9XXI
5. 5. 1984, 440 km;
- 5,66 GHz: — troposférické šíření OK1VAM/p — OK1WFE/p
31. 10. 1982, 303 km;
- 10,3 GHz: — troposférické šíření OK1KDO/p — DL8RAH/p
31. 10. 1982, 358 km;
- 24 GHz: — troposférické šíření OK1KDO/p — DJ4YJ/p 24. 10.
1982, 73 km.

Jen velmi stručnou zmínku o práci československých radioamatérů lze snad ukončit tím, že navazují oboustranná spojení i v pásmech 5,66 a 10 GHz a že se snad brzy dočkáme i prvních spojení v nových pásmech, která amatérům dala k dispozici světová správní rádiová konference (WARC) v roce 1979, tj. v pásmech 47, 75, 143 a 249 GHz.

TELEGRAFIE

Telegrafie stála u kolébky radioamatérského sportu. Pravda — nestála ještě jako samostatný sport, ale jako tehdy jediný způsob dorozumívání radioamatérů na vlnách éteru. Znalost vysílání a příjmu telegrafních značek byla vždy základní znalostí každého radioamatéra. A protože soutěživost, snaha dokázat více než druhí, patří mezi základní lidské vlastnosti, uplatnila se brzy i v telegrafii, která svojí proměnnou rychlostí je pro závody jako stvořená.

První radioamatérské závody v telegrafii se pořádaly po vstupu radioamatérů do Svazarmu. Držitelem mnoha rekordů v té době byl RNDr. Jiří Mrázek, CSc., OK1GM. Po roce 1960, když předtím všem evropským závodníkům znepríjemnili tento sport výrazně lepší telegrafisté z Číny a Koreje, se po dobu asi deseti let omezilo dění na jedinou soutěž v roce — mistrovství ČSSR. V té době byl mnohonásobným mistrem ČSSR z. m. s. Tomáš Mikeska, OK2BFN, později pak m. s. Mária Farbiaková, OK1DMF.

Prvním mezinárodním závodem po více než 10 letech byl v roce 1970 Dunajský pohár, mezinárodní soutěž pořádaná Rumunskou federací radiosportu. Byl pro nás velmi úspěšný a pohár přivezlo naše družstvo ve složení Farbiaková, Sýkora, Myslík do Československa a A. Myslík, OK1AMY, získal dvě ze tří zlatých medailí v soutěžích jednotlivců. Od té doby se Dunajský pohár v Rumunsku pořádá pravidelně. Tradičně v něm vítězí sovětsští reprezentanti; naši telegrafisté každoročně bojují většinou úspěšně o druhé místo s domácími Rumuny.

Od roku 1971 byla zahájena systematická příprava reprezentantů — zprvu pod vedením m. s. ing. J. Vondráčka, OK1ADS, od roku 1973 pod vedením m. s. ing. A. Myslíka, OK1AMY. Od roku 1973 se začaly nepravdělně uskutečňovat i přebory ČSR a SSR a od roku 1975 krajské přebory. Trvalou obětavou prací komise telegra-

fie ÚRRA a později i republikových komisí telegrafie byl systém soutěží rozvinut tak, že v současné době se pravidelně každoročně pořádají všechny krajské přebory, přebor ČSR, SSR a mistrovství ČSSR. Kromě toho se uskuteční větší počet okresních přeborů. V kategoriích mužů, žen, juniorů a žáků je evidováno asi 300 držitelů výkonnostních tříd a pět mistrů sportu (OK2BFN, OK1DMF, OK1PFM, OK2BHY a OK1AMY).

V roce 1982 byly čs. rekordy v příjmu písmen 250 PARIS, v příjmu číslic 360 PARIS, v klíčování písmen 231 PARIS a v klíčování číslic 260 PARIS.

Svoji podstatou a náročností není sportovní telegrafie předurčena k tomu, aby se stala masovým sportem. Trénink je — přiznejme si — poněkud suchopárný. Dlouhé hodiny proseděné se sluchátky na uších u magnetofonu a klíče není ochoten a schopen věnovat tomuto sportu každý radioamatér. Přesto úroveň výsledků a organizace soutěží v telegrafii patří v ČSSR mezi nejlepší na světě.

Ale sportovní telegrafie nejsou jen špičkové soutěže a rekordy. Na okresních a krajských přeborech je to příležitost pro všechny radioamatéry, aby se sešli, změřili si navzájem svoje schopnosti získané radioamatérským provozem (nikoli tedy samostatným tréninkem), vyměnili si zkušenosti, poznali se navzájem. A aby udržovali tradici telegrafie, která stála u kolébky radioamatérského sportu.

Pravidla sportovní telegrafie, stejně jako všech ostatních sportů, podléhají během času drobným změnám a úpravám vyplývajícím z potřeb systému soutěží, počtu závodníků, získaných zkušeností atp. Proto by nebylo vhodné uveřejňovat je v doslovném přesném současném znění. Následující stručný výtah vystihuje podstatu a ponechává prostor pro drobné úpravy.

1. Typy soutěží

Základem jsou výkonnostní a vrcholové soutěže. Je to celý postupový systém soutěží, který začíná místními a okresními přebory, pokračuje přebory krajskými i republikovými a vrcholí mistrovstvím ČSSR. Kromě toho se občas pořádají soutěže příležitostné, např. s mezinárodní účastí a soutěže propagační i náborové. Všechny typy

soutěží probíhají podle jednotných pravidel a je zpřesněno propozicemi, kdo se jich může zúčastnit.

2. Kategorie

Ustálené věkové kategorie pro všechny svazarmovské sporty jsou do 15 let, od 16 do 18 let a od 19 let výše. Ženy (zatím pro jejich malý počet) startují v jediné kategorii bez rozdílu věku, dívky do 15 let soutěží společně s chlapci. Závodník startuje ve své věkové kategorii po celý rok, kdy dosáhl její věkové hranice. Soutěží se i v kategorii družstev.

3. Nominace

U postupových soutěží je předpokladem účasti závodníka na soutěži účast na soutěži předchozího stupně a splnění předepsaného výkonnostního limitu. Další podmínky bývají stanoveny každou sportovní sezónu podle momentální situace.

4. Soutěžní disciplíny

Soutěží se v disciplínách příjem na rychlost, klíčování na rychlost a klíčování a příjem na přesnost. Závodník je povinen zúčastnit se všech tří disciplín. Pořadí se vyhlašuje v celkových výsledcích.

5. Společná základní ustanovení

Přijímají a klíčí se texty složené z pětímístných skupin znaků. V příjmu a klíčování na rychlost se přijímají a klíčí zvlášť texty z písmen a zvlášť texty z číslic. V klíčování a příjmu na přesnost se používá smíšený text z písmen, číslic a interpunkčních znamének (., ? = /). Nula se vysílá zásadně jako pět čárek. Tempo se udává metodou PARIS (u písmen je to přibližně 1,2násobek počtu znaků za minutu, u číslic 1,8, u smíšeného textu 1,4). Hodnocen může být jen text, ve kterém nebylo více než 5 neopravených chyb. U místních a okresních přeborů není počet chyb omezen. K zachycení nebo vyslání textu má závodník zásadně pouze jeden pokus (u příjmu pro každé tempo).

6. Příjem na rychlost

Texty se přijímají zásadně se zápisem rukou. Po ukončení příjmu má závodník vyhrazen čas k přepisu vybraných textů velkými tiskacími písmeny do formulářů dodaných pořadatelem. Text se přijímá 60 sekund.

7. Klíčování na rychlost

Závodník může použít libovolný klíč. Klíčuje po dobu 180 sekund. Znak pro opravu je minimálně 6 teček. Po něm je zapotřebí klíčovat znovu od začátku skupiny, ve které se závodník dopustil chyby.

8. Klíčování a příjem na přesnost

Závodník klíčuje po dobu 180 sekund smíšený text. Po krátké přestávce přijímá z magnetofonu záznam svého klíčování stejným tempem. Přijatý text opět přepisuje velkými tiskacími písmeny.

9. Hodnocení

Za každý přijatý nebo vyslaný text obdrží závodník tolik bodů, kolik činilo tempo PARIS tohoto textu. Za každou chybu se odečítají 2 body, v klíčování a příjmu na přesnost 5 bodů. Klíčování na rychlost hodnotí skupina rozhodčích koeficienty 0,8 až 1 podle kvality. Tím se pak násobí dosažený výsledek. V příjmu na rychlost se hodnotí nejvyšší přijaté tempo písmen i číslic. Celkový výsledek se získá sečtením bodů ze všech tří disciplín. V soutěži družstev jsou zvýhodněni mladší závodníci (do 15 let $\times 1,6$, do 18 let $\times 1,3$).

10. Závěrečná ustanovení

Závodník je povinen se řídit všemi platnými dokumenty a pokyny rozhodčích a pořadatelů. Porušuje-li pravidla, může být diskvalifikován. Protest proti hodnocení nebo průběhu soutěže předkládá hlavnímu rozhodčímu.

POZNÁMKA O METODĚ PARIS:

Zrodila se z potřeby upřesnit rychlost klíčování.

Za časovou jednotku je možno stejnou rychlostí vyslat více krátkých značek jako E nebo I než dlouhých, jako například nula. Písmeno E se skládá ze čtyř, nula

z 23 elementárních impulsů včetně tříimpulsové mezery za písmenem nebo číslicí. Soutěžní text je sestaven tak, aby měl stejný počet elementárních impulsů, jako kdyby se slovo PARIS opakovalo podle stanoveného počtu značek za minutu.

A	/	/	/	^	α	/
B	/	U	/	^	α	-
C	o	U	o	^	α	-
D	·	/	o	^	α	·
E	·	·	·	·	·	·
F	·	·	·	·	·	·
G	o	·	·	·	·	·
H	-	·	·	·	·	-
I	/	·	·	·	·	/
J	h	·	·	·	·	h
K	h	·	·	·	·	h
L	h	·	·	·	·	h
M	h	·	·	·	·	h
N	·	·	·	·	·	·
O	o	·	·	·	·	o
P	o	·	·	·	·	o
Q	o	·	·	·	·	o
R	o	·	·	·	·	o
S	·	·	·	·	·	·
T	·	·	·	·	·	·
U	·	·	·	·	·	·
V	·	·	·	·	·	·
W	·	·	·	·	·	·
X	·	·	·	·	·	·
Y	·	·	·	·	·	·
Z	·	·	·	·	·	·

ROB — MVT — HIFI

Radioamatérská konstrukční činnost a radioamatérské vysílání jsou záliby samy o sobě natolik přínosné, záslužné, zajímavé a hlavně náročné na čas i peníze, že se většina vyznavačů radioamatérského sportu domnívá, že není třeba je dále rozšiřovat nebo doplňovat o jiné, s radioamatérským vysíláním přímo nesouvisející prvky. Argument jistě pádný. Skalní radioamatér-konstruktor a vysílač si tedy časem postaví nebo pořídí dobré technické vybavení a zakrátko se utvrdí v názoru, že nezbytnými součástmi ham-shacku jsou také pohodlné křeslo, župan a teplé bačkory. Praktickým důsledkem této teorie pak je například skutečnost, že mnozí lovci DX po několika letech intenzivního provozu na krátkých vlnách zjistí, že mají málem více kilogramů živé váhy než potvrzených zemí DXCC ve své kartotéce.

Počátkem 60. let se ve Svazarmu objevila dvě nová odvětví radioamatérského sportu, přispívající k dobré tělesné kondici a provozovaná v tom nejkrásnějším a nejzdravějším prostředí, totiž ve volné přírodě. Obě si získala postupem času díky svému specifickému kouzlu mezi radioamatéry mnoho nadšených vyznavačů. Jsou to ROB (rádiový orientační běh neboli ARDF — Amateur Radi Direction Finding) a MVT (moderní víceboj telegrafistů).

Rádiový orientační běh

ROB je branný radioamatérský sport mezi staršími radioamatéry i v současném radioamatérském slangu známý spíše pod názvem „hon na lišku“. „Lišku“ reprezentuje třeba doslova v liščí noře ukrytý vysílač, „honcem“ je radioamatér vybavený přijímačem (pra-

cujícíím ve stejném kmitočtovém rozsahu jako ukrytý vysílač), jehož úkolem je „lišku“ zaměřit a vyhledat (přesněji řečeno závodník vyhledává zdroj elektromagnetického záření, tedy anténu). Není to tak docela snadné, protože vysílače i jejich antény jsou ukryty a zamaskovány často velmi důmyslně — v dutině stromu, zahrabány v listí, v dětském kočárku pod peřinkou atd., případně jsou antény různě upraveny, aby síla signálu mátl „lovce“ (závodníky), a navíc pracují automaticky, tedy bez lidské obsluhy, která by mohla svou přítomností hledání usnadnit, a jejich velikost zpravidla nepřesahuje několik stovek čtverečních centimetrů.

Vysílačů je v terénu rozmístěno několik (tři, pět i více) tak, aby jejich pomyslná spojnice — trať závodu — měřila pět až sedm kilometrů. Pracují telegrafním provozem v některém z radioamatérských pásem (2 m nebo 80 m) a pravidelně se střídají ve vysílání v jednominutových intervalech, což dále komplikuje jejich přesné zaměření. Antény v pásmu 2 m mají horizontální polarizaci, antény v pásmu 80 m polarizaci vertikální, výkon vysílače je v pásmu 2 m do jednoho wattu, v pásmu 80 m do pěti wattů. Vysílané signály — pokud jde o jejich dekódování — jsou zcela jednoduché a netřeba se tedy obávat přílišných nároků na znalosti telegrafie. Každá „liška“ vysílá opakovaně pouze svůj identifikační znak, tvořený standardně písmeny MO (—, —) a skupinou teček, jejichž počet označuje pořadové číslo „lišky“. Například MOI (— — — ·) je identifikačním znakem vysílače číslo 2.

Částečným usnadněním pro závodníka při zaměřování i při dohledávce je mapa prostoru závodu, kterou má při každé významnější soutěži závodník k dispozici, případně busola. Kdo by snad tyto pomůcky podceňoval, pozná jejich cenu, až když při pádu nebo při dešti „odejde“ přijímač.

Materiální vybavení závodníka pro soutěž v ROB je následující: stačí dobrý přijímač, sluchátka, busola a sportovní oděv i obuv, což jsou věci dostupné každému radioamatérovi. Navíc velmi dobré přijímače určené svými technickými parametry, konstrukcí i designem speciálně pro ROB jsou v ČSSR (z produkce podniku Radiotechnika ÚV Svazarmu) i v zahraničí běžně na trhu. ROB je sport perspektivní, jak dokazuje stále rostoucí počet jeho příznivců.



Na startu ROB. Vpravo Karel Souček, OK2VH, který zasvětil rádiovému orientačnímu běhu jako závodník a později jako trenér celý svůj život. Vlevo čs. reprezentantka Marta Ďurcová z radioklubu OK3KSQ (Kysucké Nové Město)

Od roku 1980 pořádá IARU pravidelně mistrovství světa a o úroveň ROB u nás svědčí nejlépe skutečnost, že naši reprezentanti získali na prvním mistrovství světa zlaté medaile. Výkony našich prvních radioamatérských mistrů světa z roku 1980: ing. Mojmír Sukeník z radioklubu Svazarmu OK2KPD (Krnov) potřeboval k překonání trati dlouhé 6,5 km s pěti vysílači v lesnatém terénu 39 minut a 36 sekund, ing. Zdeněk Jeřábek z radioklubu Svazarmu OK3KXI (Nížná nad Oravou) 47 minut a 10 sekund. (Je třeba si uvědomit, že délka trati není totéž, co skutečně uběhnutá vzdálenost.) Za vynikajícími výsledky našich reprezentantů je třeba také vidět dlouholetou práci trenérského týmu ve složení Ing. Z. Hermann, OK1SHL,

E. Kubeš, OK1 AUH, Ing. B. Magnusek, OK2 BFG, M. Popelík, OK1 DTW, K. Souček, OK2 VH a O. Zděnovec.

Zvláštními modifikacemi ROB jsou NROB (noční rádiový orientační běh) a AROS (automobilová rádiová orientační soutěž), které jsou doposud ještě málo rozšířené, přesto však oblíbené. NROB se liší od klasického ROB tím, že závodníci startují za tmy (v noci). Proto jsou vybaveni navíc reflektory nebo svítilnami. AROS probíhá ve dne a jak její název napovídá, „honci“ jsou motorizováni. Nesoutěží jednotlivci, nýbrž posádky automobilů tvořené řidičem a běžcem, a proto jsou AROS většinou pořádány ve spolupráci radioklubů s automotokluby Svazarmu.

Pravidla rádiového orientačního běhu

ROB je branným sportem, v němž je účelně spojena technika rádiového zaměřování s orientací a fyzicky náročným pohybem v neznámém terénu. Hlavními typy soutěží v ROB u nás jsou soutěže mistrovské i nemistrovské. Mistrovské soutěže probíhají ve třech kvalitativních stupních — III. stupeň (okresní a místní přebory), II. stupeň (krajské přebory) a I. stupeň (přebory ČSR, SSR a mistrovství ČSSR). Mezi nemistrovské soutěže patří soutěže pohárové, kontrolní (zpravidla pro reprezentační výběr) a náborové.

V ROB se soutěží v kategoriích: kategorie A — muži nad 19 let, kategorie A — ženy nad 19 let, kategorie B — junioři 16 až 18 let, kategorie B — juniorky 16 až 18 let, kategorie C1 — starší žáci a žákyně 13 až 15 let a kategorie C2 — mladší žáci a žákyně 10 až 12 let.

Technická ustanovení: soutěže probíhají v pásmech 3,5 MHz a 145 MHz. Délky tratí a počty kontrolních vysílačů se řídí podle stupně soutěže a podle jednotlivých kategorií: Při soutěžích I. stupně měří trať závodu vzdušnou čarou pro kategorii A 6 až 7 km při 5 vysílačích, pro kategorii B 5 až 6 km (4 vysílače) a pro kategorii C 4 až 5 km (3 až 4 vysílače); při soutěžích II. stupně měří trať pro kategorii A 5 až 7 km (5 vysílačů), pro kategorii B 4 až 6 km (4 vy-

sílače) a pro kategorie C 3 až 5 km (3 až 4 vysílače); při soutěžích III. stupně měří trať pro kategorii A 3 až 6 km (3 až 5 vysílačů), pro kategorii B 3 až 5 km (3 až 4 vysílače) a pro kategorie C 2 až 4 km (2 až 4 vysílače). Trať může být libovolná, může procházet lesem, křovím, vodou, ale musí být překonatelná bez jakýchkoliv pomůcek. Nebezpečným místům se stavitelé trati vyhýbají. Při soutěžích II. a III. stupně jsou závodníci s terénem seznámeni před závodem pomocí mapy v měřítku 1 : 20 000 nebo 1 : 15 000. Na soutěžích I. stupně je pořadatel povinen zajistit mapu terénu soutěže pro každého závodníka (ve stejném měřítku jako u soutěží II. a III. stupně). Maximální povolený výškový rozdíl na trati je 400 m.

Startuje se na pokyn startéra jednotlivě nebo ve skupinách, časový interval mezi jednotlivými starty (závodníky) musí být minimálně 5 minut. Závodníci jednotlivých kategorií startují do samostatných startovacích koridorů. Jejich délka je taková, aby z konce startovacího koridoru nebylo vidět na startovací čáru. Ve startovním koridoru je závodníkům zakázáno vracet se a zastavovat se. Všechny vysílače může závodník vyhledávat v libovolném pořadí. Použije-li závodník během soutěže cizí pomoci, dopravního prostředku nebo „zavěšuje-li se“ prokazatelně za jiného závodníka, je diskvalifikován.

Kontrolní vysílače v terénu umísťuje a maskuje hlavní rozhodčí nebo vedoucí tratě. Vysílače nesmějí být umístěny v soukromých objektech nebo v blízkosti nebezpečných míst a pracují v pásmu 3,5 MHz provozem A1, v pásmu 145 MHz provozem A2. Vysílají rychlostí 40 až 60 zn/min střídavě své identifikační znaky: MOE (první vysílač), MOI (druhý vysílač), MOS (třetí vysílač), MOH (čtvrtý vysílač) a MO5 (pátý vysílač). Cílový vysílač, tzv. maják, vysílá nepřetržitě buď znaky MO, nebo sérii teček či sérii čárek (po celou dobu závodu). Došlo-li při vysílání kontrolního vysílače k vynechání některé relace (technická závada), je možno odečíst závodníkům, kteří v té době byli prokazatelně na trati k tomuto vysílači, určitý čas z jejich výsledného času v cíli. Vysílání všech vysílačů a majáku musí být slyšitelné na koncích všech startovních koridorů na kontrolním přijímači s citlivostí odpovídající průměrné citlivosti přijímačů přítomných závodníků.

Antény v pásmu 3,5 MHz mají vertikální polarizaci, antény v pásmu 145 MHz mají horizontální polarizaci. Jednou nastavené nasměrování antény nesmí být během soutěže měněno. Výkon vysílačů v pásmu 3,5 MHz je do 5 W, v pásmu 145 MHz do 1 W. Závodník vyhledává zdroj elektromagnetického záření, tj. anténu kontrolního vysílače. Aby mohl prokázat, že kontrolní vysílače (jejich antény) našel, zajišťuje pořadatel vhodný způsob značení průchodu kontrolou (např. potvrzení rozhodčího, značkovacím zařízením apod.) do startovního průkazu závodníka.

Organizátor stanovuje časový limit soutěže, což je maximální povolený čas, během kterého závodník musí soutěž ukončit. Aby závodník mohl dodržet tento časový limit, může vynechat některý z kontrolních vysílačů. Základem pro výpočet časového limitu je 15 minut na každý kilometr tratě (měřené vzdušnou čarou) a tento základní limit se zvyšuje v závislosti na některých okolnostech (výškový rozdíl na trati, teplota vzduchu, déšť, sníh, mlha atd.).

Každý závodník ROB musí být vybaven zaměřovacím přijímačem, hodinkami a kontrolním průkazem. Ostatní pomůcky jako busolu, mapu, tužku, náhradní díly k přijímači atd. si může vzít na trať podle vlastního uvážení. Přijímací zaměřovací zařízení může být vlastní výroby, zapůjčené nebo tovární výroby.

V soutěži jsou hodnoceni pouze závodníci, jejichž výsledný čas spadá do časového limitu závodu. Kritérii pro určení celkového pořadí jsou a) počet nalezených kontrolních vysílačů, b) výsledný čas závodníka v cíli.

Moderní víceboj telegrafistů

MVT má u nás přibližně stejně dlouhou tradici jako ROB. Prodělal ve své dosavadní historii ze všech radioamatérských sportů snad nejvíce změn. Při prvním mistrovství naší republiky ve víceboji v roce 1960 se závodilo pouze ve dvou disciplínách a pouze v soutěži krajských družstev. První disciplínou byla práce s radiostanicí (tehdy typu RF11), při níž si členové družstva vzájemně vyměnili devět



Moderní víceboj telegrafistů, disciplína práce na stanici (Martin Zabranský, OLIAZM). Transceivry pro MVT vyrábí (stejně jako přijímače pro ROB) Radiotechnika, podnik ÚV Svazarmu

telegramů, druhou disciplínou byl orientační pochod podle mapy bez zakreslených kontrolních bodů, pouze s udáním azimutů a vzdáleností mezi jednotlivými kontrolami.

Největšího rozkvětu zaznamenal víceboj na přelomu šedesátých a sedmdesátých let pod názvem RTO contest (radioamatérský provoz—telegrafie—orientační běh nebo také Receiving—Traffic—Orientation). Tři disciplíny, z nichž se tato modifikace víceboje skládala, jsou patrné z názvu soutěže.

V roce 1974 byl RTO contest zrušen a nahradil ho moderní víceboj telegrafistů. Dnešní MVT má s původní formou víceboje už jen málo společného. Tvoří jej šest disciplín: vysílání ručním telegrafním klíčem, příjem telegrafních značek se zápisem rukou (rychlosti v obou těchto disciplínách jsou limitovány podle věku a pohlaví závodníka),

práce s radiostanicí v terénu (formou běžného radioamatérského závodu na KV), orientační běh (nikoliv ROB, nýbrž orientační běh, jak jej známe z ČSTV s busolou a mapou a se zakreslenými kontrolními body), střelba ze vzduchovky a hod granátem na cíl. Nelze však předpokládat, že tato skladba radioamatérského víceboje je definitivní. V SSSR například v současné době zkoušejí radioamatérský trojboj, tvořený jednogodinovým radioamatérským závodem na KV, orientačním během a střelbou z malorážky.

Nieméně je na první pohled zřejmé, že MVT (ať už bude jeho složení v budoucnu jakkoliv upravováno) je sportem pro všestranně talentované radioamatéry. Vyžaduje vedle radiotechnických znalostí a operátorské zručnosti také fyzickou zdatnost, znalosti telegrafie, topografie, umění orientovat se a pevné nervy. Nejlepší československý vícebojař sedmdesátých a osmdesátých let ing. Jiří Hruška, OK1MMW, pracuje jako vývojový pracovník v podniku Radiotechnika ÚV Svazarmu. V roce 1981 obsadil s kolektivem OK5TLG první místo v celosvětovém hodnocení stanic s více operátory v závodě CQ WW 160 m DX contest, v roce 1978 se stal mistrem ČSSR ve sportovní telegrafii a v roce 1982 se probojoval do finále ČSR v nočním orientačním běhu.

Materiální vybavení závodníka MVT je trochu nákladnější než u ROB: transceiver (v roce 1982 ještě pro pásmo 80 m s parametry: telegrafní provoz, napájecí napětí celého zařízení 14 V, kolektorová ztráta koncového tranzistoru při ideálním chlazení nesmí přesahovat 2,6 W, avšak v nejbližší době se očekává změna radioamatérského pásma na 160 m), vzduchovka, granáty atd. Všechno však mohou zajistit svým závodníkům základní organizace Svazarmu a radiokluby.

MVT i ROB stejně jako většina ostatních radioamatérských svazarmovských soutěží má vypracován celostátní klasifikační a postupový systém od místních přeborů až po mistrovství ČSSR, takže každý má možnost si některý z těchto sportů zcela nezávazně vyzkoušet například na místním nebo okresním přeboru ve společnosti svých dobrých přátel. Potom zjistíte, že pohyb na čerstvém vzduchu a ve volné přírodě je skutečně nejvhodnějším doplňkem někdy zakouřeného ham-shacku.

Soutěžní kategorie: A — muži 19 let a více; B — junioři 16 až 18 let; C — žáci a žákyně do 15 let; D — ženy od 16 let.

Pravidla jednotlivých disciplín

1. Příjem telegrafních znaků

Přijímají se dva druhy textů: a) písmenové texty, složené z 26 znaků latinské abecedy; b) číslíkové texty, složené rovnoměrně z číslic od 0 do 9. Každý text je složen z 50 pětímístných skupin. Závodníci zapisují rukou. Každý přijatý text se přepisuje na určený blanket. Kvalita přepisu musí být taková, aby sbor rozhodčích mohl jednoznačně identifikovat všechny napsané znaky. Před každým soutěžním textem je vyslán stejnou rychlostí cvičný text po dobu 1 minuty. Je možno zapisovat na libovolný papír a používat k zápisu libovolných samoznaků. Pokusí-li se závodník při soutěži opisovat, je veřejně rozhodčím napomenut a při opakovaném opisování je diskvalifikován.

Přijímají se tempa: při soutěžích III. stupně (okresní a místní přebory) kategorie A 90 znaků za minutu, kategorie B a D 70 zn/min a kategorie C tempo 50 zn/min; při soutěžích II. stupně (krajské přebory) kategorie A 110 zn/min, kategorie B a D 100 zn/min, kategorie C 70 zn/min; při soutěži I. stupně (prebory ČSR, SSR a mistrovství ČSSR) kategorie A 130 a 140 zn/min, kategorie B a D 100 a 110 zn/min, kategorie C 70 a 80 zn/min.

Při soutěžích II. a III. stupně je ve všech kategoriích zisk 50 bodů za bezchybný příjem jednoho textu. Každá chyba znamená ztrátu jednoho bodu, nulový zisk je tedy při 50 chybách. Při soutěžích I. stupně je za bezchybný příjem vyššího tempa 50 bodů a za bezchybný příjem nižšího tempa 40 bodů. Do soutěže se započítává jeden písmenový a jeden číslíkový text, vždy s lepším bodovým ziskem. Chyba v textu při soutěži I. stupně znamená ztrátu dvou bodů.

2. Vysílání telegrafních znaků

Závodníci vysílají ručními telegrafními klíči, u nichž nesmějí být žádné elektrické ani mechanické prvky, které by mohly vysílání

ovlivnit. Každý závodník vysílá jeden písmenový a jeden číslicový text z pětímístných skupin.

V soutěži I. stupně vysílají závodníci jednotlivé texty vždy po dobu 3 minut těmito předepsanými rychlostmi: kategorie A 130 zn/min písmen a 90 zn/min číslic, kategorie B a D 110 zn/min písmen a 80 zn/min číslic a kategorie C 80 zn/min písmen a 60 zn/min číslic; v soutěži II. stupně vysílají závodníci po dobu 2 minut rychlostmi: kategorie A 110 zn/min písmen a 80 zn/min číslic, kategorie B a D 100 zn/min písmen a 70 zn/min číslic a kategorie C 70 zn/min písmen a 50 zn/min číslic; v soutěži III. stupně vysílají závodníci po dobu 1 minuty rychlostmi: kategorie A 90 zn/min písmen a 60 zn/min číslic, kategorie B a D 70 zn/min písmen a 50 zn/min číslic a kategorie C 50 zn/min písmen a 40 zn/min číslic. Text vysílání kontroluje rozhodčí a hodnotí jej koeficientem za kvalitu, který je dvojího druhu: koeficient základní (0,5; 0,45; 0,4; 0) a koeficient srážkový odečítaný od základního koeficientu (0,05 za neopravenou chybu, 0,01 za opravenou chybu ve vysílání). Výsledný koeficient za kvalitu vysílání se získá odečtením srážkových koeficientů od koeficientu základního. Celkový bodový zisk závodníka stanovíme ze vzorce

$$\text{celkový bodový zisk} = \frac{100 \cdot K \cdot X}{L},$$

kde 100 je konstanta, K výsledný koeficient, X skutečně vyslané průměrné minutové tempo, L limit (požadované minutové tempo podle kategorie a stupně soutěže).

3. Telegrafní provoz

Úkolem závodníka je navázat během jedné hodiny co největší počet spojení a při nich předat a přijmout soutěžní kód. V této disciplíně se používají stanice, splňující podmínky: koncový stupeň osazen jedním tranzistorem s kolektorovou ztrátou maximálně 2,6 W, maximální napájecí napětí celého zařízení 14 V (nikoliv však z elektrovedné sítě nebo z akumulátorů). Jednu hodinu před začátkem závodu rozhodčí seznámí všechny závodníky pomocí mapy s prostorem závodu a dvacet minut před začátkem závodu dostane každý závodník obálku s provozními údaji (s volacím znakem do

závodu, se soutěžními kódy, kmítočtovým rozsahem a časem zahájení a ukončení provozu); 15 minut před zahájením telegrafního závodu jsou závodníci hromadně odstartováni do terénu.

Při každém spojení se předávají dvě pětímístné skupiny: a) první skupina tvořená RST a pořadovým číslem spojení (např. 59901). b) druhá skupina tvořená pěti pořadatelem určenými libovolnými písmeny (např. ABCDE). V přijatém kódu může být pouze jedna chyba, která znamená srážku jednoho bodu z výsledku. Závodník, který navázal nejvíce spojení, obdrží za svůj výsledek 100 bodů. Ostatním závodníkům se bodový zisk vypočte podle vzorce:

$$\text{celkový bodový zisk} = \frac{100 \cdot P}{M} - N,$$

kde 100 je konstanta, P počet spojení, která navázal hodnocený závodník, M počet spojení, která navázal nejlepší závodník, N počet chyb v přijatých kódech.

4. Orientační běh

Při této disciplíně je úkolem závodníka vyhledat v určeném pořadí podle mapy kontrolní značky umístěné v terénu. Počet kontrolních bodů na trati je dán podílem celkové délky tratě a konstanty 0,7. Trať vede převážně lesnatým terénem a součet všech převýšení může být maximálně 400 metrů. Kontrolní body jsou označeny červeno-bílými lampióny (terči) o rozměrech přibližně $0,3 \times 0,3$ m.

Na startu orientačního závodu obdrží závodník mapu, do níž si zakreslí trať závodu podle vzorové mapy. Je možné (z některých hledisek i lepší), aby závodníci dostali mapy s již zakreslenou tratí. Kontroly jsou na mapě vyznačeny kroužky, v jejichž středu se kontroly nacházejí. Jednotlivé kontroly jsou na mapě propojeny šipkami, které určují, v jakém pořadí je závodník musí nalézt. Dokladem závodníka je startovní průkaz, do něhož závodník značí průchod kontrolou (např. kleštěmi, razítkem atd., jimiž je kontrolní bod vybaven). Závodníci startují na trať v pravidelných několikaminutových intervalech jednotlivě, aby se zamezilo jejich spolupráci. Pokud závodník neprojde všemi kontrolami ve stanoveném pořadí nebo zjistí-li rozhodčí, že spolupracoval s jiným závodníkem či použil dopravní prostředek atd., je diskvalifikován.

Délky tratí: v závodě III. stupně pro kategorii A 3,2 až 4 km, pro kategorii B a D 2,3 až 3,2 km a pro kategorii C 1,2 až 1,8 km, v závodě II. stupně pro kategorii A 4,8 až 5,6 km, pro kategorii B a D 3,2 až 4 km a pro kategorii C 1,8 až 2,4 km a v závodě I. stupně 7 až 9 km pro kategorii A, 4 až 6 km pro kategorii B a D a 2,4 až 4 km pro kategorii C.

Bodování orientačního běhu: za nejlepší čas získá závodník 100 bodů. Všem dalším závodníkům se odečítá jeden bod za každou minutu, u kterou je jejich čas horší než čas vítěze.

5. Střelba ze vzduchovky

Střílí se ze vzduchovkou na vzdálenost 10 metrů u všech věkových kategorií do terče o rozměrech 80×55 mm vleže bez opory. Každý závodník střílí pět soutěžních ran, bodový zisk je dán součtem hodnot jednotlivých zásahů, maximálně možný bodový zisk je 50 bodů.

6. Hod granátem

Hází se granátem na cíl ve tvaru čtverce o rozměrech $1,5 \times 1,5$ m ze vzdáleností: kategorie A na 25 m, kategorie B na 20 m a kategorie C a D na vzdálenost 15 m. Na soutěžích do II. stupně se používá gumový granát o hmotnosti 350 g, na soutěžích I. stupně kovový granát 600 g. Za jeden zásah je 10 bodů, každý závodník hází pět soutěžních hodů.

Celkový bodový zisk závodníka v soutěži MVT se získá sečtením bodů, jež závodník získal ve všech šesti disciplínách.

Hifi

V souvislosti s tím, jak se elektronika rozšiřovala do nejrůznějších oborů lidské činnosti, začali se v radioklubech objevovat zájemci o radiotechniku a elektroniku aplikovanou nejen v telekomunikacích, ale i jinde.

Z nich nejpočetnější skupinou byli od počátku šedesátých let zájemci o využití elektroniky při reprodukci zvuku a obrazu, „hifisté“

(termín sice nespisovný, avšak všeobecně vžitý, utvořený ze zkratky anglických slov high fidelity, čímž je míněna vysoká věrnost záznamu a reprodukce). Dlužno říci, že ve svých rodinách i ve svém okolí se hned od počátku setkávali s mnohem větším pochopením než amatéři vysílači, rušící sousedům televizory a neustále šplhající po okolních stromech a střechách.

Od šedesátých let vznikají ve Svazarmu první základní organizace, sdružující výhradně hifisty a nazývající se hifikluby Svazarmu. a na konci šedesátých let se elektroakustika a videotechnika staly samostatnou odborností Svazarmu.

Hlavní předmět činnosti hifistů je soustředěn na kvalitní reprodukci a záznam zvuku a obrazu a na jejich praktické využití. To vše však nejen pro vlastní potřeby členů hifiklubů a Svazarmu. nýbrž i ve prospěch veřejnosti („ozvučování“ veřejných vystoupení, poradenské služby pro veřejnost aj.). Z technických elektronických prostředků je tedy zájem hifiklubů soustředěn na konstrukce přístrojů gramofonové, magnetofonové, rozhlasové a televizní techniky, na nízkofrekvenční zesilovací techniku, na techniku elektroakustických měničů, na způsoby dálkového přenosu informací, na technologie elektroakustických a videotechnických zařízení a v souvislosti s tím vším také na dálkové ovládání přístrojů, výpočetní techniku, elektroniku v domácnosti atd.

Branný charakter činnosti hifiklubů vyplývá z toho, že v ČSLA se stále více využívá audiovizuální techniky při výcviku vojáků a při jejich politické přípravě, a díky hifiklubům přichází každoročně do armády několik tisíc mladých lidí, kteří tato zařízení umějí obsluhovat a udržovat. Stejným přínosem pro službu v armádě jsou praktické i teoretické technické znalosti mladých členů hifiklubů.

Pro hifikluby a jejich členy jsou každoročně pořádány pravidelné soutěže, jež jsou jedním z hlavních motivů rozvoje jejich činnosti. Z nich jsou nejznámější soutěžní přehlídky Hifi-Ama, zaměřené na konstruktérskou činnost hifiklubů a festivaly audiovizuální tvorby, jejichž cílem je podporovat a hodnotit uplatnění audiovizuálních prostředků při kulturním a výchovném působení na členskou základnu Svazarmu a na veřejnost. Oba typy soutěží jsou organizovány postupovým systémem od okresních až po celostátní kola.

RÁDIO A MODELÁŘSTVÍ

Radiotechnika zasáhla výrazně i do modelářství. Rádiovými soupravami (nejčastěji označovanými zkratkou RC z anglického Radio Control) jsou ovládány modely letadel, lodí, raketoplánů, automobilů a v poslední době i lokomotiv.

RC soupravy původně umožňovaly přenos pouze jediné informace (přenášené tónovou modulací), později byl počet modulačních kmitočtů rozšiřován až na čtrnáct. Tónová modulace umožňovala jen nespojitě ovládání; například kormidlo bylo z neutrální polohy vychylováno skokem do jedné z krajních poloh. V druhé polovině šedesátých let se objevily první tzv. proporcionální soupravy, využívající amplitudové modulace. V nich je ovládací páka vysílače spojena s potenciometrem, připojeným ke kodéru; poloze běžce potenciometru pak odpovídá šířka příslušného kanálového impulsu (jehož střední šířka je zpravidla $1,5 \mu\text{s}$). V přijímači jsou jednotlivé pulsy přiřazeny příslušným servosystémům, v nichž jsou porovnávány s pulsy, jejichž šířka je dána polohou běžce potenciometru, spojeného s výstupním hřídelem serva. Tím je umožněno plynulé vychylování ovládaných prvků, jejichž počet prakticky není omezen. Pro zajištění větší bezpečnosti a odolnosti vůči rušivým signálům se od sedmdesátých let používá stále častěji kmitočtové modulace. V roce 1981 byly uvedeny na trh první RC soupravy s pulsní kódovou modulací (PCM), využívající mikroprocesorů k paritní kontrole přenášených informací.

Použití moderních krystalových filtrů pro vstupní části přijímačů a kmitočtové modulace umožnilo zúžit rastr odstupu jednotlivých kanálů (přesněji používaných kmitočtů) až na 10 kHz, takže například v nejrozšířenějším pásmu 27,120 MHz lze najednou provozovat až 32 soupravy. Oscilátory vysílačů i přijímačů jsou řízeny krystaly (zpravidla výměnnými), nabroušenými pro patřičný kmi-

točet (mf kmitočet je většinou 455 kHz). V ČSSR jsou pro řízení modelů vyhrazena pásma 27,120 a 40,680 MHz (nižší pásma se z praktických důvodů nevyužívají), v zahraničí se pak používají i pásma 35 MHz, 72 MHz a v posledních letech i 433 MHz.

CO SE SMÍ A CO SE NESMÍ

Podobně jako v silničním provozu je i v radiokomunikačním provozu nutno zachovávat určitá pravidla, aby nedocházelo ke kolizím. Mezinárodní telekomunikační unie (ITU) je nejstarší mezinárodní vládní organizací (založena 17. května 1865 v Paříži). A právě ta řídí radiokomunikace v celém světě. Přiděluje kmitočty jednotlivým službám, předepisuje radiokomunikační postupy, doporučuje komunikační systémy. To vše je obsaženo v Radiokomunikačním řádu a v příslušných doporučeních.

V Československu byl 5. června 1964 vydán zákon č. 110/1964 Sb., o telekomunikacích a 12. června 1964 vyhláška č. 111/1964 Sb., které mimo jiné stanoví:

Telekomunikace slouží jako prostředek dorozumění na dálku pro přenos zpráv a informací.

Je nutno telekomunikace zřizovat a provozovat účelně, plánovitě s nejvyšší možnou úsporou společenské práce, chránit je před rušením a poškozováním a zabránit jejich zneužívání.

Telekomunikačními zařízeními jsou zařízení k dopravě zpráv, údajů (dat), obrazů a návěstí pomocí elektrické energie, zejména drátový telegraf a telefon, radiotelegraf a radiotelefon, vysílací a přijímací zařízení rozhlasová a televizní a jiná vysílací a přijímací rádiová, popřípadě světelná zařízení.

K uspokojování potřeb obyvatelstva a socialistických organizací v oboru telekomunikací je určena jednotná telekomunikační síť, o jejíž výstavbu, provoz a rozvoj pečuje Ústřední správa spojů.

Do jednotné telekomunikační sítě náleží zejména:

— místní a meziměstské telefonní sítě se zesilovacími stanicemi, telefonními ústřednami, hovornami, příslušnými vedeními a účastnickými stanicemi, telegrafní síť včetně dálkopisné účastnické sítě s příslušnými ústřednami, okruhy (vedeními) a stanicemi;

— zařízení (přístroje, okruhy, sítě) pro přenos dat, zpracovaných nebo určených pro zpracování matematickými a podobnými stroji, radiotelegrafní a radiotelefonní vysílací a přijímací zařízení;

— vysílací a přenosová technická zařízení rozhlasová a televizní, zařízení (sítě, zesilovací stanice) rozhlasu po drátě (kromě účastnických reproduktorů);

— sítě místního rozhlasu, signální, hodinová a jiná vyrozumívací zařízení, jestliže jsou ve správě organizací spojů.

Ústřední správa spojů stanoví podmínky pro užívání jednotné telekomunikační sítě k telekomunikačnímu styku, pro zřizování a užívání telefonních a dálkopisných účastnických stanic a účastnických stanic rozhlasu po drátě, podmínky pro svěřování jiných telekomunikačních zařízení (pobočkových ústředen, okruhů apod.) k užívání účastníkům a podmínky jiných výkonů poskytovaných organizacemi spojů prostřednictvím jednotné telekomunikační sítě.

Výstavba a provoz vysílacích a přenosových rozhlasových a televizních zařízení a zařízení rozhlasu po drátě náleží Ústřední správě spojů a organizacím spojů, jež jsou povinny dbát o účelné rozšiřování možnosti příjmu rozhlasových a televizních pořadů, přejímaných od organizací pověřených jejich tvorbou.

Ústřední správa spojů může omezit provoz jednotné telekomunikační sítě z důležitého obecného zájmu.

Zprávy, jejichž obsah může ohrozit bezpečnost státu, nebo jeho důležité hospodářské zájmy nebo které jinak odporují zákonům, jsou z dopravy vyloučeny.

Organizace i obyvatelstvo používají k telekomunikačnímu styku zásadně jednotné telekomunikační sítě. Pouze v případech, kdy bude vyloučeno dosáhnout sledovaného cíle zařízeními a výkony této sítě, je možno zřídit a provozovat telekomunikační zařízení mimo tuto síť, a to jen po předchozím povolení Ústřední správy spojů nebo orgánů jí pověřených (dále jen povolující orgán), pokud není dále stanoveno jinak.

Povolení může být zrušeno, vyžaduje-li to bezpečnost státu nebo závažné hospodářské nebo jiné důvody. Důvodem zrušení daného povolení může být též možnost účelného začlenění povoleného zařízení do jednotné telekomunikační sítě.

Povolení ke zřízení a provozování vysílacích rádiových stanic lze udělit, jde-li o

- a) uspokojení odůvodněných potřeb pohyblivých služeb, jejichž zabezpečení nelze řešit jinak než rádiovým spojením,
- b) rádiové vysílací stanice sloužící rozvoji vědy a techniky (tzv. pokusné stanice),
- c) rádiové vysílací stanice sloužící technickému sebevzdělání a studiu (tzv. amatérské stanice).

Jinak lze povolit zřízení a provozování vysílacích rádiových stanic jen zcela výjimečně, když nelze sledovaného cíle dosáhnout použitím zařízení jednotné telekomunikační sítě, především zařízení drátového, a když zvláštní okolnosti odůvodňují použití rádiového spojení. Zastupitelským úřadům cizích států lze udělit povolení ke zřízení a provozování vysílacích rádiových stanic jen za předpokladu vzájemnosti a se souhlasem ministerstva zahraničních věcí.

Povolení ke zřizování a provozování vysílacích rádiových stanic uděluje povolující orgán (§ 4 odst. 1); výjimku tvoří amatérské vysílací rádiové stanice, k jejichž zřízení a provozování uděluje povolení ministerstvo vnitra nebo orgán jím pověřený. (Vyhláškou č. 92/1974 Sb. byly touto pravomocí pověřeny:

- a) Správa radiokomunikací Praha pro území ČSR,
- b) Správa radiokomunikací Bratislava pro území SSR.)

Ústřední správa spojů stanoví, kdy je třeba k obsluze vysílacích rádiových stanic zvláštní způsobilosti a jaké, jakož i jakým způsobem se tato způsobilost nabývá, prokazuje a osvědčuje.

Vysílací rádiové stanice, a to i neúplné, pokud k jejich zřízení a provozování nebylo vydáno platné povolení nebo pokud nejsou v držení organizací nebo osob oprávněných podle tohoto zákona k jejich zřizování a provozování bez povolení, lze přechovávat jen s povolením ministerstva vnitra nebo orgánů jím pověřených. Tohoto povolení není třeba pro vysílací rádiové stanice, které přechovávají oprávnění výrobci.

Zřízení a provozování telekomunikačních zařízení mimo jednotnou telekomunikační síť povoluje Správa radiokomunikací Praha.

Radiotelegrafní stanice mohou obsluhovat jen operátoři, kteří pro-

kázali svou odbornou způsobilost složením předepsané radiotelegrafní zkoušky a mají platné vysvědčení palubního, popř. pozemního radiotelegrafisty.

Radiotelefonní stanice na palubě československých letadel a lodí mohou obsluhovat operátoři, kteří prokázali svou odbornou způsobilost úspěšným složením předepsané zkoušky a mají platná vysvědčení palubního radiotelefonisty nebo palubního radiotelegrafisty. V jejich přítomnosti mohou palubní radiotelefonní stanice obsluhovat i pověřené osoby, které nemají vysvědčení, jestliže je operátor s vysvědčením předem řádně poučí.

Ostatní radiotelefonní stanice mohou obsluhovat operátoři, kteří prokázali svou odbornou způsobilost úspěšným složením předepsané zkoušky a mají platné vysvědčení pozemního nebo palubního radiooperátora. S jejich souhlasem mohou tyto stanice obsluhovat i pověřené osoby, které operátor s vysvědčením předem řádně poučí. Pro každou stanici musí být určen alespoň jeden operátor s platným vysvědčením, který za řádnou obsluhu stanice odpovídá.

Vysvědčení operátorů podle předchozích odstavců vydává Ústřední správa spojů nebo z jejího pověření Správa radiokomunikací v Praze na základě zkoušek složených podle předpisů vydaných Ústřední správou spojů.

Amatérské vysílací stanice mohou obsluhovat jen osoby, které prokázaly svou odbornou způsobilost a mají platné vysvědčení podle předpisů o zkouškách operátorů amatérských stanic, které vydává federální ministerstvo spojů.

Bez povolení podle tohoto zákona mohou zřizovat a provozovat telekomunikační zařízení mimo jednotnou telekomunikační síť

- a) vojenská správa k vojenským účelům,
- b) ministerstvo vnitra k bezpečnostním účelům,
- c) Československé státní dráhy pro účely železničního provozu na podkladě plánů rozvoje telekomunikací v železniční dopravě projednaných s Ústřední správou spojů,
- d) správa civilního letectví pro zabezpečovací a sdělovací rádiovou leteckou službu s výjimkou rádiových stanic na letadlech,
- e) organizace energetiky k řízení, zabezpečování a automatizaci elektrizační soustavy, a to při použití zařízení s nosnými proudy

po silnoprůdých vedeních, při použití sdělovacích vedení využívajících v převážné části trasy podpěr silnoprůdých vedení a při použití kabelových vedení a rádiových zařízení na velmi krátkých vlnách, pokud neslouží převážně k účelům dorozumívacím.

Telekomunikačními zařízeními drah nebo letecké správy mohou být v dohodě s organizacemi spojů obstarávány též výkony pro veřejnost ve stanicích drah, ve vlacích a na letadlech.

Povolení není třeba ke zřízení a provozování drátových telegrafů, telefonů a elektrických návěštních zařízení uvnitř budov nebo na souvislých pozemcích téhož provozovatele, které nejsou používány k veřejné dopravě. Taková telekomunikační zařízení mohou být podrobena doзору orgánů určených Ústřední správou spojů. Povolení je však třeba, mají-li být taková zařízení připojena na jednotnou telekomunikační síť nebo na telekomunikační zařízení jiného provozovatele anebo mají-li překračovat státní hranice.

Povolení není třeba ke zřízení a provozování:

- a) rádiových zařízení o velmi nízkém výkonu k řízení modelů a hraček, lékařských radiosond a podobných zařízení,
- b) zařízení průmyslové televize s přenosem modulace po kabelu, i když se při tom dočasně použije veřejné cesty nebo cizího pozemku.

Ústřední správa spojů stanoví, kterých zařízení a za jakých podmínek se toto ustanovení týká.

Vysílací rádiová zařízení k řízení modelů a hraček, jiná zařízení, určená k přenosu ovládacích nebo měřicích signálů pomocí elektromagnetického pole, vytvořeného smyčkou, jejichž výkon nepřesahuje 0,1 W, mohou být zřizována a provozována bez povolení s podmínkou, že je jejich provozovatel přihlásí k evidenci u odbočky Inspektorátu radiokomunikací ve svém kraji a bude dodržovat kmitočet, výkon a druh vysílání. Bez povolení mohou být zřízena a provozována i zařízení s vyšším výkonem, jestliže byla sériově vyrobena podle prototypu schváleného nebo uznaného Správou radiokomunikací v Praze. Rovněž tato zařízení musí být evidována u příslušné odbočky Inspektorátu radiokomunikací a provozovatel nesmí provádět na zařízení žádné změny.

K užívání rozhlasových a televizních přijímačů není třeba povolení. Vlastníci, popřípadě uživatelé jsou však povinni ohlásit tyto přijímače k evidenci u organizací spojů, určených Ústřední správou spojů, řídit se podmínkami stanovenými v prováděcích předpisech a platit stanovené poplatky.

Vlastník, popřípadě uživatel přijímače odhlášeného z evidence je povinen uvést přijímač do stavu vylučujícího další jeho používání; neučiní-li tak, může provést potřebné **opatření** organizace spojů na jeho náklad.

Jednotná telekomunikační síť, její zařízení a provoz jsou chráněny proti ohrožování, poškozování a škodlivému rušení jinými zařízeními nebo činnostmi.

Všechna telekomunikační zařízení mimo jednotnou telekomunikační síť musí být zřizována a provozována tak, aby škodlivě nerušila zařízení této sítě, zejména zařízení radiokomunikační.

Rovněž stroje, přístroje a zařízení, jejichž používáním vzniká vysokofrekvenční energie, je nutno vyrábět, popřípadě upravit a provozovat tak, aby nerušily provoz jednotné telekomunikační sítě. Výrobci, odběratelé z dovozu, popřípadě vlastníci a uživatelé těchto strojů, přístrojů a zařízení jsou povinni, pokud je to proveditelné, pořídit na svůj náklad potřebná odrušovací zařízení.

Provozovatelé všech vysokofrekvenčních účelových zařízení jsou povinni evidovat tato zařízení u organizací spojů určených Ústřední správou spojů. Ministerstvo vnitra a ministerstvo národní obrany evidují vysokofrekvenční účelová zařízení, která provozují, samostatně a v jednotlivých případech sdělují potřebné údaje Ústřední správě spojů.

Dojde-li k ohrožení, k rušení provozu nebo poškození jednotné telekomunikační sítě, je vlastník (uživatel) škodlivého zařízení nebo provozovatel škodlivé činnosti povinen učinit vhodná ochranná opatření. Není-li to proveditelné nebo je-li hospodárnější nebo účelnější provést ochranná opatření na ohroženém zařízení telekomunikacím, provede je jeho provozovatel. Vznikla-li závada nedodržením podmínek stanovených pro zřízení nebo provoz škodlivého zařízení, nese náklady ochranných opatření provozovatel tohoto zařízení; jinak nese náklady vlastník (uživatel) zařízení později zřízeného nebo

změněného, pokud z předpisů o plánování nevyplývá jiný postup.

Neodstraní-li se v dané přiměřené lhůtě ohrožení, rušení nebo poškození, může Ústřední správa spojů nebo jí pověřený orgán nařídit, aby bylo závadné zařízení vyřazeno z provozu, nebo zakázat škodlivou činnost. K vyřazení nebo zastavení činnosti zařízení důležitého pro národní hospodářství nebo bezpečnost státu je třeba souhlasu příslušného nadřízeného státního orgánu.

Organizace, které jsou odpovědné za poškození zařízení jednotné telekomunikační sítě, zejména podzemních kabelů, jsou povinny kromě náhrady způsobené škody zaplatit pokutu stanovenou v prováděcích předpisech.

Orgány pověřené Ústřední správou spojů zjišťují zdroje ohrožování, poškození nebo rušení provozu jednotné telekomunikační sítě, popřípadě jiných telekomunikačních zařízení (zejména rozhlasového a televizního příjmu) a vydávají závazné příkazy k odstranění závad. Za tím účelem jsou jejich pracovníci, kteří se řádně prokáží, oprávněni vstupovat na cizí nemovitosti, do závodů a budov, požadovat zprávy a přezkušovat zařízení, jež mohou působit závady; přitom musí zachovávat provozní a bezpečnostní předpisy platné pro tato zařízení.

Ustanovení předchozích odstavců platí přiměřeně pro telekomunikační zařízení provozovaná mimo jednotnou telekomunikační síť podle § 6 odst. 1, pro telekomunikační zařízení povolená podle § 4 a 5, pro rozhlasové a televizní přijímače a pro technická zařízení potřebná k vytvoření vysílaného signálu v rozhlasových a televizních střediscích anebo na přenosových místech.

Zdroje rušení zjišťuje a závazné pokyny k jejich odstranění vydává Správa radiokomunikací. Správa radiokomunikací může, v dohodě s provozovatelem rušícího nebo rušeného zařízení, za náhradu použitého materiálu, provést dodatečné odrušení, pokud ho lze dosáhnout použitím běžných odrušovacích prostředků.

Nevyhoví-li provozovatel rušícího zařízení příkazu k odstranění rušení, zašle mu Správa radiokomunikací písemnou výzvu, v níž stanoví zároveň lhůtu (nejméně 15 dnů) k odstranění závady. Nevyhoví-li provozovatel rušícího zařízení ani této písemné výzvě, může Správa radiokomunikací vydat příkaz k vyřazení závadného

zařízení z provozu. Jde-li o zařízení socialistické organizace nebo státního orgánu, vydá příkaz po projednání případu s příslušným státním orgánem nadřízeným provozovateli rušícího zařízení.

Provozovatelé veškerých vysokofrekvenčních účelových zařízení kromě vojenské správy a ministerstva vnitra jsou povinni hlásit tato zařízení k evidenci Správě radiokomunikací v Praze. Správa radiokomunikací provede podle potřeby na náklad provozovatele potřebné zkoušky zařízení a rozhodne o opatřeních, nutných k tomu, aby zařízení nerušilo.

Pro stavbu venkovních přijímacích rozhlasových a televizních antén, pokud jsou dodrženy technické normy, popřípadě jiné obecné technické předpisy a anténa nekřížuje pozemní komunikace nebo vedení, není třeba stavebního povolení ani souhlasu vlastníka (uživatele) nemovitosti, umístí-li se anténa na téže nemovitosti, kde je rozhlasový nebo televizní přijímač. Vlastníka (správce) nemovitosti je třeba o zamýšlené stavbě antény včas vyrozumět. Není dovoleno zřizovat individuální venkovní přijímací antény na objektech, kde již byla zřízena společná anténa vhodná pro požadovaný příjem. Stavební úřad při státním stavebním dohledu může nařídit přeložení nebo úpravu antén, které ohrožují stavební stav nemovitostí nebo bezpečnost okolí nebo ruší jeho vzhled.

Rozhlasové a televizní antény nebo jejich části nesmějí křížovat pozemní komunikace nebo vedení, je-li možno anténu postavit jinak. Nelze-li se vyhnout křížování, je třeba povolení, které vydá stavební úřad na základě předloženého náčrtku a písemného souhlasu provozovatelů křížovaných vedení, popřípadě správy pozemní komunikace.

Ústřední správa spojů a orgány jí pověřené vykonávají státní inspekci telekomunikací, přičemž kontrolují:

- a) zda jsou dodržována ustanovení tohoto zákona a předpisů vydaných k jeho provedení, zejména též, zda telekomunikační zařízení jsou zřizována a užívána účelně a hospodárně,
- b) zda rozhodující telekomunikační zařízení a materiály potřebné pro obnovu a údržbu telekomunikačních sítí a zařízení druhých resortů jsou požadovány v přiměřeném druhu a rozsahu.

K tomu účelu jsou pověřeni pracovníci oprávněni vstupovat do objektů a místností, v nichž jsou umístěna telekomunikační zařízení,

nahlížet do dokladů týkajících se těchto zařízení a činit opatření k zamezení nehospodárného provozu zařízení.

Ústřední správa spojů řídí využívání kmitočtového spektra zařízeními všech odvětví národního hospodářství a resortů. Při tom zejména:

- a) přiděluje kmitočty nebo kmitočtová pásma v dohodě s ministerstvem národní obrany a ministerstvem vnitra, a to i pro telekomunikační zařízení, jejichž zřízení a provozování nevyžaduje povolení (§ 6 odst. 1 a odst. 4 písm. a),
- b) vykonává státní dozor nad dodržováním přidělených kmitočtů nebo kmitočtových pásem.

Ústřední správa spojů pečuje o koordinaci projednávání mezinárodních telekomunikačních záležitostí a o provádění mezinárodních dohod a ujednání.

Organizace obstarávající provoz jednotné telekomunikační sítě a jejich pracovníci i jiné osoby pověřené úkoly v tomto provozu jsou povinni zachovávat tajemství jak o obsahu přijatých a zprostředkovaných zpráv, tak i o jménech korespondujících stran a číslech rozmlouvajících účastnických stanic a nesmějí vyrazovat jakékoliv údaje týkající se dopravovaných nebo zprostředkovaných zpráv.

Údaje o dopravovaných nebo zprostředkovaných zprávách mohou být sděleny jen odesílateli a adresátu nebo jejich oprávněným zástupcům (právním zástupcům). Soudům a jiným státním orgánům mohou být vydány dopravované a zprostředkované zprávy, sděleny údaje o nich nebo dovoleno nahlížení do provozních dokladů jen v případech stanovených zákonem.

Ustanovení předchozích odstavců platí přiměřeně i pro ostatní provozovatele telekomunikačních zařízení a jejich pracovníky, jakož i pro uživatele jednotné telekomunikační sítě, kteří se byť i náhodou při svém telekomunikačním styku dovědí o skutečnostech, jež mají být podle předchozích odstavců utajeny.

Ochranu telekomunikačního tajemství nelze požadovat pro telefonní hovory, konané z veřejných telefonních automatů nebo veřejných telefonních stanic, pokud jde o možnost vyslechnutí hovoru třetími osobami v blízkosti automatu nebo stanice.

Z dalších vyhlášek je nutno citovat vyhlášku č. 23/1966 o vymezení pojmu vysílacích rádiových stanic a o jejich přechovávání.

Vysílací rádiové stanice jsou telekomunikační zařízení k dopravě zpráv, údajů, obrazů a návštěví na principu vyzařování elektromagnetických vln o kmitočtech vyšších než 10 kHz.

Vydáním povolení k přechovávání vysílacích rádiových stanic se pověřují organizace spojů oprávněné povolovat zřízení a provozování příslušného druhu vysílacích stanic podle § 3 odst. 1 vyhlášky č. 111/1964 Sb., kterou se provádí zákon o telekomunikacích.

Povolení k přechovávání je třeba i pro vysílací rádiové stanice neúplné, které by po jednoduché úpravě, zejména po doplnění chybějících nebo po opravě vadných součástí byly schopny provozu. V pochybnostech je přechovávatel stanice povinen vyžádat si rozhodnutí příslušného povolujícího orgánu.

Povolení k přechovávání není třeba pro vysílací stanice, které jsou uvedeny jako záložní v povolení ke zřízení a provozování vysílacích rádiových stanic.

Federální ministerstvo spojů pak vydalo podle § 22 zák. č. 110/64 Sb., o telekomunikacích další právní normy.

Předpis o volacích značkách stanovuje systém přidělování volacích značek v ČSSR.

Předpis o povolování a evidování povelových a telemetrických stanic upravuje povolování této služby a stanoví povolovací podmínky. Zahrnuje i stanice pro řízení modelů letadel a lodí.

Předpis o povolování vysílacích rádiových stanic pohyblivé pozemní služby a pevné služby upravuje povolování těchto stanic a stanovuje i příslušné povolovací podmínky.

Jsou vydány i předpisy o vysílacích stanicích na letadlech, o občanských radiostanicích, o radiostanicích pohyblivé plavební služby.

Jiné předpisy se týkají odborné způsobilosti operátorů. Jsou to např. předpisy o zkouškách pozemních operátorů a palubních operátorů.

Předpis o zkouškách

Tento předpis se vztahuje na operátory radiotelegrafních a radio-telefonních stanic na československých letadlech a lodích (palubní

stanice letadlové a lodní), jakož i na operátory radiotelegrafních a radiotelefonních pozemních stanic pohyblivé letecké a pohyblivé plavební služby (letecké stanice a pobřežní stanice). K obsluze uvedených stanic je třeba vysvědčení podle tohoto předpisu.

Existují tyto druhy vysvědčení:

- a) vysvědčení radiotelegrafisty 1. třídy;
- b) vysvědčení radiotelegrafisty 2. třídy;
- c) zvláštní vysvědčení radiotelegrafisty;
- d) všeobecné vysvědčení radiotelefonisty.

Vysvědčení radiotelegrafisty 1. třídy opravňuje — s výhradou ustanovení § 3 odst. 2 — k výkonu služby radiotelegrafisty nebo radiotelefonisty u kterékoli stanice letadlové, lodní, letecké nebo pobřežní. Majitel tohoto vysvědčení může být též vedoucím lodní stanice zařazené do třetí kategorie a má-li nejméně šestiměsíční praxi jako operátor lodní nebo pobřežní stanice, může se stát vedoucím lodní stanice druhé kategorie. Vedoucím lodní stanice první kategorie se může stát majitel vysvědčení radiotelegrafisty 1. třídy, má-li nejméně jednoroční praxi jako operátor lodní nebo pobřežní stanice.

Vysvědčení radiotelegrafisty 2. třídy opravňuje — s výhradou ustanovení § 3 odst. 2 — k výkonu služby radiotelegrafisty nebo radiotelefonisty u kterékoli stanice letadlové, lodní, letecké nebo pobřežní. Majitel tohoto vysvědčení může být též vedoucím lodní stanice zařazené do třetí kategorie a má-li nejméně jednoroční praxi jako operátor lodní nebo pobřežní stanice, může se stát též vedoucím lodní stanice druhé kategorie.

Zvláštní vysvědčení radiotelegrafisty opravňuje majitele vykonávat radiotelegrafní a radiotelefonní službu na lodích, pro které není mezinárodními dohodami předepsáno radiotelegrafní zařízení.

Všeobecné vysvědčení radiotelefonisty opravňuje — s výhradou ustanovení § 3 odst. 2 — k výkonu radiotelefonní služby u kterékoli stanice letadlové, lodní, letecké nebo pobřežní.

Uchazeč, který úspěšně vykonal zkoušku, musí před vydáním vysvědčení složit slib, že bude zachovávat telekomunikační tajemství.

Radiokomunikační předpisy

Znalost všeobecných ustanovení o telekomunikacích a zvláštních ustanovení a radiokomunikacích, obsažených v Mezinárodní úmluvě o telekomunikacích. Podrobná znalost ustanovení Radiokomunikačního řádu, týkajících se pohyblivých radiokomunikačních služeb. Podrobná znalost ustanovení Mezinárodní úmluvy o bezpečnosti lidského života na moři, týkajících se radiokomunikací. Znalost zásadních ustanovení jiných mezinárodních předpisů a dohod, týkajících se radiokomunikací v letecké a plavební službě.

Znalost nejdůležitějších československých předpisů z oboru telekomunikací, zejména zákona o telekomunikacích a prováděcích předpisů k němu vydaných na úseku radiokomunikací, znalost trestních ustanovení o nedovoleném zřízení, provozování a přechovávání vysílacích rádiových stanic, o porušení telekomunikačního tajemství a ustanovení o přestupcích v oboru spojů.

Znalost předpisů vydaných k provedení zákona o telekomunikacích na úseku radiokomunikací, zejména předpisů o zkouškách palubních a pozemních radiooperátorů, o letecké a plavební radiokomunikační službě, o volacích značkách vysílacích rádiových stanic, o poplatcích za povolení vysílacích rádiových stanic, o rozhlasových a televizních přijímačích.

Všeobecná znalost světového zeměpisu (státy, jejich hranice, horstva, vodní toky, hlavní města, důležité přístavy a letiště, hlavní letecké a plavební trati a nejdůležitější telekomunikační cesty).

Znalost anglického jazyka (schopnost správného vyjadřování ústně i písemně).

Radiokomunikační provoz

Praktická část

Schopnost ručně vysílat v Morseově abecedě a správně sluchem přijímat a zapsat kódové skupiny (směs písmen, číslic a rozdělovacích znamének) rychlostí 16 (šestnáct) skupin za minutu a text

v jasné řeči rychlostí 20 (dvacet) slov za minutu. Přitom každá kódová skupina obsahuje pět značek a za průměrné slovo textu v jasné řeči se bere slovo o pěti písmenech. Každá číslice nebo rozdělovací znaménko se počítají za dvě značky. Zkouška z vysílání a zkouška z příjmu trvají každá zpravidla pět minut.

Správné radiotelefonní vysílání a příjem radiotelegramu o 30 (třiceti) slovech nebo kódových skupinách.

Vypočtení poplatků za jeden radiotelegram.

Teoretická část

Znalost ustanovení Radiokomunikačního řádu o radiotelegrafních a radiotelefonních postupech v pohyblivé námořní a pohyblivé letecké službě, včetně postupů při vysílání tísňových, pilnostních a bezpečnostních signálů a zpráv. Znalost ustanovení a používání kmitočtů.

Znalost ustanovení Radiokomunikačního řádu, Dodatkového radiokomunikačního řádu, Telegrafního řádu a Telefonního řádu o radiotelegramech a radiotelefonních hovorech. Znalost služebních pomůcek pro radiokomunikační služby, vydávaných Mezinárodní telekomunikační unií a pomůcek pro stanovení poplatků za radiotelegramy a radiotelefonní hovory.

Znalost kódu Q a různých zkratk a značek používaných v radiotelegrafním a radiotelefonním provozu.

Elektrotechnika a radiotechnika

Ucelené znalosti všeobecných základů elektrotechniky a teorie radiotechniky, včetně šíření rádiových vln.

Teoretická znalost vyslačů, přijímačů a anténních soustav používaných v radiotelegrafní a radiotelefonní pohyblivé službě plavební a letecké, znalost samočinných poplachových přístrojů, rádiových zařízení na záchranných člunech a jiných záchranných plavidlech, znalost přístrojů pro rádiové zaměření a veškerých pomocných zařízení (motorů, alternátorů, generátorů, měničů, usměrňovačů, akumulátorů aj.), zejména z hlediska jejich údržby.

Praktická znalost činnosti, nastavování a údržby přístrojů a zařízení používaných v radiotelegrafní a radiotelefonní pohyblivé službě plavební a letecké (odst. 2).

Praktická znalost rádiového zaměřování a znalost zásad cejchování rádiových zaměřovačů.

Praktické znalosti a schopnosti potřebné ke zjištění a odstranění závad, jež se mohou během plavby nebo letu vyskytnout na přístrojích a zařízeních uvedených v odst. 2, pomocí prostředků, které jsou na palubě k dispozici.

Všeobecné vysvědčení radiotelefonisty

Radiokomunikační předpisy

Znalost ustanovení Mezinárodní úmluvy o telekomunikacích, týkajících se radiokomunikací. Znalost ustanovení Radiokomunikačního řádu, týkajících se pohyblivé námořní a pohyblivé letecké služby. Znalost ustanovení Mezinárodní úmluvy o bezpečnosti lidského života na moři, týkajících se radiokomunikací.

Povšechná znalost nejdůležitějších československých předpisů v oboru telekomunikací, zejména zákona o telekomunikacích a prováděcích předpisů k němu vydaných na úseku radiokomunikací, znalost trestních ustanovení o nedovoleném zřízení, provozování a přechovávání vysílacích rádiových stanic, o porušení telekomunikačního tajemství a ustanovení o přestupcích v oboru spojů.

Všeobecná znalost světového zeměpisu (státy, jejich hlavní města, horstva, vodní toky, důležitá letiště a přístavy).

Základní znalost anglického jazyka (schopnost přečíst a přeložit jednoduchý text z angličtiny do mateřského jazyka a naopak).

Radiokomunikační provoz

Praktická část

Správné radiotelefonní vysílání a příjem radiotelegramu o 30 (třiceti) slovech nebo kódových skupinách.

Vypočtení poplatku za jednoduchý radiotelegram.

Znalost ustanovení Radiokomunikačního řádu o radiotelefonních postupech v pohyblivé letecké a pohyblivé námořní službě, včetně postupů při vysílání tísňových, pilnostních a bezpečnostních signálů a zpráv.

Znalost základních ustanovení o radiotelegramech a radiotelefonních hovorech, včetně ustanovení o poplatcích.

Různé zkratky a značky používané v radiotelefonním provozu.

Elektrotechnika a radiotechnika

Základní teoretické a praktické znalosti z elektrotechniky a radio-techniky.

Znalost nastavování a praktické činnosti radiotelefonních přístrojů a zařízení, používaných v pohyblivé letecké a v pohyblivé plavební službě.

Co je důležité pro amatéry?

Předpis o zřizování, provozování a přechovávání amatérských rádiových stanic;

Povolovací podmínky pro zřizování, provozování a přechovávání amatérských rádiových stanic;

Předpis o odborné způsobilosti operátorů amatérských rádiových stanic.

První předpis stanovuje podmínky, za nichž lze zřizovat, provozovat a přechovávat amatérské rádiové stanice, jakož i postup při řízení o udělení povolení.

Povolení vydává na základě žádosti (doporučené Svazarmem) Správa radiokomunikací Praha pro žadatele z ČSR a Správa radiokomunikací Bratislava pro žadatele z SSR. Povolení se uděluje zpravidla na pět let.

Český ústřední výbor a Slovenský ústřední výbor Svazarmu vydává osvědčení k provozu amatérských rádiových stanic (kolektiv-

ních), osvědčení pro amatérské rádiové stanice pro mládež, pro branné sporty a pro amatérské rádiové přijímací stanice (RP).

Kontrolu dodržování předpisů vykonávají povolovací orgány nebo orgány jimi pověřené. Držitelé povolení a osvědčení jsou povinni zajistit kontrolním orgánům kdykoli přístup k vysílací stanici, umožnit prohlídku zařízení, změření technických parametrů a pravdivě odpovídat na jejich dotazy.

Přílohou povolovací listiny jsou „Povolovací podmínky“, které obsahují bližší podrobnosti o provozu amatérských stanic.

Předpis o odborné způsobilosti operátorů amatérských rádiových stanic rozlišuje pět skupin: rádiový posluchač, operátor, samostatný operátor, operátor rádiových stanic pro mládež, operátor zařízení pro branné sporty.

Posluchači musí úspěšně absolvovat kurs radioamatérského minima.

Operátorům třídy C a D musí být nejméně 10 let; skládají základní zkoušku z všeobecných znalostí o společnosti, základů elektrotechniky a radiotechniky, provozních pravidel, znalosti předpisů a operátoři třídy C navíc zkoušku znalosti telegrafní abecedy tempem 40 zn/min. Operátoři tř. B a A skládají podobné zkoušky. Operátorům tř. B musí být nejméně 14 let a operátorům tř. A 18 let. Pochopitelně se zvyšují i tempa telegrafních značek. U tř. B to je 60 zn/min a u tř. A 100 zn/min.

Samostatní operátoři jsou též rozděleni do čtyř tříd:

Třída C a D má předepsáno ukončené základní vzdělání a věk nejméně 18 let. Pro třídu C je stanovena znalost telegrafie 60 zn/min. Třída B má předepsán věk 19 let a znalost telegrafie 80 zn/min. tř. A věk 21 let a znalost telegrafie tempem 120 zn/min.

Zkoušky operátorů tř. B—D vykonávají okresní zkušební komise, zkoušky operátorů třídy A a všech samostatných operátorů vykonávají republikové zkušební komise.

Požadavky na jednotlivé třídy lze shrnout takto:

	D	C	B	A
požadovaný věk	18	18	19	21
Morse (písmen za minutu)	—	60	80	120

požadovaná praxe (měsíců)	3	3	12	36
zařazení	RO/D	RO/C	SO/C	SO/B
počet spojení	50	100	500	3000

Radioamatéři se organizují v základních organizacích Svazarmu, při kterých jsou zřizovány kolektivní stanice, radiokluby, případně začátečnické radioamatérské kroužky. Zde je vítán každý zájemce již ve věku od 10 let. Každý okresní výbor Svazarmu ochotně poskytne bližší informace.

Literatura

- [1] JUDr. Josef Petránek: Příprava na radiotelefonní zkoušku pozemních radiooperátorů. Hutnický institut, odbor metodiky podnikové výchovy, Ostrava, 1982.
- [2] Zákon č. 110/1964 Sb. (o telekomunikacích).
- [3] Vyhláška č. 111/1964 Sb. (prováděcí vyhláška).
- [4] Vyhláška č. 23/1966 Sb. (pojem vysílacích stanic).
- [5] Jiří Bláha: Základní dokumenty radioamatérské činnosti Svazarmu. Ústřední výbor Svazu pro spolupráci s armádou v Praze, 1982.
- [6] Vyhláška č. 13/1974 Sb. (rozhlasový a televizní řád).
- [7] Předpis o volacích značkách vysílacích rádiových stanic (příloha k opatření č. 14/1972 Věstníku FMS).
- [8] Předpis o rádiových stanicích pohyblivé plavební služby (příloha k opatření č. 87/1972 Věstníku FMS).
- [9] Trestní zákon č. 140/1961 Sb. § 182, 184, 186, 239, 240.

NĚCO O PROVOZU

Rozdělení spektra elektromagnetických vln bývalo jednoduché a ve 3. čísle Radioamatéra z roku 1923 se vešlo na několik řádků:

nad 6000 m	přesoceánská služba,
6000 m—3000 m	pevninová služba,
2650 m—3300 m	lodní služba,
2050 m—2650 m	vládní rozesílání (dnes řekneme '„rozhlas“'),
1550 m—2050 m	letecká služba,
275 m—285 m	policie,
pod 275 m	amatéři.

Vlny kratší než 275 m byly zemí nikoho; považovaly se za neupotřebitelné. O několik let později se za neupotřebitelné považovaly kmitočty vyšší než 60 MHz. Přehled přidělených kmitočtů zabral jednu stránku.

Nyní platné rozdělení je výstižným přehledem rozvoje radiotechniky za období 60 až 70 roků. Informuje o hlavních oborech jejího uplatnění a naznačuje, jakým směrem se asi bude ubírat další vývoj.

Předkládáme jen ustanovení platná v naší zeměpisné oblasti a neuvádíme výjimky a odchylky, dohodnuté mezi jednotlivými státy. Zájemce, který by si přál seznámit se s Radiokomunikačním řádem podrobněji, si může úplný text zakoupit v prodejně Nakladatelství dopravy a spojů v Praze, Hyberská 5.

Přehled začíná u nejnižších kmitočtů, u kilometrových vln, na kterých poslouchali první amatéři — průkopníci — kolem dvacátých let. Byly přeplněny stanicemi, které bývaly slyšet bez úniku ve dne v noci stále stejně a vyskytovaly se tu i stanice ze vzdálených kontinentů. Pokračuje přes důvěrně nám známé vlny rozhlasové od dlouhých po krátké a velmi krátké a zahrnuje stará i nová amatér-

ská pásma. Určuje pracovní kmitočty lodím a letadlům, pro které rádio znamená jediné spojení se světem, a vyúsťuje do největší možnosti našeho věku, do techniky družicové a kosmické.

kHz

od 10	radionavigace, radiolokace
14—19,95	pevná, pohyblivá námořní
19,95—20,05	kmitočtový normál
20,05—70	pevná, pohyblivá námořní
70—72	radionavigace
72—84	pevná, pohyblivá námořní, radionavigace
84—86	radionavigace
86—90	pevná, pohyblivá námořní, radionavigace
90—110	pevná, pohyblivá námořní, radionavigace
110—112	pevná, pohyblivá námořní, radionavigace
112—115	radionavigace
115—126	pevná, pohyblivá námořní, radionavigace
126—129	radionavigace
129—130	pevná, pohyblivá námořní, radionavigace
130—148,5	pohyblivá námořní
148,5—255	rozhlas
255—283,5	rozhlas, letecká radionavigace
283,5—315	námořní radionavigace (rádiové majáky), letecká radionavigace
315—325	letecká radionavigace
325—405	letecká radionavigace
405—415	radionavigace
415—435	letecká radionavigace
435—495	pohyblivá námořní
495—505	pohyblivá (tíseň a volání)
505—526,5	pohyblivá námořní, letecká radionavigace
526,5—1606,5	rozhlas
1635—1800	pohyblivá námořní
1800—2000	amatérská. pevná, pohyblivá, radionavigace
2000—2025	pevná, pohyblivá kromě pohyblivé letecké
2000—2170	pevná, pohyblivá
2170—2173,5	pohyblivá námořní
2173,5—2190,5	pohyblivá (tíseň a volání)
2190,5—2194	pohyblivá námořní
2194—2300	pevná, pohyblivá kromě pohyblivé letecké
2300—2498	pevná, pohyblivá kromě pohyblivé letecké, rozhlas
2498—2502	kmitočtový normál
2502—2625	pevná, pohyblivá kromě pohyblivé letecké

2625—2650	pohyblivá námořní, námořní radionavigace
2650—2850	pevná, pohyblivá kromě pohyblivé letecké
2850—3025	pohyblivá letecká
3025—3155	pohyblivá letecká
3155—3200	pevná, pohyblivá kromě pohyblivé letecké
3200—3230	pevná, pohyblivá kromě pohyblivé letecké, rozhlas
3230—3400	pevná, pohyblivá kromě pohyblivé letecké, rozhlas
3400—3500	pohyblivá letecká
3500—3800	amatérská, pevná, pohyblivá kromě pohyblivé letecké
3800—3900	pevná, pohyblivá letecká, pohyblivá pozemní
3900—3950	pohyblivá letecká
3950—4000	pevná, rozhlas
4000—4063	pevná
4063—4438	pohyblivá námořní
4438—4650	pevná, pohyblivá kromě pohyblivé letecké
4650—4700	pohyblivá letecká
4700—4750	pohyblivá letecká
4750—4850	pevná, pohyblivá letecká, pohyblivá pozemní, rozhlas
4850—4995	pevná, pohyblivá pozemní, rozhlas
4995—5005	kmitočtový normál
5003—5005	kosmický výzkum
5005—5060	pevná, rozhlas
5060—5250	pevná
5250—5450	pevná, pohyblivá pozemní
5450—5480	pevná, pohyblivá letecká, pohyblivá pozemní
5480—5680	pohyblivá letecká
5680—5730	pohyblivá letecká
5730—5950	pevná
5950—6200	rozhlas
6200—6525	pohyblivá námořní
6525—6685	pohyblivá letecká
6685—6765	pohyblivá letecká
6765—7000	pevná
7000—7100	amatérská, amatérská družicová
7100—7300	rozhlas
7300—8100	pevná
8100—8195	pevná a pohyblivá námořní
8195—8815	pohyblivá námořní
8815—8965	pohyblivá letecká
8965—9040	pohyblivá letecká
9040—9500	pevná
9500—9900	rozhlas
9900—9995	pevná

9995—10 005	kmitočtový normál
10 003—10 005	kosmický výzkum
10 005—10 100	pohyblivá letecká
10 100—10 150	pevná, amatérská
10 150—11 175	pevná
11 175—11 275	pohyblivá letecká
11 275—11 400	pohyblivá letecká
11 400—11 650	pevná
11 650—12 050	rozhlas
12 050—12 230	pevná
12 230—13 200	pohyblivá námořní
13 200—13 260	pohyblivá letecká
13 260—13 360	pohyblivá letecká
13 360—13 410	pevná, radioastronomie
13 410—13 600	pevná
13 600—13 800	rozhlas
13 800—14 000	pevná
14 000—14 250	amatérská, amatérská družicová
14 250—14 350	amatérská, do 14 250 i amatérská přes družice
14 350—14 990	pevná
14 990—15 010	kmitočtový normál, časové signály, kosmický výzkum
15 010—15 100	pohyblivá letecká
15 100—15 600	rozhlas
15 600—16 360	pevná
16 360—17 410	pohyblivá námořní
17 410—17 550	pevná
17 550—17 900	rozhlas
17 900—17 970	pohyblivá letecká
17 970—18 030	pohyblivá letecká
18 030—18 052	pevná
18 052—18 068	pevná
18 068—18 168	amatérská, amatérská přes družice
18 168—18 780	pevná
18 780—18 900	pohyblivá námořní
18 900—19 680	pevná
19 680—19 800	pohyblivá námořní
19 800—19 990	pevná
19 990—20 010	kmitočtový normál, kosmický výzkum, časové signály
20 010—21 000	pevná
21 000—21 450	amatérská, amatérská družicová
21 450—21 850	rozhlas
21 850—21 870	pevná
21 870—21 924	pevná letecká

21 924—22 000	pohyblivá letecká
22 000—22 855	pohyblivá námoření
22 855—23 200	pevná
23 200—23 350	pevná letecká, pohyblivá letecká
23 350—24 890	pevná, pohyblivá pozemní
24 890—24 990	amatérská, amatérská přes družice
24 990—25 010	kmitočtový normál, časové signály
25 010—25 070	pevná, pohyblivá kromě pohyblivé letecké
25 070—25 210	pohyblivá námořní
25 210—25 550	pevná, pohyblivá kromě pohyblivé letecké
25 550—25 670	radioastronomie
25 670—26 100	rozhlas
26 100—26 175	pohyblivá námořní
26 175—27 500	pevná, pohyblivá kromě pohyblivé letecké

MHz

27,5—28	pomocná meteorologie, pevná, pohyblivá
28—29,7	amatérská, amatérská družicová
29,7—30,005	pevná, pohyblivá
30,005—30,01	kosmický provoz (zjišťování totožnosti družic), pevná, pohyblivá, kosmický výzkum
30,01—37,5	pevná, pohyblivá
37,5—38,25	pevná, pohyblivá, radioastronomie
38,25—41	pevná, pohyblivá, kosmický výzkum
41—47	rozhlas, pevná, pohyblivá
47—68	rozhlas
68—74,8	pevná, pohyblivá kromě pohyblivé letecké
74,8—75,2	letecká radionavigace
75,2—87,5	pevná, pohyblivá kromě pohyblivé letecké
87,5—100	rozhlas
100—108	rozhlas
108—117,975	letecká radionavigace
117,975—132	pohyblivá letecká
132—137	pohyblivá letecká
137—138	kosmický provoz (dálkové měření a sledování), meteorologie přes družice, kosmický výzkum (Kosmos—Země)
138—143,6	pohyblivá letecká
143,6—143,65	pohyblivá letecká, kosmický výzkum (Kosmos—Země)
143,65—144	pohyblivá letecká
144—146	amatérská, amatérská družicová
146—149,9	pevná, pohyblivá kromě pohyblivé letecké
149,9—150,05	radionavigace přes družice
150,05—151	pevná, pohyblivá kromě pohyblivé letecké, radioastronomie

151—153	pevná, pohyblivá kromě pohyblivé letecké, radioastronomie, pomocná meteorologie
153—154	pevná, pohyblivá kromě pohyblivé letecké, pomocná meteorologie
154—156,7625	pevná, pohyblivá kromě pohyblivé letecké
156,7625—156,8375	námořní pohyblivá (volání a tísňový provoz)
156,8375—174	pevná, pohyblivá kromě pohyblivé letecké
174—223	rozhlás
223—230	letecká radionavigace, rozhlás
230—235	pevná, pohyblivá
235—267	pevná, pohyblivá
267—272	pevná, pohyblivá, kosmický provoz (dálkové měření)
272—273	kosmický provoz (dálkové měření, pevná, pohyblivá)
273—328,6	pevná, pohyblivá, radioastronomie
328,6—335,4	letecká radionavigace
335,4—399,9	pevná, pohyblivá
399,9—400,05	radionavigace přes družice
400,05—400,15	kmitočtový normál přes družice
400,15—401	pomocná meteorologie, meteorologie přes družice (dálkové měření údržby), kosmický výzkum (dálkové měření a sledování)
401—402	pomocná meteorologie, kosmický provoz (dálkové měření), pevná, meteorologie přes družice (Země—Kosmos), pohyblivá kromě pohyblivé letecké
402—403	pomocná meteorologie, pevná, meteorologie přes družice (Země—Kosmos), pohyblivá kromě pohyblivé letecké
403—406	pomocná meteorologie, pevná, pohyblivá kromě pohyblivé letecké
406—406,1	pohyblivá družicová (Země—Kosmos)
406,1—410	pevná, pohyblivá kromě pohyblivé letecké, radioastronomie
410—420	pevná, pohyblivá kromě pohyblivé letecké
420—430	pevná, pohyblivá kromě pohyblivé letecké, radiolokace
430—440	amatérská, radiolokace
440—450	pevná, pohyblivá kromě pohyblivé letecké, radiolokace
450—460	pevná, pohyblivá
460—470	pevná, pohyblivá, meteorologie přes družice (Kosmos—Země)
470—790	rozhlás
790—890	pevná, rozhlás, pohyblivá
890—942	pevná, rozhlás, radiolokace
942—980	pevná, rozhlás
980—1215	letecká radionavigace
1215—1240	radiolokace, navigace přes družice
1240—1300	radiolokace, navigace přes družice, amatérská
1300—1350	letecká radionavigace, radiolokace

1350—1400	pevná, pohyblivá, radiolokace
1400—1427	kosmický výzkum, radioastronomie
1427—1429	kosmický provoz (dálkové ovládání), pevná, pohyblivá kromě pohyblivé letecké
1429—1525	pevná, pohyblivá kromě pohyblivé letecké
1525—1535	kosmický provoz (dálkové měření), pevná, průzkum Země přes družice, pohyblivá kromě pohyblivé letecké
1535—1545	pohyblivá námořní přes družice
1545—1559	pohyblivá letecká přes družice
1559—1610	letecká radionavigace, navigace přes družice
1610—1625,5	letecká radionavigace
1625,5—1645,5	pohyblivá námořní přes družice
1645,5—1646,5	pohyblivá přes družice
1646,5—1660	pohyblivá letecká přes družice
1660—1670	pomocná meteorologie, radioastronomie, kosmický výzkum
1670—1690	pomocná meteorologie, pevná, meteorologie přes družice (Kosmos—Země), pohyblivá kromě pohyblivé letecké
1690—1700	pomocná meteorologie, meteorologie přes družice (Kosmos—Země), pevná, pohyblivá kromě pohyblivé letecké
1700—1710	pevná, pohyblivá kromě letecké
1710—2290	pevná, pohyblivá
2290—2300	pevná, kosmický výzkum (Kosmos—Země), pohyblivá
2300—2450	pevná, amatérská, pohyblivá, radiolokace
2450—2500	pevná, pohyblivá, radiolokace
2500—2655	pevná, pohyblivá kromě pohyblivé letecké, rozhlas přes družice
2655—2690	pevná, pohyblivá kromě pohyblivé letecké, rozhlas přes družice
2690—2700	radioastronomie, výzkum
2700—2900	letecká radionavigace, radiolokace
2900—3100	radionavigace, radiolokace
3100—3300	radiolokace
3300—3400	radiolokace
3400—3600	pevná, pevná družicová (Kosmos—Země), pohyblivá, radiolokace
3600—4200	pevná, pevná družicová (Kosmos—Země), pohyblivá
4200—4400	letecká radionavigace
4400—4500	pevná, pohyblivá
4500—4800	pevná, pevná přes družice, pohyblivá
4800—5000	pevná, pohyblivá, radioastronomie
5000—5250	letecká radionavigace
5250—5255	radiolokace, kosmický výzkum
5255—5350	radiolokace
5350—5460	letecká radionavigace, radiolokace
5460—5470	radionavigace, radiolokace

5470—5650	námořní radionavigace, radiolokace
5650—5725	radiolokace, amatérská, kosmický výzkum (vzdálený Kosmos)
5725—5850	pevná družicová (Země—Kosmos), radiolokace, amatérská
5850—5925	pevná, pevná družicová (Země—Kosmos), pohyblivá
5925—7075	pevná, pevná družicová (Země—Kosmos), pohyblivá
7075—7250	pevná, pohyblivá
7250—7300	pevná, pevná družicová (Kosmos—Země)
7300—7450	pevná, pevná družicová (Kosmos—Země), pohyblivá
7450—7550	pevná, pevná družicová (Kosmos—Země), meteorologie přes družice (Kosmos—Země), pohyblivá
7550—7750	pevná, pevná družicová (Kosmos—Země), pohyblivá
7750—7900	pevná, pohyblivá
7900—7975	pevná, pevná družicová (Země—Kosmos)
7975—8025	pevná, pevná družicová (Země—Kosmos), pohyblivá
8025—8175	pevná, pevná družicová (Země—Kosmos), pohyblivá, průzkum Země přes družice (Kosmos—Země)
8175—8215	pevná, pevná družicová (Země—Kosmos), meteorologie přes družice (Země—Kosmos); pohyblivá, průzkum Země přes družice (Kosmos—Země)
8215—8400	pevná, pevná družicová (Země—Kosmos), pohyblivá, průzkum Země přes družice (Kosmos—Země)
8400—8500	pevná, pohyblivá, kosmický výzkum (Kosmos—Země)
8500—8750	radiolokace
8750—8850	radiolokace, letecká radionavigace
8850—9000	radiolokace, námořní radionavigace
9000—9200	letecká radionavigace, radiolokace
9200—9300	radiolokace, námořní radionavigace
9300—9500	radionavigace, radiolokace
9500—9800	radiolokace, radionavigace
9800—10 000	radiolokace, pevná
10 000—10 500	pevná, pohyblivá, radiolokace, amatérská, amatérská družicová

GHz

10,5—10,55	pevná, pohyblivá, radiolokace
10,55—10,6	pevná, pohyblivá, radiolokace
10,6—10,68	pevná, pohyblivá, radioastronomie, radiolokace
10,68—10,7	výzkum, radioastronomie
11,2—11,45	pevná, pohyblivá
10,7—11,7	pevná, pevná družicová (Kosmos—Země), pohyblivá
11,7—12,5	pevná, pohyblivá kromě pohyblivé letecké, rozhlas, rozhlas přes družice
12,5—12,75	pevná družicová (Kosmos—Země), (Země—Kosmos)
12,75—13,25	pevná, pohyblivá

13,25—13,4	letecká radiolokace
13,4—14	radiolokace
14—14,25	pevná družicová (Země—Kosmos), radionavigace
14,25—14,3	pevná družicová (Země—Kosmos), radionavigace přes družice
14,3—14,5	pevná, pevná družicová (Země—Kosmos), pohyblivá, výzkum
14,5—15,35	pevná, pohyblivá, výzkum
15,35—15,4	radioastronomie
15,4—15,7	letecká radionavigace
15,7—17,3	radiolokace
17,3—17,7	pevná družicová
17,7—22	pevná, pevná družicová (Kosmos—Země), pohyblivá, výzkum
22—22,5	pevná, pohyblivá, radioastronomie, výzkum
22,5—23	pevná, pohyblivá
23—23,55	pevná, pohyblivá, mezidružicová
23,55—23,6	pevná, pohyblivá
23,6—24	radioastronomie, výzkum
24—24,05	amatérská, amatérská družicová
24,05—24,25	radiolokace, amatérská, výzkum
24,25—25,25	radionavigace
25,25—27,5	pevná, pohyblivá
27,5—29,5	pevná, pevná družicová (Země—Kosmos)
29,5—31	pevná družicová (Země—Kosmos), pohyblivá družicová
31—31,3	pohyblivá, pevná, kosmický výzkum
31,3—31,5	radioastronomie, výzkum
31,5—31,8	kosmický výzkum, pevná, pohyblivá
31,8—32,3	radionavigace, kosmický výzkum, mezidružicová
32,3—33	radionavigace
33—33,4	radionavigace
33,4—34,2	radiolokace
34,2—35,2	radiolokace, kosmický výzkum
35,2—36	radiolokace, pomocná pro meteorologii
36—40,5	výzkum, pevná, pohyblivá, pevná družicová, pohyblivá družicová
40,5—42,5	rozhlas přes družice
42,5—47	pevná přes družice, radioastronomie, pohyblivá letecká přes družice, pohyblivá námořní přes družice, letecká radionavigace přes družice, námořní radionavigace přes družice
47—47,2	amatérská, amatérská přes družice
47,2—50,2	pevná, pohyblivá, pevná družicová
50,2—54,25	pevná, pohyblivá, pevná družicová (Země—Kosmos), průzkum Země přes družice, kosmický výzkum (pasivní)
54,25—58,2	pevná, výzkum, pohyblivá, mezidružicová
58,2—59	kosmický výzkum (pasivní)

59—64	pevná, pohyblivá, mezidružicová, radiolokace
64—65	kosmický výzkum (pasivní)
65—66	průzkum Země přes družice, kosmický výzkum
66—71	pohyblivá, letecká přes družice, pohyblivá námořní přes družice, letecká radionavigace přes družice, námořní radionavigace přes družice
71—75,5	pevná, pevná družicová, pohyblivá
75,5—76	amatérská, amatérská družicová
76—81	amatérská, radiolokace
81—84	pevná, pohyblivá, družicová pevná i pohyblivá
84—86	rozhlas přes družice, pevná, pohyblivá
86—92	radioastronomie, kosmický výzkum (pasivní)
92—95	pevná, pohyblivá, pevná družicová (Země—Kosmos), radiolokace
95—100	pohyblivá letecká přes družice, pohyblivá námořní přes družice, letecká radionavigace přes družice, námořní radionavigace přes družice
100—102	kosmický výzkum (pasivní)
102—105	pevná, pohyblivá, pevná družicová (Kosmos—Země)
105—130	výzkum, mezidružicová, pevná, pohyblivá
130—140	radioastronomie, kosmický výzkum (pasivní)
140—142	radionavigace, družicová radionavigace, pevná družicová (Země—Kosmos)
142—149	amatérská, amatérská družicová
149—151	pohyblivá letecká přes družice, pohyblivá námořní přes družice, letecká radionavigace přes družice, námořní radionavigace přes družice, pevná družicová
151—170	pevná, pevná družicová, výzkum radioastronomie
170—182	mezidružicová, pevná, pohyblivá, výzkum
182—185	kosmický výzkum (pasivní), radioastronomie
185—190	mezidružicová, pevná, pohyblivá
190—200	pohyblivá letecká přes družice, pohyblivá námořní přes družice, letecká radionavigace přes družice, námořní radionavigace přes družice
200—220	pohyblivá, pevná, výzkum, radiogastronomie
220—231	pevná družicová
231—241	pohyblivá, pevná, radioastronomie, kosmický výzkum (pasivní)
241—250	radiolokace, amatérská
250—252	výzkum
252—265	pohyblivá letecká přes družice, pohyblivá námořní přes družice, letecká radionavigace přes družice, námořní radionavigace přes družice
265—275	pevná, pohyblivá, pevná družicová, radioastronomie
nad 275	(nepřiděleno)

Kmitočtové příděly pro různé služby, např. pro amatérskou, se mohou v jednotlivých oblastech a zemích do určité míry lišit. Podrobnosti jsou uvedeny v Radiokomunikačním řádu a svým rozsahem se vymykají z rámce této publikace. Kmitočtová pásma, přidělená pro provoz amatérských vysílacích rádiových stanic v ČSSR, najdeme v Povolovacích podmínkách.

Kmitočtová pásma pro lodní provoz:

	kHz
A1A, A2A, A2B, H2A, H2B	405—535
A3E, H3E, R3E, J3E	1605—2850
telegrafie	1605—1625
fonie	1625—1670
stanice pobřežní	1670—1950
spojení lodí s pobřežními stanicemi	1950—2053
spojení lodí mezi sebou	2053—2065
spojení lodí s pobřežím	2065—2170
volání lodí pobřežními stanicemi a důležitá sdělení	2170—2173,5
pásmo kolem tísňové a volací frekvence 2182 kHz	2173,5—2190,5
volání pobřežních stanic lodními	2190,5—2194
spojení lodí mezi sebou	2194—2440
vysílání z lodí k pobřeží	2440—2578
pobřežní stanice	2578—2850
vysílání z lodí k pobřeží	3155—3340
spojení lodí mezi sebou	3340—3400
spojení lodí mezi sebou	3500—3600
stanice pobřežní	3600—3800
lodní stanice, telefonie duplex	4063—4143,6
	6200—6218,6
	8195—8291,1
	12 330—12 489,2
	16 450—16 587,1
	22 000—22 124
pobřežní stanice, telefonie duplex	4357,4—4438
	6506,4—6525
	8718,9—8815
	13 100,8—13 206
	17 232,9—17 360
	22 596—22 720
stanice lodní i pobřežní, telefonie simplex	4143,6—4148,6
	6218,6—6224,6
	8291,1—8297,3
	12 429,2—12 439,5
	16 587,1—16 596,4

lodní stanice, facsimile a zvláštní druhy telegrafie

22 124—22 139,5

4146,6—4162,5

4166—4170

6224,6—6244,5

6248—6256

8300—8328

8331,5—8341,5

12 439,5—12 479,5

12 483—12 491

16 596,4—16 636,5

16 640—16 600

22 139,5—22 160,5

22 164—22 192

lodní stanice, přenos oceánografických dat

4162,5—4166

6244,5—6248

8328—8331,5

12 479,5—12 483

16 636,5—16 640

22 160,5—22 164

lodní stanice, širokopásmová telegrafie, přenos dat
(rychlost modulace nepřesahuje 100 baudů), kmito-
čty spárované s těmito kmitočty pobřežních stanic:

4349,4—4356,75 kHz

6493,9—6505,75

8704,4—8718,25

13 070,8—13 099,75

17 169,9—17 231,75

22561—22594,75

4170—4177,25

6256—6267,75

8343,5—8357,25

12 491—12 519,75

16 660—16 694,75

22 192—22 225,75

lodní stanice, širokopásmová telegrafie, přenos dat
(rychlost modulace pod 100 baudů), kmitočty ne-
spárované

4177,25—4179,75

6267,75—6269,75

8297,3—8300

8357,25—8357,75

12 519,75—12 526,73

16 694,75—16 705,8

22 225,75—22 227

25 076—25 090,1

4179,75—4187,2

6269,75—6280,8

8359,75—8374,4

12 539,6—12 561,6

16 719,8—16 748,8

lodní stanice, telegrafie A1A, volání

lodní stanice, číselné selektivní volání

22 227—22 247
25 070—25 076
4187,2—4188
6280,8—6282
8374,4—8376
12561,6—12564
16 748,8—16 752
22 247—22 250

lodní stanice, telegrafie A1A, provoz

4188—4219,4
6292—6325,4
8357,75—8359,75
8376—8435,4
12 526,75—12 539,6
12 564—12 652,5
16 705,8—16 719,8
16 752—16 859,4
22 250—22 310,5
25 090,1—25 110

pobřežní stanice, selektivní číselné volání

4356,75—4357,4
6505,75—6506,4
8718,25—8718,9
13 099,75—13 100,8
17 231,75—17 232,9
22 594,75—22 596

pobřežní stanice, telegrafie A1A, širokopásmová,
facsimile, přenos dat

4219,4—4349,4
6325,4—6493,9
8435,4—8704,4
12652,3—13070,8
16 859,4—17 196,9
22 310,5—22 561

Informace o přidělených kmitočtech a o vysílacích stanicích jsou obsaženy v takzvaných „služebních pomůckách“, které vydává Mezinárodní telekomunikační unie (l'Union internationale des télécommunications) v Ženevě. Jsou to:

(I) *Seznam I. Mezinárodní seznam kmitočtů*

Obsahuje:

- a) údaje o kmitočtových přidělech zapsaných v „Mezinárodní základní kmitočtové kartotéce“;

b) kmitočty předepsané Řádem pro společné užívání v některých službách;

c) skupinová přidělení uvedená v Plánech skupinových přidělení.

(II) *Seznam II. Jmenný seznam pevných stanic, které obstarávají mezinárodní spojení*

(III) *Seznam III. Vychází podle potřeby*

(IV) *Seznam IV. Jmenný seznam pobřežních stanic*

K seznamu jsou připojeny tabulka a mapa, které vyznačují podle pásem služební hodiny lodí, jejichž stanice jsou zařazeny do druhé a třetí kategorie a přehled telegrafních poplatků ve styku vnitřním a ve styku se sousedními zeměmi atd.

(V) *Seznam V. Jmenný seznam lodních stanic*

Obsahuje údaje:

a) o lodních stanicích vybavených radiotelegrafním zařízením;

b) o lodních stanicích vybavených radiotelegrafním a radiotelefonním zařízením;

c) o lodních stanicích vybavených pouze radiotelefonním zařízením, pokud tyto stanice pracují i s jinými stanicemi námořní pohyblivé služby než se stanicemi vlastní země, nebo pokud tyto lodí konají mezinárodní plavby;

d) o lodních stanicích vybavených pozemním mobilním zařízením.

Tento seznam je doplněn tabulkou a mapou, které podle pásem vyznačují služební hodiny lodí, jejichž stanice jsou zařazeny do druhé a třetí kategorie.

(VI) *Seznam VI. Jmenný seznam stanic pro rádiové rozpoznávání a stanic pro zvláštní služby*

Obsahuje údaje o rádiových zaměřovacích stanicích a rádiových majácích námořní navigační služby, včetně rádiových majáků letecké radionavigační služby, jichž lze použít v námořní navigaci, o oceánských stanicích-lodích, o stanicích vysílajících signály pro cejchování zaměřovačů, jakož i o stanicích vysílajících časové signály, pravidelné meteorologické zprávy, návěští navigátorům, lé-

[illegible]

kařské rady, kmitočtové normály, epidemiologické zprávy a urigramy. V tomto seznamu je věnován každému druhu stanic zvláštní oddíl.

(VII) *Seznam VII. Abecední seznam volacích značek z mezinárodních sérií, přidělených stanicím uvedeným v seznamech*

a) *Seznam VIIA*. Abecední seznam volacích značek stanic používaných v námořní pohyblivé službě (pobřežní stanice, lodní stanice, stanice pro rádiové rozpoznávání a stanice pro zvláštní služby), čísel nebo signálů pro selektivní volání lodních stanic a poznávacích signálů nebo čísel pobřežních stanic.

b) *Seznam VIIB.* Abecední seznam volacích značek jiných než amatérských stanic, pokusných stanic a stanic pohyblivé námořní služby.

(VIII) *Seznam VIII. Jmenný seznam stanic mezinárodní kontroly vysílání*

(VIII A) *Seznam VIII A. Jmenný seznam stanic kosmické a radio-astronomické služby*

(IX) *Mapa pobřežních stanic otevřených pro veřejnou korespondenci nebo podílejících se na přístavních operacích*

(X) *Barevný graf znázorňující rozdělení kmitočtových pásem*

(XI) *Příručka pro námořní pohyblivou službu a námořní pohyblivou službu družicovou (obsahuje i přehled platných ustanovení a doporučení)*

Ve služebních pomůckách následují za jmény pobřežních stanic, rádiových zaměřovacích stanic a rádiových majáků tato slova: — RADIO u pobřežních stanic; — GONIO u námořních rádiových zaměřovacích stanic; — PHARE u námořních rádiových majáků; — AEROPHARE u leteckých rádiových majáků (viz tabulka na str. 71).

Pokud jde o služební pomůcky, rozumí se pod slovem „země“ území, v jehož hranicích se stanice nachází. Í území, jež nemá plnou odpovědnost za své mezinárodní vztahy, se považuje za zemi.

Druhy služeb

Radiokomunikační řád rozeznává různé druhy služeb jako službu rozhlasovou, pohyblivou pozemní, pohyblivou námořní, leteckou, službu rádiového rozpoznávání aj. Každý amatér vysílač by měl vědět, že mezi těmito službami je uvedena a mezinárodně uznávána i služba amatérská, jejímž účelem je individuální vzdělávání, vzájemná komunikace a technická studia uskutečňovaná amatéry, tj. řádně oprávněnými osobami, zabývajícími se radioamatérstvím z osobní záliby jako činností nevýdělečnou. Amatérské vysílání je tedy jednou z rádiových služeb. Vztahují se na ně veškerá příslušná ustanovení Radiokomunikačního řádu, obecné zásady a zásady provozní; jednotlivosti jsou pak upraveny vnitrostátními právními normami, zákony, vládními nařízeními, povolovacími podmínkami a pokyny povolovacích orgánů.

Radiokomunikační služba mezi pevnými body se nazývá *službou pevnou*. Pokud pevné stanice zprostředkují mezi sebou zprávy, potřebné k zajištění leteckého provozu, nazývá se taková služba *pevnou službou leteckou*. Služba mezi pohyblivými a pozemními stanicemi nebo mezi pohyblivými stanicemi navzájem se nazývá *službou pohyblivou*. Může být pozemní, letecká nebo námořní. Pozemní stanici pohyblivé letecké služby se říká *letecká*, stanici umístěné v letadle *letadlová*. Účastníky pohyblivé služby námořní jsou stanice pobřežní a stanice na plavidlech. Ty zprostředkují i veřejnou korespondenci na rozdíl od *služby přístavní*, která se stará jen o navádění a pohyb lodí. Pohyblivá služba pozemní má *stanice základnové* a *pozemní stanice pohyblivé*. Do *rádiového rozpoznávání* se zařazují radary, pokud slouží k jiným účelům než k radionavigaci, stanice radiogoniometrické a radiomajáky.

Činnost veškerých služeb klade velké nároky na hospodaření s kmitočty. Vzájemné rušení na přeplněných pásmech je problém, jímž se stále zabývají mezinárodní porady a konference. Radiokomunikační řád výslovně zakazuje neúčelná vysílání a zbytečné vysílání signálů a korespondence. U amatérských stanic je takovým zbytečným a škodlivým vysíláním především ladění, zejména jiné než tiché ladění na kmitočet protistanice, které je a bude kontrolními orgány stíháno. Jestliže stanice konají pokusy nebo si mají co říci, nejsou žádné námitky proti spojení, ať je jakkoliv dlouhé. Rozvláčné klábosení o ničem, ať „fonicky“ nebo telegraficky, nepřidává však nikomu na cti. Výslovně je Radiokomunikačním řádem zakázáno vysílání bez uvedení totožnosti, tj. především bez volacích značek.

Označování totožnosti stanic

Žádná stanice nesmí vysílat bez poznávacího označení nebo s klamným poznávacím označením.

Svou totožnost však nemusí označovat stanice na záchranných plavidlech, které vysílají automaticky tísňový signál, ani rádiová návěstidla pro určení místa katastrofy.

Totožnost stanice se označuje buď volací značkou nebo jakýmkoli jiným uznaným způsobem označování totožnosti. Tak se může k úplnému označení totožnosti použít jednoho nebo několika z údajů: jména stanice, stanoviště stanice, jména provozovatele úřední imatrikulační značky, čísla letu, čísla nebo signálu pro selektivní volání lodní stanice, poznávacího signálu pobřežní stanice pro selektivní volání, nějakého charakteristického signálu, charakteristických značek vysílání nebo různých jiných rozlišovacích znaků, jež lze snadno mezinárodně rozpoznat.

Když kosmická stanice nemůže vysílat poznávací signály, zjišťuje se její totožnost z úhlu sklonu oběžné dráhy, z periody kosmického předmětu, jakož i z výšek apogea a perigea vyjádřených v kilometrech. Jde-li o kosmickou stanici umístěnou na palubě stacionární družice, má se uvést střední zeměpisná délka průmětu polohy družice na povrch Země.

Aby se totožnost stanice dala snadno zjistit, musí každá stanice uvádět své poznávací označení během vysílání tak často, jak jen je to prakticky možné, a to i při vysílání na zkoušku, při nastavování vysílače anebo při pokusném vysílání. V těchto případech je však nutno uvádět poznávací označení aspoň jednou za hodinu, a to nejlépe během posledních nebo prvních deseti minut kolem každé celé hodiny (podle greenwichského času), pokud to nezpůsobí nepřipustné přerušení provozu.

Používá-li se superponovaného poznávacího označení, musí mu předcházet značka QTT.

K tvoření volacích značek lze použít dvaceti šesti písmen abecedy, jakož i číslic. Písmena s rozlišovacími znaménky jsou vyloučena.

Pozemní stanice a pevné stanice: tři písmena nebo tři písmena, za nimiž následují nejvýše tři číslice (číslíce, která následuje přímo za písmeny, nesmí však být 0 ani 1). Doporučuje se však, aby pokud možno: a) volací značky pobřežních stanic a leteckých stanic byly tvořeny: ze tří písmen, nebo ze tří písmen, za nimiž následuje jedna nebo dvě číslice (číslíce, která následuje přímo za písmeny nesmí však být 0 ani 1); b) volací značky pevných stanic byly tvořeny ze tří písmen, za nimiž následují dvě číslice (číslíce, která následuje přímo za písmeny nesmí však být 0 ani 1).

Lodní stanice: čtyři písmena.

Lodní stanice pracující radiotelefonicky mohou však používat také volací značku ze dvou nebo tří písmen, za nimiž následují čtyři číslice (číslice, která následuje přímo za písmeny nesmí však být 0 ani 1).

Letadlové stanice: pět písmen.

Stanice lodních záchranných prostředků používají volací značku mateřské lodi, za níž následují dvě číslice (číslice, která následuje přímo za písmeny nesmí však být 0 ani 1).

Stanice rádiových návěstidel pro určení místa katastrofy: písmeno B v kódu Morseovy abecedy nebo volací značka lodi, k níž rádiové návěstidlo patří nebo oba tyto údaje.

Stanice letadlových záchranných prostředků: úplná volací značka mateřského letadla, za níž následuje jedna číslice, jiná než 0 nebo 1.

Pohyblivé pozemní stanice: čtyři písmena, za nimiž následuje jediná číslice, jiná než 0 nebo 1.

Pohyblivé pozemní stanice pracující radiotelefonicky mohou však používat také volací značku ze dvou nebo tří písmen, za nimiž následují čtyři číslice (číslice, která následuje přímo za písmeny, nesmí však být 0 ani 1).

Amatérské stanice a stanice pokusné: jedno nebo dvě písmena a číslice. Následuje skupina nejvýše tří písmen.

Stanice kosmické služby. Používají-li kosmické stanice volacích značek, doporučuje se, aby byly ze dvou písmen, za nimiž následují dvě nebo tři číslice (číslice, která následuje přímo za písmeny, však nesmí být 0 ani 1).

Označování totožnosti stanic pracujících radiotelefonicky

Pobřežní stanice: buď volací značkou nebo zeměpisným označením místa, jak je uvedeno ve jmenném seznamu pobřežních stanic, za nímž se doporučuje uvést slovo RADIO nebo jiné vhodné označení.

Lodní stanice: buď volací značkou nebo úředně zapsaným názvem lodi, před nímž se uvede, je-li třeba, jméno vlastníka lodi, přičemž

je nutno vyloučit možnost záměny s tísňovým, pilnostním nebo bezpečnostním signálem, anebo svým číslem nebo signálem pro selektivní volání.

Stanice lodních záchranných prostředků: buď volací značkou, nebo poznávacím označením utvořeným ze jména mateřské lodi, za níž následují dvě číslice.

Stanice rádiových návštěvadel pro určení místa katastrofy. Vysílají-li mluvenou řeč: jménem nebo volací značkou lodi, k níž rádiové návštěvidlo patří nebo oběma těmito údaji.

Letecké stanice: jménem letiště nebo zeměpisným označením místa, za níž následuje, je-li třeba, vhodné slovo, které blíže určuje druh stanice.

Letadlové stanice: buď volací značkou, před níž může být slovo označující vlastníka nebo typ letadla, popřípadě kombinací znaků odpovídajících imatrikulační značce úředně přidělené letadlu, anebo slovem označujícím letecký podnik, za níž následuje číslo letu.

V pásmech, která jsou přidělena výlučně letecké pohyblivé službě, mohou letadlové stanice pracující radiotelefonicky používat na základě zvláštní dohody mezi vládami, jiných způsobů označení totožnosti, pokud jsou mezinárodně známy.

Stanice letadlových záchranných prostředků: volací značkou.

Základnové stanice: buď volací značkou nebo zeměpisným označením, za níž následuje, je-li třeba, jiné vhodné označení.

Čísla pro selektivní volání lodních stanic: pět číslic.

Předem určené skupiny lodních stanic: pět číslic sestavených; buď z téže číslice pětkrát opakované nebo ze dvou různých číslic střídavě opakovaných.

V letecké pohyblivé službě může letadlová stanice po navázání spojení pomocí volací značky a je-li vyloučeno jakékoli nebezpečí záměny, používat zkrácené volací značky nebo zkráceného poznávacího označení, jež se tvoří:

— v radiotelegrafii z prvního znaku a z posledních dvou písmen úplné pětípísmenné volací značky;

— v radiotelefonii buď z prvního znaku úplné pětípísmenné volací značky nebo ze zkráceného jména vlastníka letadla (společnosti nebo jednotlivce) nebo z typového označení letadla; za ním následují po-

slední dvě písmena úplné pětípísmenné volací značky nebo poslední dva znaky imatrikulační značky.

Pokryblivé pozemní stanice: buď volací značkou nebo poznávací značkou vozidla anebo jakýmkoli jiným vhodným označením.

K tvoření čísel pro selektivní volání se používá deseti číslic od 0 do 9 včetně.

Pro tvoření poznávacích čísel pobřežních stanic se však nesmí používat kombinací začínajících číslicemi 00 (nula, nula).

Poznávací čísla pobřežních stanic: čtyři číslice.

Rozdělení mezinárodních sérií volacích značek

<i>Série volacích značek</i>	<i>Přidělena</i>	<i>Série volacích značek</i>	<i>Přidělena</i>
AAA-ALZ	Spojené státy americké	CVA-CXZ	Uruguay
AMA-AOZ	Španělsko	CYA-CZZ	Kanada
APA-ASZ	Pákistán	C2A-C2Z	Nauru
ATA-AWZ	Indie	C3A-C3Z	Andorra
AXA-AXZ	Austrálie	C4A-C4Z	Kypr
AYA-AZZ	Argentina	C5A-C5Z	Gambie (Senegambie)
A2A-A2Z	Botswana	C6A-C6Z	Bahamy
A3A-A3Z	Togo	C7A-C7Z	Světová meteorologická organizace
A4A-A4Z	Omán	C8A-C8Z	Mosambik
A5A-A5Z	Bhútán	DAA-DRZ	Německá spolková republika
A6A-A6Z	Spojené arabské emiráty	DSA-DTZ	Jižní Korea
A7A-A7Z	Katar	DUA-DZZ	Filipíny
A8A-A8Z	Libérie	D2A-D3Z	Angola
A9A-A9Z	Bahrajn	D4A-D4Z	Kapverdy
BAA-BZZ	ČLR	D5A-D5Z	Libérie
CAA-CEZ	Chile	D6A-D6Z	Komory
CFA-CKZ	Kanada	D7A-D9Z	Jižní Korea
CLA-CMZ	Kuba	EAA-EHZ	Španělsko
CNA-CNZ	Maroko	EIA-EJZ	Irsko
COA-COZ	Kuba	EKA-EKZ	Svaz sovětských socialistických republik
CPA-CPZ	Bolívie		
CQA-CRZ	Portugalsko		
CSA-CUZ	Portugalsko		

<i>Série volacích značek</i>	<i>Přidělena</i>	<i>Série volacích značek</i>	<i>Přidělena</i>
ELA-ELZ	Libérie	H4A-H4Z	Šalamounovy ostrovy
EMA-EOZ	Svaz sovětských socialistických republik	H6A-H7Z	Nikaragua
EPA-EQZ	Írán	H8A-H8Z	Panama
ERA-ESZ	Svaz sovětských socialistických republik	IAA-IZZ	Itálie
ETA-ETZ	Etiopie	JAA-JSZ	Japonsko
EUA-EWZ	Běloruská sovětská socialistická republika	JTA-JVZ	MoLR
EXA-EZZ	Svaz sovětských socialistických republik	JWA-JXZ	Norsko
FAA-FZZ	Francie	JYZ-JYZ	Jordánsko
GAA-GZZ	Velká Británie	JZA-JZZ	Indonésie
HAA-HAZ	MLR	J2A-J2Z	Džibutsko
HBA-HBZ	Švýcarsko	J3A-J3Z	Grenada
HCA-HDZ	Ekvádor	J4A-J4Z	Řecko
HEA-HEZ	Švýcarsko	J5A-J5Z	Guinea-Bissau
HFA-HFZ	PLR	J6A-J6Z	Svatá Lucie
HGA-HGZ	MLR	J7A-J7Z	Dominika
HHa-HHZ	Haiti	KAA-KZZ	Spojené státy americké
HIA-HIZ	Dominikánská republika	LAA-LNZ	Norsko
HJA-HKZ	Kolumbie	LOA-LWZ	Argentina
HLA-HLZ	Jižní Korea	LXA-LXZ	Lucembursko
HMA-HMZ	Korejská lidově demokratická republika	LYA-LYZ	Svaz sovětských socialistických republik
HNA-HNZ	Irák	LZA-LZZ	BLR
HOA-HPZ	Panama	L2A-L9Z	Argentina
HQA-HRZ	Honduras	MAA-MZZ	Velká Británie
HSA-HSZ	Thajsko	NAA-NZZ	Spojené státy americké
HTA-HTZ	Nikaragua	OAA-OCZ	Peru
HUA-HUZ	Salvador	ODA-ODZ	Libanon
HVA-HVZ	Vatikán	OEA-OEZ	Rakousko
HWA-HYZ	Francie, zámořské státy Francouzského společenství a francouzská zamořská území	OFA-OJZ	Finsko
HZA-HZZ	Saúdská Arábie	OKA-OMZ	ČSSR
H2A-H2Z	Kypr	ONA-OTZ	Belgie
H3A-H3Z	Panama	OUA-OZZ	Dánsko
		PAA-PIZ	Nizozemí
		PJA-PJZ	Nizozemské Antily
		PKA-POZ	Indonésie
		PPA-PYZ	Brazílie
		PZA-PZZ	Surinam
		P2A-P2Z	Papua — Nová Guinea
		P3A-P3Z	Kypr

<i>Série volacích značek</i>	<i>Přidělena</i>	<i>Série volacích značek</i>	<i>Přidělena</i>
P4A-P4Z	Nizozemské Antily	TYA-TYZ	Benin
P5A-P5Z	Korejská lidově demokra- tická republika	TZA-TZZ	Mali
RAA-RZZ	Svaz sovětských socialis- tických republik	T2A-T2Z	Tuvalu
SAA-SMZ	Švédsko	T3A-T3Z	Kiribati
SNA-SRZ	PLR	T4A-T4Z	Kuba
SSA-SSM	Egypt	T5A-T5Z	Somálsko
SAN-STZ	Súdán	T6A-T6Z	Afgánistán
SUA-SUZ	Egypt	UAA-UQZ	Svaz sovětských socialis- tických republik
SVA-SZZ	Řecko	URA-UTZ	Ukrajinská sovětská socia- listická republika
S2A-S3Z	Bangladéš	UUA-UZZ	Svaz sovětských socialis- tických republik
S4A-S6Z	Singapur	VAA-VGZ	Kanada
S7A-S7Z	Seychely	VHA-VNZ	Austrálie
S9A-S9Z	Svatý Tomáš	VOA-VOZ	Kanada
TAA-TCZ	Turecko	VPA-VSZ	Zámořská území, jejichž mezinárodní styky obsta- rává vláda Spojeného krá- lovství Velké Británie a Severního Irska
TDA-TDZ	Guatemala	VTa-VWZ	Indie
TEA-TEZ	Kostarika	VXA-VYZ	Kanada
TFA-TFZ	Island	VZA-VZZ	Austrálie
TGA-TGZ	Guatemala	WAA-WZZ	Spojené státy americké
THA-THZ	Francie, zámořské státy Francouzského společen- ství a francouzská zámoř- ská území	XAA-XIZ	Mexiko
TIA-TIZ	Kostarika	XJA-XOZ	Kanada
TJA-TJZ	Kamerun	XPA-XPZ	Dánsko
TKA-TKZ	Francie, zámořské státy Francouzského společen- ství a francouzská zámoř- ská území	XQA-XRZ	Chile
TLA-TLZ	Středoafriická republika	XSA-XSZ	ČLR
TMA-TMZ	Francie	XTA-XTZ	Horní Volta
TNA-TNZ	Kongo	XUA-XUZ	Kambodža
TOA-TQZ	Francie	XVA-XVZ	VSR
TRA-TRZ	Gabun	XWA-XWZ	Laos
TSA-TSM	Tunisko	XXA-XXX	Portugalská zámořská území
TTA-TTZ	Čad	XYA-XZZ	Barma
TUA-TUZ	Pobřeží slonoviny	YAA-YAZ	Afgánistán
TVA-TXZ	Francie	YBA-YHZ	Indonésie

<i>Série volacích značek</i>	<i>Přidělena</i>	<i>Série volacích značek</i>	<i>Přidělena</i>
YIA-YIZ	Irák	3GA-3GZ	Chile
YJA-YJZ	Vanuatu	3HA-3UZ	ČLR
YKA-YKZ	Sýrie	3VA-3VZ	Tunisko
YLA-YLZ	Svaz sovětských socialistických republik	3WA-3WZ	VSR
YMA-YMZ	Turecko	3XA-3XZ	Guinea
YNA-YNZ	Nikaragua	3YA-3AZ	Norsko
YAO-YRZ	RSR	3ZA-3ZZ	PLR
YSA-YSZ	Salvador	4AA-4CZ	Mexiko
YTA-YUZ	Jugoslávie	4DA-4IZ	Filipíny
YVA-YYZ	Venezuela	4JA-4LZ	Svaz sovětských socialistických republik
YZA-YZZ	Jugoslávie, Německá demokratická republika	4MA-4MZ	Venezuela
ZAA-ZAZ	Albánie	4NA-4OZ	Jugoslávie
ZBA-ZJZ	Zámořská území, jejichž mezinárodní styky obstarává vláda Spojeného království Velké Británie a Severního Irska	4PA-4SZ	Srí Lanka
ZKA-ZMZ	Nový Zéland	4TA-4TZ	Peru
ZNA-ZOZ	Zámořská území, jejichž mezinárodní styky obstarává vláda Spojeného království Velké Británie a Severního Irska	4UA-4UZ	Organizace spojených národů (OSN)
ZPA-ZPZ	Paraguay	4VA-4VZ	Haiti
ZQA-ZQZ	Zámořská území, jejichž mezinárodní styky obstarává vláda Spojeného království Velké Británie a Severního Irska	4WA-4WZ	Jemen
ZRA-ZUZ	Jihoafrická republika	4XA-4XZ	Izrael
ZVA-ZZZ	Brazílie	4YA-4YZ	Mezinárodní organizace civilního letectví (CAO)
2AA-2ZZ	Velká Británie	4ZA-4ZZ	Izrael
3AA-3AZ	Monský stát (Barma)	5AA-5AZ	Libye
3BA-3BZ	Mauritius	5BA-5BZ	Kypr
3CA-3CZ	Rovníková Guinea	5CA-5GZ	Maroko
3DA-3DM	Svazijsko	5HA-5IZ	Tanzanie
3DN-3DZ	Fidži	5JA-5KZ	Kolumbie
		5LA-5MZ	Libérie
		5NA-5OZ	Nigérie
		5PA-5QZ	Dánsko
		5RA-5VZ	Madagaskar
		5TA-5TZ	Mauretánie
		5UA-5UZ	Niger
		5VA-5VZ	Togo
		5WA-5WZ	Samoa
		5XA-5XZ	Uganda
		5YA-5ZZ	Keňa
		6AA-6BZ	Egypt

<i>Série volacích značek</i>	<i>Přidělena</i>
6CA-6CZ	Sýrie
6DA-6JZ	Mexiko
6KA-6NZ	Jižní Korea
6OA-6OZ	Somálsko
6PA-6SZ	Pákistán
6TA-6UZ	Súdán
6VA-6WZ	Senegal (Senegambie)
6XA-6XZ	Mada _g askar
6YA-6YZ	Jamajka
6ZA-6ZZ	Libérie
7AA-7IZ	Indonésie
7JA-7NZ	Japonsko
7OA-7OZ	Jemen
7PA-7PZ	Lesotho
7QA-7QZ	Malawi
7RA-7RZ	Alžírsko
7SA-7SZ	Švédsko
7TA-7YZ	Alžírsko
7ZA-7ZZ	Saúdská Arábie
8AA-8IZ	Indonésie
8JA-8NZ	Japonsko

<i>Série volacích značek</i>	<i>Přidělena</i>
8OA-8OZ	Botswana
8PA-8PZ	Barbados
8QA-8QZ	Maledivy
8RA-8RZ	Guayana
8SA-8SZ	Švédsko
8TA-8YZ	Indie
8ZA-8ZZ	Saúdská Arábie
9AA-9AZ	San Marino
9BA-9DZ	Írán
9EA-9FZ	Etiopie
9GA-9GZ	Ghana
9HA-9HZ	Malta
9IA-9JZ	Zambie
9KA-9KZ	Kuvajt
9LA-9LZ	Sierra Leone
9MA-9MZ	Malajsie
9NA-9NZ	Nepál
9OA-9TZ	Zair
9UA-9VZ	Singapur
9XA-9XZ	Rwanda
9YA-9ZZ	Trinidad a Tobago

Stanice nemusí být identifikována jen volací značkou, podle okolností může být určena názvem, stanovištěm, jménem provozovatele, imatrikulační značkou, pořadovým označením letu, číslem nebo signálem selektivní volby nebo jinou vhodnou, snadno rozeznatelnou charakteristikou. Stanice se má hlásit co nejčastěji vzhledem k jejímu provozu, nejméně jednou za hodinu — pokud možno v posledních a prvních pěti minutách; u stanic amatérských je interval hlášení stanoven povolovacími podmínkami.

Zvlášť přísná jsou ustanovení pro případ ladění a zkoušek vysílačů.

Jestliže pohyblivá stanice potřebuje vysílat značky pro zkoušky a nastavení, jež mohou rušit práci sousedních pobřežních nebo leteckých stanic, musí před uskutečněním takových vysílání získat souhlas těchto stanic.

Potřebuje-li stanice pohyblivé služby vysílat zkušební značky buď pro nastavení vysílače před uskutečněním volání nebo pro naladění

přijímače, nesmějí značky trvat déle než deset sekund. Musejí sestávat z jedné série VVV, za níž následuje volací značka stanice, která zkušebně vysílá.

Zkušební vysílání se musejí omezit na nejmenší míru, zejména:

- na kmitočet 2182 kHz;
- na kmitočet 156,80 MHz;
- na kmitočet 4136,3 kHz v oblasti mezi rovnoběžkami 33° severní šířky a 57° jižní šířky;
- na kmitočet 6204 kHz v části oblasti 1 a 3 mezi rovnoběžkami 33° severní šířky a 57° jižní šířky.

Veškeré zkoušky a ladění vysílačů je nutno konat do umělé antény. I tak je nutno zachovávat opatrnost. Zkušební signály se často naindukují do antény a jsou vyzářeny i do vzdálenosti několika kilometrů. Amatérům se někdy stává, že při pokusech s vyladěním antény zapomenou na volací značku. To je chyba. Je samozřejmé, že volací značku dáváme pro identifikaci své stanice úplnou. Vysílání nesprávných a klamných volacích značek je Radiokomunikačním řádem přísně zakázáno.

Z volací značky okamžitě poznáváme, odkud která stanice vysílá. (Výjimku tvoří stanice vojenské.)

Rádio se uplatňuje ve všech oborech lidské činnosti od spojů, dopravy, kosmických letů až k jeřábníkům, traktoristům a k přenosu dat a regulačních signálů. Tak pestrý a rozmanitý je i obsah přenášených informací. Věnujme pozornost pevné a pohyblivé službě a stanicím amatérským. Komunikace se v těchto případech děje jednak neformálním sdělením (radiotelegrafickým nebo radiotelefonickým), případně s použitím zkratk a kódů, nebo prostřednictvím telegramů.

Telegramem se nazývá písemnost, určená k přenosu pomocí telegrafie za účelem předání adresátovi. Telegram, pocházející z pohyblivé stanice nebo jí určený a dopravovaný zcela nebo zčásti po radiokomunikačních cestách pohyblivé služby, se nazývá *radiotelegram*. (Slovo „radio“ naznačuje, že se jedná o pohyblivou námořní službu, resp. o pozemní stanici pohyblivé námořní služby, např. Rügen Radio DHS, Lyngby Radio OXT.) Telegram, jak snadno zjistíme pohledem na telegrafní blanket, obsahuje záhlaví, případné placené údaje, adresu, text a podpis (který tam ani být nemusí).

Záhlaví obsahuje druhovou značku, jméno podacího telegrafního úřadu (je-li to loď, napíše se její jméno, zlomková čárka a volací značka), podací číslo telegramu podle deníku telegrafních poplatků, případně podle seznamu služebních telegramů, počet slov, den (u poštovních telegramů bez udání měsíce), hodina podání telegramu v UTC a případné bezplatné údaje způsobu přepravy, např. FIL = dopravit po drátě, ANTEN = dopravit rádiem, VIA = dopravit prostřednictvím ... Je nutno vědět, že za telegramy zprostředkované podle pokynu VIA se zprostředkovateli platí. Jestliže požádáme o zprostředkování telegramu zkratkou QSP? a je nám vyhověno, pak je takové předání telegramu zdarma.

U radiotelegramů se vyskytují placené údaje: OBS = meteorologický telegram, URGENT = pilný, J s označením počtu dní, po který má mít pobřežní stanice telegram pohotově k dopravě na loď, TC = kolacionovat (tj. protistanice ho musí odesílající stanici zopakovat), RP = zaplacená odpověď, TM = několik adres, MP = do vlastních rukou, GP = uložit u pošty, TR = uložit u telegrafu.

Adresa radiotelegramů musí obsahovat jméno adresáta, jméno a volací značku lodi nebo volací značku letadla a jméno pozemní stanice, která má radiotelegram vyslat stanici pohyblivé, např. Scheveningen Radio (pro loď), Berlin Aeradio (pro letadlo).

Počet slov (CK) zahrnuje všechno, co je na blanketu ohraničeno tlustou čarou. Nepočítá se záhlaví telegramu (PBL) a rozdělovací znaménka v textu, pokud se nemusí odtelegrafovat.

Za jedno slovo se počítá každé přirozené slovo do 15 písmen, uměle vytvořené slovo do 5 písmen, zkratky, akademické tituly, každé o samotě stojící písmeno, uvozovka, závorka, zlomková čára. Poplatek za radiotelegram sestává z telegrafního poplatku, z palubního poplatku náležejícího pohyblivé stanici, z pozemního poplatku náležejícího pobřežní stanici, která se účastní dopravy (to všechno podle počtu slov) a z poplatků za zvláštní služby, které si odesílatel přeje. Poplatky se vypočítávají ve švýcarských francích a každý palubní radiotelegrafista musí výpočet umět. Proto se, než půjdeme ke zkoušce, stavíme na poště a necháme si vysvětlit jak se poplatky počítají.

Amatérské sítě dopravují též depeše podle doporučení ARRL,

např.: „NR 24 R OK1YG 14 PRAHA 0700 SEP 8 = OK2PAF = (text o 14 slovech) +.“ NR je pořadové číslo, R znamená, že telegram je obyčejný. V tísňovém provozu se R nahrazuje slovem EMERGENCY. Následuje volací značka odesílající stanice, počet slov, místo, čas, datum podání, adresa a text. Tohoto způsobu používá německá DLNET a sítě skandinávské.

Přednostní pořadí zpráv v pohyblivé službě

Výraz „zpráva“ se vztahuje jak na radiotelegramy, tak i na radiotelefonní hovory. V pohyblivé službě platí toto přednostní pořadí zpráv:

1. Tísňová volání, tísňové zprávy a tísňová korespondence.
2. Zprávy, jimž předchází pilnostní signál.
3. Zprávy, jimž předchází bezpečnostní signál.
4. Zprávy týkající se rádiových zaměřování.
5. Zprávy týkající se navigace a bezpečného pohybu letadel.
6. Zprávy týkající se navigace, pohybu a potřeb lodí a zprávy s povětrnostními pozorováními, určené pro úřední meteorologickou službu.
7. Státní radiotelegramy: Priorité Nations.
8. Státní zprávy, pro které byla vyžádána přednost.
9. Služební zprávy týkající se výkonu radiokomunikační služby nebo zpráv dříve dopravených.
10. Jiné státní zprávy než ty, které jsou uvedeny v bodech 7 a 8, jakož i všechny ostatní zprávy.

Služba u pohyblivé stanice podléhá nejvyšší pravomoci velitele nebo osoby, která je odpovědná za loď, letadlo nebo jakýkoli jiný dopravní prostředek, na němž je pohyblivá stanice umístěna.

Ten, komu náleží tato pravomoc, musí požadovat, aby každý operátor zachovával Radiokomunikační řád a aby se pohyblivá stanice, za niž operátor zodpovídá, chovala vždy podle ustanovení tohoto řádu.

Velitel nebo odpovědná osoba, jakož i všechny osoby, které mohou znát obsah nebo vědět pouze o existenci radiotelegramů nebo jakékoli jiné informace, získané pomocí radiokomunikační služby, jsou povinny zachovávat a zabezpečit telekomunikační tajemství.

Aby bylo možno zachovávat ustanovení o hodinách bdění, musí mít každá stanice pohyblivé služby námořní nebo letecké přesné hodiny, správně nařízené na UTC (střední greenwichský čas).

UTC (střední greenwichský čas), který se počítá od 00.01 do 24.00 hodin počínaje půlnocí, se musí používat při všech zápisech do deníku rádiové služby a do všech ostatních podobných dokladů, které vedou lodě povinně vybavené rádiovým zařízením na základě mezinárodní dohody. Podle možnosti to platí i pro ostatní lodě.

Pobřežní stanice, které nemají nepřetržitou službu, nemohou ukončit svou práci, dokud:

a) neukončily všechny operace, které byly vyvolány tísňovým voláním nebo pilnostním či bezpečnostním signálem;

b) neodbavily veškerou korespondenci pocházející od pohyblivých stanic nebo určenou pro pohyblivé stanice, které jsou v oblasti jejich dosahu a které se ohlásily před skutečným ukončením práce.

Letecká stanice koná službu nepřetržitě po celou dobu, kdy je odpovědná za rádiový styk s letadly ve vzduchu.

Pro mezinárodní službu veřejné korespondence se lodní stanice zařazují do čtyř kategorií:

- Stanice první kategorie: tyto stanice mají službu nepřetržitou.
- Stanice druhé kategorie mají službu 16 hodin denně: 00.00 až 04.00, 08.00—12.00, 16.00—18.00, 20.00—22.00 místního času.
- Stanice třetí kategorie mají službu 8 hodin denně: 08.00—12.00 a dvě hodiny mezi 18.00—22.00 místního času.
- Stanice čtvrté kategorie mají službu po kratší dobu než stanice třetí kategorie nebo službu, jejíž trvání není tímto řádem stanoveno.

Každá správa stanoví sama podle jakých pravidel se lodní stanice, které podléhají její pravomoci, zařazují do výše uvedených čtyř kategorií.

Lodním stanicím čtvrté kategorie se doporučuje vykonávat službu od 08.30 do 09.30 místního času.

Lodní stanice, které nemají nepřetržitou službu, nemohou ukončit práci, dokud:

a) neukončily všechny operace, které byly vyvolány tísňovým voláním nebo pilnostním či bezpečnostním signálem;

b) neodbavily, pokud je to prakticky možné, veškerou korespondenci pocházející od pobřežních stanic, jež jsou v oblasti jejich dosahu, nebo pro tyto stanice určenou a korespondenci od pohyblivých stanic nebo pro pohyblivé stanice, které jsou v oblasti jejich dosahu a ohlásily se před skutečným ukončením práce.

Loďní stanice, která nemá stanoveny služební hodiny, musí informovat pobřežní stanici nebo pobřežní stanice, s nimiž je ve spojení, v kolik hodin končí a znovu zahajuje službu.

Každá pohyblivá stanice vjíždějící do přístavu, jejíž služba má proto skončit,

a) musí o tom informovat nejbližší pobřežní stanici a je-li to účelné, i ostatní pobřežní stanice, s nimiž obvykle koresponduje;

b) nesmí ukončit službu dříve než odbaví všechnu započatou korespondenci, ledaže by to odporovalo předpisům platným v zemi, kde přistává.

Když loďní stanice opouští přístav, má uvědomit pobřežní stanici nebo pobřežní stanice, jichž se to týká, o opětném zahájení služby, jakmile může podle předpisů platných v zemi, v níž je přístav, který opouští, službu opět zahájit. Loďní stanice, pro kterou řád služební hodiny nestanoví, může však o tom informovat příslušnou pobřežní stanici nebo pobřežní stanice po opuštění přístavu až před skutečným znovuzahájením služby.

Volání v radiotelegrafii

Zahájit spojení s pozemní stanicí náleží zpravidla stanici pohyblivé. Za tím účelem může pohyblivá stanice volat pozemní stanici až po příchodu do jejího služebního obvodu.

Avšak pozemní stanice, která má pro pohyblivou stanici nějaké zprávy, může sama tuto stanici zavolat, jestliže se důvodně domnívá, že pohyblivá stanice je v jejím služebním obvodu a že naslouchá.

Kromě toho má každá pobřežní stanice, pokud je to prakticky možné, vysílat svá volání jako „souborná volání“ sestavená z abecedně seřazených volacích značek pohyblivých stanic, pro které má

právě korespondenci. Souborná volání se vysílají v přesně stanovených dobách.

Je nutno, aby se pobřežní stanice vyhnuly stálému nebo častému opakování své volací značky nebo signálu CQ.

Pobřežní stanice však může v pásmech mezi 4000 a 27 500 kHz vysílat svou volací značku v určitých časových intervalech při použití vysílání typu A1, aby se pohyblivým stanicím umožnil pro volání výběr pásma, jehož kmitočty mají z hlediska šíření nejprůzračnější vlastnosti pro zřízení uspokojivého rádiového spojení.

Hodiny, kdy pobřežní stanice vysílají svá souborná volání, jakož i kmitočty a druhy vysílání, jichž k tomu používají, musejí být uvedeny v „Seznamu pobřežních stanic“.

Pohyblivé stanice mají v rámci možností poslouchat souborná volání vysílaná pobřežními stanicemi. Zachytí-li v souborném volání svou volací značku, musí odpovědět ihned, jakmile mohou.

Zachytí-li některá pozemní stanice prakticky současně volání několika pohyblivých stanic, rozhodne o pořadí, ve kterém ji tyto stanice mohou předávat své zprávy. Její rozhodnutí se řídí zásadou přednosti radiotelegramů nebo radiotelefonních hovorů v daném okamžiku u pohyblivých stanic a potřebou umožnit každé volající stanici, aby odbavila co možno největší počet zpráv.

Neodpoví-li volaná stanice na volání vyslané třikrát s dvouminutovými přestávkami, musí volání ustát a nesmí se obnovit dříve než po patnácti minutách.

Jde-li však o spojení mezi stanicí pohyblivé námořní služby a letadlovou stanicí, lze volání obnovit po pěti minutách.

Před obnovením volání musí se volající stanice přesvědčit, že volaná stanice není právě ve spojení s jinou stanicí.

Pohyblivé stanice nesmějí mezi voláními vysílat nosnou vlnu.

Pozemní stanice může zkratkou TR požadovat od pohyblivé stanice, aby jí poskytla tyto informace:

- a) polohu a pokud možno i kurs a rychlost;
- b) místo nejbližšího přistání.

Rozeznáváme dva druhy volacích návěstí „všem“:

- a) volání CQ, za nímž následuje písmeno K;
- b) volání CQ, za nímž písmeno K nenásleduje.

Stanice, které si přejí navázat spojení se stanicemi pohyblivé služby, ale neznají jména stanic, jež jsou v jejich služebním obvodu, mohou užít vyhledávací značky CQ, která ve volání nahrazuje volací značku volané stanice. Za voláním pak musí následovat písmeno K (všeobecné volání určené všem stanicím pohyblivé služby se žádostí o odpověď).

V pohyblivé námořní službě je volání CQ, za nímž následuje písmeno K, zakázáno v oblastech se silným provozem. Výjimečně se ho může použít s pilnostními signály.

Volání CQ, za kterým písmeno K nenásleduje (všeobecné volání určené všem stanicím bez žádosti o odpověď), se užívá před vysíláním informací všeho druhu, určených k tomu, aby byly čteny nebo použity kýmkoliv, kdo je může zachytit.

Volání CP, za nímž následují dvě nebo několik volacích značek nebo smluvené slovo (volání určené určitým přijímacím stanicím bez žádosti o odpověď), se užívá jen k vysílání informací všeho druhu, určených k tomu, aby byly čteny nebo použity oprávněnými osobami (zejména tiskovými agenturami, které mají předplaceny informace).

Všeobecný radiotelegrafní postup v pohyblivé námořní a letecké službě

V pohyblivé námořní a letecké službě je závazný postup, který je zde popsán, kromě případů tísňe, pilnosti a bezpečnosti.

V pohyblivé letecké službě se tak postupuje, není-li mezi zúčastněnými vládami zvláštních ujednání, obsahujících odchylná ustanovení.

Pracují-li letadlové stanice se stanicemi pohyblivé námořní služby, musí tento postup zachovávat.

Před vysíláním provede stanice vhodná opatření, aby se přesvědčila, že její vysílání nebudou rušit právě probíhající vysílání jiné stanice; je-li takové rušení pravděpodobné, vyčká stanice příhodné přestávky ve vysílání, jež by mohla rušit.

Jestliže však i při tomto postupu začne vysílání této stanice rušit nějaké již započaté vysílání, je nutno se řídit těmito pravidly:

- a) Pohyblivá stanice, jejíž vysílání ruší spojení mezi pohyblivou stanicí na jedné straně a pobřežní nebo leteckou stanicí na druhé straně, musí zastavit vysílání na první žádost příslušné pobřežní nebo letecké stanice.
- b) Pohyblivá stanice, jejíž vysílání ruší spojení mezi pohyblivými stanicemi, musí zastavit vysílání na první žádost kterékoli z těchto stanic.
- c) Stanice, která žádá, aby vysílání bylo zastaveno, musí sdělit přibližnou dobu čekání, na kterou přikazuje zastavit vysílání.



Jan Dobejval, OK1AOR, na lodi Sitno/OLGF

Volá se takto: nejvýše třikrát volací značka volané stanice; slovo DE; nejvýše třikrát volací značka volající stanice.

Jsou-li však podmínky pro navázání spojení obtížné, mohou se volací značky vysílat více než třikrát, nejvýše však desetkrát. V tomto případě se však musejí volací značky volané a volající stanice vysílat po sobě (například: ABC ABC de WXYZ WXYZ ... nebo ABC ABC ABC de WXYZ WXYZ WXYZ) až do celkového počtu nejvýše dvaceti značek. Toto volání se může vysílat třikrát s dvou-

minutovými přestávkami. Opakovat se může až po patnácti minutách.

V pásmech pohyblivé námořní služby mezi 4000 a 27 500 kHz: nejvýše třikrát volací značka volané stanice; slovo DE; nejvýše třikrát volací značka volající stanice; značka -·-·- (rozdělovací znaménko); jednou volací značka volané stanice; písmeno K.

Jsou-li podmínky pro navázání spojení obtížné, může se volací značka volané stanice vysílat nejvýše desetkrát za sebou. Volá se pak takto: nejvýše desetkrát volací značka volané stanice; slovo DE; nejvýše třikrát volací značka volající stanice; značka -·-·- (rozdělovací znaménko); jednou volací značka volané stanice; písmeno K.

Jestliže je to nutné, může se volání vyslat podruhé. Volání nebo soubor dvou postupných volání se může opakovat třikrát s dvouminutovými přestávkami. Nesmí být obnoveno dříve než po deseti minutách.

Jestliže lodní stanice volají pobřežní stanici, která oznámila, že bdí na zvláštních volacích kmitočtech 4186,5 kHz, 6279,75 kHz, 8373 kHz, 12 559,5 kHz, 16 746 kHz a 22 262,5 kHz, volá se takto: jen jednou volací značka volané stanice; slovo DE; jen jednou volací značka volající stanice.

Toto volání se může opakovat třikrát s jednominutovými přestávkami; nesmí se pak obnovit dříve než po třech minutách.

Pro volání, jakož i pro vysílání přípravných značek použije volající stanice kmitočtu, na němž bdí volaná stanice.

Lodní stanice, volající pobřežní stanici v některém kmitočtovém pásmu, přiděleném pohyblivé námořní službě mezi 4000 až 27 500 kHz, musí použít některého kmitočtu z pásma pro volání, které je pro tento účel zvlášť vyhrazeno.

Avšak při použití telegrafních soustav s přímým tiskem nebo jiných podobných soustav, může se volání po předchozí dohodě vysílat na pracovním kmitočtu v pásmech vyhrazených těmto soustavám.

Za voláním musí následovat předepsaná zkratka, udávající pracovní kmitočet a je-li třeba, i druh vysílání, jehož volající stanice hodlá použít pro vyslání své korespondence.

V pohyblivé letecké službě, jestliže nenásleduje za voláním oznámení kmitočtu pro korespondenci, znamená to:

- a) je-li volající stanicí stanice pozemní, že hodlá použít pro korespondenci svého normálního pracovního kmitočtu, uvedeného v příslušném seznamu;
- b) je-li volající stanicí stanice pohyblivá, že kmitočty pro korespondenci má volaná stanice zvolit z kmitočtů, na nichž volající stanice může vysílat.

V pohyblivé námořní službě, jestliže nenásleduje za voláním pobřežní stanice oznámení kmitočtu pro korespondenci, znamená to, že volající pobřežní stanice hodlá použít pro korespondenci svého normálního pracovního kmitočtu, uvedeného v „Seznamu pobřežních stanic“.

Má-li volající stanice vypravit do volané stanice více než jeden radiotelegram, vyšle se po předcházejících přípravných značkách předepsaná zkratka a číslo uvádějící počet radiotelegramů.

Přeje-li si kromě toho volající stanice vysílat své radiotelegramy v sériích, oznámí to a připojí předepsanou zkratku, aby si vyžádala souhlas volané stanice.

Odpověď na volání se dává takto: nejvýše třikrát volací značka volající stanice; slovo DE; volací značka volané stanice. Souhlasí-li volaná stanice s volající stanicí, vyšle:

- a) odpověď na volání;
- b) předepsanou zkratku, kterou ohlásí, že od tohoto okamžiku naslouchá na pracovním kmitočtu oznámeném volající stanicí;
- c) písmeno K, je-li volaná stanice připravena přijímat korespondenci od volající stanice;
- d) jestliže je to účelné, i předepsanou zkratku a číslici udávající sílu nebo čitelnost přijímaných značek.

Nesouhlasí-li volaná stanice s volající stanicí, pokud jde o pracovní kmitočet, jehož se má použít, vyšle:

- a) odpověď na volání;
- b) předepsanou zkratku k označení pracovního kmitočtu, jehož má použít volající stanice a je-li třeba, i požadovaného druhu vysílání;

c) popřípadě i údaje o počtu telegramů a budou-li vysílány v sérii nebo každý zvlášť.

Jakmile došlo k dohodě o pracovním kmitočtu, jehož má použít volající stanice pro svou korespondenci, vyšle volaná stanice za účasti obsaženými v odpovědi písmeno K.

Odpověď na žádost o vysílání v sériích

Když volaná stanice odpovídá volající stanici, která si přála vysílat své radiotelegramy v sériích, sdělí předepsanou zkratkou svůj souhlas nebo nesouhlas. V prvním případě uvede, je-li třeba, i počet radiotelegramů, jež je ochotna přijímat v jedné sérii.

Nemůže-li stanice přijímat ihned korespondenci, odpoví na volání, avšak písmeno K nahradí značkou - - - - (čekejte), za níž následuje číslo uvádějící pravděpodobnou dobu čekání v minutách. Přesahuje-li pravděpodobná doba čekání deset minut (pět minut, jde-li o letadlovou stanici korespondující se stanicí pohyblivé námořní služby), musí být čekání odůvodněno.

Zachytí-li stanice volání a není si jista, že je určeno jí, nesmí odpovédět dříve, dokud toto volání nebylo opakováno a dokud mu neporozuměla. Jestliže naopak stanice zachytí volání, které je jí určeno, ale má pohybnosti o volací značce volající stanice, musí odpovédět ihned, místo volací značky volající stanice však použije předepsané služební zkratky QRZ?

Průběh korespondence

Stanice pohyblivé služby vysílá svou korespondenci zpravidla na některém ze svých pracovních kmitočtů z pásma, ve kterém se uskutečnilo volání.

Každá pobřežní stanice může mimo svůj normální pracovní kmitočet, vytištěný v „Seznamu pobřežních stanic“ tučnými číslicemi, použít jednoho nebo několika dalších kmitočtů z téhož pásma.

S výjimkou tísňové korespondence se zakazuje používat pro korespondenci kmitočtů vyhrazených pro volání.

Jestliže se radiotelegram vysílá na jiném kmitočtu anebo jiným druhem vysílání, než kterého bylo použito pro volání, vyše se před radiotelegramem nejvýše třikrát volací značka volané stanice; slovo DE; nejvýše třikrát volací značka volající stanice.

Jestliže se vysílá na stejných kmitočtech a týmž druhem vysílání jako volání, dá se, je-li třeba, před vysláním radiotelegramu: volací značka volané stanice (jednou); slovo DE; volací značka volající stanice (jednou).

Radiotelegramy všech druhů vysílané lodními stanicemi a radiotelegramy veřejné korespondence vysílané letadlovými stanicemi se zpravidla číslují v denních sériích, přičemž číslo 1 obdrží každý den vždy první telegram vypravený do každé stanice.

V sérii čísel započaté v radiotelegrafii je třeba pokračovat v radiotelefonii a naopak.

Jsou-li obě stanice zařízeny tak, že mohou přecházet z vysílání na příjem bez přepínání, může vysílací stanice pokračovat ve svém vysílání až do konce telegramu nebo dokud ji přijímací stanice nepřeruší předepsanou zkratkou BK. O takovém postupu se obě stanice obvykle předem dohodnou předepsanou zkratkou QSK.

Nelze-li použít tohoto pracovního postupu, vysílají se dlouhé radiotelegramy v řeči jasné nebo tajné zpravidla po částech, přičemž každá část má padesát slov jde-li o řeč jasnou a dvacet slov nebo skupin, jde-li o řeč tajnou.

Na konci každé části se vyše značka ····· (?) značící „Přijal jste radiotelegram dobře až sem?“. Byla-li část přijata správně, odpoví přijímací stanice vysláním písmena K a ve vysílání radiotelegramu se pokračuje.

Vysílá-li stanice pohyblivé služby na pracovním kmitočtu pozemní stanice a ruší-li její vysílání, musí přerušit práci na první žádost uvedené pozemní stanice zkratkou QRT.

Vysílání radiotelegramu se ukončí značkou ····· (konec vysílání), za níž následuje písmeno K.

Vysílá-li se v sériích, označí se konec každého radiotelegramu značkou ····· a konec každé série písmenem K.

Potvrzení příjmu radiotelegramu nebo série radiotelegramů se učiní tak, že se vyše: volací značka vysílající stanice; slovo DE;

volací značka přijímací stanice; písmeno R, za nímž následuje číslo radiotelegramu nebo písmeno R, za nímž následuje číslo posledního radiotelegramu přijatého v sérii.

Potvrzení příjmu vysílá přijímací stanice na kmitočtu pro korespondenci.

Konec práce mezi dvěma stanicemi ohlásí každá z nich značkou ····· (konec práce).

Značka ····· (konec práce) se používá také: na konci každého vysílání všeobecně informačních radiotelegramů, všeobecných bezpečnostních sdělení a meteorologických informací; na konci vysílání v radiokomunikační službě na velké vzdálenosti, když bylo potvrzení příjmu odloženo nebo příjem nebyl potvrzen.

Všeobecný radiotelefonní postup v pohyblivé námořní službě

Radiotelefonní služba otevřená pro veřejnou korespondenci na palubách lodí se má, pokud možno, provozovat jako duplexní.

V radiotelefonní pohyblivé námořní službě lze použít samočinných zařízení pro volání a rozpoznávání, jakož i zařízení pro vysílání signálů, které ohlašují, že kanál je obsazen s podmínkou, že nebude působeno škodlivé rušení službě obstarávané pobřežními stanicemi.

Dříve než začne stanice vysílat, přesvědčí se, nebude-li její vysílání rušit vysílání, které již probíhá; je-li takové rušení pravděpodobné, stanice vyčká vhodné přestávky ve vysílání, jež by mohla rušit.

Kdyby přesto vysílání této stanice rušilo nějaké již probíhající vysílání, platí pravidla:

- a) Pohyblivá stanice, jejímž vysíláním je rušeno spojení mezi pohyblivou stanicí na jedné straně a pobřežní nebo leteckou stanicí na straně druhé, musí přestat vysílat, jakmile ji o to požádá příslušná pobřežní nebo letecká stanice.
- b) Pohyblivá stanice, jejímž vysíláním je rušeno spojení mezi pohyblivými stanicemi, musí přestat vysílat, jakmile ji o to požádá kterákoli z těchto stanic.

- c) Stanice, která o takové přerušení požádá, musí sdělit stanici, jejíž vysílání má být přerušeno, přibližnou dobu uloženého čekání.

Všeobecná výzva pro všechny stanice, oznamující souborné volání, se může vysílat na volacím kmitočtu takto: nejvýše třikrát „výzva pro všechny lodě“ nebo CQ (hláskované pomocí kódových slov CHARLIE QUEBEC); slovo ZDE (nebo DE hláskované pomocí kódových slov DELTA ECHO při jazykových potížích); nejvýše třikrát „... Radio“; „Poslouchejte mé souborné volání na ... kHz“.

Tento úvod se nesmí v žádném případě opakovat.

Volá se takto: nejvýše třikrát volací značka nebo kterýkoli jiný poznávací signál volané stanice; slovo ZDE (nebo DE, které se při jazykových potížích hláskuje kódovými slovy DELTA ECHO); nejvýše třikrát volací značka nebo kterýkoli jiný rozpoznávací signál volající stanice.

Po navázání spojení se může volací značka nebo kterýkoliv jiný poznávací signál vyslat jen jednou.

Je-li pobřežní stanice vybavena zařízením pro selektivní volání a má-li lodní stanice zařízení pro příjem selektivních volání, volá pobřežní stanice loď vysíláním příslušných kódových signálů.

Při navazování vnitřního spojení na palubách lodí, které jsou v teritoriálních vodách, se volá takto:

- a) hlavní stanice volá: nejvýše třikrát jméno lodi, za nímž následuje jedno písmeno (ALFA, BRAVO, CHARLIE atd.), označující vedlejší stanici; slovo ZDE; jméno lodi, za nímž následuje slovo CONTROLE;
- b) vedlejší stanice volá: nejvýše třikrát jméno lodi, za nímž následuje slovo CONTROLE; slovo ZDE; jméno lodi, za nímž následuje jedno písmeno (ALFA, BRAVO, CHARLIE atd.) označující vedlejší stanici.

Volá-li lodní radiotelefonní stanice, má pro volání použít:

- a) nosného kmitočtu 2182 kHz;
- b) některého pracovního kmitočtu;
- c) v oblastech 1 a 3 a v Grónsku nosného kmitočtu 2191,0 kHz (přidělený kmitočet 2192,4 kHz), je-li nosného kmitočtu 2182 kHz použito pro tiseň.

Pásmo mezi 4000 a 23 000 kHz:

Jestliže loďní stanice volá radiotelefonicky pobřežní stanici nebo naopak, použije buď jednoho z volacích kmitočtů, anebo pracovního kmitočtu, který je přidružen ke kmitočtu pobřežní stanice.

V pásmech mezi 156 a 174 MHz, používaných pro pohyblivou námořní službu, mají pobřežní stanice a loďní stanice volat zpravidla na kmitočtu 156,80 MHz. Volání lze však též provést na některém pracovním kanálu nebo na některém dvoukmitočtovém kanálu určeném pro volání.

Jestliže je kmitočet 156,80 MHz použit pro tísňovou, pilnostní nebo bezpečnostní korespondenci, může loďní stanice, která chce použít služby přístavního provozu, navázat spojení na kmitočtu 156,60 MHz nebo na některém kmitočtu služby přístavních operací. vytištěném tučným písmenem v „Seznamu pobřežních stanic“.

Bylo-li spojení navázáno na kmitočtu 2182 kHz, musejí pobřežní stanice pro odbavení korespondence přejít na pracovní kmitočty.

Po navázání spojení loďní stanice s pobřežní stanicí nebo s jinou loďní stanicí na volacím kmitočtu zvoleného pásma, musí se korespondence odbavit na příslušných pracovních kmitočtech těchto stanic.

Jakmile bylo navázáno spojení mezi pobřežní stanicí pro veřejnou korespondenci a loďní stanicí na kmitočtu 156,80 MHz, popřípadě na dvoukmitočtovém volacím kanálu, přejdou obě stanice pro odbavení korespondence na některou dvojici svých normálních pracovních kmitočtů. Volající stanice má uvést kanál, na který navrhuje přejít, a to tak, že jej uvede buď kmitočtem v MHz, nebo lépe číslem, kterým se kanál označuje.

Jakmile bylo na kmitočtu 156,80 MHz navázáno spojení mezi pobřežní stanicí pro službu přístavních operací a loďní stanicí, má loďní stanice uvést, jakou službu vyžaduje (plavební informace, pokyny pro pohyb ve vnitřním přístavu atd.); pobřežní stanice poté sdělí, kterého kanálu se má pro odbavení korespondence použít, a to tak, že jej uvede buď kmitočtem v MHz, nebo lépe číslem, kterým se kanál označuje.

Jakmile loďní stanice navázala spojení s jinou loďní stanicí na kmitočtu 156,80 MHz, má oznámit, kterého kanálu pro spojení mezi loďmi navrhuje použít pro odbavení korespondence, a to tak, že jej

uvede buď kmitočtem v MHz, nebo lépe číslem, kterým se kanál označuje.

Krátkou výměnu korespondence, týkající se bezpečnosti plavby, není však nutno odbavovat na pracovním kmitočtu, jestliže záleží na tom, aby vysílání přijaly všechny lodě, které jsou ve služebním obvodu.

Stanice, které zachytí vysílání, týkající se bezpečnosti plavby, musejí poslouchat sdělení tak dlouho, dokud nenabudou jistoty, že se jich sdělení netýká. Nesmějí provádět žádné vysílání, které by mohlo rušit sdělení.

Není-li volaná stanice s to přijímat korespondenci ihned, má odpovědět na volání, potom má za odpovědi následovat výzva „čkejte ... minut“ (nebo AS hláskované při jazykových potížích slovy ALFA SIERRA ... /minut), přičemž se uvede pravděpodobná čekací doba v minutách. Jestliže tato pravděpodobná čekací doba přesahuje deset minut, musí se čekání odůvodnit. Místo tohoto postupu může volaná stanice jakýmkoli vhodným způsobem oznámit, že není připravena přijímat korespondenci ihned.

Zachytí-li stanice volání, aniž si je jista, že je určeno jí, nesmí na ně odpovědět, dokud volání nebylo opakováno a dokud mu neporozuměla.

Zachytí-li stanice volání, které je jí určeno, ale má však pochybnosti o totožnosti volající stanice, musí odpovědět ihned, přičemž ji požádá o opakování její volací značky nebo jakéhokoli jiného rozpoznávacího signálu, jehož používá.

Vyřizování radiotelefonních hovorů:

Aby se odbavila radiotelefonní korespondence, má pobřežní stanice navázat co nejrychleji spojení s telefonní sítí. Pohyblivá stanice má zatím zůstat na poslechu na pracovním kmitočtu udaném pobřežní stanicí.

Není-li však možno spojení rychle navázat, musí o tom pobřežní stanice uvědomit pohyblivou stanici. Ta pak může:

- a) buď zůstat na poslechu na vhodném kmitočtu do doby, kdy bude možno spojení navázat;
- b) nebo v dohodnuté době znovu navázat spojení s pobřežní stanicí.

Potvrzení příjmu:

Příjem radiotelegramu nebo série radiotelegramů se potvrzuje tímto způsobem: volací značka nebo jakýkoli jiný rozpoznávací signál vysílací stanice; slovo ZDE (nebo DE, které se při jazykových potížích hláskuje kódovými slovy DELTA ECHO); volací značka nebo jakýkoli jiný rozpoznávací signál přijímací stanice; „Vaše číslo ... přijato, konec“ nebo R hláskované kódovým slovem ROMEO ... (číslo), K hláskované při jazykových potížích slovem KILO; nebo „Vaše čísla ... až ... přijata, konec“ nebo R hláskované kódovým slovem ROMEO ... (čísla), K hláskované při jazykových potížích slovem KILO.

U radiotelegramu nebo série radiotelegramů se vysílání nesmí považovat za skončené, dokud potvrzení příjmu nebylo náležitě přijato.

Konec práce mezi dvěma stanicemi ohlásí každá z nich slovem „skončeno“ (nebo VA hláskované při jazykových potížích kódovými slovy VICTOR ALFA).

Tísňový provoz

Nejdříve několik příkladů ze staničního deníku:

7. prosince 1959 jsou izobary nad Severním mořem, nad kanálem La Manche a přilehlou částí Atlantického oceánu nahuštěny. Tlak vzduchu má velký gradient, prochází cyklóna, doprovázená vichřicí.

Když chvíli sledujeme kmitočet 500 kHz, víme, co se děje na moři. Je určen pro volání a tísňový provoz a všechny pobřežní a velké lodní stanice zde nepřetržitě poslouchají. Stanice, které si mají co říci, se po navázání spojení přeladují. V patnácté a čtyřicáté minutě každé hodiny všechny signály na tři minuty zmlknou a je slyšet jen šum přijímače. Lodě i pobřežní stanice poslouchají, jestli nějaká slabá stanice nevolá o pomoc. Tři minuty uplynou a čilý ruch ožívá.

Ve 20 hodin 44 minuty zaznívá do klubka signálů výzva norské pobřežní stanice Farsund Radio:

20.44 SOS CQ CQ CQ LGZ SHIPS ARE REQUESTED STAND BY

- SOS — všem — volá Farsund Radio — žádáme lodi, aby byly na příjmu a dávaly pozor.
- 20.45 SOS TFXB DE LGZ.
Farsund volá islandskou loď TFXB.
SOS LGZ DE TFXB K.
Farsund Radio, loď TFXB je pro vás na příjmu, vysílejte:
- 20.46 SOS TFXB LGZ PLEASE SEARCH FOR MERKUR/
DJDD STBY 500
TFXB, zde Farsund, prosím hledejte Merkura, volací značka DJDD, buďte na příjmu na 500 kHz.
- 20.48 LGZ TFXB QSL TU STBY 500.
Farsund, zde islandská loď TFXB, potvrzují příjem vaší zprávy a děkují; zůstávám na příjmu na kmitočtu 500 kHz LGZ TU.
Farsund Radio děkuje.
- 20.52 SOS LGZ TFXB K.
Farsund, volá vás TFXB.
LGZ.
Farsund Radio na příjmu.
LGZ TFXB DISTANCE APPROX?
Farsund, zde TFXB, jaká je přibližná vzdálenost?
SOS TFXB LGZ R TU.
TFXB, zde Farsund, přijal jsem Váš dotaz, děkuji.
- 20.58 SOS DE LGQ 2035 GMT FURTHER MYDAY ON 2033
KC/S IN PSN 58 N 04 30 E AREA PLEASE KEEP SHARP
LOOK OUT AND REPORT TO LGQ — 072035 GMT.
SOS z pobřežní stanice Stavanger — ve 20 h 35 min greenwichského času bylo zachyceno další radiotelefonické volání o pomoc na kmitočtu 2033 kHz z polohy 58°00' severní šířky, 0°30' východní délky. Prosíme, dávejte dobrý pozor na tuto oblast a podávejte zprávy stanici Stavanger Radio.
Ve Farsundu mezitím zjistili, že v blízkosti Merkura je ještě švédská loď SJOA a žádají, aby plula na pomoc Merkuru:
- 21.03 SOS SJOA LGZ PSE PROCEED TO DJDD.
Na kmitočtu se objevila dánská loď OYWB a švédská loď SIUA, která volá libanonskou ODC8. Farsund Radio zakročuje:

21.10 QRT DISTRESS.

Zastavte vysílání! Rušíte tísňový provoz.

- 21.20 SOS DE LGZ — FOLLOWING RECEIVED FROM
GERMAN SHIP MERKUR DJDD VIA DAN POS
58 00 N 00 03 E AT 2048 GMT NEEDS IMMEDIATE
ASSISTANCE ALL SHIPS IN VICINITY REQUESTED
TO REPORT THEIR POSITION**

SOS, zde Farsund Radio — Byla zachycena tato zpráva z německé lodi Merkur prostřednictvím německé pobřežní stanice Norddeich, volací značka DAN — ve 20 hodin 48 minut měla polohu 58°00' severní šířky, 0°03' východní délky a potřebuje okamžitou pomoc. Všechny lodě v jejím sousedství se žádají, aby hlásily svou polohu.

Po několika minutách se hlásí anglická loď GJTQ, kterou však neslyším. Farsund jí odpovídá:

- 21.31 GJTQ DE LGZ R OK TU BUT TOO FAR OFF OK TU
GJTQ, zde Farsund, přijato, rozumím, děkuji, avšak jste
příliš daleko. Děkuji.**

- 21.41 SOS TFXB DE LGZ SJOA DE LGZ — PSE CAN U TAKE
BEARING ON TFN 3161 KC? K
SOS TFXB a SJOA, zde Farsund. Můžete zaměřovat podle
telefonického vysílání na kmitočtu 3161 kHz?**

Merkur je malá nákladní loď, vysílá pouze radiotelefonicky. Její vysílač může pracovat jen v rozsahu 1605 až 4000 kHz. Na 500 kHz nemůže pracovat. Islandskou loď TFXB ani švédskou loď SJOA neslyším. Farsund Radio jim odpovídá:

- 21.45 SOS SJOA LGZ OK TU
SOS TFXB DE LGZ R OK UNDERSTAND UR
SITUATION TU
SOS SJOA, TFXB, zde Farsund, přijato, rozumím vaši si-
tuaci, děkuji.**

Hlásí se norská loď LNYE. Farsund Radio se ptá:

- 22.20 SOS LNYE DE LGZ — PSE ARE YOU PROCEEDING
FOR MERKUR? AND PSE REPT UR POSN?**

LNYE, zde Farsund. Prosím, jedete k Merkuru? A prosím, podali byste zprávu o Vaší poloze?

Další loď se hlásí:

22.22 SOS LGZ DE SDMR — SWEDISH MOTORSHIP INGA GORTHON 3500 DW TONS BOUND LIVERPOOL
POSITION N 58 10 E 03 31 AT 2200 HOURS — MASTER
HW

SOS Farsund, zde SDMR, švédská motorová loď Inga Gorthon 3500 tun. Jedeme do Liverpoolu a ve 22 hodin 20 minut jsme měli polohu 58°10' severní šířky, 3°31' východní délky. Kapitán.

SDMR DE LGZ R AS

Inga Gorthon, zde Farsund, čekejte!

22.34 SDMR LGZ — ACORDING TO UNCERTAIN POSN OF
THE MERCUR AND SHIP DRIFTING WESTWARD
CAN U PLEASE PROCEED POSN?

Inga Gorthon, zde Farsund. Můžete se přibližovat k Merkuru i vzhledem k jeho nejisté poloze a unášení západním směrem?

C

Ano.

SOS SDMR LGZ R OK FINE TKS AND STB 500 PSE
CAN YOU TAKE BEARING ON RFT? ON 3161 KC/S?
SOS Inga Gorthon, zde Farsund. Rozumím, jsme dohodnuti, výborně, děkuji. Buďte na příjmu na kmitočtu 500 kHz. Prosím, můžete zaměřovat na radiotelefonii na kmitočtu 3161 kHz?

22.35 SOS LGZ SDMR R AS

SOS Farsund, odpovídá Inga Gorthon, rozumím, čekejte.

22.37 SOS LGZ DE SDMR BEARING OK

Farsund, zde Inga Gorthon. Se zaměřováním je to v pořadku.
SOS SDMR LGZ R OK — PSE STB FOR BEARING NW
SS MERKUR WILL SEND ON 3161 KC/S TRI NW OK?
SOS Inga Gorthon, zde Farsund, rozumím, jsme dohodnuti. Prosím buďte připraven k zaměřování. Teď bude Merkur vysílat na kmitočtu 3161 kHz. Zkuste to teď, ano?

Inga Gorthon je velká loď. Její vysílací stanice může pracovat telegraficky v pásmech 405 až 535 kHz a 4000 až 25 110 kHz, telefonicky od 1615 do 23 000 kHz a na VKV v pásmu 156—174 MHz.

22.47 SOS SDMR DE LGZ PSE TELL US WHEN U ARE
READY FOR TAKE BEARING?

SOS Inga Gorthon, zde Farsund. Prosím, řekněte nám, až budete připraveni k zaměřování?

SOS LGZ DE SDMR R OK READY NW

SOS Farsund, zde Inga Gorthon, rozumím, v pořádku, jsme připraveni.

22.50 SOS SDMR LGZ NW OK NW SENDING 3161 NW

SOS Inga Gorthon, odpovídá Farsund, v pořádku, nyní vysílá na 3161 kHz.

23.07 SOS SDMR DE LGZ CAN U GVE US ANY RESULT OF
BEARING?

SOS Inga Gorthon, zde Farsund, můžete nám dát nějaké výsledky ze zaměřování?

Istambulská přístavní stanice TAH pracuje na 500 kHz a v Praze znemožňuje příjem ostatních signálů. Farsund Radio volá loď Inga Gorthon:

23.08 SOS SDMR LGZ 500 K.

23.14 SOS SDMR LGZ 500 K.

Inga Gorthon, vysílejte na kmitočtu 500 kHz!

SOS LGZ SDMR NO RESULTS

SOS Farsund, zde Inga Gorthon, žádné výsledky.

23.15 SOS SDMR DE LGZ R OK WILL TRY IN ABT 30 MINS
AGN — BEARING TAKEN OF FREDRIK LANGAARD
SEEMS TO THAT MERKUR IS DRIFTING
NORTHWESTWARD Inga Gorthon, rozumím, ano, zkuste zase asi za 30 minut. Podle měření lodi Fredrik Langaard se zdá, že Merkur je unášen k severozápadu (Fredrik Langaard = LKJN).

23.16 SOS LGZ DE SDMR OK R TU

SOS Farsund, odpovídá Inga Gorthon, v pořádku, rozumím, děkuji.

- 23.32 SOS LGZ SJOA APPROX 11 MILES GO COURSE 200
DEGS REACH HIM PSN ABT ONE HOUR
SOS Faarsund, zde je švédská loď SJOA. Jsme vzdáleni přibližně 11 mil. Jedeme kursem 200 stupňů a dostaneme se k němu na jeho polohu asi za hodinu.
SOS SJOA LGZ R OK TU.
SOS SJOA, zde Farsund, rozumím, v pořádku, děkuji.
- 23.45 SOS SDMR DE LGZ TRY A NEW BEARING FR
MERKUR NOW IN 2216 KC/S.
SOS Inga Gorthon, zde Farsund, zkuste znovu zaměřit Merkura, který teď vysílá na kmitočtu 2216 kHz.
LGZ SDMR R
Farsund, zde Inga Gorthon, rozumím.
SDMR LGZ TU.
- 23.55 SOS SDMR DE LGZ DID U GET HIM NW?
SOS Inga Gorthon, zde Farsund, zachytil jste ho?
SOS LGZ SDMR SRI NO
SOS Farsund, odpovídá Inga Gorthon, bohužel ne.
SOS SDMR DE LGZ R OK SRI NW TRY LATER QRX 500
SOS Inga Gorthon, zde Farsund, ano, rozumím, škoda, že to nejde, pokuste se později, čekejte na kmitočtu 500 kHz.
- 23.56 SOS SJOA LGZ HE IS LSN 1750 FR LGZ BUT CAN
CHANGE IF U WANT? SENDS ON 2216 KC
SOS Raunala, zde Farsund, přijímá naši stanici LGZ na kmitočtu 1750 kHz, avšak je možno přeladit, jestliže si přejete? Vysílá na 2216 kHz.

Blíží se půlnoc. Z toho, co bylo až dosud zachyceno, je možno utvořit si následující obrázek:

V Severním moři východně od Skotska došlo v prudké bouři k poškození lodi Merkur, zřejmě k poruše kormidla. Loď je unášena severozápadním směrem. Řízení záchranných prací se ujala norská pobřežní stanice Farsund Radio na jižním cípu Norska. Na pomoc Merкуру jedou švédské lodě Inga Gorthon SDMR a Raunala SJOA. Protože Merkur je unášen vlnami, není jeho poloha přesně známa. Merkur vysílá radiotelefonicky a všechny okolní stanice se snaží za-

měřit jeho polohu. Jeho stanice je slabá a zaměřování se příliš nedaří. Norská loď Fredrik Langaard LKJN svým goniometrem zjišťuje směr, kterým se Merkur pohybuje. Nejblíže k Merkuru je nyní Raunala SJOA, která by k němu měla dorazit po půlnoci, 8. prosince 1959.

00.08 SOS SJOA AND SDMR DE LGZ NW MERKUR WILL SEND A ROCKET KEEP SHARP LOOK OUT

SOS, zde Farsund Radio, voláme Raunalu a Inga Gorthon, Merkur vystřelí raketu, dávejte dobrý pozor!

Obě lodi jsou již tak blízko, že začínají hledat Merkura pomocí optických signálů. Záchranné práce vstupují do rozhodujícího stadia.

— . . . —

21. května 1972, na kmitočtu 500 kHz:

20.40 SOS DDD DE GLV (Anglesey Radio):

„Přibližně ve 20.30 bylo zachyceno volání MAYDAY z neznámé jachty, snad z ostrova Man z pozice 17 mil jihovýchodně až jižně od Carlingford Lough. Zpráva byla zachycena radioamatérem v Dublinu a ověřena irskou policií v Dublinu. Záchranný člun v Clogherhead byl informován a za krátko vyjede. Majáky v Bailey a Rockabill informovány.“

20.54 Irská loď Herbert D, volací značka EIWN, se vydává směrem mezi Rockabill a St. Johns. ETA SEARCH AREA 23.30 — pravděpodobný příjezd do oblasti pátrání ve 23.30.

21.00 DE GWJQ, Esso Brixham, 10 mil východo-jiho-východně vyjíždí do oblasti pátrání. ETA za hodinu.

21.03 DE GMIR, Sir Lamelot, na cestě do Carlingford Lough, vzdálená 20 mil východně, ETA 23.20.

21.10 DE DKAR, Athene, ETA 22.40.

21.14 Vyjíždí záchranný člun z Clogherhead.

SOS SOS DDD DE GLV = 212 306 Z = (Anglesey Radio opakuje zprávy. K akci se přidala loď Hull Gate, volací značka GNAJ).

22. května 1972:

00.40 3B 3B DDD DE GLV = Od Hull Gate GNAJ. V 00.29 vzala do vleku jachtu Royle Fifer v poloze 53 45 NORTH 05 20

WEST se čtyřmi osobami, nyní na palubě Hull Gate stop směřuje do Dublinu a potvrzuje původní volání MAYDAY počínaje 18.00 hodinou. GMT z jachty Royle Fifer stop QUM QUM = GLV 2200 Z = 3B DE GLV TKS SK.

QUM = konec tísňového provozu. Zachráněním čtyř osob z bezmocné jachty v rozbouřeném Irském moři skončila záchranná akce zahájená tím, že amatér sledoval tísňovou frekvenci 2182 kHz, zachytil tísňové volání, které žádá úřední stanice neslyšela a informoval policii. Snad se někdy ještě podaří zjistit jeho jméno.

— . . . —

25. listopadu 1973, 500 kHz:

21.00 TTT CQ DE DHS GALE WNG TFC LIST QSW 432+

Rügen Radio oznamuje, že bude vysílat výstrahu před vichřicí a seznam lodních stanic, pro které došly do Rügenu telegramy. Přeladí na 432 kHz. Vzápětí vysílá na 432 kHz: GALE WARNING 252000 GMT = (zpráva z 20 hodin dne 25. 11.) = vichřice severozápadní, síla 8—9 bezprostředně hrozí v západním a středním Baltu. NW TFC LIST EKXA, EWO, HNGR atd. Loď EKXA zavolá pak DHS na kmitočtu 500 kHz a dostane pokyn k přeladění na 425 kHz. Spojení je navázáno, volací kmitočet uvolněn a na 425 kHz se vyřídí korespondence.

Signálu TTT se používá nejen k hlášení vichřic, ale i jiných, pro bezpečnost plavby důležitých informací. Znovu se na kmitočtu 500 kHz ozývá Rügen Radio:

21.39 „TTT DE DHS NX QSW 434+“ Na 434 kHz slyšíme:

„TTT CQ DE DHS NAVWNG NO 77 252120 GMT = BALTIC SWINOUJSCIE WESTERN ENTRANCE BUOY 4C EXTINGUISHED+“

(Je zavedeno, že se všeobecně důležité informace — v tomto případě výstraha pro plavbu — navigation warning — vysílají anglicky. Proto je zkouška z angličtiny součástí zkoušky palubních radiotelegrafistů.) Dovídáme se, že bóje 4C u západního vjezdu do Svinoústí zhasla. Přelaďujeme zpět na 500 kHz.

21.51 XXX CQ DE OXB QSW 429

Toto bude zpráva, která se týká lidských životů. Kmitočet 429 kHz:

XXX CQ DE OXB = 5 červených raket bylo pozorováno v 25 1700 GMT západně od Svenderhostop, loď v sousedství se žádají, aby dávaly dobrý pozor a informovaly Blaavand Radio +

— . . . —

2. prosince 1972, 500 kHz:

16.15 zpráva z FFU (Brest-Le Conquet): MAYDAY/RELAY ze španělské lodi Ignacioferrer, EDQD, zachycená v 16.10 na frekvenci 2182 kHz. Požár.

18.02 K ohrožené lodi připlula Palas, PGQP, a pomohla oheň uhasit. QUM.

18.18 XXX CQ DE TCYP = Na 36 02 N 08 15 W hoří pobřežní loď. Pokoušíme se přiblížit. + Další požár, který zpozorovala turecká loď Mithat Pasa/TCYP.

19.31 TCYP DE TAH UP.

Istambul volá loď Mithat Pasa. Odladují se z 500 kHz.

19.31 Někdo se ptá: SHIP IN FIRE? Hoří loď? Na kmitočtu 500 kHz je čilý ruch, volání.

19.45 AS SP.

Počkejte! Silence period! Všechno na tři minuty utichne.

19.54 SOS DDD Brest oznamuje, že v 19.40 se Leninabad/UYDP přiblížil k hořící lodi. Ta nevysílá žádné signály a není zatím známo ani její jméno ani národnost.

20.24 Zpráva z Leninabadu/UYDP: „Vzali jsme na palubu 16 mužů posádky z motorové lodi Nigoco, 3 muže převzala jiná loď. Kapitán říká, že dva muži byli zabiti ve strojovně stop díky všem sousedním lodím za pomoc master (= kapitán). QUM.“

Konec tísňového provozu.

3. prosince 1972:

V ranních rozhlasových zprávách se praví, že paraguayská loď Nigoco stále ještě hoří. Výbuch ve strojovně zřejmě vyřadil z provozu i její radiostanici.

— . . . —

6. prosince 1973:

18.41 „XXX CQ DE DAN (Norddeich Radio): 18.16 bylo zachyceno na 5. kanálu VHF z pobřežní lodi Grete Harschildt/ /DNCX, poloha 53°50' s. š., 07°05' v. d., že je v nebezpečí, v bouři ztratila i víko palubního průřezu a potřebuje pomoc stop lodě v udané oblasti, hlaste se +“

Na VKV je tísňovým kmitočtem 156,8 MHz; letecké tísňové frekvence jsou 121,5 MHz a 123,1 MHz. Když se letadla zúčastní záchranných akcí na moři, pracují s mobilními stanicemi na 3023 kHz. Vedle 2182 kHz je v 1. a 2. oblasti (pomocným) tísňovým kmitočtem 4125 kHz a v 3. oblasti 6215,5 kHz. O veškerých případech tísňové korespondence, i když se odehrávají na krátkých nebo velmi krátkých vlnách, se dovíme na tradičním tísňovém kmitočtu 500 kHz. Spojení mezi pohyblivými stanicemi, resp. také s pozemními, které se zúčastňují koordinovaných pátrání a záchranných operací, se může konat na 5680 kHz.

Každá pobřežní stanice mezinárodní radiotelefonní pohyblivé námořní služby v pásmu 156—174 MHz má, podle možností, po dobu svých služebních hodin zajistit v tomto pásmu sluchovými prostředky účinné bdění na kmitočtu 156,8 MHz.

Kmitočet 2182 kHz je mezinárodním tísňovým kmitočtem v radiotelefonii; používá se pro tísňová volání a tísňovou korespondenci, pro signály rádiových návěstidel pro určení místa katastrofy, pro pilnostní signály a pilnostní zprávy, jakož i pro bezpečnostní signály.

Bezpečnostní zprávy se vysílají, pokud je to prakticky možné, na pracovním kmitočtu po předchozím ohlášení na kmitočtu 2182 kHz.

Přesto však lodní a letadlové stanice, které nemohou vysílat na kmitočtu 2182 kHz, smí použít jakéhokoli jiného kmitočtu, který je k dispozici a na němž mohou upoutat pozornost.

S výjimkou oprávněných vysílání na nosném kmitočtu 2182 kHz je jakékoli vysílání na kmitočtech mezi 2173,5 a 2190,5 kHz zakázáno.

Dříve, než stanice pohyblivé služby zahájí vysílání na kmitočtu 2182 kHz, přesvědčí se nejprve poslechem na tomto kmitočtu po dostatečně dlouhou dobu, že na něm neprobíhá žádný tísňový provoz.

Všechny pobřežní stanice, které jsou otevřeny pro veřejnou ko-

respondenci a které ve své oblasti tvoří hlavní ochranný článek v případě tísně, musí v době svých služebních hodin zajistit bdění na kmitočtu 2182 kHz.

Tyto stanice zajišťují bdění operátorem, který používá sluchátko, dvojitě sluchátko nebo reproduktor.

Kromě toho mají lodní stanice zajišťovat co nejrozsáhlejší bdění na kmitočtu 2182 kHz, aby mohly přijímat všemi vhodnými prostředky poplachový radiotelefonní signál, jakož i tíšňové, pilnostní a bezpečnostní signály.

Lodní stanice otevřené pro veřejnou korespondenci mají po dobu svých služebních hodin zajišťovat podle možností bdění na kmitočtu 2182 kHz.

Žádné ustanovení Radiokomunikačního řádu nemůže bránit pohyblivé stanici, která je v tísní, použít všech prostředků, které má k dispozici, aby na sebe upozornila, oznámila své postavení a obdržela pomoc.

Žádné ustanovení Radiokomunikačního řádu nemůže bránit pozemní stanici použít za mimořádných okolností všech prostředků, které má k dispozici, aby pomohla pohyblivé stanici v tísní.

Tíšňové volání a tíšňová zpráva se vysílají jen na rozkaz velitele nebo osoby odpovědné za loď, letadlo nebo jakýkoli jiný dopravní prostředek, na němž je pohyblivá stanice.

V případech tísně, pilnosti nebo bezpečnosti:

- a) v radiotelegrafii nesmí rychlost vysílání překročit zpravidla šestnáct slov za minutu;
- b) v radiotelefonii se musí vysílat pomalu a zřetelně, přičemž se každé slovo musí jasně vyslovit, aby se usnadnilo jeho zapsání.

Má se popřípadě používat zkratk a značek, jakož i hláskovacích tabulek pro písmena a číslice; při jazykových potížích se kromě toho doporučuje používat Mezinárodního značkového kódu.

Radiotelegrafním tíšňovým signálem je skupina ···——···, symbolizovaná písmeny SOS, která se vysílá jako jediná značka, v níž se čárky dávají tak zřetelně, aby se jasně odlišily od teček.

Radiotelefonním tíšňovým signálem je slovo MAYDAY, jež se vyslovuje jako francouzský výraz „m'aider“ (vyslov: „médé“).

Tíšňové volání vysílané radiotelegraficky obsahuje: tíšňový signál

SOS (vyslaný třikrát); slovo DE; volací značku pohyblivé stanice v tísni (vyslanou třikrát).

Tísňové volání vysílané radiotelefonicky obsahuje: tísňový signál MAYDAY (vyslovený třikrát); slovo ZDE (nebo při jazykových potížích DE, jež se hláskuje pomocí kódových slov DELTA ECHO); volací značku nebo jakýkoli jiný způsob označení totožnosti pohyblivé stanice v tísni (vysloví se třikrát).

Tísňové volání má naprostou přednost před každým jiným vysíláním. Všechny stanice, které je zaslechnou, musejí okamžitě přestat s vysíláním, které by mohlo rušit tísňovou korespondenci a musejí dále poslouchat na kmitočtu, na kterém se vysílá tísňové volání. Toto volání nesmí být adresováno žádné určité stanici a jeho příjem se nesmí potvrdit dokud nebyla vyslána tísňová zpráva, která za ním následuje.

Radiotelegrafní tísňová zpráva obsahuje: tísňový signál SOS; jméno nebo jakýkoli jiný způsob označení totožnosti pohyblivé stanice v tísni; údaje o její poloze; povahu tísně a druh žádané pomoci; jakékoli jiné sdělení, které by mohlo tuto pomoc usnadnit.

Radiotelefonní tísňová zpráva obsahuje: tísňový signál MAYDAY; jméno nebo jakýkoli jiný způsob označení totožnosti pohyblivé stanice v tísni; údaje o její poloze; povahu tísně a druh žádané pomoci; jakékoli jiné sdělení, jež by mohlo tuto pomoc usnadnit.

Loď označuje zpravidla svou polohu zeměpisnou šířkou a délkou (podle Greenwiche), přičemž použije pro stupně a minuty číslic, doplněných buď slovem NORTH (sever) nebo SOUTH (jih) a slovem EAST (východ) nebo WEST (západ). V radiotelegrafii se oddělí stupně oď minut značkou ---. Je-li to prakticky možné, lze dát správné zaměření a vzdálenost v námořních mílech od některého známého zeměpisného bodu.

Letadlo ohlásí ve své tísňové zprávě, pokud na to má čas, zpravidla tyto údaje: předpokládanou polohu a dobu, kdy byla předpokládána; kurs ve stupních (přitom se uvede, zda jde o kurs magnetický či o kurs pravý); rychlost na ukazateli s ohledem na vítr; výšku; typ letadla; povahu tísně a druh žádané pomoci; jakékoli jiné údaje, jež by mohly usnadnit záchranu (zejména úmysl velitele letadla provést např. nouzové přistání na moři nebo na zemi).

Letadlo za letu udává svou polohu v radiotelefonii nebo v radiotelegrafii zpravidla: buď svou zeměpisnou šířkou a délkou (podle Greenwiche), přičemž použije pro stupně a minuty číslic, doplněných buď slovem NORTH (sever) nebo SOUTH (jih) a EAST (východ) nebo WEST (západ); anebo jménem nejbližšího místa a svou přibližnou vzdáleností od tohoto místa, k čemuž se podle okolností připojí některé ze slov NORTH (sever), SOUTH (jih), EAST (východ) nebo WEST (západ), popřípadě, je-li to prakticky možné, slova označující mezilehlé směry.

V radiotelegrafii mohou být však slova NORTH (sever) nebo SOUTH (jih) a EAST (východ) nebo WEST (západ), nahrazena písmeny N nebo S a E nebo W.

Radiotelegrafní tíšňový postup obsahuje: poplachový signál, za nímž následují v pořadí: tíšňové volání a dvouminutová přestávka; tíšňové volání; tíšňová zpráva; dvě čárky, každá v trvání deseti až patnácti sekund; volací značka stanice v tíšni.

Je-li však čas životně důležitý, lze druhou část tohoto postupu, popřípadě první a druhou část, vynechat nebo zkrátit. První a druhou část lze vynechat také za takových okolností, kdy se vysílání poplachového signálu nepovažuje za nutné.

Tíšňová zpráva v 15. a 45. minutě, již předchází tíšňové volání, se s přestávkami opakuje, zejména (pro radiotelegrafii), dokud se nezachytí odpověď.

Přestávky však musejí být dostatečně dlouhé, aby stanice, které se připravují odpovědět, měly čas uvést do provozu svá vysílací zařízení.

Je-li to nutné, lze opakovat i poplachový signál.

Vysílání, jež mají rádiovým zaměřovacím stanicím umožnit určení polohy stanice v tíšni, lze v případě nutnosti častěji opakovat.

Nedostane-li pohyblivá stanice v tíšni odpověď na tíšňovou zprávu vysílanou na tíšňovém kmitočtu, může zprávu opakovat na kterémkoli jiném kmitočtu, který má k dispozici, na němž by bylo možno upoutat pozornost.

Bezprostředně před havarijním přistáním letadla nebo před jeho nouzovým přistáním na zemi nebo na moři, jakož i před úplným opuštěním lodi nebo letadla, mají být rádiové přístroje, jeví-li se to nutným a dovolují-li to okolnosti, nařizeny na trvalé vysílání.

Radiotelefonní tísňový postup obsahuje: poplachový signál (vždy, když je to možné), za nímž postupně následují: tísňové volání; tísňová zpráva.

Po radiotelefonním vysílání tísňové zprávy lze pohyblivou stanicí vyzvat, aby vysílala vhodné signály doplněné její volací značkou nebo jakýmkoli jiným způsobem označení totožnosti, které by umožnily rádiovým zaměřovacími stanicemi určit její polohu. V případě nutnosti je možno tuto žádost častěji opakovat.

Tísňová zpráva, již předchází tísňové volání, se s přestávkami opakuje, zejména během pomlky ve 30. a 00. minutě (pro radiotelefonii), dokud se nezachytí odpověď. Další pokyny platné pro radiotelegrafii platí i pro radiotelefonii.

Stanice pohyblivé služby, které zachytí tísňovou zprávu pohyblivé stanice, jež je nepochybně v jejich sousedství, musejí okamžitě potvrdit její příjem.

V pásmech, kde lze navazovat spolehlivá spojení s jednou nebo několika pobřežními stanicemi, mají však stanice potvrdit příjem až po krátké přestávce, aby potvrzení příjmu mohla vyslat pobřežní stanice.

Stanice pohyblivé služby, které zachytí tísňovou zprávu pohyblivé stanice, jež bezpochyby není v jejich sousedství, musejí s potvrzením jejího příjmu krátkou dobu vyčkat, aby umožnily stanicím, které jsou ve větší blízkosti pohyblivé stanice v tísni, nerušeně příjem potvrdit.

Příjem tísňové zprávy se potvrzuje takto:

- a) v radiotelegrafii: volací značka stanice vysílající tísňovou zprávu (vyšle se třikrát); slovo DE; volací značka stanice potvrzující příjem (vyšle se třikrát); skupina RRR; tísňový signál.
- b) v radiotelefonii: volací značka nebo jiné označení totožnosti stanice vysílající tísňovou zprávu (vysloví se třikrát); slovo ZDE (nebo při jazykových potížích DE, jež se hláskuje pomocí kódových slov DELTA, ECHO); volací značka nebo jakékoli jiné označení totožnosti stanice potvrzující příjem (vysloví se třikrát); slovo PŘIJATO (nebo RRR, jež se při jazykových potížích hláskuje pomocí kódových slov ROMEO, ROMEO, ROMEO); tísňový signál.

Každá pohyblivá stanice, která potvrzuje příjem tísňové zprávy, musí na rozkaz velitele nebo osoby odpovědné za loď, letadlo nebo dopravní prostředek oznámit pokud možno nejdříve níže uvedené údaje v pořadí: své jméno; svou polohu; rychlost, jíž se přibližuje k pohyblivé stanici v tísni a přibližnou dobu, kterou potřebuje, aby se k ní dostala; kromě toho, jestliže se zdá být poloha lodi v tísni pochybná, mají lodní stanice rovněž vysílat, pokud je znají, právě zaměření lodi v tísni, před nímž se uvede zkratka QTE.

Než stanice vyšle zprávu, musí se přesvědčit, že nebude rušit vysílání stanic, které mají pro poskytnutí okamžité pomoci stanici v tísni lepší polohu.

Tísňový provoz je souhrn všech zpráv o okamžité pomoci, kterou potřebuje pohyblivá stanice v tísni.

Při tísňovém provozu se vysílá před voláním a na začátku záhlaví každého radiotelegramu tísňový signál.

Řízení tísňového provozu přísluší pohyblivé stanici v tísni nebo stanici, která vyslala tísňovou zprávu. Tyto stanice však mohou postoupit řízení tísňového provozu jiné stanici.

Stanice v tísni nebo stanice, která řídí tísňový provoz, může uložit mlčení buď všem stanicím pohyblivé služby příslušné oblasti nebo stanici, která by tísňovou korespondenci rušila. Podle toho pak adresuje své pokyny buď „všem“ (CQ) nebo jen některé stanici. V obou případech použije: v radiotelegrafii zkratky QRT, za níž následuje tísňový signál SOS; v radiotelefonii signálu SILENCE MAYDAY, který se vysloví jako francouzská slova: „silence, m'aider“ (vyslov: „siláns, médé“).

Považuje-li to za nutné, může mlčení uložit také každá stanice pohyblivé služby, která je blízko lodi, letadla nebo vozidla v tísni. K tomu použije:

- a) v radiotelegrafii zkratky QRT, za níž následuje slovo DÉTRESSE (anglicky DISTRESS) a její vlastní volací značka;
- b) v radiotelefonii slovo SILENCE, které se vysloví jako francouzské slovo „silence“ (vyslov: „siláns“), za nímž následuje slovo DÉTRESSE a její vlastní volací značka.

V radiotelegrafii musí být použití signálu QRT SOS vyhrazeno pohyblivé stanici v tísni a stanici, která řídí tísňový provoz.

V radiotelefonii je používání signálu SILENCE MAYDAY vyhrazeno pohyblivé stanici v tísni a stanici, která řídí tísňový provoz.

Každá stanice pohyblivé služby, která ví o tísňovém provozu a která nemůže stanici v tísni sama pomoci, musí přesto tísňový provoz sledovat, dokud si není jista, že je pomoc zajištěna.

Žádná stanice, která ví o tísňovém provozu, ale která se jej nezúčastní, nesmí vysílat na kmitočtech, na nichž tísňový provoz probíhá, dokud nedostane zprávu, že může obnovit svou normální činnost.

Stanice pohyblivé služby, která je i při plném sledování tísňového provozu schopna pokračovat ve své pravidelné službě, může v ní pokračovat, jakmile je tísňový provoz dobře zajištěn s podmínkou, že nebude tísňový provoz rušit.

Ve zcela výjimečných případech a s podmínkou, že tím nedojde k žádnému rušení nebo ke zdržení v průběhu tísňového provozu, mohou v době klidu tísňového provozu především pobřežní stanice ohlásit na tísňovém kmitočtu vysílání pilnostních a bezpečnostních zpráv. V oznámení musí být uveden pracovní kmitočet, na kterém se bude pilnostní nebo bezpečnostní zpráva vysílat; v tomto případě se mají vysílat signály jen jednou (například: XXX DE AVC QSW ...).

Pozemní stanice, která přijme tísňovou zprávu, musí učinit ihned potřebná opatření, aby byli informováni příslušní činitelé, kteří odpovídají za nasazení záchranných prostředků

Je-li tísňový provoz ukončen, nebo není-li třeba zachovávat na některém kmitočtu, jehož se použilo pro tísňový provoz, mlčení, vyše stanice, která tento provoz řídila, právě na tomto kmitočtu zprávu adresovanou „všem“ (CQ), že může být obnoven normální provoz.

V radiotelegrafii vypadá tato zpráva takto: tísňový signál SOS: volání „všem“ CQ (vysílá se třikrát); slovo DE; volací značka stanice, která zprávu vysílá; hodina podání zprávy; jméno a volací značka pohyblivé stanice, která byla v tísni; předepsaná zkratka QUM.

V radiotelefonii zní tato zpráva takto: tísňový signál MAYDAY: volání „všem“ nebo CQ (hláskuje se pomocí kódových slov CHAR-

LIE, QUEBEC), jež se vysloví třikrát; slovo ZDE (nebo DE, hláskované za jazykových obtíží pomocí kódových slov DELTA, ECHO); volací značka nebo jakékoli jiné označení totožnosti stanice, která zprávu vysílá; hodina podání zprávy; jméno a volací značka pohyblivé stanice, která byla v tísni; slova SILENCE FINI, vyslovená jako francouzská slova „silence fini“ (vyslov: „siláns fini“).

Jestliže osoba odpovědná za stanici v tísni, která předala řízení tísňového provozu jiné stanici, se domnívá, že již není třeba zachovávat mlčení, musí o tom ihned informovat stanici, která řídí tísňovou korespondenci.

Pohyblivá stanice nebo pozemní stanice, která se dozví, že nějaká pohyblivá stanice je v tísni, musí vyslat tísňovou zprávu v těchto případech:

- a) stanice v tísni není sama s to tísňovou zprávu vyslat;
- b) velitel nebo osoba odpovědná za loď, letadlo nebo jakýkoli jiný dopravní prostředek, který není v tísni, popřípadě osoba odpovědná za pozemní stanici, usoudí, že je třeba další pomoci;
- c) pohyblivá stanice sama nemůže poskytnout pomoc a zaslechla tísňovou zprávu, jejíž příjem nebyl potvrzen.

Za těchto podmínek se vyšle tísňová zpráva na jednom ze dvou mezinárodních tísňových kmitočtů (500 kHz, 2182 kHz) nebo na obou těchto kmitočtech, anebo také na kterémkoli jiném kmitočtu, jehož lze v tísni použít.

Před tísňovou zprávou se vždy vyšle dále uvedené volání. Kdykoli je to možné, vyšle se před tímto voláním ještě radiotelegrafní nebo radiotelefonní poplachový signál.

Toto volání obsahuje:

- a) v radiotelegrafii: signál DDD SOS SOS SOS DDD; slovo DE; volací značku stanice, která vysílá (vyšle se třikrát);
- b) v radiotelefonii: signál MAYDAY RELAY, který se vyslovuje jako francouzský výraz „m'aider relais“ (vyslov: „médé relé“), (vysloví se třikrát); slovo ZDE (nebo DE, hláskované při jazykových potížích pomocí kódových slov DELTA, ECHO); volací značku nebo jakékoli jiné označení totožnosti stanice, která vysílá (vysloví se třikrát).

Použije-li se radiotelegrafního poplachového signálu a považuje-li se to za nutné, oddělí se poplachový signál od volání dvouminutovou přestávkou.

Vyšle-li stanice pohyblivé služby tísňovou zprávu, musí provést všechna opatření, aby o tom byli informováni činitelé, kteří mohou poskytnout pomoc.

Loďní stanice nesmí potvrdit příjem tísňové zprávy vyslané pobřežní stanicí, dokud velitel nebo odpovědná osoba nepotvrdí, že tato loďní stanice je s to poskytnout pomoc.

Radiotelegrafní poplachový signál je řada dvanácti čárek vyslaných v jedné minutě; každá čárka trvá čtyři sekundy a přestávka mezi čárkami jednu sekundu. Lze jej vysílat ručně, ale doporučuje se dávat jej samočinným přístrojem.

Každá loďní stanice pracující v pásmu 405 až 535 kHz, která nemá samočinný přístroj k vyslání radiotelegrafního poplachového signálu, musí být trvale vybavena nástěnnými hodinami, které zřetelně ukazují sekundy (se sekundovou ručičkou vykonávající jeden oběh za minutu). Tyto hodiny musejí být na místě, které je dobře viditelné od pracovního stolu, aby operátor sledující hodiny pohledem mohl bez obtíží vysílat jednotlivé základní značky poplachového signálu o správné délce.

Radiotelefonní poplachový signál sestává ze dvou výrazně sinusových signálů o akustickém kmitočtu, jež se vysílají střídavě. Jeden z těchto signálů má kmitočet 2200 Hz, kmitočet druhého je 1300 Hz. Každý trvá 250 ms.

Dává-li se radiotelefonní poplachový signál pomocí samočinného zařízení, musí se vysílat nepřetržitě nejméně po dobu třiceti sekund a nejdéle jednu minutu; vysílá-li se signál jiným způsobem, musí se dávat rovněž nepřetržitě, jak jen je to prakticky možné, a to po dobu asi jedné minuty.

Účelem těchto zvláštních signálů je:

- a) v radiotelegrafii uvést v činnost samočinná poplachová zařízení, která mají upozornit operátora v době, kdy na tísňovém kmitočtu není zajištěn poslech;
- b) v radiotelefonii upozornit osobu, která zajišťuje bdění nebo uvést v činnost samočinná zařízení ohlašující poplach.

Těchto signálů se smí použít jen k tomu, aby ohlásily:

- a) buď že po nich bude následovat tísňové volání nebo tísňová zpráva;
- b) nebo vysílání naléhavého hlášení o cyklónu, jemuž musí předcházet bezpečnostní signál. V tom případě jich mohou použít jen pobřežní stanice, které jsou k tomu svou vládou řádně zmocněny;
- c) anebo, že jedna osoba nebo několik osob spadlo přes palubu. V takovém případě se jich smí použít jen, je-li pomoc jiných lodí nutná a není-li ji možno dostatečně zajistit pomocí samotného pilnostního signálu; poplachový signál nesmějí ale opakovat jiné stanice. Před zprávou se musí vyslat pilnostní signál.

Radiotelefonního poplachového signálu mohou používat rádiová návěstidla pro určení místa katastrofy.

Hlášení nebo zpráva se má začít vysílat pokud možno teprve za dvě minuty po ukončení radiotelegrafního poplachového signálu.

Signálem rádiového návěstidla pro určení místa katastrofy je:

1. vysílání modulované akustickým kmitočtem 1300 Hz, klíčované tak, aby poměr mezi dobou vysílání a dobou pomlky se rovnal jedné nebo byl větší než jedna; délka vysílání má být jedna až pět sekund;
2. radiotelefonní poplachový signál, za nímž následuje písmeno B v kódu Morseovy abecedy nebo volací značka lodi, které rádiové návěstidlo patří, anebo oba tyto údaje, vysílané klíčováním nosné vlny modulované akustickým kmitočtem 1300 Hz nebo 2200 Hz.

Rádiová návěstidla malého výkonu vysílají nepřetržitě.

Rádiová návěstidla velkého výkonu (typu H) mohou vysílat signál tak, že se cyklicky střídá klíčový signál v trvání asi třiceti až padesáti sekund, s pomlkou v trvání třiceti až šedesáti sekund.

Jestliže si to však správy přejí, lze klíčovací cykly přerušit, aby se umožnilo mluvené vysílání.

Signály rádiových návěstidel pro určení místa katastrofy mají při pátracích a záchranných operacích hlavně usnadnit zjištění místa, kde jsou trosečníci a znamenají, že nějaká osoba nebo několik osob je v tísni, že už nejsou asi na palubě lodi nebo letadla a pravděpodobně už asi nemají přijímací zařízení.

V radiotelegrafii je pilnostním signálem třikrát opakovaná skupina XXX, která se vyšle tak, že se od sebe zřetelně oddělí písmena každé skupiny i jednotlivé skupiny navzájem. Vysílá se před voláním.

V radiotelefonii je pilnostním signálem třikrát opakované slovo PAN, jež se vyslovuje jako francouzské slovo „panne“ (vyslov: „pan“). Vysílá se před voláním.

Pilnostní signál ohlašuje, že volající stanice hodlá vysílat nějakou velmi pilnou zprávu, která se týká bezpečnosti lodi, letadla nebo jiného dopravního prostředku nebo nějaké osoby.

Pilnostní signál i zpráva, která za ním následuje, se vysílají na jednom z mezinárodních tísňových kmitočtů (500 kHz nebo 2182 kHz) nebo na některém kmitočtu, jehož lze použít v případě tísně.

V pohyblivé námořní službě, jde-li o dlouhé zprávy nebo o lékařské rady, se však musí v pásmech se silným provozem taková zpráva vysílat na některém pracovním kmitočtu. Příslušné označení se musí proto uvést na konci volání.

Pilnostní signál má přednost před každým jiným spojením s výjimkou spojení tísňových. Všechny pohyblivé nebo pozemní stanice, které jej zaslechnou, musejí dbát, aby nerušily vysílání zprávy, která za pilnostním signálem následuje.

V pohyblivé námořní službě mohou být pilnostní zprávy adresovány buď všem stanicím nebo některé určité stanici.

Zprávy, před kterými se dává pilnostní signál, se mají vysílat zpravidla v jasné řeči.

Pohyblivé stanice, které zaslechnou pilnostní signál, musejí zůstat na poslechu alespoň tři minuty. Nezaslechnou-li žádnou pilnostní zprávu, musejí po uplynutí této doby, je-li to možné, uvědomit o příjmu pilnostního signálu pozemní stanici. Potom mohou pokračovat ve své pravidelné službě.

Pozemní a pohyblivé stanice, které právě pracují na jiných kmitočtech než těch, jichž se používá pro vysílání pilnostního signálu a volání, které za ním následuje, mohou však pokračovat ve své normální činnosti bez přerušení, pokud nejde o zprávu „všem“ (CQ).

Jestliže se použilo pilnostního signálu před vysíláním zprávy, která je určena „všem“ (CQ) a obsahuje pokyny o tom, jaká opatření

mají učinit stanice, které zprávu přijaly, musí ji stanice odpovědná za vyslání zprávy zrušit ihned, jakmile zjistí, že již není třeba ji vyřizovat. Zrušovací zpráva se vysílá rovněž jako zpráva „všem“ (CQ).

V radiotelegrafii je bezpečnostním signálem třikrát opakovaná skupina TTT. Písmena každé skupiny a jednotlivé skupiny jsou od sebe navzájem jasně odděleny. Bezpečnostní signál se vysílá před voláním.

V radiotelefonii je bezpečnostním signálem třikrát opakované slovo „SÉCURITÉ“, které se vysloví zřetelně jako ve francouzštině (vyslov: „sékyrité“). Vysílá se před voláním.

Bezpečnostní signál ohlašuje, že stanice bude ihned vysílat zprávu týkající se bezpečnosti plavby nebo letu nebo zprávu s důležitými meteorologickými výstrahami.

Bezpečnostní signál a volání se vysílají na tísňovém kmitočtu nebo na některém kmitočtu, jehož se může v tísni použít.

Vždy, kdy je to možné, má se bezpečnostní zpráva, která následuje za voláním, vysílat na některém pracovním kmitočtu, zejména v pásmech silného provozu; příslušný údaj o tom je nutno uvést na konci vysílání.

V pohyblivé námořní službě se bezpečnostní zprávy adresují zpravidla všem stanicím. V některých případech mohou však být adresovány jen určité stanici.

S výjimkou zpráv vysílaných v přesně stanovenou hodinu, musí se bezpečnostní signál v námořní pohyblivé službě vysílat ke konci nejbližší pomlky, zpráva se vysílá ihned po pomlce.

Každá stanice, která zachytí bezpečnostní signál, musí poslouchat bezpečnostní zprávu, pokud si není jista, že se jí zpráva netýká. Rozhodně však nesmí vysílat nic, co by mohlo zprávu rušit.

Palubní radiotelegrafista musí tísňový provoz znát. Ale amatér? Že ho to nezajímá? Že je to zbytečné? Vzpomeňme na událost, která svého času vzrušila nejen amatérskou ale i širokou veřejnost a dostala se na první stránky našeho denního tisku.

Dne 23. listopadu 1973 mezi 4. a 5. hodinou ranní zazvonil v rezidenci norského velvyslanectví v Praze telefon. Chargé d'affaires, pan Oeystein Brathen, vysoký, štíhlý muž s knírem, sáhl po slu-

chátku. Volalo československé ministerstvo zahraničních věcí. Nebývá zvykem obracet se na diplomaty v tak časnou hodinu, stává se to jen za napjatých a dramatických situací. Úřadující šéf norského velvyslanectví (pan velvyslanec před několika dny odcestoval) se po rozhovoru s ministerstvem spojil se svým hlavním městem, a to tak rychle, jak jen bylo možno.

6. prosince vyšel na první straně Mladé fronty článek s červeně vysázeným nadpisem: „Drama, které šťastně skončilo“. Dočteme se tam, že Josef Straka z Malacek, OK3UL, uslyšel „tísňové volání norské lodi Framm Carina, která vysílala do nekonečného prostoru SOS. Rychlým a pohotovým zásahem zachránil ze samého středu Evropy lidský život a loď v dalekém moři. Článek končí slovy: „Listopadová noc, kdy se teploměr sešplhal na minus 12 stupňů a většina lidí klidně spala ve svých domovech, přinesla své drama. Drama, které šťastně skončilo díky pohotovosti muže, jenž svému koničku věnuje noci. Sám otec sotva desetileté dcery zachránil život otců jiných dětí v dalekém Norsku.“

Mladý svět píše o Strakovi v celostránkové reportáži „Corina QTH? 2. ledna 1976:

„Nemá tušení, že dva tisíce kilometrů od západoslovenského města, nedaleko norského Narviku se odehrává jedno z nesčetných dramát, loď a moře. Na zoufalé volání posádky nikdo neodpovídá. A ten, kdo přeladí vysílačku na amatérské pásmo, nemá pochopitelně také tušení o Josefu Strakovi v Malackách. Přeladuje v poslední naději: Co kdyby...

Jsou 3 hodiny 2 minuty. Na frekvenci 7002 kHz vysílá kdosi řadu písmen V-V-V-V... Za písmeny V letí SOS. A znovu několikrát:

SOS!

Slyší je z éteru poprvé v životě. Stoprocentně čitelně.

SOS! FROM m/m CORINA A LOST SHIP... SOS... vysílá zoufalý telegrafista z lodě v Norském moři.

Z LODI CORINA, ZTRACENÁ LOĎ... překládá si Josef Straka, jednou rukou zapisuje zprávu, druhou zapíná vysílač, obě se mu třesou. Volání o pomoc postrádá volací znak a přesnou polohu lodi.

CORINA QTH? vyfukává proto klíč jeho stanice. Corino, kde jsi? V éteru je ticho.

Vysílání trvalo 16 minut pomalým tempem. Pak se na tomto kmitočtu objevila stanice EP2OD a začala navazovat spojení se Sibiří. OK3UL má dobrý přijímač, MWEC s konvertorem, ale je

zvyklý jen na amatérský provoz: stereotypní štapilková a soutěžní spojení, nějaký ten rag-chewing a provozní zkratky deformované amatérskou hantýrkou. Poslouchá jen amatérská pásma a proto ještě neslyšel tísňový provoz. Ví, že pásmo 7 MHz není určeno pro takové signály, ale že by tam mohly být vysílány, kdyby to situace vyžadovala. Slyší, že nikdo nereaguje. Představuje si, co všechno se snad mohlo přihodit a považuje za svou povinnost něco podniknout, nezůstat netečným a lhostejným.

Vytáčí Bratislavu. Volá Dunajskou plavbu. Tam to nikdo nebere. Zkouší Dům námořníků, pak bratislavské letiště. Nedaří se zprávu předat. Ve 3 hodiny 36 minut zavolá místní vojenský útvar, který zprávu přijímá a předává do Prahy.

Text se zkomolí a z FROM CORINA se stane FRAM CORINA. Slovo FRAM vede k domněnce, že loď je norská. O případu se dovídá tiskové oddělení Svazarmu a v bulletinu ČTK se 3. prosince objevuje hlášení:

„Záchrana lodi. Československý svazarmovský radioamatér Josef Straka z Malacek (volací znak OK3UL) zachytil dne 23. listopadu tísňové volání norské lodi. Prostřednictvím československých institucí o tom neprodleně vyrozuměl norskou námořní službu, která zorganizovala záchrannou akci a loď s celou posádkou byla zachráněna.

V historii Svazarmu, který příští rok oslaví 25 let svého trvání, to není první případ, kdy svazarmovský radioamatér zachytil tísňové volání a pomohl zachránit lidské životy v situaci, kdy pobřežní služba nemohla zachytit volání vlivem zvláštních podmínek v éteru.“

Tato zpráva proběhla novinami, které si ji libovolně a podle své fantazie přikrášlily. „Smena“ přinesla na první straně fotografii stanice OK3UL a jejího operátora a snímek staničního deníku. V článku „Corina volá SOS“ píše: „Loď i posádku se podařilo zachránit.“

Novináři volají norské velvyslanectví a žádají bližší podrobnosti. Jedna slovenská redakce se omlouvá, že se nemůže zúčastnit tiskové konference. Přijede rozhlas a chce natáčet.

Norové však žádnou tiskovou konferenci nesvolávají a natáčet není co. Norské úřady naopak zjistily, že v tu noc žádná norská loď nebyla v tísni a žádná nevolala o pomoc. Ze tří plavidel se jménem Corina žádná není norská. Ovšem — domněnka, že by mohlo jít o norskou loď, nevznikla v Malackách. V úvahu mohla přicházet

jen Corina s volací značkou PPBO, tedy brazilská, nebo Corina/OPVK, belgická. U zkoušky se musí umět hledat v seznamu lodních stanic. V prvním sloupci je jméno lodi, ve druhém volací značka, ve třetím národnost. Čtvrtý sloupec zaznamenává počet záchranných člunů vybavených rádiem a kmitočty majáků umístěných na záchranných člunech: A = 2182 kHz, B = 121,5 MHz, C = 243 MHz. Ani jedna ani druhá Corina nic takového nemá. V pátém sloupci je u brazilské Coriny poznámka MM (obchodní loď, merchant ship) a Ca (loď nákladní). Corina belgická, OPVK, má poznámky FV a Ph, které obě znamenají, že je to loď rybářská. Jiné v tomto sloupci používané značky jsou GV (vládní loď), NS (námořní vojenská loď), PL (zábavní), SV (záchranná). Poznámka ve sloupci šestém: OPVK — CP znamená, že stanice je otevřená pro veřejnou korespondenci, PPOB má poznámku CV, tj. stanice je otevřena jen pro soukromou korespondenci námořní společnosti. Zkratka HX ve sloupci 7 říká, že nemají přesně stanovené úřední hodiny (jinak by to mohlo být H8 = 8 hodin apod.). Ve sloupci 8 je uvedeno u brazilské Coriny, že může pracovat telegraficky v rozsazích X, Y a Z, tj. 405—535, 1605—3800 a 4000—25 110 kHz. Kdyby měla zařízení i pro 110—150 kHz, byla by poznámka doplněna písmenem W. Belgická Corina má tuto rubriku prázdnou, což znamená, že na telegrafii nepracuje vůbec. Ve sloupci 9 má poznámku T, tj. telefonie od 1605 do 4000 kHz. U brazilské Coriny je v rubrice 9 poznamenáno TUV, tj. kromě telegrafie i radiotelefonní rozsahy 4000 až 23 000 kHz a 156—174 MHz. Ve sloupci 10 se dočteme, že poplatek za 1 slovo činí 40 centimů (u OPVK nic, protože je CV a ne CP). Sloupec 11 udává minimální sazbu. Do sloupce 12 se píše vlastník lodi, když dvě lodi stejné národnosti mají stejné jméno (viz tabulku na str. 122).

Polohu lodi je možno zjistit z její korespondence, povětrnostních zpráv, které vysílá, z hlášení o zamýšleném vjezdu do přístavů a rámcově z jízdních řádů a z tištěných materiálů, které zájemcům rozesílají rejdaři. Tyto informace se sbírají a evidují. Takový pramen, Lloyd Shipping Index, cituje Svět práce z 21. ledna 1976 v reportáži „SOS“. A dovídá se, že brazilská Corina/PPBO vyplula 20. listopadu z Terstu, 23. listopadu připlula do Splitu a odtud odjela 2. pro-

since do Rio de Janeiro. Tyto záznamy jsou ověřené. Corina byla skutečně v evropských vodách. OK3EA píše v Radioamatérském zpravodaji č. 4/1976, str. 1, že měla poruchu na navigačních přístrojích, které pak ve Splitu opravovala. V kritickou dobu se buďto blížila k přístavu nebo stála na rejdě. Vysílala SOS?

Ve výjimečném případě se skutečně může stát, že loď volá o pomoc na jiném než tísňovém kmitočtu. Liberijská loď Mexican Trader, volací značka 6ZTN, vysílala 19. prosince 1973 v 19 hodin 50 minut SOS signál na kmitočtu 6297 kHz. Hlásila polohu 49°48' s. š., 17°22' z. d. a oznámila, že zastavuje stroje pro poškození tří ventilátorů. Voda vniká do kabin posádky, nefunguje ovládání kormidla a jeden námořník má zlomenou nohu. Výslovně uvedla, že nefunguje vysílač na 500 kHz ani vysílač náhradní. Avšak i kmitočet, ne kterém vyslal svůj tísňový signál Mexican Trader, patří do spektra lodních frekvencí. Co by se muselo stát, aby si Corina vybrala zrovna 7002 kHz, kmitočet, který námořní pohyblivá služba nesleduje?!! Kdyby měla porouchaný středovlnný i krátkovlnný vysílač, v Jaderském moři by se i v tísni domluvila na VKV.

Způsobem, jaký Straka zachytil, by mohl vysílat jen naprostý laik. Je vyloučeno, aby si takto počínal telegrafista, kapitán, první nebo druhý důstojník. „Ztracená loď“ klidně došla do Splitu. Nikdo nemusel její posádku zachraňovat. V takové situaci se tísňový signál nevysílá. Kdyby ano, vědělo by se o něm. Dobře informovanou institucí je Merchant Navy Studio BBC, které v několika relacích Merchant Navy Programme ve dnech 15. a 16. dubna 1976 potvrdilo, že v souladu se záznamy Lloyd Corina byla v kritickou noc ve Splitu a žádnou tísňovou korespondenci nevedla. Stejně vyzněla informace z brazilského velvyslanectví v Praze.

A ještě do třetice: Jirka Bílek, OK4IZ/MM, přijel na Třinci do Bakarů. Zdržel se v Bakarů a v loděnici Martinuščici 4 týdny. Je to u Rijeky, měl čas a vypravil se na radiostanici. Je zkušený námořník, má tam známé. Prohledali deníky včetně VKV i zachycené zprávy jiných stanic. Prostudovali záznamy provozního oddělení, které sleduje pohyb lodí. Výsledek negativní. Je vyloučeno, aby ve Rijece o takovém tísňovém případě nevěděli, kdyby k němu opravdu došlo...

V reportáži „SOS“ ve Světě práce (21. 1. 1976) se píše: „Pobřežní služba ve Středozemním moři zachytila i toto volání o pomoc.“ Když jsem se autora reportáže zeptal, která stanice a co zachytila a odkud má tuto informaci, zůstal mně odpověď dlužen. Výsledek pátrání je jednoznačný: Tísňové volání Coriny se nekonalo.

Žádným vyptáváním na pásmech se nepodařilo najít někoho, kdo ještě by zaslechl ono podezřelé vysílání na 7002 kHz. Toto konstatování ovšem neznamená, že bychom chtěli uvádět v pochybnost, co Josef Straka, OK3UL, v Malackách slyšel. Když radioamatér Schmidt zachytil v Archangelsku 3. června 1928 signály trosečníků Nobilovy výpravy z ledové kry, byl jediný na celém světě. Souhlasíme s tím, co napsal OK1AMY, Ing. Alek Myslík v Amatérském rádiu 4/1976, str. 123: „Hodnota činu OK3UL spočívá v tom, že si Joko uvědomil svoji morální povinnost a rychle se rozhodl podle ní jednat.“

A signály na 7002 kHz? Asi mají pravdu radiotelegrafisté z pobřežní stanice Portishead Radio, kteří komentovali případ Corina těmito slovy: „Takové žertíky se čas od času vyskytují a vždycky se nepodaří viníky dopadnout (BBC, Merchant Navy Programme 15. a 16. dubna 1976)“.

Závěr! Snad by bylo užitečné, kdyby amatéři znali nejen své věci, ale i techniku profesionálního provozu, včetně provozu tísňového.

V amatérském provozu se signálu SOS používat nesmí. Nesmí ho používat ani pevné stanice profesionální i když zprostředkovaná korespondence je důležitá pro záchranu lidského života nebo pro odvrácení nebezpečí. Američané vymysleli pro takové případy signál QRR, který časem změnili na QRRR, protože QRR má svůj vlastní význam.

V padesátých letech i v první polovině let šedesátých se pod vlivem románu Jacquese Romyho „Kdyby všichni chlapi světa“ a hlavně jeho filmového přepisu (Christian Jaque) pořádaly amatérské tísňové provozy za účelem dodání nějakého léku. Lékařská hodnota těchto akcí bývala problematická, spojařská stránka někdy dobrá, jindy až-ostudná.

Ve státech s častým výskytem živelních pohrom, především v USA, se amatéři vysílači mnohokrát osvědčili. Úspěchy zazname-

nala i francouzská Résean d'urgence, která pořádá pravidelná tréninková setkání na pásmech.

Pěstování elitní telegrafie (s ohledem na případné použití při živelních pohromách) si vzala za cíl síť německá DLNET a další podobné sítě. Jejich služební hodiny a kmitočty se čas od času mění, proto je neuvádíme. Mají pevně stanovené relace a předávají si telegramy předpisovým způsobem. Že si hrají na profesionály? Na co si hrajeme my ostatní?

Úřední stanice má na zřeteli především účel, pro který byla zřízena: zprostředkování depeší, vysílání programů, přenos dat, zajištění dopravy. Amatér se spíše podobá inženýru, který stanici postavil a zahájil zkušební provoz. Na prvním místě nebývá obsah, nýbrž spojení samo o sobě, jako technický fakt. Tím je dána jeho všeobecná forma: pozdrav GM = dobré ráno, GD = dobrý den, BJR = dobrý den (francouzsky), DDEN (česky), GT (německy), těší mě — GLD nebo PSED, zpráva o kvalitě příjmu RST, představení: QTH Praha, NAME Josef a jak mě bereš? HW? + značky a vysílej ty! K.

Protistanice potvrdí příjem, podá report, představí se, poskytne informace o svém zařízení a o počasí, víc už nemá: QRU a požádá o staniční lístek QSL nebo QSL SURE = určitě pošlu a pokud bylo dobře slyšet a není potřeba něco opakovat spojení je skončeno. Této základní formě se pro její stále se opakující stereotypnost říká „rubber stamp QSO“, česky „spojení štamplikové“.

Je výhodné zejména při spojení se zeměmi, jejichž jazyk neumíme. Při dalších spojeních s toutéž stanicí se už nepředstavujeme (pokud operátor protistanice není zapomnětlivý) a zpravidla se rozprede debata o technických problémech, o počasí a zajímavostech z pásma. Takovému telegrafickému popovídání se říká „rag-chewing“. Dobří operátoři s výhodou používají provozních zkratk. Obsah takových rozhovorů, množství výměněných informací, bývá vedlejší. Amatérská spojení se často uskutečňují ne pro konkrétní informace, ale pro radost i pro požitek z rychlosti, kterou umožňují elektronické klíče. Někdy se do toho vžívají tak, že vyfukávají i slova „no, nu, inu, hm“ — to je možno udělat „z recese“ jako špatný vtip, ale takový návyk působí trapně. Principem telegrafie je telegrafický styl: stručnost a věcnost.

Pravým opakem rag-chewingu je provoz závodní. V něm jde o co největší počet spojení v co nejkratším čase. Proto nedáváme zbytečně ani tečku, o nějakých zdvořilostních frázích, děkování a rozloučení se na konci spojení ani nemluvě. Soutěže vyhovují vášním loveckým a sběratelským. Předpokladem úspěchu je perfektní zařízení, zejména anténní systém i přijímač a provozní zručnost, jaká se získává za léta praxe. Vysokou hodnotu mají zejména soutěže na velmi krátkých vlnách, které přinášejí cenné poznatky. Závody a soutěže přispívají ke zdokonalení technické i provozní úrovně a oživují pásma. Mají však také stinnou stránku. Rodí se z nich i primadony, které se nesnižují ke spojení s obyčejnými amatéry. Stávají se dokonce arogantními a chtěli by si vyhrazovat monopol na pásma, když oni se rozhodli závodit. A neuvědomují si, že není téměř víkendu, kdy by amatéři, kterých se to netýká, nebyli nuceni do omrzení poslouchat RST a pořadové číslo spojení.

Struktura závodů a soutěží doznala v průběhu několika desetiletí jistých změn. Například v závodě RCC na podzim roku 1932 šlo nejen o počet spojení, nýbrž i o správnost depeše. Alois Weirauch, OK1AW, vyslal v tomto závodě řadu depeší tohoto druhu: RCC ACC CONTEST NOVEMBER 7 NR 9 DE OK1AW VIA D4UAN TO CONTEST COMMITTEE RCC = ZPETNA VAZBA RIZENA ODPOREM NENI TAK STABILNI JAKO KAPACITNI. OBTIZE BYLY ZEJMENA PRI PRIJMU TELEFONIE. TYTO ODPADAJI PRI POUZITI REAKCE KAPACITNI = +

Podobné telegramy vysílaly do závodu i jiné stanice a soutěžní texty z Norska, Švédska, Dánska a Finska se jen hemžily přehlasovanými písmeny. Weirauch přijal od G2ZQ 7 depeší. První zněla: RCC ACC CONTEST NOVEMBER 5 NR 3 DE G2ZQ. TO CONTEST COMMITTEE RCC = A GOOD BUT CHEAP WAY TO BRING IN THE ANTENNA LEAD IS TO DRILL A HOLE IN THE WINDOW PANE = + QSL? (Dobrý, ale levný způsob jak přivést anténní přívod dovnitř, je vyvrtat díru v okenní tabulce ...) Hi! OK1AW ji předal stanici HB9AD.

Časem se soutěžní texty ustálily na reportu RST a pořadovém čísle spojení. Pak se přišlo na to, že report RST je vlastně pouhá formalita a text se zjednodušil na 599001, 599002 atd. Ve věku mi-

kroprocesorů a počítačů není žádný problém takovou číselnou řadu naprogramovat. Komunikační počítač ©-9000E japonské firmy Tono převádí morseovku (i dálnopisnou abecedu a ASCII) na latinku. Po propojení s transceivrem a tiskárnou se celé závodění redukuje na ladění a sledování obrazovky, na které se ukazují přijímané i vysílané texty. Po skončení závodu máme vytištěný úplný deník, případně s vyhodnocenými násobiči a vypočítanými body.

Report se v první polovině třicátých let dával odděleně, například: UR SIGS QSA 4 R4 T9 nebo W5 R4 T8. Američané tyto údaje shrnuli v jedno číslo a vzniklo konvenční RST. R znamená čitelnost signálu od nečitelných (1) do výborně čitelných (5) a shoduje se QRK. I silný signál může být nečitelný v důsledku rušení nebo špatného klíčování. S znamená sílu signálu. Profesionálům stačí pět stupňů od QSA 1 (signál sotva slyšitelný) do QSA 5 (signál výborný). Amatéři si rozdělili sílu signálu do devíti stupňů a hlásí podle své volné úvahy. Hodnota takových subjektivních informací je problematická. Na konferenci I. oblasti IARU v dubnu 1978 byl učiněn pokus o objektivizaci reportů pomocí S-metrů. Měří se dvojím způsobem. Jeden platí pro $f < 30$ MHz, druhý pro $f > 30$ MHz. Odstup mezi jednotlivými stupni je 6 dBm. Tónová stupnice je vůbec pochybná. Slyšel někdy někdo (vyjma našich praotců s jiskrovou telegrafií) tóny T1—T5? Ani tóny T6 a T7 se už nevyskytují a i když má někdo T8, dostane (bohužel) od většiny stanic T9. Přitom takový jev jako kuňkání se vyjadřuje písmenem C, které se k reportu připojuje. Stále se říká a píše, dávejte reporty poctivě a pravdivě! Jakou cenu má, když mně někdo dá 599 a přitom chce, abych mu opakoval QTH a jméno a neodpovídá ani na jedinou z mých otázek?

Pro kvalitu tónu je v Q-kodexu zkratka QRI? Jaký je můj tón? Odpověď zní QRI1 = váš tón je dobrý nebo QRI2 = váš tón se mění nebo QRI3 = váš tón je špatný. Mnozí amatéři nedovedou této zkratky používat a když řeknou MÁM QRI?, znamená to v jejich představě: „Je můj tón špatný?“ a odpovídají QRI = „Váš tón je špatný,“ což je nesmysl.

V rozhlasovém a v radiotelefonním provozu se poslechové zprávy podávají v kódech SIO a SINPO:

		1	2	3	4	5
S	Signál	sotva slyšitelný	slabý	postačující	dobrý	výborný
I	Interference	neúnosná	silná	prostřední	slabá	žádná
O	Obecné hodnocení signálu	neupotřebitelný	slabý	použitelný	dobrý	výborný

	S	I	N	P	O
	Síla signálu	Interference	Poruchy QRN	Poruchy šíření	Celkové hodnocení signálů
5	výborná	žádná	žádné	žádné	výborné
4	dobrá	slabá	slabé	slabé	dobré
3	dostatečná	mírná	mírné	mírné	dostatečné
2	slabá	silná	silné	silné	slabé
1	signál sotva slyšitelný	velmi silná	velmi silné	velmi silné	nepoužitelné

Amatérským stanicím stačí v radiotelefonním provozu poslechová zpráva dvoumístná: RS.

Některé společenské skupiny si vytvářejí vlastní hantýrku. Znetvořují a pokrouťí určitá slova a pojmy a zavádějí svérázné analogie. Jako si „študáci“ udělali z ředitele „řidu“ a někteří mladí lidé z nadávky „vole“ kolegiální oslovení, tak si amatéři vytvořili ze zkratky Q-kódu podstatná jména: „Vyjel jsem na něho s qrpem, ale měl qsb.“ Zvlášť „dobře“ se to vyjímá, když má někdo „fonii“. Že jeden má dobré QTH a druhý špatné QTH, na to jsme si už zvykli. Je však potřeba říkat „MY QTH HR IS PRČICE, když

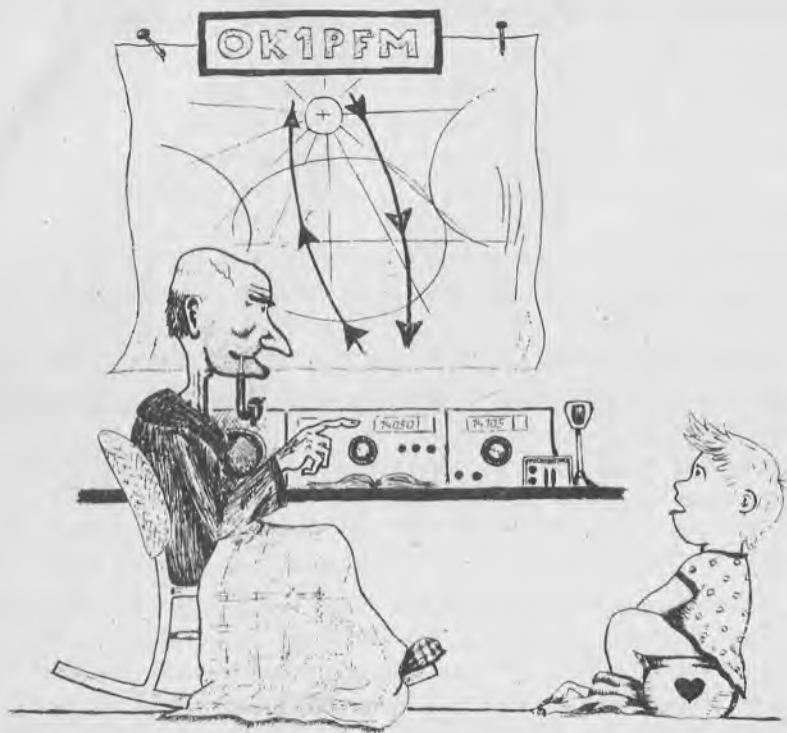
úplně stačí QTH PRČICE? Ptát se PSE UR QTH? je špatně. Podle Radiokomunikačního řádu by bylo správné (když už chceme být tak zdvořilí) PSE QTH? Chybné je používat QRZ? ve smyslu CQ. QRZ? mohu vyslat teprve, když skutečně slyším, že mě někdo volá, ale nezachytil jsem pořádně značku volající stanice.

Výzva všem je dvojí: CQ a CP. Volání CQ uvozuje zprávu, která je určena veřejnosti.

Když za CQ a značkou volající stanice následuje K, znamená to, že volající stanice je připravena navázat spojení s libovolnou stanicí, která se jí ozve. CP uvozuje vysílání, určené jen omezenému počtu vybraných stanic. Takto volají například tiskové agentury, které vysílají zprávy pro své předplatitele. Nikdo jiný nesmí takové zprávy zachycovat a z nich těžit.

Výzva CQ může být v určitém smyslu upřesněna, specializována. Když mám telegram pro některou brněnskou stanici, volám CQ BRNO a doufám, že se ozve někdo, kdo telegram předá. V takovém případě je chybné, když mě bude volat někdo z Plzně jen proto, aby si se mnou udělal štampilkové spojení. Když někdo pracuje na určitém diplomu a potřebuje některé země, volá směrovou výzvu. Na takovou smí odpovědět jen stanice z požadovaného směru a žádná jiná. Nesmím volat maďarskou stanici, která vysílá CQ DX. To by byla nevychovanost a projev nízké operátorské úrovně. Něco takového by mohl udělat jen PUNK = packal. Když nějaký Evropan volá CQ DX, očekává odezvu z jiného kontinentu a ne ze sousední země. Výjimka je možná jen jediná: že bych měl pro tuto maďarskou stanici MSG (telegram) nebo jinou naléhavou a opravdu důležitou zprávu. V takovém případě ji zavolat mohu, ale musím dát zkratku QTC, případně QTC1 nebo QTC2, podle toho jestli mám jeden nebo dva telegramy.

Substantivizace zkratk Q-kódu a z ní vznikající hantýrka je zjevem celosvětovým a trvalým. Málokdo si uvědomí, že QSO? znamená: Máte spojení s ...? Tato zkratka zakotvila v povědomí amatérů jako podstatné jméno „spojení“ a jako s takovou se s ní zachází. Podobně i QSL (potvrzují příjem) je uložena v myslích amatérů ne ve svém pravém významu, ale jako představa staničního lístku. Podobně je tomu i se zkratkou QRL. Tu slyšíme často na lodních



Když jsem byl mladý, tak jsme si říkali: „vole-vole...“

pásmech: CQ DE SVA QRL + Jsme plně zaměstnání provozem na jiných pásmech, zatím nás nevolejte. Na amatérských pásmech můžeme slyšet: NW QRL QRT. Je-li to míněno ve smyslu „teď jdu do práce, zastavuji vysílání,“ je to hantýrka, protože QRT znamená „zastavte vysílání“ a nic jiného. Lépe se tam hodí QPW (= vypínám nebo vypínám do ...).

Než začne amatérská stanice pracovat, přesvědčí se otázkou QRL? jestli je vybraný kmitočet volný. Buďto se mu ozve QRL PSE QSY nebo QSO PSE QSY, nebo se neozve nikdo. V tomto případě může začít vysílat.

Ladíme se na kmitočet stanice, kterou chceme volat (při DX provozu a zejména při expedicích mohou platit zásady jiné). Když jsme

skončili spojení, je naší povinností odladit se na volný kmitočet. Může se však stát, že mezitím už někdo volá nás. Musíme ho tedy požádat, aby se odladil s námi. Učiníme tak zkratkou QSY, např. QSY 543, tj. na 3543 kHz. (Podle Radiokomunikačního řádu se při přeladování uvnitř pásma tisíce kHz vynechávají; musíme je ovšem uvést, když žádáme o přeladění na jiné pásmo.) Také je možno říci QSY 6 UP nebo QSY 6 DWN; přeladte o 6 kHz výše (na $f + 6$ kHz) nebo o 6 kHz níže ($f - 6$ kHz) a stačí i 4 UP nebo 6 DWN. Naprostou přednost při obsazování kmitočtů má provoz tísňový. Další v pořadí jsou stanice pracující v provozních sítích (na stálém kmitočtu a ve stejnou dobu) a předem sjednané skedy. Nezapomněme, že některá pásma sdílíme společně s jinými službami a že mají před námi přednost. Pásma výlučně amatérská si budeme proti vetřelcům hájit všemi prostředky. Respektujeme i doporučení IARU o kmitočtech, vyhrazených pro provoz DX (obvykle na nejnižším okraji pásem).

Při práci v sítích je důležité, aby všechny zúčastněné stanice byly naladěny na kmitočet stanice řídící. Ta je může vyzvat zkratkou QZF = naladte se přesně na můj kmitočet. Je možno se zeptat: QZU OK1NB? Jste naladěni na kmitočet stanice OK1NB? Tatáž zkratka bez otazníku znamená příkaz: QZU OK1NB = naladte se na kmitočet stanice OK1NB! To nemusí být vždy snadné, zejména když je jeho signál slabý a rušený. Zeptá se tedy někdo: QZW OK1NB? Jsem naladěni na kmitočet OK1NB? Bez otazníku: QZW OK1NB = naladím se na kmitočet OK1NB. Pro doladění se osvědčily dvě zkratky: QOX = snižte poněkud frekvenci a QOY = zvýšte poněkud frekvenci. Když se jedná jen o nepatrnou kmitočtovou korekturu, nutnou při rušení, používá se zkratek QPH = snižte maličko kmitočet, abyste odstranil rušení a QPJ = zvýšte maličko kmitočet, abyste odstranil rušení. Stanici, jejíž frekvence není stabilní, je možno sdělit: QPB1 = vaše frekvence se zvýšila, nebo QPB2 = vaše frekvence se snížila. Stanice, která vysílá výzvu CQ, může zkratkou QSX oznámit, na kterém kmitočtu nebo na kterém pásmu poslouchá. Má-li v úmyslu pak vysílat na jiném než volacím kmitočtu (např. zprávy, buletiny nebo i navazovat spojení), ohlásí to zkratkou QSS s údajem kmitočtu. Výhodné jsou zkratky QSU =

= vysílejte na kmitočtu ... (já zůstávám na svém) a QSW = budu vysílat na kmitočtu ... (a vy zůstaňte tam, kde jste). Když hlídám nějakou stanici, ale musím na chvíli odejít, požádám přítele, aby to vzal za mě, než se vrátím. Učiním tak zkratkou QTV 3522 = = bděte za mě na kmitočtu 3522 kHz (případně ještě do ... hodin.)

Amatérské sdělovací prostředky nevěnovaly v posledních několika desetiletích pozornost technice spojení, neinformovaly amatéry o zkratkách a kódech, o možnostech a výhodách, které skýtají. Jeden od druhého se učíme chybám a při nedostatku informací jsme přesvědčeni, že je všechno v naprostém pořádku. Příklad: Při poloduplexním provozu (QSK) se používá zkratky BK. Některá stanice neustále dává na konci BK místo K, nemůže však při svém vysílání zároveň poslouchat a nelze ji přerušit. Když na to operátora upozorníte, tak se s vámi ještě hádá ... A nebylo by lépe používat zkratkou QOF1 = vaše signály jsou nepoužitelné, QOF2 = vaše signály jsou stěží použitelné, QOF3 = vaše signály jsou plně použitelné než nepoctivého reportu RST?

Telegrafické spojení (nebo zpráva všem) končí značkou SK, vysílanou bez mezery jako jedno písmeno. Značkou SK je spojení ukončeno a pokud stanice neoznámí CL (uzavírám), je k dispozici dalším zájemcům.

Pokračování téhož spojení po značce SK je chybné a je prohřeškem proti Radiokomunikačnímu řádu. Profesionální a vojenské stanice nepěstují ani takové to „fuk sem — fuk tam“, jaké po skončení korespondence (SK) občas slyšíme od amatérských stanic.

Amatéri několika generací (až na malé výjimky) ignorovali Z kód. Jeho některé zkratky jsou významově totožné s odpovídajícími zkratkami Q-kódu: ZAL = QSY, ZLS = QAZ, ZSS = QRS, ZNN = QPU, ZUB = QSI aj. Tohoto kódu používají profesionální stanice, které pracují s perforátory a rychlotelegrafy, s dálnopisy a facsimile. Obsahuje zkratky, které by mohly být obecně použitelné, např. ZCK = prověřte si klíčování, ZDM = vynecháváte tečky, ZHS = vysílejte velkou rychlostí ... slov/min, ZSV = vaše rychlost kolísá, ZTA = vysílejte automaticky, ZTH = vysílejte ručně apod. Jiné se hodí jen pro dálnopisný provoz: ZPF = motor se otáčí příliš rychle, ZPS = motor se otáčí příliš pomalu, ZFC = prověřte si FSK,

ZPC = nepřijali jsme signál „návrat válce“ a pro obrazovou telegrafii ZXJ = nejste ve fázi, ZXK = je vaše synchronizace správná? apod.

Zbývají zkratky mimo Q-kód a Z-kód, uveřejněné v Radiokomunikačním řádu, podle potřeby používané všemi službami a zkratky amatérské. Ty jsou odvozeny z angličtiny, francouzštiny, ruštiny a němčiny ponejvíce vynecháním samohlásek a krácením slov. Vznikají a zanikají spontánně, jejich používání je volné a neformální, urychlují provoz a usnadňují komunikaci.

Existuje ještě mezinárodní signální kniha Interco pro námořní pohyblivou službu a postupové zkratky ICAO pro službu leteckou. Ty není potřeba znát, stačí o nich vědět a umět je vyhledat.

Dobrý telegrafista vyniká tím, že zná zkratky a kódy a vydatně jich používá. V provozu radiotelefonním platí pravý opak. Rychlost a pohotovost mluveného slova činí zkratky a kódy zbytečnými a jejich používání nepůsobí dobrým dojmem. Musíme umět dobře hláskovat ve všech jazycích, ve kterých hovoříme. Není potřeba se bát jazykových potíží. Ustálené slovní obraty nám pomohou navazovat základní formy spojení. Vyplatí se nasbírat zkušenosti systematickým poslechem, natáčet spojení na pásek, vyhledat a vypsát si důležité věty a pomocí magnetofonu si osvojit jejich dobrou výslovnost. Cenné informace, zejména o expedicích a provozu DX vůbec, získáváme v organizovaných sítích. Než do nich vstoupíme, odposloucháme pozorně jejich provozní zvyklosti a získáme si o nich přehled. Řídící stanici se říká NCS (Net Control Station). Ohlásíme se volací značkou a slovy „check in“. NCS nás přijme: „OK. Please, stand by. Any other station calling?“ Nebo si vyžádá opakování naší značky: „Who is the contact?“ a případně se zeptá: „What can I do for You?“ Vyžádáme si informaci nebo požádáme o zprostředkování spojení se stanicí, která v síti pracuje a kterou potřebujeme: „I should like to make a contact with ... Please, give us a frequency.“ Po návratu se hlásíme značkou a slovy „check back“, odchod ze sítě „check out“.

Variací takových spojení je mnoho.

Telefonie skýtá možnost výměny informací a myšlenek v kratším čase než telegrafie. Slyšíme hlas svého partnera, náš rozhovor je

osobní a bezprostřední. Deník z telegrafního a dálkopisného provozu však má (pokud neděláme jen štampilkové a závodní spojení) trvalou cenu, zejména pro člověka, který se rád někdy vrátí do mladých let, když už má větší část života za sebou. Z deníků stanic zabývajících se výlučně telefonii můžeme zjistit jen datum a protistanici, ale z obsahu nezbylo nic než nepatrné útržky. A „Staniční deník“ není jen pouhou papírovou formalitou, kterou nám ukládá Radiokomunikační řád a povolovací podmínky. Doprovází nás naším životem. Někteří z prvních průkopníků si do staničního deníku zaznamenávali i důležité osobní a rodinné události, narození dětí, úmrtí svých drahých.

Nové způsoby provozu si vyžadují i nové pracovní postupy odlišné od tradičních forem. Při spojení odrazem od stop meteoritů vynecháváme při volání DE. Report je stručný, dvojmístný:

1. číslice	2	burst	do	5 sekund
	3	burst	do	5—20 sekund
	4	burst	do	20—120 sekund
	5	burstů	přes	120 sekund

2. číslice je síla signálu

6	odpovídá	S2—S3
7	odpovídá	S4—S6
8	odpovídá	S6—S7
9	odpovídá	S8—S9

Jsou zavedeny některé speciální kódy:

BBB	Chybí obě volací značky,
MMM	moje volačka chybí,
YYY	vaše volačka chybí,
SSS	chybí report,
000	žádná informace není úplná.

Důležité zprávy poskytují provozní sítě, např. European VHF Net na 14,345 MHz. Dálkopisný provoz se uvádí signálem RY RY RY. Je nutno pamatovat na návrat válce a řádkový posuv (viz OK1DR — ex OK1WEQ — Jiří Hold: Z radiodálkopisné praxe, Radioamatérský zpravodaj č. 10/1979, str. 14).

Stanice pohyblivé služby letecké jsou podřízeny veliteli letadla a mohou být obsluhováni jen kvalifikovanými osobami. Stanice jsou povinny, stejně jako je tomu u jiných služeb, volit kmitočtová pásma a použít výkon z hlediska optimálních podmínek šíření a co nejmenšího vzájemného rušení. O manipulaci (telegrafní i telefonní) platí vše, co již bylo řečeno u pohyblivé služby námořní. Letecká stanice si může od letadlové zkratkou TR (telefonicky Tango Romeo) vyžádat informace o pozici, letové rychlosti a nejbližším místě přistání. Pohyblivá letecká služba pracuje převážně na velmi krátkých vlnách a používá ustálených rčení pro zabezpečení letového provozu, daných pracovními postupy při řízení letadla a zabezpečování letu.

Inspekce pohyblivých stanic

Vlády nebo příslušné správy zemí, které pohyblivá stanice navštíví, mohou požadovat, aby jim bylo předloženo její povolení k prohlédnutí. Operátor pohyblivé stanice nebo osoba za stanicí odpovědná musí žádosti vyhovět. Povolení musí být uloženo tak, aby mohlo být na požádání předloženo. Pokud je to možné, má být povolení (nebo jeho opis), ověřeno orgánem, který je vydala, trvale vyvěšeno u stanice.

Inspekční orgány musí mít u sebe průkaz nebo odznak prokazující jejich totožnost, vydaný příslušnými orgány, jímž se musejí prokázat na žádost velitele nebo osoby odpovědné za loď, letadlo nebo jakýkoli jiný dopravní prostředek, na němž je pohyblivá stanice umístěna.

Nemůže-li být povolení předloženo nebo jsou-li zjištěny zřejmé nesrovnalosti, mohou vlády nebo správy dát rádiová zařízení prohlédnout, aby se přesvědčily, zda odpovídají ustanovením „Řádu“.

Je nutno informovat o tom ihned vládu nebo správu, jíž příslušná pohyblivá stanice podléhá.

Inspekční orgány mají právo žádat, aby jim byla předložena vysvědčení operátorů, nemohou však vyžadovat přezkoušení odborných znalostí.

Dříve než inspekční orgán opustí loď, letadlo nebo kterýkoli jiný dopravní prostředek, na němž je pohyblivá stanice umístěna, musí veliteli nebo odpovědné osobě oznámit co zjistil. Zjistí-li, že byla porušena ustanovení „Řádu“, předloží inspekční orgán svou zprávu písemně.

Ještě jednou o telegrafním tajemství

Radiokomunikační řád stanoví:

Správy spojů se zavazují, že učiní potřebná opatření, aby zakázaly a zabránily

- a) zachycovat bez povolení rádiové vysílání, které není určeno pro všeobecnou potřebu veřejnosti,
- b) rozšiřovat zprávy o obsahu nebo jen o pouhé existenci takového rádiového vysílání, zveřejňovat je nebo jakkoli jinak bez povolení využívat informací všeho druhu, získaných zachycením takového vysílání.

Zachovávání tajemství je otázka, která leží poštám na srdci již od samého vzniku poštovních spojů a byla hlavním argumentem pošt proti povolování soukromých přijímacích stanic začátkem dvacátých let dvacátého století. Tehdy ještě nebyl rozhlas a radioamatér mohl, kromě sporadických pokusů broadcastingových (ani slovo „rozhlas“ neexistovalo), chytat jen signály stanic pevné a námořní pohyblivé služby. Velkou část obsahu vysílání tvořily telegramy podané nějakou osobou nebo organizací, dopravené bezdrátovou cestou a jiné osobě nebo nějaké organizaci doručené. Tyto telegramy, případně sdělení učiněná jinak než formou telegramu a dopravovaná bezdrátovou cestou, byly, jsou a budou předmětem telegrafního tajemství. Nesmějí se zachycovat a není dovoleno sdělit nikomu (s výjimkou uvedenou v kapitole o předpisech), že takové informace, telegramy nebo hovory byly rádiem vůbec vyslány.

Z pamětí starých amatérů, z archivních a jiných materiálů jednoznačně vyplývá, že zachovávání telegrafního tajemství nečinilo amatérům nikdy žádných potíží. Poslech tajemstvím chráněné ko-

respondence je navíc věcí nezáživnou a nezajímavou. Pokud byl někdo pro trestný čin proti telegrafnímu tajemství vůbec stíhán, pak to nebyli amatéři, nýbrž burzovní spekulanti a podobné živly. Telegrafní tajemství neplatí pro vlády a státní zpravodajské služby. Ty pečlivě sledují, registrují a vyhodnocují vše, co se z území sousedních států na všech možných vlnách vysílá. (Píše o tom např. V. A. Vartanesjan v knize Radioelektronnaja rozvědka.)

Předmětem telegrafního tajemství nejsou informace vysílané všem (CQ), především zprávy meteorologické a tiskové, dále časové signály, bezpečnostní signály a tísňový provoz. Kdyby se na takové vysílání vztahovalo telegrafní tajemství, museli by zahynout všichni trosečníci vzducholodi Italia i osádka jachty Royle Fifer.

Z hlediska telegrafního tajemství není důvodu, proč by amatér za účelem studia podmínek šíření nemohl sledovat volání, ladění a pokusná vysílání-stanic uvedených v publikacích v této kapitole citovaných. Tyto příručky a údaje v nich obsažené jsou veřejné. Ve starých amatérských knížkách a časopisech najdeme informace o profesionálních stanicích, jejich volací značky a kmitočty; mívaly význam pro orientaci ve vlnových rozsazích, pro cejchování přijímačů a vlnoměrů.

Koncese na amatérské vysílací stanice se u nás dávají od roku 1930. Každý dostal u zkoušky otázku o telegrafním tajemství. Každý radiotelegrafista a radiotelefonista podepisuje prohlášení, že je bude zachovávat. Zachovávání telegrafního tajemství je i záležitostí stavovské cti.

MEZINÁRODNÍ ÚMLUVA O BEZPEČNOSTI LIDSKÉHO ŽIVOTA NA MOŘI

Mezinárodní úmluva o bezpečnosti lidského života na moři (z anglického názvu International Convention for the Safety of Life at Sea je odvozena často používaná zkratka SOLAS) byla podepsána 1. listopadu 1974 v Londýně na konferenci svolané Mezivládní námořní poradní organizací — IMCO (poznámka: z této organizace vznikla 22. 5. 1982 Mezinárodní námořní organizace — IMO). Úmluva byla schválena usnesením vlády ČSSR ze dne 29. 5. 1980 a po uložení schvalovací listiny u generálního tajemníka IMCO vstoupila pro ČSSR v platnost dnem 18. 11. 1980.

Úmluva SOLAS 1974 nahradila předchozí úmluvu stejného názvu z r. 1960, včetně pozdějších změn a doplňků. Je to základní a nejdůležitější mezinárodně platný předpis, upravující bezpečnost plavby a ochranu lidských životů a majetku na moři.

Úmluva má osm kapitol (I — Všeobecná ustanovení, II — Konstrukce lodí, III — Záchrané prostředky, IV — Radiotelegrafie a radiotelefonie, V — Bezpečnost námořní plavby, VI — Doprava obilí, VII — Doprava nebezpečných nákladů, VIII — Atomové lodě) a přílohu obsahující vzory osvědčení o bezpečnosti lodí a osvědčení o povolení výjimek z ustanovení Úmluvy.

Na uchazečích o vysvědčení palubních radiooperátorů (s výjimkou uchazečů o omezené vysvědčení radiotelefonisty) se vyžaduje znalost těch ustanovení Úmluvy, která se týkají radiokomunikací, tj. zejména kapitol IV a V. Uchazeči o vyšší druhy vysvědčení (radiotelegrafisty 1. třídy a 2. třídy) si však musí dále uvedené základní údaje doplnit podrobným studiem příslušných ustanovení Úmluvy.

Vymezení pojmů

Výraz „správa“ označuje vládu státu, pod jehož vlajkou je loď oprávněna plout.

Výraz „mezinárodní plavba“ znamená plavbu ze země, v níž platí tato úmluva, do přístavu mimo tuto zemi nebo naopak.

„Cestující“ je každá osoba na lodi kromě velitele lodi a členů lodní posádky. Za „cestující“ se nepovažují děti mladší jednoho roku.

„Osobní loď“ je loď, jež přepravuje více než 12 cestujících.

„Nákladní loď“ je každá loď, jež není osobní lodí.

„Nová loď“ znamená loď, jejíž kýl byl položen v den nebo po dni, kdy tato úmluva vstoupila v platnost.

„Námořní míle“ se rovná 1852 metrům nebo 6080 stopám.

Z kapitoly IV Radiotelegrafie a radiotelefonie

Žádné ustanovení této kapitoly nebrání tomu, aby loď nebo záchranné plavidlo, které je v tísni, použily jakýchkoli prostředků, jež mají k dispozici, k upoutání pozornosti, oznámení své polohy a přivolání pomoci.

Radiotelegrafní stanice

Osobní lodě bez ohledu na velikost a nákladní lodě od hrubé prostornosti 1600 tun a více musí být vybaveny radiotelegrafní stanicí.

Radiotelefonní stanice

Nákladní lodě od hrubé prostornosti 300 tun a více, ale menší než 1600 tun, pokud nejsou vybaveny radiotelegrafní stanicí, musí být vybaveny radiotelefonní stanicí.

Radiotelegrafní hlídky

Každá loď, která je vybavena radiotelegrafní stanicí, musí mít, pokud je na moři, nejméně jednoho radiodůstojníka, a nemá-li radiotelegrafní autoalarm, musí být trvale na poslechu na radiotelegrafním tísňovém kmitočtu, přičemž radiodůstojník používá sluchátek nebo reproduktoru.

Každá osobní loď, která je vybavena radiotelegrafní stanicí a má-li radiotelegrafní autoalarm, musí být, pokud je na moři, na poslechu na radiotelegrafním tísňovém kmitočtu, přičemž radiodůstojník používá sluchátek nebo reproduktoru, a to:

- po dobu osmi hodin poslechu denně dohromady je-li na lodi, nebo je-li loď určena pro 250 cestujících nebo méně;
- po dobu nejméně šestnácti hodin poslechu denně dohromady, je-li na lodi, nebo je-li loď určena pro více než 250 cestujících a trvá-li plavba mezi dvěma přístavy déle než 16 hodin;
- po dobu nejméně osmi hodin poslechu denně je-li na lodi, nebo je-li loď určena pro více než 250 cestujících a trvá-li plavba mezi dvěma přístavy méně než 16 hodin.

Každá nákladní loď, která je vybavena radiotelegrafní stanicí a má radiotelegrafní autoalarm, musí být, pokud je na moři, na poslechu na radiotelegrafním tísňovém kmitočtu nejméně po dobu osmi hodin, přičemž radiodůstojník používá sluchátek nebo reproduktoru.

Na všech lodích vybavených radiotelegrafním autoalarmem musí být toto zařízení v provozu, pokud je loď na moři, kdykoli se neprovádí poslech, a to pokud možno i při rádiovém zaměřování.

Radiotelefonní hlídky

Každá loď, která je vybavena radiotelefonní stanicí, musí mít k zajištění bezpečnosti nejméně jednoho radiotelefonního operátora (může to být kapitán lodi, důstojník nebo člen posádky mající vysvědčení pro radiotelefonii) a musí, pokud je loď na moři, udržovat nepřetržitou poslechovou hlídku na radiotelefonním kmitočtu, který je určen pro tísňové volání, na tom místě na palubě lodi, odkud je loď řízena, a to pomocí reproduktoru nebo radiotelefonního autoalarmu.

Každá loď, která je vybavena radiotelegrafní stanicí, musí, pokud je na moři, udržovat nepřetržitou poslechovou hlídku na radiotelefonním tísňovém kmitočtu na místě určeném správou pomocí reproduktoru nebo radiotelefonního autoalarmu.

Hlídky na VKV radiotelefonu

Každá loď vybavená VKV radiotelefonní stanicí musí udržovat poslechovou hlídku na můstku lodě v intervalech a na kanálech požadovaných správami.

Technické požadavky

Radiotelegrafní stanice

Radiotelegrafní stanice musí být umístěna tak, aby škodlivé rušení od vnějších mechanických nebo jiných zvuků nemělo vliv na správný příjem rádiových signálů. Stanice musí být umístěna tak vysoko, jak je to na lodi proveditelné, aby byl zajištěn nejvyšší možný stupeň bezpečnosti.

Radiotelegrafní kabina musí mít dostatečné rozměry a přiměřené větrání, aby se dosáhlo účinné obsluhy hlavního a náhradního radiotelegrafního zařízení a nesmí se používat pro jakékoli účely, které by rušily obsluhu radiotelegrafní stanice.

Mezi radiotelegrafní kabinou a velitelským můstkem a případně dalším místem, odkud je loď řízena, musí být zajištěno spolehlivé spojení, nezávislé na hlavních lodních spojovacích systémech.

Radiotelegrafní zařízení musí být umístěno na takovém místě, kde je chráněno proti škodlivým účinkům vody a extrémních teplot. Musí být snadno přístupné jak pro okamžité použití v případech tísně, tak i pro opravy.

Na lodi musí být spolehlivé hodiny s ciferníkem o průměru nejméně 12,5 cm (5 palců) a se středovou sekundovou ručičkou. Na ciferníku musí být vyznačena období ticha předepsaná pro radiotelegrafní službu Radiokomunikačním řádem.

Radiotelegrafní stanice musí být vybavena náhradními díly, nářadím a zkoušecím zařízením, které umožní udržovat radiotelegrafní zařízení v dobrém provozuschopném stavu během plavby na moři. Zkoušecí zařízení musí zahrnovat přístroje pro měření střídavého a stejnosměrného proudu a odporů.

Radiotelegrafní stanice musí zahrnovat hlavní zařízení a náhradní zařízení, která jsou po stránce elektrické oddělena a na sobě nezávislá.

Hlavní zařízení musí zahrnovat hlavní vysílač, hlavní přijímač a hlavní zdroj energie.

Náhradní zařízení musí zahrnovat náhradní vysílač, náhradní přijímač a náhradní zdroj energie.

Musí být instalována hlavní a náhradní anténa.

Hlavní a náhradní vysílač musí být schopen vysílat na radiotelegrafním tísňovém kmitočtu. Kromě toho musí být hlavní vysílač schopen vysílat nejméně na dvou kmitočtech v přidělených pásmech mezi 405 kHz a 535 kHz. Náhradním vysílačem může být lodní nouzový vysílač.

Hlavní a náhradní vysílač, je-li napojen na hlavní anténu, musí mít normální minimální dosah (v námořních mílich):

	Hlavní vysílač	Náhradní vysílač
Všechny osobní lodě a nákladní lodě o hrubé prostornosti 1600 tun a více	150	100
Nákladní lodě o hrubé prostornosti menší než 1600 tun	100	75

Hlavní a náhradní přijímač musí být schopny přijímat na radiotelegrafním tísňovém kmitočtu.

Kromě toho musí hlavní přijímač umožňovat přijímat ty kmitočty, jichž se běžně používá pro vysílání časových znamení, zprávy o počasí a jiných sdělení, týkajících se bezpečnosti plavby.

Radiotelefonní přijímač pro tísňový kmitočet musí být na tento kmitočet předem nastaven. Musí mít filtrovací jednotku nebo mož-

nost vypnutí reproduktoru, pokud je na můstku a právě nepřijímá radiotelefonní poplachový signál.

Radiotelefonní vysílač, je-li instalován, musí být vybaven automatickým zařízením pro vysílání radiotelefonního poplachového signálu.

Náhradní přijímač musí být napájen zdrojem energie nezávislým na energii k lodnímu pohonu a na lodní elektrické síti.

Pokud je loď na moři, musí se akumulátorové baterie denně dobíjet na plný normální stav, ať už jsou součástí hlavního zařízení nebo zařízení náhradního.

Nepoužívá-li se na moři náhradní vysílač k podávání zpráv, musí být denně přezkušován s použitím umělé antény. Také náhradní zdroj energie musí být denně zkoušen.

Radiotelegrafní autoalarmy

Nevyskytují-li se rušení jakéhokoli druhu, musí být autoalarm schopen uvedení v činnost bez ručního nastavení jakýmkoli poplachovým signálem, vysílaným na radiotelegrafním tísňovém kmitočtu kteroukoli pobřežní stanicí, lodním nouzovým vysílačem nebo vysílačem záchranných plavidel, které pracují podle Radiokomunikačního řádu; musí být uveden v činnost buď třemi nebo čtyřmi po sobě následujícími čárkami radiotelegrafního poplachového signálu.

Nesmí být uveden v činnost atmosférickými poruchami nebo jakýmkoli jinými signály, než je radiotelegrafní poplachový signál.

Pokud je to prakticky možné, musí se radiotelegrafní autoalarm při výskytu atmosférických poruch nebo rušivých signálů samočinně nastavit tak, aby v co nejkratší době mohl rozlišit radiotelegrafní poplachový signál.

Jakmile je radiotelegrafní autoalarm uveden v činnost radiotelegrafním poplachovým signálem nebo v případě poruchy přístroje, musí začít vydávat trvalý výstražný zvukový signál slyšitelný v radiokabině, v ložnici radiodůstojníka a na velitelském můstku. Je-li to proveditelné, má být výstražný signál dáván v případě poruchy kterékoli části nebo celé přijímací poplachové soustavy. K zastavení výstražného signálu smí být instalován jen jeden vypínač, který musí být umístěn v radiokabině.

Pokud je loď na moři, musí radiodůstojník zkoušet provozuschopnost radiotelegrafního autoalarmu nejméně jednou za 24 hodin.

Není-li v provozuschopném stavu, musí to radiodůstojník hlásit kapitánu lodi nebo důstojníku konajícímu službu na velitelském můstku.

Rádiové zaměřovače

Zaměřovací přístroj musí být účinný a schopný přijímat signály s minimálními vlastními šumy v přijímači a musí provádět zaměření, ze kterého lze určit správné zaměření a směr.

Musí být schopen přijímat signály na radiotelegrafních kmitočtech určených Radiokomunikačním řádem pro účely tísňe a rádiového zaměřování a pro námořní radiomajáky.

Radiotelegrafní zařízení v motorových záchranných člunech

Radiotelegrafní zařízení musí zahrnovat vysílač, přijímač a zdroj energie. Musí být konstruováno tak, aby je mohla v případě nutnosti obsluhovat i nevycevičená osoba.

Vysílač musí být schopen vysílat na radiotelegrafním tísňovém kmitočtu třídou vysílání určenou Radiokomunikačním řádem pro tento kmitočet a třídou vysílání určenou Radiokomunikačním řádem pro použití na záchranných plavidlech v pásmech mezi 4000 kHz a 27 500 kHz.

Kromě klíče pro ruční vysílání musí být vysílač vybaven automatickým klíčem pro vysílání radiotelegrafních poplachových a tísňových signálů.

Na radiotelegrafním tísňovém kmitočtu musí mít vysílač minimální normální dosah 25 mil při použití pevné antény.

Během plavby lodi na moři musí radiodůstojník přezkoušet každý týden vysílač za použití vhodné umělé antény a musí dobíjet baterii na plný stav.

Přenosná radiostanice pro záchranná plavidla

Radiostanice musí zahrnovat vysílač, přijímač, anténu a zdroje energie. Musí být konstruována tak, aby ji mohla obsluhovat v případě nutnosti i nevycevičená osoba.

Přístroj musí být snadno přenosný, vodotěsný, schopný plavat v mořské vodě a schopný shoení do moře bez poškození. Nové zařízení musí být tak lehkého a celistvého provedení, jak je to jen možné a musí být pokud možno schopno používání jak v záchraných člunech, tak i na záchranných vorech.

Kromě klíče pro ruční vysílání musí být vysílač vybaven automatickým klíčem pro vysílání radiotelegrafních poplachových a tísňových signálů. Je-li vysílač schopen vysílat na radiotelefonním tísňovém kmitočtu, musí být vybaven automatickým zařízením pro vysílání radiotelefonních poplachových signálů.

Během plavby lodi na moři musí radiodůstojník nebo radiotelefonní operátor každý týden přezkoušet vysílače s použitím vhodné umělé antény a dobíjet baterii na plný stav.

Radiotelefonní stanice

Radiotelefonní stanice musí být umístěna v horní části lodě tak, aby byla co nejvíce chráněna před hlukem, který by mohl narušovat správný příjem zpráv a signálů.

Mezi radiotelefonní stanicí a velitelským můstkem musí být spolehlivé spojení.

Z místa radiotelefonisty musí být dobře viditelná instrukční tabulka s jasným návodem pro radiotelefonní postup v případě tísně.

Radiotelefonní zařízení

Radiotelefonní zařízení se musí skládat z vysílače, přijímače a odpovídajícího zdroje energie.

Vysílač musí být schopen vysílat na radiotelefonním tísňovém kmitočtu a nejméně na jednom dalším kmitočtu v pásmu mezi 1605 kHz a 2850 kHz.

U nákladních lodí hrubé prostornosti 500 tun a více, ale méně než 1600 tun, musí mít vysílač minimální normální dosah 150 mil, tj. musí být schopen vysílat jasně slyšitelné signály z lodě na loď ve dne a za normálních podmínek na tuto vzdálenost.

Vysílač musí být vybaven pro vysílání radiotelefonního poplachového signálu automatickým zařízením konstruovaným tak, aby byla vyloučena možnost omylu.

Rádiové deníky

Rádiový deník (deník rádiové služby), požadovaný Radiokomunikačním řádem pro loď vybavenou radiotelegrafní stanicí, musí být uložen během plavby v radiokabině. Každý radiodůstojník musí zapsat do deníku své jméno, dobu, kdy nastoupil a ukončil hlídku a všechny události související s rádiovou službou, které se staly během jeho hlídky a které mohou být důležité pro bezpečnost lidského života na moři.

Rádiový deník (deník rádiové služby), požadovaný Radiokomunikačním řádem pro loď vybavenou radiotelefonní stanicí, musí být uložen na místě, kde se drží poslechová hlídka. Každý kvalifikovaný operátor a každý kapitán lodi, důstojník nebo člen posádky držící poslechovou hlídku, musí zapsat do deníku spolu se svým jménem podrobnosti všech událostí souvisejících s rádiovou službou, které se stanou během jeho hlídky a které mohou být důležité pro bezpečnost lidského života na moři.

Rádiový deník musí být k dispozici ke kontrole osobám pověřeným Správou k provádění kontrol.

Bezpečnost námořní plavby

Zprávy o nebezpečí

Kapitán každé lodi, která se setká s nebezpečnými ledy, nebezpečnými plovoucími předměty nebo jiným přímým nebezpečím pro plavbu, nebo tropickou bouří, nebo mrazivým vzduchem, který vane silou bouře a způsobuje vážné námrazy na nástavbách, nebo větry vanoucími silou stupně 10 nebo více podle Beaufortovy stupnice, pro které nebyla zachycena bouřková výstraha, je povinen podat o tom informaci všemi prostředky, které má k dispozici, lodím nacházejícím se v blízkosti a též kompetentním úřadům na prvním pobřežním místě, se kterým se může spojit. Způsob, jakým se informace vyšle, není závazný. Může být vyslána rádiem běžnou řečí, pokud možno anglicky, nebo pomocí mezinárodního signálního kódu.

Musí být vyslána rádiem všem lodím v blízkosti a prvnímu místu na pobřeží, se kterým je možno dosáhnout spojení, s žádostí, aby byla předána příslušným úřadům.

Každá smluvní vláda musí podniknout všechny nezbytné kroky k zajištění toho, aby po přijetí zprávy o jakémkoli nebezpečí byla tato zpráva okamžitě dána na vědomí těm, kterých se týká a sdělena ostatním zainteresovaným vládám.

Sdělení zpráv týkajících se uvedených nebezpečí je pro lodi, kterých se týkají, bezplatné.

Všem rádiovým zprávám o nebezpečí musí předcházet bezpečnostní signál v postupu předepsaném Radiokomunikačním řádem.

Zneužití tísňových signálů

Použití mezinárodního tísňového signálu k jiným účelům než k ohlášení, že loď nebo letadlo je v tísni a použití jakéhokoli signálu, který by mohl být zaměněn za mezinárodní tísňový signál, je každé lodi nebo letadlu zakázáno.

Lodní navigační vybavení

Všechny lodě o tonáži 1600 tun a větší musí být vybaveny radarem typu schváleného Správou.

Všechny lodě o tonáži 1600 tun a výše, pokud plují na mezinárodních cestách, musí být opatřeny rádiovým zaměřovačem.

Všechny nové lodě o tonáži 1600 tun a více, pokud jsou na mezinárodních plavbách, musí být vybaveny rádiovým zaměřovačem pracujícím na radiotelefonním tísňovém kmitočtu.

AMATÉRSKÉ ZNAČKY A KÓDY

Základem seznamu amatérských prefixů je seznam zemí pro DXCC, který byl doplněn některými prefixy dalšími. Zeměpisné názvy jsou uvedeny v angličtině, tak jak bývají uveřejňovány v amatérských časopisech a publikacích. Amatérské značky zemí jsou odvozeny od systému, uveřejněného v Radiokomunikačním řádě, jsou však podrobovány neustálým změnám.

Mění a vyvíjí se i soustava kódů a zkratk. Část Q-kódů je zakotvena v Radiokomunikačním řádu (QO, QR, QS, QT, QU). Kódy QO a QU jsou určeny pro námořní pohyblivou službu, QR, QS a QT mají obecnou platnost. Kódy QA—QN se používají převážně v pohyblivé službě letecké, ztrácejí však již svou důležitost. Zkratky QA—QN platné a úředně zavedené jsou vytištěny tučně. V plném rozsahu platí zkratky QO, QR, QS, QT a QU. Ostatní pocházejí z různých příruček a časopisů. Některé z nich jsou použitelné pro amatérský provoz a bývaly slyšet v prvních letech po druhé světové válce. Mnohé z nich od té doby pozbyly platnosti a různé služby si tyto části Q-kódu upravily po svém. Zkratky QN, uvedené v závorce, zavedla — bez ohledu na jejich správný význam — ARRL pro komunikaci v sítích a převzala je i německá DLNET. Ty se používají bez otazníku i v případě, že znamenají otázku. Z-kód se používá zejména na stanicích pevných služeb.

Existuje také několik neúspěšných dávno zapomenutých pokusů o vytvoření amatérských kódů, například „univerzální amatérský jazyk SIRELA“ propagovaný ve třicátých letech časopisem Radio News („počasí bylo dobré“ by se řeklo „REBOBODO“). Neosvědčil se ani číslicový kód ARRL, ve kterém 1 = vše zdravo, 55 = veselé vánoce a šťastný Nový rok, 70 = šťastnou cestu atd. Zůstalo několik číslicových zkratk, jejichž smysl je už jiný: 33 = pozdrav (děvčata mezi sebou),

- 55 = mnoho zdaru (používají amatéři Německé demokratické republiky a Německé spolkové republiky),
 73 = pozdrav (tradiční, používaný i v pohyblivé službě námořní),
 77 = pozdrav DIG,
 88 = polibky,
 99 = zmiz! (nezdvořilé).

Různé zkratky a značky uvedené v Radiokomunikačním řádu

AA	Všechno za ... (dává se za otazníkem, aby bylo vyžádáno opakování).
AB	Všechno před ... (dává se za otázníkem, aby bylo vyžádáno opakování).
ADS	Adresa (dává se za otazníkem, aby bylo vyžádáno opakování).
AR	Konec vysílání (·-·-· dává se jako jediná značka).
AS	Čekajte (·-·-· dává se jako jediná značka).
BK	Značka, které se užívá, aby bylo přerušeno právě probíhající vysílání.
BN	Všechno mezi ... a ... (dává se za otazníkem, aby bylo vyžádáno opakování).
BQ	Odpověď na RQ
CFM	Potvrďte (nebo potvrzují).
CL	Zavírám svou stanici.
COL	Kolacionujte (prověřte porovnáním s mým textem).
CP	Všeobecné volání ke dvěma nebo k několika jmenovitým stanicím.
CQ	Všeobecná volání ke všem stanicím.
CS	Volací značka (užívá se, je-li žádána volací značka).
DDD	Užívá se, aby se označilo vysílání tísňové zprávy stanicí, která sama není v tísni.
DE	Z (užívá se před volací značkou volající stanice).
DF	Vaše zaměření v ... hodin bylo ... stupňů, v pochybném úseku této stanice, s možnou chybou ... stupňů.
DO	Zaměření nespolehlivé. Žádejte o zaměření později (nebo v ... hodin).
E	Východ (světová strana).
ETA	Odhadovaná hodina příjezdu.
ITP	Rozdělovací značky se počítají.
K	Výzva k vysílání.
KTS	Námořních mil za hodinu (uzlů)
MIN	Minuta (nebo minuty).
MSG	Označení zprávy, která je určena veliteli loď nebo která od něho pochází a týká se provozu lodi nebo její plavby.
N	Sever (světová strana).
NIL	Nemám nic, co bych vám vysílal.
NO	Ne (zápor).
NW	Nyní.

OK	Jsmo dohodnuti (nebo je to správné).
OL	Zámořské psaní.
P	Označení soukromého radiotelegramu.
PBL	Záhloví (užívá se za otazníkem, aby bylo vyžádáno opakování).
R	Přijato.
REF	Se zřetelom k ... (nebo přihlédněte k ...).
RPT	Opakujte (nebo opakují ..., opakujte ...).
RQ	Označení dotazu.
S	Jih (světová strana).
SIG	Podpis (užívá se za otazníkem, aby bylo vyžádáno opakování).
SLT	Rádiové námořní psaní.
SOS	Tisňový signál (···---···), vysílá se jako jediná značka.
SS	Označení, které se uvádí před jménem loďní stanice.
SVC	Označení služebního telegramu.
SYS	Přihlédněte k svému služebnímu telegramu.
TFC	Korespondence.
TR	Užívá pozemní stanice, aby si vyžádala polohu a příští přístav, v němž polyblivá stanice zastavuje; užívá se rovněž jako označení odpovědi.
TTT	Tato skupina vyslaná třikrát, tvoří bezpečnostní signál.
TU	Děkuji vám.
TXT	Text (užívá se za otazníkem, aby bylo vyžádáno opakování).
VA	Konec práce (···---), vysílá se jako jediná značka.
W	Západ (světová strana).
WA	Slovo za ... (užívá se za otazníkem, aby bylo vyžádáno opakování).
WB	Slovo před ... (užívá se za otazníkem, aby bylo vyžádáno opakování).
WD	Slovo(a) nebo skupina(y).
XQ	Vyšlu služební informaci.
YZ	Následují slova v otevřené řeči.
QAA	Kdy myslíte, že doletíte do ...?
QAB	Můžeme dostat povolení na let (pro ...) z ... (místo) do ... (místo) v letové hladině (výšce ...)? Máte povolení (anebo má povoleno) od (koho) ... na let z ... (místo) do ... (místo) v letové hladině (výšce ...).
QAC	Vracíte se? Vracím se. Vraťte se!
QAD	Kdy jste odletěl z ...? Odletěl jsem z ... v ... hod.
QAE	Máte zprávy o ...? Nemám zprávy o ...
QAF	Kdy jste minul ...? Minul jsem ... v ... hod.
QAG	Zařídte let tak, abyste přiletěl do ... v ... hod.
QAH	Jak jste vysoko?
QAI	Bylo hlášeno letadlo v mé blízkosti? Není hlášeno ...
QAJ	Mám hledat letoun ... v sousedství nebo ...? Hleďte ...
QAK	Letí nablízku jiný letoun (je nebezpečí srážky)? Letí blízko vás ...
QAL	Chcete přistát v ...? Přistanu ... Přistaňte ...
QAM	Poslední povětrnostní zpráva ...

QAN	Přízemní vítr ...
QAO	Výškový vítr ...
QAP	Mám dále poslouchat pro vás na ... kHz? Poslouvejte ...
QAA	Jsem blízko zakázaného, omezeného anebo nebezpečného prostoru? anebo Jsem blízko prostoru ... (označení prostoru)? Jste ... 1. blízko, 2. letíte v prostoru ... (označení prostoru).
QAR	Mohu přerušit poslech na ... min? Můžete přerušit poslech ...
QAS	Letíte nad zakázaným pásmem.
QAT	Mám vysílat dále? Poslouvejte před vysíláním; rušíte ...
QAU	Kde můžeme vypustit palivo? Hodlám vypustit palivo anebo Vypouštím palivo v ... (prostor).
QAV	Volám vás (volám ...).
QAW	Hodlám postoupit po nezdařeném přiblížení.
QAX	Zachytil jsem signál pilnosti ...
QAY	Zachytil jsem tísňový signál ...
QAZ	Nemohu přijímat, zastavuji pro bouřku.
QBA	Viditelnost.
QBB	Jaká je výška spodní základny mraků?
QBC	Můžete mi dát poslední meteorologická pozorování, která jste učinil z letadla?
QBD	Jaké množství pohonných hmot vám zbývá (vyjádřeno v hodinách anebo minutách spotřeby)? Zbývá mi pohonných hmot na ... (hodin anebo minut).
QBE	Svinuji anténu.
QBF	Letíte v mracích? Letím v mracích ve výšce ... m.
QBG	Letíte nad mraky? Letím nad mraky.
QBH	Letíte pod mraky? Letím pod mraky.
QBI	Musí se dodržovat pravidla pro let podle přístrojů (IFR) v ... (místo) anebo z ... do ... (místo)? Pravidla pro let podle přístrojů (IFR) v ... (místo) anebo z ... do ... (místo) se musí dodržovat.
QBJ	Jak vysoko je vrchní okraj mraků?
QBK	Letíte v bezoblačném prostředí? Letím v bezoblačném prostředí v letové hladině (výšce ...).
QBL	Jsem nucen přistát v ...
QBM	Vyslal ... pro mne zprávu? Zde je zpráva od ... vyslaná v ... hodin.
QBN	Letíte mezi dvěma vrstvami mraků? Letím mezi dvěma vrstvami mraků.
QBO	Které je nejbližší letiště, kde se povoluje let podle pravidel letu za viditelnosti (VFR) a které bylo vhodné k mému přistání? Let podle pravidel letu za viditelnosti (VFR) se povoluje v ... (místo). Toto letiště by bylo vhodné pro vaše přistání.
QBP	Letíte střídavě v oblacích a mimo oblaka? Letím střídavě v oblacích a mimo oblaka v letové hladině (výšce ...).
QBR	Nemohu předat zprávu ... v této formě.
QBS	Stoupejte (anebo klesajte) do výšky ... (číselný údaj a jednotky) nad ...

(údaj), dříve než se střetnete s podmínkami letu podle přístrojů anebo jakmile dohlednost klesne pod ... (číselný údaj pro vzdálenost a jednotky) a podejte zprávu.

QBT Jaká je dráhová dohlednost v ... (místo)? Dráhová dohlednost v ... (místo) v ... (hodin) je ... Poznámka: Pokud není stanice, které se ptáme, vyba-
vena pro vykonání zvláštního požadovaného pozorování, odpoví na QBT?
zkratkou QNO.

QBU Jste si jist, že telegram je přesný? Telegram ... není jasný.

QBV Dosáhli jste letovou hladinu (výšku ...) anebo ... (prostor nebo místo)?
Dosáhl jsem letovou hladinu (výšku ...) nebo ... (prostor nebo místo) nebo
Hlaste dosažení letové hladiny (výšky ...) nebo ... (prostor nebo místo).

QBW Dostal jste tlg, poslaný v ... hod.? Tlg ... jsem nedostal.

QBX Opustil jste letovou hladinu (výšku ...) nebo (prostor nebo místo ...)?
Opustil jsem letovou hladinu (výšku ...) nebo ... (prostor nebo místo) nebo
Hlaste opuštění letové hladiny (výšky ...) nebo ... (prostor nebo místo).

QBZ Oznamte své podmínky letu vzhledem k oblačnosti. V odpovědi na QBZ?
se uvede jedna ze zkratek QBF, QBG, QBH, QBK, QBN, nebo QBP.

QCA Můžeme změnit letovou hladinu/výšku z ... na ...? Můžete změnit letovou
hladinu/výšku z ... na ... nebo Měním letovou hladinu/výšku z ... na ...

QCB Způsobujete zdržení tím, že ... 1. vysíláte, když na vás není řada, 2. odpo-
vidáte pozdě, 3. neodpovídáte na mé ...

QCC Jaká je volací značka SOPA nebo (OTC)?

QCE Kdy můžeme očekávat povolení na přiblížení? Povolení na přiblížení oče-
kávejte o ... hodině anebo Zdržení se neočekává.

QCF Doba zdržení neurčitá. Povolení na přiblížení očekávejte nejdříve do ...
hodin.

QCG Mám převzít pro vás poslech na ... kHz? Převezměte ...

QCH Můžeme rolovat na ... (místo)? Můžete rolovat na ... (místo) (místo se
uvádí v otevřené řeči).

QCI Udělejte ihned 360° zatačku (směrem do ...) nebo: Dělán ihned 360° za-
táčku (směrem do ...).

QCJ Můj příjem je na moment přerušen.

QCK Moje přístroje jsou v pořádku.

QCL Mám poruchu v příjmu.

QCM Zdá se, že máte poruchu ve vysílání.

QCO Jak zní můj signál? (Nemohu přijímat.) Váš signál zní: 1. dobře, 2. špatně,
3. mění se.

QCP Váš tón je špatný.

QQC Váš tón je čistý.

QCR Váš tón se mění.

QCS Můj příjem je porouchán.

QCT Můj příjem krátkých vln je porouchán.

QCW Vaše značky se ztrácejí.

QCX	Jaká je vaše úplná volací značka? Moje úplná volací značka je ... nebo: Až do dalšího oznámení používejte úplnou volací značku.
QCY	Pracuji (pracujete) s vlečnou anténou.
QDB	Poslal jste zprávu ... příjemci ...? Nemohl jsem dopravit ...
QDC	Telegram ... byl poslán drátem.
QDD	Telegram č. ... byl odmítnut.
QDF	Jaká je vaše hodnota D v ... (poloha)? nebo: Jaká je hodnota D v ... (místo anebo poloha) (o ... hodině) pro hladinu ... milibarů? Moje hodnota D v ... (poloha) ve výšce ... (číselný údaj a jednotky) nad hladinou 1013,2 milibaru je ... (uveďte D hodnotu v číselném údaji a jednotkách) ... (uveďte plus nebo minus) nebo: Hodnota D v ... (místo nebo poloha) o ... hodině pro hladinu ... milibarů je ... (D hodnota v číselném údaji a jednotkách) ... (uveďte plus nebo minus). Poznámka: Když je skutečná výška letu (podle radiovýškoměru) větší než tlaková výška, uvede se zkratka PS (plus), když je menší než tlaková výška, uvede se zkratka MS (minus).
QDH	Co je příčinou tohoto rušení?
QDK	Odpovídejte v abecedním pořádku volacích značek!
QDL	Hodláte žádat o řadu zaměření? Hodlám ...
QDM	Jaký magnetický kurs mám sledovat do ...?
QDO	Můžete požádat stanici X, aby vysílala svou volací značku a nepřetržitou čárku po ... minut, na ... kHz, abych mohl užít gonio? Požádám ...
QDP	Chtete přijmout radiotelegrafickou kontrolu ...? Přijmu ...
QDR	Moje magnetické zaměření vzhledem k vám (k ...)?
QDS	Nemohu teď přijmout radiotelegrafickou kontrolu ...
QDT	Letíte za dobré horizontální viditelnosti? Letím ...
QDU	Zrušte můj letový plán IFR nebo letový plán IFR zrušený o ... (čas).
QDV	Letím za vodorovné viditelnosti méně než 1000 m.
QDX	Přijal jsem radiotelegrafickou kontrolu (koho).
QDY	Magnetický kurs za bezvětří k ... je ... stupňů v ... hod.
QEA	Můžeme přejít dráhu před sebou? Můžete přejít dráhu před sebou.
QEB	Můžeme otočit na křižovatce? Na křižovatce rolujte takto: ... (točte vlevo — LEFT, točte vpravo — RIGHT).
QEC	Můžeme se otočit o 180° a vrátit se po dráze? Můžete se otočit o 180° a vrátit se po dráze.
QED	Mám sledovat naváděcí automobil? Sledujte naváděcí automobil.
QEF	Jsem na parkovišti? nebo: Jste na parkovišti? Jste na parkovišti nebo: Jsem na parkovišti.
QEG	Můžeme opustit parkoviště? nebo: Opustili jste parkoviště? Můžete opustit parkoviště nebo: Opustil jsem parkoviště.
QEH	Můžeme rolovat na vyčkávací stanoviště dráhy číslo ...? nebo: Jste na vyčkávacím stanovišti dráhy číslo ...? Můžete rolovat na vyčkávací stanoviště dráhy číslo ... nebo: Jsem na vyčkávacím stanovišti dráhy číslo ...

- QEI** Můžeme rolovat na místo vzletu? nebo: Jste na místě vzletu? Můžete rolovat na místo vzletu na dráze číslo ... a čekat nebo: Jsem na místě vzletu na dráze ... a čekám.
- QEK** Jste připraven na okamžitý vzlet? Jsem připraven na okamžitý vzlet.
- QEL** Můžeme vzlétnout (a po vzletu udělat zatáčku do ...)? Můžete vzlétnout (a po vzletu točte do ...).
- QEM** Jaký je stav povrchu přistávací plochy v ... (místo)? Stav povrchu přistávací plochy v ... (místo) je ... Poznámka: Informace se podávají vysláním příslušných skupin NOTAM.
- QEN** Mám čekat na svém místě? Čekajte na svém místě.
- QEO** Mám uvolnit dráhu (nebo přistávací plochu)? nebo: Uvolnili jste dráhu (nebo přistávací plochu)? Uvolněte dráhu (nebo přistávací plochu) nebo: Uvolnil jsem dráhu (nebo přistávací plochu).
- QES** Je v platnosti pravý okruh v ... (místo)? V ... (místo) je v platnosti pravý okruh.
- QFA** Povětrnostní stav na úseku od ... do ...
- QFB** Světla: 1. přibližovací, 2. dráhová, 3. přibližovací a dráhová jsou mimo provoz.
- QFC** Jaké je množství, druh a výška základní oblačnosti nad ... (údaj) v ... (místo, poloha nebo oblast)? V ... (místo, poloha nebo oblast) je základna oblačnosti ... osmin, druh ..., ve výšce ... (číselný údaj a jednotky) nad ... (údaj). Poznámka: Když se vyskytuje několik vrstev nebo skupin oblačnosti, oznamuje se nejnižší z nich na prvním místě.
- QFD** 1. Je ... světelný maják ... (v ...) v provozu? 2. Můžete rozsvítit ... světelný maják (v ...) ? 3. Můžete zhasnout letištní světelný maják v ... do doby, kdy přistaneme? 1. ... světelný maják (v ...) je v provozu. 3. Do doby, kdy přistanete, zhasneme letištní světelný maják (v ...).
- QFE** Jak mám nastavit tlakovou stupnici svého výškoměru, aby přístroj indikoval výšku nad používanou vztaznou úrovní? Když nastavíte tlakovou stupnici svého výškoměru na ... milibarů, bude přístroj indikovat vaši výšku nad úrovní letiště (nad prahem dráhy číslo ...).
- QFF** Jaký je (v ...) současný atmosférický tlak, přepočítaný na střední hladinu moře podle meteorologických postupů? Atmosférický tlak v ... přepočítaný na střední hladinu moře podle meteorologických postupů je (nebo v ... hodině byl stanoven) ... hPa.
- QFG** Jsem nad vámi? Jste naďe mnou.
- QFH** Mohu sestoupit pod mraky? Můžete ...
- QFI** Letiště je osvětleno.
- QFK** Vypusťte rakety rudohnědé barvy.
- QFL** Vypusťte barevné rakety.
- QFM** V jaké výšce mám letět?
- QFN** Nesvinujte anténu, dokud nedám znamení „Konec vysílání“.
- QFO** Mohu přistát přímo z kursu? Můžete ...

- QFP** Můžete mi dát poslední informace o ... zařízení (v ...)? Poslední informace o ... zařízení (v ...) jsou ... Poznámka: Informace se poskytne vysláním příslušných skupin NOTAM.
- QFQ** Jsou přibližovací a dráhová světla rozsvícená? Přibližovací a dráhová světla svítí nebo: Rozsviňte přibližovací a dráhová světla.
- QFR** Je můj podvozek poškozený? Váš podvozek je poškozený.
- QFS** Je rádiové zařízení ... v ... v provozu? Rádiové zařízení ... v ... je v provozu (nebo bude v provozu o ... hodině) nebo: Uvedte do provozu ... rádiové zařízení v ...
- QFT** Mezi kterými výškami nad ... se pozorovalo tvoření námrazy (v ...)? Tvoření námrazy se pozorovalo v ..., druh ... s rychlostí tvoření ..., mezi výškami ... nad ...
- QFU** Jaký je magnetický směr (nebo číslo) dráhy v používání? Magnetický směr (nebo číslo) dráhy v používání je ... Poznámka: Číslo dráhy se vyjadřuje skupinou dvou číslic a magnetický směr skupinou tří číslic.
- QFV** Řada přistávacích světlometů je rozsvícena.
- QFW** Jaká je délka dráhy v používání v ...? Délka používané dráhy je ...
- QFX** Pracujeme (nebo budeme pracovat) s pevnou anténou nebo: Pracujte s pevnou anténou.
- QFY** Oznamte prosím nynější povětrnostní podmínky pro přistání (v ...). Nynější povětrnostní podmínky pro přistání v ... jsou ... Poznámka: Když se poskytují informace ve zkratkách Q kódu, vysílají se v tomto pořadí: QAN, QBA, QNY, QBB, QNH nebo QFE a podle potřeby QMU, QNT, QBJ. Za normálních okolností není potřeba, aby tyto zkratky Q kódu předcházely informacím uvedeným v QAN, QBA, QNY a QBB, avšak podle potřeby je možno tak učinit.
- QFZ** Předpověď počasí pro oblast ...
- QGA** Mohu přistát okamžitě podle signálu majáku? Můžete ...
- QGB** Nemůžete přistát v ... podle signálu rádiového majáku.
- QGC** ... (vlevo nebo vpravo) od dráhy číslo ... jsou překážky.
- QGD** Ve vašem směru letu jsou překážky ve výši ... m.
- QGE** Jaká je moje vzdálenost k vaší stanici (nebo k ...)? Vaše vzdálenost k mé stanici (nebo k ...) je ... (číselný údaj a jednotky). Poznámka: Tato zkratka se normálně používá ve spojení s jednou ze zkratk: QIM, QDR, QTE nebo QUJ.
- QGF** Vaše poloha vzhledem ke mně ...
- QGG** Jak rychle chcete sestoupit?
- QGH** Mohu přistát podle pravidel o ...
- QGI** Nemůžete přistát podle pravidel o sestupu mraky.
- QGJ** Omezte svá sdělení na absolutní minimum.
- QGK** Letím tak, aby moje zeměpisné zaměření vzhledem k ... bylo na ... stupnici.
- QGL** Mohu vlétnout do kontrolovaného pásma? Můžete ...
- QGM** Nesmíte vlétnout do kontrolovaného pásma (opustte kontrol. pásmo)!

QGN	Mohu přistát v ...? Můžete ...
QGO	Nemůžete přistát v ...
QGP	Kdy jsem na řadě s přistáním?
QGA	Čekejte na instrukce a zůstaňte ve výši ... m.
QGR	Mohu přistát v ... bez okruhu nalevo? Můžete ...
QGS	Nemůžete přistát bez okruhu nalevo.
QGT	Letíte ... minut opačným směrem než dosud.
QGU	Letíte ... minut magnetickým kursem ...
QGV	Vidíte mě? Vidím vás na ...
QGW	Je můj podvozek dobře vysunutý?
QGY	Nemůžete přistát podle metody „ZZ“!
QGX	Mohu přistát podle metody „ZZ“? Můžete ...
QGZ	Udržujte směr na ...
QHA	Užíváte poznávacího hesla nesprávně.
QHB	Upozorňuji důrazně pro ... na zprávu ..., kterou máte ve sbírce.
QHC	Volám (volal jsem, volá) vás na ... kHz.
QHD	Co je příčinou zdržení (špatného vysílání)?
QHE	Oznamte, až budete na ... úseku přiblížení (1, 2, 3 nebo 4). Jsem ... 1. na- příč větru, 2. po větru, 3. v poslední zatáčce, 4. na konečném přiblížení.
QHF	Váš kmitočet je příliš vysoký (... kHz).
QHG	Můžeme se zařadit do provozního okruhu v letové hladině/výšce ...? Mů- žete se zařadit do provozního okruhu v letové hladině/výšce ...
QHH	Nouzově přistáváte? Nouzově přistávám nebo: Nouzově přistávám v ... (místo). Všechna letadla pod letovou hladinou/výškou ... a ve vzdálenos- ti ... opustíte ... (místo nebo kursy).
QHI	Jste (nebo je ...) ...? 1. na vodě? 2. na zemi? O ... hodině jsem (nebo ... je) ... 1. na vodě, 2. na zemi.
QHK	Vysilejte předběžnou výzvu, než začnete s dopravou.
QHL	Od ... do ...
QHM	PBL jak byla přijata. Ověřte, je-li třeba, od stan. odkud pochází a RPT.
QHN	Převzmete goniolídku na ... kHz.
QHO	Nemohu (nebo XY nemůže) užívat ...
QHQ	Můžeme převést ... přiblížení (v ...)? Přibližujete se ...? Můžete se ... př- blížit (...) nebo: Přibližujeme se ...
QHR	Sdělte mi až (tuto) zprávu ... obdrží příjemce.
QHS	Vypněte přístroje IFF na 10 minut, vyjma letadlo ...
QHT	Uvedená stanice nechť předá automaticky zprávu ostatním, kterým ob- vykle předává.
QHY	Upozorňujeme vás na ...
QHZ	Mám kroužit nad letištěm (nebo udělat okruh)? Kružte nad letištěm (nebo udělejte okruh).
QIA	Ověřte poznávací heslo posledního vysílání (zprávy ...).
QIB	Volací značka letounu, který vás sleduje, je ...

- QIC** Spojte se rádiem s ... na ... kHz v ... hod.
- QID** Je váš ... vadný? Můj ... je vadný.
- QIE** Jakého kmitočtu užíváte (užívá ...)?
- QIF** Na jakém kmitočtu pracuje ...? ... pracuje na ... kHz (nebo MHz).
- QIG** Zjistěte poslech a hlaste se na ... kHz pro druhé spojení.
- QIH** Přepněte (nařídte ať XY přepne) na příjem na ... kHz.
- QII** Urychlete odpověď na ...
- QIJ** Jeden či více vysílačů, současně zapojených do tohoto vysílání, má poruchu, ale vysílání pokračuje na zbývajících vysílačích. Takto vysílané zprávy budou opakovány po odstranění závady.
- QIN** Přepněte na kmitočet ... a čekejte na volací značku letounu ...
- QIO** Rušíte (XY ruší) tím, že jste neuposlechl příkazu počkat.
- QIP** Spusťte (1. volací zařiz., 2. zkuš. pásku, 3. synchron. pásku, 4. dopr. pásku).
- QIR** Depeše pro základnu.
- QIS** Vysíláte teď s nejvyšší energií? Vysílám ...
- QIT** Následující zpráva byla automaticky předána stanici ... (příjemci).
- QIU** Je to vaše ... (1., 2., 3.) žádost (odpověď)? To je moje ...
- QIW** Co překáží automatickému přijímání?
- QIZ** Užijte mžikového světla!
- QJA** 1. Je moje páska převrácená? 2. Jsou moje značky a mezery převrácené?
1. Vaše páska je převrácená, 2. Vaše značky a mezery jsou převrácené.
- QJB** Použijete: 1. rádio? 2. kabel? 3. telegraf? 4. dálnopis? 5. telefon? 6. přijímač? 7. vysílač? 8. reperforátor? Použijeme: 1. rádio, 2. kabel, 3. telegraf, 4. dálnopis, 5. telefon, 6. přijímač, 7. vysílač, 8. reperforátor.
- QJC** Přezkoušíte svůj: 1. rozdělovač vysílače? 2. automatický dávač? 3. perforátor? 4. reperforátor? 5. přijímač dálnopisu? 6. motor přijímače dálnopisu? 7. klávesnici? 8. anténový systém? Přezkouším svůj: 1. rozdělovač vysílače, 2. automatický dávač, 3. perforátor, 4. reperforátor, 5. přijímač dálnopisu, 6. motor přijímače dálnopisu, 7. klávesnici, 8. anténový systém.
- QJD** Vysílám ... 1. písmena? 2. čísla? Vysíláte ... 1. písmena, 2. čísla.
- QJE** Je můj frekvenční posun ... 1. příliš velký? 2. příliš malý? 3. správný? Váš frekvenční posun je ... 1. příliš velký, 2. příliš malý, 3. správný.
- QJF** Můj signál při přezkoušení monitorem (kontrolním zařízením) ... je vyhovující ... 1. místně, 2. při vyzařování.
- QJG** Mám přejít zpět na automatické vysílání? Přejděte zpět na automatické vysílání.
- QJH** Mám vysílat ... 1. svou zkušební pásku? 2. zkušební text? Vysílejte 1. svou zkušební pásku, 2. zkušební text.
- QJI** Budete trvale vysílat ... 1. značku? 2. mezeru? Budeme trvale vysílat ... 1. značku, 2. mezeru.
- QJK** Přijímáte ... 1. trvalou značku? 2. trvalou mezeru? 3. předpětí pro značku? 4. předpětí pro mezeru? Přijímám ... 1. trvalou značku, 2. trvalou mezeru, 3. předpětí pro značku, 4. předpětí pro mezeru.

- QJL** Předějte jen pro informaci.
- QJM** Zkontrolujte šifrování zprávy ... a opakujte.
- QJN** Přejděte na rámovou anténu goniometru na ... kHz (a vraťte se na základnu).
- QJO** Pošlete mi (1. depeši; 2. depeši; 3. depeši atd. (uvedenou v ...).
- QJP** Můj ... přístroj přechodně nefunguje.
- QJO** Tato zpráva (zpráva X) byla předána mimo pořadí běžných čísel zpráv.
- QJR** Zpráva ... byla přijata adresátem v ... hod.
- QJS** Jaká je čitelnost mých signálů?
- QJT** Radar nefunguje.
- QJW** Neustaňte v nepřetržitém poslechu (na ... kHz), dokud nedostanete jiný rozkaz.
- QJY** ... lze spojit radiotelegraficky.
- QJZ** Budte připraven.
- QKA** Poznávací heslo této zprávy (zprávy ...) je ...
- QKB** Majákové přibližovací zařízení je mimo provoz.
- QKC** Stav moře (v ...) 1. dovoluje přistání na vodu, ale ne vzlet, 2. činí přistání na vodu krajně nebezpečné.
- QKD** Zdá se, že vaše relais vážne.
- QKF** Můžeme být vystřídáni o (... hodině)? Můžete očekávat, že budete vystřídáni o ... hodině (kým ...) 1. letadlem ... (poznávací značka), (typ ...), 2. plavidlem, kterého volací značka je ... (jméno ...).
- QKG** Vystřídání se uskuteční, naváže ... (poznávací značka) 1. vizuální, 2. komunikační styk s trosečníky? Vystřídání se uskuteční, když naváže ... (poznávací značka) 1. vizuální, 2. komunikační styk s trosečníky.
- QKH** Ohlásíte podrobnosti pátrání po souběžných tratích nebo: Jaký je při pátrání po souběžných tratích 1. směr pátrání? 2. vzdálenost mezi jednotlivými souběžnými tratěmi? 3. letová hladina/výška ... používaná při pátrání? Pátrání po souběžných tratích se koná (nebo se má konat (... 1. po tratích ve směru ... stupňů (zeměpisných nebo magnetických), 2. ve vzdálenosti ... mezi jednotlivými souběžnými tratěmi, 3. v letové hladině/ výšce ...
- QKI** Nemůžete přistát podle majákového přibližovacího zařízení.
- QKJ** Mohu se přiblížit podle majákového přibliž. zařiz.? Můžete ...
- QKK** Hlavní maják pr., maj. zař. pracuje, ale vnitřní návěštní maják je mimo provoz.
- QKL** Můžete přistát podle majákového přibližovacího zařízení.
- QKM** Majákové přibliž. zařízení v ... je v chodu.
- QKN** Letadlo zjištěno v poloze ... kurs ... v ...
- QKO** Které jiné složky se zúčastní (nebo budou zúčastněny) operace ...? Operace se zúčastní tyto složky ... nebo: Složka ... se zúčastní operace (od ... hodin).
- QKP** Jakým způsobem se pátrá? Pátrání se koná 1. po souběžných tratích,

	2. ve čtvercích, 3. po souběžných protilehlých tratích, 4. po kolmo lomených tratích, 5. obrysové, 6. společně letadlem a lodí, 7. ...
QKZ	Hlavní maják přírodního rádiového zařízení pracuje, ale vyšší signální maják nepracuje.
QLA	Sdělte poznávací heslo své poslední zprávy.
QLB	Můžete přezkoušet vysílání stanice ... a hlásit dosah, kvalitu atd. jejího signálu? Přezkoušel jsem vysílání stanice ... a hlásím tyto údaje ...
QLC	Užijte kódové značky.
QLD	Kdy bude nutná změna kmitočtu? V ... hod.
QLG	Stanice dočasně (na ... min) opustí síť (aby se spojila ...) (bude na ...).
QLH	Budete vysílat současně na kmitočtu ... a kmitočtu ...? Budeme současně vysílat na kmitočtu ... a kmitočtu ...
QLI	Jsem připraven vysílat volací značku.
QLJ	Uvedený letoun se vrací na základnu.
QLM	Zadržte mou zprávu ..., pokud nebude potvrzena její správnost.
QLN	Zaměření neznámé stanice, vysílající na ... kHz ... hod.
QLO	Mám použít ...? Použijte ...
QLP	Předejte ... jen pro vysílání BAMS.
QLQ	Vaše zaměření bylo ...
QLR	Nepodnikejte už nic k předání zprávy ...
QLS	Běžné číslo poslední zprávy od (vás) ... je ...
QLT	Předáno poštou
QLU	Nemohu zjistit vaši polohu. Vaše zaměření ... bylo ...
QLV	Potřebujete ještě rádiové zařízení ...? Rádiové zařízení ještě potřebujeme.
QLW	Zajistím poslech na ... kHz ... 1) 5',35, 2) 15',45.
QLX	Použijte zkráceného goniometrického postupu.
QLZ	Začněte vysílání otáčivým majákem.
QMA	Sdělte poznávací heslo pro vysílání
QMB	Nemohl jsem předat zprávu.
QMC	Měním stanoviště a budu udržovat spojení během přemísťování.
QMD	(Moje) anténa byla poškozena.
QME	Jsem připraven přijmout vaše zaměření na ... kHz.
QMF	Váš kmitočet je správný.
QMG	Stanice se hlásí do sítě.
QMH	Přejděte s vysíláním a příjmem na ... Nebude-li spojení do ... min, vraťte se na dosavadní kmitočet.
QMI	Oznamte vertikální rozvrstvení oblačnosti (v ...) pozorované z vašeho letadla. Vertikální rozvrstvení oblačnosti pozorované z mého letadla o ... hodině v ... je ... Nejnižší pozorovaná vrstva* ... osmin (druh) se základnou v ... a horní hranicí ve výšce ...

* Stejným způsobem uveďte údaje o každé pozorované vrstvě nad ... Příklad:
QMI 1400 11 2 CU 300 M 800 M 6 SC 2000 M 3000 M 5 AC 4000 M 4500 M ALT.

QMJ	Zprávu nelze dešifrovat. Zkontrolujte ukazatele zařízení přístroje.
QMK	Velitelství ... jsou vyňata.
QML	Signalizujte přibližně určené zaměření.
QMM	Jaké přednosti a pro koho jsou vaše zprávy?
QMN	Zaměření vaše ...
QMO	Opakujte zprávu ... (část).
QMP	Stáhněte pásku o ...
QMQ	Zaměřte podle otáčivých majáků.
QMR	Vysílejte znovu zprávu ...
QMS	Běžné číslo zprávy ... dosud nedošlo.
QMT	Záměnou běžného postupu zajistí stanice ... předání zprávy ...
QMU	Jaká je přízemní teplota a rosný bod v ...? Přízemní teplota v ... o ... hodině je ... stupňů a teplota rosného bodu je ... stupňů.
QMW	V jaké letové hladině/výšce je nulová izoterma Celsia v ...? V ... je nulová izoterma Celsia v letové hladině/výšce ...
QMX	Jaká je teplota venkovního vzduchu v ... (o ... hodině) v letové hladině/výšce ...? V ... o ... hodině je teplota venkovního vzduchu ... v letové hladině/výšce ... Poznámka: Letadla oznamující QMX vysílají hodnoty teploty opravené vzhledem k rychlosti letu.
QMY	Zaměřte a zakreslete polohu podle otáčivého majáku.
QMZ	Máte nějaké dodatky k letové předpovědi pro letový úsek, který máme ještě přeletět? K letové předpovědi jsou následující dodatky ... (Když nejsou žádné dodatky, vysílá se QMZ NIL.)
QNA	Jsem připraven na velkou rychlost. Vysílejte ... slov/min.
QNB	Moje poloha podle otáčivého majáku ...
QNC	Zavolejte mě zase ... na ... kHz.
QND	Naslouchám (naslouchá) pro stanici ... na ... kHz.
QNE	Jakou výšku bude indikovat můj výškoměr při přistání v ... (místo) o ... hodině, když mám tlakovou stupnici nastavenou na 1013,2 mb. Při přistání v ... (místo) o ... hodině bude váš výškoměr, nastavený na 1013,2 mb indikovat ... (číselný údaj a jednotky).
QNF	Přepněte na normální kmitočet ... kHz.
QNG	Obnovte normální radiotelegr. spojení (v ... hod.).
QNH	Jakou hodnotu mám nastavit na tlakové stupnici svého výškoměru, aby indikoval nadmořskou výšku letiště, jakmile budeme na zemi ve vaší stanici? Když nastavíte tlakovou stupnici svého výškoměru na ... mb, bude indikovat vaši nadmořskou výšku, když budete na zemi v mé stanici o ... hodině.
QNI	Mezi kterými výškami nad ... se pozorovala turbulence v ...? Turbulence se pozorovala v ... o intenzitě ... mezi výškami ... a ... nad ...
QNJ	Šifrujete ... nesprávně (1. služební signály; 2. volací značky).
QNK	Toto je služební depeše.
QNL	Volaná stanice předá tuto zprávu příjemcům, za něž je odpovědná.

QNM	Nemohu najít zprávu ... Dejte další identifikační údaje.
QNN	Zaměření je vzhledem k nepříznivým okolnostem jen přibližné.
QNO	Nemůžeme poskytnout požadované informace (nebo zajistit požadované služby).
QNP	Přerušte a začněte znovu s novou páskou.
QNQ	Poloha podle křížové mapy (D/F eross bearings).
QNR	Přibližujeme se k meznímu bodu návratu.
QNS	Nerozumím, co říkáte.
QNT	Jaká je maximální rychlost nárazů přízemního větru v ... Maximální rychlost nárazů přízemního větru v ... o ... hodině je ...
QNV	Byla vám adresována následující doprava podle rozvrhu „F“.
QNW	Můžete ustat v poslechu do ... hod.
QNX	Užijte lepšího pozadí.
QNY	Jaké jsou momentální povětrnostní podmínky a jejich intenzita v ...? Momentální povětrnostní podmínky a jejich intenzita v ... o ... hodině jsou ... (viz pozn. -a, -b). Poznámka a) Když se informace o momentálních povětrnostních podmínkách vysílají pozemní stanicí, musí se uvést podle platné povětrnostní tabulky III v PANS-MET (Doc 7605-MET 526). Když se nevyskytuje žádná z těchto podmínek, odpověď je QNY NIL. b) Když se informace o momentálních povětrnostních podmínkách vysílá letadlem, musí se uvést podle bodů 10 až 12 AIREP. Když se nevyskytuje žádná z těchto podmínek, odpověď je QNY NIL anebo příslušná odpověď se uvede pomocí zkratk Q kódu QBF, QBG, QBH, QBK, QBN, QBP. Tento druh hlášení možno použít jako dodatek, když převládá jedna anebo víc podmínek podle bodu 10 až 12.

(QNA—QNZ neoficiální kód ARRL):

QNA	Odpovídejte ve stanoveném pořadí (dává jen řídicí stanice).
QNB	Zprostředkujte mezi ... a ...
QNC	Mám zprávu všem.
QND	Síť je řízena (dává jen řídicí stanice).
QNE	Zastavte vysílání a přijímejte (dává jen řídicí stanice).
QNF	Síť nemá řídicí stanici.
QNG	Převezměte jako řídicí stanice.
QNH	Jste příliš vysoko.
QNI	Hlásím se do sítě. Hlaste se!
QNJ	Můžete mě přijímat? Můžete přijímat ...?
QNK	Dávejte pro ... (dává jen řídicí stanice).
QNL	Jste příliš nízko. •
QNM	Rušíte síť. Zastavte vysílání (dává jen řídicí stanice).
QNN	Řídicí stanice je ...
QNO	Stanice opouští síť.

QNP	Nemohu vás (nebo XY) brát.
QNQ	Přelaďte na ... Dávejte pro ... (dává jen řídicí stanice).
QNR	Odpovězte ... (dává jen řídicí stanice).
QNS	Sítě se zúčastňují ...
QNT	Na několik minut se vzdám.
QNU	Zůstaňte na příjmu (dává jen řídicí stanice).
QNV	Spojte se s ... a zprostředkujte ... (dává jen řídicí stanice).
QNW	Jak řídíte dále provoz pro ...
QNX	Můžete opustit síť. Smím opustit síť (dává se bez otazníku).
QNY	Přelaďte na ... a dokončete s ... (dává řídicí stanice).
QNZ	Nalaďte se na můj kmitočet.
QOA	Můžete pracovat radiotelegrafií (500 kHz)? Mohu pracovat radiotelegrafií (500 kHz).
QOB	Můžete pracovat radiotelefonii (2182 kHz)? Mohu pracovat radiotelefonii (2182 kHz).
QOC	Můžete pracovat radiotelefonii (kanál 16 — kmitočet 156,80 MHz)? Mohu pracovat radiotelefonii (kanál 16 — kmitočet 156,80 MHz).
QOD	Můžete se mnou pracovat: 0. holandsky, 1. anglicky, 2. francouzsky, 3. německy, 4. řecky, 5. italsky, 6. japonsky, 7. norský, 8. rusky, 9. španělsky? Mohu s vámi pracovat: 0. holandsky, 1. anglicky, 2. francouzsky, 3. německy, 4. řecky, 5. italsky, 6. japonsky, 7. norský, 8. rusky, 9. španělsky.
QOE	Přijal jste bezpečnostní signál, vysílaný ...? Přijal jsem bezpečnostní signál, vysílaný ...
QOF	Jaká je jakost mých značek z hlediska použitelnosti? Jakost vašich značek je: 1. nepoužitelná, 2. sotva použitelná, 3. použitelná.
QOG	Kolik záznamů máte k vysílání? Mám k vysílání ... záznamů.
QOH	Mám vysílat signál pro fázování po dobu ... sekund? Vysílejte signál pro fázování po dobu ... sekund.
QOI	Mám vysílat svůj záznam? Vysílejte svůj záznam.
QOJ	Chtěl byste poslouchat na kmitočtu ... kHz (nebo MHz) signály rádiových návěstidel pro označení místa neštěstí? Poslouchám na kmitočtu ... kHz (nebo MHz) signály rádiových návěstidel pro označení místa neštěstí.
QOK	Přijal jste na kmitočtu ... kHz (nebo MHz) signály rádiových návěstidel pro označení místa neštěstí? Přijal jsem na kmitočtu ... kHz (nebo MHz) signály rádiových návěstidel pro označení místa neštěstí.
QOM	Vysílejte jen zprávy následující a vyšší přednosti.
QON	Nemohu zjistit vaši polohu.
QOP	Nedodržujete síťovou kázeň.
QOQ	Maják bude v chodu od ... do ...
QOR	Předejte tuto zprávu ... (prostřednictvím ...).
QOU	Maják teď nemůže být uveden v chod.
QOW	Zavolám vás znovu, jakmile to bude možné.
QOX	Snižte poněkud kmitočet, na novém vysílejte 5krát volací značku.

QOY	Zvyšte poněkud kmitočety, na novém vysílejte 5krát volací značku.
QOZ	Majáku ... už není zapotřebí.
QPA	Poznávací heslo je ...
QPB	Vaše frekvence se 1. zvýšila; 2. snížila.
QPC	Odpovídejte za mě na výzvy na kmitočtu ... kHz.
QPD	Maják je v chodu na ... kHz.
QPE	Toto je operační zpráva.
QPF	Budu vysílat volací značku na (tomto) kmitočtu ...
QPG	Převezměte kontrolu sítě (pro ...) (do ...).
QPH	Snízte o maličko kmitočty, abyste odstranil rušení.
QPJ	Zvyšte o maličko kmitočty, abyste odstranil rušení.
QPK	Přesnost následující zprávy je pochybná.
QPL	Tato zpráva se předává se zkomolenou volací značkou.
QPO	Následující opakování (odpověď na QMO).
QPP	Vaše kolace je 1. odlišná, 2. vynechána.
QPR	Předejte tuto zprávu příjemci ... při návratu na
QPS	Změňte běžné číslo zprávy na ...
QPT	Loď užívající volací značku ... spolupracuje s námi.
QPV	Vysílejte zprávu pro ... na ... kHz.
QPW	Vypínám do ...
QPX	Zkontrolujte správnost posledního QDM.
QPY	Prováděcí signál byl dán ...
QQA	Opakujte číslo ...
QQC	... bude za mě (za ...) odpovídat na výzvy.
QQF	Slyším vás nejlépe na ... kHz.
QQH	Zpráva ... byla předána na ...
QQI	Vysílejte volací značky ... minut.
QQJ	Zpráva ... byla přijata v ... hod.
QQK	Sdělte, co se stalo se zprávou.
QQL	... zpráva se opakuje pro (vaši) informaci.
QQM	Přesný duplikát.
QQN	Snažte se dostat zaměření od ...
QQO	Tato zpráva byla předána ... k provedení.
QQP	Zkontrolujte správnost posledního QDR.
QQR	Vysílejte pro mě metodou „F“.
QQS	Síla signálů skupiny je ...
QQT	Máte odpověď na zprávu ...? Nemám ...
QQU	Dejte mně vaši zprávu. Postarám se o vyřízení.
QQV	Vysílejte volací značky zřetelněji.
QQW	Následující stanice jsou na poslechu.
QQX	Tato zpráva se může poslat kterýmkoliv způsobem kromě rádia.
QQY	Tato zpráva se musí šifrovat.
QRA	Jaké je jméno vaší stanice? Jméno mé stanice je ...

- QRB V jaké přibližné vzdálenosti jste od mé stanice? Přibližná vzdálenost mezi našimi stanicemi je ...
- QRC Který soukromý podnik (nebo která státní správa) vyrovnává poplatkové účty vaší stanice? Poplatkové účty mé stanice vyrovnává soukromý podnik ... (nebo státní správa ...).
- QRD Kam plujete (letíte) a odkud přicházíte? Pluji (letím) do ... a přicházím z ...
- QRE Kterou hodinu počítáte, že se dostanete do ... (nebo nad ...)? Počítám, že se dostanu do ... (nebo nad ...) v ... hodin.
- QRF Vracíte se do ...? Vracím se do ... nebo: Vraťte se do ...
- QRG Chtěl byste mi sdělit můj přesný kmitočet (nebo přesný kmitočet ...)? Váš přesný kmitočet (nebo přesný kmitočet ...) je ... kHz (nebo MHz).
- QRH Kolísá můj kmitočet? Váš kmitočet kolísá.
- QRI Jaký je tón mého vysílání? Tón vašeho vysílání je ... 1. dobrý, 2. proměnlivý, 3. špatný.
- QRJ Kolik máte připraveno radiotelefonních volání? Mám tu ... radiotelefonních volání.
- QRK Jaká je čitelnost mých značek (nebo značek ...)? Čitelnost vašich značek (nebo značek ...) je ... 1. špatná, 2. prostřední, 3. dosti dobrá, 4. dobrá, 5. výborná.
- QRL Jste zaměstnán? Jsem zaměstnán (nebo: Jsem zaměstnán s ...). Prosím, nerušte.
- QRM Jste rušen interferencí? Jsem rušen interferencí. (1. nejsem vůbec rušen, 2. slabě, 3. mírně, 4. silně, 5. velmi silně.)
- QRN Jste rušen průmyslovým nebo atmosférickým rušením? Jsem rušen průmyslovým nebo atmosférickým rušením. (1. nejsem vůbec rušen, 2. slabě, 3. mírně, 4. silně, 5. velmi silně.)
- QRO Mám zvýšit vysílací výkon? Zvyšte vysílací výkon.
- QRP Mám snížit vysílací výkon? Snižte vysílací výkon.
- QRQ Mám vysílat rychleji? Vysílejte rychleji (... slov za minutu).
- QRR Jste připraven používat automatických přístrojů? Jsem připraven používat automatických přístrojů. Vysílejte rychlostí ... slov za minutu.
- QRS Mám vysílat pomaleji? Vysílejte pomaleji (... slov za minutu).
- QRT Mám přestat vysílat? Přestaňte vysílat.
- QRU Máte něco pro mě? Nemám pro vás nic.
- QRV Jste připraven? Jsem připraven.
- QRW Mám uvědomit ..., že ho volám na ... kHz (nebo MHz)? Prosím, uvědomte ..., že ho volám na ... kHz (nebo MHz).
- QRX Kdy mě znovu zavoláte? Zavolám vás v ... hodin (na ... kHz nebo ... MHz).
- QRY Jaké mám pořadí? (týká se navazovaných spojení). Číslo vašeho pořadí je ... (nebo podle jakéhokoliv jiného označení).
- QRZ Kdo mě volá? Volá vás ... (na ... kHz nebo MHz).
- QSA Jaká je síla mých značek (nebo značek ...)? Síla vašich značek (nebo zna-

ček ...) je ... 1. sotva zachytitelná, 2. slabá, 3. dosti dobrá, 4. dobrá, 5. velmi dobrá.

- QSB Kolísá síla mých značek? Síla vašich značek kolísá.
- QSC Jste nákladní loď? Jsem nákladní loď.
- QSD Je má manipulace vadná? Vaše manipulace je vadná.
- QSE Jaké je odhadované snesení záchranného zařízení? Odhadované snesení záchranného zařízení je ...
- QSF Vykonal jste záchranné práce? Vykonal jsem záchranné práce a směřuji na základnu ... (s ... raněnými, kteří potřebují ošetření).
- QSG Mám vyslat ... telegramů najednou? Vyšlete ... telegramů najednou.
- QSH Můžete provést cílový let s pomocí vaší zaměřovací stanice? Mohu provést cílový let s pomocí zaměřovací stanice (cílový let na stanici ...).
- QSI Nemohl jsem přerušit vaše vysílání nebo: Informujte, prosím ... (volací značka), že jsem nemohl přerušit jeho vysílání (na ... kHz nebo MHz).
- QSJ Kolik činí poplatek do ..., včetně vašeho vnitrozemského poplatku? Poplatek do ... činí ... franků, včetně mého vnitrozemského poplatku.
- QSK Můžete mě poslouchat mezi svými značkami? Mohu v kladném případě přerušit vaše vysílání? Mohu vás poslouchat mezi mými značkami; můžete přerušit mé vysílání.
- QSL Můžete mi dát potvrzení příjmu? Dávám vám potvrzení příjmu.
- QSM Mám opakovat poslední telegram, který jsem vám vyslal (nebo telegram předcházející)? Opakujte poslední telegram, který jste mi vyslal (nebo telegram/y/ číslo/a/ ...).
- QSN Slyšel jste mě (nebo slyšel jste ...) (volací značka) na ... kHz (nebo MHz)? Slyšel jsem vás (nebo slyšel jsem ... na ... kHz nebo MHz).
- QSO Můžete pracovat s ... přímo nebo prostřednictvím jiné stanice? Mohu pracovat s ... přímo (nebo prostřednictvím ...).
- QSP Chtěl byste dopravit dále ... zdarma? Mohu dopravit dále zdarma.
- QSQ Máte na palubě lékaře (nebo ...)? Mám na palubě lékaře (nebo ...).
- QSR Mám znovu volat na volacím kmitočtu? Volejte znovu na volacím kmitočtu. Neslyšel jsem vás.
- QSS Kterého pracovního kmitočtu použijete? Použiji pracovního kmitočtu ... kHz (zpravidla stačí uvést tři poslední číslice kmitočtu).
- QSU Mám vysílat nebo odpovídat na nynějším kmitočtu (nebo na ... kHz)? Vysílejte nebo odpovídejte na nynějším kmitočtu (nebo na ... kHz).
- QSV Mám vysílat řadu V na tomto kmitočtu (nebo na ... kHz? Vysílejte řadu V na tomto kmitočtu (nebo na ... kHz).
- QSW Chtěl byste vysílat na nynějším kmitočtu (nebo na ... kHz)? Budu vysílat na nynějším kmitočtu (nebo na ... kHz).
- QSX Chtěl byste poslouchat ... na ... kHz (nebo MHz)? Poslouchám ... na ... kHz (nebo MHz).
- QSY Mám přejít k vysílání na jiném kmitočtu? Přejděte k vysílání na jiném kmitočtu (nebo na ... kHz).

- QSZ** Mám vysílat každé slovo nebo každou skupinu několikrát? Vysílejte každé slovo nebo každou skupinu dvakrát (nebo ... krát).
- QTA** Mám zrušit telegram číslo ...? Zrušte telegram číslo ...
- QTB** Souhlasíte s mým počítáním slov? Nesouhlasím s vaším počítáním slov. Budu opakovat prvé písmeno každého slova a prvou číslici každého čísla.
- QTC** Kolik telegramů máte k vyslání? Mám pro vás (nebo pro ...) ... telegramů.
- QTD** Co vyloвило záchrané plavidlo nebo záchrané letadlo? ... (označení to-
tožnosti) vyloвило 1. ... (počet) osob, které přežily katastrofu, 2. trosky,
3. ... (počet) mrtvol.
- QTE** Jaké je PRAVÉ zaměření vzhledem k vám? Vaše PRAVÉ zaměření vzhle-
dem ke mně je ... stupňů v ... hodin.
nebo
Jaké je mé PRAVÉ zaměření vzhledem k ... (volací značka)? Vaše PRAVÉ
zaměření vzhledem k ... (volací značka) bylo ... stupňů v ... hodin.
nebo
Jaké je PRAVÉ zaměření (koho) ... (volací značka) vzhledem k ... (volací
značka)? PRAVÉ zaměření ... (volací značka) vzhledem k ... (volací znač-
ka) bylo ... stupňů v ... hodin.
- QTF** Chtěl byste mi sdělit mou polohu vyplývající ze zaměření provedených
vámi řízenými rádiovými zaměřovači? Poloha vaší stanice, vyplývající ze
zaměření provedených mnou řízenými rádiovými zaměřovači, byla ... šířky,
... délky (nebo jakékoliv jiné označení polohy), třídy ... v ... hodin.
- QTG** Vyšlete dvě čárky, každou o deseti sekundách a za nimi svou volací značku
(opakováno ... krát) (na ... kHz). Vyšlu dvě čárky každou o deseti sekun-
dách a za nimi svou volací značku (opakováno ... krát na ... kHz nebo
MHz); nebo
Požádejte ..., aby vyslal dvě čárky o deseti sekundách a za nimi svou volací
značku (opakováno ... krát) na ... kHz nebo MHz. Požádal jsem ..., aby
vyslal dvě čárky o deseti sekundách a za nimi svou volací značku (opako-
váno ... krát) na ... kHz nebo MHz.
- QTH** Jaká je vaše poloha v zeměpisné šířce a délce (nebo podle jakéhokoliv ji-
ného označení)? Má poloha je ... šířky, ... délky (nebo podle jakéhokoliv
jiného označení).
- QTI** Jaký je váš PRAVÝ kurs? Můj PRAVÝ kurs je ... stupňů.
- QTI** Jaká je vaše cestovní rychlost? Má cestovní rychlost je ... uzlů (nebo kilo-
metrů za hodinu nebo pozemních mil za hodinu). (Žádá se o rychlost lodi
nebo letadla vzhledem k vodě nebo vzduchu.) (Udává se rychlost lodi nebo
letadla vzhledem k vodě nebo vzduchu.)
- QTK** Jaká je rychlost vašeho letadla vzhledem k zemskému povrchu? Rychlost
mého letadla vzhledem k zemskému povrchu je ... uzlů (nebo ... kilometrů
za hodinu, nebo ... pozemních mil za hodinu).
- QTL** JAKÝ je váš PRAVÝ kurs? Můj PRAVÝ kurs je ... stupňů.
- QTM** Jaký je váš MAGNETICKÝ kurs? Můj MAGNETICKÝ kurs je ... stupňů.

- QTN V kolik hodin jste opustil ...? Opustil jsem ... v ... hodin.
- QTO Vyplul jste z vnitřního přístavu (nebo z přístavu)? Vyplul jsem z vnitřního přístavu (nebo z přístavu); nebo
Odrázel jste od země? Odrázel jsem od země.
- QTP Vplujete do vnitřního přístavu (nebo do přístavu)? Vpluji do vnitřního přístavu (nebo do přístavu);
nebo
Chystáte se přistát na moři (nebo na zemi)? Přistanu na moři (nebo na zemi).
- QTQ Můžete korespondovat s mou stanicí podle Mezinárodní signální knihy?
Budu korespondovat s vaší stanicí podle Mezinárodní signální knihy.
- QTR Kolik je přesně hodin? Je přesně ... hodin.
- QTS Vysíláte svou volací značku pro naladění nebo abyste umožnil změření vašeho kmitočtu, nyní (nebo v ... hodin) na ... kHz nebo MHz. Budu ihned vysílat svou volací značku pro naladění nebo abych umožnil měření svého kmitočtu, nyní (nebo v ... hodin) na ... kHz nebo MHz.
- QTT Značka totožnosti, která následuje, je přeložena na jiné vysílání.
- QTU Sdělil byste mi, pro které hodiny je vaše stanice otevřena? Má stanice je otevřena od ... do ... hodin.
- QTV Mám za vás bdít na kmitočtu ... kHz nebo MHz (od ... do ... hodin)?
Bdíte za mě na kmitočtu ... kHz nebo MHz (od ... do ... hodin).
- QTW Jaký je stav osob, které přežily katastrofu? Osoby, které přežily katastrofu, jsou v ... stavu a nutně potřebují ...
- QTX Můžete nechat svou stanici otevřenou, abyste byl se mnou ve spojení až do nového pokynu z mé strany (nebo až do ... hodin)? Má stanice zůstává otevřena, aby byla s vámi ve spojení až do nového pokynu z vaší strany (nebo až do ... hodin).
- QTY Směřujete k místu nehody a v kladném případě, kdy myslíte, že se tam dostanete? Směřuji k místu nehody a myslím, že se tam dostanu v ... hodin.
- QTZ Pokračujete v pátrání? Pokračuji v pátrání po (... letadle, lodi, záchranném zařízení, osobách, které přežily katastrofu, troskách).
- QUA Máte zprávy o ...? Zde jsou zprávy o ...
- QUB Můžete mi dát po řadě údaje o: PRAVÉM směru a rychlosti přízemního větru; viditelnosti, počasí, důležitosti, typu a výšce spodních mraků v ...? Zde jsou žádané údaje: ... (Je třeba přesně označit jednotky použité pro rychlosti a vzdálenosti.)
- QUC Jaké je číslo (nebo jiné označení) posledního telegramu, který jste přijal ode mě nebo od ...? Číslo (nebo jiné označení) posledního telegramu, který jsem přijal od vás nebo od ... je ...
- QUD Zachytil jste pilnostní signál vyslaný ...? Zachytil jsem pilnostní signál vyslaný ... v ... hodin.
- QUE Můžete telefonovat v ... (řeč), je-li třeba s tlumočnickem; v kladném případě, na kterých kmitočtech? Mohu telefonovat v (řeč) na ... kHz (nebo MHz).
- QUF Zachytil jste tísňový signál vyslaný ... (volací značka pohyblivé stanice)?

Zachytil jsem tíšňový signál vyslaný ... (volací značka pohyblivé stanice) v ... hodin.

QUG Budete nucen snést se na moře (nebo na zem)? Jsem nucen snést se ihned na moře (nebo na zem). Budu nucen snést se na moře (na zem) v ... (poloha nebo místo) v ... hodin.

QUH Sdělte mi nynější barometrický tlak přepočtený na hladinu moře? Nynější barometrický tlak přepočtený na hladinu moře je ...

QUI Jsou vaše navigační světla rozsvícena? Má navigační světla jsou rozsvícena.

QUJ Sdělte mi PRAVÝ kurs, který bych měl sledovat, abych k vám dospěl (nebo abych dospěl k ...)? PRAVÝ kurs, který máte sledovat, abyste ke mně dospěl (nebo abyste dospěl k ...) je stupňů v ... hodin.

QUK Sdělte mi stav moře podle pozorování v ... (místo nebo souřadnice)? Moře v ... (místo nebo souřadnice) je ...

QUL Sdělte mi stav hladiny moře podle pozorování v ... (místo nebo souřadnice)? Stav hladiny moře v ... (místo nebo souřadnice) je ...

QUM Mohu opět započít s normální prací? S normální prací lze znovu započít.

QUN Prosba k lodím v mém přímém sousedství (nebo v sousedství ... šířka, ... délka nebo v sousedství ...), aby udaly své polohy, PRAVÝ kurs a rychlost. Má poloha, můj PRAVÝ kurs a má rychlost jsou ...

QUO Mám pátrat po ... 1. letadle, 2. lodi, 3. záchranném zařízení v sousedství ... šířka, ... délka (nebo podle jakéhokoli jiného označení)? Pátrejte, prosím, po ... 1. letadle, 2. lodi, 3. záchranném zařízení v sousedství ... šířka, ... délka (nebo podle jakéhokoli jiného označení).

QUP Sdělte mi svou polohu ... 1. světlomety, 2. černým kouřem, 3. světelnými raketami. Má poloha se sděluje ... 1. světlomety, 2. černým kouřem, 3. světelnými raketami.

QUQ Mám svůj světlomet řídit kolmo na mrak, možno-li přerušovaně, a pak — až uvidím nebo uslyším vaše letadlo — nařídít proud světla na vodu (nebo na zem) proti větru, aby se vám usnadnilo snést se na moře (nebo na zem)? Řiďte, prosím, váš světlomet kolmo na mrak, možno-li přerušovaně; až pak uvidíte nebo uslyšíte mé letadlo, nařídte proud světla na vodu (nebo na zem) proti větru, abyste mi usnadnil snést se na moře (nebo na zem).

QUR Ti, kteří přežili katastrofu ... 1. obdrželi záchrannou výstroj, 2. byli přijati na loď, 3. byli dostíženi záchrannou četou na zemi?

QUS Zpozoroval jste osoby, které přežily katastrofu nebo pozůstatky? Jestliže ano, na kterém místě? Zpozoroval jsem ... 1. ve vodě osoby, které přežily katastrofu, 2. na prámech osoby, které přežily katastrofu, 3. pozůstatky nebo trosky na ... šířky, ... délky (nebo podle jakéhokoli jiného označení).

QUT Je místo neštěstí označeno? Místo neštěstí je označeno ... 1. ohněm na lodi nebo kouřovou bójí, 2. výstražným námořním znamením, 3. barvicím prostředkem, 4. ... (jiným prostředkem, který je třeba podrobně popsat).

QUU Mám řídit loď nebo letadlo ve směru na mou polohu? Řiďte loď nebo letadlo ... (volací značka) 1. ve směru na vaši polohu tak, že budete vysílat

svou volací značku a prodlužované čárky na ... kHz (nebo MHz), 2. tak, že budete vysílat na ... kHz (nebo ... MHz) PRAVÝ kurs, abyste byl dosažen.

QUW Jste v oblasti pátrání ... (označení nebo šířka a délka)? Jsem v oblasti pátrání ... (označení).

QUY Bylo upozorněno na umístění záchranného zařízení? Na záchranné zařízení bylo upozorněno v ... hodin ... 1. ohněm na lodi nebo kouřovou bójí, 2. námořním výstražným znamením, 3. barvicím prostředkem, 4. ... (jiným prostředkem, který je třeba podrobně popsat).

QVA Užijte ručního klíče.

QVC Hlaste, až navážete spojení s ...

QVH Počkejte ve vzdálenosti ... mil.

QVJ Radar 1. v chodu; 2. mimo provoz.

QVO Opakuji, co jsem vysílal v ... hodin.

QVT Vysíláte pro mě na ... a nečekejte na potvrzení. Potvrdím později na ... kHz.

QVU Cvičná zpráva.

QVZ Nemohu vyhovět.

QWA Váš perforátor je vadný.

QWB Moje zeměpisné zaměření od vás je ... stupňů ... mil.

QWF Budu vysílat ladicí signál na ... kHz.

QWH Můžete se vrátit na základnu podle radaru.

QWI Ukazatele zprávy ... znějí správně.

QWL Odpovídáte pomalu na mé žádosti o opravy.

QWM Neposílejte tuto zprávu rádiem.

QWN Zaměření je spolehlivé.

QWO Naslouchejte u radiotelefonu.

QWP Vaše vysílání má silné přebytké vyzařování.

QWQ Můžete se přiblížit podle radaru na ...

QWR První radiostanice, kterou byla předána tato zpráva, byla ...

QWS Nepoužil jsem běžného čísla zprávy ...

QWW Sdělte, kdy a kterou stanicí byla předána zpráva.

QWX Letiště ... se nehodí k přistání pro ...

QWY Zapněte „IFF“.

QWZ Užívám ...

QXA Spojte mě v ... Spustím volací pásku.

QXB Nemohu vás teď zaměřit, zavolejte za ... min.

QXC Kdy jste mě slyšel naposledy? Neslyšel jsem vás od ... hod.

QXD Přibližovací maják radaru je mimo provoz.

QXF 1. zapněte, 2. vypněte radar.

QXJ Pokračujte v zaměřování ...

QXK Přepněte na gonio.

QXL Pošlete telegraficky poštou.

QXN	Jaké je mé goniometrické zaměření z ...?
QXO	Naslouchejte pro novou vysílačku ...
QXP	Vaše tečky jsou příliš 1. silné, 2. slabé.
QXQ	Modulace.
QXR	Zprávu původně šifroval ...
QXV	Budu vysílat současným klíčem na ... kHz a ... kHz.
QXW	Posílejte dopravu pro ... přes ... (na ... kHz).
QXY	Naslouchejte na goniometru na ... kHz.
QYA	Připravuji zprávy (perforační pásku) k vysílání.
QYB	Zařadte tuto zprávu do rozvrhu vašeho ...
QYC	Jsem (... je) ve spojení ...
QYD	Vysílejte 12 palců prázdné pásky rychlostí ...
QYF	Přepínám přijímač na ... kHz.
QYG	Pracujte 1. simplex, 2. duplex.
QYH	Volací značka blíží se lodi je ...
QYI	Vysíláte nepřetržitou značku.
QYM	Tato zpráva se může poslat kterýmkoliv pojítkem.
QYN	Zaměření vaše ... a jemu odpovídající moje ...
QYO	Poslední slovo od vás bylo ...
QYR	Předejte tuto zprávu ...
QYQ	Opakujte všechny zprávy o nepříteli.
QYT	Žádám o časový signál.
QYY	Signál kontrolovaný monitorem.
QYZ	Vaše světlo je nečitelné.
QZA	Pracuji s letounem v letu.
QZC	Jsem ve spojení s ... na ... kHz.
QZF	Naladte svůj vysílač na můj (...) kmitočet.
QZM	Potvrzuji zprávu.
QZO	Poslední slovo vámi vysílané bylo ...
QZQ	Nemohu předat vaši zprávu ... do ... hod.
QZU	Naladte se na ...
QZU?	Jste naladěni na ...?
QZW?	Jsem naladěni na ...?
QZW	Naladím se na ...
QZY	Neslyším vás.
QZZ	Váš služební signál ... hod. 1. je nesrozumitelný, 2. nemáme.
ZAC	Sdělte stanici ..., na kterém kmitočtu posloucháte.
ZAL	Změňte kmitočet.
ZAN	Nemohu přijímat ...
ZAO	Telefonii nemohu přijímat; přejděte na telegrafii.
ZAP	Potvrďte příjem.
ZAR	Vratte se na automatické relé.
ZBN	Přerušte a pak pokračujte s novou páskou.

ZBO	Jsem ve spojení s ...
ZBR	Přerušte okruh; budeme přeladovat.
ZBS	Vaše signály jsou rozmazané (zmatené).
ZBY	Přerušte a začněte 1 m zpět.
ZCA	Všechny signály (nebo kanály) jsou nečitelné. Zkuste nám vysílat čitelný signál na jiném kmitočtu, abychom udrželi spojení.
ZCB	Okruh přerušen, signály nejsou slyšet; prosíme, zůstaňte na příjmu a informujte nás o zachycených ...
ZCC	Kolacionujte kódy.
ZCD	Vaše kolacionování nesouhlasí.
ZCE	Prosím, ověřte střední kmitočet.
ZCI	Okruh přerušen; zůstaňte na příjmu a dejte nám první signál, který bude použitelný.
ZCK	Proveďte si klíčování.
ZCL	Vysílejte čitelně vaši volací značku.
ZCO	Schází vaše kolacionování.
ZCP	Máme nevalné podmínky příjmu; zesilte na maximum.
ZCR	Používáme koncentrátoru; prosíme, upozorněte nás.
ZCS	Zastavte vysílání.
ZCT	Opakujte dvakrát.
ZCW	Máte přímé spojení s ... ?
ZDC	Hledáme závadu na okruhu; podáme zprávu.
ZDD	Dejte řadu teček.
ZDF	Kmitočet vám ujíždí.
ZDH	Děláte příliš dlouhé tečky.
ZDL	Vaše tečky jsou příliš krátké.
ZDM	Vaše tečky unikají (mizí).
ZDT	Následující vysílače jedou „dvojmo“.
ZDV	Délka vašich teček kolísá; upravte je.
ZED	Konstatujeme výpadky podle udaného stupně.
ZEF	Konstatujeme přemíru činnosti.
ZEG	Konstatujeme zkrácení podle udaného stupně.
ZFA	Automatický vysílač je vadný.
ZFB	Silný únik.
ZFC	Ověřte si FSK.
ZFD	Máte silný únik.
ZFO	Signály vymizely.
ZFQ	Kmitočtový posuv vašeho signálu je ...
ZFR	Rychlost úniku vašeho signálu podle stupnice je taková, jak bylo oznámeno.
ZFS	Máte slabý únik.
ZFT	Jaké jsou podmínky pro duplex ?
ZGF	Signál je dobrý pro rychlost ... slov/min.
ZGP	Dejte přednost ...

ZGS	Vaše signály se zesilují.
ZGW	Vaše signály slábnou.
ZHA	Jaké jsou podmínky pro automatický příjem?
ZHC	Jak nás přijímáte?
ZHS	Vysílejte velkou rychlostí (... slov/min).
ZHY	Držíme váš telegram ...
ZIM	Rušení průmyslovými nebo lékařskými přístroji.
ZIP	Zvyšte výkon.
ZIS	Mám atmosférické poruchy ...
ZJF	Váš kmitočet poskakuje.
ZKQ	Oznamte, kdy zase zahájíte.
ZKW	Zkreslení vašeho signálu je ... %.
ZLB	Dělejte delší mezery.
ZLD	Dostáváme od vás dlouhou čáru.
ZLL	Zkreslení značek je pravděpodobně způsobeno indukcí z ovládací linky.
ZLP	Malý výkon.
ZLS	Máme bouřku.
ZMG	Magnetická aktivita.
ZMO	Počkejte.
ZMP	Chyba perforátoru.
ZMQ	Čekajte na ...
ZMR	Vaše signály jsou ještě čitelné.
ZMU	Mnohonásobná trasa způsobuje ... (%).
ZNB	Vysíláme dvakrát každou depeši.
ZNC	Nemáme spojení s ...
ZNG	Podmínky nestačí pro příjem šifer.
ZNI	Neslyšeli jsme volací značku.
ZNN	Už nemáme nic pro vás.
ZNO	Zastavujeme vysílání.
ZNR	Nepřijato.
ZNS	Máme zde novou pásku.
ZOA	Ověřili jsme ... a zjistili, že vysílání je v pořádku.
ZOD	Pozorujeme ... a uděláme změnu, jestli podmínky budou stejně dobré nebo lepší.
ZOH	Co máte k vysílání?
ZOK	Slyším dobře.
ZOL	Podmínky na lince jsou dobré.
ZOR	Vysílejte jen smyčku.
ZPA	Nedostáváme signál řádková změna.
ZPC	Nedostali jsme signál návrat válce.
ZPE	Všechno perforujte.
ZPF	Motor běží příliš rychle.
ZPO	Text in claris vysílejte jednou.

ZPR	Zopakujte pásku, která právě běží.
ZPS	Motor je příliš pomalý.
ZPT	Text in claris vysilejte dvakrát.
ZRA	Vaše páska jde obráceně.
ZRB	Váš relátkovaný signál je špatný; nalaďte lépe přijímané signály.
ZRC	Můžete přijímat šifry? Ano.
ZRK	Obrácené klíčování.
ZRL	Opakujte předešlou pásku.
ZRM	Odstraňte modulaci, pocházející z ...
ZRN	Tón nečistý.
ZRO	Dobře přijímáme i nejvyšší rychlosti.
ZRR	Vysilejte obráceně.
ZRS	Opakujte depeši ...
ZRT	Obnovte provoz .
ZRY	Pustte zkušební pásku.
ZSA	Zastavte automatický provoz.
ZSF	Dávejte rychleji.
ZSG	Opravte si příjem.
ZSH	Ruší mě silné atmosférické poruchy.
ZSI	Sdělte intenzitu signálu ... v $\mu\text{V/m}$ na vstupu přijímače
ZSM	Intenzita signálu ... je ... $\mu\text{V/m}$
ZSN	Dejte report SINPO.
ZSO	Dávejte pásky jednou.
ZSR	Vaše signály jsou silné, čisté a dobře čitelné.
ZSS	Vysilejte pomaleji.
ZST	Vysilejte pásky dvakrát.
ZSU	Vaše signály jsou nečitelné.
ZSV	Vaše rychlost kolísá.
ZSW	Vaše signály jsou slabé.
ZSX	Zastavte automatiku pro atmosférické signály.
ZTA	Vysilejte automaticky.
ZTF	Vysilejte rychle a dvakrát.
ZTH	Vysilejte ručně.
ZTI	Vysílání prozatím přerušeno.
ZTV	Dávejte na bugu.
ZUA	Nemáme podmínky pro příjem na ...
ZUB	Nemůžeme vás přerušit.
ZUC	Nemůžeme vám vyhovět; učiníme tak až ...
ZVB	Polarizace se mění.
ZVF	Váš kmitočet kolísá.
ZVP	Dejte řadu VVV.
ZVS	Síla vašich signálů kolísá.
ZWC	Jsou kliky.

ZWD	Vyšlete slova ...
ZWO	Dávejte všechno jen jednou.
ZWR	Vaše signály jsou slabé, ale čitelné.
ZWT	Dávejte každé slovo dvakrát.
ZXU	Vaše tempo je nerovnoměrné.
ZYS	Jakou rychlostí vysíláte?
ZZH	Zkuste ještě jednou.

Hláskovací tabulka pro písmena a číslice

1. Když je třeba hláskovat volací značky, předpisové zkratky nebo slova, používá se této hláskovací tabulky:

Písmeno, jež se má vyslat	Kódové slovo	Výslovnost kódového slova*
A	Alfa	AL FA
B	Bravo	BRA VO
C	Charlie	ČÁ LI nebo ŠÁR LI
D	Delta	DEL TA
E	Echo	É KO
F	Foxtrot	FOX TROT
G	Golf	GOLF
H	Hotel	HO TEL
I	India	IN DIA
J	Juliett	DŽU LI ÉT
K	Kilo	KI LO
L	Lima	LI MA
M	Mike	MA IK
N	November	NO VÉM BER
O	Oscar	OS KAR
P	Papa	PA PA
Q	Quebec	KÉ BEK
R	Romeo	RO MIO
S	Sierra	SI É RA
T	Tango	TAN GO
U	Uniform	JU NY FORM nebo U NY FORM
V	Victor	VIK TAR
W	Whiskey	VIS KI
X	X-ray	EKS RÉ
Y	Yankee	JAN KI
Z	Zoulou	ZU LU

2. Když je třeba hláskovat čísla nebo znaménka, používá se této tabulky:

Číslice nebo znaménko, jež se má vyslat	Kódové slovo	Výslovnost kódového slova*
0	NADAZERO	NA-DA-ZE-RO
1	UNAONE	U-NA-VAN
2	BISSOTWO	BIS-SO-TU
3	TERRATHREE	TÉ-RA-TRI
4	KARTEFOUR	KAR-TE-FÓR
5	PANTAFIVE	PAN-TA-FA-IF
6	SOXISIX	SOK-SI-SIKS
7	SETTESEVEN	SE-TE-SEVN
8	OKTOEIGHT	OK-TO-EJT
9	NOVENINE	NO-VE-NAJ-NE
Desetinná čárka	DECIMAL	DE-SI-MAL
Tečka	STOP	STOP

* Všechny slabiky mají stejný přízvuk.

Hláskovací tabulka

Pís- meno	Česky	Německy	Pís- meno	Rusky
A	ADAM	ANTON	A	ANNA
B	BOŽENA	BERTA	B	BORIS
C	CYRIL	CAESAR	C	CAPLJA
Č	ČENĚK	—	Č	ČELOVĚK
D	DAVID	DORA	D	DMITRIJ
E	EMIL	EMIL	JE	JELENA
F	FRANTIŠEK	FRIEDRICH	F	FJODOR
G	GUSTAV	GUSTAV	G	GRIGORIJ
H	HELENA	HEINRICH	—	—
CH	CHRUDIM	CHARLOTTE	CH	CHARITON
I	IVAN	IDA	I	IVAN
J	JOSEF	JULIUS	J	IVAN KRATKIJ

Pís- meno	Česky	Německy	Pís- meno	Rusky
K	KAREL	KONRAD	K	KONSTANTIN
L	LUDVÍK	LUDWIG	L	LEONID
M	MARIE	MARTHA	M	MICHAIL
N	NERUDA	NORDPOL	N	NIKOLAJ
O	OTAKAR	OTTO	O	OLGA
P	PETR	PAULA	P	PAVEL
Q	QUIDO	QUELLE	—	—
R	RUDOLF	RICHARD	R	ROMAN
Ř	ŘEHOŘ	—	—	—
S	SVATOPLUK	SIEGFREID	S	SEMJON
Š	ŠÁRKA	—	Š	ŠURA
T	TOMÁŠ	THEODOR	T	TATJANA
U	URBAN	ULRICH	U	ULJANA
V	VÁCLAV	VIKTOR	V	VASILIJ
W	DVOJITÉ W	WILHELM	—	—
X	XAVER	XANTHIPPE	—	—
Y	YPSILON	YPSILON	Y	JERY
Z	ZUZANA	ZEPPELIN	Z	ZINAJDA
Ž	ŽOFIE	—	Ž	ŽEŇA
Ä	—	ÄRGER	ŠČ	ŠČUKA
Ö	—	ÖDIPUS	E	ECHO
Ü	—	ÜBEL	JA	JAKOV
				MJAGKIJ ZNAK
				TVJORDYJ ZNAK

Amatérské zkratky

AA	všechno za ..., (po), opa- kujte vše, co bylo za ...	AM	dopoledne
AB	vše před	ANI	kterýkoli, nějaký
ABT	asi, o, okolo, kolem, u (po- kud jde o)	ANS	odpověď
AC	střídavý proud	ANT	anténa
ADR	adresa	AS	čekejte (okamžik)
AER	anténa	AT	v (... hodin)
AGN	opět, zase	AVC	samočinné řízení
ALL	vše, všechno	AWARD	přičení (ceny), diplom
AM	amplitudová modulace	AWH	na slyšenou (s německými
		AWDH	amatéry)
		BA	hradící stupeň

BAND	pásmo	CLEAR	jasný (i o počasí), zřetelný
BC	rozhlás	(CLR)	
BCI	rušení rozhlasu	CLG	volající
BCL	posluchač rozhlasu	CLICK	cvaknutí, klik
BCNU	podívám se po Vás, znovu (opět)	(CLIX)	
BCOS	protože, poněvadž	CLOUDY	zachmuřený, oblačný (o)
BCUS		CO	kryсталový oscilátor
BCP	hodně, mnoho (franc.)	CODE	kód
BD	špatný, špatně	COLD	studený, chladný, chladno
BEST	nejlepší	CONDS	podmínky (spojení)
BF	hradící stupeň	CONDX	podmínky pro dálkové spojení
BFO	záznějový oscilátor	CONGRATS	blahopřání
BFR(E)	dříve	CONT	pevnina
BI (BY)	u, při, nablízku	CONTEST	závod
BJR	dobry den (franc.)	COOL	chladný (o), studený
BK	přerušit; duplexní provoz	COPI	zapsat; porozumět
BKG	přerušeni, porucha	(COPY, CY)	
BN	vše mezi	CRD	lístek
BN	dobrou noc (franc.)	CU	na shledanou
BOTTLE	elektronka	CUA (GN)	na shledanou znovu
BOX	schránka (poštovní)	CUD	mohl jsem, mohl bych
BSR	dobry večer (franc.)	CUDNT	nemohl jsem
BTR	lepší, lépe	CUL	na shledanou později
BUG	poloautomatický klíč	CW	netlumená vlna (provoz A1)
BUREAU	úřad	DA(Y)	den
BUT	ale, však	DB	decibel
BUZZ	krátké zavolání	DC	stejnoseměrný proud
C	ano	DD	dobry den (ČSSR)
CALL	volání, zavolání	DIPOLE	dipól, půlvlnná anténa
CALL BOOK	adresář amatérů	DIRECT	přímý (o)
CAN (CN)	mohu	DK (DS)	děkuji (s něm. amat.)
CANS	sluchátka	DO	dělat, konat
CANT (CNT)	nemohu	DWN	dolů, dole
CC	krystalem řízený	DP	děkuji (ČSSR)
CFM	potvrdit	DPE	zpráva
CHANEL	kanál, vysílací kmitočet	DR	drahý, milý
CHAT	popovídání	DSB	vysílání dvěma postranními pásmy
CHEERIO	nazdar, buď zdrav	DSW	na shledanou (SSSR)
CHIRP	cvrlikavý tón	DURING	během, za (časově)
CL	uzavírám stanici		
CLD	volať, volán		

ECO	elektronkově vázaný osci-	HANDLE	jméno
END	látor	HD	měl, měl jsem
ERE (ER)	konec	HEAR	slyšet
ES	zde, zde je	HF	vysoký kmitočet
EX	a	HI	výraz smíchu
FAR	dřívější, bývalý	HOME	doma postaveno, vyrobeno
FB	daleký	BUILT	
FD	výborně (ý)	(MADE)	
FER (FR)	zdvojovač kmitočtu	HOPE	doufám, věřím
FINAL	pro, za	(HPE)	
FINE	konečný, poslední	HOURL (H)	hodina
FIRST	pěkný (ě), krásný	HPY	šťastný
FM	první	HR	zde, tu, tady
FM	kmitočtová modulace, z	HRD	slyšel, slyšeno
FOHE	fonie	HRX	šťastný (franc.)
FOR (FR)	pro, za	HT	vysoké napětí
FRD	přítel (něm.)	HVE (HV)	mít, mám
FREQ	kmitočet, frekvence	HVNT	nemít, nemám
(FRQ)		HVI (HVY)	silný
FROM (FM)	od, z, ze	HW?	jak? jak mě slyšíte?
FULL	plný	HWSAT?	jaké je to?
GA	pokračuje, vysílajte	I	já
GA	dobré odpoledne	ICI	zde, tu (franc.)
GB	sbohem, buďte zdraví	ICW	modulovaná telegrafie
GD	dobry den	IN	v
GE	dobry večer	INDOOR	domáci, vnitřní
GES	odhaduji, myslím si	INFO	informace
G(E)T	obdržet, dostat	INPT	příkon
GLD	rád, potěšen	IRPT	opakuji
GM	dobré jitro	IS	je
GMT	greenwichský čas	ISLE	ostrov
GN	dobrou noc	KEY (KY)	klíč
GND	země, uzemnit	KNOW	znát, vědět
GO	jít, jet	(KNW)	
GOT	obdržel jsem, dostal jsem	KW	kilowatt
GT	dobry den (něm.)	LAST	poslední, naposled
GUD	dobry	LID	špatný operátor
GUHOR	neslyším Vás	LIL, LTL	trochu, málo
GVE (GV)	dát, dávat	LIS	koncese, koncesovaný
HAM	amatér vysílač	LOCAL	místní, v místě
HAM SHACK	radioamatérský koutek	LOG	deník (staniční)
HAM SPIRIT	přátelský duch mezi ama-	LONG	délka, dlouhý
	téry	L(O)W	nizký

LSN	poslouchač	NG	nedobrý, nedobře
LSNR	posluchač	NICE	milý, pěkný, příjemný
LTR	písmo; dopis	NIL	nie
LTR	pozdější, poslední	NITE	noc
LUCK	štěstí	NIX	nie (něm.)
LUCKY	šťastný	NO	ne
MANI (MNI)	mnoho, mnohý	NR	číslo, počet
MB	odraz od měsíce	NSL	na slyšenou (ČSSR)
MBR	člen	NSHL	na shledanou (ČSSR)
MCI	děkuji (franc.)	NW	teď, nyní
MEET	potkat, střetnout	NZ	nazdar ČSSR)
MERRY	veselý, radostný	OB	starý brachu
(MRI)		OC	starý (důvěrný) kamarádo
MET	středoevropský čas	OCT	říjen
MEZ	středoevropský čas (s ně- meckými amatéry)	OFTEN	častý (o)
MF	střední kmitočet	OK	v pořádku, prima
MGR	manažér	OLD	starý
MHZ	megahertz	OM	přítel
MI	můj, moje	ON	na (pásmo); dne, v
MIKE	mikrofon	ONLI (Y)	jen, pouze, toliko
MILES	míle	OP	operátor
MIN (M)	minuta	OPEN	otevřený
MIST	mžení, mrholení	OR	nebo
MK	dělat, konat	OSC	oscilátor
MNI (MNY)	mnoho, hodně	OT	zkušený amatér
MO	řídící oscilátor	OUTPT	výkon (výstupní)
MOD	modulace	OVER	přes
MOST	nejvíce, největší, většinou	OW	manželka, přítelkyně
MSG	telegram	OWN	vlastnit, mít
MSK	moskevský čas	PA	zesilovač výkonu (koncový stupeň)
MST	musím	PART	část
MUCH	mnoho	PBL	záhlaví (telegram)
MUF	nejvyšší použitelný kmito- čet	PEP	špičkový výkon
MY	můj, moje	PIRATE	pirát
N	ne, nie	PLATE	deska, anoda
NAME	jméno	PM	odpoledne
NEAR (NR)	blízko, u	POOR	chudý, slabý, nepatrný, chabý
NEXT	další, příští	PPA	dvojitelný zesilovač vý- konu
NEW	nový	PR	pro (franc.)
NFM	úzkopásmová kmitočtová modulace	PSE	prosím

PSED	potěšen, jsem potěšen	SN	rozumím (A1)
PUNK	špatný amatér, packal	SNOW	sníh
PUR	čistý	SOLID	důkladný, solidní
PX	tiskové zprávy	SOME	nějaký, některý, trochu
PWR	síla, výkon	SPELL	hláskovat
PZDR	blahopřeji (SSSR)	SPK	mluvit
QUERRY	otázka	SRI	lituji, bohužel
QUITE	docela, zcela	STDI	pevný, stálý
QSL	vzájemná výměna stanič- ních listků	STN	stanice
R	označení desetinné čárky (A1)	STRONG	silný(ě)
R	správně přijato	SUM	nějaký, několik, něco
RAC	usměrněný střídavý proud	SUNNY	slunečný (o)
RACK	stojan, panel	SURE	určitě, jistě
RAIN	děšť, pršet	SVP	prosím (franc.)
RCD	přijal, přijato	SW	krátká vlna
RCV	přijímat, obdržet	SWL	krátkovlnný posluchač, rá- diový posluchač (R.P)
RCVR	přijímač	TELL	říci
RIG	zařízení, vysílač	TEN	deset, desetimetrové pásmo
RMKS	poznámky	TFC	provoz
ROTARY	otočný	TEST	pokus, zkouška
ROUND	kolem	THEN	potom, tak
RP	rádiový posluchač (ČSSR)	THERE	tam
RQ	otázka	THRU	skrz
RPRT	zpráva o poslechu	THUNDER	hrom, hřmění
RPT	opakovat	TIL	až do, dokud ne, než
RX	přijímač	TIME	čas
SA	říci, jářku, no ne!	TJR	stále, pořád (franc.)
SEC	sekunda	TK	brát
SEC	středoevropský čas (ČSSR)	TKS	díky, děkuji
SEND	poslat, zaslat	TKU	děkuji Vám
SENT	poslán, zaslán	TMR (TMW)	zítra
SEP (SEPT)	září	TNG	věc, předmět, fakt
SEZ	říká	TNX	díky, děkuji
SHACK	vysílací kout	TO	k, do, v, až
SHORT	krátký	TODI (Y)	dnes, dnešek
SIG	podpis	TONE	tón, zvuk
SIGS	signály, značky	TONITE	dnes večer, v noci
SK	konec vysílání	TOO	příliš, velmi, tuze
SKED	seznam, program; domlu- vené spojení	TOP	vrch, horní
SN	brzo	TOW	soudruh (SSSR)

TRUB (TRB)	porucha, potíží
TRX	transceiver
TRY (TRI)	zkoušet, snažit se
TU	děkuji Vám
TUBE	elektronka
TV	televize
TVI	rušení televize
TWENTY	dvacet; dvacetimetrové pásmo
TX	vysílač
TXT	text, stat
U	Vy
UFB	výborný, skvělý(e)
UNKN	neznámý
UNLIS	nekoncesovaný, černý amatér
UNSTDI	nestálý, kolísavý
UP	nahoru, vzhůru
UR	Váš
URS	Vaše (množné číslo)
USW	velmi krátká vlna
VAR	proměnný
VFO	proměnný oscilátor
VHF	velmi vysoký kmitočet
VIA	cesta: přes, prostřednic- tvím
VISIT	návštěva, navštívit
VL	mnoho, hodně (něm.)
VOICE	hlas, řeč
VX	starý přítel (franc.)
VXO	proměnný krystalový oscilátor
VY	velmi, velice
W	slovo
W	watt
WANT	ptát si, potřebovat
WARM	teplý(o)
WAVE	vlna

WD	slovo
WEAK	slabý
WEN (WN)	když, kdy
WHY	proč
WID	s
WIDE	široký, rozsáhlý
WIND	vítr
WIRE	drát
WISHES	přání
WITH	s
WK	práce
WKD	pracoval, pracováno
WKD	pracující
WL (WLL)	chei, budu
WLD	chtěl bych
WORD	slovo
WPM	slov za minutu
WRITE (RITE)	psát
WRK	práce, pracovat
WRLS	bezdrátový
WRONG	nesprávný, mylný
WUD	chtěl bych
WX	počasí
XCUS (E)	promiňte
XMAS	vánoce
XMTR	vysílač
XPECT	očekávat, čekat
XPER	pokus
XTAL	krystal
XYL	manželka
YDA(Y)	včera
YEAR	rok
YES	ano
YL	přítelkyně, slečna
ZDR	budte zdrav (SSSR)
ZERO	nula
ZONE	pásmo, oblast

Seznam amatérských prefixů a zemí (v angličtině)

A2	Botswana	DA, DF, DJ, DK, DL	Fed. Rep. of
A3	Rep. of Tonga		Germany
A4	Oman *	DU	Rep. of Philip-
A5	Bhutan		pines
A6	United Arab	EA	Spain
	Emirates	EA6	Balearic Is.
A7	Qatar	EA8	Canary Is.
A9	Bahrain	EA9	Ceuta and Melilla
AA (viz K)		EI	Rep. of Ireland
AP	Pakistan.	EL	Liberia
AU	India	EP	Iran
BV	Taiwan	ET	Ethiopia
BY	China	EZ	USSR
C2	Rep. of Nauru	F	France
C3	Andorra	FB8W	Crozet
C5	The Gambia	FB8X	Kerguelen Is.
C6	Bahams	FB8Y (viz CE9)	
C9	Mozambique	FB8Z	Amsterdam and
CE	Chile		St. Paul Is.
CE9, FB8Y, KC4, LA,	Antarctica	FC	Corsica
LU-Z, OR4 UA1,		FG	Guadeloupe
DP, UK1, VK0,		FG, FS	Saint Martin
VP8, ZL5, ZS1, 3Y,		FH	Mayotte
4K, 8J		FK	New Caledonia
CE9 (viz VP8)		FM	Martinique
CE0A	Easter Is.	FO	Clipperton I.
CE0X	San Felix	FO	Fr. Polynesia
CE0Z	Juan Fernandez	FP	St. Pierre and
CM, CO	Cuba		and Miquelon
CN	Morocco	FR	Glorioso Is.
CP	Bolivia	FR	Juan de Nova,
CR9	Macao		Europa
CT	Portugal	FR	Reunion
CT2	Azores	FR	Tromelin
CT3	Madeira Is.	FW	Wallis and Fu-
CX	Uruguay	FY	tuna Is.
D2, 3	Angola	G	Fr. Guiana
D4	Rep. of Cape	GD	England
	Verde	GI	Isle of Man
D6	Comoros	GJ, GC	Northern Ireland
			Jersey

GM	Scotland		9 Horiku
GU, GC	Guernsey and Dependencies		0 Shigetsu
GW	Wales		KA příslušníci armády
H4, VR4	Solomon Is.		USA
HA	Hungary	JD, KA1	Minami Tori-shima
HB	Switzerland		Ogasawara
HB0	Liechtenstein	JD, KA1	Mongolia
HC	Ecuador	JT	Svalbard
HC8	Galapagos Is.	JW	Jan Mayen
HH	Haiti	JX	Jordan
HI	Dominican Rep.	JY	United States of America
HK	Colombia	K, W, N, A	Connecticut
HK0	Bajo Nuevo		Maine
HK0	Malpelo I.	K1/W1	Massachusetts
HK0	San Andres and Providencia		New Hampshire
HK0 (viz KS4)			Rhode Island
HL, HM	Korea		Vermont
HP	Panama		New Jersey
HR	Honduras	K2/W2	New York
HS	Thailand		Delaware
HV	Vatican	K3/W3	District of Columbia nebo
HZ, 7Z	Saudi Arabia		Maryland
I, IT	Italy		Pennsylvania
IS	Sardinia		Alabama
J2, FL8	Djibouti		Florida
J3, VP2G	Grenada and Dependencies	K4/W4	Georgia
J4 (viz SV)			Kentucky
J5, CR3	Guinea-Bissau		North Carolina
J6, VP2L	St. Lucia		South Carolina
J7, VP2D	Dominica		Tennessee
J8 (viz VP2S)			Virginia
JA-JR	Japan		Arkansas
	1 Kanto	K5/W5	Louisiana
	2 Tokai		Mississippi
	3 Kansai		New Mexico
	4 Chugoku		Oklahoma
	5 Shikoko		Texas
	6 Kyushu		California
	7 Tohoku	K6/W6	Arizona
	8 Hokkaido	K7/W7	

K8/W8	Idaho	KP6, KH5K	Kingman Reef
	Montana	KP6, KH5	Palmyra, Jarvis Is.
	Nevada		
	Oregon	KS4, KP3, HK0	Serrana Bank and Roncador Cay
	Utah		
K9/W9	Washington		American Samoa
	Wyoming	KS6, KH8	Virgin Is.
	Michigan		Wake I.
	Ohio	KV, KP2	Marshall Is.
	West Virginia	KW, KH9	Norway
K0/W0	Illinois	KX	
	Indiana	LA, LB, LF, LG, LJ	
	Wisconsin	LA (viz CE9)	
	Colorado	LU	Argentina
	Iowa	LU-Z viz CE9, VP8	
KB, KH1	Kansas	LX	Luxembourg
	Minnesota	LZ	Bulgaria
	Missouri	M1 (viz 9A)	
	Nebraska	N (viz K)	
	North Dakota	OA	Peru
KC4 (viz CE9)	South Dakota	OD	Lebanon
	Baker, Howland and American	OE	Austria
	Phoenix Is.	OH	Finland
		OH0	Aland Is.
		OJ0	Market
KC4, KP1	Navassa I.	OK, OL	Czechoslovakia
	Eastern Caroline Is.	ON	Belgium
		OR4 (viz CE9)	
	Western Caroline Is.	OX, XP	Greenland
		OY	Faroe Is.
KC6	Guantanamo Bay	OZ	Denmark
		P2	Papua New Guinea
	Guam		
	Hawaiian Is.	PA, PD, PE, PI	Netherlands
	Kure I.	PJ	Neth. Antilles
KH6, KS6	American Samoa	PJ	St. Maarten, Saba, St. Eustatius
	Wake I.		
	Alaska	PY	Brazil
	Navassa I.	PY0	Fernando de Noronha
	Virgin Is.		
KH9, KW	Puerto Rico	PY0	St. Peter and St. Paul's Rocks
	Deseccho Is.		
KL7			
KP1, KC4			
KP2, KV			
KP4			

PYØ	Trindade and Martin Vaz Is.	UK1 UA1 BAA-BZZ	Leningrad city
PZ	Surinam	UK1 UA1 CAA-CZZ	Leningrad (obl.)
R	USSR VHF	UK1 UA1 FAA-FZZ	Leningrad (obl.)
S2	Bangladesh	UK1 UA1 NAA-NZZ	Karelia
S7	Seychelles	UK1 UA1 OAA-OZZ	Archangel
S9, CR5	Sao Tome and Principe	UK1 UA1 PAA-PZZ	Nenets
		UK1 UA1 QAA-QZZ	Vologda
S42	Ciskei (ex — ZS)	UK1UA1 TAA-TZZ	Novgorod
		UK1 UA1 WAA-WZZ	Pskov
SK, SL, SM	Sweden	UK1 UA1 ZAA-ZZZ	Murmansk
SN, SP	Poland	UK2 UC2 AAA-AZZ	Minsk city
ST	Sudan	UK2 UP2 BAA-BZZ	Lithuania
STØ	Southern Sudan	UK2 UC2 CAA-CZZ	Minsk (obl.)
SU	Egypt	UK2 UA2 FAA-FZZ	Kaliningrad
SV	Greece	UK2 UQ2 GAA-GZZ	Latvia
SV9 (Ø U.S. stn)	Crete	UK2 UC2 IAA-IZZ	Grodno
SV5	Dodecanese	UK2 UC2 LAA-LZZ	Brest
SV	Mount Athos	UK2 UC2 OAA-OZZ	Gomel
T2, VR8	Tuvalu	UK2 UP2 PAA-PZZ	Lithuania
T3, VR1	Cent. Kiribati (Brit. Phoenix Is.)	UK2 UQ2 QAA-QZZ	Latvia
		UK2 UR2 RAA-RZZ	Estonia
		UK2 UC2 SAA-SZZ	Mogilev
T3, VR1	West Kiribati (Gilbert and Ocean Is.)	UK2 UR2 TAA-TZZ	Estonia
		UK2 UC2 WAA-WZZ	Vitebsk
T3, VR3	East Kiribati (Line Is.)	UK3 UA3 AAA-AZZ	Moscow city
		UK3 UA3 BAA-AZZ	Moscow city
		UK3 UA3 DAA-BZZ	Moscow (obl.)
		UK3 UA3 EAA-EZZ	Orlov
TA	Turkey	UK3 UA3 FAA-FZZ	Moscow (obl.)
TF	Iceland	UK3 UA3 GAA-GZZ	Lipetsk
TG	Guatemala	UK3 UA3 IAA-IZZ	Kalininsk
TI	Costa Rica	UK3 UA3 LAA-LZZ	Smolensk
T19	Cocos I.	UK3 UA3 MAA-MZZ	Yaroslavl
TJ	Cameroon	UK3 UA3 NAA-NZZ	Kostroma
TL	Central African Rep.	UK3 UA3 PAA-PZZ	Tulsk
		UK3 UA3 QAA-QZZ	Voronezh
TN	Congo	UK3 UA3 RAA-RZZ	Tambov
TR	Gabon	UK3 UA3 SAA-SZZ	Riazan
TT	Chad	UK3 UA3 TAA-TZZ	Gorkky
TU	Ivory Coast	UK3 UA3 UAA-UZZ	Ivanovsk
TY	Benin	UK3 UA3 VAA-VZZ	Vladimir
TZ	Mali	UK3 UA3 WAA-WZZ	Kursk
UK1 UA1 AAA-ZZZ	Leningrad city	UK3 UA3 XAA-XZZ	Kaluga

UK3 UA3 YAA-YZZ	Briansk	UK6 UF6 FAA-FZZ	Georgia
UK3 UA3 ZAA-ZZZ	Bielgorod	UK6 UG6 GAA-GZZ	Armenia
UK4 UA4 AAA-AZZ	Volgograd	UK6 UA6 HAA-HZZ	Stavropol
UK4 UA4 CAA-CZZ	Saratov	UK6 UA6 IAA-IZZ	Kalmyk
UK4 UA4 FAA-FZZ	Penza	UK6 UA6 JAA-JZZ	North Osetian
UK4 UA4 HAA-HZZ	Kuibyshev	UK6 UD6 KAA-KZZ	Nagorno-
UK4 UA4 LAA-LZZ	Ulyanov		-Karabash
UK4 UA4 NAA-NZZ	Kirov	UK6 UA6 LAA-LZZ	Rostov
UK4 UA4 PAA-PZZ	Tatar	UK6 UF6 OAA-OZZ	South Osetian
UK4 UA4 SAA-SZZ	Mari	UK6 UA6 PAA-PZZ	Checheno-Ingush
UK4 UA4 UAA-WZZ	Mordovia	UK6 UF6 QAA-UZZ	Adjara
UK4 UA4 WAA-WZZ	Udmurt	UK6 UA6 VAA-VZZ	Astrakhan
UK4 UA4 YAA-YZZ	Chuvash	UK6 UF6 WAA-WZZ	Abkhazia
UK5 UB5 AAA-AZZ	Sumy	UK6 UA6 WAA-WZZ	Dagestan
UK5 UB5 BAA-BZZ	Ternopol	UK6 UA6 XAA-XZZ	Kabardino-
UK5 UB5 CAA-CZZ	Cherkassy		-Balkar
UK5 UB5 DAA-DZZ	Zharkamys	UK6 UA6 YAA-YZZ	Adygel
UK5 UB5 EAA-EZZ	Dnepropetrov	UK7 UL7 BAA-BZZ	Chelinograd
UK5 UB5 FAA-FZZ	Odessa	UK7 UL7 CAA-CZZ	North Khazakh
UK5 UB5 GAA-GZZ	Kherson	UK7 UL7 DAA-DZZ	Semipalatinsk
UK5 UB5 HAA-HZZ	Poltava	UK7 UL7 EAA-EZZ	Kokchetav
UK5 UB5 IAA-IZZ	Donetsk	UK7 UL7 FAA-FZZ	Pavlodarsk
UK5 UB5 JAA-JZZ	Krymsk	UK7 UL7 GAA-GZZ	Alma Ata
UK5 UB5 KAA-KZZ	Rovensk	UK7 UL7 IAA-IZZ	Akhtubinsk
UK5 UB5 LAA-LZZ	Kharkov	UK7 UL7 JAA-JZZ	Vikodokazakh-
UK5 UB5 MAA-MZZ	Luga		stan
UK5 UB5 NAA-NZZ	Vinnitsa	UK7 UL7 KAA-KZZ	Kzyl-Ordinsk
UK5 UB5 OAA-OZZ	Moldavia	UK7 UL7 LAA-LZZ	Kustanay
UK5 UB5 PAA-PZZ	Volsk	UK7 UL7 MAA-MZZ	Ural
UK5 UB5 QAA-QZZ	Zaporozhe	UK7 UL7 NAA-MZZ	Chimkent
UK5 UB5 RAA-RZZ	Chernogov	UK7 UL7 OAA-OZZ	Guryev
UK5 UB5 SAA-SZZ	Ivana-Franko	UK7 UL7 PAA-PZZ	Karaganda
UK5 UB5 TAA-TZZ	Khmelnitskly	UK7 UL7 TAA-TZZ	Dzhambul
UK5 UB5 UAA-UZZ	Kiev	UK7 UL7 VAA-VZZ	Taldy-Kurgan
UK5 UB5 VAA-VZZ	Kirovograd	UK8 UI8 AAA-AZZ	Tashkent
UK5 UB5 WAA-EWZ	Lvov	UK8 UI8 CAA-CZZ	Kashgadariy
UK5 UB5 XAA-XZZ	Zhitomir	UK8 UI8 DAA-DZZ	Syr Darinskiy
UK5 UB5 YAA-YZZ	Chernovtsy	UK8 UI8 FAA-FZZ	Andizhan
UK5 UB5 ZAA-ZZZ	Nikolayev	UK8 UI8 GAA-GZZ	Fergan
UK6 UA6 AAA-AZZ	Krasnodarsk	UK8 UI8 HAA-HZZ	Turkmen
UK6 UD6 CAA-CZZ	Nakhichevan	UK8 UI8 IAA-IZZ	Samarkand
UK6 UD6 DAA-DZZ	Azerbaijan	UK8 UI8 JAA-JZZ	Tadzhik
UK6 UA6 EAA-EZZ	Karachai-Cherkes	UK8 UI8 LAA-LZZ	Bokhara

UK8 UM8 MAA-MZZ	Kirgiz	UK0 UA0 YAA-YZZ	Tudava
UK8 UM8 NAA-NZZ	Oshk	UK0 UA0 ZAA-ZZZ	Kamchatka
UK8 UI8 OAA-OZZ	Namangan	V2-9 (ex VP2)	Antigua
UK8 UJ8 RAA-RZZ	Gornobadakh-	VE, VO, VY1	Canada
	stan	VE1	Sable I.
UK8 UI8 TAA-TZZ	Surkhandaria	VE1	St. Paul I.
UK8 UI8 UAA-UZZ	Khorinsk	VK	Australia
UK8 UI8 ZAA-ZZZ	Karukul	VK	Lord Howe I.
UK9 UA9 AAA-AZZ	Chelyabinsk	VK9	Willis I.
UK9 UA9 CAA-CZZ	Sverdlovsk	VK9	Christmas I.
UK9 UA9 FAA-FZZ	Perm	VK9	Cocos-Keeling
UK9 UA9 GAA-GZZ	Komi-Perm		Is.
UK9 UA9 HAA-HZZ	Tomsk	VK9	Mellish Reef
UK9 UA9 JAA-JZZ	Khanty-Man.	VK9	Norfolk I.
UK9 UA9 KAA-KZZ	Yamalo-Nen.	VK0 (viz CE9)	
UK9 UA9 LAA-LZZ	Tumen	VK0	Heard I.
UK9 UA9 MAA-MZZ	Omsk	VK0	Macquarie I.
UK9 UA9 OAA-OZZ	Novosibirsk	VO (viz VE)	
UK9 UA9 QAA-QZZ	Kurgbn	VP1, V3	Belize
UK9 UA9 SAA-SZZ	Orenburg	VP2A, V2	Antigua, Bar-
UK9 UA9 UAA-UZZ	Kemerov		buda
UK9 UA9 WAA-WZZ	Kashkir	VP2E	Anguilla
UK9 UA9 XAA-XZZ	Komi	VP2K	St. Kitts, Nevis
UK9 UA9 YAA-YZZ	Altai	VP2M	Montserrat
UK9 UA9 ZAA-ZZZ	Gorno-Altai	VP2S, J8	St. Vincent and
UK0 UA0 AAA-AZZ	Krasnoyarsk		Dependencies
UK0 UA0 BAA-BZZ	Taimyr	VP2V	Brit. Virgin Is.
UK0 UA0 CAA-CZZ	Khabarovsk	VP5	Turks and Cai-
UK0 UA0 DAA-DZZ	Zhidovsk		cos Is.
UK0 UA0 FAA-FZZ	Sakhalin	VP8 (viz CE9)	
UK0 UA0 HAA-HZZ	Evensk	VP8	Falkland Is.
UK0 UA0 IAA-IZZ	Magadan	VP8, LU-Z	So. Georgia Is.
UK0 UA0 JAA-JZZ	Amur	VP8, LU-Z	So. Orkney Is.
UK0 UA0 KAA-KZZ	Chukotsk	VP8, LU-Z	So. Sandwich Is.
UK0 UA0 LAA-LZZ	Primorsk	VP8, LU-Z, CE9,	So. Shetland Is.
UK0 UA0 OAA-OZZ	Buryat	HF0, 4K	
UK0 UA0 QAA-QZZ	Yakutsk	VP9	Bermuda
UK0 UA0 SAA-SZZ	Irkutsk	VQ9	Chagos
UK0 UA0 TAA-TZZ	Uet-Ordinsk	VR6	Pitcairn I.
UK0 UA0 UAA-UZZ	Chita	VS5	Brunei
UK0 UA0 VAA-UZZ	Aginsk-Bur	VS6	Hong Kong
UK0 UA0 WAA-WZZ	Chakash	VS9 (viz 8Q)	
UK0 UA0 XAA-XZZ	Koryatsk	VU	India

VU7	Andaman and Nicobar Is.	ZL	Kermadec Is.
VU7	Laccadive Is.	ZL5 (viz CE9)	
W (viz K)		ZM7	Tokelaus
XE	Mexico	ZP	Paraguay
XF4	Revilla Gigedo	ZS1, 2, 4, 5, 6, H5, S8, T4	Rep. of South Africa
XP (viz OX)		ZS1 (viz CE9)	
XT	Upper Volta	ZS2	Prince Edward and Marion Is.
XU	Cambodia		(Namibia)
XV	Vietnam	ZS3	Southwest Africa
XW	Lao People's Dem. Rep.	1A0	Order of Malta
XZ	Burma	1S	Spratly Is.
Y2—Y9	German Demo- cratic Rep.	3A	Monaco
YA	Afghanistan	3B6, 7	Agalega and St. Brandon
YB, YC	Indonesia	3B8	Mauritius
YI	Iraq	3B9	Rodrigues Is.
YJ	New Hebrides	3C	Equatorial Guinea
YK	Syria		Annobon
YN, HT	Nicaragua	3C0	Fiji Is.
YO	Rumania	3D2	Swaziland
YS	Salvador	3D6	Tunisia
YU, YZ	Yugoslavia	3V	Rep. of Guinea
YV	Venezuela	3X	Bouvet
YV0	Avos I.	3Y	
Z2	Zimbabwe	3Y (viz CE9)	
ZA	Albania	4K (viz CE9)	
ZB	Gibraltar	4S	Sri Lanka
ZC (viz 5B)		4U	I.T.U. Geneva
ZD7	St. Helena	4U	Hq., United Nations
ZD8	Ascension I.		Yemen
ZD9	Tristan da Cunha and Gough I.	4W 4X, 4Z	Israel
ZE	Zimbabwe	5A	Libya
ZF	Cayman Is.	5B, ZC	Cyprus
ZK1 (Rarotonga)	Co. Cook Is.	5H	Tanzania
ZK1 (Manihiki)	No. Cook Is.	5N	Nigeria
ZK2	Niue	5R	Malagasy Rep.
ZL	New Zealand	5T	Mauritania
ZL	Auckland I. and Campbell I.	5U	Niger
ZL	Chatham Is.	5V	Togo
		5W	Western Samoa

5X	Uganda		/Iraq, Neutral
5Z	Kenya		Zone
6D5	Mexico	9A, (M1)	San Marino
6O	Somal	9G	Ghana
6W	Senegal	9H	Malta
6Y	Jamaica	9I, 9J	Zambia
7O	People's Dem.	9K	Kuwait
	Rep. of Yemen	9L	Sierra Leone
7P	Lesotho	9M2	West Malaysia
7Q	Malawi	9M6, 8	East Malaysia
7X	Algeria	9N	Nepal
7Z (viz HZ)		9Q	Rep. of Zaire
8J (viz CE9)		9U	Burundi
8P	Barbados	9V	Singapore
8Q, VS9	Maldivé Is.	9X	Rwanda
8R	Guyana	9Y	Trinidad and To
8Z4	Saudi Arabia/		bago, Abu Ail, Jabalat Taio

(Sovětské prefixy byly během tisku změněny.)

Literatura

- [1] *Procházka a kol.*: Radioamatérský provoz; Naše vojsko 1965.
- [2] *Hanáček—Ehyna—Sýpal*: Příručka pro telegrafisty; Naše vojsko 1979.
- [3] *Rakouš*: Učebnice Morseových značek a příručka krátkovlnných amatérů; nákladem vlastním, Brno 1935.
- [4] *Havlíček a kol.*: Cvičebnice telegrafních značek a rádiového provozu; Naše vojsko 1953.
- [5] *Ships-Issler*: Taschenbuch für den Kurzwellen-Amateur; W. Körner, Stuttgart 1948.
- [6] *Wiesner a kol.*: CW — Manual; DARC Verlag, Baunatal 1982.
- [7] Radiokomunikační řád: Ženeva.
- [8] Zkratky a kódy (NADAS, slovenské znění), 1971.
- [9] *Joachim*: Letecká radiotechnika; ESČ Praha 1945.
- [10] *Petráček*: Známe Q kodex? Amatérské rádio 2/1955, str. 60.
- [11] *Sedláček a kol.*: Amatérská radiotechnika; Naše vojsko 1954.
- [12] *Ing. Jiří Peček* z. m. s.: Metodika radioamatérského provozu na krátkých vlnách; účelová edice ÚV Svazarmu 1982.

ZÁKLADY PŘEDPOVĚDÍ IONOSFÉRICKÉHO ŠÍŘENÍ ELEKTROMAGNETICKÝCH VLN A JEJICH POUŽÍVÁNÍ

K tomu, abychom si mohli dovolit předpovídat, jak se budou šířit elektromagnetické vlny i k tomu, abychom uměli předpovědi používat, musíme něco vědět o tom, kudy a proč tyto vlny prochází a co všechno má vliv na vlastnosti zúčastněného prostředí. Proto si zpočátku řekneme něco o Slunci jakožto prvním, hlavním a nejdůležitějším článku celého řetězu. Kdy a jak se děje na Slunci projeví na Zemi, závisí na parametrech meziplanetárního prostředí a interakci se zemskou magnetosférou, která přímo a intenzivně ovlivňuje ionosféru. Tento vliv začíná a je nejsilnější v polárních oblastech, a proto musíme velkou pozornost věnovat i polárním zářím. Dalo by se říci, že v polárních a zejména subpolárních oblastech leží klíč k rozluštění příčin většiny vlivů, významných z hlediska ionosférického šíření elektromagnetických vln.

Nejednoduchá struktura ionosféry umožňuje šíření mnoha různými způsoby. Při šíření na velké vzdálenosti dochází k velkým rozdílům ve velikosti útlumu v závislosti na způsobu šíření. Mnohdy se s minimálním útlumem šíří elektromagnetická vlna způsobem, který nelze jednoduše vysvětlit nebo popsat. Proto bude řeč i o ionosférických vlnovodech a o rozmanitosti změn, jež lze pozorovat.

K vlastním předpovědím se dostaneme na závěr a celou kapitolu doplníme informacemi, kde a kdy lze získat potřebné informace, abychom mohli změny podmínek šíření spolu s jejich příčinami sledovat, nebo se případně pokusit o vlastní předpověď či alespoň odhad dalšího vývoje. V praxi se nám znalosti tohoto druhu mohou vyplatit například při hledání signálů expedic do vzácných a vzdálených zemí, nebo mohou pomoci ke zvýšení bodového zisku v radioamatérských soutěžích.

Slunce je pro nás hlavním a nejvýznamnějším zdrojem energie o výkonu $3,8 \cdot 10^{26}$ W. Ve skutečnosti zdrojem energie je převážně jen sluneční nitro, kde při dostatečné teplotě a tlaku probíhá jaderná syntéza. (Existují sice domněnky, že tomu tak přinejmenším právě nyní není, ale to jsou otázky patřící jiným oborům.)

To, co ze Slunce vidíme a označujeme za sluneční povrch, je fotosféra, jejíž každý čtvereční metr je pro nás zdrojem energie o výkonu 63,5 MW. Z nitra ke slunečnímu povrchu postupuje energie nesrovnatelně pomaleji než dále meziplanetárním prostorem. Jevy sluneční aktivity jsou výrazem proudění plazmatu (různých druhů) v různě intenzívních magnetických polích a jejich konfiguracích. Nabitě částice slunečního plazmatu mají tendenci nevnikat do magnetických silotrubic, kde je hustota siločar větší než v okolí. Proudění



Obr. 1.1 Snímek sluneční erupce

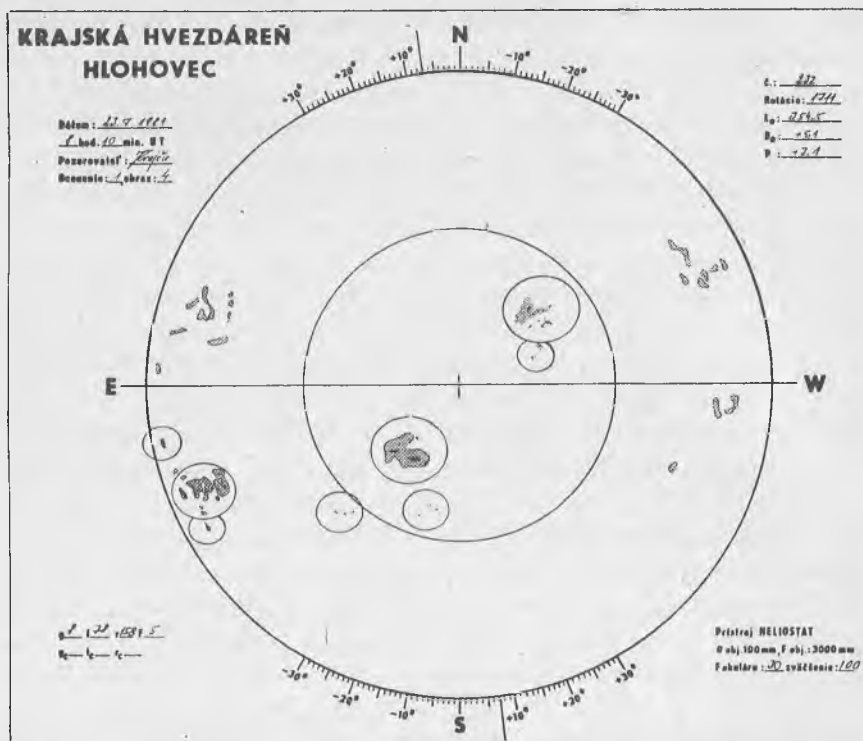
dění v trubiciích je poměrně oddělené a výměna energie s okolím je menší. Je-li plazma uvnitř chladnější, vidíme při vyústění trubice na povrch (v důsledku konvekčního proudu směřují částice ze spodních oblastí k povrchu) tmavší plochu — sluneční skvrnu. V magnetických polích je koncentrována obrovská energie a množství a tvar seskupení slunečních skvrn je proto poměrně dobrý indikátor dalších druhů sluneční aktivity (např. erupcí) a zároveň je hrubou informací o tvaru a energii magnetických polí.

Ze Slunce se k nám energie dostává jednak ve formě energie zářivé a jednak ve formě slunečního větru, což je nepřetržitý proud plazmy z expandující sluneční atmosféry (korony), která se k nám od Slunce po drahách proměnlivého tvaru šíří různými rychlostmi ($200\text{--}700\text{ km.s}^{-1}$). Přitom Slunce ztrácí zářením $4,3 \cdot 10^6$ tun hmoty za sekundu a navíc slunečním větrem další milion tun (energie slunečního větru je $3 \cdot 10^{20}$ W). Zdánlivě velké ztráty si ovšem Slunce může dovolit, jeho hmota je $1,989 \cdot 10^{27}$ tun, takže by za současného tempa výdaje ztratilo za deset miliard let méně než jedno promile celkové hmoty.

Pro děje v ionosféře mají největší význam i proměnlivé ultrafialové a rentgenové záření, které se šíří rychlostí světla, protony (jádra atomů vodíku) a částice alfa (jádra atomů hélia) ze slunečního větru a hlavně z rychlých výronů od slunečních erupcí. V ultrafialovém záření (o vlnové délce 2 až 400 nm) přichází čtrnáct procent sluneční energie, z toho ale jen malá část ($7 \times 10^{-5} \%$) je schopna způsobit ionizaci kyslíku a dusíku v zemské atmosféře. Relativní podíl korpuskulárního záření na ionizaci činí až padesát procent příspěvku záření vlnového.

Intenzita obou složek (vlnové i korpuskulární) podléhá silným změnám podle toho, jak kolísá celková sluneční aktivita a nejvýrazněji a náhle se zvyšuje při sluneční erupci. Při vhodné konfiguraci magnetických polí jsou přitom do meziplanetárního prostoru vymršťována oblaka plazmatu, jehož významnou vlastností je, že s sebou nese také magnetická pole slunečního původu (říkáme, že jsou v plazmatu „zamrzlá“). Jsou to jevy z hlediska pozemských důsledků mimořádně důležité.

Analýza seskupení slunečních skvrn je jednou z metod, jak sta-



Obr. 1.2. Sluneční fotosféra

novit pravdepodobnosť vzniku slunečnej erupcie a analýzou vývoje skupín skvrn na viditeľnej časti Slunce (slunečného disku) môžeme stanoviť i trend vývoje celkovej slunečnej aktivity. Oboje má význam a je i u nás pravidelne využívané pre krátkodobou predpoveď slunečnej aktivity. Celkový počet skvrn, alebo lépe řečeno z něj odvodené relativní číslo slunečních skvrn (zvané Wolfovo) lze použít jen jako hrubý indikátor úrovně, a to ještě po matematické úpravě (vyhlazení).

Naproti tomu mnohem lépe lze k posouzení úrovně sluneční aktivity použít výsledků měření úrovně radiového šumu v oblasti centimetrových a decimetrových vln. Radiový šum odpovídá určité tep-

lotě plazmatu a magnetickým polím a náhlá vzplanutí vznikají při rychlých dějích v plazmatu, přičemž kmitočet radiové emise stoupá s hustotou plazmatu.. Nejlepším indikátorem jevů na úrovni fotosféry je intenzita šumu na vlnové délce kolem deseti centimetrů (která odpovídá vzniku těsně nad fotosférou), nižší kmitočty odpovídají dějům ve vyšších vrstvách sluneční atmosféry, metrové vlny jsou generovány až vysoko ve sluneční koruně. Proto může být například zvýšení šumu při erupci v pásmu dvou metrů indikátorem průniku rychlých částic plazmy nebo nárazové vlny sluneční atmosférou směrem k Zemi.

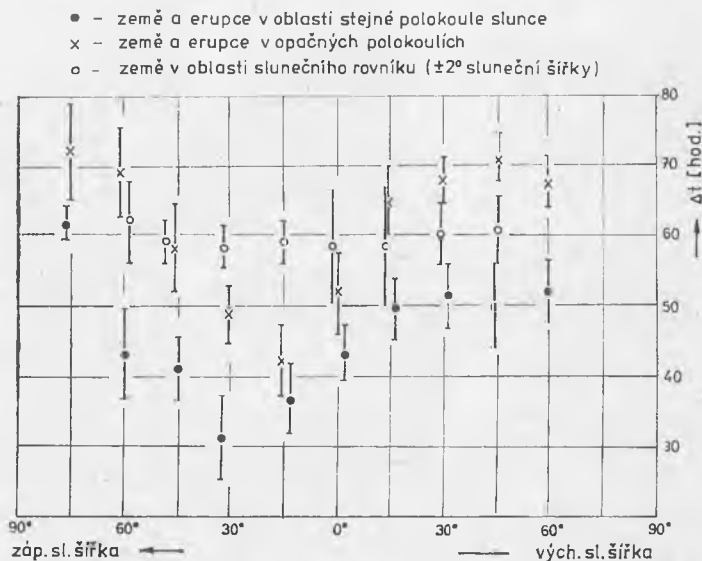
Z hlediska působení na Zemi má velký význam ještě jeden útvar: je jím koronální proluka, nazývaná též méně výstižně koronální díra (z angl. „coronal hole“). Jedná se o oblast s velmi sníženou emisí v oboru rentgenova záření, pod níž nejsou na slunečním povrchu aktivní oblasti se skvrnami; plazma tam snadněji uniká do prostoru po magnetických siločarách, které jsou v této oblasti orientovány téměř radiálně a směřují volně do prostoru. Efekt proluk stoupá zejména v případě, je-li v sousedství aktivní oblast, která proluku na svém okraji zásobuje plazmou. Následuje významné zvýšení rychlosti slunečního větru (500 až 700 km.s^{-1}), jehož zdroj bychom mohli podle všeho nejspíše lokalizovat do rozhraní mezi skupinou skvrn a prolukou. Ojedinele bývají zaznamenány rychlosti slunečního větru přes 1000 km.s^{-1} ; tento velmi rychlý vítr pochází ze skupin skvrn, kde vznikají mohutné tzv. protonové erupce.

Meziplanetární prostředí

Zmíněný prostor není prázdný, do značné vzdálenosti od Slunce jej vyplňuje horní část sluneční atmosféry — korona (a podle některých autorů je i Země ještě v oblasti tzv. superkorony). Kromě téměř přímočaře se šířící zářivé energie Slunce k nám putují částice slunečního větru. Jejich dráhy jsou proměnlivé a velmi zhruba zachovávají tvar spirál podle magnetických silokřivek, které jsou deformovány důsledkem otáčení Slunce. To způsobuje, že se k Zemi do-

stanou v podstatě s větší, pravděpodobností částice, vyvržené ze střední a západní části slunečního disku. Potřebná doba k tomu, aby se například po erupci dostaly pomalejší částice (korpuskule) až na úroveň dráhy Země, činí zhruba 20 až 80 hodin.

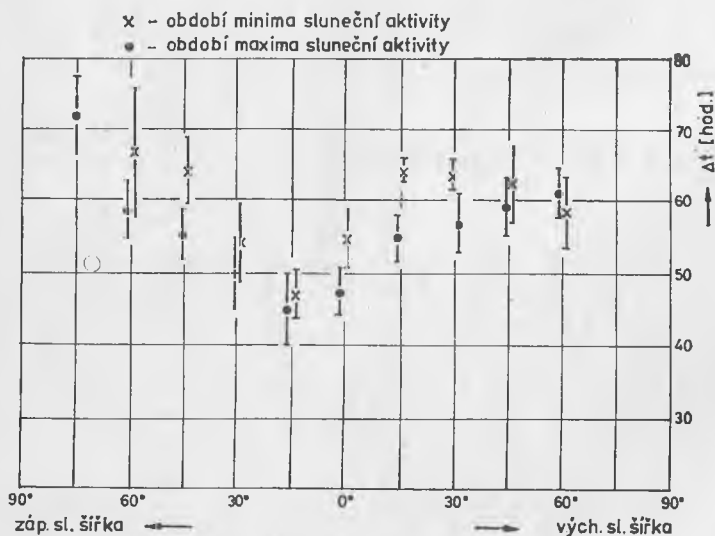
Zajímavou a prakticky velmi významnou a použitelnou závislost ukazují obr. 1.3 a 1.4, na nichž je znázorněna závislost uvedené doby na vzájemné poloze sluneční erupce a Země vůči Slunci a na fázi jedenáctiletého slunečního cyklu. První z nich byl získán analýzou důsledků slunečních erupcí, resp. změřením zpoždění jimi vyvolaných geomagnetických poruch v letech 1957 až 1970, ve druhém byl tentýž interval rozdělen na období nízké (1960 až 1966) a vysoké (1957 až 1959 a 1968 až 1970) sluneční aktivity. Každý rok byl ještě rozdělen na intervaly, v nichž směr ze Slunce na Zemi prochází oblastí slunečního rovníku (22. 5. až 22. 6. a 22. 11. až 22. 12.), severnějšími heliografickými šířkami (23. 6. až 21. 11.) nebo jižnějšími (23. 12. až 21. 5). Jednotlivé efekty byly v obr. 1.3 rozděleny



Obr 1.3. Zpoždění počátku geomagnetické poruchy

na tři skupiny podle toho, byla-li erupce a směr ze Slunce na Zemi ve stejné (severní nebo jižní) polokouli, na opačných polokoulích, anebo byla-li Země nad rovníkovou oblastí Slunce, tj. mezi druhým stupněm severní a druhým stupněm jižní sluneční šířky, jinými slovy: procházela-li pravděpodobně Země oblastí proudové mezivrstvy. Vidíme, že nejdříve (a mimochodem i nejčastěji) se do oblasti Země dostanou sluneční korpuskule tehdy, byly-li vyvrženy z oblasti 10 až 40 stupňů západně od centrálního meridiánu, zvláště byla-li Země nad stejnou sluneční polokoulí. Pozoruhodná je téměř konstantní hodnota zpoždění (okolo 60 hodin), je-li Země v proudové mezivrstvě. Logicky poněkud rychlejší je příchod poruchy, je-li sluneční aktivita vyšší. Naopak déle k nám putuje sluneční plazma při aktivitě nižší, a vůbec nejdéle jí to trvá ze západního okraje slunečního disku.

Z uvedeného si lze učinit představu o vlastnostech meziplanetárního prostředí, pozorovatelných ostatně zejména nepřímými metodami. Pro účely předpovědi počátků poruch v zemské magnetosféře

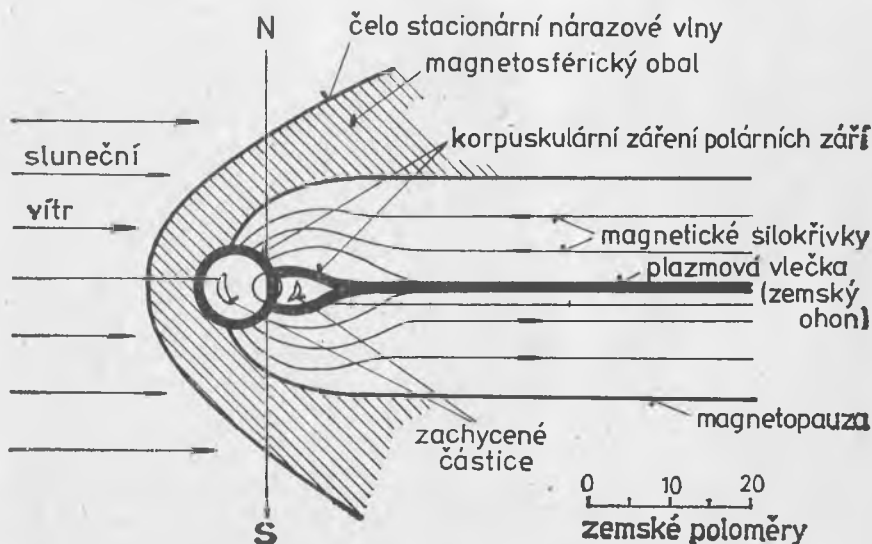


Obr. 1.4. Zpoždění počátku geomagnetické poruchy

lze tedy brát v úvahu tyto tři parametry: heliografickou délku a šířku a datum; navíc můžeme z dalších pozorování (např. slunečního rádiového šumu a optické i magnetické konfigurace erupce a jejího okolí) stanovit, zda a jak mohutný plazmový oblak byl do kosmu vyvržen.

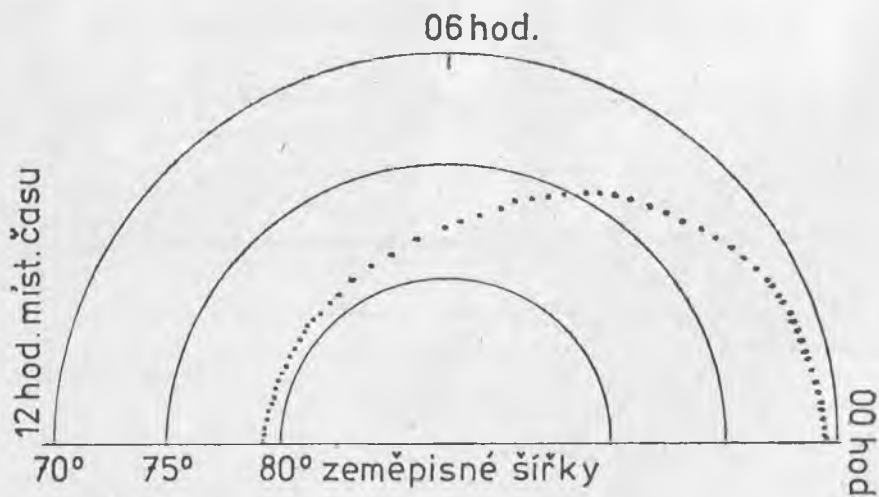
Zemská magnetosféra a polární záře

Oblast, kam zasahuje působení magnetického pole Země nazýváme magnetosférou. Jejím setkáním se slunečním větrem vzniká téměř stacionární rázová vlna, na opačné straně ve stínu Země se nachází plazmová vlečka, zemský ohon. Okolo Země jsou pásy zadržených částic slunečního větru, skládajícího se převážně z elektronů a z protonů (jader vodíku), v malé míře částic alfa (jader hélia) a v nepatrné míře i z těžších prvků. Částice vnikají do atmosféry



Obr. 1.5. Průřez magnetosférou Země

především v tzv. aurorálních páslech — pásmech polárních září, nacházejících se okolo 67 stupňů magnetické šířky, širokých stovky kilometrů. V pásmech polárních září existují podélné proudy (podél magnetických silokřivek). V denní době tekou ve vyšších, v noční v nižších šířkách (viz obr. 1.6). Částice slunečního větru, zejména tedy elektrony, jsou ve velkých výškách nad zemským povrchem (řádově 10 000 km) urychlovány. tam existujícím elektrickým polem, jejich průnik do atmosféry narušuje magnetické pole a při dostatečné energii vybudí polární záři. Vznikají magnetické subbouře, provázené posuvem aurorálních oválů do nižších šířek. Při silných subbouřích obvykle vznikajících po velkých slunečních erupcích je posuv směrem k rovníku největší a může dosahovat do šířek 50 až 60°, výjimečně i ke 40°. Velikost posuvu je velmi silně závislá na polaritě podélné složky meziplanetárního magnetického pole — při směru od Slunce k posuvu nedochází, rozměr oválu je menší a výsledné efekty jsou hlavně optické. Naopak při směru ke Slunci se aurorální ovál rozšíří na obě strany — na sever i na jih a podstatně vzroste výskyt nehomogenit, na nichž dochází k rozptylu elektro-

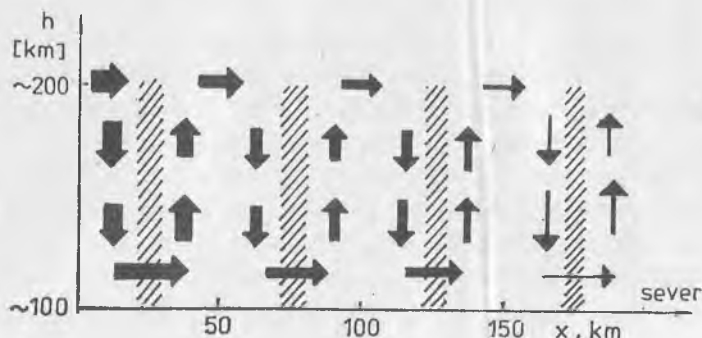


Obr. 1.6. Vtékání a vytékání podélných proudů na úrovni ionosféry

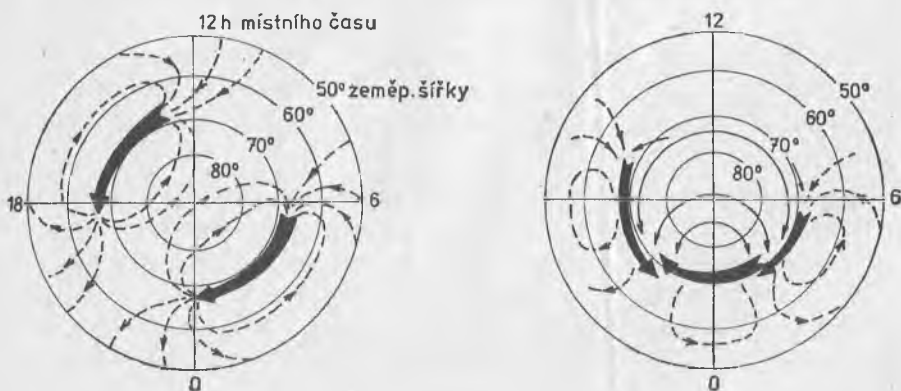
magnetických vln, tedy přesně k tomu, co potřebujeme pro ionosférické šíření VKV. Nejlépe se rozptylují kmitočty okolo 30 až 40 MHz (závislost na rozměrech nehomogenit a vlnové délce), s rostoucím kmitočtem citelně roste útlum. To je též důvod, proč při spojení „via aurora“ mají podstatně větší šance výkonnější stanice — třeba na rozdíl od šíření pomocí sporadické vrstvy E, kde se uplatní i stanice s malým výkonem. Otázka, zda aurora při právě se rozvíjející magnetické bouři dosáhne až do střední Evropy, závisí tedy na meziplanetárním magnetickém poli. To má směr určený přítomností Země v sudém nebo lichém sektoru magnetického pole Slunce. K podstatným změnám intenzity a polarizace dochází s příchodem oblaků sluneční plazmy vyvržených velkými a zejména protonovými erupcemi, která s sebou nesou silná magnetická pole (říkáme, že jsou v plazmě „zamrzlá“) a dále s příchodem slunečního větru ze starých aktivních oblastí na Slunci, jejichž aktivita předtím značná již končí. Ve druhém případě jsou silná magnetická pole slunečním větrem „vytahována“. Je tedy do velké míry věcí náhody, do jaké pozice vůči vytaženému slunečnímu magnetickému poli se dostane naše planeta a zda magnetická bouře bude provázena aurorou optickou, radiovou, případně oběma druhy nebo žádným. Lze proto s poměrně velkou spolehlivostí předpovídat příchod polárních září např. pro oblast Skandinávie, dost často souhlasí předpověď pro takové země jako severní část Velké Británie, Holandsko, sever NDR, NSR, PLR a pobaltské republiky SSSR, ale pro naši oblast lze nanejvýš označit několik termínů, kdy by aurora mohla přijít (kdy jsou pro její vznik splněny všechny sledované podmínky). Pro zlepšení situace by bylo potřeba řady měření v kosmickém prostoru.

Polární záře je vybuzena tokem energetických elektronů srážejících se s neutrálními atomy atmosféry. Atomy se vracejí do normálního stavu vyzářením kvanta energie ve své charakteristické spektrální čáře. A právě na nehomogenních útvech zvýšené ionizace vzniká rozptyl radiových vln. (Pro zajímavost — podobné, ale nesrovnatelně intenzivnější jevy probíhají na Jupiteru.) Lety výzkumných družic oblastmi, v nichž současně probíhaly polární záře, zároveň s lety výzkumných balistických raket, umožnily poznat struk-

turu dějů v této oblasti. Řez výškami 100 až 200 km vidíme na obr. 1.7. Výsledkem tekoucích proudů a působících i vytvářených magnetických a elektrických polí jsou vertikální útvary připomínající opony, na nichž vzniká emise, absorpce a hlavně — zpětný rozptyl elektromagnetických vln. Zdrojem energie jsou vpády částic z vnějšího radiálního pásu. Útvary vznikají pod zrcadlovými body částic o malém úhlu náklonu. Jejich výskyt a tvar je do značné míry dán i konfigurací cirkumpolárních proudů a zpětně je ovlivňuje (obr. 1.8).



Obr. 1.7. Vznik mnohovrstvého proudového systému



Obr. 1.8. Znáznornění proudových systémů v ionosféře

Metody předpovídání se opírají ve značné míře o statistické zpracování velkého množství údajů o ionosféře za několik slunečních cyklů. Nezbytným doplňkem je ovšem předpověď krátkodobá, na nejbližší hodiny až dny, která popisuje pravděpodobnost odchylek. Vychází ze situace na Slunci a pozorovaných dějů — zejména erupcí a z nepřímých informací o vlastnostech meziplanetárního magnetického pole, též získaných z větší části během minulých otoček Slunce. Z toho vyvozuje pravděpodobnost setkání zemské magnetosféry s vlivy, jež ji narušují a extrapoluje možné důsledky zmíněných poruch, zejména tedy vznik nárazových vln, které celou magnetosféru rozkmitají, magnetických polí, která ji deformují a změn koncentrace a energie částic slunečního větru zaplňujících radiační pásy. Poruchy začínají vždy v polárních oblastech a postupně se stěhují do nižších šířek, přičemž se jejich účinek mění. Právě v polární oblasti a z ní především v zóně polárních září leží klíč k pochopení toho, co se s ionosférou v globálním měřítku děje a právě při polárních zářích lze následné děje pozorovat nejsnáze, neboť jsou nejintenzívnější. Přitom je třeba uvažovat i vliv vnitřních radiačních pásů ovlivňujících hlavně ionosféru subtropických oblastí. Zdá se, že jsou s tím v přímé souvislosti i výskyty transekvatoriálního šíření VKV.

Transekvatoriální šíření radiovln, zejména VKV, by si pro svou výjimečnost zasloužilo zvláštní kapitolu. Jeho objev byl překvapivý a lze říci i „ryze amatérský“. Dodnes neexistuje dostatečně věrohodná teorie, která by je vysvětlovala, a to je i jeden z důvodů, proč se minula úspěchem většina dosavadní snahy je předpovědět. Zatím jen víme, že se vyskytuje v letech vysoké sluneční aktivity, hlavně v březnu, dubnu, září a říjnu. Na základě dosavadních zkušeností se zdá, že se týká rozsahu zhruba 25 až 500 MHz. Šíření probíhá na trasách o délce 5 až 9 tisíc kilometrů bez toho, že by signál dosáhl zemského povrchu mezi koncovými body. Koncové body jsou rozloženy přibližně symetricky vůči čáře nulové magnetické inklinace. Podíváme-li se na mapu světa, najdeme lehce tři nejvhodnější oblasti pro využití transekvatoriálního šíření — a skutečně ve všech třech byla existence tohoto šíření potvrzena. Jedná se o trasy: Střední Amerika—Jižní Amerika a jižní Atlantik (ostrov sv. Heleny), Japonsko—severní Austrálie, a konečně pro nás nejza-

jímavější: střední a jižní šířky Evropy a severní Afrika—jih Afriky. Zdá se, že Československo leží na severní hranici oblasti, z níž lze tohoto druhu šíření být výjimečně, ale přece jen využít. Svědčí o tom signály z jižní Afriky, zachycené vícekrát stanicí OK1MBS v pásmu dvou metrů, stanicí OK1AIY dokonce v pásmu 70 centimetrů (na jaře roku 1981). Signály přijímané u OK1AIY byly nejen překvapivě silné, ale zcela jistě pravé. Že nebylo navázáno spojení lze přičíst tomu, že jihoafrický operátor nevěnoval dostatečnou pozornost přijímači.

Pro volbu odpovídajícího vybavení stanice lze vycházet z těchto dosavadních výsledků: útlum šířící se vlny bývá značný, např. nejmenší dosud změřený (mezi Zimbabwe a Kyprem) činil v pásmu dvou metrů 40 dB vůči volnému prostoru. Šum bývá vyšší, než při jiných druzích šíření VKV. Směrový rozptyl přicházejících signálů klesá s rostoucí vzdáleností od čáry nulové magnetické deklinace. Kmitočtový rozptyl může být značný. Z toho vyplývá nutnost použití vysílačů o výkonu nejméně 100 a raději několik set wattů, přijímačů s šumovým číslem asi 2 dB a proměnnou selektivitou, antén s dostatečným ziskem, ale na druhé straně nepřiliš úzkým vyzařovacím diagramem, i když díky poloze Československa na severní hranici oblasti možného spojení tento poslední požadavek ztrácí důležitost. Na rozdíl od jiných druhů šíření není správné kalkulovat s hodnotou efektivního vyzářeného výkonu — při současném šíření po více drahách s proměnným zpožděním se jeho hodnota neustále mění.

Výskyt transekvatoriálního šíření bude v nejlepším případě řídký a proto se vyplatí hlídat je pokud možno každý večer. Nevýhodou je poměrně malý počet stanic s odpovídajícím vybavením.

Lepší situace je v případě výskytu polárních září, jež zasahují podstatně větší území a k jejichž registraci je vhodné i průměrné zařízení. Proto existuje celá řada sítí národních i mezinárodních, propojených nejčastěji telefonicky a často pomocí převáděčů v pásmech VKV. Velmi účelným se ukázalo sledování kmitočtu 14345 kHz, který používá tzv. European VHF Net, kde se výskyt polární záře mnohdy oznamuje. Po vypuštění první družice na eliptické dráze, schopné zprostředkovat provoz DX, se ale zmíněný kmitočet značně

uprázdnil, neboť aktivní stanice VKV začaly přednostně využívat převáděč OSCAR 10. Největší cenu pro nás mají informace z východních směrů, kde jev obvykle začíná. Kvalitativně nejlepší informací je sdělení, že lze pracovat „via aurora“ i na 70 cm (třeba od UA3LBO), což znamená vysokou pravděpodobnost, že bude možno pracovat z nižších zeměpisných šířek na 2 m. Při intenzivnější PZ, kdy je naděje na dlouhá spojení DX, se oblast zdánlivého odrazu pohybuje od východu na západ (viz obr. 1.9), a to několikrát a každá další dráha probíhá jižněji.



Obr. 1.9. Spirálový drift

Hranice dosahu při popisovaném druhu šíření v ČSSR leží na jihu v Jugoslávii, střední Itálii a Sardínii, na západě v Irsku a na východě za Uralem. Tak intenzivních polárních září ovšem nebude nikdy více než nejvýše několik za sluneční cykl, při nízkém maximu cyklu žádná. Lze se domnívat, že příští velké polární záře budou až po roce 2000, v našem století již vysoký sluneční cykl nečekáme.

Pravděpodobnost výskytu polární záře v různých obdobích roku se během jedenáctiletého slunečního cyklu mění. Jednou z příčin by mohlo být i postupné přemísťování aktivních oblastí na Slunci k rovníku. Před maximem slunečního cyklu se objevují četné skupiny skvrn v heliografických šířkách několika desítek stupňů, v maximu je jich nejvíce do 15° šířky a při následujícím poklesu sluneční aktivity ještě níže. Odtud předpokládané změny složení slunečního větru by měly být zpočátku největší od oblastí vzdálenějších od roviny rovníku a postupně se jí přiblížit. Rovina oběžné dráhy Země není rovnoběžná s rovinou slunečního rovníku, protíná ji začátkem června a prosince, nejvíce se od ní vzdaluje v březnu a září. Proto lze očekávat poněkud častější výskyty polárních září v době do maxima cyklu spíše okolo rovnodennosti a s vývojem slunečního cyklu by se maxima zásahů a tím i poruch šíření a polárních září mohla vzdalovat z podzimů a jar směrem k létům a zimám. V oblasti slunečního rovníku, v tzv. „královském pásu“ se skupiny skvrn téměř nevyskytují a tak by při slunovratech pravděpodobnost auror klesala.

Ve snaze zjistit, nakolik je uvedený názor oprávněný, vznikl diagram na obr. 1.10. Jsou v něm vyznačeny polární záře — optické z let 1745 až 1960 a radiové z let 1970 až 1981. Vidíme, že největší aurory vznikají okolo maxima jedenáctiletého cyklu, zejména na podzim a naopak zhruba o dva roky později při sekundárním maximu zejména na jaře (a nevíme, proč tomu tak je). Aurora však může vzniknout ve kterémkoli měsíci roku a ve kterémkoli roce včetně slunečního minima. Ale objeví-li se silná aurora v roce slunečního minima, znamená to, že příští jedenáctiletý cykl bude vysoký a tedy i auror bude dost. Existují dvě minima výskytu auror a posouvají se. Hlavní, letní minimum (prohloubené termickými změnami v ionosféře) je na počátku jedenáctiletého cyklu v červenci



Obr. 1.10. Závislost polárních září na fázi jedenáctiletého cyklu

a srpnu, na konci v květnu a červnu. Podružné minimum je zpočátku v březnu a dubnu, na konci v únoru až březnu. Posuv maxim výskytů auror je k posuvům minim doplňkový. Rok maxima jedenáctiletého slunečního cyklu se od ostatních liší tím, že se v něm aurory vyskytují rovnoměrněji.

Radiová aurora sice nemusí být provázena optickou a optická radiovou, ale při nejsilnějších jevech jde často o oba úkazy zároveň nebo po sobě. Informace o obou druzích jevů uvítají sluneční astronomové a neméně zajímavé jsou i z hlediska geofyziky.

K výčtu působení slunečních korpuskul patří ještě informace o ději, zvaném Forbushův jev. Může být registrován observatoří, nacházející se v polární oblasti, pod tzv. polární čapkou. Na registrované hladině kosmického záření se objevují poklesy o 2 % až 30 % s trváním od několika desítek hodin do několika dnů. Důvod: Kosmické záření, přicházející ze všech směrů do meziplanetárního prostoru z galaxie, je v určitém oboru vůči Zemi zastíňováno

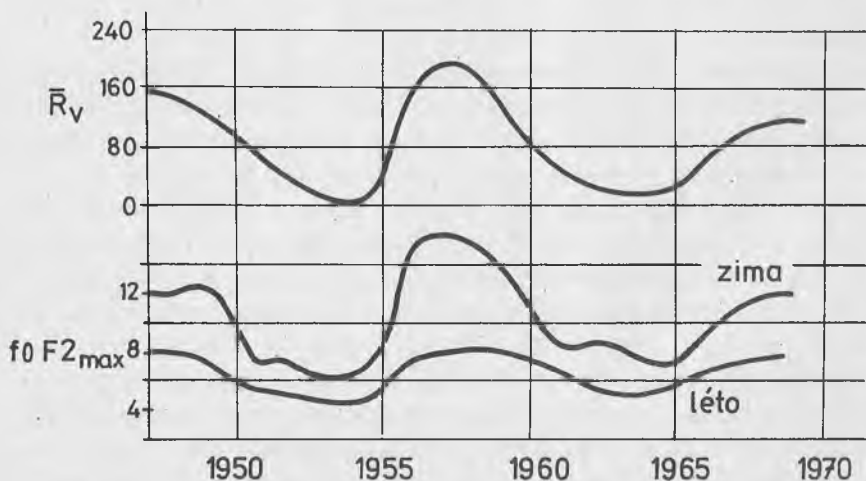
v době, kdy je okolí Země zaplňováno sluneční plazmou větší hustoty než obvykle, spolu s magnetickými poli slunečního původu. Kosmické záření je pak odráženo do prostoru nebo pohlcováno v oblasti magnetických diskontinuit oblaků sluneční plazmy. Před poklesem se někdy objevuje krátkodobý vzestup, vyvolaný přímým slunečním zářením v příslušném oboru, pocházejícím od velké sluneční erupce, stejně jako vyvržený a pomaleji postupující oblak plazmy. Zprávu o něm občas podávají polární observatoře, nejčastěji je to Thule v Grónsku.

Ionosféra

Ionosféra sestává z několika oblastí, v nichž je hustota ionizace (hustota ionizovaných atomů nebo volných elektronů) zvýšena. K tomu jsou nejprůpustnější podmínky ve výškách s minimální teplotou, tedy i maximálním tlakem a proto i největším počtem volných elektronů a také s menšími rychlostmi pohybu částic plynu. Rozeznáváme dva druhy ionizace: fotoionizaci, kdy elektron opustí svou „dráhu“ okolo jádra atomu (je z ní vytržen) následkem pohlcení kvanta záření a nárazovou (srážkovou) ionizaci při setkání elektronu s rychle se pohybující částicí. Při formování ionosférických vrstev hraje svou roli i struktura zemského magnetického pole, zejména v noční době.

Radioamatéři mají světové prvenství ve využívání nejvyšší oblasti (často ne zcela výstižně „vrstvy“) ionosféry — oblasti F, která má rozhodující význam pro šíření krátkých vln. Ve dne v létě se dělí na oblasti dvě, a to F1 ve výšce 130 až 250 km a F2 nad 250 km. Atmosféru nad 300 km lze považovat téměř za plně ionizovanou. Rádiové kmitočty, které ještě ionosféra vrátí k Zemi při kolmém vyzářování, označujeme jako kritické kmitočty a stoupají s druhou mocninou maximální elektronové hustoty. Pro oblast F1 je to nejvyšše zhruba 5,5 MHz, pro F2 ve dne zhruba do 13 MHz a v noci kolem 5 MHz (nikdy však ne méně než 1,5 MHz). Skutečné hodnoty jsou závislé na mnoha parametrech od geografických a magnetických.

kých souřadnic přes denní a noční dobu po sluneční a geomagnetickou aktivitu. Hlavním činitelem ionizace oblastí F je ultrafialové záření čar hélia (58,4 nm a 30,4 nm), jehož intenzita v době maxima cyklu sluneční aktivity bývá zhruba sedmkrát větší než v době minima. Kmitočty, které ionosféra vrátí k Zemi při šikmém vyzařování, jsou zhruba až trojnásobně větší než kmitočty kritické. Praktickým důsledkem kolísání sluneční aktivity je, že zatímco v době slunečního minima jsme rádi, je-li použitelné pro dálkové šíření alespoň ve dne pásmo 14 MHz, je v době maxima na 14 MHz a mnohdy i na 21 MHz živo i v noci a ve dne lze navazovat spojení postupně s celým světem v pásmu 28 MHz. Situace je vždy horší v letním období, kdy v denní době vzhledem k delší době ozáření dostoupí energie infračerveného slunečního záření takové úrovně, že je příčinou nadměrného tepelného ohřevu a tím i expanze a tudíž zředění plynů zejména v oblasti F. Elektronová hustota a s ní výška použitelných kmitočtů pak klesají. Dalším důsledkem jevu jsou dvě maxima křivky denního průběhu použitelných kmitočtů — před polednem, než začne expanze a večer, kdy vrcholí komprese a zároveň končí rozdělení oblasti F na dvě (obr. 1.11). V posledních



Obr. 1.11. Závislost kritických kmitočtů oblasti F2 na sluneční aktivitě (denní maxima)

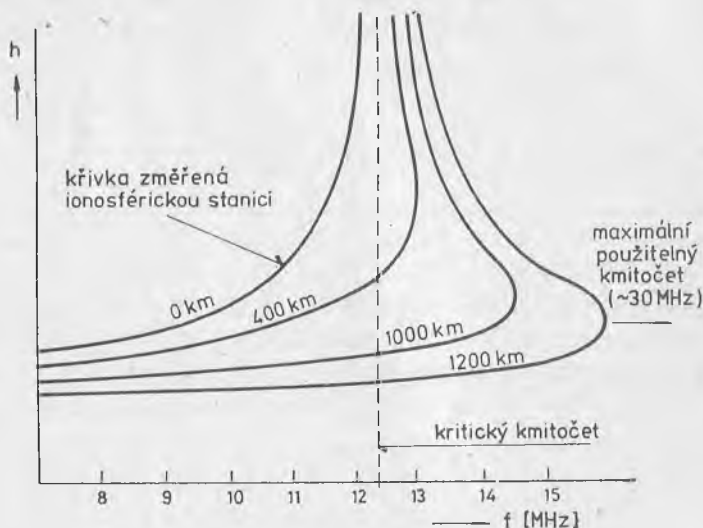
letech je rozdělení oblasti F na dvě vysvětlováno spíše vertikálními pohyby plynů než termickou expanzí. Na výsledku to ovšem nic nemění.

Nejmenší hustota nejvyšší vrstvy ionosféry má za následek poměrně pomalou rekombinaci elektronů s ionty a z ní plynoucí značnou hysterezi vůči změnám sluneční radiace. V intervalech poklesu sluneční radiace, ať již každý den při západu Slunce nebo v delších (typických vícedenních) obdobích poklesu celkové sluneční aktivity, začíná převládat rekombinace nad ionizací. Na nově vznikající strukturu ionosféry má výrazný vliv magnetické pole Země, které je v globálním měřítku značně nestejnorodé. Hodnoty stavu ionizace se proto od sebe ve větších vzdálenostech začínají podstatněji lišit a tím se zhoršují převážně podmínky pro šíření rádiových vln na velké vzdálenosti v době, kdy sluneční radiace klesá. Naopak při růstu radiace je její působení dále závislé jen na zeměpisné šířce a denní i roční době a tím je do struktury ionosféry vnášen určitý řád, právě pro možnosti spojení DX tak potřebný. Velmi názorným příkladem je skutečnost, že nejlepší podmínky šíření nastávají pravidelně na trasách podél hranice světla a stínu (při západu Slunce spíše již poněkud ve stínu, pokud se tam netvoří turbulence, v nichž je menší útlum v nižších oblastech ionosféry).

Pod oblastmi F jsou ještě oblasti E (ve výši 90 až 130 km) a D (ve výši 50 až 90 km). Hustoty plynů jsou tam podstatně větší, rekombinace rychlejší a hustota elektronů (v oblasti D iontů) menší. Proto jsou nižší i kritické i použitelné kmitočty. Velmi rozdílné od vyšších vrstev jsou vlastnosti oblasti D, která zanikne rekombinací prakticky ihned po západu Slunce a nadto má spíše vlastnost polovodiče (zatímco vyšší oblasti se chovají jako dielektrikum). Pro šíření krátkých vln je oblast D příčinou značného útlumu, který ale klesá s druhou mocninou kmitočtu. U oblasti E si povšimneme zejména jejího stabilního chování — denní chod je pravidelný a hodnoty kritických i použitelných kmitočtů dosti přesně sledují úroveň celkové sluneční aktivity i výšku Slunce nad obzorem.

Poněkud zvláštní místo zaujímá sporadická vrstva E (E_s), která má s oblastí E společnou jen výšku. Rozeznáváme tři druhy vrstev E_s : tropickou, jejíž výskyt je nejspíše závislý na meteorologic-

kých vlivech, polární, kterou má na svědomí přenos energie z pásů zadržených částic a středněšířkovou, která se u nás vyskytuje po- nejvíce od května do srpna ve tvaru silně ionizovaných plochých oblaků. Její mechanismus vzniku není zatím dostatečně prozkou- mán. Pravděpodobně se na něm podílejí současně jevy atmosféricko- cirkulační, meteorická aktivita a vliv stočení větrů s výškou, elek- trických proudů a magnetických polí v ionosféře. Atmosférická a meteorická aktivita by mohly dodávat potřebné „stavební kame- ny“, ostatní vlivy by pak vrstvu formovaly.



Obr. 1.12. Průběhy ionosférických charakteristik pro různé vyzařovací úhly

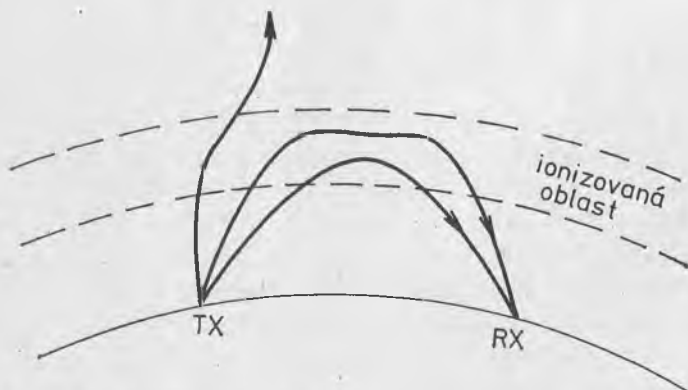
Obrovská elektronová hustota ve vrstvě E_s umožňuje šíření rá- diových vln až do oblasti VKV, občas přes 100 MHz a výjimečně i přes 150 MHz na vzdálenost tisíců kilometrů.

Zemský povrch

Zemský povrch se pro dlouhé vlny a na kratší vzdálenosti i pro střední vlny chová jako téměř rovný, lépe řečeno vlny se podél něj ohýbají. U krátkých vln to neplatí, dosah pozemní vlny je malý; tím menší, čím kratší je délka vlny a úloha zemského povrchu je jiná — působí při šíření jako odrazná plocha. Ztráty při odrazu jsou silně závislé na jeho vodivosti a permitivitě — nejmenší na plochách moří a oceánů, největší na pustých a případně ještě zasněžených skalnatých masívech a kupodivu (následkem malé vodivosti) značné i na sladkovodních plochách. Elektrické vlastnosti povrchu a jeho reliéf mají vliv i na šíření dlouhých a velmi dlouhých vln.

Způsoby šíření rádiových vln

Šíření je závislé na délce vlny a struktuře prostředí, kterým vlna prochází. Parametry prostředí se mění v širokých mezích se vzdáleností i časem a i když řada změn probíhá pravidelně, zůstává dost takových, které mají náhodný charakter. Pro šíření rádiových vln platí obdobné zákony jako pro vlny světelné. I rádiová vlna se šíří

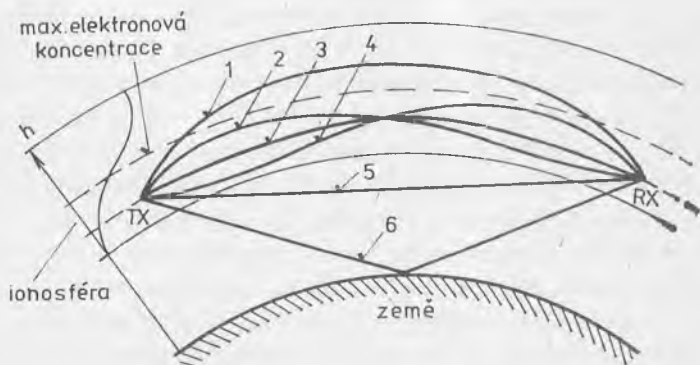


Obr. 1.13. Příchod signálu po různých drahách

přímočaře a změny parametrů prostředí působí její lom, odraz, ohyb nebo rozptyl a přitom přirozeně i útlum.

Lom a odraz nastává při změně permitivity prostředí, se kterou se mění i skupinová a fázová rychlost šíření, zatímco ohyb a rozptyl vzniká na vodivých překážkách podle toho, zda je jejich rozměr ve srovnání s délkou vlny velký nebo malý. Takovou konfiguraci prostředí, která umožní šíření rádiových vln mezi dvěma místy, můžeme obecněji nazvat vlnovodem. Uvědomíme-li si, že stěnou vlnovodu může být některá z ionosférických vrstev nebo zemský povrch (na VKV k tomu přistupuje i zvrstvení troposféry v závislosti na teplotě a vlhkosti) a víme-li dále, že vůbec není nutné, aby mezi anténami vysílače i přijímače existoval po celé délce spoje jen vlnovod jednoho typu a navíc, že vlnovod může být napájen i zakončen různě (pomocí lomu, odrazu, rozptylu, ale i prolínáním nižšími vrstvami), vynikne jak rozmanitě a četné možnosti spojení z toho plynou, ale k tomu se ještě vrátíme.

Vraťme se zpět ke způsobům šíření rádiových vln, a to v závislosti na jejich délce. Poměrně jednoduchá a příznivá je situace u vln dlouhých a velmi dlouhých, které se mohou ohýbat podél relativně málo zakřiveného zemského povrchu. Ve dne se šíří vlnovodem, jehož stěny tvoří Země a ionosférická oblast D. Tím je dána i příčina dalšího zajímavého jevu: při sluneční erupci provázené intenzivní



Obr. 1.14. Šíření mezi dvěma družicemi pod maximem elektronové koncentrace oblasti

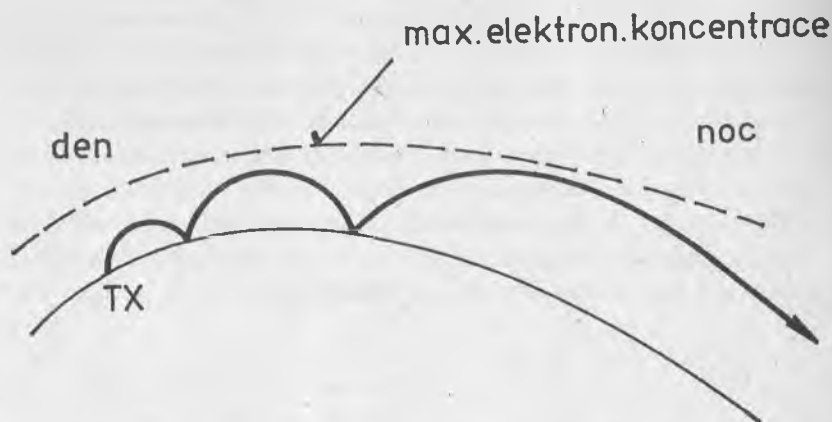
radiací se zvětší ionizace oblasti D, vlnovod má pak jiné parametry a výsledkem je náhlá anomálie pole, pozorovatelná jako náhlá změna hladiny signálu dlouhovlnných vysilačů a taktéž změna hladiny atmosfériků na velmi dlouhých vlnách (nejlépe na kmitočtu 27 kHz, kde hladina výrazně stoupne). V noci vrstva D neexistuje a dlouhé vlny se šíří vlnovodem mezi Zemí a oblastí E, která je výše, má větší úroveň ionizace a nastávají v ní menší ztráty, čímž dosah podstatně vzroste.

Ve dne tvoří oblast E stěnu vlnovodu i pro vlny krátké, v našem případě jde o pásmo 160 a 80 metrů. Oblast E je níže než F a proto je nutné používat antén s nižším vyzařovacím úhlem — takové antény jsou optimem při spojení na malé vzdálenosti v poledních hodinách právě tak jako pro spojení DX ve zbývajících částech dne. Využití oblasti E přináší hned dvě výhody: odpadá průchod vlny zmíněnou oblastí, a o to se zmenší útlum, a navíc síla signálu díky menší amplitudě změn vlastností oblasti E proti F méně kolísá.

Na ostatních krátkovlnných pásmech ve dne a na všech v noci (na 160 m ale třeba jen kolem půlnoci) dominuje v šíření vlnovod mezi zemí a oblastí F2, v teplejší polovině roku se na šíření výrazně podílí v denní době ještě oblast F1. To se však netýká nejkratších pásem KV, kde jsou dominantními vrstvy F2 a E_s.

Dráha, po které prochází radiový paprsek ionosférickou oblastí s proměnnou hustotou i ionizací (čímž se mění i skupinová rychlost šíření), je následkem postupného lomu křivá. Tvar dráhy je závislý na úhlu, před nímž paprsek do ionosféry vstupuje. Navíc následkem působení magnetického pole Země se paprsek štěpí na dva (řádný a mimořádný) šířící se po různých drahách. U mimořádného paprsku (který by v prostředí s nulovou intenzitou magnetického pole nevznikl) k tomu přistupuje ještě stáčení roviny polarizace (jev se nazývá Faradayovou rotací). Praktickým důsledkem je, že bez potíží nebo dokonce ještě výhodněji mezi sebou navazují spojení stanice, jejichž antény mají roviny polarizace na sebe kolmé (obr. 1.15).

Šíření vlnovodem mezi zemí a oblastí F2 (tzv. skokové) je hlavním druhem šíření pouze na vzdálenosti do 5000, případně do 7000 km. Při spojení na větší vzdálenosti se výrazně uplatňují vlivem menšího celkového útlumu výhodnější další druhy vlnovodů vznikajících



Obr. 1.15. Možný přechod šíření z vlnovodu přízemního do ionosférického

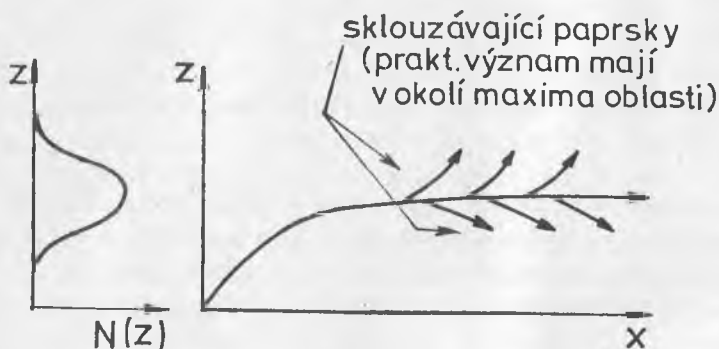
mezi jednotlivými oblastmi, případně i uvnitř oblasti F2 (jedná se o případ, kdy se poloměr ohybu paprsku v ionosféře rovná poloměru Země nebo kdy paprsek kolem této kruhové dráhy osciluje).

Pro šíření kratší části dekametrových vln (zejména nad 20 MHz) a nepravidelně i při šíření VKV má velký význam vrstva E_s . Nejvýraznější je její působení při spojení na vzdálenosti do 2000 km.

Mechanismy dálkového šíření můžeme rozdělit na skokový, sklouzávající a využívající ionosférických vlnovodů neboli ionosférických vlnových kanálů. Ionosférický vlnovod se nachází v ionosféře a elektromagnetické vlnění se musí dostat do něj a z něj — je tedy nutné jej nějak napájet a zakončit.

Existuje řada mechanismů napájení a zakončení vlnovodu, jež můžeme rozdělit do dvou hlavních skupin: na mechanismy refrakční, využívající lomu a na difrakční, využívající ohybu. Z refrakčních se zmiňme o vlivu silných horizontálních gradientů elektronové koncentrace, lomu na velkých nestejnorodostech a lomu na lokalizovaných nestejnorodostech, difúzi paprsků v náhodně nestejnorodé ionosféře a roli sklouzávajícího šíření. Z difrakčních mechanismů jsou zajímavé zejména podbariérové prosakování pole stěnou vlnovodu (tunelový jev v ionosféře) a rozptyl na náhodných nestejnoro-

dostech malých rozměrů. Zvláštní avšak nikoli významný odstavec tvoří polarizační mechanismus zachycení vln ve vlnovodu. Stále stoupající význam mají proti tomu možnosti napájení ionosférických vlnovodů za pomoci umělých ionosférických poruch — jde opět o rozptyl na malorozměrových nestejnorodostech, vznikajících pod vlivem mohutného rádiového signálu, dále o vytváření umělého horizontálního gradientu elektronové koncentrace, o průnik mohutného paprsku do ionosférického vlnovodu a o rozptyl na difrakční mřížce vznikající pod vlivem stojatého vlnění.

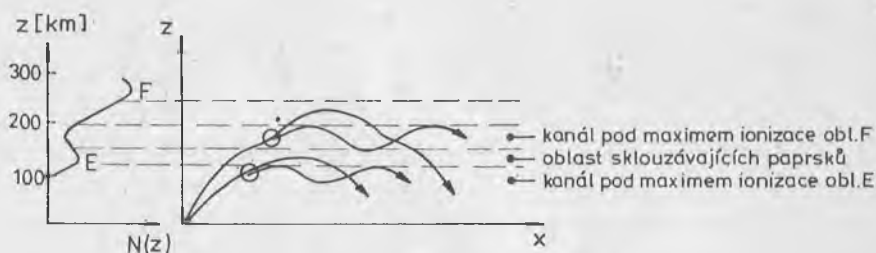


Obr. 1.16. Sklouzávající paprsky

Společným průvodním znakem šíření ionosférickými vlnovody bývají velké rozdíly signálů i od vzájemně relativně blízkých stanic. Stejný důsledek mohou mít i jiné příčiny, jako například fokusace ionosféry.

Obrázky jsou zjednodušeny tak, aby v nich bylo možno spatřit principy, k jejichž přiblížení byly nakresleny. Situace v ionosféře je vždy rozmanitější. Snad nejvíce je zjednodušením postižen obr. 1.16 ilustrující sklouzávající šíření radiovln. I jeho princip je poměrně jednoduchý — jeden z paprsků vysílačem vyzářeného vlnění se asymptoticky přibližuje oblasti maxima elektronové koncentrace a ostatní paprsky, které se zpočátku šíří v jeho těsné blízkosti, se postupně „odvalují“ na obě strany, chovají se tedy opačně než ve

vlnovodu a proto se zmíněný způsob šíření nazývá též „antivlnovodový“. V okolí paprsku je útlum nižší než v nižších oblastech ionosféry, nicméně rozbíhání paprsků způsobuje exponenciální pokles amplitudy se vzdáleností. Ještě větší roli hraje silný vliv náhodných nestejnorodostí, jež mohou paprsek z antivlnovodu odchýlit. V praxi má uvedený druh šíření význam jednak pro spojení do vzdálenosti 5000 až 6000 km a pro napájení ionosférických vlnovodů. Nejvýhodnější a nejčastější podmínky pro jeho vznik jsou v ionosférické oblasti E, takže má větší význam pro šíření nižších kmitočtů KV.



Obr. 1.17. Kanály pod maximem ionizace E a F

Ionosférický vlnovod je oblast, v níž se rádiová vlna šíří podél zemského povrchu, aniž by opouštěla ionosféru. Příčina je v průběhu elektronové koncentrace v závislosti na výšce a vlnovody můžeme rozdělit na vlnovody pod maximem koncentrace a vlnovody mezi maximy koncentrace a lze je nazývat i kanály. Na obr. 1.17 vidíme dva takové kanály — pod maximem elektronové koncentrace v oblasti F a pod maximem v oblasti E. Oba kanály jsou co do parametrů nejstabilnější a jejich role v šíření je velká: Z vlnovodů mezi maximy koncentrace mají největší význam kanál EF (označený podle toho, že vzniká mezi maximy koncentrace oblastí E a F) a dále v létě na osvětlené části zeměkoule kanál F_1F_2 . Kanálů se běžně vytváří více současně a mohou přecházet jeden ve druhý — například zvýšení elektronové koncentrace v oblasti F způsobí přechod kanálu EF na F. Zvláštnosti vlnovodného mechanismu (malý útlum a schopnost vést elektromagnetické vlnění o kmitočtech značně pře-

vyšujících MUF) mají nejen velký praktický význam pro spojení, zvláště spojení DX na horních pásmech KV, ale i leccos vysvětlují, například možnost šíření signálů několikrát okolo zeměkoule. Poměrně nejméně významným je kanál pod maximem ionizace oblasti E, neboť zasahuje do oblasti D, jež způsobuje značný útlum. Jeho opakem jsou tedy kanály EF a F ve výškách 110 až 140 km, u nichž je navíc největší pravděpodobnost existence v rozměru celé planety. Šíře spektra kmitočtů, jež se v kanálech F a EF běžně šíří, je od 5 až 7 do 20 MHz v oblastech středních šířek a nezářídka jsou vedeny i kmitočty podstatně vyšší — do 50 MHz.



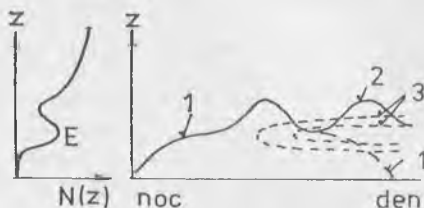
Obr. 1.18. Vliv zvýšeného horizontálního gradientu ionizace

K tomu, aby ionosférické vlnovody měly praktický význam, musí existovat možnosti jejich napájení a zakončení, jinými slovy přechod na druhy šíření dosahující zemského povrchu. Mezi nimi má častý výskyt existence silných horizontálních gradientů (stále existující např. na rozhraní dne a noci) dosahující hodnot až 0,5 MHz na 100 km. Kromě délkového gradientu existují i šířkové. Připočteme-li k tomu, že se mění i výška ionosféry, bude se uplatňovat i sklon přechodové oblasti, jak je nakresleno na obr. 1.18, na němž se paprsek po příchodu na noční stranu atmosféry již nevrací k Zemi. Další pohled poskytuje obr. 1.19, na němž je paprsek šířící se v horizontálně stejnorodé ionosféře, zachycený do vlnovodu EF, a izokřivky elektronové koncentrace. Silné horizontální gradienty mohou odklonit paprsek až o několik stupňů. Vliv horizontálních gradientů sice nevysvětluje dostatečný počet případů napájení ionosférických vlnovodů, ale pouze on současně způsobuje jak napájení vlnovodu, tak i stabilní šíření k protistanici, vzdálené několik tisíc km.

Podobně jako na obr. 1.19 vypadá vliv ionosférických nestejnorodostí velkých rozměrů, tj. 1000 km i více. K nim patří především velké přemísťující se útvary v soumrakové zóně. V ionosféře existují

i nestejnorodosti o rozměrech 100 až 500 km jako velké přemísťující se poruchy a oblaka sporadické vrstvy E_s . Koeficient lomu radiového paprsku v ionosféře závisí nejen na koncentraci elektronů, ale i na kmitočtu jejich srážek a na magnetickém poli. Vliv změny koncentrace volných elektronů je zpravidla největší, ale v některých situacích může být rozhodující i změna intenzity magnetického pole Země, např. podél poledníků.

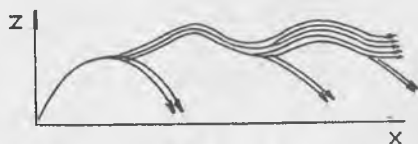
Obr. 1.19. Napájení ionosférického vlnovodu lomem



Kromě nestejnorodostí velkých (100 km a více) se v ionosféře vyskytují i menší. Na tom, v jaké výšce se vytvoří, závisí, který z kanálů se vybudí (na obr. 1.17 je nakresleno vybuzení kanálů F a E).

Ještě menší nestejnorodosti, ale stále ještě velké ve srovnání s Fresnelovou zónou, tj. velké alespoň několik km, se v ionosféře vyskytují náhodně a jsou-li jejich počet nebo hustota dostatečně velké, dojde k dostatečně intenzivnímu rozptylu radiovln. Jde o běžný a proto významný jev (nejběžnější v zóně polárních září a velmi běžný ve větších výškách subtropické ionosféry), znázorněný na obr. 1.20.

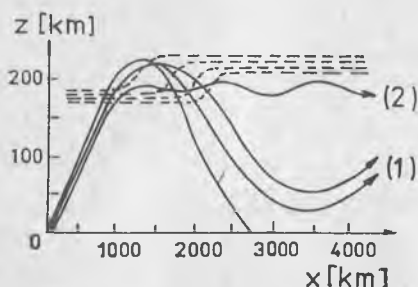
Obr. 1.20. Napájení ionosférického vlnovodu rozptylem



Zajímavý obrázek (obr. 1.21) dostaneme, nakreslíme-li si situaci, kdy se elektronová koncentrace podél trasy paprsku zmenšuje (ve tvaru nakreslených izolinií) — přitom jsou vybuzeny jak vlnovod pod maximem elektronové koncentrace, tak i vlnovod mezi ionosférickými oblastmi. Nevýhodou je, že se do vlnovodu dostane malá

část signálu, čímž vzniká přídavný útlum, obvykle okolo 20 až 30 dB. I přes zmíněné ztráty šíření ionosférickými vlnovody spolu se sklouzávajícím mechanismem úspěšně konkuruje skokovému šíření.

K ucelení pohledu je nutné se zmínit ještě o mechanismech difrakčních, zejména o tunelovém jevu v ionosféře. Elektromagnetické vlnění stěnou vlnovodu jakoby „prosakuje“ a může se tak dít oběma směry po drahách znázorněných na obr. 1.22. Útlum při prosakování je vykoupěn dalším šířením s minimálními ztrátami, nejčastěji ztrátami v kanálu EF, ale i tak je jev obvykle méně výhodný než refrakční mechanismy.

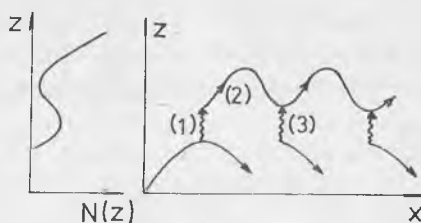


Obr. 1.21. Vlnovod nad a pod maximem ionizace oblastí

K difrakčním mechanismům patří ještě rozptyl na velmi malých nestejnorodostech, menších než Fresnelova zóna. Pro kmitočty 10 až 20 MHz je optimální velikost nestejnorodostí zhruba 50 až 100 metrů. Větší útvary o rozměrech nad 0,5 až 1 km mohou způsobit týž efekt, ale to již jde o mnohonásobný rozptyl v silně rozrušené ionosféře, často se projevující v ionosféře polárních oblastí.

Polarizační mechanismus zachycení vln ve vlnovodu nepatří ani k refrakčním, ani k difrakčním a navíc je pro praxi málo významný. Jak víme, rádiový paprsek se vlivem magnetického pole Země dělí na dva — řádný a mimořádný s rovinami polarizace na sebe kolmými. Pro mimořádný paprsek šířící se vlnovodem mezi dvěma ionosférickými oblastmi je spodní stěna vlnovodu výše než pro řádný. Řádný paprsek vyzařovaný s povrchu Země pod úhlem blízkým kritickému se může transformovat v mimořádný i ve výškách,

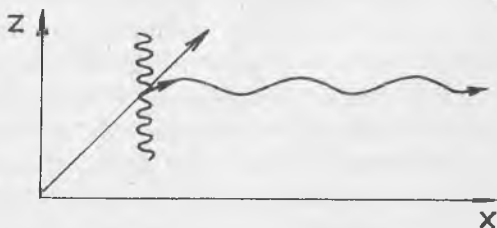
Obr. 1.22. Vlnovod pod maximum ionizace oblasti F



v nichž existuje ionosférický vlnovod a mimořádný paprsek se již šíří vlnovodem.

V poslední době sílí zájem o zkoumání ionosféry, jež je pod vlivem mohutného rádiového vyzařování. Některé nelineární jevy lze použít pro umělé napájení nebo zakončení ionosférického vlnovodu. V první řadě je to vytvoření nestejnorodostí velkých rozměrů, protáhlých podél siločar magnetického pole, dále vytvoření umělého horizontálního gradientu elektronové koncentrace a také průnik mohutného rádiového paprsku oblastí velkého útlumu v dostatečné intenzitě až do vlnovodu. Zajímavý je rozptyl na difrakční mřížce vytvořené stojatým vlněním. V závislosti na délce stojaté vlny je třeba ozařovat mřížku pod určitým úhlem. Ten lze vypočítat obdobně jako při lomu světla na mřížce vytvořené ultrazvukem. Poslední mechanismus ilustruje obr. 1.23.

V každém okamžiku existuje mezi dvěma body na zemské kouli více možných drah rádiových vln lišících se od sebe útlumem. Přijímač zpracuje vlnu, která se šíří po dráze s útlumem nejmenším. Běžně se vlny šíří kombinací několika druhů šíření, například: vysílač — skok prostorové vlny — rozptyl — ionosférický vlnovod — sklouzávající mechanismus — přijímač.



Obr. 1.23. Rozptyl na difrakční mřížce

V reálné ionosféře se současně uplatňuje velké množství vlivů, z nichž jen některé lze měřit nebo alespoň registrovat v rozumné míře, velký počet jevů má náhodný charakter.

Změny v šíření rádiových vln

Změny v šíření rádiových vln byly již částečně popsány v předchozích odstavcích. Všechny oblasti ionosféry podléhají řadě dlouho- i krátkoperiodických změn, takže se neustále mění parametry a podmínky vzniku vlnovodů. Největší amplituda změn navíc s nejmenší pravidelností (nepočítáme-li E_s) postihuje oblast F2, která je pro šíření krátkých vln v každém ohledu nejdůležitější. Mimoto se dále uvedené vlivy uplatňují s menší intenzitou i v nižších vrstvách.

Kolísání sluneční radiace má za následek změny elektronové nebo iontové hustoty v rozmezí krátkých intervalů při slunečních erupcích, v rozmezí dne vlivem střídání osvitů (otáčením Země), v rozmezí několikadenních až několikatydenních intervalů kolísáním celkové sluneční radiace, v rozmezí desítek dnů následkem otáčení Slunce, v jedenáctiletých, dvaadvacetiletých a pravděpodobně i delších (např. několikasetletých) obdobích vlivem velmi výrazného kvaziperiodického kolísání celkové sluneční aktivity.

Ve sféře krátkodobých změn jsou pro vyšší vrstvy ionosféry vůbec nejvýznamnější následky změn rychlosti, hustoty a struktury slunečního větru. Zejména oblaka nabitých částic vyvržená při erupcích, která s sebou nesou magnetická pole slunečního původu, rozkmitávají a deformují zemskou magnetosféru, částice sklouzávají po jejích siločarách přes magnetosférickou vlečku na noční straně zejména do polárních oblastí, kde působí přídavnou ionizací a indukcí elektrických proudů v ionosféře. Struktura ionosféry se mění, zejména v dalších fázích popsaného jevu, kdy se porušuje její homogenita. Růst počtu nehomogenit je příčinou růstu útlumu a rozptylu rádiových vln a velké rozdíly v parametrech ionosférických vlnovodů v závislosti na vzdálenosti způsobí jejich podstatné zkrácení a tím znemožní spojení na velké vzdálenosti.

Hustota toku magnetického pole Země, která běžně kolísá o jednotky nT (nanotesla) se při poruše mění o desítky nT a v polárních oblastech ještě o řád více. Říkáme, že probíhá magnetická bouře nebo tzv. subbouře. Počátek takovéto poruchy může přinést i krátkodobé (typicky několikahodinové) zlepšení podmínek šíření — díky přídavné ionizaci — a pak mluvíme o kladné fázi poruchy. Pokud ale porucha dále trvá, dojde v dalším vývoji téměř vždy k fázi záporné, provázené citelným vzrůstem útlumu a podstatným snížením kritických a ještě více použitelných kmitočtů, v největší míře u oblasti F2. Spojení může znesnadnit i zvýšení hladiny přirozeného šumu, který vzniká v pásmech polárních září.

Uvedené jevy, které můžeme dobře pozorovat ve středních šířkách, probíhají podstatně intenzivněji v polárních oblastech. Naopak v oblasti nízkých šířek a zejména v rovníkové oblasti je často situace opačná (magnetosféra je vysoko a proudy částic daleko) a běžně se stává, že silná porucha, která vyřadí transpolární a téměř vyřadí i středněšířkové trasy, je provázena zvýšením použitelných kmitočtů v malých šířkách, a to i o několik desítek procent.

Tak například v období maxima slunečního cyklu je celkem běžně možno při geomagnetické poruše pozorovat zlepšení nočních podmínek šíření v pásmu 20 (případně i 15) metrů a denních podmínek v pásmu 10 metrů ve směru na Jižní Ameriku a v pásmu 6 metrů bývají v Evropě při mírném zvýšení geomagnetické aktivity zachycovány signály z jihu Afriky.

Pravidelná a obvykle déletrvající zlepšení podmínek šíření v globálním měřítku jsou průvodním jevem vzestupu celkové sluneční aktivity. To má však za následek současně zvýšení pravděpodobnosti vzniku erupcí, po nichž často následují geomagnetické poruchy, a tím dobré podmínky (po případném dalším krátkém zlepšení) pro šíření přechodně končívají.

Ve fázi vzestupu sluneční radiace stoupá logicky i pravděpodobnost vzniku různých druhů ionosférických vlnovodů o dostatečné délce, které jsou pro amatérskou potřebu mnohem významnější než pro ostatní uživatele krátkovlnných pásem. Zatímco amatéři hledají spíše optimální dobu pro spojení určitým směrem, zajímá pravidelné spojové služby často spíše možnost výskytu špatných pod-

míněk šíření, které mohou plánované spojení znesnadnit až znemožnit. Kritéria pro hodnocení podmínek šíření dekametrových vln mohou být tedy velmi různá a výsledky případného hodnocení úrovně podmínek mohou být protichůdné.

Typický průběh kvaziperiodických změn podmínek šíření vypadá v souhrnu asi takto: pokud sluneční radiace pozvolna stoupá, bývá ionosféra vcelku klidná, denní chod změn jejích parametrů je pravidelný, podmínky šíření se zlepšují a přesouvají k vyšším kmitočetům. Vzestup sluneční radiace (pomalu proměnné složky) bývá provázen zvýšením pravděpodobnosti vzniku erupcí, které v příznivém případě vyvolají jen krátkodobou náhlou ionosférickou poruchu na denní straně Země. Přitom ve vyšších vrstvách ionosféry ještě stoupne ionizace. Po větších erupcích se vzestup týká polárních oblastí a dochází k němu se zpožděním řádově obvykle několika desítek minut až několika hodin. V ideálním případě vzrostou použitelné kmitočty na transpolární trase až nad 30 MHz (ovšem pouze v letech vysokého slunečního maxima) a tak nastanou možnosti pracovat v desetimetrovém pásmu s Aljaškou, Havají, ba i s dalšími oblastmi Tichomoří. Výhradně po silné sluneční erupci byl dosud pozorován vznik podmínek pro spojení s Tichomořím na deseti metrech dlouhou cestou přes jih. Další vývoj důsledků erupce je způsoben následujícím hlavním zvýšením přílivu částic od erupčního korpuskulárního oblaku do celých polárních oblastí, kde způsobí markantní vzrůst absorpce po dobu několika hodin až desítek hodin v tzv. polárních čapkách. Poté se maximum jevu soustředí na pás okolo 67° geomagnetické šířky, kde při dostatečné energii a koncentraci částic vznikne polární záře, tvořená vertikálními plošnými útvary zvýšené ionizace, jimiž protékají proudy značných hustot. Kromě emise záření v optickém a rádiovém spektru je pro nás důležitá skutečnost, že na zmíněných útvarech dochází k rozptylu dopadajících rádiových vln. Nejvhodnější jsou k tomu kmitočty okolo 30 až 40 MHz, při zvyšování kmitočtu roste útlum, takže pro dostatečnou intenzitu odraženého signálu v pásmu 145 MHz již musí jít o silný jev, pro 430 MHz o zvláště silný a teoreticky jsou spojení „via aurora“ možná ještě výše. To se již pohybujeme v hlavní fázi vývoje geomagnetické poruchy; další fáze se projevují pouze útlumem

mem a celkovým zhoršením podmínek šíření ve středních a zejména vyšších šířkách. Teprve pokračující vývoj někdy postihne i rovníkové oblasti, kde až do této doby bývají podmínky šíření naopak zlepšené. V nejhorším případě je možnost spojení na krátkých vlnách od nás omezena v uvedené době nejdále na severní Afriku a Blízký východ.

Zvýšený příliv slunečních částic nejdříve po několika hodinách nebo nejpozději po několika dnech skončí a situace se různě rychle (i v závislosti na ročním období) vrací do normálu. Denní chod kmitočtů se vrací ke svému obvyklému tvaru a hodnotám, výskyt nehomogenit v ionosféře a s ním i útlum procházejících rádiových vln klesá. Rychlejší je proces regenerace v denních hodinách, kdy sluneční ultrafialové záření vnáší do struktury ionosféry přece jen jakýsi řád.

Naznačený průběh mívá řadu variací, některé fáze mohou chybět nebo se i opakovat — zvláště při sérii velkých slunečních erupcí. Vývoj podmínek šíření se proto nikdy ve všech podrobnostech neopakuje (podobně jako počasí). Není výjimkou, že při téměř stejném nebo podobném vývoji sledovaných parametrů sluneční i geomagnetické aktivity ve stejném období roku se ionosféra chová po každé úplně jinak. Většinou se však naštěstí vývoj drží alespoň v hrubých rysech postupů, které známe a do určité míry i chápeme, což dává možnost většinou správně předvídat.

Předpovědi podmínek šíření

Lze je uskutečnit, pokud v praxi postačí různě velká a kolísající úroveň přesnosti. V předpovědích na různě dlouhé intervaly se dosahovaná přesnost podstatně liší, stejně jako metoda jejich sestavování. Kolísající úspěšnost a téměř žádná záruka mohou být důvodem, proč nejsou tvořeny předpovědi všude tam, kde by to bylo možné a užitečné.

Do kategorie dlouhodobých předpovědí řadíme i předpovědi měsíční, v nichž se bere v úvahu vyhlazená hodnota směrodatných

parametrů s úplným vyloučením změn při krátkodobých poruchách. Měsíční předpověď použitelných kmitočtů pro šíření krátkých vln na určité trase je modelová situace pro střed příslušného měsíce za předpokladů, že magnetosféra bude v klidu a intenzita sluneční radiace bude mít právě hodnotu předpokládaného průměru a ještě navíc, že se významně neuplatní jiné mechanismy šíření než vlnovod mezi zemí a ionosférickou vrstvou F2. Konstatování uměle omezujících podmínek v žádném případě nesnižuje význam měsíční předpovědi jako nejrationálnější existující základní informace i pro stanovení toho, zda má smysl se o to které spojení pokoušet. V dalším vývoji předpovědních metod bude v blízké době zlepšena přesnost měsíčních předpovědí dokonce až na 5 až 7 % hodnoty stanovených kmitočtových údajů. Je to až extrémně velká přesnost, uvážíme-li, že běžné odchylky kmitočtových údajů oť průměru, které ještě hodnotíme jako klid, jsou do 15 %, dále do 25 % jde o mírnou, do 35 % o střední a teprve přes 35 % o silnou poruchu.

V této situaci vystupuje do popředí význam předpovědi krátkodobé, která se směr a velikost takových odchylek pokouší předvídat.

Veličiny používané v předpovědích

Již přes 230 let jsou pravidelně pozorovány sluneční skvrny a z jejich počtu určováno relativní číslo $R = k(10g + f)$, kde g je počet skupin, f počet jednotlivých skvrn a k přístrojová konstanta (v současné době se hodnoty k v dobře vybavených observatořích pohybují mezi 0,52 až 0,8). Pro posouzení celkové úrovně sluneční aktivity se křivka R (s použitím třinácti po sobě jdoucích měsíčních průměrů) matematicky vyhlazuje. Nevýhodou vyhlazené hodnoty je, že je známa až po uplynutí půl roku.

Rychlé a velké fluktuace počtu skvrn (např. při východech a západech skupin) navíc znesnadňují využití čísla R i pro posouzení úrovně sluneční aktivity v kratším období.

Od roku 1947 je v trvalém provozu radioteleskop o průměru 1,7 m v Ottawě, který měří hustotu výkonového toku slunečního

radiového šumu na kmitočtu 2800 MHz neboli vlnové délce 10,7 cm. Kmitočet byl zvolen proto, že amplituda šumu v něm nejlépe souhlasí s celkovou úrovní intenzity sluneční radiace. Za denní hodnotu je považován výsledek měření v 17.00 UTC, kdy je v Ottawě poledne. Velkou výhodou přitom je, že pouhé aritmetické průměry naměřených hodnot v měsíci prokáží prakticky stejnou službu jako dvanáctiměsíční vyhlazené hodnoty R . Navíc rozdíly v denních hodnotách poměrně věrně dokumentují krátkodobé variace vývoje celkové sluneční aktivity. Náhlá zvýšení šumu při sluneční erupci umožňují stanovit s prakticky využitelnou přesností i intenzitu erupce. Používaná jednotka má rozměr $10^{-22} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{Hz}^{-1}$ a označuje se obvykle sfu (solar flux unit). V odborném textu se můžeme setkat i s jednoduššími názvy jako „point“ nebo pouze „unit“, přičemž je ze souvislosti jasné, o jakou jednotku jde. V astronomii se pro výkonovou hustotu radiového toku ještě používá názvu Janský (zkratka 1 Jy). Její používání doporučila mezinárodní astronomická unie IAU a protože je desetitisíckrát menší než sfu, hodí se zejména pro použití ve hnězdne radioastronomii.

Změny aktivity magnetického pole Země nebo jinak řečeno míra jeho porušenosti se měří magnetometry umístěnými v geomagnetických observatořích — jsou to objekty vzdálené od rušivých vlivů a postavené z nemagnetických materiálů. V ČSSR je to např. Budkov na Šumavě (ČSAV) a Hurbanovo (SAV). Lineární mírou geomagnetické aktivity je index a , a z něj se určuje 24hodinový index A_k i tříhodinový logaritmický index K , nabývající hodnot od 0 do 9.

Z parametrů ionosféry se lze v předpovědi setkat zejména s hodnotou kritického kmitočtu oblasti F2 (f_{OF2}); kolmo směřovaný paprsek o uvedeném kmitočtu se ještě od ionosféry vrátí, při vyšším kmitočtu již ne. Při jiném než kolmém vyzařování mluvíme o nejvyšším použitelném kmitočtu pro odpovídající vzdálenost, MUF. Jeho nejvyšší hodnota odpovídá vyzařovacímu úhlu jen několik málo stupňů nad obzor při tzv. délce skoku 3000 až 4000 km. V rovníkových oblastech je geomagnetické pole v atmosféře slabší, tloušťka atmosféry i výška ionosféry je větší a tomu odpovídá i delší skok při stejném vyzařovacím úhlu proti jiným oblastem Země.

Přitom se nám jedná pochopitelně o základní druh šíření vlnovodem mezi zemským povrchem a oblastí F2. Délka skoku je vzdálenost mezi dvěma po sobě následujícími odrazy od země.

Minimální použitelný kmitočet (LUF nebo LUHF) je na rozdíl od MUF závislý i na parametrech přijímače a antény, na místních podmínkách rušení, výkonu vysílače a druhu provozu i na vlastnostech zemského povrchu v místech odrazu a pro amatérské stanice je třeba jej uvažovat vyšší, než pro dobře vybavené stanice pevné služby.

Typické změny MUF a LUF při záporné fázi poruchy jsou: MUF klesá, LUF stoupá. Je-li LUF vyšší než MUF, nelze spojení v pásmech dekametrových vln uskutečnit (ale mohlo by to třeba snadno jít v pásmu dlouhých vln). Při kladné fázi poruchy stoupá zejména MUF, při šíření ionosférickými vlnovody na větší vzdálenosti může výrazně klesnout pro příslušnou trasu hodnota LUF. Při sluneční erupci provázené výrazným zvýšením intenzity ultrafialového záření stoupne extrémně rychle — běžně během několika minut — hodnota LUF a vzestup se označuje jako Dellingerův jev, případně jako Mögel-Dellingerův (v něm. MDE) a mezinárodně jako krátkovlnný únik — SWF (short-wave-fadeout), který patří mezi náhlé ionosférické poruchy — SID (sudden-ionospheric-disturbance). Ostatní druhy SID jsou: náhlé zvýšení hladiny atmosfériků na VDV (SEA), náhlé anomálie pole vysílačů DV — (SFA, dříve SES) a náhlé fázové anomálie (SPA). Poslední z nich jsou nyní velmi významné, protože zhoršují přesnost dlouhovlnných radionavigačních soustav, které systematicky slouží potřebám dálkové letecké i námořní dopravy. Například přijímače systému OMEGA pracující na kmitočtech 10,2, 11,3 a 14,6 kHz mají na svých palubách i Il-62 létající v ČSA. Registrace náhlých ionosférických poruch patří vedle sledování slunečního šumu od 18 MHz až do desítek GHz mezi metody sluneční radioastronomie.

Kritériem pro sestavování jednotlivých druhů předpovědí šíření je jejich použitelnost, která může být dostatečná již při malých nárocích na přesnost. Dokud se podstatně nezlepší naše znalosti o zúčastněných jevech, nebudou moci ani předpovědi být podstatně přesnější a proto ještě dlouho budeme z velké části využívat metod

matematické statistiky a vyjadřovat se v termínech počtu pravděpodobnosti. Podstatné změny se dostaví až s vytvořením dostatečně dokonalého a úplného modelu celé složité soustavy Slunce—Země.

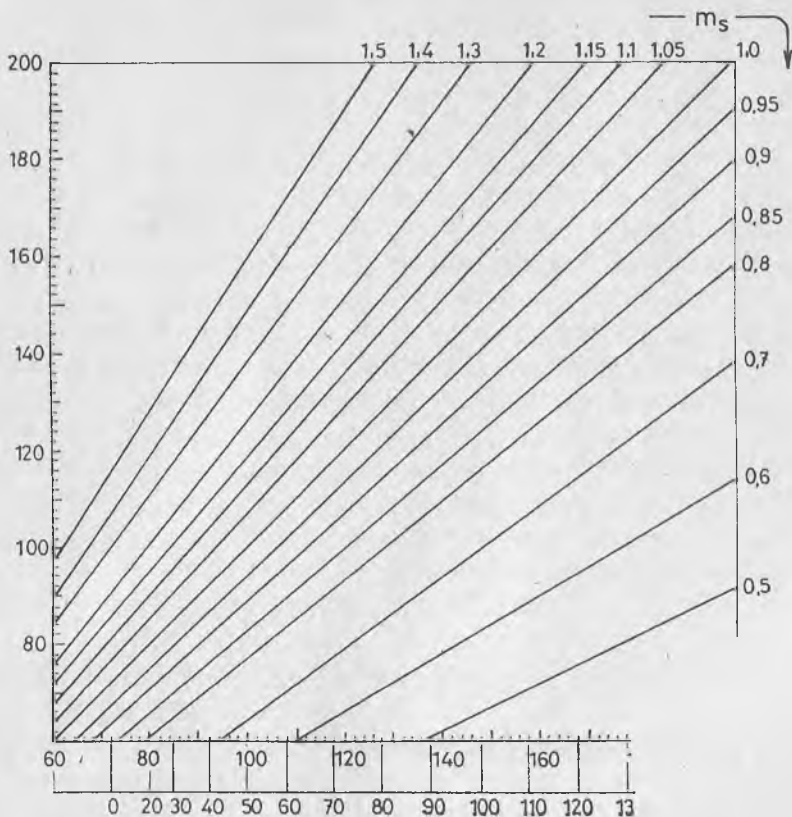
S ohledem na zmíněné možnosti a na specifiku radioamatérské činnosti jsou koncipovány zejména naše krátkodobé předpovědi, založené na předpovědi sluneční aktivity. Současná forma zpráv, vysílaných jak z OK3KAB, tak i v rámci kroužku OK-DX je následující: celý text je dělen do šesti částí, z nichž první tři jsou komentářem k jevům uplynulých dnů, druhé tři obsahují vlastní předpověď. V obou trojicích se vždy jedna část týká dějů na Slunci, druhá aktivity magnetického pole Země a výskytu radiových polárních září a třetí jevů v ionosféře z hlediska šíření krátkých vln, zejména dálkového. Ti radioamatéři, které zajímá výhradně jen a jen předpověď podmínek, ji tedy najdou až na konci zprávy.

Co se týče geomagnetické aktivity jsou využívány podle možností i předpovědi RNDr. Borise Valníčka, CSc., z AsÚ ČSAV, vydané zhruba na měsíční období.

Pravidelně uveřejňované měsíční předpovědi maximálních použitelných kmitočtů jsou sice dobrým praktickým vodítkem, nicméně některé denní odchylky mohou být značné. Proto může být k užítku jejich aktualizace. Vychází z rozdílu mezi skutečnou a předpokládanou hodnotou sluneční radiace a skutečného a předpokládaného vyzařovacího úhlu antény ve vertikální rovině. To znamená, že neurčuje ty změny, jež vznikají vlivem zvýšené aktivity magnetického pole Země, nebo dokonce při poruše (kdy dochází obecně k deformaci chodů a většinou k poklesu hodnot proti předpovězeným). Z předpovědi tedy vyčteme předpovězenou hodnotu maximálního použitelného kmitočtu MUF_p . Jeho skutečnou hodnotu dostaneme ze vztahu:

$$MUF_s = MUF_p \cdot m_s \cdot m_A.$$

Hodnotu korekčního faktoru m_s vyčteme z grafu na obr. 1.24. Na vodorovné ose najdeme hodnotu, z níž bylo vycházeno při tvorbě předpovědi (R_{12} nebo Φ_p), na svislé pak hodnotu, vyjadřující skutečnou míru sluneční aktivity — hodnotu výkonového toku slunečního radiového šumu na kmitočtu 2800 MHz Φ_s v jednotkách



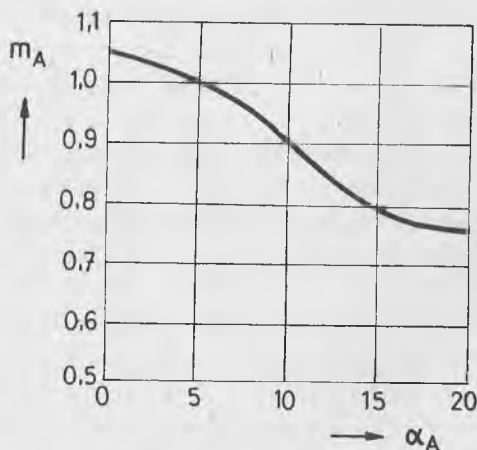
Obr. 1.24. Graf pro stanovení korekčního faktoru m_s

$10^{-22} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{Hz}^{-1}$. Zjistit ji můžeme třeba poslechem geoalertu, kde ji najdeme jako hodnotu FFF za skupinou TENCM.

Většina stanic nejspíše nepoužívá anténu s maximem vyzařování pod elevačním úhlem pět stupňů (z čehož vycházejí obvykle předpovědi) a proto si v grafu na obr. 1.25 najdeme další korekční faktor m_A . Hodnotu vyzařovacího úhlu α_A najdeme v literatuře o anténách a pokud ne, lze případně použít přibližného vztahu

$$\sin \alpha_A = 1/4h ,$$

kde h je efektivní výška antény, například výška horizontální antény nad zemí, nejsou-li v okolí vodivé překážky, a to ve vlnových délkách. Například v případě antény ve výši 20 metrů a pracovním kmitočtu 21,2 MHz bude $h = 1,413$, $\sin \alpha_A = 0,177$, $\alpha_A = 10,2^\circ$ a $m_A = 0,89$. Táž anténa ve výši 10 metrů bude mít $h = 0,707$, $\sin \alpha_A = 0,354$, $\alpha_A = 20,7^\circ$ a $m_A = 0,75$. Bude-li tedy pro anténu s $m_A = 1$ (a tedy $h = 2,867$ a pro kmitočet 21,2 MHz v relativní výšce přes 40 metrů) hodnota $MUF_s = 26$ MHz, vychází při výšce 20 metrů $MUF_s = 23,14$ MHz a bude-li táž anténa v pouhých deseti metrech, bude $MUF_s = 19,5$ MHz a pro jejího majitele bude patnáctimetrové pásmo v příslušném směru beznadějně zavřeno. A to ještě nebereme v úvahu vliv zvýšeného útlumu a tedy i hodnoty LUF při větším počtu skoků (při skokovém šíření) a výrazně menší šance zasáhnout oblast vstupu do některého z ionosférických vlnovodů.



Obr. 1.25. Graf pro stanovení korekčního faktoru m_A

I to je třeba si alespoň uvědomit při používání předpovědí. Mimo to se majitelé jednoduchých nebo dokonce náhražkových antén nemusí divit těm, kteří používají promyšleně instalované, nejlépe ovšem směrové antény, díky jimž shledávají po většinu dnů otevřenými horní pásma KV, řekněme o dvě hodiny déle, o silnějším signálu ve větších vzdálenostech nemluvě.

Vyskytují se ovšem i takové situace, při nichž signály přicházejí

i z velkých vzdáleností pod velkými elevačními úhly; pak se mohou dokonce i lépe uplatnit antény nízké a všesměrové, ale to je spíše výjimka potvrzující pravidlo, na níž jejich majitelé obvykle ještě dlouho vzpomínají.

Sledujeme ionosféru

Pokusili jsme se o stručný výklad podmínek šíření elektromagnetických vln. Je to vlastně jen letmý nástin problematiky. Odborná literatura je velmi rozsáhlá a neustále jsou publikovány nové a nové poznatky.

Chcete-li se prakticky hlouběji seznámit s tímto zajímavým vědním oborem, máte možnost denně získávat informace o sluneční činnosti, o zemském magnetickém poli, o slunečních skvrnách, o radiovém šumu vyzařovaném ze Slunce, o protonových erupcích a jiných jevech. Proto uvádíme seznam relací, ve kterých jsou zprávy uvedeného druhu vysílány a šifrovací klíč, podle něhož jsou zakódovány. Porovnávání tak získaných informací s poznatky učiněnými při poslechu i při spojeních je zajímavé a mnohdy napínavé (nehledě k tomu, že sluneční činnost a změny v zemském magnetickém poli nejsou bez dalších vlivů na člověka).

Riskujeme, že se dříve či později mohou změnit kmitočty nebo šifrovací klíče. Informace tohoto druhu se však uveřejňují v radioamatérských publikacích již od poloviny dvacátých let našeho století a uvedené principy platí v hrubých rysech stále.

Z obsahu ursigramu má k podmínkám šíření zajímavý vztah informace o geomagnetické aktivitě reprezentovaná indexem A_k , označovaným též A , měřená observatoří ve střední šířce. Pro geoalert WWA je to Fredericksburg ve Virginii (souřadnice 38° s. š., 77° z. d.), pro geoalert MEU je to Wingst v NSR (54° s. š., 9° v. d.) a v ionosférické zprávě REM4 Moskva (55° s. š., 37° v. d.). REM4 kromě toho vysílá i sérii osmi tříhodinových indexů K (jednou za 24 hodin v poledním vysílání) a tak je pro nás nejrychlejším zdrojem informace. Ještě rychlejší je ovšem WWA, jež v osmnácté minutě každé hodiny

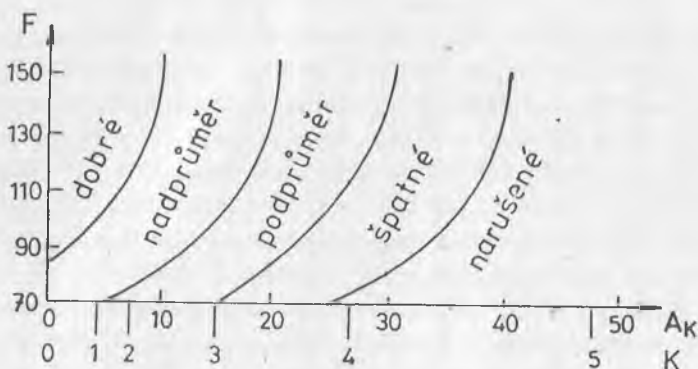
vyšle údaje o výkonovém toku slunečního radiového šumu na 2800 MHz, indexy A a K a 24hodinovou předpověď. Jako názorný příklad je užitečné uvést text, přijatý stanicí OK2-19518 dne 17. 3. 1982 v 02.18 UTC: „At the tone, two hours, 18 minutes, Coordinated Universal Time.“ „The Boulder K-index at 00.00 UTC on 17 march 1982 was 2, repeat, 2. Solar-terrestrial conditions for 16 march were: solar flux 230 and A-index 4. Solar activity was low; the geomagnetic field was quiet. The forecast for next 24 hours: solar activity will be moderate; the geomagnetic field will be unsettled.“ V ursigramech jsou obsaženy další informace a značná pozornost je věnována slunečním erupcím. U těch je na prvním místě klasifikován výskyt paprsků v ultrafialovém oboru a význačnost záblesku ve spektrální čáře H_{α} , a to ve formě zlomku, např. $M4/1b$. Písmeno M znamená násobitel 10^{-5} W/m^2 . Místo písmena M se u největších erupcí vyskytuje o řád větší X nebo o řád menší C . Jmenovatel zlomku pochází z optického pozorování a na místě číslíce může S , 1, 2, 3 nebo 4 podle rozměru svítící plochy do 2, 2–5, 1, 5, 2–12, 4 12,5–24,7 a nad 24,7 čtverečních stupňů. Na místě písmene může být F (faint — slabý, mdlý), častěji B (brilliant — jasný, zářivý) a nejčastěji N (normal). Dále následují: heliografická šířka a délka (vůči centrálnímu meridiánu), čas počátku nebo maxima jevu a intenzita záblesku na 2800 MHz. U velkých erupcí bývá i poznámka o intenzitě vyvolané náhlé ionosférické poruchy. Doprovázející radiový šum bývá charakterizován typem: I — šumová bouře, II — pomalu se měnící impulsy (přesněji: bursty), III — rychle se měnící bursty, IV — širokopásmové vyhlazené trvající bursty, V — krátce trvající bursty, obvykle spojené s typem IV.

Mezi různými indexy geomagnetické aktivity existuje přesně definovaný vztah. Míra narušení magnetického pole Země je registrována magnetometrem jako křivka a z ní se určuje pro tříhodinové intervaly lineárně index- a . Ten se nepublikuje, ale převádí na logaritmický index- K podle tabulky:

K	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
a	0	3	7	15	27	48	80	140	240	400

Tak vznikne osm tříhodinových indexů- K . Index A_k se vypočte jako aritmetický průměr osmi příslušných indexů- a . Dále se publikují indexy planetární: index- a_p je aritmetický průměr indexů- a vybraných observatoří z celosvětové sítě a aritmetický průměr z osmi hodnot je 24hodinový planetární index- A_p .

Vzájemný vztah sluneční a geomagnetické aktivity na jedné a podmínek šíření KV na druhé straně udává z literatury již známý a v průměru spolehlivý graf (obr. 1.26).



Obr. 1.26. Závislost průměrných podmínek šíření na geomagnetické aktivitě

K hlubšímu a prakticky použitelnému pochopení vývoje podmínek ionosférického šíření je nutné znát jednak příčiny vývoje a za druhé dostatečně podrobně vývoj sám. Hlavními příčinami jsou změny sluneční aktivity, jak celkové tak i výkyvy při slunečních erupcích. Velký význam má i zjištění, co z důsledků sluneční aktivity se dostalo konkrétně do okolí Země, zejména ve formě korpuskul. To indikují zejména změny geomagnetické aktivity. Tím se již dostáváme k vývoji dějů v ionosféře, které lze poměrně nejobjektivněji popsat hlavně výsledky vertikální sondáže ionosféry, tedy změřenými hodnotami kritických kmitočtů ionosférické oblasti F2. Další důležité parametry jsou hodnoty maximálních použitelných kmitočtů, a to buď pro délku skoku 3000 nebo 3500 km,

a hodnoty útlumu a rozptylu v polární a subpolární oblasti. Komplex všech uvedených údajů lze u nás nejnázne získat pravidelným poslechem stanic FTA83, FTH42, FTK77, FTM87 a REM4.

Týdenní přehledy hlavních údajů a komentář k nim lze slyšet spolu s předpovědí ve zpravodajských vysíláních pro radioamatéry. Jsou to (od r. 1979) zejména OK3KAB od 17.30 místního času ve čtvrtek SSB na 3765 kHz a v pondělí RTTY na 3595 kHz a kroužek OK-DX v neděli od 07.30 na 3710 kHz. Dále u nás přichází v úvahu W1AW, jejíž „Propagation Forecast Bulletin“ lze v Evropě nejnázne přijímat v pondělí a ve středu od 15.00 UTC v zimě a od 14.00 UTC v létě na kmitočtu 21 080 kHz, případně i na 28 080 kHz a v letech slunečního minima na 14 080 kHz a mimoto i na kmitočtech převáděče OSCAR 10.

Mezinárodní výměnu informací zajišťuje IUWDS (International Ursigram and World Days Service), jež je stálou službou URSI (Union Radio-Scientifique Internationale). Mezinárodní vědecké unie pro radiotechniku se sídlem v Bruselu. URSI slouží k rozvoji mezinárodní vědecké spolupráce v radiotechnice, především v oboru šíření rádiových vln a ve vztahu ke geofyzikálnímu výzkumu a je přidružena k IAU (International Astronomical Union) a IUGG (International Union of Geodesy and Geophysics) v návaznosti na řadu dalších organizací. IUWDS v dnešní podobě byla formována v roce 1962 jako kombinace dřívější IWDS (International World Days Service), založené v roce 1959. Do značné míry byla pokračováním Světových dnů Mezinárodního geofyzikálního roku (IGY) a dřívějšího Ústředního výboru pro Ursigramy, organizujícího výměnu rychlých informací, s tradicí od roku 1930.

Služba je založena na výměně informací mezi jednotlivými tzv. centry výstrah (Warning Centers), a to světovým v Boulderu (WWA), regionálními (RWC Boulder, Paříž, Moskva, Tokio, Sydney a Darmstadt), přidruženými regionálními (ARWC Stockholm, Praha, Dillí, Irkutsk a Varšava) a národními (NWC). Naše centrum je v Geofyzikálním ústavu ČSAV.

Výměna informací se děje pravidelně vydávanými vědeckými telegramy, tzv. ursigramy, předávanými zpravidla dálnopisem. Některá centra předávají údaje ještě pro vysílání rádiem; konkrétně

to jsou: WWA Boulder každou hodinu do WWV (vysíláno v 18. minutě) a do WWVH (vysíláno v 45. minutě), RWC Paříž do FTA83, FTH42, FTK77 a FTN87, RWC Moskva do REM4 a RWC Tokio do JJD, JJD2 a JJY.

Přepравované a vysílané informace se týkají projevů sluneční aktivity a jejích důsledků v magnetosféře a ionosféře. Účelem je zabezpečení materiálu pro vědecké zpracování a potřebných informací pro praktické použití v různých oborech, zejména v šíření radioln.

Přehled vysílacích časů, kmitočetů a klíčů pro dekódování informací o sluneční a geomagnetické aktivitě a stavu ionosféry u stanic, které lze denně přijímat v ČSSR

Ursigramy z Francie: (denně kromě neděle, třída vys. A1A)

Čas UTC	Značka	Kmitočet (kHz)
1208	FTA83	83
	FTK77	10 775
1308	FTA83	83
	FTN87	13 873
2008	FTA83	83
	FTK77	10 775
2108	FTA83	83
	FTH42	7 428

Ursigramy z Japonska: (denně, třída vys. A1A)

Čas UTC	Značka	Kmitočet (kHz)
0800	JJD	10 415
	JJD2	15 950

Ionosferňaja svodka: (denně na konci meteorologické zprávy, třída vys. A3E, připravují Hydrometeorologický institut a Institut užité geofyziky, Moskva, vys. ruský)

Čas MSK	Značka	Kmitočet (kHz)	
0740—0810	REM4	10 275	1. 3.—30. 9.
		3 417	1. 10.—29. 2.
		5 715	
		6 700	
1325—1400	REM4	6 700	
		7 450	

		10 275
		13 360
0130 — 0200	REM4	3 417
		4 747
		5 715
		6 700

Dekódování ursigramů:

Forma: geoalert SSS CCC DDHHMM

9HHDD	1WWWG	2FFFFV	3AAAM	4TTTC	5MMXX
KLLSS	EECMX	(KLISS EECMX ...) pro všechny skupiny			
8HHDD	7777U	KLLSS	TYP	(KLLSS TYP ...) pro vy-	
brané skupiny					
AFRED	AAADD	AAADD	AAADD		
TENCM	FFFD	FFFD	FFFD	FIN+	

Vysvětlivky — klíč:

SSS: WWA = World Warning Agency, Boulder, Colorado, USA

MEU Meudon, Francie

MOS = Moskva

TOK = Tokio

SYD = Sydney

DAR = Darmstadt

CCC: číslo zprávy

DD: datum

HH: hodina (UTC)

MM: minuta

9: konec 24hodinového období uváděných hodnot

WWW: Wolfovo relativní číslo slunečních skvrn

G: počet nových skupin

FFF: výkonový tok slunečního radiového šumu na kmitočtu 2800 MHz, měřený denně v 1700 UTC (1200 LT) v Ottawě, Kanada

V: počet vzplanutí na 2800 MHz

AAA: A_k index geomagnetické aktivity, měřený observatoří na střední šířce (reprezentuje míru porušenosti zemského magnetického pole během 24hodinového intervalu)

M: 0 = žádný úkaz

1 = konec magnetické bouře

2 = pokračování magnetické bouře

6 = pozvolný začátek magnetické bouře

7 = náhlý začátek magnetické bouře

8 = velmi výrazný začátek magnetické bouře

- TTT: hladina kosmického záření
- C: 0 = žádný úkaz
 1 = zvýšení hladiny před Forbusovým jevem
 2 = začátek Forbusova jevu
 3 = trvání Forbusova jevu
 4 = konec Forbusova jevu
 5 = zvýšení počtu částic slunečního původu
- MM: počet slunečních erupcí třídy M
- XX: počet slunečních erupcí třídy X — tříděno podle intenzity záblesku rentgenova záření, mezi třídami M a X je rozdíl jeden řád, erupce třídy X je často provázená výronem protonů a vždy silnou náhlou ionosférickou poruchou (SID)
- K: skupina slunečních skvrn v kvadrantu:
 1 = severovýchodním
 2 = jihovýchodním
 3 = jihozápadním
 4 = severozápadním (pozice v 0000 UTC dne zprávy)
- LL: vzdálenost od centrálního meridianu (stupně)
- SS: heliografická šířka (stupně)
 Počty erupcí v příslušné skupině podle intenzity RTG záření:
- EE: nevýznamných
- C: s nevýraznou produkcí RTG záření a malou ionosférickou poruchou
- M: s výraznou produkcí RTG záření a význačnou ionosférickou poruchou
- X: s velkou produkcí RTG a velkou ionosférickou poruchou
- 8: počátek období, pro které platí předpověď
- 7777: očekávané úkazy
- U: 0 = žádné
 1 = radiové
 2 = jen optické
 3 = oba druhy
 4 = všechny druhy včetně magnetického pole slunečního původu
- Typ: eruptive = nejméně jeden radiový záblesk (10 cm) a několik chromosférických úkazů za den (CLASS C)
 active = nejméně jeden geofyzikální úkaz nebo několik větších radiových úkazů (10 cm) za den (CLASS M FLARE)
 proton = nejméně jeden úkaz s vysokou energií (CLASS X FLARE)

Geoalert: symbol pro kombinovaná data a předpovědi

Solnil, magnil: konec aktivní periody nebo začátek periody s velmi nízkou aktivitou

Solquiet: na disku není žádná aktivní oblast nebo se neočekává

Magquiet: očekává se jen sporadicky slabá geomagnetická aktivita

Solalert, Magalert: zvýšená aktivita mezi dny XX/YY

Major Flare Alert: očekává se velká erupce (CLASS X) v oblasti KLLSS

Proton Flare Alert: očekávají se protony v okolí země od erupce v KLLSS

Caution: nelze předpovědět přesněji vývoj skupiny

Doubtful: není možné definitivně určit skutečný druh aktivity

Plagenil: disk beze skvrn i bez calcium-plage (oblasti se zvýšeným vyzářováním ve spektrální čáře Ca)

Spotnil: disk beze skvrn

SSC: Sudden Storm Commencement — náhlý počátek bouře

GSC: Gradually Storm Commencement — pozvolný (postupný) počátek bouře

SID: Sudden Ionospheric Disturbance — náhlá ionosférická porucha

Solterwarn: World Center A — Boulder, Colorado, USA

Dekódování zprávy: „Ionosferная сводка“:

Forma:

IONDA	DDXSS	IFFKK	IFFKK	...	(proměnný počet)
	IONHA	ABFGH	ABEGH	ABPGH	ABDGH
	(PROGNOZ	FFFFF	EEEE	PPPPP	DDDDD)
MAGHA	DDVSS	AAKKK	KKKKK	(M'TTTT')	(PROGNOZ CCCCC)
VNIVO	DDKNN	THHMM	ILLUF		
VSPSO	DDUNN	KLLSS	RHHMM	SPPI	

Klíčová slova:

IONDA ionosfernyje dannyje

IONHA ionosferная характеристика

MAGHA магнитная характеристика

PROGNOZ = předpověď na 5 (6) dní dopředu

VSPSO = zpráva o sluneční erupci

VNIVO = zpráva o náhlé ionosférické poruše

Klíč:

DD: den v měsíci

SS: stanice:

33 — Boulder (W4) — 20401

79 — Moskva (UA3) — 34502

81 — Murmansk (UA1Z) — 33702

82 — Družnaja (UA1P) — 36901

84 — Jakutsk (UA0Q) — 43601

87 — Alma-Ata (UL7G) — 38401

Pozn.: Očekává se přechod na pětimístné označení stanice

I: dvouhodinový interval, číslováný od 0000 MSK (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 0, 1 pro 0000—2200)

FF: FOF2

KK: M(3000)F2,

X a číslice = proč nebylo měřeno:

X0 — ostatní příčiny

X1 — znemožněno sporadickou vrstvou E

X2 — úplná absorpce

X3 — technické příčiny

X4 — F větší než limit zařízení

X5 — F menší než limit zařízení

X6 — rozšířené odrazy, difúze

X7 — FOF1 větší nebo roven FOF2

X8 — nepravidelná absorpce v okolí FOF2

X9 — ovlivněno nebo znemožněno útlumem okolo FOF2, nebo příliš nízká ionizace

A, G: interval: 1 = 07–19 MSK

2 = 19–07 MSK

3 = 00–12 MSK

4 = 12–24 MSK

B, H: hodnocení za posledních 24 hodin a dvanáctihodinová předpověď

pro F: 0 = klid, tj. odchylky do 15 procent (příp. do 10 procent)

1 = malý pokles — o — 16 až — 25 procent (nebo od — 11 %)

2 = mírný pokles — o — 26 až — 35 procent

3 = silný pokles — přes — 35 procent

4 = malý vzestup — o + 16 až + 25 procent (nebo nad + 11 %)

5 = mírný vzestup — o + 26 až + 35 procent

6 = silný vzestup — o více než + 35 procent

pro E: 0 = F ES menší než dolní hranice ionosférické stanice

1 = F ES menší než 4 MHz po dobu méně než 6 hodin z 24

2 = F ES menší než 4 MHz po dobu 6–12 hodin (nepřetržitě nebo s nevelkými přerušeni)

3 = F ES menší než 4 MHz přes 12 hodin z 24

4 = F ES nad 4 MHz po dobu méně než 6 hodin z 24

5 = F ES nad 4 MHz 6–12 hodin z 24

6 = F ES nad 4 MHz přes 12 hodin z 24

pro P: 0 = není anomální absorpce

1 = plná absorpce méně než 6 hodin nebo zvýšená přes 3 hodiny

2 = plná absorpce 6–12 hodin z 24

3 = plná absorpce přes 12 hodin z 24

pro D: 0 = difúze nebyla pozorovaná během 24 hodin

1 = difúze pozorovaná méně než 6 hodin z 24

2 = difúze pozorovaná 6–12 hodin z 24

3 = difúze pozorovaná přes 12 hodin z 24

Poznámka: údaje platí pro denní předpovědi, pro dvanáctihodinové předpovědi i hodnocení se časové údaje dělí dvěma,

MAGHA — magnetnája charakteristika:

V — pořadí tříhodinového intervalu v MSK pro první hodnotu k indexu geomagnetické aktivity

AA: denní hodnota A_k indexu geomagnetické aktivity

K — osm tříhodinových k indexu, počínaje intervalem V

PROGNOZ — pětidenní předpověď — stupnice jako B, H

C: 0 — klid, suma K pod 23, K pod 3 a do 3

1 — slabá aktivita, suma K mezi (24, 27), jeden nebo dva K = 4

2 — mírná aktivita, suma K (28, 31), dva K = 5 nebo jeden K = 6

3 — silná aktivita (porucha), suma K přes 31, $K_{\max}$ rovno nebo nad 6, pravděpodobnost radioaurory

M: stejně jako ve skupině 3 geoalertu

TTTT: čas v MSK

Hlášení o náhlé ionosférické poruše:

Forma: VNIVO DDKNN THHMM ILLUF

Klíč:

DD: datum pozorování

K: počet jevů

NN: observatoř

T: typ jevu

1 — SWF, rychlý zánik a pomalý vzestup

2 — SWF, pomalý zánik (5–10 min) a postupný vzestup

3 — SWF, pomalý zánik s nepravidelnými fluktuacemi síly pole během jeho poklesu

4 — SEA

5 — SPA

6 — PCA

7 — více metod

HHMM: čas v MSK

I: importance: 0 = 1– 1 = 1 2 = 2 3 = 3 7 = 1+ 8 = 2+ 9 = 3+

LL: délka v minutách

U: spolehlivost údaje

5 — počátek neurčen

6 — přibližný čas počátku

7 — 1. registrace

8 — čas počátku znám s přesností od 2 min

9 — čas počátku znám s přesností nad 2 min

F: vždy nula

Hlášení o sluneční erupci:

Forma: VSPSO DDUNN KLLSS RHHMM SPPI

U: pozorovací podmínky: 1 = velmi špatné, 5 = velmi dobré
 K: kvadrant slunečního disku: 1 = NW 2 = SW 3 = SE 4 = NE
 LL: heliografická délka
 SS: heliografická šířka
 R: časový údaj je 1) začátek erupce, jejíž konec byl pozorován
 2) začátek erupce, jejíž konec nebyl pozorován
 3) první pozorovaná erupce, do poč. pozorování
 4) dtto, konec nebyl pozorován
 5) následující 4 čísla jsou délka a importance erupce
 6) čas maxima
 7) čas druhotného maxima erupce
 8) čas třetího maxima
 S: vždy 5
 PPP: délka jevu v minutách (000 = nebylo možno pozorovat)
 I: importance

Přehled radioamatérských majáků v pásmu deseti metrů — stav k 1. 4. 1984

28175	VE3TEN, QTH Ottawa
28200	společný kmitočet, v 0.—5. a 30—35. min. DLOIGI
28202,5	ZS5VHF, QTH Natal, 10 wattů, ant. inv. V, QSL ZS5TR
28205	DLOIGI, QTH Mt. Predigstuhl vých. od Mnichova, 100 wattů, ant. dipól, op. DJ1EI
28207,5	W4, QTH Englewood, Fla, 20 wattů (WD4HES, W4ESY, N4RD, N4EHO — častá změna značky)
28209,5	WA1IOB/B
28210	3B8MS, QTH Signal Mt., ant. GP
28210	WB2YOF, 20 wattů
28211	rezervováno pro VE1
28212,5	ZD9GI, QTH Gough Island, tón T7
28215	GB3SX, QTH Crowborough, Sussex, 10 wattů, ant. dipól
28217,5	VE2TEN, QTH Chicoutimi, Quebec, 4 wattů (QSL 50 wattů, ant. GP — VE2FIT)
28220	5B4CY, QTH Zyzi, 26 wattů, ant. GP
28222,5	HG2BHA, QTH Tapolca, 10 wattů, ant. GP
28225	VE8AA, QTH Lake Contwoyto, N. W. T.
28227,5	EA6AU, QTH Baleáry
28230	ZL2MHF, QTH Mt. Climie, Upper Hutt, 5 wattů, ant. vert. dipól
28232,5	ZS3HL, QTH Tsumeb, 6 wattů, ant. 6/8 λ
28235	VP9BA, QTH Southampton, 10 wattů, ant. GP pro 27 MHz, QSL VP9KG
28237,5	LA5TEN, QTH poblíž Oslo, 10 wattů, ant. 5/8 λ
28240	OA4CK, QTH Lima, 10 wattů

28240	PY1CK
28242,5	KA4RSZ, QTH Decatur, GA
28245	A92C, QTH Hamala, ant. dipól NW/SE, QSL A92BW
28247,5	EA2HB, EA2OIZ, QTH San Sebastian. 3 watty, ant. GP, v provozu nepravidelně
28247,5	ZS1CTB, QTH Cape Town, 20 wattů, ant. GP
28250	Z21ANB, QTH Bulawayo, 40 wattů, ant. 2 el. quad N
28252,5	VE7TEN, QTH Vancouver, 4 watty
28252,5	PAORNI
28252,5	OH2B
28255	LU1UG, QTH Gran Pico, 5 wattů, ant. GP
28257,5	DKOTE, QTH Kostnice, 40 wattů, ant. GP
28260	VK5WI, QTH Adelaide, 100 wattů, ant. vert. 0,64 λ
28262,5	VK2RSY, QTH Dural, N. S. W., 25 wattů, ant. vert. λ/2
28264	VK6RWA, QTH Perth
28265	PY2EXD, QTH Sao Paulo, 5 wattů
28265	EA7ATE
28265,5	TR8DX
28266	VK6RTW
28270	ZS6PW, QTH Pretoria, 10 wattů, ant. 3 Y na západ
28270	VK4RTL, QTH Townsville
28272,5	9LIFTN, QTH Freetown
28275	VE3TEN, QTH Ottawa, nyní ještě na 28175 před QSY
28277,5	DFOAAB, QTH Luetjenburg poblíž Kielu, 15 wattů, ant. GP, op. DL6TW
28280	YV5AYV, QTH Caracas, 20 wattů, ant. TH6 směřována střídavě do Eu, W, VK
28282,5	W9 (rezervováno pro QRP)
28284	KA1YE/B, QTH Henrietta, N. Y., 4 watty, ant. vert. dipól
28285	VP8ADE, QTH Adelaidin ostrov, Grahamova země, ant. V-beam, směřovaný na G
28287,5	H44SI, QTH Šalamounovy ostrovy
28287,5	W8OAV, QTH Tuckasegee, N. C., 15 wattů, ant. GP
28290	VS6TEN, QTH Cape d'Arguilar — Mt. Matilda, 10 wattů, ant. vertikální
28292,5	JA2IGY, QTH Mt. Asama
28295	VU2BCN, QTH Bangalore, 10 wattů, ant. GP
28296,5	W3VD/BCN, QTH Laurel, MD, 10 wattů, ant. vert. dipól
28300	PY2AMI, QTH poblíž Campinas, 10 wattů, ant. GP
28300	EA7AML
28302,5	ZS1STB, QTH Still Bay, Cape Province, 2 watty, ant. dipól N/S
28302,5	PAOETE
28315	ZS6DN, QTH Transvaal, 1 watt

28335	VK5AWI
28888	W6IRT, QTH poblíž Hollywoodu, 7 wattů, ant. GP
28894	WD9GOE, QTH Freeburg, Ill
28992	DLONF, QTH FJ47a

Celosvětová síť majáků v pásmu dvaceti metrů pracuje nepřetržitě 24 hodin denně (s výjimkou řídkého vypnutí) na kmitočtu 14 100 kHz. Organizátorem i sponzorem je NCDXF — Northern California DX Foundation. Každých deset minut se vystřídají všechny majáky v pořadí:

- 0 — 4U1UN/B — OSN New York
- 1 — W6WX/B — Stanford University
- 2 — KH60/B — Community College, Honolulu
- 3 — JA2IGY — JARL, Ise City
- 4 — AX6TU — Tel Aviv University
- 5 — OH2B — Espoo, Helsinkí Technical University
- 6 — CT3B — ARRM, Funchal, ostrov Madeira
- 7 — ZS6DN/B — Transvaal

Každý z majáků vysílá po dobu asi 58 sekund. Při čtyřech devítisekundových čárkách postupně snižuje výkon: 100 — 10 — 1 — 0,1 wattů. Síť je velmi užitečná a z našeho hlediska by byla dokonalá, byla-li by doplněna ještě majáky v Jižní Americe a buď v oblasti Austrálie nebo jižního Pacifiku. Reporty jsou potvrzovány QSL listky koordinátorem, jímž je Al Lotze, W6RQ.

V pásmu 30 metrů pracuje maják DKOWCY na kmitočtu 10 144 kHz. Vysílá i informaci o zvýšené geomagnetické aktivitě a výskytech polární záře. QTH Norden na severu NSR.

Literatura

- [1] Janda, F.: Možnosti a realita krátkodobých předpovědí ionosférického šíření. Radioamatérský zpravodaj 5/1979, str. 4 až 12.
- [2] Janda, F.: QTR? Radioamatérský zpravodaj 2/1979, str. 16.
- [3] Krivský, L.: Solar proton flares and their prediction. Academia, Praha 1977.
- [4] Rothammel, K. a kol.: Taschenbuch der Amateurfunkpraxis. Militärverlag der DDR 1978, str. 20 až 53.
- [5] Prokop, J., Vokurka, J.: Šíření elektromagnetických vln a antény. SNTL/ALFA Praha 1980, str. 51 až 134 a 173 až 181.

- [6] *Chvojková, E.*: A prediction formula for the critical frequency F-layer. Bulletin of the Astronomical Institutes of Czechoslovakia (BAC) sv. 13 (1962), č. 5.
- [7] *Woyk, E. (Chvojková, E.)*: Méthode de prévision rapide de la propagation. Journal des télécommunications, sv. 29, č. 4 (1962), str. 113 až 116.
- [8] *Jones, W. B., Gallet, R. M.*: La représentation par des méthodes numériques des variations journalières et géographiques des données ionosphériques. Journal des télécommunications, sv. 29, č. 5 (květen 1962), str. 129 až 149.
- [9] *Šlionskij, A.*: Svěrchdalnyje QSO: optimalnyje napravljennija i periody. Radio (SSSR) 6/1980, str. 16 až 18.
- [10] *Kaněvskij, V.*: Snova svěrchdalnyje QSO. Radio (SSSR) 3/1979, str. 9 až 10.
- [11] *Bubennikov, S., Ljapin, G.*: Kogda antěny napravleny na sever. Radio (SSSR) 3/1977, str. 17 až 18.
- [12] *Zajcev, A.*: Avropa: vozmožnosti i perspektivy. Radio (SSSR) 3/1967, str. 10 až 12.
- [13] *Joachim, M.*: Současný pokrok v oboru dlouhodobých předpovědí ionosférického šíření dekametrových vln. AR-A2/1977, str. 70 až 71 a 3/1977, str. 111 a 112.
- [14] *Mrázek, J.*: K naší předpovědi. Šíření vln na rozhraní dvou roků. AR-A12/1978, str. 476 až 478.
- [15] *Kravcov, J. A., Tinin, M. V., Čerkašin, J. N.*: O vozmožných mechanismech возбуžděnnija ionosfernych volnovych kanalov. Geomagnetizm a aeromija, sv. XIX, č. 5 (září—říjen 1979), str. 769 až 787.
- [16] *Dieminger, W.*: Der Felstärkeverlauf am Rande und innerhalb der Toten Zone. cq-DL, č. 10/73.
- [17] *Kochan, H.*: Einfluss der solar-terrestrischen Beziehungen auf die Rückstrecktreuenausbreitung im 2-m- und 10-m-Band. cq-DL, č. 6/1974 a 7/1974.
- [18] *Hunsucker, D. H.*: Morphology and phenomenology of the high-latitude E- and F-regions. Geophys. Inst. Univ. of Alaska, Fairbanks 1979.
- [19] *Joachim, M.*: Sovremennyye metody ionosfernych predskazaniy. Sborník prací VÚS r. 1978, vydán XI/1 a XI/2 — (program v jazyce Fortran).
- [20] *Woyk, E. (Chvojková)*: Multiple propagation paths between satellite situated in the ionosphere below the F-layer peak. Journal of Atmospheric and Terrestrial Physics, sv. 38 (1976), str. 329 až 331.

- [21] Slunce ve zdraví a nemoci. Sborník referátů, Ostrava 24. 10. 1978; Valašské Meziříčí, hvězdárna 1979.
- [22] *OKIAOJ*: Šíření rádiových vln, jeho změny a předpovědi. AR-A11/1981, str. 28 až 29, AR-A12/1981, str. 27 až 28, AR-A1/1982, str. 31—32.
- [23] Astronomičeskij kalendar 1981. Moskva, Nauka 1980, str. 208 až 224.
- [24] *Antonova, E. E.*: Prodolnyje polja i toki v večerněm sektore avroralnoj magnitosfery. Geomagnetizm i aeronomija 5/1979, str. 871 až 876.
- [25] *Hakura, Y.*: Mapping of the Polar Cap Ionosphere by Solar and Magnetospheric Particles. Journal of The Franklin Institute, sv. 290, č. 3, září 1970, str. 263 až 280.
- [26] *Fritz, Hermann*: Verzeichnis beobachteter Polarlichter. Wien 1973.
- [27] *Réthly, A., Berkes, Z.*: Nordlichtbeobachtungen in Ungarn (1523—1960). Akadémiai Kiadó, Budapest 1963.
- [28] *Kolesnikow, A., UI8ABD, ex. OK1KW*: Polární záře. AR2/1962, str. 51 až 56.
- [29] *Czechowsky, Peter*: Rueckstreuung von Radio-Wellen an Polarlichtern. cq-DL 10/1974, 11/1974.
- [30] *Janda, F., OK1HH*: Od slunečního větru k polární záři. Radioamatérský zpravodaj č. 7—8/1982, str. 15 až 27.
- [31] *Janda, F., OK1HH*: Šíření krátkých vln ionosférickými vlnovody. Radioamatérský zpravodaj č. 11—12/1982.
- [32] *Sartori, Howard J.*: Update Your HF MUF Predictions Daily. QST September 1977, str. 35 až 37.
- [33] *Ivanov, O. U.*: Konfiguracija udarnogo fronta vspyšecnogo potoka. Magnitosfernyje issledovanija No. 1, Moskva „Radio i svjaz“ 1982, str. 17 až 23.
- [34] *Kuzněcov, B. M., Bakulin Ju. I., Vasiljev, E. P., Trošičev, O. A.*: Issledovanije avroralnych elektrodžetov s pomoščju cepoček magnitovariacionnyh stancij, tamtéž, str. 50 až 59.
- [35] *Cyganěnko, N. A., Suslikov, D. G.*: Krupnomacštabnyje magnitnyje efekty prodolnych tokov v magnitosfere, tamtéž, str. 60 až 64.

ŠÍRENIE VKV ODRAZOM OD SPORADICKEJ VRSTVY E

Informácie o prvých spojeniach uskutočnených rádioamatérmi na VKV v pásme 50 MHz za pomoci šírenia odrazom od sporadickej ionosférickej vrstvy E (v ďalšom len E_s) siahajú až do 30. rokov, do doby, keď sa začali robiť prvé experimenty na pásmach VKV. Prvé spojenia dosiahnuté uvedeným druhom šírenia na pásme 145 MHz v Európe boli zaznamenané až začiatkom šesťdesiatich rokov. Skutočnosť, že na tak vysokých kmitočtoch boli bežnými rádioamatérskymi prostriedkami preklenuté extrémne vzdialenosti, bola až neuveriteľná a vyvolala rozruch nielen medzi rádioamatérmi, ale aj medzi profesionálnymi odborníkmi v oblasti šírenia elektromagnetických vln. O tomto druhu šírenia chýbali základné poznatky a všeobecne sa usudzovalo, že je to jav náhodný, ktorého opakovanie je len málo pravdepodobné. Príčina vzniku vrstvy s abnormálne vysokou ionizáciou v oblasti vrstvy E bola prisudzovaná zvýšenej slnečnej činnosti; chýbali elementárne poznatky o fyzikálnej mechanike vzniku tohoto javu. Tieto spojenia boli skôr dielom náhody ako cielavedomej systematickej práce na VKV. Je viac ako pravdepodobné, že výskyt E_s sa v letných mesiacoch opakoval častejšie, ale všetky tieto príležitosti ostali nevyužitú. V tej dobe sa na európskom kontinente venovalo práci na VKV len pomerne malé percento rádioamatérskych staníc, ktorých ťažisko práce bolo v neskorých večerných a nočných hodinách, keď výskyt E_s je už len zriedkavý.

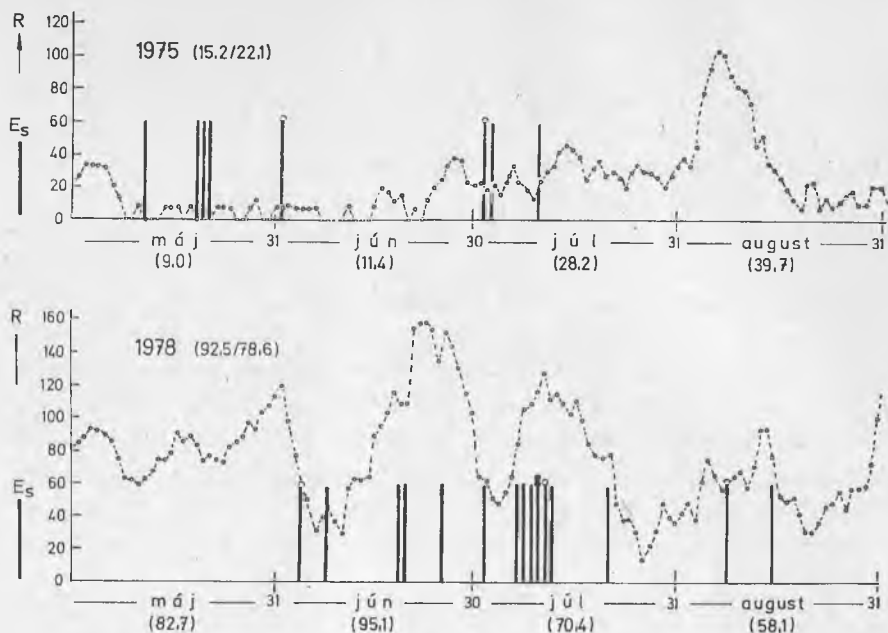
Využiť šírenie typu E_s vo väčšom meradle sa podarilo až 4. 7. 1965, keď počas PD 65 a súčasne s ním prebiehajúceho III. subregionálneho závodu pracovalo na dvojmetrovom pásme pomerne veľké množstvo staníc, ktoré nadviazali tejto účasti zodpovedajúce množstvo spojení. I keď tieto spojenia je možné v prevažnej miere charakterizovať tiež ako náhodné, skutočnosťou ale ostalo, že operátori mnohých staníc získali základné informácie o možnosti komunikovať uvedeným druhom šírenia na veľké vzdialenosti na VKV pásme 145 MHz.

Po r. 1965 sa podobné situácie tak často neopakovali, správy o využití šírenia typu E_s boli len ojedinelé. Prípady výskytu šírenia E_s však dali podnet k pravidelnému sledovaniu výskytu tohoto javu a sústredili tiež pozornosť vedeckých pracovníkov v obore šírenia elektromagnetických vln a ionosféry na tento druh šírenia. Koncom šesťdesiatich rokov vznikla v rámci I. oblasti IARU skupina, ktorú vedie F8SH Dr. Serge Canivec, ktorej úlohou je zhromažďovať a vyhodnocovať správy o výskyte sporadickej vrstvy E. Systematickému sledovaniu výskytu E_s sa začalo venovať mnoho nadšencov z radov rádioamatérov, ktorí pravidelne sledujú a využívajú výskyt E_s k nadväzovaniu super DX spojení na VKV. Rádioamatéri sa svojimi početnými pozorovaniami výskytu E_s zapojili do vedeckovýskumnej práce i na tomto úseku. Počet spojení uskutočňovaných týmto druhom šírenia dosahuje každoročne niekoľkých tisícoviek.

Súhrn základných poznatkov o sporadickej vrstve E

Výskum abnormálne vysokej ionizácie v oblasti ionosférickej vrstvy E je systematicky uskutočňovaný už viac ako 30 rokov a je predmetom záujmu mnohých vedeckých pracovísk na celom svete, ale len počas posledných 20 rokov boli doplnené a čiastočne overené základné poznatky týkajúce sa mechanizmu vzniku a povahy sporadickej vrstvy E. Výskum je realizovaný rádioelektrickými meraniami, ionosférickými radarmi, meraniami elektrónovej koncentrácie vrstvy vertikálnou sondážou prostredníctvom výškových rakiet a umelých družíc Zeme. Fyzikálna mechanika vzniku E_s nie je však doposiaľ úplne objasnená.

V súčasnej dobe jestvuje niekoľko teórií, ktoré sa problematikou vzniku E_s zaoberajú a ktoré sa vzájomne viac alebo menej zhodujú, či rozchádzajú. Rozdiely v prejave E_s v rôznych zemepisných šírkach dali hlavný podnet k tomu, aby sa hľadali rôzne teórie vzniku E_s , ktoré vysvetľujú príčinu vzniku v rôznych pásmach zemepisných širok — rovníkové, stredné, polárne (aurorálne) — na zá-



Obr. 1.27. Priebeh relatívneho čísla slnečných škvŕn a výskyt sporadického šírenia E V. – VIII. 1975 a 1978

klade odlišných podstát. Sporadická vrstva E vyskytujúca sa v pásme stredných šírok bude jediná, ktorou sa budeme v ďalšom zaoberať.

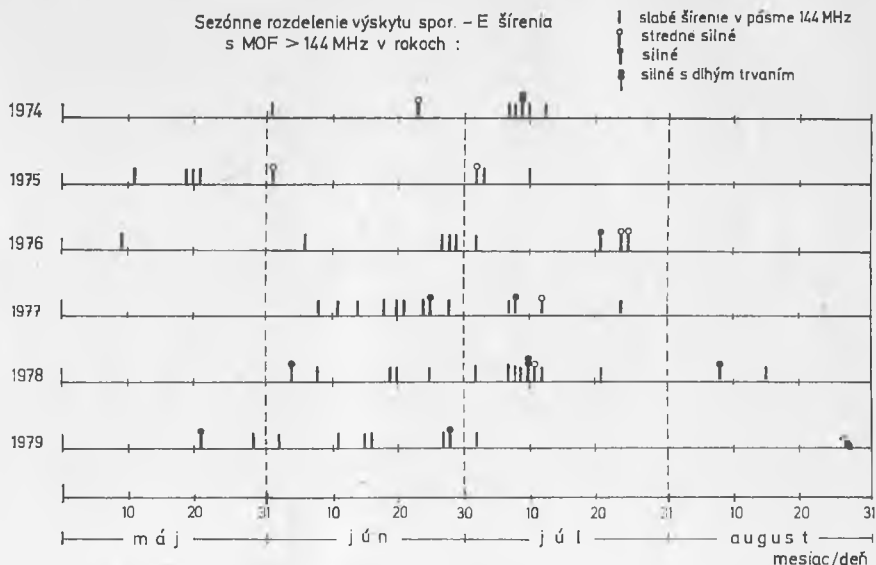
Pôvodne sa usudzovalo, že vznik abnormálne vysokej ionizácie je zapríčinený zvýšenou slnečnou činnosťou, ale ako ukázali početné pozorovania, nemá výskyt E_s priamu súvislosť so slnečnou aktivitou (viď. napr. obr. 1.27) na rozdiel od pravidelnej ionosférickej vrstvy E, ktorej stupeň ionizácie je silne závislý práve od slnečnej činnosti. V prípade výskytu E_s bola pozorovaná súvislosť s niektorými meteorologickými javmi, ale tiež súvislosť s ďalšími príčinami, ktoré ovplyvňujú ionosféru, napr. s meteorickou činnosťou. O výskyte E_s vieme, že sa vyskytuje najčastejšie v letných mesiacoch máj až august, boli však zaznamenané prípady výskytu i v jarných či zim-

ných mesiacoch. V každom prípade ide o jav sezónny a doposiaľ neboli vypozerované konkrétne zákonitosti k takej spokojnosti, ako by sa to dalo očakávať. Sporadická vrstva E sa objavuje v oblasti pravidelnej ionosférickej vrstvy E vo výške 90 až 140 km. Obecne možno povedať, že to nie je vrstva súvislá, ale polopriepustná. Skladá sa z oblakov rôzneho tvaru a veľkosti. Hrúbka týchto oblakov je od niekoľkých desiatok metrov až niekoľko kilometrov pri rozlohe asi 100 m až 120 km. Oblaky sú unášané výškovými vetrami prevažne z východu na západ. Ionizácia oblakov sa v závislosti s časom veľmi mení a často dosahuje vysokej hodnoty ekvivalentnej elektrónovej koncentrácie až $2 \cdot 10^{14} \text{ e.m}^{-3}$, čo korešponduje s hodnotou ekvivalentného kritického kmitočtu vrstvy až 45 MHz. Počas dňa sa vyskytuje od ranných až do neskorých večerných hodín, často i niekoľkokrát denne. Trvanie výskytu šírenia E_s závisí na intenzite ionizácie a na polohe oblakov E_s . Začiatok a koniec nastáva pomerne veľmi rýchle a maximálny použiteľný kmitočet (MUF) sa rýchle mení.

V ďalšom nechceme posudzovať platnosť tej ktorej teórie týkajúcej sa fyzikálnej mechaniky vzniku E_s , ale bude dobré, keď sa oboznámime s názormi autorov jednotlivých teórií, ktoré sa zdajú byť najpravdepodobnejšie:

Autori prác [1], [2], [3] prisudzujú vznik oblaku s vysokou ionizáciou vzájomnému spolupôsobeniu zemského magnetického pola a výškových strihových vetrov, ktoré vejú v relatívne výškove málo rozdielných hladinách v pomerne tenkých vrstvách v smere východ—západ vo výške asi 100 km a v smere sever—juh vo výške okolo 140 km. Pri súčasnom vplyve magnetického pola Zeme bude pohyb nabitých častíc (prevažne kovových iónov Fe^+ , Mg^+ a Si^+) pochádzajúcich zo zvyškov meteorického prachu, obmedzený, a tieto budú výškovými vetrami stlačované (nahusťované) a formované do tenkej, veľmi silne ionizovanej vrstvy.

Ako už bolo skôr spomenuté, najvyššie maximum výskytu E_s bolo zaznamenané v letných mesiacoch v dňoch okolo letného slnovratu (viď. obr. 1.28), najmä v dňoch s intenzívnou búrkovou činnosťou. Na túto skutočnosť doposiaľ nebolo nájsené spoľahlivé vysvetlenie, hoci boli zistené korelácie s niektorými meteorologickými

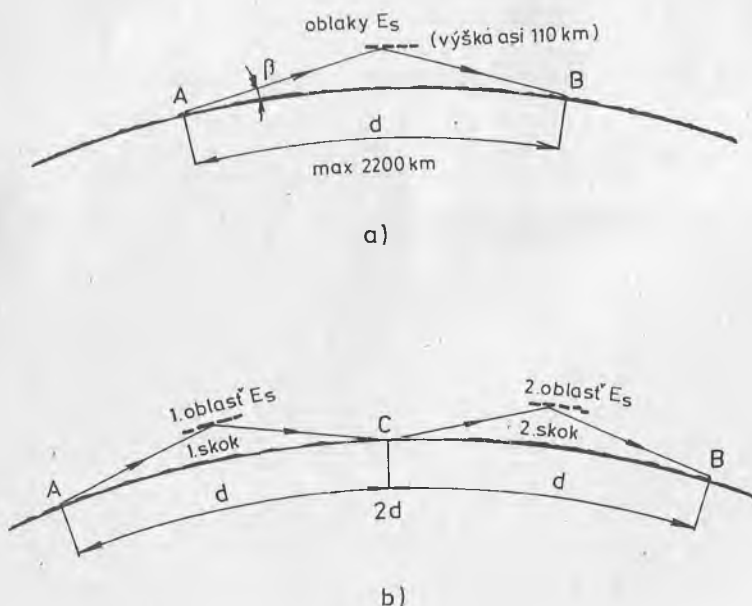


Obr. 1.28. Sezónne rozdelenie výskytu sporadického šírenia E s MUF 144 MHz

úkazmi [1], napr. teplotné rozhranie na studenom fronte v oblasti cyklóny, doprevádzané intenzívnou búrkovou činnosťou s veľkou vertikálnou mohutnosťou dávajúcim pôvod tlakovým (rázovým) vlnám [4] s tzv. výbuchmi turbulencie. Rázové vlny môžu za istých fyzikálnych podmienok dosiahnuť až výšky ionosférickej vrstvy E a vytvárajúc určité tlakové zmeny v istých lokalizovaných miestach vrstvy, narušiť jej ionizáciu. Výsledkom je prídavné zvýšenie ionizácie v týchto miestach. Pretože vrstva je stabilizovaná kovovými iónami, bude rekombinačný proces prebiehať podstatne pomalšie ako po ionizácii plynov.

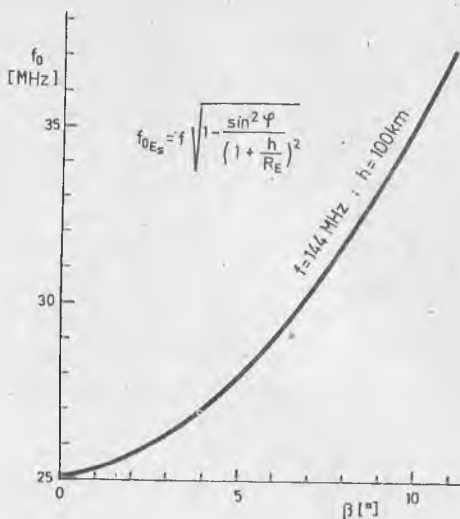
Niektorí autori [5] a [6] prisudzujú vznik vysokej ionizácie vyžarovaniu búrkového elektrostatického poľa do ionosféry, čo v konečnom dôsledku spôsobuje vznik oblakov s vysokou ionizáciou.

Ako bolo už skôr spomenuté a ako to potvrdili početné pozorovania i rádioelektrické merania či už vedeckými pracoviskami alebo rádioamatérmi, kritický kmitočet vrstvy E_s často dosahuje hodnoty až 40 MHz, čo pri malých elevačných uhloch, pod ktorým sa javí oblak, a optimálnej polohe tohoto oblaku, umožňuje dosiahnuť spojenie na najvyššom použiteľnom kmitočte (MUF) až 200 MHz. Za predpokladu, že výška vrstvy bude asi 100 km, potom maximálnym dosahom odrazov od takejto vrstvy, ktorá sa bude nachádzať uprostred, na spojnici medzi korešpondujúcimi stanicami A a B (obr. 1.29), bude okolo 2200 km. Ako vyplýva z formuly (1) pre stanovenie kritického kmitočtu vrstvy — f_{0E_s} z MUF a medzného elevačného



Obr. 1.29. Schematický náčrt šírenia VKV za pomoci odrazu od sporadickej vrstvy E

Obr. 1.30. Graf pre stanovenie kritického kmitočtu vrstvy z medzného elevačného uhla a MUF (ψ – úhol dopadu/odrazu, f_{0Es} – kritický kmitočet odrazovej vrstvy, f – maximálny použiteľný kmitočet – MUF, R_E – polomer Zeme – 6367 km, h – výška vrstvy – asi 100 km, β – elevačný uhol – $90 - \psi$)

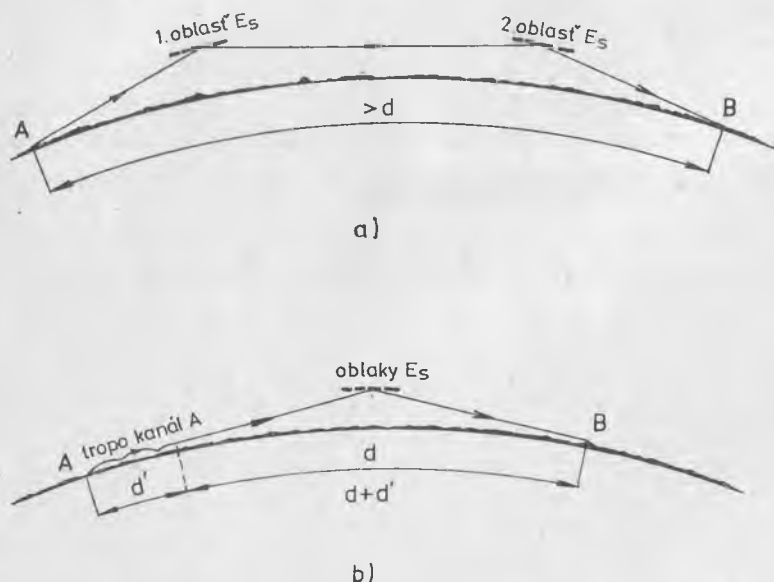


uhla β alebo z grafu (obr. 1.30), pre použiteľnú frekvenciu 145 MHz musí byť kritický kmitočet vrstvy najmenej 25 MHz a výška obzoru v bodoch oboch korešpondujúcich staníc v smere na protistanicu čo najnižšia – blízka 0. Závislosť optimálneho elevačného uhla od vzdialenosti protistanice pri šírení E_s je možné vidieť na grafe (obr. 1.31). Vyššie uvedený prípad je optimálny. Kratšie vzdialenosti vyžadujú vyšší kritický kmitočet vrstvy a sú menej časté. Využitie nízkeho elevačného uhla vyžaduje veľmi dobré, obzorom nezakryté QTH. Súčasne stúpajú požiadavky na výšku an-



Obr. 1.31. Závislosť optimálneho elevačného uhla od vzdialenosti protistanice pri šírení E_s

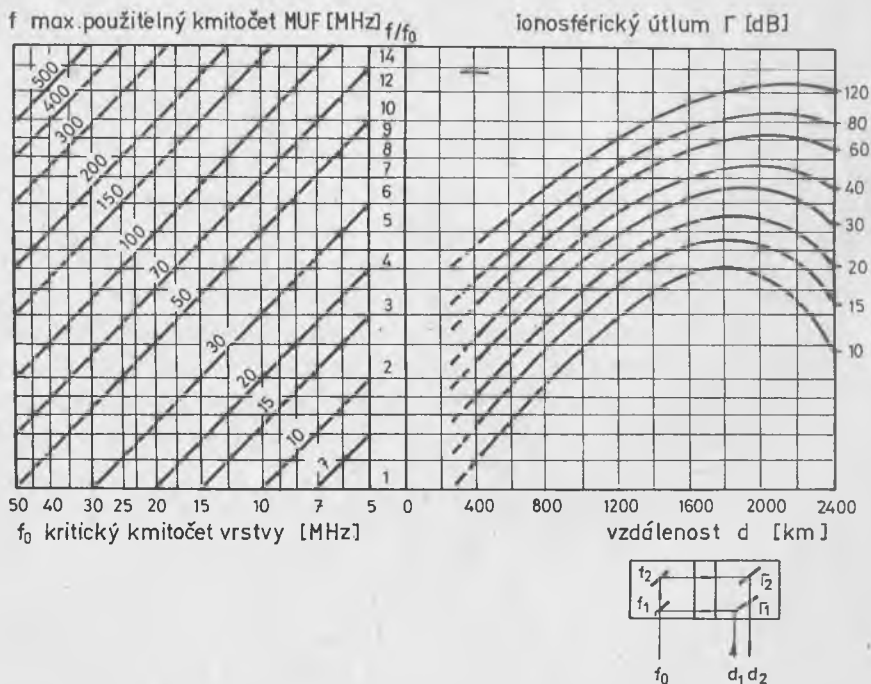
tény, ktorá má byť čo najvyššie nad zemou, aby bol dosiahnutý nízky vyžarovací uhol. Anténa umiestnená v malej výške nad zemou vykazuje vo vertikálnej rovine úplne odlišný vyžarovací diagram, ako anténa umiestnená vo voľnom priestore. Hlavný lalok sa rozštiepi na množstvo úzkych lalokov oddelených ostrými minimami, pričom maximum vyžarovania nastáva pod istým uhlom, väčším ako 0° . Pod nulovým vyžarovacím uhlom anténa takmer nevyžaruje. Vo väčšine prípadov bude horizont, ktorý určuje najnižší elevačný uhol, okolo $1,5$ až $2,5^\circ$. Následkom tejto skutočnosti pravdepodobnosť využitia E_s klesá a súčasne s ňou aj možnosť dosiahnuť spojenie na maximálnu teoretickú vzdialenosť. Nadmorská výška nehrá podstatnú rolu, výškový rozdiel asi 2 km (max.) pri výške vrstvy 110 km nemože podstatne ovplyvniť dosah. Výška je ideálna preto, že prevyšuje okolitý horizont, ktorý sa potom javí ako nízky, dokonca niekedy so zápornými hodnotami uhlov; to umožňuje čas-



Obr. 1.32. Zvýšenie dosahu šírenia E_s

tejšie využiť E_s a dosiahnuť spojenie na maximálnu vzdialenosť. Ako vyplýva z [2] oblaky E_s často, ale hlavne na začiatku výskytu, sa nachádzajú vo výške až 140 km, čo umožňuje preklenúť vzdialenosť až 2500 km. Ako tomu nasvedčujú doterajšie pozorovania, sú tieto prípady dosť zriedkavé.

Za istých podmienok môže dôjsť k šíreniu dvomi skokmi. Taký prípad (obr. 1.29) je na vyšších kmitočtoch (145 MHz) zriedkavý, i keď na stredne vysokých kmitočtoch (50 MHz) je dosť častý. Umožňuje ho ideálny prípad výskytu dvoch oblastí E_s s optimálnou polohou na spojnici korešpondujúcich staníc a súčasný výskyt pre odraz vhodného prostredia uprostred trasy (napr. povrch Zeme, vodná hladina apod.). Preklenutá vzdialenosť je v takom prípade až dvojnásobná. Na uvedených stredne vysokých kmitočtoch boli



Obr. 1.33. Graf pre stanovenie MUF pri E_s



Obr. 1.34. Súčasný výskyt E_s 4. 6. 1978 17.00—18.00

zaznamenané prípady šírenia dokonca 3 resp. 4 skokmi. Takéto prípady sú na vyšších kmitočtoch málo pravdepodobné. Všeobecne možno povedať, že percento výskytu šírenia E_s na vyšších kmitočtoch v porovnaní so stredne vysokými (50 MHz) je asi 10 až 15 % na 100 MHz a len asi 3 až 4 % na 145 MHz.

Skúsenosti ukazujú, že tieto druhy šírenia sa zväčša nesprávajú podľa zákonov geometrickej optiky. V prípade výskytu dvoch oblakov s vysokým elektrónovým gradientom a optimálnou polohou, dochádza k šíreniu na veľmi veľké vzdialenosti bez stredového odrazového bodu na povrchu Zeme (obr. 1.32). Takému druhu šírenia hovoríme — anizotropné šírenie, ktoré je veľmi úzko smerové a dochádza k nemu len vo veľmi úzko vymedzenom azimutálnom sektore. Vyskytuje sa obvykle v prípadoch, keď veľké množstvo obla-



Obr. 1.35. Súčasný výskyt E_s 2. 7. 1978 15.00–16.30

kov E_s vysokej ionizácie umožňuje šírenie na bežné vzdialenosti v pomerne širokom azimutálnom sektore.

Zvýšenie dosahu umožňuje aj súčasný výskyt extrémne vodivého troposférického kanálu (duct) alebo troposférický lom. Časť spojovej trasy prebieha troposférickým kanálom a dlhšia časť šírením E_s (obr. 1.32).

V prípadoch šírenia E_s nad teoretický dosah je veľmi ťažké určiť, o ktorý druh spomenutých šírení sa jedná. Do tejto kategórie možno zaradiť napríklad spojenie medzi 4X41X a EA3LL uskutočnené na pásme 145 MHz dňa 9. 7. 1978 s preklenutou vzdialenosťou okolo 3400 km, alebo OD5MR s CT1WW 28. 6. 1979 na 3800 km.

Doposiaľ sme uvažovali o úplnom odraze s minimálnym ionosférickým útlmom. Dosiahnuť spojenie je však možné aj pri nižšom kritickom kmitočte vrstvy. Vrstva potom neodrazí celú energiu, ale



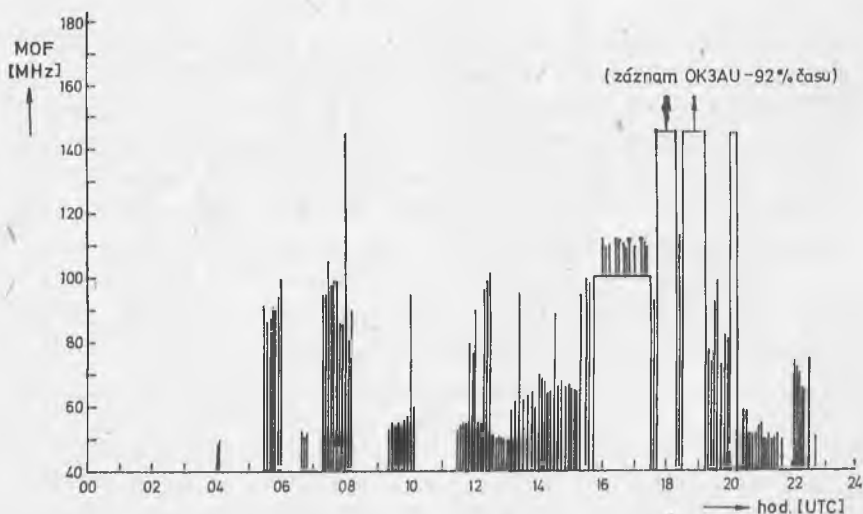
Obr. 1.36. Súčasný výskyt E_s 2. 7. 1978 16.35 – 17.50

len jej časť. Tento efekt je možné prirovnať k čiastočnému odrazu od okenného skla, cez ktoré síce vidíme, ale aj slabý odraz okolia pred oknom — zo strany pozorovateľa. V takom prípade bude spojenie závisieť predovšetkým od vyžiareného efektívneho výkonu, schopného preklenúť ionosférický útlm spojovej trasy. Stanoviť MUF pre taký prípad je možné podľa grafu (obr. 1.33). Pre vysvetlenie: ionosférický útlm asi 120 dB v pásme 145 MHz je schopná preklenúť stanica so špičkovým vybavením (EME). Útlm asi 50 dB môže preklenúť stanica s priemerným vybavením, tzn. výkon vysielača asi 35 W, anténa so ziskom 10 dB, prijímač so šírkou prepúšťaného pásma asi 2 kHz a mierou šumu 8 dB, pre odstup signál/šum viac ako 6 dB. Útlm 10 dB (úplný odraz) prekoná už prenosná stanica o výkone asi 1 W, štvrtvlnnou bičovou anténou a prijímačom so šírkou pásma 10 kHz pri veľmi dobrej zrozumiteľnosti. Približné

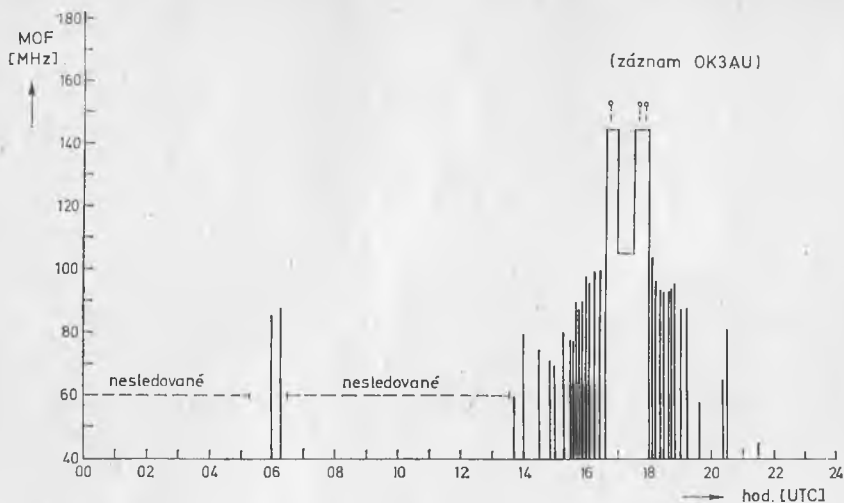
úrovne signálov TV alebo rozhlasových staníc, na základe ktorých je možné stanoviť úroveň ionosférického útlmu sú tieto: veľmi silné signály — 10 dB, stredne silné signály — 30 dB, slabé signály — 60 dB. Pomocou uvedeného grafu sa dá stanoviť možnosť spojenia v pásme 145 MHz na základe príjmu napr. rozhlasovej stanice v pásme FM — CCIR (obr. 1.34 až 1.36).

Geografické rozdelenie hustoty výskytu vrstvy E_s v Európe

Na základe pozorovaní z posledných rokov bolo možné stanoviť oblasti s orografickými vplyvmi a oblasti s kondenzačným otepľovaním, v ktorých sa E_s s kritickým kmitočtom vyšším ako 25 MHz vyskytuje častejšie. Ako je možné vidieť z grafického prehľadu niektorých prípadov výskytu E_s , najznámejšou je oblasť alpská. Veľmi často sa E_s vyskytuje tiež nad Bavorskom, Šumavou a nad Stredozemným morom. Naskytá sa otázka: je táto skutočnosť pravdivá,



Obr. 1.37. Rozdelenie výskytu šírenia E_s v alpskej oblasti 10. 7. 1978



Obr. 1.38. Rozdelenie výskytu E_s v alpskej oblasti 21. 5. 1979

alebo je skreslená tým, že väčšina spojových trás medzi európskymi stanicami prechádza týmito miestami ako stredovou odrazovou oblasťou, takže výskyt E_s je spoľahlivo indikovaný, alebo sa jedná o častý výskyt vyvolaný intenzívnou cirkulačnou činnosťou v týchto oblastiach (obr. 1.37. a 1.38.)?

Všetky predpokladané spojové trasy, prechádzajúce týmito oblasťami, sú vo výhode a rádioamatéri na koncových bodoch týchto trás môžu využívať šírenie E_s častejšie ako rádioamatéri žijúci v iných častiach Európy.

Praktické skúsenosti z využívania šírenia cez vrstvu E_s

Pre indikáciu výskytu a identifikáciu smeru šírenia E_s je vhodné súčasne sledovať kanály TV v I. pásme (55 MHz) a rozhlasové pásmo FM CCIR (88 až 100 MHz). Šírenie začína obvykle tým, že otvorí I. pásmo TV. Na obrazovke TVP sa objaví obraz jednej

stanice, ktorý je postupne vytláčaný ďalším, podľa toho, ako sa oblak E_s presúva. Keď sa obrazovka úplne zatemní, to je znamenie, že oblasť výskytu E_s sa rozrástla a ionizácia stúpa. Pri súčasnom sledovaní pásma FM CCIR sa aj tam postupne objavajú stanice z oblastí, odkiaľ šírenie prichádza. Stanice je počuť najprv na nižších a potom, keď MUF narastá, aj na vyšších kmitočtoch tohoto pásma. Pre príjem rozhlasu FM VKV je vhodné mať anténu na otočnom stožiarí s diaľkovým ovládaním a prijímač mať doplnený indikátorom sily prijímaného signálu. Optimálnym nasmerovaním na najsilnejší signál je možné stanoviť smer, z ktorého šírenie prichádza. Stanovovať smer z obsahu prijímaného vysielania, či podľa toho v akej reči sa vysielanie koná, je veľmi nepresné a vedie k veľkým omylom.

Dobrou a veľmi účinnou pomocou je sledovanie leteckých navigačných všesmerových majákov VOR. Tie vysielajú v pásme 108 až 118 MHz, okrem modulácie 30 Hz a 9960 Hz (informácia o azimutálnom smerníku) je rýchlosťou asi 50 zn./min moduláciou A_2 1020 Hz vysielaný identifikačný znak majáka zložený z 3 resp. 2 písmen. Výkon majákov VOR sa pohybuje podľa určenia od 25 až do 300 W. Použitá polarizácia antén je vertikálna. Z kmitočtu, na ktorom je signál majáka prijímaný a podľa identifikačného znaku sa v zozname dá rýchle orientovať a stanoviť oblasť, z ktorej šírenie prebieha. Istou nevýhodou tohto spôsobu sledovania výskytu šírenia je, že keď je zachytené vysielanie niektorého majáka, je zpravidla možné už v pásme 145 MHz komunikovať. Vysvetlí sa to dá tým, že pokiaľ výkon majáka VOR je obvykle asi 100 W a pre príjem majákov sa používa bežný prijímač s anténou GP, tak lepšie vybavená rádioamatérska stanica používa výkon vysielача asi 250 W vynásobený anténovým systémom až na 1 kW ERP a citlivý prijímač s nízkym šumom, pripojený k anténe so ziskom okolo 16 dB na druhom konci trasy. V porovnaní s pomermi VOR je to, ako keby výkon vysielача VOR bol vyšší ako 200 kW ERP.

Sledovať výskyt E_s podľa rádioamatérskych majákov v pásme 145 MHz nie je spoľahlivé jednak preto, že ich počet je malý, ale aj preto, že ich výkon obvykle neprekročí 50 W ERP. Prípadný záznam takeého majáku však môže dokresliť obraz o výskyte šírenia

v smere, kde je pomerne malá aktivita a jedinou činnou rádioamatérskou stanicou je práve rádioamaterský maják.

Po objavení sa E_s šírenia v pásme CCIR alebo v pásme VOR je vhodné v krátkych intervaloch volať výzvu CW na 144 050 alebo SSB na 144 300 kHz. Na týchto kmitočtoch majú obvykle naladené prijímače záujemci o DX spojenia. Medzi vysielacími intervalmi je potrebné počúvať okolo svojho kmitočtu. Výzva má byť krátka, najviac 30 sekúnd.

Z praxe sú známe prípady krátkodobého šírenia, keď trvalo menej ako 1 minútu, ale i počas tejto pomerne krátkej doby sa spojenie podarilo úspešne nadviazať a kompletne dokončiť. Spojenie má byť krátke, stručné bez zbytočných prieťahov. Obvykle sa vymieňa RS, resp. RST, štvorec QTH a potvrdenie o prijíme. Po výmene informácií sa spojenie ukončí. Protistanicu treba uvoľniť, lebo na spojenie s ňou možno čakajú ďalšie stanice. Kmitočty určené na volanie výzvy nemajú byť obsadzované a po prvom spojení je potrebné sa odladiť na niektorý voľný kmitočet pásma.

Po určitom čase obvykle veľmi rýchlo šírenie zaniká, ale nemali by sme od zariadenia odhadzať a prestať v sledovaní. Prax potvrdila, že podmienky sa obyčajne objavujú znova v niekoľkých maximách. Viď prípady výskytu šírenia 10. 7. 1978 a 21. 5. 1979 (obr. 1.37. a 1.38.).

Smerovanie na protistanicu pri šírení E_s spravidla súhlasí so smerom určeným z azimutálnej mapy, ale tak ako u iných druhov ionosférického šírenia jestvujú náklony vrstiev (E alebo F), môžu sa vyskytnúť náklony vrstvy E_s , ktoré potom spôsobujú odchylku v smerovaní na protistanicu. Zdá sa, akoby anténa „škúlila“ vpravo či vľavo. Hodnota odchylky môže činiť až 15° . V prípade použitých systémov anténových s úzkym vyžarovacím diagramom môže spôsobiť pokles intenzity signálu či dokonca výpadok spojenia.

Elektromagnetické vlny pri rozptyle na E_s prechádzajú rôznorodým prostredím s neznámou hodnotou magnetickej indukcie, čo má za následok stáčanie polarizačnej roviny — Faradayova rotácia. Signál vyslaný ako horizontálne polarizovaný po prechode týmto prostredím mení svoju polarizáciu a dopadá na prijímaciu anténu s istým, predom nedefinovatelným stočením polarizačnej roviny,

ktoré sa navyše môže s časom meniť a spôsobiť zoslabenie signálu, či rýchle úniky. Z toho dôvodu je veľmi účelné používať antény alebo anténové systémy s kruhovou polarizáciou. Zníži sa tak nepriaznivý vplyv zmeny polarizácie a zvýši sa spoľahlivosť spojenia.

Koordinácia sledovania výskytu a pohybu vrstvy E_s

Skúsenosti získané počas posledných rokov potvrdili, že je účelné, aby rádioamatéri z rôznych častí Európy navzájom spolupracovali a vymieňali si informácie o výskyte a pohybe E_s vrstvy. Európska sieť výstrah pracuje na kmitočte 28,333 MHz, kde je súčasne indikovaná prítomnosť E_s šírením short-skip na krátke vzdialenosti. Veľmi dobrým prostriedkom pre výmenu informácií o počutých stanicách, uskutočnených spojeniach či očakávaných výskytoch E_s šírenia sú rádioamatérske prevádzkače. Československá sieť „výstrah E_s “ pracuje na kmitočte 144,450 MHz SSB alebo CW. Podľa toho, čo je tou ktorou stanicou prijímané, sa dá zistiť poloha odrazovej vrstvy a určiť možnosť spojenia z iného miesta. Podľa zakresľovanej polohy vždy po určitom čase je možné určiť smer a rýchlosť pohybu oblakov E_s a predpovedať možnosť výskytu šírenia pre ďalšie stanice.

Záver

V rámci I. oblasti IARU bola vytvorená koordináčna skupina pre sledovanie tohto výskytu. Do sledovania sa zapojili mnohí rádioamatéri i rádioamatérske organizácie a československí rádioamatéri tiež prispeli svojou troškou. Koordináciou sledovania E_s šírenia v rámci ČSSR bol poverený autor tohto príspevku. Žiadame všetkých rádioamatérov, ktorí sa tomuto druhu šírenia budú venovať, aby si robili pravidelné záznamy so všetkými podrobnosťami o vý-

skyte E_s šírenia, či už na I. pásme TV, rozhlasových VKV pásmach, VOR alebo iných pásmach VKV, tak na pásme 145 MHz.

Spojenia dosiahnuté odrazom či rozptylom od E_s sú svojím spôsobom stále ešte unikátne, sú prínosom pre vedecký výskum v tejto oblasti.

Zvládnutie otázok šírenia E_s na VKV umožní cielovedome využiť takéto šírenie k preklenutiu rekordných vzdialeností a pomáha rozširovať základné poznatky o šírení VKV.

Literatura

- [1] F8SH, *S. Canivec*: See/50 Doc. Reg. I IARU, The part of the radio amateur scientific observation of the VHF — sporadic E propagation, 1976.
- [2] Sporadic E-cleaning up nature: RSGB Radio Communication č. 3/78.
- [3] DJ2RE, *Dr. Walter Eichenauer*: Sporadisch E in Stichwörten, DUBUS č. 4/78.
- [4] *T. E. Damon*: Interrelation of Ionospheric Sporadic-E with Thunderstorms and Jet Streams, J. Geophys. Res., č. 5/66.
- [5] *C. G. Park, M. Dejnákarintra*: Penetration of Thundercloud Electrical Fields into the Ionosphere and Magnetosphere — Middle and Subauroral Latitudes, J. Geophys. Res., sv. 78, č. 28, 1. október 1973.
- [6] *J. D. Whitehead*: Ionisation Disturbances Caused by Gravity Waves in the Presence of an Electrostatic Field and Background Wind, J. Geophys. Res., sv. 76, č. 1, 1. jan. 1971.
- [7] WA4MVI, Poznámka v rubrike „World Above 50 MC“ QST č. 5/78.
- [8] HG5FN, *Béla Kertész*: Az E_s és az URH terjedés, RT č. 4/78.
- [9] F8SH, *S. Canivec*: Analysis of the vhf-long distance sporadic E opening of 24 May 1971, Reg. I IARU, Dec. 1973.
- [10] SM5AGM, Calculating MUF for Sporadic-E, DUBUS č. 1/77.
- [11] Technical Propagation Report of 9 July 1974 F8SH N° IARU/ /SEPN 03.

CO SE DĚJE V TROPOSFÉŘE?

Pro lepší porozumění šíření elektromagnetického záření v troposféře uveďme několik základních vztahů, kterými se řídí vývoj a průběh poměrů v troposféře, tedy ve vzduchové vrstvě, obklopující naši planetu od povrchu do výšky přibližně 10 km.

Vzduchová hmota v přízemní vrstvě se skládá přibližně z 21 objemových procent kyslíku a 78 objemových procent dusíku. Zbývajících 1 procento doplňují inertní plyny, zejména argon a dále oxid uhličitý. Pokud nebudeme přihlížet k plynným součástem, které se do této vzduchové směsi dostávají činností člověka jakožto odpadní průmyslové exhalace, představovala by vzduchová hmota směs, chovající se přibližně jako plyn s konstantními termodynamickými parametry, přičemž bychom nacházeli jejich různé hodnoty pro různé výšky nad zemským povrchem a pro celou troposféru bychom mohli vcelku snadno stanovit parametry průměrné. V takové troposféře by však existovalo počasí, které si vůbec nedovedeme představit. Pravděpodobně by se blížilo tomu, které známe ze suchých tlakových výší přicházejících zejména na jaře, se silným prouděním na osvětlené části zemského povrchu a klidnými jasnými nocemi, kdy za bezvětrí povrch rychle vyzařuje nahromaděné teplo a přízemní vrstvy vzduchu prochládají až dost hluboko pod bod mrazu.

Tomu by tak bylo, kdyby — kdyby se ve vzduchu nerozpouštěla další velmi významná složka — vodní pára. Obsah vodní páry ve vzduchu kolísá podle dané situace a i v mezích, které pozorujeme, je překvapivě velký. Tak např. při teplotě 20 °C a relativní vlhkosti 91 %, což je hodnota blízko nasycení, je v krychlovém metru vzduchové hmoty rozpuštěno přibližně 17 gramů vodní páry. Jinými slovy, kdyby se povedlo tuto vodní páru rychle zkondenzovat, vytěžili bychom z každého krychlového metru vzduchu 17 gramů vody, což představuje zhruba 17 ml objemu, tedy malou líčkovou skleničku.

Vodní pára, fáze plynná, se však v troposféře uplatňuje daleko výrazněji jednak svým parciálním tlakem, jednak svým tepelným obsahem. Při uvedeném příkladu se podílí vodní pára na celkovém tlaku svým parciálním tlakem přibližně 2,25 hPa (hektopascalů, tj. 22,5 milibaru, resp. 17 torrů). Jestliže by panoval právě tlak vzduchu 1022 hPa, působila by vodní pára ve vzduchové hmotě rozpuštěná tlakem asi 2,2 kPa, zbytek 1000 hPa by představoval tlak suchého vzduchu. Vzduch nasycený vodní párou má podstatně větší tepelný obsah — entalpii — než vzduch suchý. Vlhký vzduch proto potřebuje k svému ohřátí mnohem více tepla, které, zmizí-li podmínky pro udržení vodního obsahu v plynné fázi, tj. když vodní pára zkondenzuje a výsráží se, se vybaví a obvykle rychle vyzáří do okolního prostoru. Tyto termodynamické pochody způsobují výrazné nehomogenity vzduchových hmot, které podporují i jejich vzájemnou nemísitelnost a tím v podstatě vzniká to, co jsme odjakživa pojmenovali počasím.

Ze stavovojenné rovnice ideálního plynu ($p \cdot v = n \cdot R \cdot T$, kde p je tlak, v objem, T teplota, n a R konstanty) vychází, že hlavními parametry budou tlak a teplota, zatímco objem budeme považovat za hodnotu neměnnou, vymezenou určitou oblastí, v níž budeme statiku i dynamiku ovzduší sledovat.

Tlak vzduchové hmoty, který měříme buď na povrchu nebo v určitých výškách je tlakem, v němž je sečten parciální tlak suchého vzduchu, tj. bez vodní páry a tlak vodní páry právě v tomto vzduchu obsažené, resp. rozpuštěné. Naměřený tlak vzduchu je tedy tlakem vzduchu vlhkého a jeho poměrem k vzduchu suchému vlastně měříme jeho vlhkost, pokud ovšem známe hodnotu, při které teplotě by právě ve vzduchu obsažená vodní pára kondenzovala. Musíme znát i teplotu pozorovaného vzduchu. Tím se dostáváme k pojmu vlhkosti vzduchu a rosného bodu. Tlak měříme obecně v kilopascalech (kPa); zatím se (v r. 1983) v meteorologii používá jednotka milibar (mbar), která se rovná jednotce hektopascal (hPa), zavedené už v literatuře. Původní vyjadřování tlaku v milimetrech (mm) nebo torrech (torr) neodpovídá již mezinárodní soustavě jednotek. Pokud jsou údaje ve starší literatuře ještě v těchto jednotkách, pak platí vztahy: 1 hPa = 1 mbar = 1,333 torr = 1,333 mm,

nebo $t \text{ torr} = 1 \text{ mm} = 0,75 \text{ hPa} = 0,75 \text{ mbar}$, $10 \text{ hPa} = 1 \text{ kPa}$.

V konkrétních podmínkách je tedy měřený tlak vzduchu tlakem vzduchu vlhkého, který se zejména od sousedící vzduchové hmoty odlišuje nejen velikostí tlaku, ale i vlhkostí a v neposlední řadě i teplotou. Z hlediska rozdílu tlaku hovoříme o barických útvarech, tj. o vzduchových masách, lišících se od sebe hlavně svým tlakem, ať už tento rozdíl je vyvolán rozdílnou vlhkostí nebo teplotou, nebo rozdílnou vlhkostí i teplotou.

Hlavními barickými útvary jsou tlaková níže — cyklóna a tlaková výše — anticyklóna. V přízemní situaci mohou tyto základní útvary nabývat různých forem. Hovoříme například o hřebenu vyššího tlaku, tlakovém sedle nebo plochem, nevýrazném tlakovém poli, výběžku vyššího tlaku apod. Tyto tvary jsou dány průběhem izobar. Jestliže — pokud ovšem máme naměřené hodnoty — zakreslíme do mapy izobary, získáme přehled o tlakové situaci v přízemní vrstvě. (První taková mapa byla nakreslena v r. 1816.) Z průběhu izobar lze snadno určit polohu středů tlakových níží i výší a získat tak přehled o rozdělení tlaku vzduchu v povrchových vrstvách. Totéž lze zakreslit i ve vyšších hladinách, např. v hladině 800 hPa a 500 hPa (tzv. absolutní topografie).

Vznik základních tlakových útvarů se obvykle vysvětluje teorií tzv. polární fronty, i když v novější době je po ruce řada dalších interpretací. Pro pochopení si představme dvě vzduchové hmoty, z nichž chladnější a sušší leží nehybně na sever, řekněme od 50° severní šířky a teplejší a vlhčí se prostírá na jih od této čáry. Rozhraní obou hmot si představme jako rovinu, která je ve zvoleném bodu 50° rovnoběžky kolmá k rovině poledníkové kružnice procházející tímto bodem. Chladný a suchý polární vzduch, který se projevuje vyšším tlakem než jižně uložený vzduch teplejší a vlhčí, má také v důsledku svého termodynamického stavu větší hmotnost. Proto se snaží vytěsnit teplejší vzduch z příslušného prostoru, a to tak, že nejprve jeho hmota klesá z větších výšek k povrchu, kde smýkavým pohybem vedeným ve směru poledníků k jihu zvedá teplou vzduchovou hmotu do výše, což je podporováno i samotnou vlastností vytěsňované hmoty, vystoupit nad vzduch o větší měrné hmotě. Nastává elementární cirkulace, v níž chladnější a sušší vzduch

proudí při zemi od severu k jihu a naopak nad ním ve výšce proudí teplejší a vlhčí vzduch od jihu k severu.

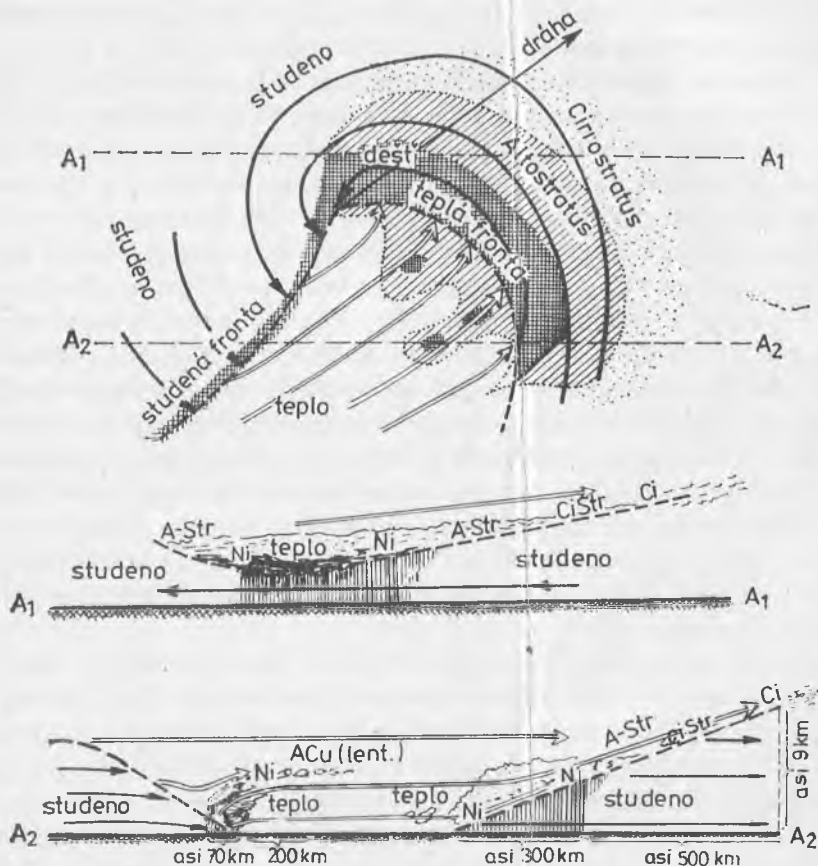
Vlivem tzv. Coriolisových sil, tj. vlivem zemské rotace, nastává na severní polokouli stáčení proudnic tak, že studený vzduch se vklínuje pod teplý zhruba od severozápadu a teplý vzduch se dostává nad studený přibližně od jihovýchodu. Vzniká jakýsi vír, v jehož středu znamenáme nejnižší tlak. Zbylé okolní masy vzduchu, které se této cirkulaci nezúčastní, si představme jako stacionární vzduchové hmoty o rozdílném tlaku, teplotě a vlhkosti. Zejména oblast studeného vzduchu je nápadná svým vysokým tlakem, takže uprostřed této oblasti znamenáme tlak v podstatě nejvyšší. Z toho vyplývá, že kruhově, cyklicky se stáčející proudění představuje poruchu stavu dvou vzduchových hmot oddělených od sebe rozhraním — polární frontou. Tento cyklický, spíše spirálovitý vír tvoří hlavní tlakový útvar, cyklónu, tlakovou níži nebo jiným názvem tlakovou poruchu (obr. 1.39.).

Pro cirkulaci vzduchu v přízemních vrstvách odvodil v r. 1860 holandský meteorolog C. H. D. Buys-Ballot důležité tzv. větrné pravidlo, které lze formulovat zjednodušeně takto: V tlakové níži proudí při zemi vzduch okolo středu níže v kladném smyslu, tj. proti chodu hodinových ručiček a naopak, okolo středu tlakové výše proudí v přízemní vrstvě vzduch ve smyslu záporném, tedy ve směru chodu hodinových ručiček. Toto pravidlo je důležité zejména pro předpovídání vývoje dané synoptické situace. Lze podle něho však i přibližně lokalizovat polohu tlakové níže i výše vůči pozorovacímu místu z pouhého směru větru. Tak například při silném a trvalém severozápadním větru lze odhadnout polohu výše přibližně nad britskými ostrovy a polohu středu tlakové níže v oblasti Baltiku apod.

V souvislosti s výkladem o polární frontě a vzniku tlakových níží jejím porušením — zvlněním — si znovu povšimněme směru stáčení obou zúčastněných vzduchových hmot. Teplý a vlhký vzduch, ležící jižně od frontálního rozhraní, je při zemi podtékán studeným a suchým vzduchem od severu se stáčením k severozápadu a je odsunován postupně nejprve krátce k jihu a dále k jihovýchodu a konečně k východu a severovýchodu. Současně je podtékán studeným vzduchem zvedán do výše nad zbývající studený vzduch

v severní a severovýchodní oblasti poruchy. Takto vlastně odtržená část teplého vzduchu tvoří jakýsi teplejší klín v okolním vzduchu studenějším, přičemž hraniční plochy tohoto klínu vybíhají od země šikmo vzhůru na obě strany a sbíhají se ve středu klínu — tlakové níže.

Styčná plocha na přední straně níže, tj. na čele směru jejího pohybu, představuje jakousi nakloněnou rovinu vybíhající do výše, po které je klouzavým pohybem tlačén teplejší vzduch nad stude-



Obr. 1.39. Schematické znázornění postupující tlakové níže

ný. Toto rozhraní jmenujeme teplou frontou. Styčná plocha na zadní straně níže vybíhá od země do výše směrem vzad a je v podstatě tlačnou plochou, jíž je teplý a vlhký vzduch odtlačován vzduchem studeným a suchým ve směru cyklonální cirkulace. Toto rozhraní nazýváme studenou frontou. Na teplé i studené frontě nastává vlivem náhlého stavojevného stříhu vzduchových hmot vždy kondenzace vodní páry, která se viditelně projeví oblačností. Protože dynamické poměry na teplé a studené frontě jsou rozdílné (pohyb vzduchu na teplé frontě je klouzavý, její plocha je tedy spíše kluzná, studená fronta je plochou spíše tlačnou), jsou i rozdílně tvary oblaků tvořící se na frontách.

Oblačnost teplé fronty je charakteristická především vysokou oblačností, kterou se projevuje její nástup. Tato oblačnost se tvoří v nejvyšších hladinách troposféry, resp. tam, kam až teplý a vlhčí vzduch klouzavě stačil vystoupit. Obvykle vzniká ve výši okolo 8000 m a protože v této výšce je teplota vždy hluboko pod bodem mrazu, je kondenzát z ledových krystalků, tvořících charakteristické řasy — cirry. Ty směrem sklonu teplé fronty houstnou v cirrostratus, souvislý povlak, jímž ještě stačí prosvítat slunce nebo měsíc, který však dále houstne v oblačnost ve středních výškách, asi okolo 4000 až 5000 m. Při přechodu výrazně vyvinuté teplé fronty znamenáme další houstnutí oblačnosti, objevuje se altostratus a altocumulus, který dále přechází v hustou nízkou oblačnost typu stratus a nimbostratus se spodní hranicí těsně nad zemí (okolo 300 m, často i méně). Pod touto oblačností jsou již pozorovány trvalé srážky, jejichž trvání se řídí rozsahem fronty, rychlostí jejího pohybu i její orientací vůči směru pohybu a vůči určitému pozorovacímu místu.

Za teplou frontou pozorujeme obvykle zřetelné zvýšení teploty a projasňování, neboť v těchto místech tlakové níže dosahuje teplý vzduch již k zemi a v této oblasti je tedy vzduchová hmota homogenní. Tuto oblast níže nazýváme obvykle teplý sektor, někdy teplý výběžek. V něm nepozorujeme výraznější oblačnost, někdy bývá v teplém sektoru jasno a teplota rychle vystoupí vlivem slunečního záření.

Oblačnost studené fronty nastupuje záhy za teplým sektorem. Je

charakteristická kupovitými oblaky typu cumulus, které podle teplotních a vlhkostních poměrů zejména v teplém sektoru a v podtékajícím studeném vzduchu a v neposlední řadě podle termodynamických poměrů na studené frontě samé, mohou mít nejen rychlý vývoj, ale i značnou mohutnost, zejména tvoří-li se věžovité útvary typu cumulonimbus, jejichž vrcholy dosahují někdy až k horní hranici troposféry.

Za studenou frontou zaznamenáme nutně vzestup tlaku a pokles teploty a vlhkosti, jelikož k zemi pronikl již okolní vzduch těchto vlastností.

Obvykle se za studenou frontou vyvine situace charakteristická pro výběžek vyššího tlaku, s málo oblačným, chladnějším počasím. Vývoj se ovšem řídí i podle toho, jak byla porucha vyvinutá a jak se deformovala nad kontinentem. Většina poruch se totiž tvoří nad Atlantikem převážně mezi 40° až 70° severní šířky, pokud do úvahy zahrnujeme jednak jen severní polokouli a evropský kontinent, jednak oblast Středozevního moře a severní břehy afrického kontinentu. Z dlouholetých pozorování bylo odvozeno, že cyklonální poruchy se tvoří nad oceánem v určitých oblastech zejména u jižního cípu Grónska (Cap Farvel) nebo u Islandu, v neposlední řadě ve středním Atlantiku a odtud postupují východním směrem nad evropský kontinent po téměř zákonitě vymezených drahách. Souvisí to především se situací v polárních oblastech a s podmínkami pro vytvoření alespoň přibližně definované polární fronty, což je ve většině případů podmíněno skluzou polárního vzduchu k jihu, resp. k jihovýchodu.

Zmíněné dráhy jsou například: 1. střední Atlantik — Island — jižní Skandinávie — Baltik — oblast Leningradu, 2. Cap Farvel — britské ostrovy — Francie — střední Evropa — Ukrajina, 3. střední Atlantik — jižní Francie — severní Itálie — Jugoslávie — Ukrajina a podobně. Tato klasifikace cyklón je z předpovědního hlediska významná. O pohybu zejména jižních cyklón značnou měrou rozhoduje i orografický vliv výrazných pohoří, jako jsou Pyreneje a Alpy; u nás, ač nevysoké, mají značný vliv české pohraniční hory včetně Českomoravské vrchoviny, které často dovedou změnit i nejlépe vypracovanou předpověď na základě všech moderních analytických prostředků.

Rychlost pohybu cyklón z oceánu nad kontinent je mimo jiné dána tlakovým gradientem, tj. spádem tlaku na jednotku vzdálenosti. Na synoptické mapě se jeví velký tlakový gradient zhuštěním izobar, naopak izobary řídké signalizují gradient malý. Cyklóna, k jejímuž středu tlak rychle klesá, je vždy aktivnější proti cyklóně s malým tlakovým spádem. Aktivita se projevuje zejména velmi rychlou cirkulací vzduchu kolem středu cyklóny, což vyvolává i její rychlý postup nad pevninu. Postupem aktivity ubývá a zejména nad pevninou se vlivem změny termodynamických podmínek projevy cyklóny mírní. Vír teplého vzduchu podporovaný případně i teplým povrchem pevniny se zvedá do výše a porucha okluduje — uzavírá se. Vyvinutá teplá a studená fronta v přízemní vrstvě vzájemně splývají ve frontální útvar, mající vlastnosti jak teplé, tak studené fronty. V tom případě hovoříme o frontě okluzní. Okluze je v přízemní vrstvě v podstatě posledním stadiem vývoje cyklony a signalizuje její brzký zánik.

Pro troposférické šíření elektromagnetických vln je tedy především rozhodující morfologie a aktivita rozhraní dvou, někdy i více vzájemně obtížně mísitelných vzduchových hmot. Existenci těchto rozhraní i jejich přibližnou polohu v prostoru prozrazuje především oblačnost, v jiných případech náhlé změny hlavních meteorologických prvků, tj. tlaku, teploty a vlhkosti i směru a síly větru.

Empiricky je odvozeno několik pravidel, z nichž lze usuzovat na pravděpodobnou možnost výraznějšího troposférického šíření.

Troposférický odraz, tj. troposférické vedení elektromagnetického záření řádu desítek a stovek MHz je pravděpodobné, když:

1. Za studenou frontou nastalo rychlé stoupání tlaku a je přítomno bezvětří.
2. Je-li jasná obloha, nápadně modrá, zvláště v zimním období.
3. Zvětšila-li se za studenou frontou nápadně horizontální dohlednost.
4. Mají-li cumulonimby studené fronty přerušeny vertikální vývoj tím, že se jejich věžovité tvary na horním okraji prostírají do stran, aniž by šlo o tzv. „kovadinu“ ve velké výšce, typickou pro cumulonimbus capillatus.
5. Přichází-li teplá fronta jen zvolna, zvláště v zimních měsících.

Naopak troposférické šíření je málo pravděpodobné, jestliže:

1. Nastupující cyklóna je aktivní vzhledem k rychlosti pohybu a rychlosti cirkulace kolem ní.
2. Je-li za studenou frontou zbytková oblačnost, zejména čočkovitého tvaru (cumulus lenticularis).
3. Je-li zřetelný suchý zákal nebo kouřmo.
4. Tvoří-li se přes den tzv. oblačnost z mlh.
5. Je-li za studenou frontou s bouřkami dusné mlhavé počasí.

Každý může pozorovat počasí. Stačí několik prostých přístrojů: tlakoměr (naučíme se přepočítat jeho údaje na hladinu moře), teploměr (dáme pozor, abychom měřili teplotu vzduchu a ne zdi, u které je připevněn a která má tepelnou setrvačnost), naučíme se rozeznávat druhy mraků, zjišťovat směr větru a odhadovat jeho rychlost. Můžeme sledovat meteorologické faktory a z jejich změn si učinit představu o místní situaci a dalším vývoji.

Synoptickou mapu známe z televize. Můžeme ji nakreslit podle rozhlasového hlášení v 08.30 hodin a doplnit údaje, které během dne odposloucháme z rozhlasu a z korespondence amatérských stanic. Jednotlivé body front a izobar jsou udány pětímístnými číslicovými skupinami, v nichž první číslice označuje, jestli je dotyčný bod západně od nultého poledníku (0) nebo východně (3). Další dvě číslice znamenají rovnoběžku a poslední dvě poledník. Mapa zahrnuje západní a střední Evropu.

Pobřežní stanice poskytují povětrnostní informace z jejich oblastí. Například Quickborn, DDH47, vysílá telegraficky na kmitočtu 147,3 kHz v 09.48, 10.18, 21.55 a 22.25 GMT zprávy o počasí nad Atlantským oceánem: výstrahy před bouřemi, výklad povětrnostní situace a údaje pro nakreslení synoptické mapy. Současně se vysílá na 11 039 kHz (DDJ9) a na dalších kmitočtech, které se během roku mění.

Zprávy o situaci nad Atlantským oceánem vysílá také i Saint Lys, FFT4, na 8550 kHz v 08.50 a 17.50, i jiné stanice. Takto je možno získávat povětrnostní informace z důležitých oblastí.

DDH47 a DDJ9 rozšiřují v 08.30, 09.05, 20.30 a 21.05 podrobné zprávy o pozorování ve vybraných meteorologických stanicích s údaji zakódovanými do pětímístných skupin. Historický vývoj meteo-

rologických kódů můžeme sledovat v lit. [1], [2] a [4], kódy nyní platné jsou vysvětleny v [5] a [7]. Souborné zprávy z jednotlivých států se už přestaly vysílat radiotelegraficky a předávají se dálnopisem. Kdyby si jednotlivec chtěl z takových zpráv nakreslit synoptickou mapu, trvalo by mu to několik hodin. Tuto práci za nás udělají meteorologické ústavy, které vydávají hotové synoptické mapy. Ty se vysílají způsobem F4, tzv. facsimile. Přijímací přístroj za čtvrt až půl hodiny nakreslí mapu na papír. Když je mapa hotova, sejme ji a můžeme začít studovat rozložení jednotlivých útvarů a uvažovat, jak se bude počasí vyvíjet v příštích dnech i jaký bude mít vliv na šíření velmi krátkých vln [8]. Dlouhovlnné stanice, vysílající facsimile (např. československá OLT21 na kmitočtu 100,75 kHz), používají kmitočtového zdvihu ± 150 Hz, stanice krátkovlnné ± 400 Hz, některé americké stanice ± 500 Hz.

Facsimile slouží k přenosu map, výkresů a jiných grafických materiálů, které zůstávají v přijaté formě trvale uchovány. Znalost povětrnosti je důležitá pro námořní plavbu a moderní lodní radiostanice jsou vybaveny zařízením pro příjem facsimile. Amatéri se věnují tomuto druhu komunikace zatím jen v některých státech. Například JAFA (japonská organizace amatérů pěstujících facsimile) měla začátkem roku 1982 154 členů, z toho 4 zahraniční. Pořádá soutěže a z technických problémů věnuje velkou pozornost barevnému přenosu. Českoslovenští radioamatéři se zabývali příjmem obrázků v polovině třicátých let. Karel Koksa z Přerova, ex-OK2KP, vystavoval vlastnoručně zhotovený přijímač a zachycené obrázky na výstavě u příležitosti 50 let Čs. rozhlasu v r. 1973 v Praze. Povětrnostní synoptické mapy, které před několika desítkami let zachycoval, byly stále ještě dobře čitelné.

Literatura

- [1] *Rudolf Schneider*: Předpovídání povětrnosti. Jednota čs. matematiků a fyziků, Praha 1928.
- [2] *A. V. Kunic*: Sinoptičeskaja meteorologija. Gidrometeoizdat, Moskva 1947.

- [3] *Korolkov*: Počasí a jeho předpovídání. Naše vojsko, Praha 1950.
- [4] Linkes meteorologisches Taschenbuch. Akademische Verlagsgesellschaft Geest & Portig. Leipzig 1951.
- [5] The Admiralty List of Radio Signals, vol. III. a vol. IV.; Hydrographer of the Navy 1980.
- [6] *Bin-Datton*: Radiometeorologija. Gidrometeorologičeskoje izdatělstvo, Leningrad 1971.
- [7] Kódovací příručka. Sborník předpisů, sv. 12. Hydrometeorologický ústav, Praha 1978.
- [8] *OKIPG, OKIQI*: Super DX podmínky — říjen 1977. Radioamatérský zpravodaj, 6/1978, str. 14.
- [9] *S. Chromov*: Meteorologie a klimatologie. Alfa, Bratislava 1968.
- [10] *M. Schmidt*: Meteorológia pre každého. Alfa, Bratislava 1980.
- [11] *Pavel Šír, OKIAIY*: Mimořádné způsoby šíření VKV v troposféře; Radioamatérský zpravodaj, 4/1977, str. 11 a 5/1977, str. 12.
- [12] *Ing. Jan Klabal*: Vliv meteorologické situace na šíření VKV; Amatérské rádio 6/1973, str. 233, 7/1973, str. 273 a 8/1973, str. 309.
- [13] *Pavel Šír, OKIAIY*: Mimořádné způsoby šíření VKV v troposféře; Seminář lektorů techniky VKV Českého radioklubu Svazarmu, Pardubice, 14.—15. července 1979.

Ondrej Oravec, OK3AU

TROPOSFÉRA A VKV

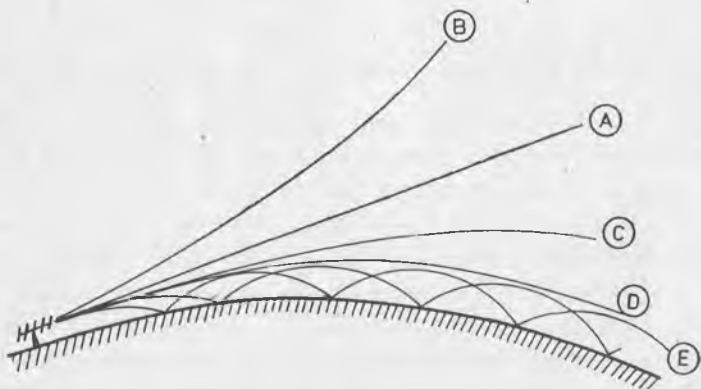
Základným prvkom, ktorý určuje elektrické vlastnosti prostredia, je dielektrická konštanta (permitivita) daného prostredia. S tou je spätá, priamo závislá, hodnota indexu lomu — N , ktorú môžeme stanoviť podľa vzťahu $N = \sqrt{\epsilon}$. Naopak, hodnota dielektrickej konštanty prostredia — troposféry, je závislá od základných meteorologických prvkov, ktoré tu hrajú prvotnú úlohu — od teploty, atmosférického tlaku a od vlhkosti vzduchu. Pretože dielektrická konštanta vzduchu pri povrchu Zeme je len o málo väčšia ako 1, bude sa líšiť index lomu len o hodnotu veľmi malú proti jednotke — rádovo až o tri desaťtisíciny a vertikálny gradient indexu lomu, ktorý

charakterizuje zmenu indexu lomu v závislosti od zmeny výšky, bude mať hodnotu: $g = -4,3 \cdot 10^{-8} \cdot \text{m}^{-1}$.

V normálnej troposfére index lomu plynule klesá s narastajúcou výškou. Tak ako klesá teplota, tlak a vlhkosť vzduchu s pribúdajúcou výškou, bude sa tiež meniť v závislosti od zmeny teploty, tlaku a vlhkosti vzduchu dielektrická konštanta daného prostredia a v dôsledku toho meniť — zmeňovať aj index lomu.

Ako sa VKV ohýbajú v troposfére

1. Keď index lomu v závislosti od výšky bude hodnota stála, bude vertikálny gradient indexu lomu $g = 0$, v takom prípade pôjde o homogénne prostredie, lom nenastáva a VKV sa budú šíriť priamočiare (viď obr. 1.40. krivka A).
2. V prípade, že index lomu sa s pribúdajúcou výškou zväčšuje, potom vertikálny gradient indexu lomu $g > 0$. Môžeme hovoriť o zápornom troposférickom lome, ktorý spôsobuje, že dráha VKV sa uchyľuje smerom hore, paprsky sa oddiaľujú od povrchu Zeme. To spôsobuje pokles možnej vzdialenosti pre spojenie (viď obr. 1.40. krivka B).



Obr. 1.40. Ohyb vln v troposfére

3. Keď zmenšovanie indexu lomu bude prebiehať lineárne, potom gradient indexu lomu $g = dN/dh$ bude hodnotou zápornou a stálou pre všetky vrstvy vzduchovej hmoty. V takom prípade bude rýchlosť šírenia sa VKV rovnomerne stúpať so zvyšujúcou sa vzdialenosťou od Zeme. Dôsledkom toho sa bude ich dráha ohýbať k zemskému povrchu; hovoríme o kladnom lome — o kladnej refrakcii.

Kladný troposférický lom, obecné povedané, nastáva, keď je vertikálny gradient indexu lomu menší ako nula ($g < 0$). Dráha papršlekov VKV v troposfére sa pri kladnej refrakcii uchyluje smerom k povrchu Zeme.

Kladná refrakcia môže byť podľa svojej veľkosti rozdelená na:

- a) štandardnú — takýto prípad nastáva v dobre premiešanej troposfére pri adiabatickom priebehu teploty v závislosti na výške a vertikálny gradient indexu lomu má hodnotu nepremennú $g = -4,3 \cdot 10^{-8} \cdot \text{m}^{-1}$. Šírenie v takom prípade presahuje optický dosah. Ekvivalentný polomer Zeme činí $R_{\text{ekv}} \approx 8500 \text{ km}$ (obr. 1.40);
- b) kritickú refrakciu — index lomu klesá s výškou rýchlejšie ako pri strednom stave troposféry. Pri hodnote vertikálneho gradienta indexu lomu $g = dN/dh = -1,57 \cdot 10^{-7} \cdot \text{m}^{-1}$ nastanú podmienky, pri ktorých zakrívanie papršlekov VKV je také, že prebieha rovnobežne so zemským povrchom, t. j. ekvivalentný polomer zakrivenia dráhy VKV je zhodný s polomerom Zeme (viď obr. 1.40);
- c) nadkritický lom — superrefrakcia — vznik vlnovodného kanálu vzniká v prípade, keď klesá index lomu s narastujúcou výškou veľmi rýchle a keď vertikálny gradient indexu lomu dosahuje hodnoty menšej ako $-1,57 \cdot 10^{-7} \cdot \text{m}^{-1}$. V takom prípade je polomer zakrivenia dráhy papršlekov VKV menší ako polomer Zeme — vlny sa vracajú späť k zemskému povrchu. Niekoľkonásobné odrazy (predpoklad — rovinatý terén alebo vodná hladina) spôsobujú, že sa vytvára troposférický vlnovod a VKV sa šíria na veľké vzdialenosti (obr. 1.40.).

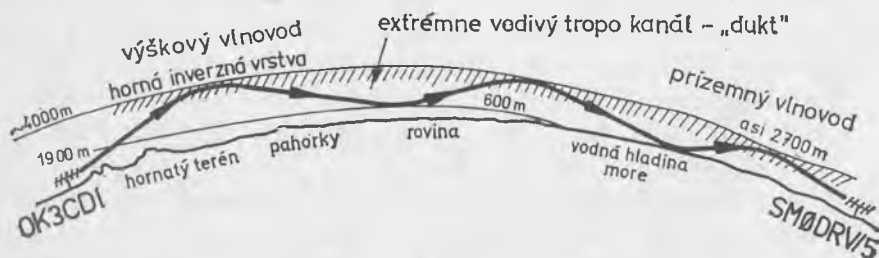
Z hľadiska diaľkového a superdiaľkového troposférického šírenia VKV má najväčší význam kritický a nadkritický lom. Schematický nákres spôsobu, akým sa šíria VKV v prípade nadkritického lomu, pripomína proces, akým sa šíria elektromagnetické vlny v dielektric-

kom či kovovom vlnovode. Spodnú stenu takého vlnovodu nahradzuje zemský povrch alebo vodná hladina a hornú stenu hranica troposférickej vrstvy, v ktorej dochádza k nadkritickému lomu. Rozdiel je len v tom, že v dielektrickom či kovovom vlnovode sú elmag. vlny odražené od pravidelnej rovnej steny takmer bez strát, kým vlny v troposférickom prízemnom vlnovode sledujú zakrivenie a nerovnosti zemského povrchu, ktorý je pre tieto kmitočty nie príliš ideálnym vodičom, čo spôsobuje značný útlm v šírení VKV.

Spojenie medzi korešpondujúcimi stanicami je možné, pokiaľ sa obe stanice nachádzajú na koncoch takéhoto vlnovodu, alebo jedna stanica vo vlnovode a druhá na konci resp. obe stanice sú vo vlnovode.

Analógia s vlnovodom je príčinou, že oblasť superrefrakcií v troposfére je často nazývaná troposférickým vlnovodom a šírenie v podmienkach superrefrakcií sa nazýva vlnovodným. Takéto vlnovody môžu vzniknúť okrem prízemnej vrstvy aj vo vyšších vrstvách ovzdušia, keď následkom vhodnej meteorologickej situácie dôjde k prípadu výskytu dvoch výškovo rozdielnych vrstiev spôsobujúcich superrefrakciu. Medzi týmito vrstvami sa bude šíriť signál VKV ako vo vlnovode s veľmi malým útlmom. Výškový vlnovod sa nazýva tiež „duct“. Pritom také „vlnovody“ sa môžu objavovať po celej trase šírenia alebo len v niektorých jej častiach (úsekoch — viď obr. 1.41.).

Účinný troposférický vlnovod môže vzniknúť len v prípade, keď hrúbka steny „vlnovodu“ bude väčšia ako kritická vo vzťahu k po-



Obr. 1.41. Schematický rez troposférou

užitej vlnovej dĺžke. Podľa empirických vzťahov bude potrebná hrúbka vlnovodu nasledovná:

$$b = \frac{\lambda}{2,5 \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt{M}},$$

kde b — hrúbka steny v m,

λ — použitá vlnová dĺžka,

M — amplitúda „ductu“ (najväčšia pozorovaná bola 40).

Pri našich výpočtoch sme použili $M \sim 30$.

Hodnoty stanovené výpočtom sú nasledovné:

Pre pásmo 144 MHz hrúbka steny musí byť najmenej 160 m, pre pásmo 432 MHz aspoň 50 m, kým pre pásmo 1296 MHz postačí len 15 m. Tejto skutočnosti využívajú rádioamatéri žijúci na okraji morských zálivov k spojeniam na pásmach uhf a shf (10 GHz — kde hrúbka steny postačí len asi 0,3 m a výskyt takéhoto šírenia nad vodnou hladinou je častý). Meteorologické pozorovania ukázali, že steny troposférických vlnovodov sú hrubé od niekoľkých metrov až do niekoľkých desiatok metrov a občas v prípade extrémnych podmienok prevyšujú aj 200 m.

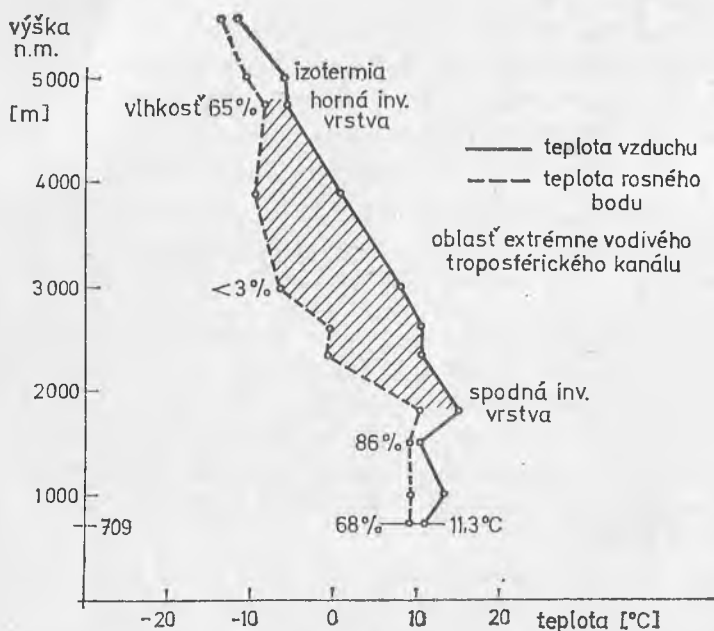
Aké sú predpoklady pre vytvorenie superrefrakcií

Vytvorenie troposférických vlnovodov je spôsobené predovšetkým teplotnou inverziou s veľmi suchým vzduchom alebo silným poklesom vlhkosti. Pribeh tlaku vzduchu v závislosti na výške nemá podstatný vplyv na proces vzniku takejto oblasti, pretože so zmenou tlaku pri povrchu Zeme sa úmerne mení tlak v rôznych výškach. Hlavným činiteľom ostáva pribeh teploty a vlhkosti vzduchu v závislosti na výške.

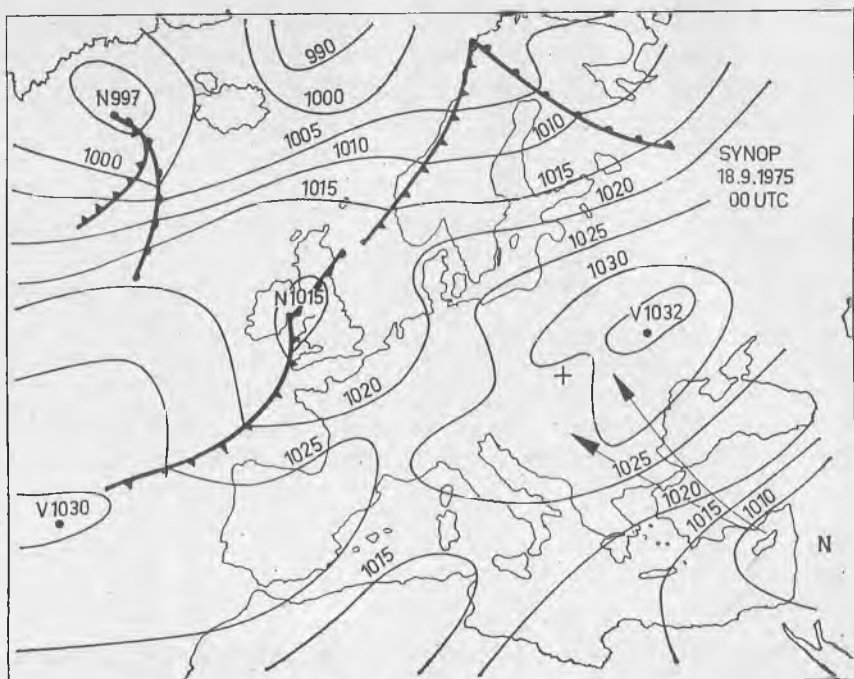
Teplotnou inverziou nazývame jav, pri ktorom teplota vzduchu namiesto toho, aby klesala s narastajúcou výškou, ako v prípade normálnej troposféry, táto neklesá, ale naopak relatívne prudko vzrastá.

Teplotná inverzia môže vzniknúť obecné z troch príčin:

- teplá advekcia: vzniká pri horizontálnom prenose teplých až horúcich vzduchových mäs, keď sa tieto nasunú nad vychladený zemský povrch či vodnú hladinu. Takéto inverzie sa vyskytujú počas zimy alebo začiatkom jari, keď povrch Zeme je ešte pokrytý snehovou pokrývkou, nad ktorý sa presunú masy teplého vzduchu tropického či subtropického pôvodu, alebo v prípade, že sa nad vodné hladiny prenesie teplá vzduchová hmota zo súše. Tu však musia byť zachované isté meteorologické predpoklady, napr. keď sa teplý vzduch následkom vetra prenáša ponad vodné hladiny, tento sa rýchlo ochladzuje a naberá vlhkosť, v takom prípade nie sú vytvorené predpoklady pre pokles vlhkosti s výškou (obr. 1.42.);
- radiačné ochladenie: intenzívnym slnečným žiarením sa počas



Obr. 1.42. Vertikálny rez troposférou



Obr. 1.43. Synoptická mapa z 18. 9. 1975

dňa pôda ohreje a nahromadené teplo odovzdá počas noci späť vzduchovým vrstvám, ktoré sú blízko Zeme. Teplejšia vzduchová hmota vystupuje smerom hore. Súčasne s vyžarovaním tepla do priestoru sa zemský povrch ochladzuje. Inverzia tohto druhu je výrazná najmä v ranných hodinách tesne pred východom Slnka, keď sa prechladí aj prízemná vrstva ovzdušia. Jav vzniká často v jesenných či zimných mesiacoch a jeho výška sa pohybuje od 300 do 800 m nad zemským povrchom;

- inverzia poklesová: klesajúce vrstvy v oblasti anticyklóny sa následkom stláčania ohrievajú. Tak sa môže stať, že sú teplejšie ako po nimi ležiaca prízemná vzduchová vrstva.

V mnohých prípadoch pôsobia tu spomenuté príčiny súčasne.

Postupující frontální porucha vytvárá tiež rozhranie vzduchových hmôt, ktoré spôsobuje odraz či lom VKV. Využívúc tejto príčiny vzniku inverzie je možné komunikovať pozdĺž frontálnej poruchy až na vzdialenosť okolo 700 km (obr. 1.43.).

Literatúra

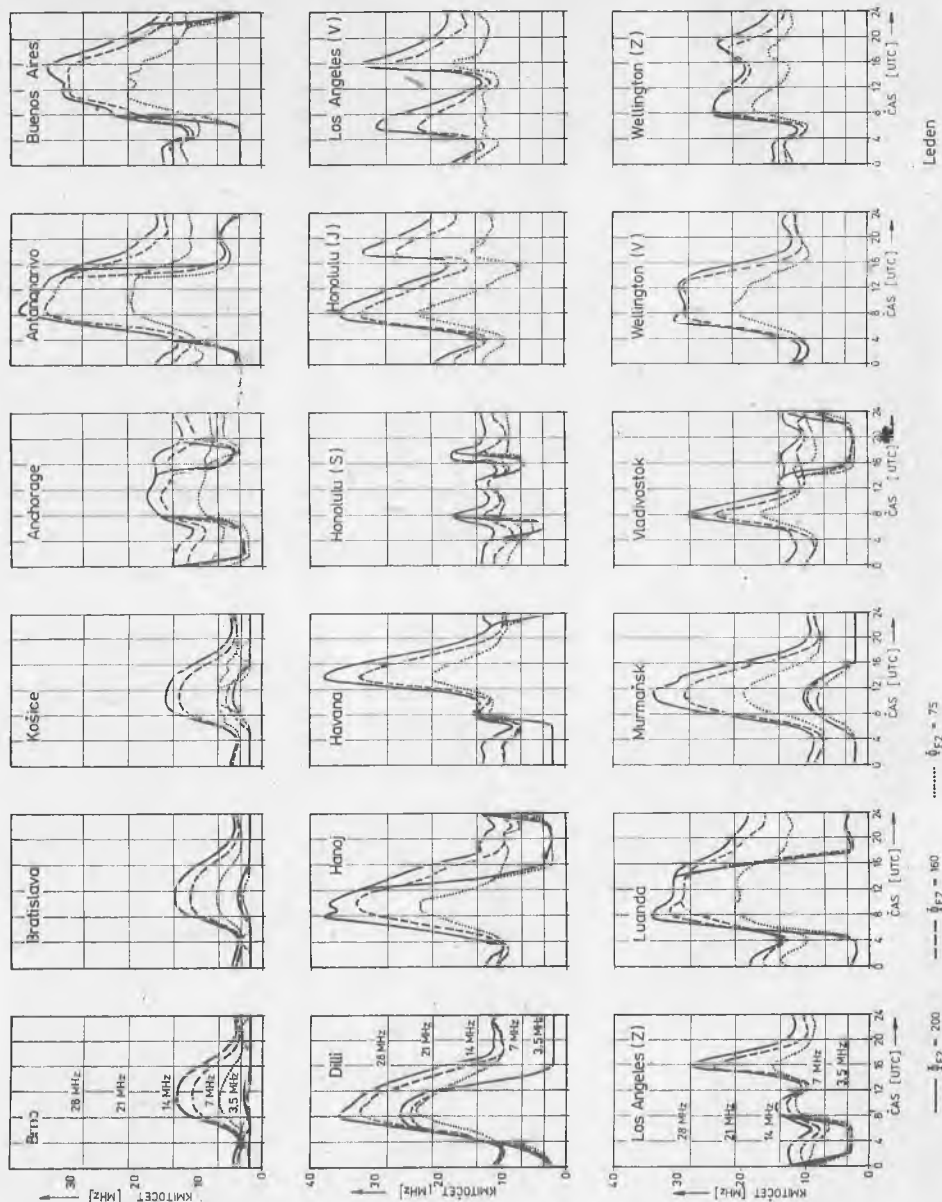
- [1] *Rambousek, A.*: Amatérská technika VKV, Praha 1961.
- [2] VHF Communication 1/1973.
- [3] *A. T. Starr*: Radiotechnika VKV, SNTL 1962.
- [4] *Fecht, K.*: Troposferne prochozhenie, Radio SSSR 1/1976.
- [5] *Kovářík, M.*: Příručka rádiového spojení, Praha 1965.

Doc. Ing. dr. Miroslav Joachim, OK1WI

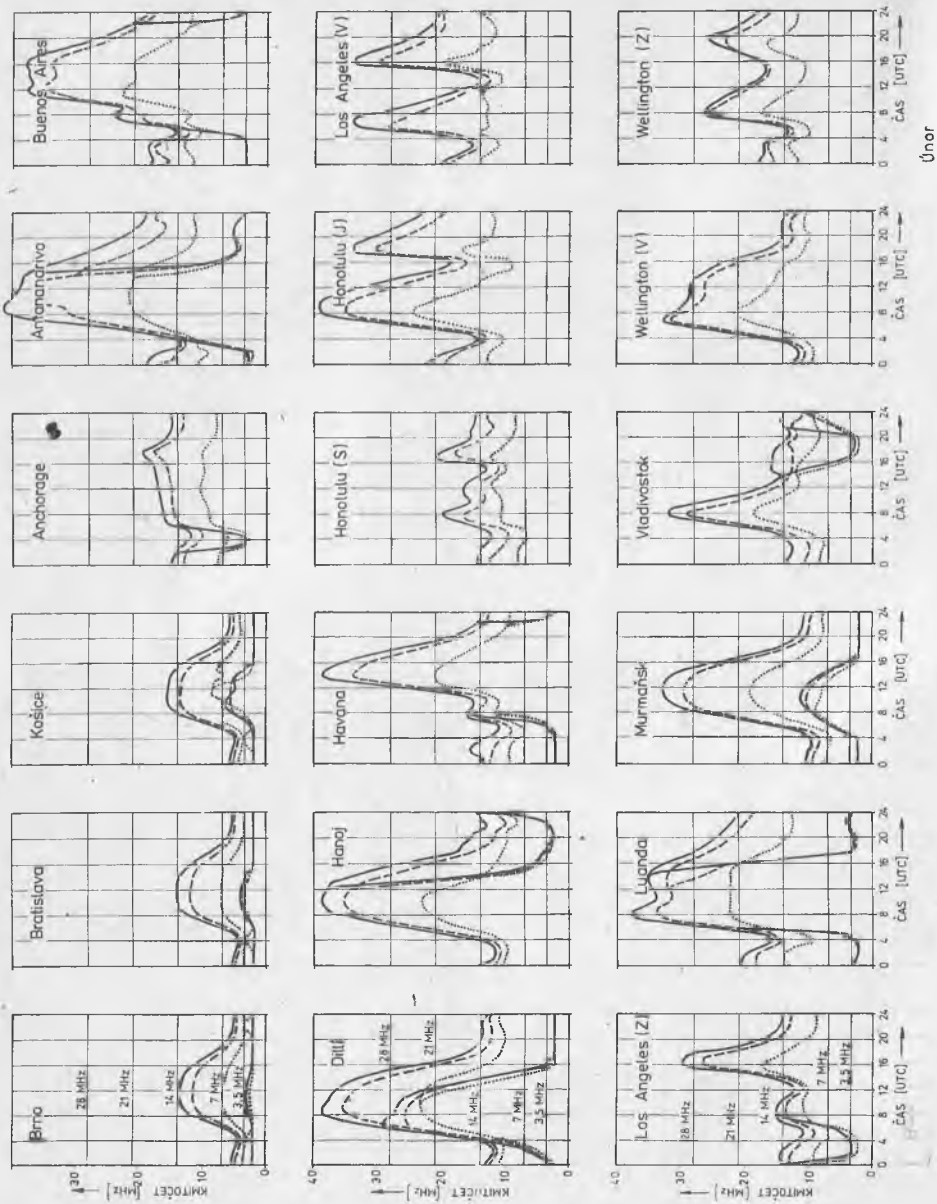
POUŽITÍ „VĚČNÉ“ PŘEDPOVĚDI IONOSFÉRICKÉHO ŠÍŘENÍ

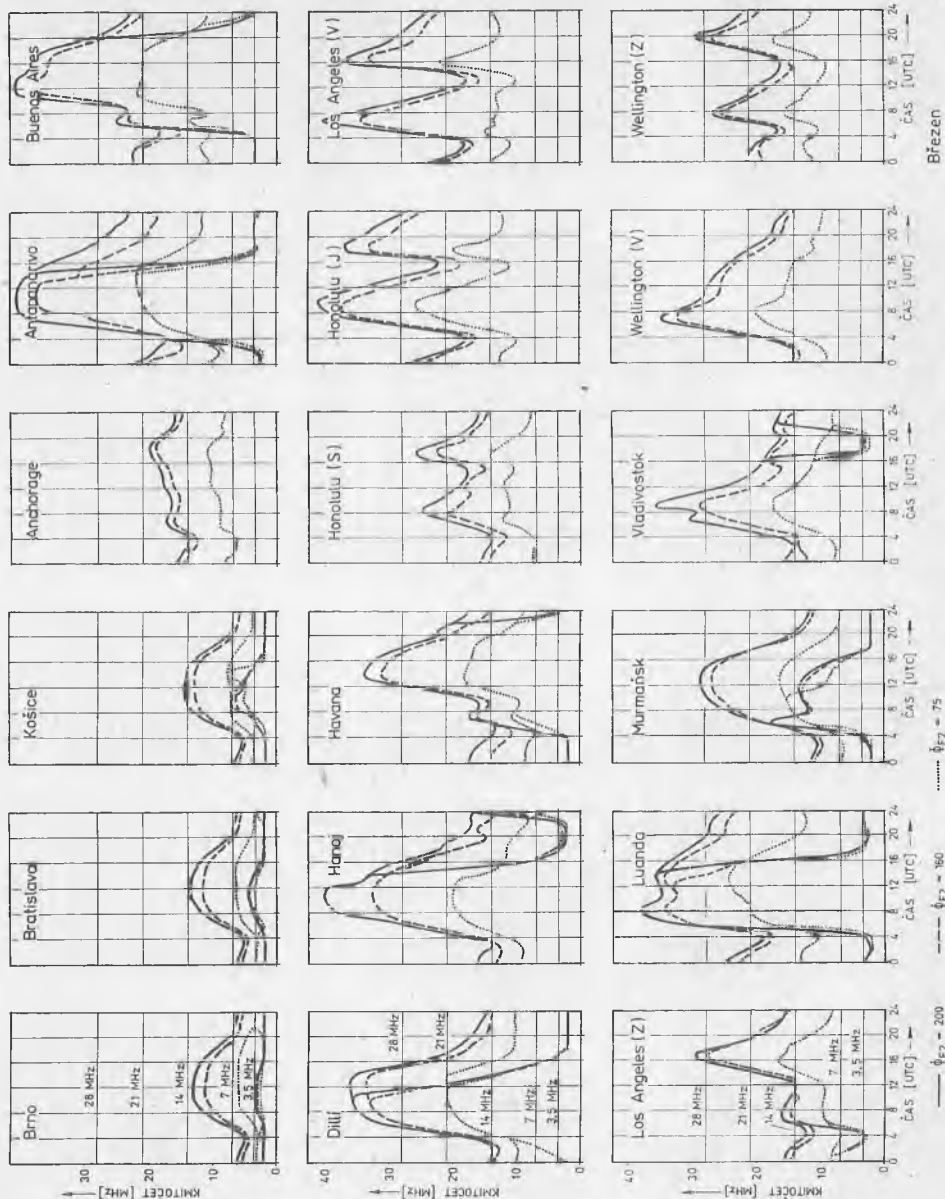
Předpovídání ionosférického šíření dekametrových vln má u nás dlouhodobou tradici, jak o tom svědčí literatura [1, 2, 3, 4] vydaná již před druhou světovou válkou. Velkým pokrokem byla v roce 1958 práce [5], které se dostalo ocenění na mezinárodním poli. Současný stav předpovědi ionosférického šíření a výhled do budoucnosti uvádí ve své knize M. Joachim [6].

K vypracování předpovědi je především nutno znát předpokládaný ionosférický index Φ_{F2} , uváděný v jednotkách $10^{-22} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{Hz}^{-1}$. Jeho podrobná definice je uvedena v lit. [6]. Stručně řečeno, je založen na nelineární korelaci mezi kritickými kmitočty $foF2$ ve třinácti osvědčených ionosférických stanicích a tokem slunečního šumu Φ na kmitočtu 2800 MHz. Výhodou tohoto indexu proti dříve používanému dvanáctiměsíčnímu klouzavému průměru čísla slunečních skvrn R_{12} je lepší korelace s hodnotami $foF2$ a okolnost, že hodnota Φ_{F2} je známa již v měsíci následujícím za pozorováními hodnot Φ

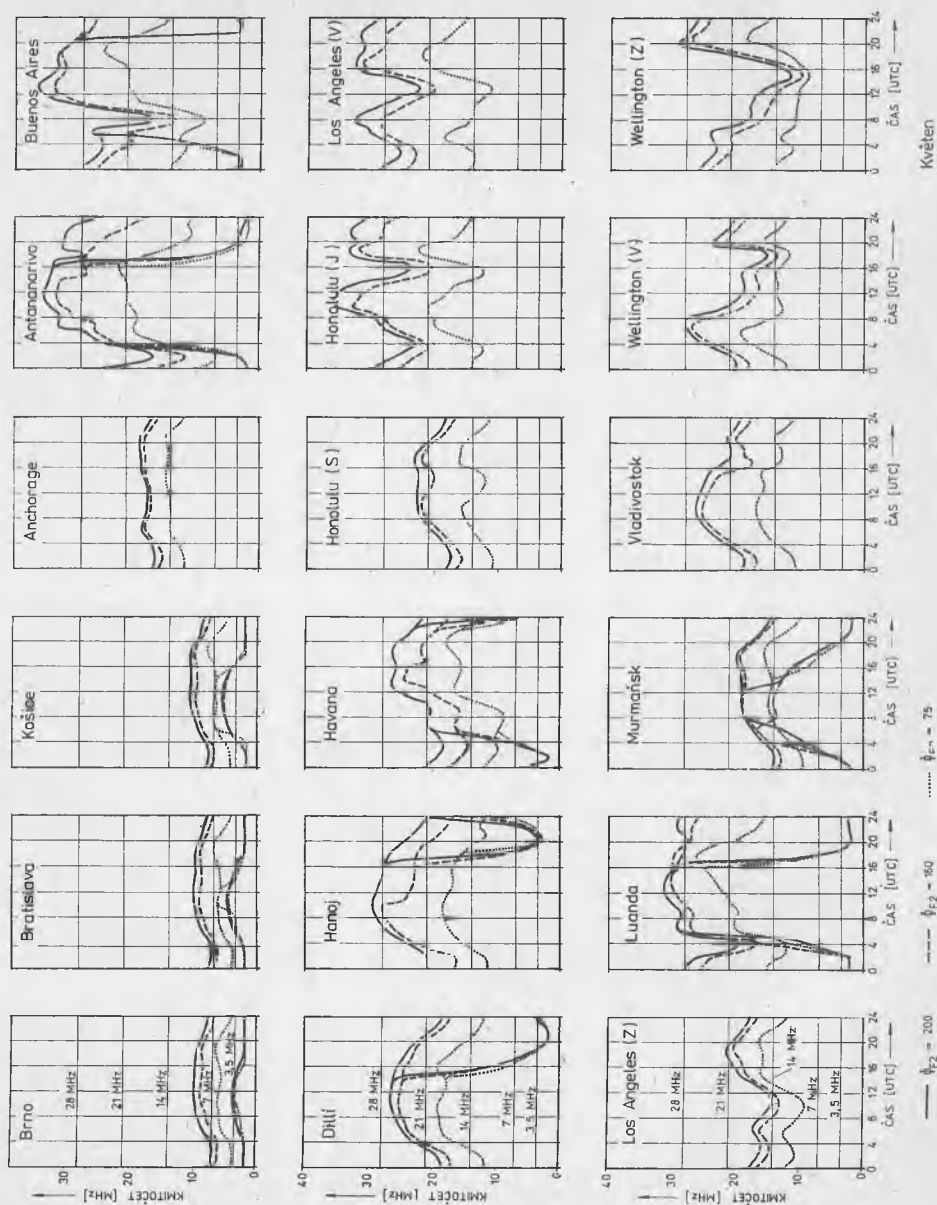


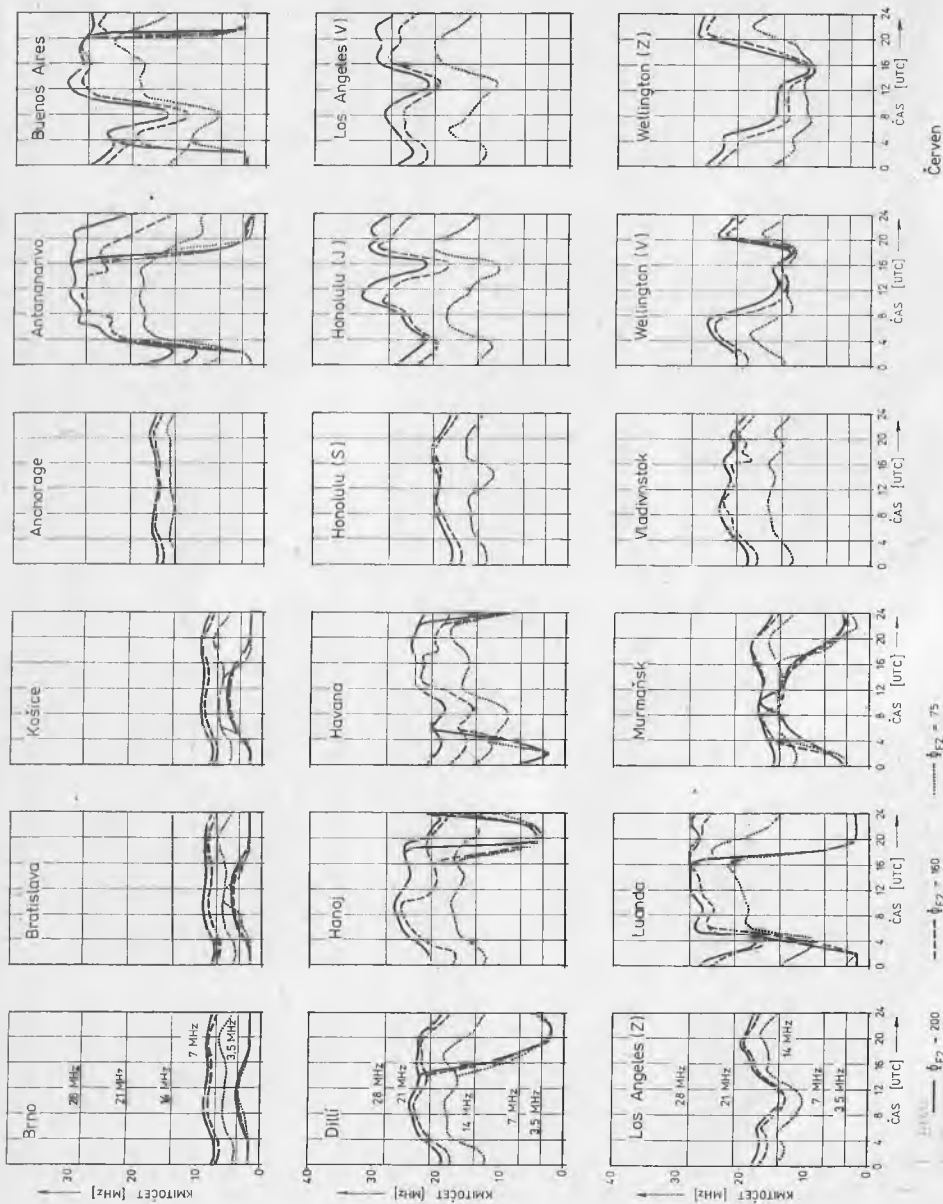
Obr. 1.44. — 1.55.

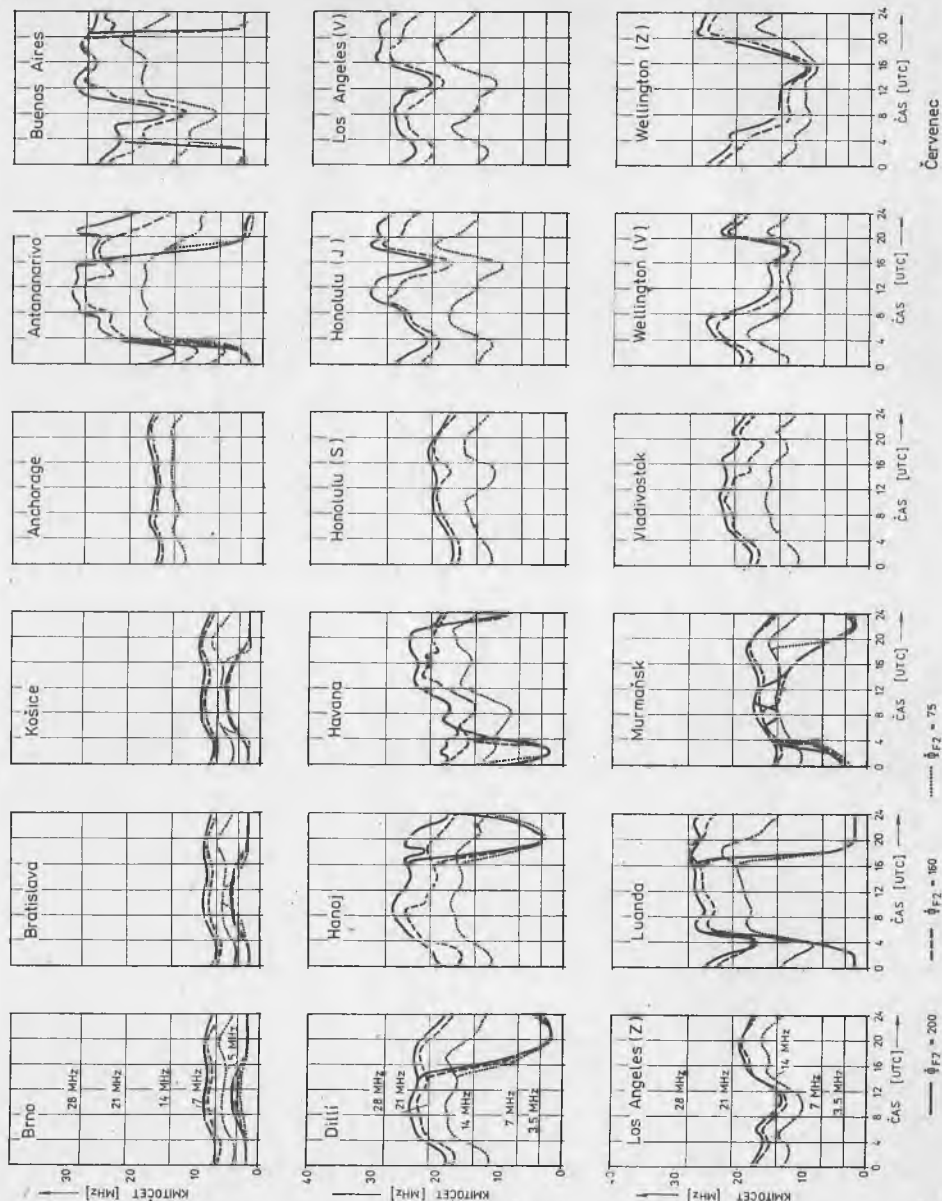


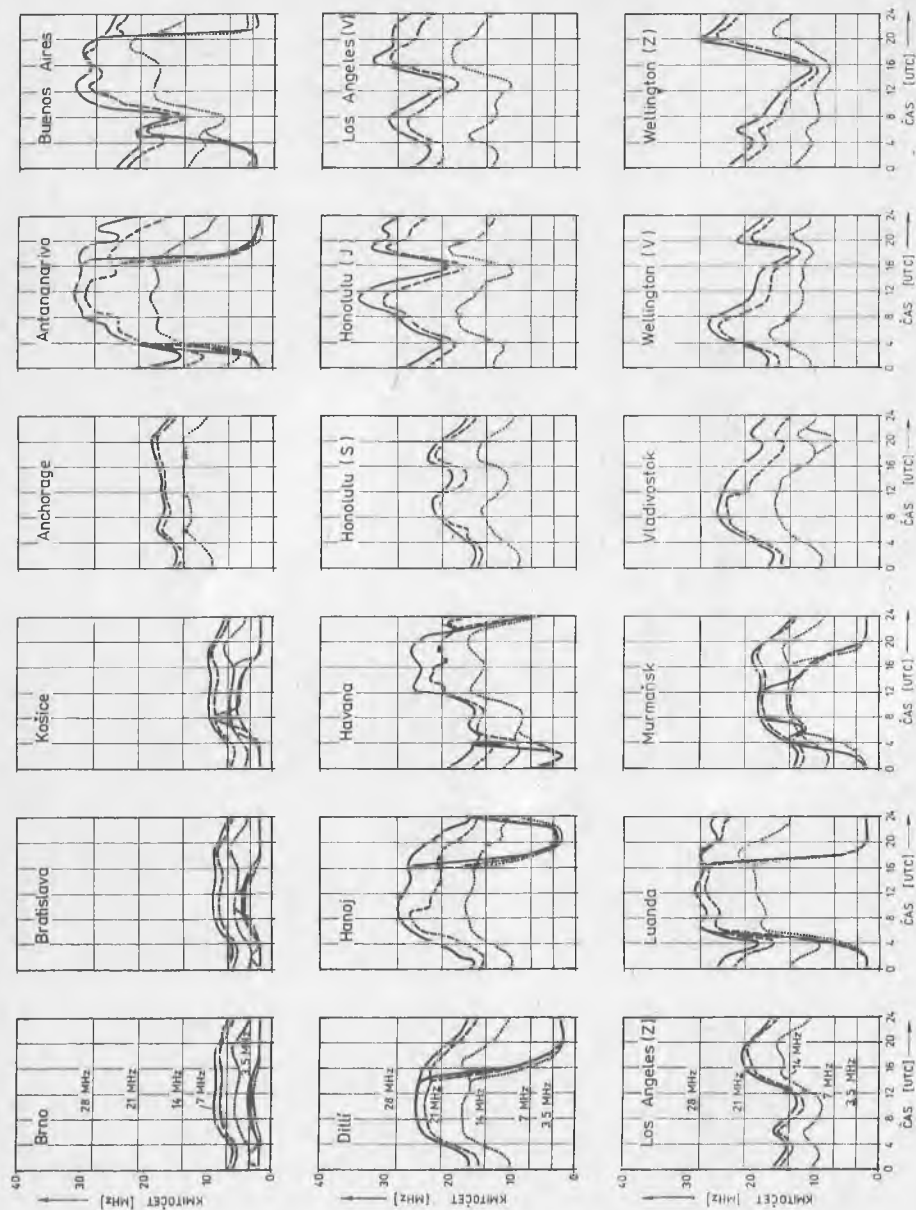


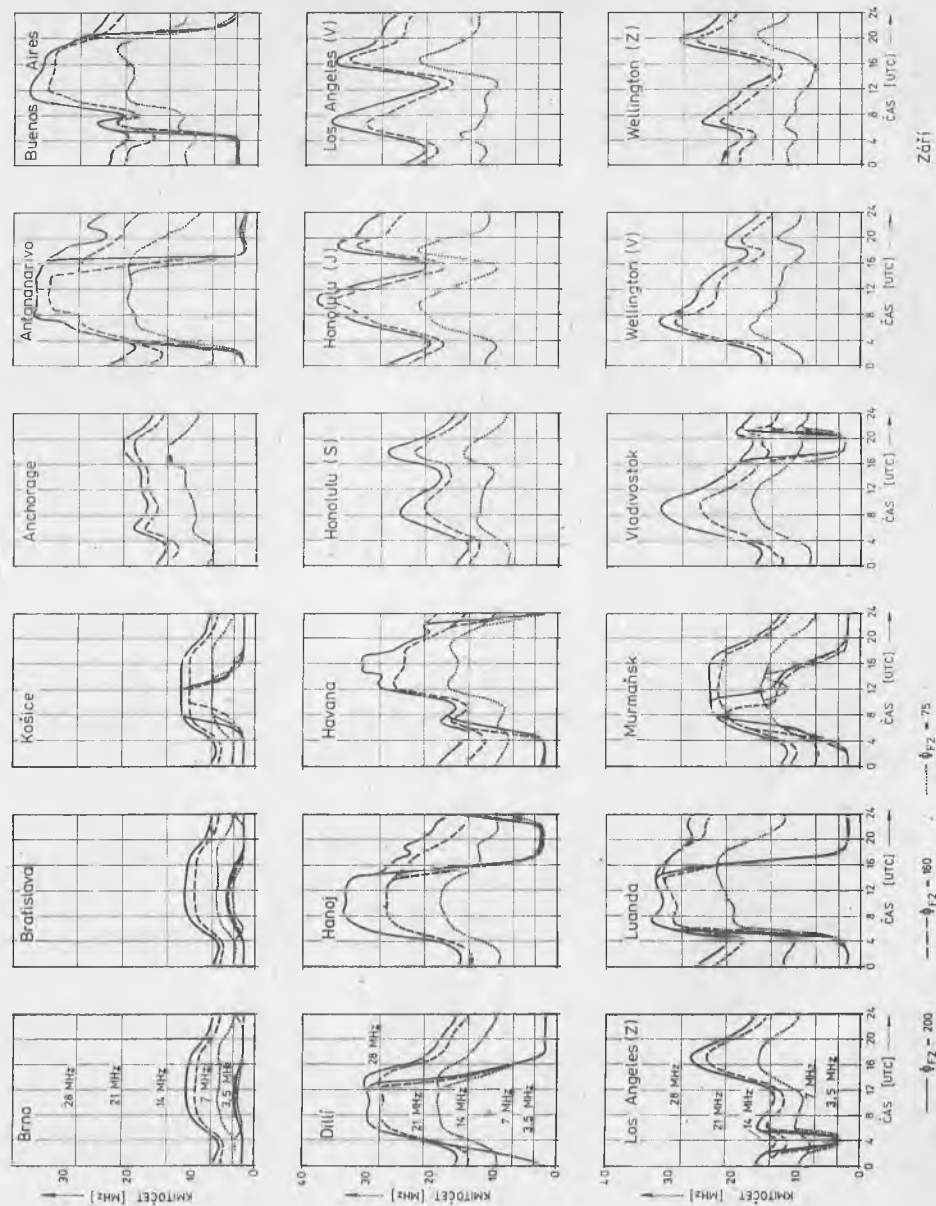


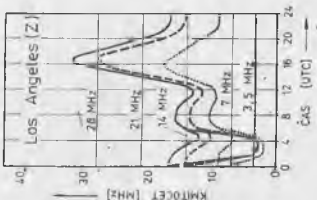
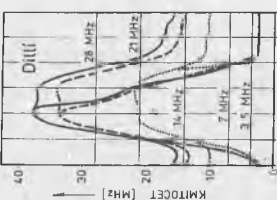
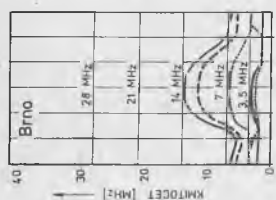
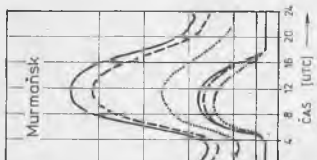
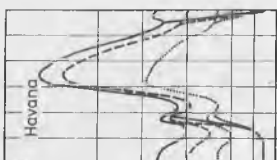
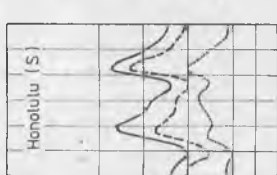
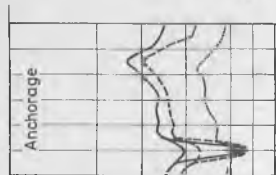
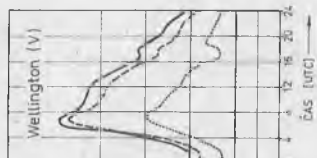
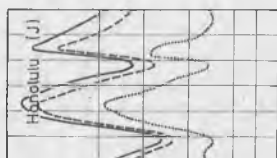
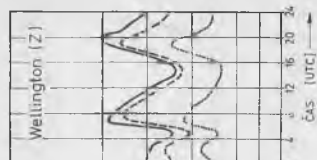
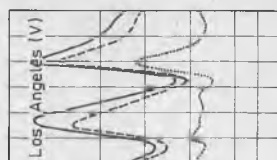


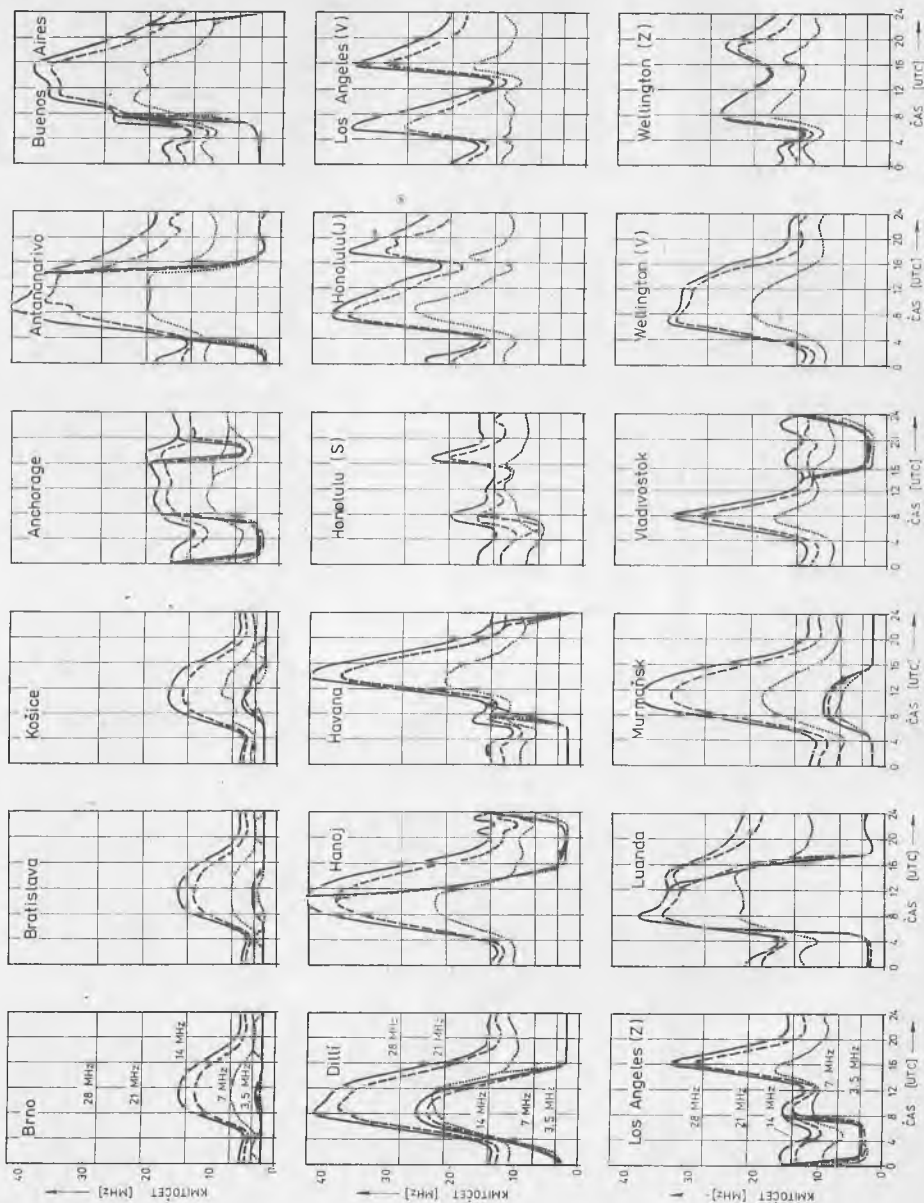


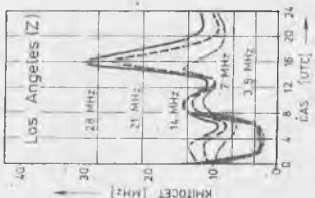
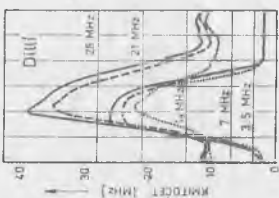
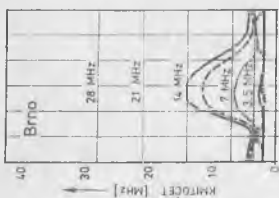
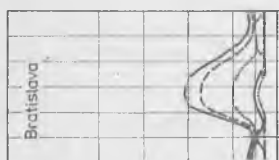
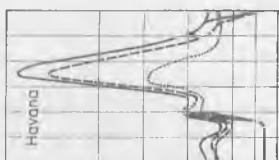
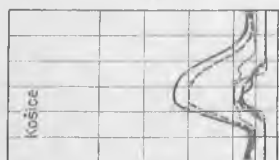
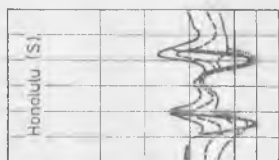
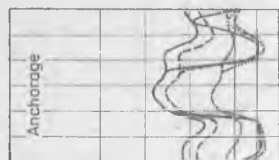
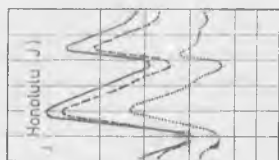
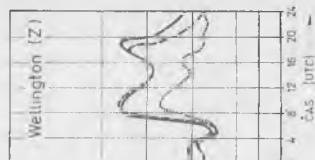
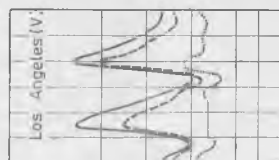












a f_oF_2 , zatímco hodnota R_{12} je známa až za 7 měsíců. Tím je přesnost předpovědi R_{12} značně snížena.

Připojených 12 diagramů pro 12 měsíců roku umožňuje vypracovat předpověď pro „klidnou“ ionosféru, pro kterýkoli den v roce, pro 18 tras vycházejících z Prahy. Kdyby se projevil zájem o některou další trasu, je možno diagramy doplnit. Plně vytažené křivky na diagramech platí pro $\Phi_{F_2} = 200$, dlouze čárkované pro $\Phi_{F_2} = 160$ a tečkované pro $\Phi_{F_2} = 75$. Mezi nimi můžeme interpolovat, případně v malých mezích mimo uvedený rozsah extrapolovat. Potřebnou hodnotu předpovědi indexu Φ_{F_2} najdeme v literatuře nebo ji vyslechneme ve vysílání OKICRA. Pokud se spokojíme s menší přesností předpovědi, můžeme použít také dříve používaného dvanactiměsíčního klouzavého průměru čísla slunečních skvrn R_{12} . A tom případě plně vytažené křivky na diagramech odpovídají asi $n_{12} = 160$, čárkované $R_{12} = 110$ a tečkované $R_{12} = 10$. Korelace čísla R_{12} s ionosférickými hodnotami je menší než u Φ_{F_2} a hlavně, číslo R_{12} se může určit až se sedmiměsíčním zpožděním, což podstatně snižuje přesnost jeho předpovědi (musíme překlenout sedmiměsíční mezeru). Hodnota čísla slunečních skvrn (nevyhlazená, tj. R místo R_{12}), tj. běžné číslo slunečních skvrn, jak je můžeme zjistit např. dotazem na hvězdárně, se k ionosférické předpovědi nehodí. Pokud tedy známe předpověď R_{12} , učiníme interpolaci (nebo extrapolaci) mezi hodnotami $R_{12} = 10, 110$ nebo 160 stejně jako při použití Φ_{F_2} .

Každý z diagramů uvádí křivku MUF, tj. křivku s pravděpodobností výskytu spojení 50 %, a to pro 15. den každého měsíce. Je-li hodnota předpokládaného ionosférického indexu jiná než 200, 160 nebo 75, musíme mezi křivkami interpolovat (případně mimo ně extrapolovat). Můžeme to udělat graficky (od oka) nebo vynést hodnoty MUF pro 200, 160 a 75 jednotek pro určitou hodinu UTC na milimetrový papír a takto nalezené body spojit plynulou čarou. U hodnoty předpovídaného indexu najdeme MUF pro tuto hodnotu UTC. Postup pak opakujeme pro ostatní hodiny UTC a dostaneme křivku MUF pro předpovídaný index Φ_{F_2} . Můžeme také interpolaci (nebo extrapolaci) řešit kapesním počítačem, pokud umožňuje křivočarou interpolaci (např. polynomem 3. stupně).

Pokud hledáme předpověď pro jiný den než 15. každého měsíce, musíme provést interpolaci mezi křivkami předcházejícího a daného měsíce (od 1. do 15.) nebo následujícího a daného měsíce (od 16. do 31.). Nejlépe k tomu použijeme pauzovacího papíru, na který překreslíme křivky pro jednotlivé měsíce a mezi nimi „od oka“ interpolujeme.

Z křivek MUF můžeme ještě odvodit křivky nejvyššího pravděpodobného kmitočtu HPF (s pravděpodobností 10 %), když hodnoty MUF násobíme 1,15, a optimálního provozního kmitočtu FOT (s pravděpodobností 90 %), když hodnoty MUF násobíme 0,85. Také tento úkon můžeme udělat kapesním počítačem nebo graficky s pomocí z geometrie známých redukčních úhlů.

U diagramů pro šíření na velké vzdálenosti je sice výpočet přesný pro uvedené koncové body, avšak se stejnou přesností platí předpověď pro body v okruhu zhruba o poloměru 500 km kolem uvedených bodů.

Na diagramech šíření pro menší vzdálenosti najdeme ještě dolní soustavu křivek uvádějící nejnižší použitelný kmitočet (LUF) při výkonu vysílače 1 kW.

Na diagramech jsou vyznačena dosavadní kmitočtová pásma. Doplnění „novými“ kmitočtovými pásmy, schválenými na SSRK-79, nečiní potíže.

V souvislosti s tím, že ve vysílání OK1CRA se uvádí předpověď pro měsíc následující za poslední známou hodnotou Φ_{F2} , je přesnost předpovědi podstatně vyšší, než tomu bylo u křivek uveřejňovaných měsíčně v Amatérském rádiu. V souvislosti s dlouhou výrobní lhůtou časopisu bylo nutno předpovídat až o rok dopředu.

S použitím diagramů můžeme řešit dva druhy úloh:

1. Známe pásmo, na kterém chceme pracovat a hledáme hodinu, kdy v daném směru můžeme navázat spojení. Hodinu UTC najdeme v průsečíku vodorovné přímky vyznačující pásmo s křivkou MUF (nebo HPF či FOT) pro předpokládaný ionosférický index.
2. Známe hodinu UTC a hledáme pásmo, na kterém můžeme spojení navázat. Kmitočet pásma najdeme v průsečíku svislé přímky vyznačující UTC s křivkou MUF (nebo HPF či FOT) pro předpokládaný ionosférický index. Protože amatérská pásma na sebe ne-

navazují, bude nutno skutečně použitou hodinu UTC upravit tak, aby průsečík byl v blízkosti některého z povolených kmitočtových pásem.

Okolnost, že v určitou hodinu je některý směr „otevřen“, neznamená ještě, že v něm za všech okolností můžeme navázat spojení. Dálková pásma mohou být rušena blízkými stanicemi, např. evropských zemí.

Kromě toho jsou diagramy založeny na pravděpodobných hodnotách kmitočtů pro „klidnou“, tj. nenarušenou ionosféru. Nemůžeme proto od nich očekávat takovou přesnost, s jakou se např. určuje doba východu nebo západu slunce.

Při správném používání diagramů je však jejich přesnost na nejvyšší v současné době dosažitelné úrovni.

Literatura

- [1] *Vopička, V.*: Praktické využití dosavadních poznatků o šíření krátkých vln; KVAČ, duben 1931, str. 116—117.
- [2] *Krakeš, V.*: Jak se šíří elektromagnetické vlny Hertzovy, zvláště krátké a ultrakrátké ionosférou, stratosférou, troposférou. Plzeň (1935).
- [3] *Kostelecký, F.*: Kdy mám poslouchat DX. Krátké vlny 2 (1936), str. 56—57.
- [4] *Lhotský, V.*: Zvláštnosti šíření elektromagnetických vln. Krátké vlny 2 (1936), str. 60—61.
- [5] *Chvojková, E.*: Jak určíme frekvenci pro krátkovlnné spoje na velké vzdálenosti. Slaboproudý obzor 19.(1958), str. 811—816.
- [6] *Joachim, M.*: Pokroky v oboru dlouhodobých předpovědí dálkového šíření dekametrových vln. Academia, Praha 1978.

Práce doc. dr. Ing. Miroslava Joachima, OK1WI, k tématu „Využití výpočetní techniky pro výpočty šíření elektromagnetických vln“

— K přesnosti dlouhodobých předpovědí dálkového šíření dekametrových vln. Amatérské rádio 7, červen 1958, str. 189—190.

- Předpovědi šíření rádiových vln a radioamatéři. Amatérské rádio 8, květen 1959, str. 142—143.
- Srovnávací studie předpovědí MUF. Journal des télécommunications 29, srpen 1962, str. 239—246.
- Technické výsledky X. valného shromáždění CCIR. Journal des télécommunications 30, srpen 1963, str. 235—250.
- Čs. patent č. 111428: (1964) Přístroj k určování elektrických charakteristik půdy.
- K problému zvýšení přesnosti dlouhodobých předpovědí ionosférického šíření dekametrových vln. Slaboproudý obzor 27 — září 1966, str. 569—572.
- Studie korelace základních indexů ionosférického šíření: R_{12} , I_{F2} , Φ . Nature 210, 16. 4. 1966, str. 289—290.
- Jev ionosférické hysterese. C. R. Acad. Sci., Paris, B, 263, 1966, str. 92—94.
- Ionosférický index Φ_{F2} . Journal des télécommunications 34, str. 354—356. Předpovědi ionosférického indexu Φ : Journal des télécommunications 35, červenec 1967, str. 328—333 (společně s Ch. Glinzem).
- Φ_{F2} , ionosférický index definovaný počítačem. Journal des télécommunications 35, prosinec 1968, str. 678—679.
- Ionosférické předpovědi připravované v reálném čase. Colloque international sur la téléinformatique, Paris, březen 1969.
- Předpovědi úplného cyklu ionosférického indexu Φ_{F2} (s. ing. F. Králíkem). Journal des télécommunications 37, srpen 1970, str. 587—591.
- Výpočetní program k předpovědi dlouhodobých provozních parametrů pro radioslужby na dekametrových vlnách, Journal des télécommunications 37, říjen 1970, str. 696—703 (s. J. W. Herbstreitem a Ch. Glinzem).
- Výpočetní program k určení Fresnelových odrazových součinitelů pro svisle a vodorovně polarizovanou elektromagnetickou vlnu. Proceeding of the fourth colloquium on Microwave communication, sv. III., 1970, str. ET-14/1-ET-14/21, Akadémiai Kiadó, Budapest.

- Program pro výpočet ionosférických předpovědí. Amatérské rádio 19, (1971), str. 432—433.
- Výpočetní programy pro určování Brewsterových úhlů a Fresnelových součinitelů rádiové vlny. Journal des télécommunications 39, leden 1972.
- Výpočetní program k určení pole přízemní vlny (s. dr. Y. Y. Mao a W. Boylem). Journal des télécommunications, 40, 1973, str. 596 až 602.
- O „stabilitě“ ionosférického indexu Φ_{F2} . Kleinheubacher Berichte 16, 1973, str. 333—338.
- Křivky šíření přízemní vlny vypracované počítačem UIT. Radio et Télévision OIRT, č. 1/1974.
- Korelace hodnot slunečního indexu Φ a ionosférického indexu Φ_{F2} . Kleinheubacher Berichte 17, 1974, str. 369—374.
- Korelace hodnot $foF2$ v různých částech světa. Výroční zasedání společnosti A. S. Popova, Moskva, 7. 5. 1974; Radiotechnika 30, 1974, str. 40—42.
- Korelace hodnot Φ_{F2} a $foF2$ v různých světadílech. Kleinheubacher Berichte 16, 1975, str. 171—178.
- Grafy pro definici ionosférického indexu Φ_{F2} . Journal des télécommunications 42, 1975, str. 284—290.
- Dlouhodobá periodičnost ionosférické činnosti. Journal des télécommunications 42, 1975, str. 168—170.
- Disperse hodnot $foF2$ v různých světadílech. Kleinheubacher Berichte 19, 1976, str. 573—576.
- Předpovědi dvou příštích cyklů ionosférického indexu Φ_{F2} . Kleinbenbacher Berichte 21, 1977, str. 165—166.
- Pokroky v oboru dlouhodobých předpovědí dálkového šíření dekametrových vln, Academia ČSAV, 1978.
- Současné metody ionosférických předpovědí. Sborník prací VÚS, NADAS (rusky).

NÁMOŘNÍ ELEKTRONICKÁ NAVIGACE

Úvod

Pod pojem rádiová orientace můžeme zahrnout i elektronické navigační systémy sloužící potřebám námořní navigace. Při jejich výčtu si jednotlivé systémy seřadíme podle dosahu od družicové navigace a systému Omega, které pokrývají celý svět, přes Loran C a Decca Navigator, použitelné jen v určitých námořních oblastech,



Obr. 2.1. Československá námořní loď Kladno v přístavu Jokohama

až po rádiové zaměřovače a radiolokátory, dávající přehled o navigační situaci v okolí lodě v rozmezí zhruba od 300 m do 150 km, a hloubkoměry měřící hloubku moře. Funkce některých z nich je podmíněna spoluprací s lodním gyrokompasem, jiné potřebují i údaje o pohybu lodě z rychloměru. Každý navigační přístroj má specifické vlastnosti, ze kterých plyne jeho použitelnost. Obsluhují jej palubní důstojníci, údržbu má na starost radiodůstojník a elektrodůstojník (gyrokompas a rychloměr). Většina navigačních přístrojů nebo jejich zobrazovačů je instalována na lodním můstku a umožňují (spolu s optickými) s větší či menší přesností následující navigační činnosti:

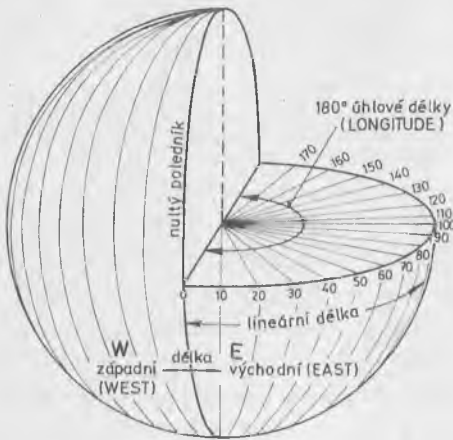
1. určování polohy (fixing); výsledkem měření je poloha (position fix) v zeměpisných souřadnicích;
2. aktualizaci známé polohy; výpočet současné polohy z předešlé známé polohy s uvážením rychlosti lodě, síly a směru větru a mořských proudů (dead-reckoning);
3. řízení lodě tak, aby se kurs, kterým loď jede, nelišil od plánovaného kursu, přičemž se vychází z výsledků činností v 1. a 2.,
4. vplouvání do přístavu a manévrování lodí při uvazování k nábreží.

Základní navigační pojmy

Všechny navigační operace vycházejí z analýzy navigační mapy a průběžně se do ní zakreslují. Mapy jsou kresleny v Mercatorově projekci vznikající tak, že si Zemi představíme uprostřed válce, který se jí dotýká na rovníku a jejichž osy splývají. Obraz bodu zemského povrchu leží v průsečíku válcové plochy s přímkou určenou daným bodem a středem Země. Mapu získáme rozvinutím válcové plochy do roviny. Zmíněnou projekcí nelze dostat mapy polárních oblastí. Výhodou je, že poledníky a rovnoběžky se zobrazí jako přímky a že jsou přesně znázorněny úhly.

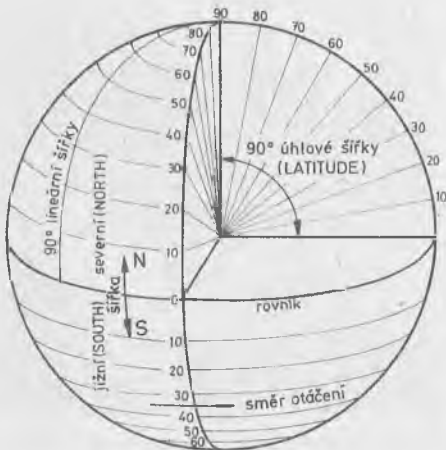
Rovnoběžky a poledníky představují nejen pomyslnou síť čar symetricky rozložených na zemském povrchu, ale především spektrum úhlů vycházejících ze středu zeměkoule (obr. 2.2. a 2.3.). Polohy se vyjadřují ve stupních, minutách a sekundách zeměpisné šířky (latitude — lat) a zeměpisné délky (longitude — long). Pro navigační účely stačí většinou polohu vyjádřit s přesností na desetiny minuty,

Obr. 2.2. Zeměpisné délky



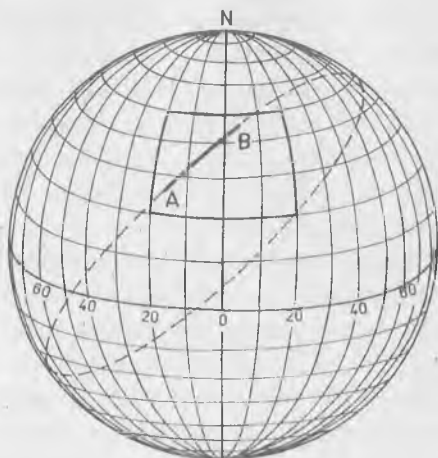
např. poloha majáku San Sebastian: $43^{\circ}23,2' \text{ N}$, $01^{\circ}47,6' \text{ W}$. Pro výpočet korekcí při zaměřování vystačíme s přesností na desetiny stupně (poloha majáku $43,4^{\circ} \text{ N}$, $01,8^{\circ} \text{ W}$).

Délka jedné minuty oblouku zemského poledníku se mění se změnou zeměpisné šířky jen nepatrně a je jednotkou vzdálenosti. Nazývá se námořní míle (nautical mile — NM) a $1 \text{ NM} = 1852 \text{ m}$. K odměřování vzdáleností na mapě jsou použitelné stupnice zeměpisné šířky na jejím levém a pravém okraji. Proti tomu délka jedné



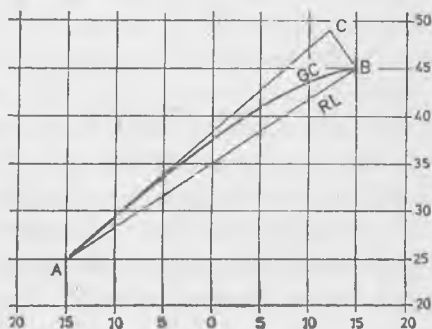
Obr. 2.3. Zeměpisné šířky

Obr. 2.4. Velká kružnice na zeměkouli



minuty oblouku zemské rovnoběžky (tedy jedné minuty zeměpisné délky) se spojitě mění vlivem sbíhavosti poledníků od nuly na pólech do maxima na rovníku.

Zatímco nejkratší vzdáleností mezi dvěma body v rovině je přímka, která je spojuje, na povrchu Země je nejkratší vzdáleností mezi dvěma body oblouk tzv. velké kružnice. Velkou kružnici (great circle — GC) je možno definovat jako průsečík zemského povrchu s rovinou obsahující střed zeměkoule. Libovolná GC, s výjimkou rovníku, protíná poledníky souřadnicové sítě pod různými úhly (obr. 2.4.). Potřebujeme-li zakreslit do mapy GC mezi body A, B (obr. 2.5.), postupujeme např. tak, že vypočítáme průsečíky GC



Obr. 2.5. Velká kružnice z obr. 2.4. na mapě

s jednotlivými poledníky a získanými body proložíme křivku. Úsečka *AB* je alternativní trasou (k GC) mezi body *A*, *B*. Její zvláštností je to, že protíná poledníky pod stejnými úhly. Každá přímka s touto vlastností se nazývá linie stálého kursu (rhumb line — RL).

Pro vzdálenosti do 100 NM jsou GC a RL prakticky totožné, při větších vzdálenostech se rychle rozcházejí. RL a GC se používají jako kursové linie lodí. RL se volí při krátkých cestách, GC při oceánských přejezdech, kdy přináší úsporu času a pohonných hmot. Před vyplutím z přístavu zakreslí 2. palubní důstojník do generální mapy trasu cesty do dalšího přístavu a na detailní mapy vynese kursové linie, kterými loď pojede v příslušných oblastech. Pro oblasti otevřeného moře se k navigační práci používá zvláštní mapy s univerzální stupnicí šířek a délek, které se říká „plotting“.

Kurs (course) je směr pohybu, vyjádřený jako úhel v horizontální rovině, který svírá podélná osa lodi orientovaná k přidi (heading) s referenční přímkou. Náměr (bearing) v referenčním bodě je směr vyjádřený jako úhel (v horizontální rovině) mezi referenční přímkou a spojnici referenčního bodu s bodem, na který děláme náměr. Úhly vyjadřující kursy a náměry se měří na stupnici se 360 stupni ve směru hodinových ručiček od referenční přímky. V námořní navigaci byl za referenční přímkou zvolen zemský poledník, směřující k pravému severu. Jako indikátor referenčního směru slouží na lodi magnetický kompas a gyroskopický kompas.

Základní navigační přístroje

Magnetický kompas je tvořen soustavou navzájem spojených magnetických jehel otočných mezi hroty. Někdy jsou jehly nadnášeny plovákem v tekutině, která je směsí 53 % lihu a 47 % vody. Magnetický kompas má být umístěn v ose lodi a co nejdál od železných předmětů (instaluje se nad lodní můstek). Směr pravého severu získáme, přidáme-li k údajům magnetického kompasu magnetickou deviaci a magnetickou deklinaci.

Magnetická deviace je chyba údaje magnetického kompasu způsobená železem na lodi. Na můstku je tabulka deviací (pořizuje se minimálně jednou do roka při kalibraci magnetického kompasu), podle níž se kompas koriguje. Další korekce, magnetická deklinace,

je vyznačena na mapě i s roční změnou. Tato odchylka je způsobená faktem, že magnetické póly nejsou shodné se zemskými póly.

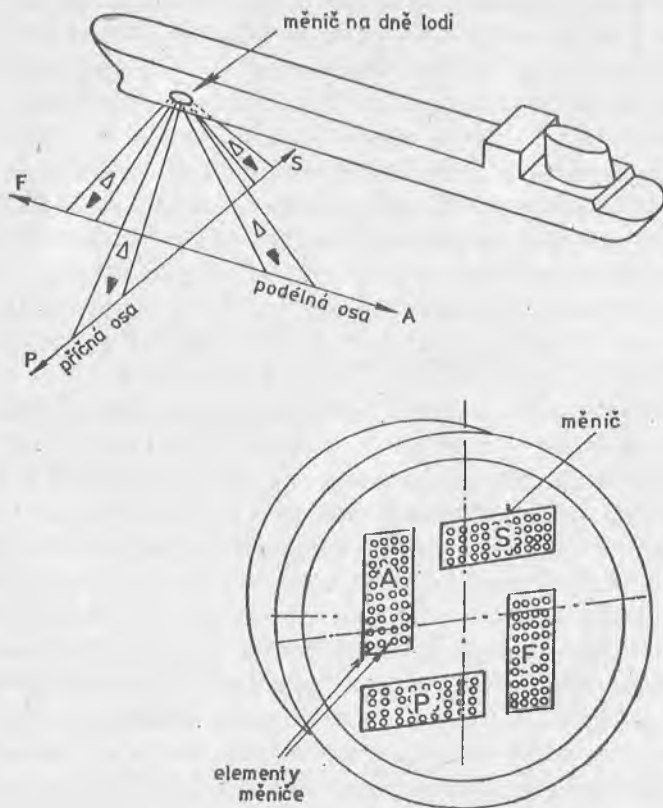
Nyní již není těžké definovat další navigační pojmy: kurs pravý je kurs vztažený k pravému severu, kurs magnetický se vztahuje k severu magnetickému. Směr pravého severu ukazuje *gyroskopický kompas* (gyrokompas — gyro). Jeho základem je rychle se otáčející setrvačnický uložený tak, že má vůli ve všech třech vzájemně kolmých souřadnicových osách. Osa rotace setrvačnicku se vlivem přitažlivosti a rotace Země staví do polohy rovnoběžné se zemskou osou. Údaje gyrokompasu se elektricky přenášejí na opakovací (repeater) sloužící pro kormidlování, rádiové zaměřování, radiolokaci, brání náměrů (opticky) a kontrolu kursu (opakovací je i v kabině kapitána).

Jeden z výstupů dodává data pro *autopilota* (tvoří s ručním ovládáním kormidla jeden celek umístěný uprostřed můstku), což je zařízení ovládající automaticky kormidlo. Moderní autopiloty udržují pevně nastavený kurs s přesností, které člověk není schopen dosáhnout. Dále pomocí informací z dvouosového rychloměru kompenzují snos lodě mořskými proudy a větrem. Dokáží rovněž kormidlovat zadaným poloměrem otáčení, kdy zařízení vyhodnocuje a samo udržuje potřebné kursy.

Ultrazvukové navigační přístroje

Hloubkoměr (echosounder) měří hloubky pomocí ultrazvukových impulsů vysílaných měničem ze dna lodi kolmo dolů a přijímač indikuje okamžik návratu impulsu (zachyceného stejným měničem) odraženého od dna. Protože rychlost šíření ultrazvuku ve vodě (asi $1,5 \text{ km.s}^{-1}$ — závisí na teplotě a slanosti vody a atmosférickém tlaku) je známa, časový interval mezi vysláním a příjmem impulsu odpovídá hloubce. Okamžité hodnoty hloubek (v metrech, dříve ve fathomech) zaznamenané na registrační papír jsou obrazem profilu dna moře nebo řeky. Vlnění o kmitočtech 25 až 80 kHz bylo vybráno proto, že není vodou příliš tlumeno. Základem hloubkoměru je magnetostrikční nebo piezoelektrický měnič (transducer) elektrických kmitů na ultrazvukové a naopak. Pro úplnější informaci v mělkých vodách mají velká plavidla ultrazvukové měniče na dně vpředu, vzadu i po stranách.

Nová generace *rychloměrů* (log) využívá měření kmitočtového posuvu mezi vyslaným a odraženým ultrazvukovým impulsem (vlivem Dopplerova jevu) k určení rychlosti lodě [jednotkou rychlosti je 1 uzel (knot — kt) = 1 NM za hodinu] a k registraci ujetých mil. Pracuje na kmitočtu kolem 100 kHz, který je kompromisem mezi rozměry měničů (podobných jako u hloubkoměrů) a ztrátami absorpcí ve vodě (vyzařený výkon 30 W), jež rostou se čtvercem kmitočtu. Pro kompenzaci chyb vznikajících příčnými a podélnými výkyvy lodě se používá mnohonásobný měnič, jehož elementy jsou

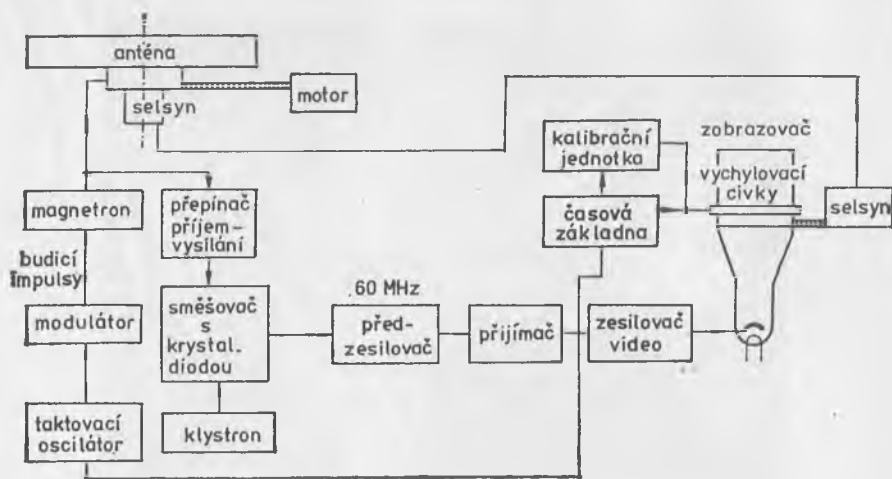


Obr. 2.6. Sestava měničů dvounosového rychloměru (průměr 0,6 m, hmotnost 160 kg)

vhodně fázovány. Rychlost se měří vzhledem k mořskému dnu (do 400 m) nebo vůči vodním vrstvám v hloubce asi 30 m. Jsou-li odrazy od dna slabé (hloubka větší než 400 m nebo nevhodné dno), rychloměr se sám přepne a vyhodnocuje signály vznikající ozvěnou ve vodě. Uvedený princip měření rychlosti, jehož digitální výstup dává informace o rychlosti s přesností $\pm 0,2\%$, byl rozpracován pro antikolizní radiolokátory, pro které jsou ostatní typy rychloměrů (přesnost více než o řád horší) nevyhovující. Dvouosový rychloměr na bázi Dopplerova jevu má čtyři měniče (obr. 2.6) orientované v obou osách lodi (odtud jeho název) za účelem měření rychlosti podélné (1. analogový zobrazovač, rozsah -5 až $+25$ kt), a rychlosti příčné (2. analogový zobrazovač, rozsah -5 až $+5$ kt). Výstup pro radiolokátor a autopilot je číslicový.

Radiolokace

Radiolokátor (radar) je založen na schopnosti elektromagnetických vln odrazet se od předmětů, se kterými se setkají. Po rozsáhlých výzkumech vlastností vln různých délek centimetrového spektra byly vybrány vlny 3 cm (nejlépe definovaný obraz při klidném moři a bez deště nebo vodní tříště ve vzduchu) a 10 cm (nejlepší rozlišení cílů při těžkém moři a při dešti). Vzhledem k důležitosti radiolokátoru pro bezpečnost lodě jsou pro případ poruchy na každé lodi dva, přičemž je ideální, je-li jeden 3 cm a druhý 10 cm. Anténa radiolokátoru (na stožáru — nejvyšší místo lodě) vysílá krátké impulsy velkého výkonu (řádově desítky kW) soustředěné do úzkých paprsků (vertikální vyzařovací úhel 20° , horizontální $0,6^\circ$ na 9375 MHz, 2° na 3050 MHz), a očekává návrat odražených signálů. Čas mezi vysláním impulsu a návratem je funkcí vzdálenosti cíle. Zbývá připojit údaj o náměru cíle a obě informace vhodně interpretovat. Nejužívanější je přehledové zobrazení (plan position indicator — PPI) na stínítku obrazovky (obr. 2.7.). Časová základna je radiální (ze středu stínítka do okraje), otáčející se synchronně s anténou. Obrazy cílů se objevují jako svítící body na úsečce časové základny, která tak během jedné otáčky „zmapuje“ okolní situaci. Skupinové schéma obr. 2.8. vyjasní činnost jednotlivých částí radiolokátoru.



Obr. 2.8. Zjednodušené skupinové schéma radiolokátoru

např. pobřeží se přibližuje recipročním kursem k lodi, se nazývá relativní pohyb (relative motion). Přidáme-li ještě informaci o rychlosti lodě, vznikne zobrazení představující absolutní pohyb (true motion), kdy obraz břehu se nehýbe a střed zobrazení, vlastně loď, se pohybuje svým kursem po stínítku jako po mapě (přiblíží-li se např. levému dolnímu okraji, vrátí se skokem do pravého horního okraje stínítka).

Nová generace počítačem řízených radiolokátorů přináší další podstatné zhodnocení jejich funkce. Přesné informace o rychlosti z dvousosového rychloměru umožnily vytvořit spolehlivé antikolizní systémy a očekává se, že v polovině 80. let budou automatické antikolizní radiolokátory (automated radar plotting aid — ARPA) povinným vybavením plavidel o nosnosti přes 1600 tun. Základem činnosti radiolokátorů ARPA je digitální zpracování obrazového signálu počítačem. Výsledkem je mimo jiné:

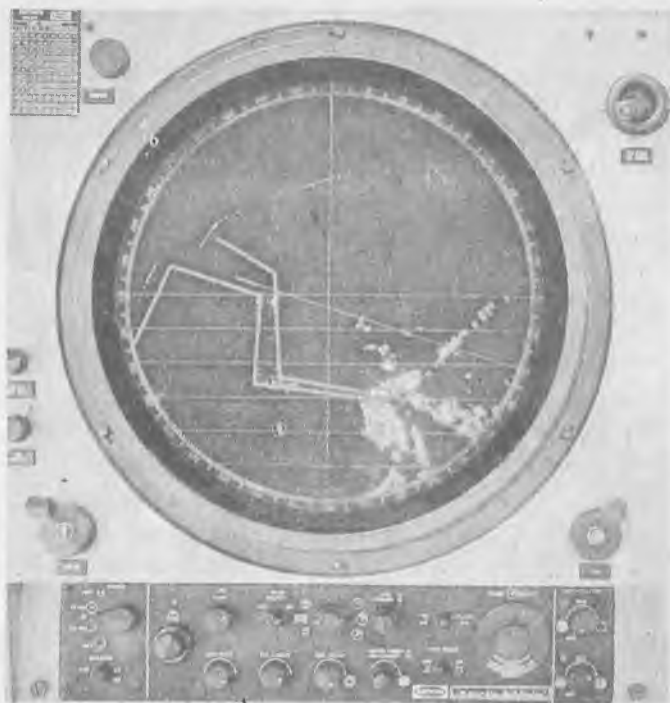
- automatické vyhodnocování chování všech cílů; pokud se některý přiblíží do nebezpečné vzdálenosti, zařízení spustí poplach;
- zobrazování pohybu cílů za uplynulých 12 minut nebo pro budoucích až 30 minut (délka vektoru nastavitelná);



Obr. 2.9. Vjezd do přístavu Landskrona na obrazovce radiolokátoru

- ve zvolených časových odstupech znázorní, jak by se vyvíjela situace, kdyby byl proveden určitý manévr;
- počítač neustále monitoruje všechny důležité funkce radiolokátoru, případnou závadu okamžitě indikuje ve formě kódu na obrazovce;
- zkušebními programy lze kromě toho prověřit 250 obvodů.

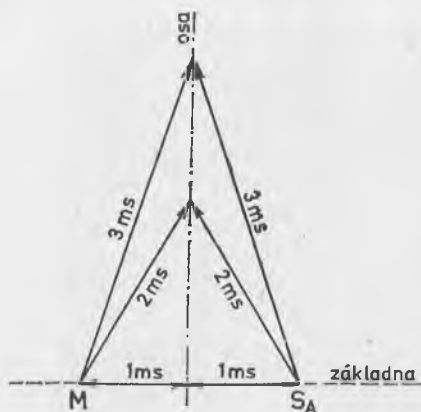
Pro dokreslení uvedeme několik technických dat. Typické rozsahy: přepínatelné 0,3—0,6—1,5—3—6—12—24—48—96 NM s odpovídajícími kalibračními kruhy. Na nejdelším rozsahu je délka vysílaného impulsu 1,3 μ s, výkon 25 kW a opakovací kmitočet 500 Hz (obr. 2.9.).



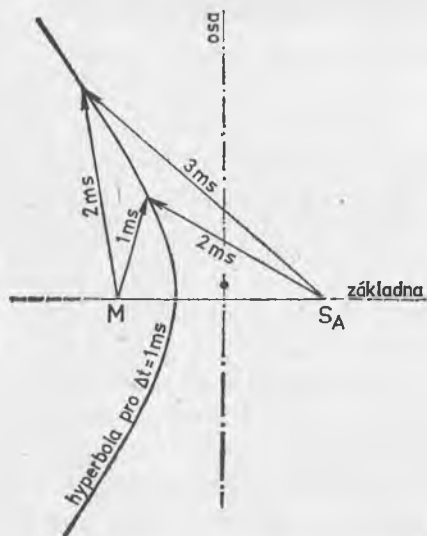
Hyperbolická navigace

I tato skupina navigačních přístrojů využívá stejný základní princip — zpoždění elektromagnetické vlny mezi jejím zdrojem a místem příjmu je funkcí vzdálenosti a polohy místa příjmu. Princip hyperbolických navigačních systémů, mezi něž počítáme také dnes nepoužívanější systémy Loran C, Decca a Omega, je znázorněn na obr. 2.10. V bodech M , S_A jsou vysílače synchronně řízené vysoce přesnými normály. GC spojující body S_A a M se u hyperbolických systémů nazývá základnou. V místě příjmu se vyhodnocuje čas, který uplyne mezi zaregistrováním signálu z vysílače M a z vysílače S_A . Pro pozorovatele v ose systému (obr. 2.10.) oba signály

Obr. 2.10. Množina bodů pro $\Delta t = 0$

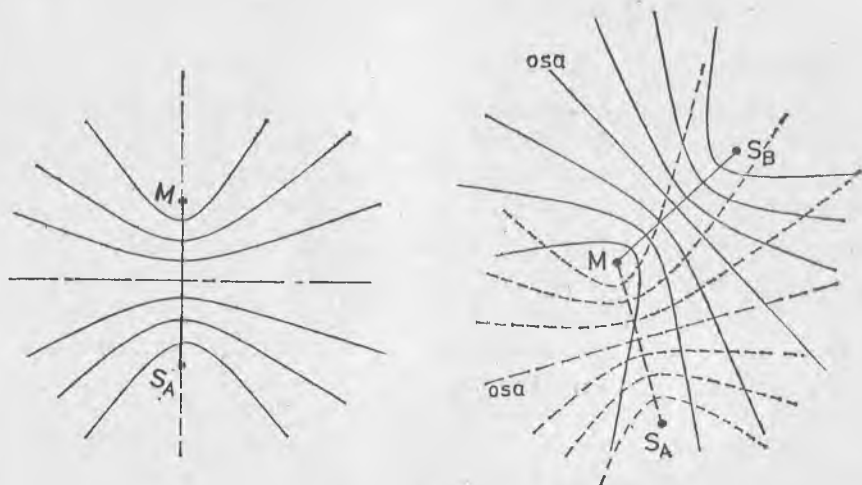


splývají, ale ve všech ostatních místech je určitý rozdíl v časech příchodu obou signálů. Geometrické místo bodů vykazujících stejný časový rozdíl Δt je hyperbola (obr. 2.11.) s ohnisky M a S_A . Soustava hyperbol (obr. 2.12a) tedy znázorňuje polohové čáry (line of position — LOP) pro řadu konstantních Δt daného páru vysílačů. Druhá soustava polohových čar (obr. 2.12b), nezbytná pro konstrukci polo-



Obr. 2.11. Množina bodů pro $\Delta t = 1$

hy, vznikne jako množina příslušných Δt druhého páru vysílacích stanic. Soustavy hyperbol všech vysílačů pokrývající určitou námořní oblast se natisknou do mapy této oblasti, která pak slouží k určování polohy. Mapy a korekční tabulky se dodávají spolu s navigačními zařízeními. Polohu zjistíme na mapě jako průsečík měřením Δt identifikovaných polohových čar z minimálně dvou soustav hyperbol.



Obr. 2.12. Soustava hyperbol (vlevo), polohové čary dvou párů vysílacích stanic (společná M) — (vpravo)

Moderní přijímače hyperbolické navigace se obejdou bez map a korekčních tabulek, s jejichž pomocí se kompenzují vlivy anomálií v šíření vln. Vhodné digitální zpracování signálů mikroprocesory za použití vložených dat (rychlost šíření, zeměpisné polohy vysílacích stanic, korekce) umožňuje mít na zobrazovači přímo délkové a šířkové koordináty uživatele přijímače. Z grafického znázornění soustavy hyperbol plyne, že největší přesnosti lze dosáhnout, nachází-li se přijímač v okolí základny soustavy, kde jsou jednotlivé polohové čary nejblíže u sebe. Přesnost závisí také na úhlu, pod kterým se protínají. Výskyt anomálií, výpadky vysílačů a další

okolnosti snižující spolehlivost navigačních systémů oznamují pobřežní radiostanice v pravidelných relacích.

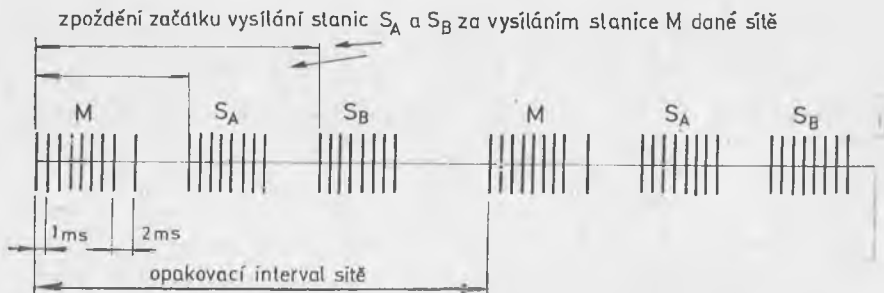
Loran-A

Loran-A byl postupně nahrazován přesnějším systémem Loran-C. Když byl Loran-C uveden do provozu, byl jeho předchůdce zrušen (31. 12. 1980). Za zmínku stojí, že se používaly kmitočty 1,85; 1,9 a 1,95 MHz; v provozu bylo 70 vysílačů a 75 000 přijímačů.

Loran-C

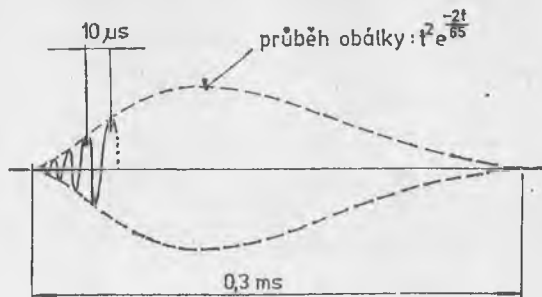
Loran-C (L/C) je hyperbolický navigační systém schválený vládou USA jako povinný pro lodě vjíždějící do amerických pobřežních vod (loď vybavená družicovým navigačním zařízením nemusí mít ještě L/C).

Vysílače systému L/C jsou organizovány v sítích, každá z nich má řídicí (master) stanici M a nejméně jednu podřízenou (slave) stanici S , obvyklejší jsou 3 až 4 stanice (S_A , S_B , S_C , S_D). Každá síť (chain), pokrývá jistou oblast (obr. 2.16.). Všechny vysílače všech sítí pracují na kmitočtu 100 kHz. Stanice M vytváří postupně se stanicemi S dvojice potřebné ke vzniku polohových čar. Rozvrh vysílání sítě je na obr. 2.13. Stanice M se pozná podle vysílání devíti impulsů, stanice S se rozlišují podle pořadí (A , B , C ...), v jakém jejich vysílání následuje po stanici M . Každá síť má přidělen specifický opakovací interval (v rozmezí 0,03–0,1 s), přijímač tedy



Obr. 2.13. Sled impulsů v síti L/C (dvě stanice S)

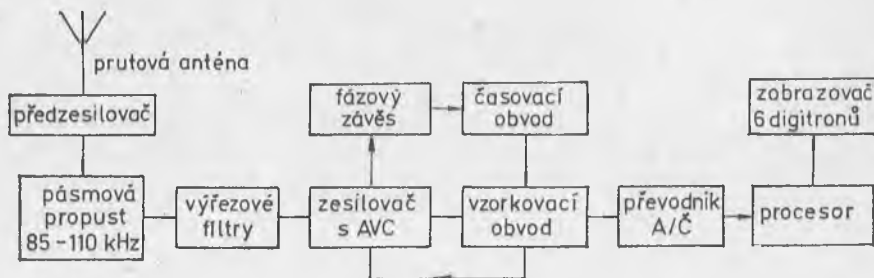
Obr. 2.14. Impuls L/C



snadno rozezná, kterou síť přijímá, jestliže do oblasti zasahuje více sítí.

Kvůli snadnému měření Δt by měly mít impulsy strmý náběh. Pak by se však nevystačilo s přiděleným kmitočtovým pásmem (90 až 110 kHz). Kompromisem je za daných podmínek tvar impulsu podle obr. 2.14. Měření Δt se provádí mezi vztažnými body $30 \mu s$ (3. kmit nosné) od začátku impulsů stanic M a S . Třetí kmit byl zvolen proto, že další kmit už může být ovlivněn prostorovou vlnou, která dorazí nejdříve za $85 \mu s$.

Přesnost a reprodukovatelnost Δt závisí na spolehlivosti, se kterou dokáže přijímač vybírat správné vztažné body (volba druhého nebo čtvrtého kmitu znamená chybu 1 NM). Z množství metod vyhledávání 3. kmitu uvádíme tzv. lineární zpracování průběhu, při kterém je impuls amplitudově vzorkován v intervalech $5 \mu s$. Vzorky jdou přes převodník A/Č do ústředního procesoru vytvářejícího poměry amplitud absolutních hodnot po sobě jdoucích vzorků ($E_{n+1}/$



Obr. 2.15. Skupinové schéma přijímače Loran C

$/E_n)$ pro každý krok a čekajícího na poměr 1,29; po něm následuje hledaný 3. kmit. Skupinové schéma přijímače L/C takového typu je na obr. 2.15.

Dosah L/C je 800 NM s přesností 0,25 NM (povrchová vlna), vysílače jsou synchronizovány s přesností $\pm 0,2 \mu s$, automatická synchronizace přijímače (výběr sítě, výběr nejlepších stanic S) trvá asi 4 minuty po zapnutí.

Decca Navigator

Decca Navigator (DN) je britský hyperbolický navigační systém pracující v pásmu 70 až 130 kHz, určený pro pobřežní navigaci. Systém je organizován v sítích (v polovině roku 1982 jich bylo v provozu téměř 50, viz obr. 2.16.), které mají stanici M a obvykle tři stanice S , vzdálené 80 až 120 NM od stanice M . Stanice S (a s nimi související soustavy hyperbol vytištěné na mapách, ale i indikátory

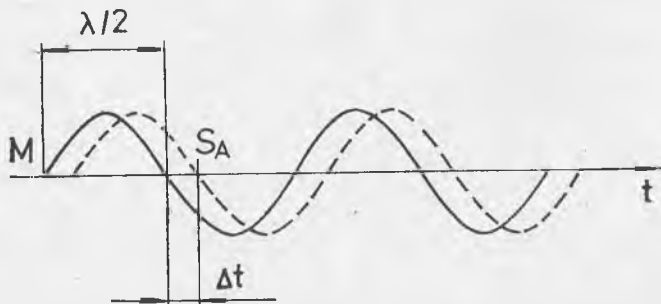


Obr. 2.16. Pokrytí povrchovou vlnou signálů L/C a DN. Prostorová vlna má zhruba dvojnásobný dosah se sníženou přesností určení polohy

rozdílu fází atd.) jsou rozlišeny přiřazením barev. Stanice jsou fázově synchronizovány a vysílají na kmitočtech, které jsou v následujícím harmonickém vztahu: kmitočet f_M (stanice M) = $6f$, kmitočet f_c (červená S) = $8f$, kmitočet f_Z (zelená S) = $9f$, kmitočet f_F (fialová S) = $5f$. Za příklad poslouží údaje dánské sítě (chain 7 B):

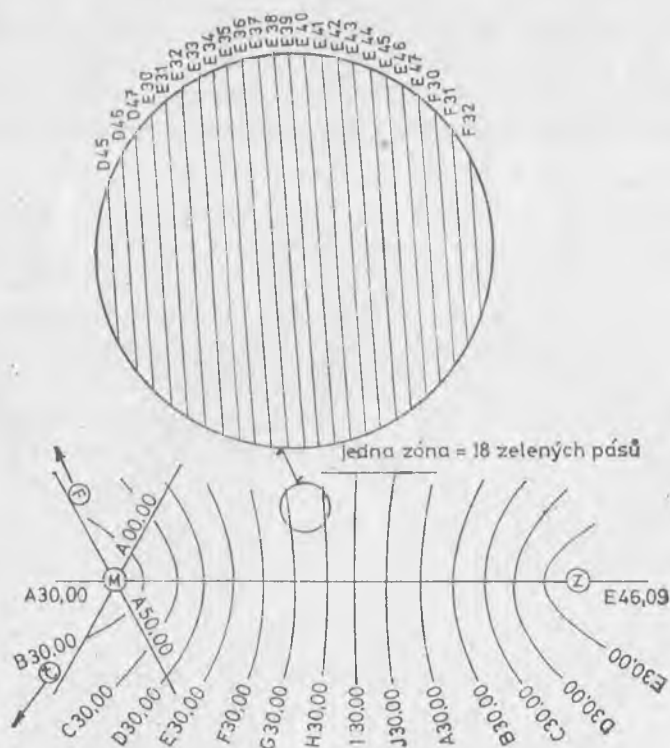
Lokalita	Stanice	QTH	Pracovní kmitočet [kHz]	Srovnávací kmitočet [kHz]	Šířka pásu na základně [m]
SAMSØ	M	55,9° N, 10,6° E	85,365		
MØEN	červená S	54,9° N, 12,5° E	113,820	341,46	439,3
EØJER	zelená S	55,0° N, 8,7° E	128,047	256,094	585,7
HJØRRING	fialová S	57,4° N, 10,0° E	71,138	426,826	351,4

V přijímači DN se uvedené kmitočty násobí tak, aby výsledný kmitočet páru M + červená S byl $24f$; pro pár M + zelená S $18f$ a $30f$ pro pár M + fialová S . Na výsledných kmitočtech se měří Δt , což se u systému DN děje porovnáváním fází obou přijímaných signálů páru M + S . Bude-li se přijímač pohybovat po základně systému, bude se Δt měnit periodicky od nuly do maximální hodnoty s periodickou změnou fáze od 0° do 360° . Body 0° a 360° (obr. 2.17.) se vyskytují na základě v intervalech $\lambda/2$ (přiblížení o $\lambda/2$ k M znamená současně vzdálení o stejnou délku od S_A , tedy relativní pohyb

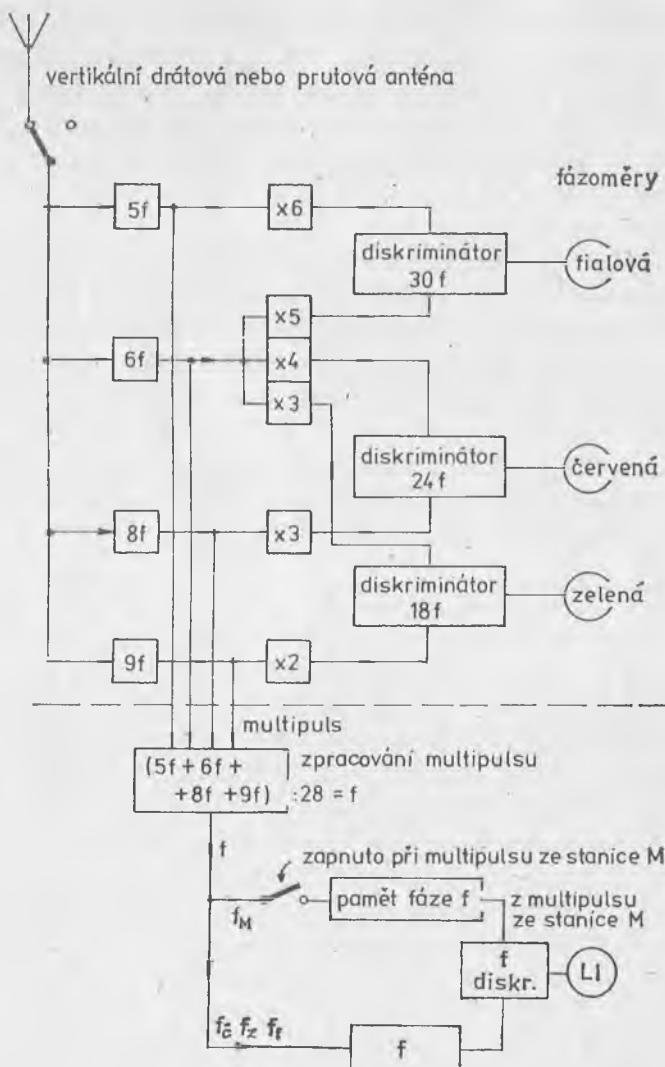


Obr. 2.17. Určení Δt z rozdílu fáze signálů

rovný délce vlny λ). Hyperboly jsou množinami nulového fázového rozdílu a oblast ohraničená dvěma sousedními se nazývá pás (decca lane). Fázové rozdíly měřené na srovnávacích kmitočtech indikují tři fázoměry, pro každý pár $M + S$ je jeden. Ovšem tímto měřením nezjistíme skutečnou polohu přijímače, nýbrž jen relativní, která může spadat do kteréhokoli pásu. Pro identifikaci konkrétního pásu (lane identification — I.I) se dělá další srovnávání fází na základním kmitočtu sítě f , který se odvodí v přijímači DN z tzv. multipulsu (MP). Ten vysílá 0,5 s v daném pořadí každá stanice sítě. Jsou to současně vysílané všechny čtyři kmitočty přidělené



Obr. 2.18. „Zelená“ soustava hyperbol vytvořená stanicemi Samsø a Eŕjer (chain 7B). Při základně 157,6 km vychází 14 zón plus 17,09 pásů

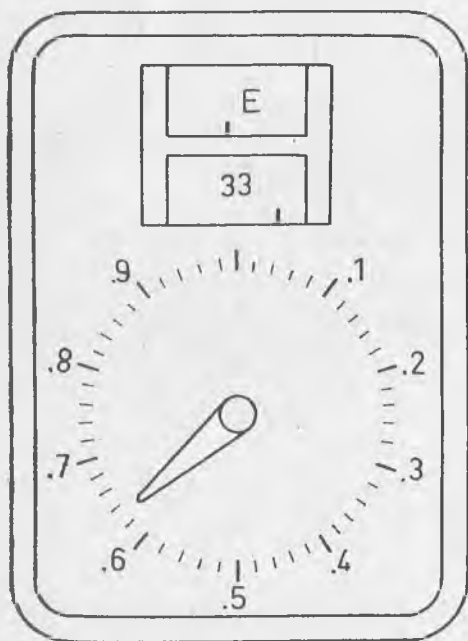


Obr. 2.19. Skupinové schéma přijímače DN

síti (proto multipuls). V každé periodě trvající 20 s je procesu LI vyhrazeno 2,5 s. Tím se pomocí čtvrtého fázoměru rozpozná pás uvnitř zón, jež reprezentují 24 červených, 18 zelených a 30 fialových pásů. Zóny se značí písmeny a pásy čísla ve směru od stanice *M* (obr. 2.18.). Každé skupině deseti zón je přiřazeno písmeno od A do J a pásy jsou číslovány: červené od 0 do 23, zelené od 30 do 47 a fialové od 50 do 79.

Ke skupinovému schématu (obr. 2.19.) dodejme — přijímač je superhet, srovnávání fází probíhá na mezifrekvenčním kmitočtu. Výstupy diskriminátorů zpracovávají fázoměry, jejichž kruhová stupnice se sto dílků odpovídá 360° fázového rozdílu (jeden pás). Pomocí převodů se informace přenášejí na indikátory pásů a zón (obr. 2.20.).

Přesnost DN je ± 50 m (95% pravděpodobnost) do 100 NM od stanice *M*, při příznivých podmínkách (bez vlivu prostorové vlny a různých nepravidelností v šíření).



Obr. 2.20. „Zelený“ fázoměr indikuje zelenou polohovou čáru E 32.63

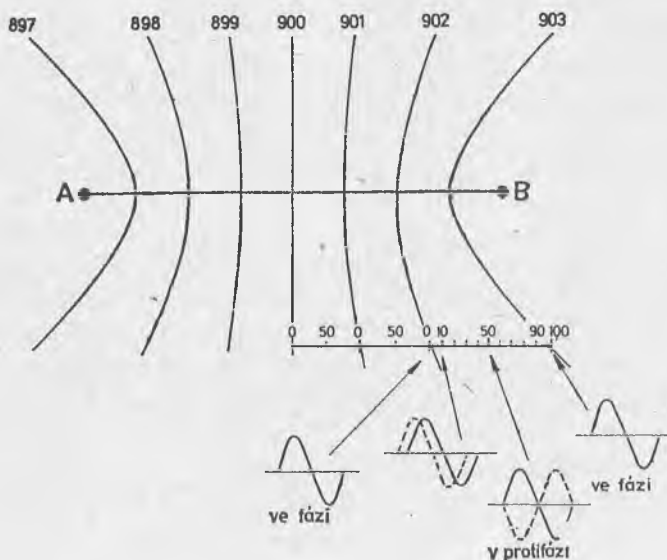
Omega

V USA vyvinutý navigační systém Omega využívá k vytvoření soustav hyperbol se základnou 5000 až 6000 NM velmi dlouhých vln. Osm vysílačů, označených *A* až *H*, s vyzářeným výkonem 10 kW a vertikálními anténními soustavami stačí pokrýt celý svět.

Stanice	Umístění	Poloha	
<i>A</i>	Norsko	66,4° N	13,1° E
<i>B</i>	Libérie	6,3° N	10,7° W
<i>C</i>	Havaj	21,4° N	157,8° W
<i>D</i>	USA	46,4° N	98,3° W
<i>E</i>	Reunion	21,0° S	55,3° E
<i>F</i>	Argentina	43,0° S	65,3° W
<i>G</i>	Austrálie	38,5° S	146,9° E
<i>H</i>	Japonsko	34,6° N	129,4° E

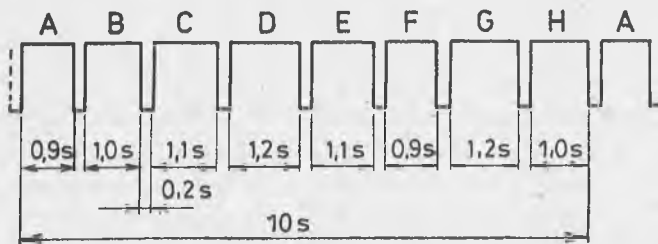
Omega pracuje podobně jako DN na principu porovnávání fází. Polohové čáry o nulovém fázovém rozdílu protínají základnu v intervalech $\lambda/2$, tj. 8 NM. Polohová čára splývající s osou systému má číslo 900, číslování dalších je zřejmé z obr. 2.21. Každý pás (lane) je rozdělen na 100 dílů, odpovídajících 3,6° fázového rozdílu, kterým se říká centilane, zkratka cel. Obecná polohová čára se vyjadřuje ve tvaru např. 897.34 (číslo pásu a cel).

Základní kmitočet systému je 10,2 kHz. Jednotlivé stanice zde vysílají impulsy trvající 0,9 až 1,2 s (obr. 2.22). Stanice se rozeznávají jednak podle délky impulsu a jednak podle pořadí, v němž vysílají (jedna sekvence impulsů trvá přesně 10 s a kryje se s celými desítkami sekund světového času). Pro identifikaci pásu (LI) vysílá každá stanice ještě další kmitočty. Je to zařízeno tak, že např. zatímco stanice *A* vysílá 0,9 s na kmitočtu 10,2 kHz, stanice *D* vysílá 11,05 kHz; 11,33 kHz se vysílá ze stanice *G* a 13,6 kHz ze stanice *H* (a ostatní mlčí). Stanice se během časových úseků rozvrhu (obr. 2.22) střídají podle stanového plánu, přičemž ještě zbývá prostor pro další frekvence pro speciální účely. Na rozdílovém kmitočtu $13,6 - 10,2 = 3,4$ kHz přijímač vyhodnotí fáze a vzniklé polo-

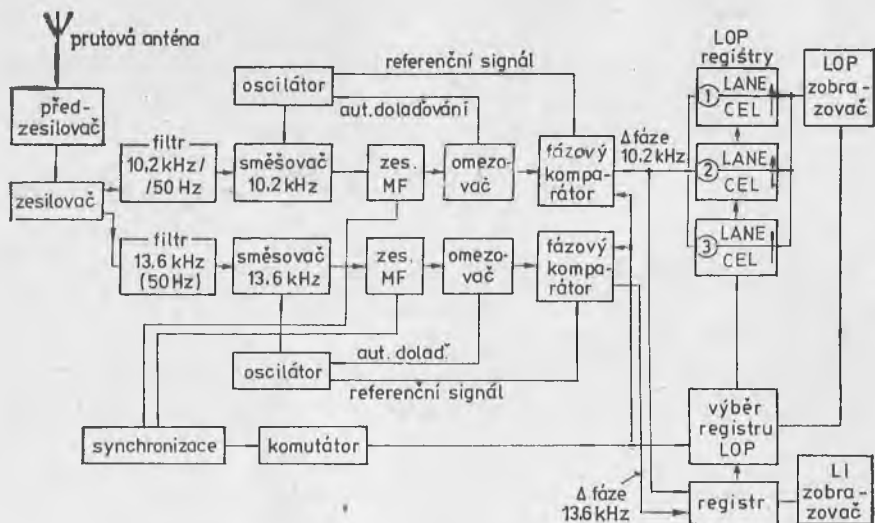


Obr. 2.21. Polohové čáry a průběh fáze mezi nimi

hové čáry jsou identické s každou třetí polohovou čárou kmitočtu 10,2 kHz. To znamená, že vznikne pás široký 24 NM, plně vyhovující LI pro námořní navigaci. Rozdílový kmitočet $11,33 - 10,2 = 1,13$ kHz poskytuje pásy široké 72 NM a 11,05 kHz lze použít k vytvoření pásů o šířce 288 NM, které jsou užitečné v letecké navigaci.



Obr. 2.22. Časový průběh impulsů na 10,2 kHz



Obr. 2.23. Skupinové schéma přijímače Omega (10,2 a 13,6 kHz)

Protože vysílání systému Omega je sekvenční, porovnává se fáze každého přijatého impulsu nejprve se signálem referenčního oscilátoru přijímače. Ze srovnání se pak odvozuje fázový rozdíl jakýchkoliv dvou impulsů. Přijímač (pokud nejde o automatický přijímač s přímým zobrazením koordinát polohy) má dva zobrazovače, jeden pro indikaci polohových čar, druhý indikuje pás (skupinové schéma viz obr. 2.23). Přesnost je ± 1 NM ve dne a ± 2 NM v noci (95% pravděpodobnost) za předpokladu správně provedených korekcí.

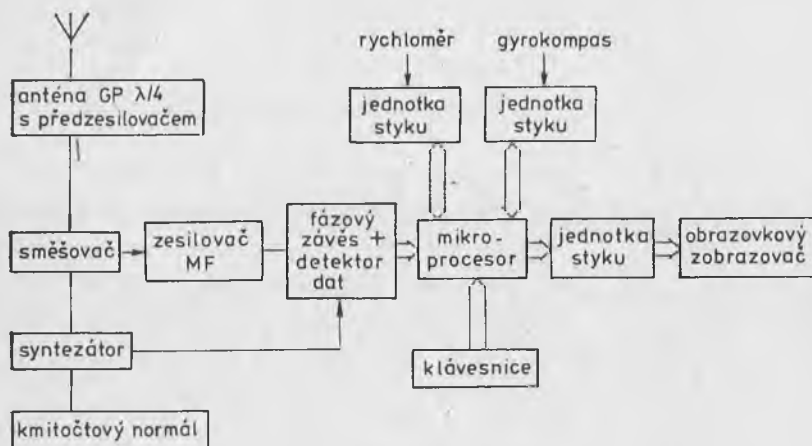
Družicové navigační systémy (SN)

Představují ideální navigační prostředek pro námořní loď. Jedinou jejich nevýhodou je pořizovací cena. Díky rozvoji mikroelektroniky se cena lodního přijímače SN začíná přibližovat (1982) celkové sumě za přijímače L/C, DN a Omega, které vzhledem k funkci nahrazuje a co do přesnosti převyšuje, takže začíná být předmětem širšího zájmu rejdařů.

Transit SN

Tento systém, známý též pod názvem Navy Navigation Satellite System (NNSS), původně vyvinutý pro americké ponorky Polaris (od roku 1967 uvolněný pro civilní použití) skýtá možnost kdekoliv na zemském povrchu zjistit polohu s přesností ± 100 m. S uvedenou přesností pracují jednokanálové (400 MHz) přijímače NNSS určené pro obchodní lodě, které používají gyrokompas a rychloměr (data pro přijímač) adekvátní přesnosti. Dvoukanálové přijímače (150 MHz a 400 MHz) s dvojnásobnou přesností jsou k dispozici pro oceánografické a vojenské aplikace.

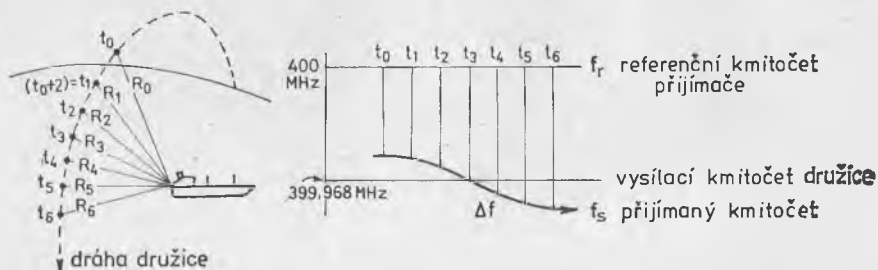
Kmitočet signálu družice přijímaný přijímačem vykazuje vlivem Dopplerova jevu změnu, která je nositelem informace o relativním



Obr. 2.24. Skupinové schéma přijímače NNSS 400 MHz

(Příklad údajů na obrazovce přijímače NNSS

LAT	N	51	43.41
LON	E	00	27.13
GMT	14	42	00
HEADG	72.3		
SPEED	12.7		
SAT	14	LOCKED	ON
LAST	FIX	13	54 00)

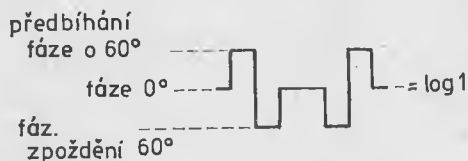


Obr. 2.25. Dvouminutové intervaly na dráze družice a odpovídající naměřené Δf

Dvouminutová zpráva družice obsahující 156 digitálních slov po 39 bitech a jedno 19-bitové slovo

Slovo	Význam dekódovaných slov navigační zprávy
	Konec předchozí sekvence
1	
2	Měření Δf
3	
8	Parametry dráhy pro $t_0 - 6$ min
14	Parametry dráhy pro $t_0 - 4$ min
20	Parametry dráhy pro $t_0 - 2$ min
26	Parametry dráhy pro t_0
32	Parametry dráhy pro $t_0 + 2$ min
38	Parametry dráhy pro $t_0 + 4$ min
44	Parametry dráhy pro $t_0 + 6$ min
50	Parametry dráhy pro $t_0 + 8$ min
56	Čas perigea
62	Průměrný pohyb družice
68	Úhel perigea
74	Rychlost stáčení přímky apsid
80	Excentricita
86	Střední délka velké poloosy
92	Délka výstupního uzlu
98	Rychlost stáčení uzlu
104	Kosinus inklinálního úhlu
110	Zeměpisná délka podle Greenwiche
116	Číslo družice
122	Čas poslední aktualizace zprávy
128	Plánovaný čas další aktualizace
134	Kmitočtová odchylka od 400 Hz
157	Začátek následující sekvence
	Ostatní slova obsahují vojenské informace a nelze je navigačním přijímačem dekódovat

Obr. 2.26. Zpráva vysílaná družicí NNSS

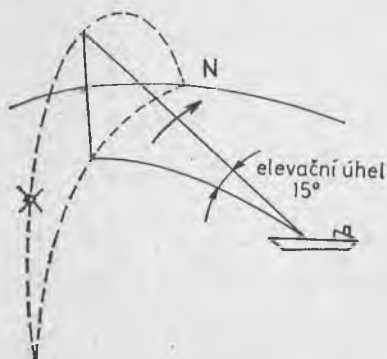


Obr. 2.27. Způsob modulování signálu družice



pohybu družice, země a lodě. Posuv kmitočtu se měří porovnáváním kmitočtu přijímaného signálu (f_s) s referenčním kmitočtem (f_r) v přijímači (obr. 2.24.). Kmitočtový rozdíl $\Delta f = f_r - f_s$ se měří ve dvouminutových intervalech po dobu, kdy je družice pro loď nad horizontem (obr. 2.25.). Povelem k měření je vždy začátek třetího digitálního slova každé dvouminutové zprávy o 6103 bitech vysílané z družice (obr. 2.26.). Aby nebylo měření Δf ovlivněno vysíláním zprávy, je použito fázové modulace s kódem podle obr. 2.27. Průběh Δf (obr. 2.25.) vyjadřuje zeměpisnou délku a bod nulového posuvu zeměpisnou šířku přijímače.

Počítač přijímacího zařízení řeší polohu použitím znalosti dráhy družice (z přijaté zprávy) a odhadované momentální polohy lodě (z interní aktualizace poslední naměřené polohy — v době mezi přelety je průběžně na zobrazovači přijímače), což vyjádří ve formě



Obr. 2.28. Elevační úhel

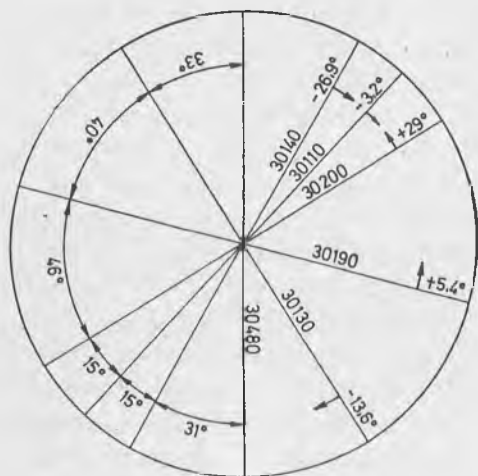
„vějíře“ úseček $R_0 - R_N$ (obr. 2.25). Konečným úkolem počítače je umístit loď do polohy, ve které jsou změny délek vypočtených úseček shodné s naměřenými změnami odpovídajících vzdáleností odvozenými z Δf . Polohy určené z družicových drah o elevačních úhlech (obr. 2.28.) pod 15° a nad 75° jsou zatíženy velkou chybou, proto program počítače takové oběhy ignoruje. U NNSS je na kruhových polárních (rovina proložená dráhou obsahuje oba zemské póly) drahách ve výšce 1000 km v provozu 5 družic (další jsou v záloze) s dobou oběhu 107 minut. Každá vysílá nepřetržitě své dvouminutové zprávy, jejichž začátek souhlasí se začátkem sudých minut světového času. Kdyby byly orbity přesně polární, budou v prostoru neměnné (stacionární) a zachovají symetrické rozložení (obr. 2.29.). Vlivem posouvání drah, způsobeném vypuštěním družic na dráhy, které nejsou ideálně polární, dochází k nesymetrii. Konfigurace k 1. 8. 1981 je na obr. 2.30. Z uvedeného plyne, že interval, kdy není k dispozici poloha, v nejlepším případě ležící v rozmezí od 0,5 h (na pólech) do 1,5 h (na rovníku), v praxi může být větší a výjimečně může dosáhnout 4 i 7 hodin. Obsah zpráv družic je každých 12 hodin obnovován vysláním čtyř družicových naváděcích stanic ve čtyřech státech USA.

NS NAVSTAR — světový polohový systém (GPS)

Global positioning system — GPS je celosvětový navigační systém poskytující polohy nepřetržitě s přesností řádově 10 m (dvoukaná-



Obr. 2.29. Teoretické rozložení drah družic NNSS



Obr. 2.30. Skutečný stav orbitálních rovin NNSS 1. 8. 1981. Vedle čísla družice je uveden její roční pohyb. U družice č. 30480 vypuštěné v květnu 1981 není ještě roční pohyb stanoven



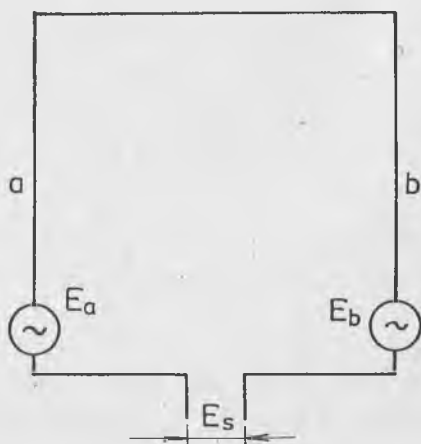
Obr. 2.31. Rozmístění družic GPS

lové zařízení). Jednokanálová varianta má přesnost 100 m. Podobně jako u NNSS jde o vojenský systém. Předpokládalo se, že bude pro civilní použití americkými úřady uvolněn v roce 1983. Koncem roku 1981 bylo nečekaně oznámeno, že toto rozhodnutí je na 10 let pozastaveno. Dále došlo ke skluzu termínů, a tak konečná podoba GPS bude schválena v roce 1986. Zkoušky probíhají zatím se sedmi družicemi (červen 1982). Při uvedení do provozu se má používat 18 až 24 družic ve třech orbitálních rovinách (obr. 2.31). Orbyty jsou kruhové, vzdálené 20 183 km od Země, doba obletu je 12 hodin. Kdekoliv na světě bude tedy neustále v dosahu minimálně 4 až 6 družic.

Poloha se určuje ze vzdálenosti přijímače od dvou zvolených družic, zjištěné metodou měření času, během něhož signál urazí vzdálenost družice – přijímač. Navigační data informující nepřetržitě o přesné poloze družice v prostoru jsou zakódována v její třicetisekundové relaci obsahující 1500 bitů. Vysílací kmitočty jsou 1227 MHz a 1575 MHz. Nezbytná vysoká přesnost vysílacích kmitočtů vysílačů družic a synchronizace jejich vysílání je zajištěna atomovými normály kmitočtu a času.

Rádiový zaměřovač směru (direction finder — DF)

Vynecháme-li navigační systém Consol (pro omezenou použitelnost a hlavně malou přesnost nemá pro obchodní loďstvo praktický



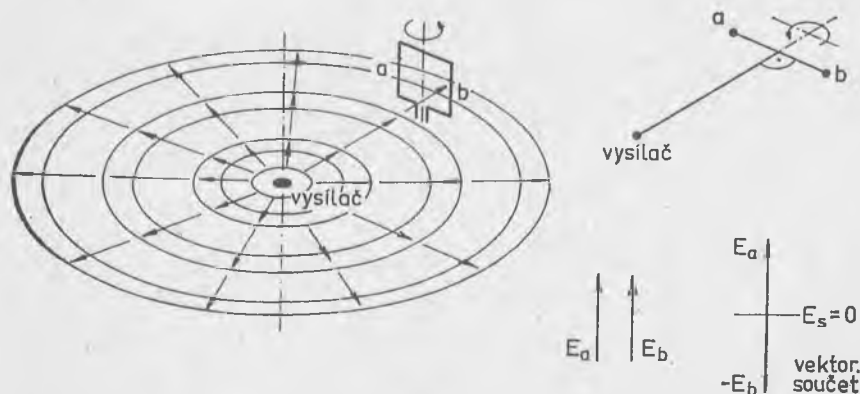
Obr. 2.32. Smyčková anténa

význam) a integrované navigační systémy (např. přijímače NNSS a Omega tvoří jeden mikropočítačem řízený celek), které jsou kombinacemi již popsanych systémů, zbývá z kompletního seznamu lodních radionavigačních zařízení rádiový zaměřovač směru.

Ten sestává z antény s výrazně vyjádřenou směrovostí a z kvalitního přijímače. Zjišťujeme jím pravý náměr zdroje elektromagnetických vln. Jeho schopnost určit náměr i jiné lodě z jejího rádiového vysílání je důležitá v tísnových situacích pro bezpečnost lidského života na moři, proto bude zaměřování a zaměřovačům věnováno více místa. Polohu vlastní lodě určíme z náměrů nejméně dvou majáků.

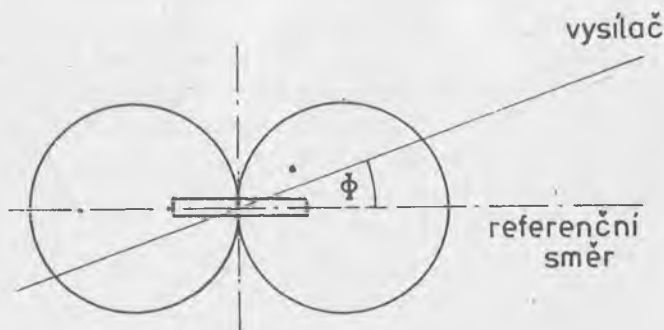
Přijímač potřebuje ke své funkci vhodnou směrovou anténu. Teoreticky je použitelná každá směrová anténa, na lodích se osvědčila anténa smyčková (rámová). Její předností je, že při velmi jednoduché konstrukci má téměř ideální diagram záření. Tvoří ji několik závitů drátu navinutých na kruhovém nebo čtvercovém rámu, kterým je možno otáčet kolem svislé osy. Pro výklad teorie smyčkové antény je nejvýhodnější čtvercový tvar smyčky (obr. 2.32.), tvořený svislými (a , b) a vodorovnými prvky. Všechny ostatní tvary lze na svislé a vodorovné prvky rozložit.

Přichází-li na smyčkovou anténu vertikálně polarizovaná elmag.



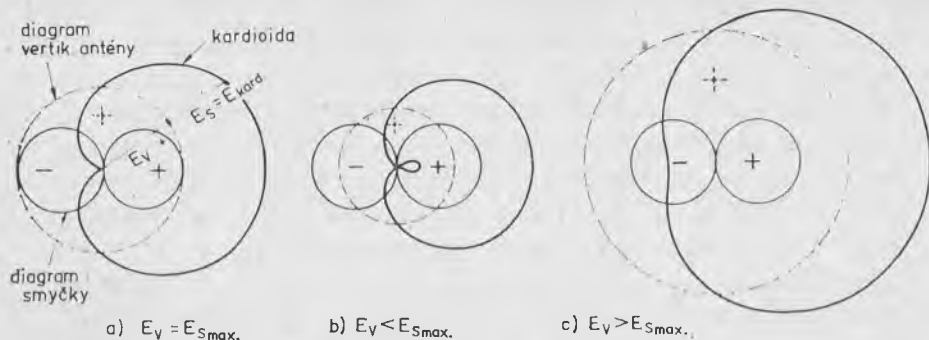
Obr. 2.33. Smyčka kolmo ke směru šíření vlny

vlna (na jejích vlastnostech je rádiové zaměřování založeno), indukují se ve vertikálních prvcích elektromotorické síly E_a a E_b , zatímco na horizontální prvky nemá žádný vliv. Napětí E_s na svorkách smyčky je rovno rozdílu obou indukovaných napětí, která působí na protilehlých stranách uzavřené smyčky, proto mají opačný smysl: $E_s = E_a - E_b$. Je-li plocha smyčky kolmá ke směru postupu vlny (obr. 2.33.), jsou obě indukovaná napětí shodná co do amplitudy i fáze: $E_s = E_a - E_b = 0$. Pootočíme-li smyčku o 90° , setká se přicházející vlna nejdříve se stranou a a napětí E_a fázově předběhne E_b . Vlivem maximálně možného fázového rozdílu nabude E_s v tomto případě maximální hodnoty. Během jedné kompletní otáčky smyčky projde E_s dvakrát nulovou i maximální hodnotou. Okamžitá hodnota $E_s = E_{s\max} \cdot \cos \Phi$. Diagram záření smyčky je dán funkcí $\cos \Phi$ a má tvar osmičky (obr. 2.34.). Průběh amplitudy přijímaného signálu vykazuje nejrychlejší změnu pro úhly kolem $\Phi = 90^\circ$ a $\Phi = 270^\circ$ (vyhledání minima je přesnější než vyhledání maxima).



Obr. 2.34. Diagram záření smyčky

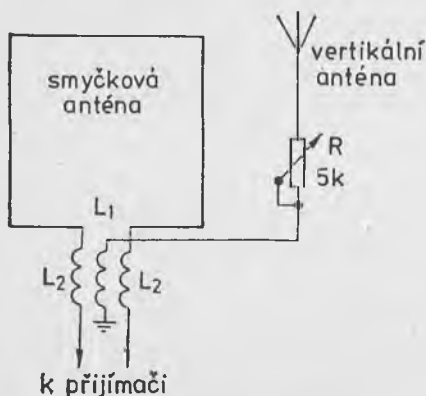
Směr vysílače lze tedy zjistit otočením smyčky na minimum přijímaného signálu a odečíst úhel Φ mezi rovinou smyčky a zvoleným referenčním směrem. Protože diagram má dvě minima, je nutné ještě stanovit, který z úhlů (liší se o 180°) udává skutečný směr vysílače. Pro zmíněný úkon nazývaný zjišťování smyslu náměru se používá signálu z vertikální prutové antény. Její svorkové napětí



Obr. 2.35. Kardioida

představované kruhovým diagramem záření, amplitudově sečtené se svorkovým napětím smyčky s osmičkovým diagramem dá diagram s jedním minimem (otočeným o 90° proti minimům smyčkové antény). Tento průběh je popsán funkcí $1 + \cos \Phi$; její grafická interpretace se nazývá kardioida.

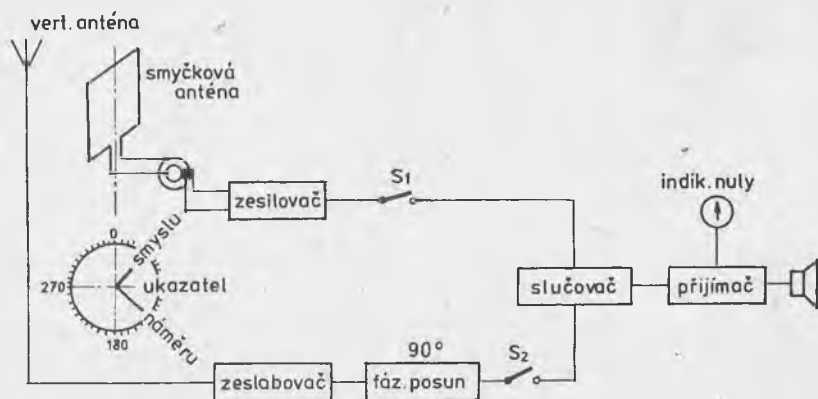
Vertikální anténu umístíme v ose smyčky a zajistíme, aby se její výstupní napětí E_v rovnalo maximální hodnotě E_s (obr. 2.35). Při $E_v \neq E_{smax}$ může dojít k chybě kvůli nezřetelnému nebo dvojznačnému minimu. Protože okamžité svorkové napětí smyčky je dáno rozdílem napětí ve dvou vertikálních vodičích, je o 90° posunuto proti okamžitému napětí, které se indukuje v pomocné vertikální anténě. Signály z obou antén je možno sloučit např. v obvodu podle



Obr. 2.36. Slučovací obvod

obr. 2.36. Odpor R zajišťuje, že proud v L_1 je ve fázi s napětím indukovaným ve vertikální anténě. Napětí na L_1 je o 90° posunuto. Napětí indukované v L_2 je buď ve fázi nebo o 180° posunuté vůči napětí na L_1 (závisí na smyslu vinutí). Tím je splněna podmínka pro vznik kardioidy: napětí na L_2 je o 90° posunuto proti proudu v L_1 — napětí obou antén jsou tedy ve fázi a jejich algebraický součet bude zpracován dalšími stupni přijímače.

Skupinové schéma nejjednoduššího systému s otočnou smyčkovou anténou je na obr. 2.37. Napětí E_s , které je mnohem menší než E_v , se musí zesílit. Shodnost obou napětí se snadno nastaví pomocí proměnného zeslabovače. Spínači S_1 a S_2 se volí funkce přijímače: 1. S_1 sepnut, S_2 rozepnut — zaměřování — otáčíme smyčkovou anténou a v momentě, kdy je amplituda signálu nulová, odečteme náměr (nula stupnice náměrů odpovídá referenčnímu směru), ovšem otočíme-li anténu o 180° , nalezneme druhou nulu; 2. Oba spínače sepnuty — určování smyslu náměru — otáčením smyčky nastavíme postupně ukazatel smyslu (sense pointer) na oba možné náměry. Správný náměr poznáme podle menší amplitudy signálu. Protože nula kardioidy je posunuta o 90° proti nulám osmičkového diagramu, je mezi oběma ukazateli fixní úhel 90° ; 3. Sepnut pouze S_2 — zařízení pracuje jako komunikační přijímač s vertikální anténou.

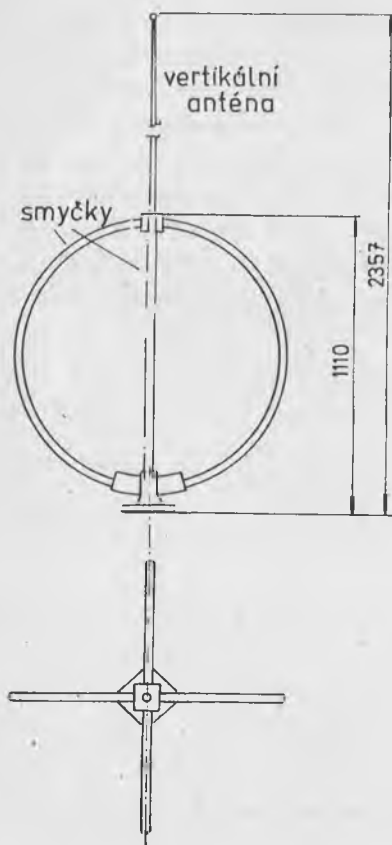


Obr. 2.37. Zaměřovač s otočnou smyčkovou anténou

Nevýhody otočné smyčkové antény jsou zřejmé:

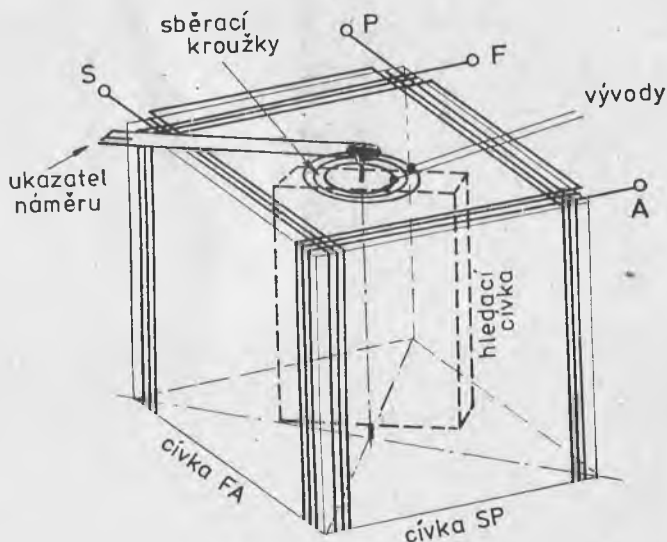
- omezená velikost a tím i amplituda E_s ,
- nutnost mechanického spřažení antény s ukazatelem náměru (složitost mechanické konstrukce),
- anténu nelze z elektrického hlediska umístit do optimální polohy.

Systém Bellini-Tosi (B-T) uvedené nevýhody překonává použitím pevných zkřížených smyček (obr. 2.38), které se instalují na vhodném místě nad lodní nástavbou. Přitom jedna ze smyček se orientuje tak, aby byla v podélné ose lodi, tj. ve směru před—zád (fore—aft, označuje se *FA*). Kolmo na ní je smyčka *PS* (port—starboard), mezi



Obr. 2.38. Anténa B-T

pravým a levým bokem lodě. Dopadá-li na anténu B-T signál ve směru před–zad, bude napětí indukované ve smyčce FA maximální a ve smyčce PS nulové. Přesně naopak tomu bude, když signál přijde kolmo na osu lodě. Pro signál obecného směru (polohová přímka svírá s rovinou smyčky FA úhel Φ) jsou indukovaná napětí ve smyčkách dána vztahy: $E_{FA} = E \cos \Phi$; $E_{PS} = E \cos (90^\circ - \Phi) = E \sin \Phi$. Napětí se kabely přivádějí do budících cívek goniometru navinutých kolmo k sobě na izolované kostře, uvnitř je otočná hle-



Obr. 2.39. Goniometr

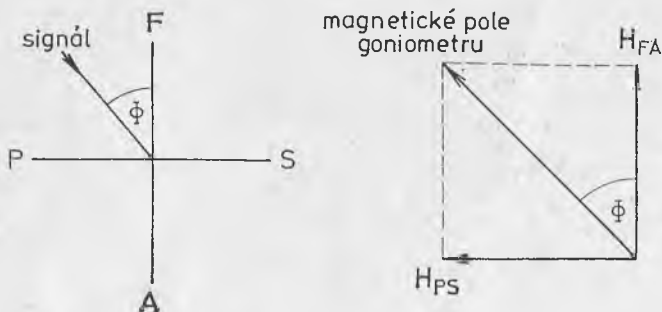
dací cívka (obr. 2.39.). Budící cívky jsou identické a naladěné na kmitočet přijímaného signálu, mají tedy stejnou čistě ohmickou složku R . Proud, který jimi protéká, můžeme vyjádřit výrazy:

$$I_{FA} = \frac{E}{R} \cos \Phi = I_{\max} \cos \Phi; \quad I_{PS} = \frac{E}{R} \sin \Phi = I_{\max} \sin \Phi.$$

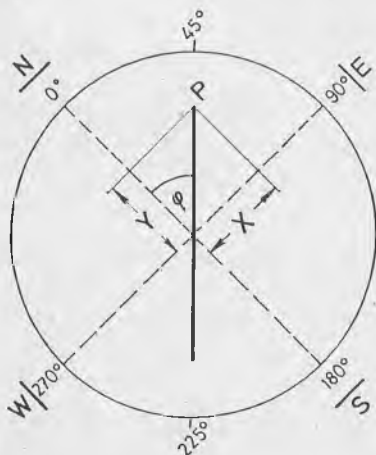
Ty vybudí magnetické pole, jež je reprodukcí vnějšího elektromagnetického pole působícího na smyčky FA a PS (obr. 2.40.). Hledací cívka

je přesnou analogií smyčkové antény (včetně používané metody určování smyslu náměru). Na bázi goniometru s anténou B-T pracují dodnes používané manuální přijímače DF (Sdělovací technika č. 9/1980, str. 347).

Další typ (*vizuální*) používá obrazkový goniometr. Signály smyček *FA* a *PS* anténní soustavy B-T jdou přes separátní zesilovací kanály na vertikální a horizontální vychylovací destičky obrazovky.



Obr. 2.40. Princip goniometru



Obr. 2.41. Obrazkový goniometr

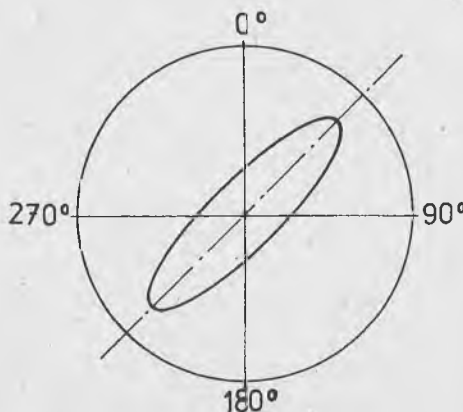
Z toho, co bylo řečeno o induktivním goniometru, si není těžké představit, jak vznikne na stínítku světelná stopa (jako vizuální obdoba hledací cívky), jejíž orientace vyjadřuje úhel dopadu elektromagnetické vlny. Náměry odečítáme na stupnici umístěné soustředně okolo stínítka pomocí ukazatele (cursor), který nastavíme tak, aby se kryl se stopou. Čárkované úsečky NS a WE (obr. 2.41.) představují dráhy světelného bodu způsobené signály přicházejícími ze směrů totožných s rovinami smyček. Pro signál ze severovýchodu (náměr 45°) budou v obou smyčkách stejná napětí a tedy stejné potenciály mezi oběma páry vychylovacích destiček a vzniklá stopa bude ležet na přímce odkloněné o úhel $\varphi = 45^\circ$ od svislé osy (Y). Abychom dokázali identitu úhlu φ na stínítku a úhlu Φ , pod kterým dopadá přijímaný signál na anténu B-T, vyjádříme funkci tangens úhlu φ :

$\operatorname{tg} \varphi = \frac{X}{Y}$, kde výchylky X , Y jsou úměrné napětí smyček PS

a FA , která způsobila vychýlení paprsku do bodu P . Dosadíme-li za X a Y okamžité hodnoty napětí smyček: $\operatorname{tg} \varphi = \frac{X}{Y} = \frac{e \sin \Phi}{e \cos \Phi} =$

$= \operatorname{tg} \Phi$, tedy $\varphi = \Phi$.

Uvedené vztahy platí, jestliže je během zpracovávání signálů udržen konstantní vztah mezi fázemi a amplitudami smyčkových napětí. O jak přísné požadavky jde, se přesvědčíme následující úva-



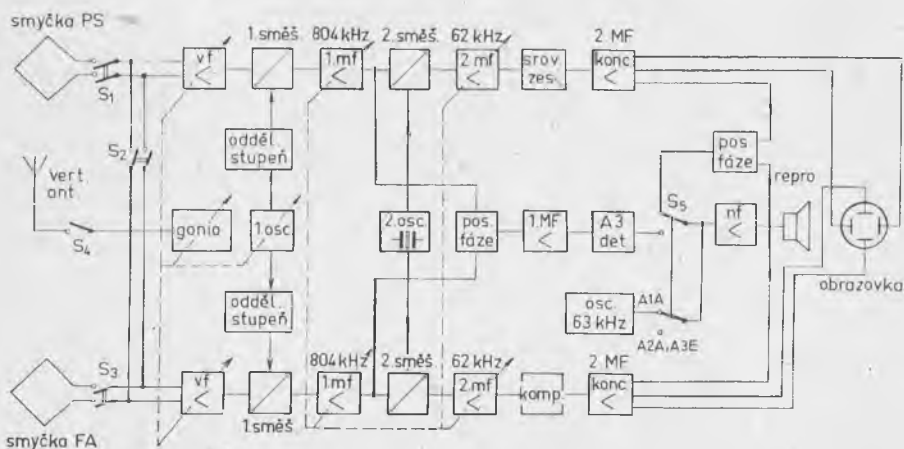
Obr. 2.42. Fázová chyba

hou. Chyba náměru způsobená zaměřovačem by neměla být větší než $\pm 0,5^\circ$, tj. pro náměr z obr. 2.41. platí: $45^\circ \leq \varphi \leq 45,5^\circ$. Protože $\operatorname{tg} 45^\circ = 1$ a $\operatorname{tg} 45,5^\circ = 1,0176$, musí poměr výstupních napětí zesilovačů smyčkových napětí $A = \frac{e \sin \Phi \cdot A_1}{e \cos \Phi \cdot A_2}$ splňovat nerovnost

$1 \leq A \leq 1,0176$. Zesílení obou zesilovačů se může lišit o 1,76 %.

Fázové chyby způsobí mezi destičkami rotující elektrické pole, takže přímková stopa přejde v eliptickou (obr. 2.42.), jejíž hlavní osa indikuje správný náměr (vlastnost užitečná při zaměřování za přítomnosti prostorové vlny). Proto a pro lepší reprodukovatelnost náměru (proti vyhodnocování sluchem nebo na S-metru u manuálních DF s goniometrem B-T) se popisovaný typ v praxi osvědčil.

Jelikož fázi ani zesílení nelze dlouhodobě udržet v potřebných tolerancích, vkládají se do zesilovačích kanálů obvody umožňující kanály vyvážit. Problém dvojznačnosti náměru se řeší pomocí vertikální antény. Zesilovačí řetězce vizuálního systému (obr. 2.43.) jsou dva samostatné přijímače s dvojím směřováním, které mají společný 1. laditelný oscilátor a 2. pevný oscilátor. Společný 1. oscilátor umožňuje ladění obou kanálů jedním ovládacím prvkem — šestnásobným otočným kondenzátorem, kterým se kromě toho ladí ještě



Obr. 2.43. Skupinové schéma vizuálního zaměřovače

obvod LC, s nímž je vázána pomocná vertikální anténa, vstupní a výstupní obvody předzesilovačů v obou kanálech. Jako proměnný vazební člen mezi zesilovacími stupni m_f 804 kHz i 62 kHz je použit diferenciální otočný kondenzátor o čtyřech sekcích na jedné ose. Tím se dosahuje velmi dobré shody regulace zisku obou kanálů v rozsahu 80 dB. Fázový posuv (45°) signálů určených pro zesílení n_f se zavádí proto, aby se signály obou kanálů (pro určité úhly dopadu elmag. vlny) nemohly navzájem vyrušit. Přepínač funkcí má proti zaměřovači s indukčním goniometrem dvě polohy navíc. Obě slouží pro vyvažování kanálů před vlastním zaměřováním. Doporučuje se zvolit tu, která dává silnější signál. Při vyvažování se připojí signál z jedné smyčkové antény na paralelně spojené vstupy obou kanálů (např. spínače S_1 a S_2 sepnuty, S_3 rozepnut) a korekčními prvky v kanálu PS (srovnávací zesilovač) se vyváží fáze (z elipsy vznikne vyvážením přímka) a zesílení (právě získanou přímku otočíme do předepsaného směru, který je vygravírován na masce stínítka obrazovky). Chyby vzniklé sekundárním vyzařováním předmětů poblíž antény B-T se kompenzují v kanálu FA . Korekční a kompenzační prvky jsou ovládány prostřednictvím magnetických spojek, které zabráňují „rozbalancování“ zaměřovače eventuální chybou manipulací při zaměřování (spínače S_1 a S_3 sepnuty, S_2 rozepnut). Při určování smyslu náměru je navíc sepnut S_4 . Ke sloučení signálů dochází v indukčním goniometru. Technická specifikace: rozsahy 70 až 140 kHz, 130 až 260 kHz, 250 až 630 kHz, 1500 až 3500 kHz; potlačení zrcadlových kmitočtů > 100 dB v rozsahu 70 až 530 kHz, > 80 dB v rozsahu 1,5 až 2,85 MHz; potlačení $f_{mf} > 75$ dB; citlivost $0,3 \mu V$ na 3 MHz při $s/s = 20$ dB; příkon 95 VA; osazení: 14 elektronek, 15 tranzistorů, 12 diod.

Automatický zaměřovač směru (ADF) je zaměřovač, jehož přijímač stačí naladit na kmitočet žádaného vysílače a náměr lze odečíst bez jakékoliv další manipulace. Definici uvádíme proto, že se během vývoje zaměřovačů setkáváme s pojmem automatický téměř u všech typů DF, které následovaly po systému B-T. Každý vývojový stupeň přinesl zautomatizování určitých úkonů. Skutečnými automaty lze však nazvat až systémy využívající modulačních principů a systémy číslicové. Prvně jmenované se uplatnily hlavně v letectví (ra-

diokompas). S jednou variantou číslicových ADF se můžeme setkat na některých čs. námořních lodích. Ze skupinového schéma (obr. 2.44) vidíme, že vychází z vizuálního typu. Vstupní pásmové propusti se přepínají pomocí přepínače rozsahů. První vyvážené směšovače jsou osazeny tranzistory řízenými polem. V zesilovačích 1. mf jsou krystalové filtry 10,7 MHz. Druhá mf 20 kHz je produktem aditivního smísení 1. mf kmitočtu a kmitočtu 10 720 kHz ze syntezátoru. Náměr je na obrazovce znázorněn jako vektor vycházející ze středu stínítka. Polovina stopy se zhasí, vektor tedy vyjadřuje náměr včetně smyslu. Navíc je náměr vyhodnocen číslicově a je vidět na zobrazovači. Pravý náměr se získá jako součet relativního náměru s údajem číslicového opakovacího gyrokompasu, který dostává data přes příslušný obvod styku.

Z technické specifikace ADF: rozsahy 70 až 250 kHz, 250 až 370 kHz, 370 až 550 kHz, 1,6 až 3,5 MHz, 2182 kHz ± 50 kHz; přesnost naladění kmitočtu ± 150 Hz; stabilita naladěného kmitočtu ± 10 Hz; přesnost náměru $> \pm 0,5^\circ$ pro signály 50 $\mu\text{V/m}$ až 50 mV/m; analogový zobrazovač: obrazovka se stupnicemi náměrů; digitální zobrazovač: abecedně číslicový (7-segmentové číslovky), tlačítkem lze zvolit jedno z následujících zobrazení:

1. údaj opakovacího gyrokompasu (kurs pravý) indikovaný na desetiný stupně;
2. přijímaný kmitočet (na jednotky kHz);
3. pravý náměr (desetiny stupně);
4. relativní náměr (desetiny stupně).

Kmitočet se indikuje v jednotkách kHz záměrně, aby se na první pohled poznalo, že jde o kmitočet. Při přepínači v poloze „manuální obsluha“ lze brát náměry vysílačů navigačních systémů L/C a Consol. Pokud je zaměřovač v pohotovostní poloze (stand-by) na číslicovém zobrazovači, je zobrazení čís. 1.

Zaměřovací přijímač je na lodi instalován na lodním můstku nebo v přilehlé místnosti, tzv. mapovně, na speciálním stole, na kterém se pracuje s mapami. Poblíž přijímače se umísťuje signalizační skříňka izolace antén lodní radiostanice.

Zaměřování

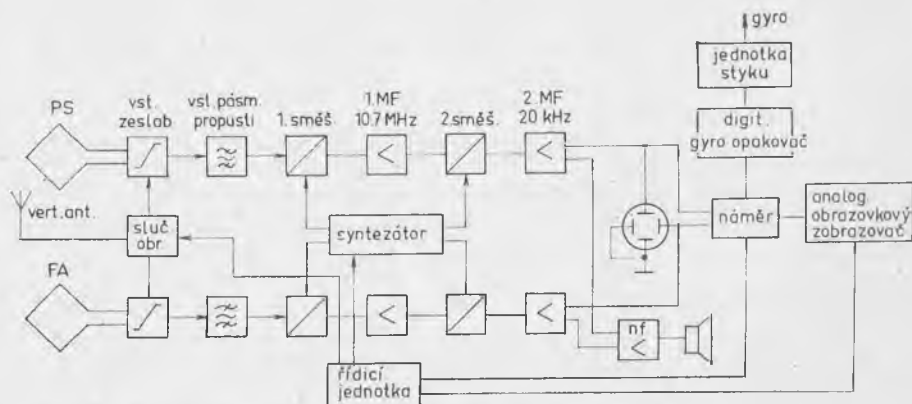
Před zaměřováním je třeba zkontrolovat, zda opakováč gyrokompasu v zaměřovacím přijímači ukazuje stejný kurs jako gyrokompas. Přepínač vysílacích a přijímacích antén musí být přepnut do polohy „antény izolované“ (což indikuje signalizace); nejsou-li antény izolovány, je zaměřovač blokován a nelze zaměřovat. S uvedeným opatřením proti chybným náměrům se setkáme u většiny zaměřovačů.

Po naladění kmitočtu majáku, vyhledání minima a smyslu náměru (u manuálních zaměřovačů) se pravý náměr odečte na pohyblivé stupnici opakováče gyrokompasu. Na pevné stupnici, která je orientovaná k přídi loďe, lze odečíst relativní náměr, přičemž

$$\text{pravý náměr} = \left\{ \begin{array}{l} \text{relativní} \\ \text{náměr} \end{array} \right\} + \left\{ \begin{array}{l} \text{korigovaný údaj} \\ \text{magnetického kompasu} \end{array} \right\} - 360^\circ$$

(je-li výsledek $> 360^\circ$). Tak musíme postupovat např. při poruše gyrokompasu, jeho opakováče nebo při práci se zaměřovačem během delších postojů v přístavech a při dokování (zhruba desetidenní opravy v loděnicích, jednou za 12 až 18 měsíců), kdy se gyrokompas vypíná.

Před vynesení do mapy se k náměru přičte korekce chyby zaměřovacího zařízení z kalibrační křivky a případně korekce sbíhavosti.



Obr. 2.44. Skupinové schéma automatického zaměřovače směru

Kalibrační křivka zaměřovače vystavená při jeho instalaci se každoročně kalibrací obnovuje. Formulář se zakreslenou kalibrační křivkou bývá vyvěšen vedle zaměřovacího přijímače a patří mezi oficiální lodní dokumenty. Před ukončením její platnosti je třeba objednat u autorizované firmy novou kalibraci. V zájmu bezpečnosti lodě kontroluje radiodůstojník správnost všech čtyř fází uskutečňované kalibrace:

1. Kalibrace zaměřovače se většinou spojuje s kalibrací magnetického kompasu. Aby proběhla rychle a uspokojivě, je nutná důkladná příprava. Předem se musí prověřit funkce zaměřovače a kontrolovat, zda se v blízkosti antény B-T nevyskytují zjevné zdroje sekundárního vyzařování, je-li na lodi vše uspořádáno jako při oceánské plavbě, tedy jsou-li výložníky, jeřáby a ocelová lana na svých místech, jsou-li izolovány radiokomunikační antény.

2. Kalibrace by se měla odbývat během dne, vyhýbajíce se východu a západu slunce nejméně o 2 hodiny. Uskutečňuje se na rejdách přístavů, kde je dost místa k manévrování. Maják má být dobře vidět, ale jeho vzdálenost nemá být menší než 1 NM. Doporučuje se, aby kmitočet majáku byl v rozsahu 285 až 315 kHz (pásmo námořních majáků). Loď se při tom otočí o celých 360° rychlostí asi 6° za minutu. Kalibraci dělají dvě osoby domlouvající se např. pomocí palubních komunikačních stanic 450 MHz. Obsluha optického náměrníku, kterým dělá vizuální náměry radiomajáku, dává při každém pátém stupni operátorovi zaměřovacího přijímače povel k odečtení náměru.

3. Ze zapsaných náměrů se nakreslí kalibrační křivka. Pokud vykazuje příliš velké chyby, usoudí se na základě analýzy průběhu křivky, jaká je jejich příčina a jaké zákroky vyžadují. Optimální kalibrační křivka má symetrický průběh korekcí s maximálními hodnotami příliš nepřesahujícími 1°.

4. Po odstranění a vykompenzování chyb, které se objevily při první kalibraci, loď vykoná znovu proceduru podle bodu 2. Z výsledku je nakreslena platná kalibrační křivka. V praxi se většinou, pokud nedošlo ke změnám na nástavbě lodi, získá uspokojivá křivka již

při prvním měření. Kalibrací ověřuje lodní registr provozuschopnost zaměřovače.

Korekce sbíhavosti

Vraťme se nyní k obr. 2.5. a předpokládejme, že povrchová vlna z vysílače v bodě *B* postupuje k přijímači v bodě *A* přímočaře nejkratším směrem, tedy po GC. Přijímačem naměřený náměr je však tečnou k GC v bodě *A* a bez korekce sbíhavosti umísťuje vysílač do bodu *C*, asi 270 NM od správné polohy. Vzdálenost bodů *A* a *B* činí zhruba 2000 NM.

Sbíhavost se musí korigovat u náměrů branych na vzdálenost větší než 100 NM. K tomu slouží koeficient *K*, nazývaný poloviční sbíhavost (half-convergency), který vypočteme podle vzorce:

$$K = \frac{1}{2}(\Delta D) \sin \check{S}_s,$$

kde *K* je korekční činitel v minutách, ΔD rozdíl mezi zeměpisnými délkami přijímací a vysílací stanice v minutách, $\check{S}_s$ střední zeměpisná šířka mezi stanicemi ve stupních. Navigační příručky obsahují nomogramy, kde je možno absolutní hodnotu *K* rychle odečíst. Znaménko koeficientu závisí na vzájemné poloze obou stanic. Snadno jej odvodíme, když si uvědomíme, že GC je vůči rovníku vždy konkávní. Vyskytne-li se potřeba převádět RL na GC, bude mít *K* opačná znaménka. Následující tabulka shrnuje všechny možnosti pro převod pravého náměru (GC) na RL, kterou potřebujeme k zakreslení náměru do mapy:

Střední zeměpisná šířka vychází na polokouli	Poloha lodi vzhledem k vy- sílači	Znaménko koeficientu <i>K</i>	
		Lodní DF zamě- řuje maják	Pobřežní stanice DF zaměřuje loď
Severní	východně	—	+
	západně	+	—
Jižní	východně	+	—
	západně	—	+

Příklad výpočtu korekce sbíhavosti ukáže, jak velké chyby sbíhavost do zaměřování zanáší. Loď plující Severním mořem dělá ve 14 hodin a v 18 hodin náměry majáku Lista v poloze $58^{\circ}06'30''$ N, $06^{\circ}34'24''$ E s publikovaným dosahem 100 NM:

	14.00 h	18.00 h
$\check{S}$ majáku	$58,1^{\circ}$ N	$58,1^{\circ}$ N
$\check{S}$ loď	$56,9^{\circ}$ N	$57,5^{\circ}$ N
$\check{S}_s$	$57,5^{\circ}$ N	$57,8^{\circ}$ N
D majáku	$6,6^{\circ}$ E	$6,6^{\circ}$ E
D lodi	$5,6^{\circ}$ E	$5,0^{\circ}$ E
AD	$1,0^{\circ} = 60'$	$1,6^{\circ} = 96'$
vzdálenost loď od majáku	79,5 NM	63,2 NM
poloviční sbíhavost pro	$K_{14} = \frac{1}{2}60 \sin 57,5^{\circ} = +0,4^{\circ}$	
oba náměry	$K_{18} = \frac{1}{2}96 \sin 57,8^{\circ} = +0,7^{\circ}$	

Majáky

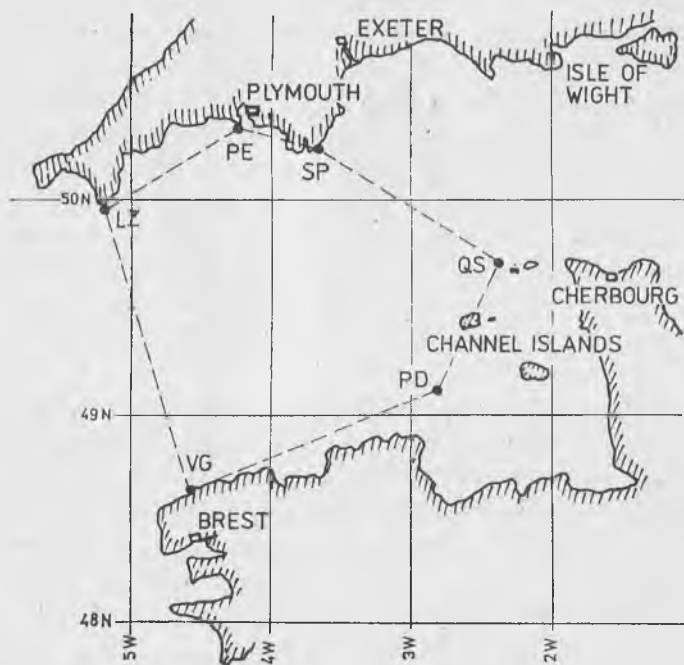
Pod pojmem maják ve smyslu rádiové vysílací zařízení v námořní pohyblivé službě rozumíme nesměrové námořní radiomajáky instalované na pobřeží nebo na majákových lodích a letecké radiomajáky, které se nacházejí poblíž pobřeží a hodí se pro potřeby námořní navigace. Radiokomunikačním řádem je pro ně vyčleněno kmitočtové pásmo 160 až 415 kHz. Pro urychlení procesu zaměřování se často majáky v určité oblasti sdružují do skupin, vysílajících na jednom kmitočtu. Organizaci jedné takové skupiny znázorňuje obr. 2.45. Každý maják vyše nejdříve svůj volací znak v Morseově kódu, pak následuje zaklíčování (čárka) pro zaměřování. Po minutě začne vysílat další maják podle pořadového čísla ve skupině. Celý cyklus má periodu 6 minut a začíná vždy v celou hodinu (H) a dále v $H + 6$ (minut), $H + 12$ atd.

Při výběru radiomajáků vhodných pro zjišťování polohy zaměřovačem směru bereme v úvahu jejich geografické rozložení vzhledem k odhadované poloze loď. Volbou nevhodných náměrů určujících polohu (důležité je, aby se neprotínaly pod příliš ostrým úhlem), případně leteckých majáků ovlivněných pobřežním lomem, bychom získali nepoužitelné výsledky.

Chyby zaměřování

Z dosud uvedeného vyplývá, že přesnost náměrů je ovlivněna řadou faktorů. K nim přistupují ještě chyby způsobené přírodními vlivy, zaměřovacím zařízením a vlivem okolí antény.

U elektromagnetických vln používaných pro námořní zaměřovače



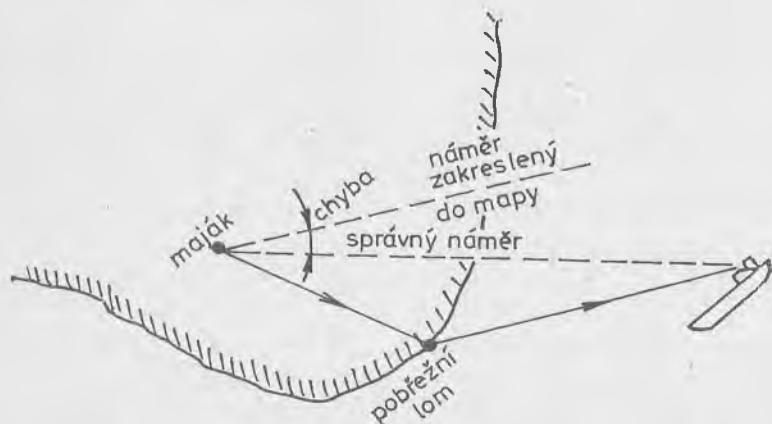
Obr. 2.45. Skupina majáků v západní části průlivu La Manche (stav k 18. 5. 1982)

Pracovní kmitočet : 298,8 kHz; provoz : A2A; modulační kmitočet : 545 Hz

Stanoviště	Volací znak	Dosah NM	Pořadí	Latitude	Longitude
Penlee Pt.	PE	50	1	50 19 07 N	04 11 16 W
Start Pt.	SP	70	2	50 13 19 N	03 38 28 W
Casquets	QS	50	3	49 43 23 N	02 22 38 W
Roches Douvres	RD	70	4	49 06 28 N	02 48 49 W
Ile Vierge	VG	70	5	48 38 23 N	04 34 06 W
Lizard	LZ	70	6	48 57 35 N	05 12 04 W

se setkáváme s rozdílnými vlastnostmi ve dne a v noci. Za dne se náměry dělají ze signálů stabilní vertikálně polarizované povrchové vlny (prostorové vlny kmitočtů pod 1,5 MHz jsou silně tlumeny a lze je zanedbat). V noci je útlum menší a prostorová vlna, jejíž parametry se vlivem nepravidelného kolísání vlastností ionosféry mění s nepravidelnou časovou periodou, interferuje s povrchovou vlnou. Vzniklá vlna má proměnnou amplitudu, fázi i polarizaci (jev je znám jako *noční chyba* — night effect), takže zaměřování je nepřesné. Působení prostorových vln je největší během západu a východu slunce, kdy jsou amplitudy povrchové a odražené vlny přibližně stejné. Za tmy jsou podmínky poněkud stabilnější, přesto se na náměry nedá spoléhat. Představu o rozptylu hodnot náměrů vlivem noční chyby dostaneme, uděláme-li několik náměrů stejného majáku rychle za sebou. Odborná literatura doporučuje nezaměřovat v době ± 1 hodina kolem východu a západu slunce, kdy se hustota ionosféry mění nejrychleji. V noci se musí u náměrů na vzdálenost 70 NM (uvádí se jako mez použitelnosti) počítat s chybou asi 2° . Bez chyby jsou náměry asi do 20 NM.

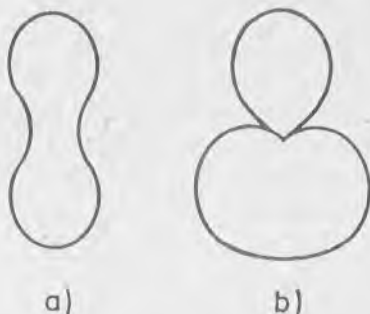
Další fyzikální jev (změna směru pohybu elmag. vln) nastává při průchodu vln rozhraním mezi dvěma prostředími. Vysvětluje se



Obr. 2.46. Pobřežní lom

změnou rychlosti šíření vln způsobenou prudkou změnou vodivosti prostředí (voda—země) a nazývá se *pobřežní lom* (obr. 2.46.). Stanoviště námořních majáků jsou vybírána tak, aby náměry nebyly pobřežním lomem ovlivněny. Ten se však může vyskytnout u náměrů leteckých majáků, proto se vyhýbáme náměrům, při nichž vlny přecházejí přes linii pobřeží v ostrém úhlu (do 30°). Chyba náměru činí v takovém případě i více než 5° a nedá se předem odhadnout a korigovat.

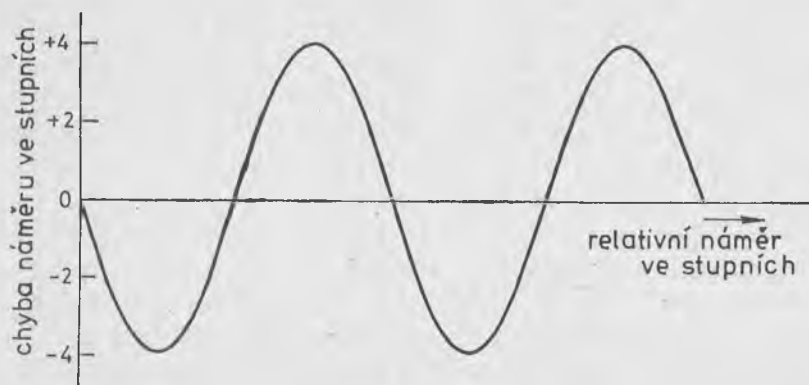
Obr. 2.47. Vertikální chyba:
a — chybové napětí otočeno
 o 90° ; *b* — chybové napětí
 ve fázi



Typickou chybou zaměřovacího přijímače je *chyba vertikální*. Je způsobena kapacitní nevyvážeností vstupu přijímače a vertikálních prvků smyčkové antény vůči zemi. Když je dokonale vyvážená smyčka v poloze kolmé na směr přicházejícího signálu, napětí indukovaná ve svislých elementech se vyruší. Není-li smyčka vyvážená, chová se jako by v jejím obvodu byla zapojena malá vertikální anténa, jejíž vliv na tvar osmičkového diagramu závisí na fázi obou napětí (obr. 2.47.). Vertikální chyba se zmenší na přijatelnou hodnotu, použijí-li se obvodové a konstrukční prvky: symetrický vstup přijímače, vyvažovací kondenzátor (diferenciální) na výstupu smyčky, transformátorová vazba mezi smyčkou a vstupem přijímače se sekundárem elektrostaticky odstíněným od primáru, uzemněný elektrický střed smyčky, „stíněná“ smyčka — smyčka umístěná v uzemněné kovové trubce. (Protože kapacity, které byly příčinou vertikální chyby, jsou mnohem menší než kapacita mezi vinutím smyčky a jejím elektrostatickým stíněním, lze je zanedbat. Aby nebyla smyčka skutečně odstíněna a mohlo se do ní indukovat na-

pětí, je trubka v místě horního křížení smyček B-T přerušena a obě její části jsou odděleny izolátorem.)

Chyby vlivem okolního prostředí jsou vyvolány přítomností vodičů poblíž smyčkových antén. Jestliže se přicházející elmag. vlna setká s takovým vodičem, indukuje v něm napětí, které způsobí, že vodičem teče proud, jehož fáze vzhledem k přijímané elmag. vlně je dána polohou a tvarem vodiče a může nabýt libovolné hodnoty. Vzniklé sekundární elmag. pole indukuje ve smyčkové anténě chybové napětí, jehož fáze odpovídá proudu, kterým bylo pole vybuze-
no. Ve smyčkové anténě se tedy uplatňují chybová napětí indukovaná složkami komplexního pole sekundárního vyzařování kovových předmětů obklopujících anténu. Složky, které jsou ve fázi s primárním polem se s ním sčítají ve výsledné pole působící pomyslný odklon směru primárního pole. Například důsledkem sekundárního vyzařování trupu lodě je posun náměrů směrem k její podélné ose. Typický průběh chyby je na obr. 2.48. (protože má maximum vždy uprostřed kvadrantu, byl jí přisouzen název *kvadrantní*). Za účelem co nejvíce kvadrantní chybu redukovat se anténa B-T instaluje co nejvýše nad lodní nástavbu. Ze stejného důvodu se smyčka *FA* dělá o něco menší než smyčka *PS* (jestli velikosti smyček korespondují, lze vyzkoušet při náměru 45° , kdy musí oběma budicími cívkami goniometru protékat stejné proudy). Obdobný vliv má pro-



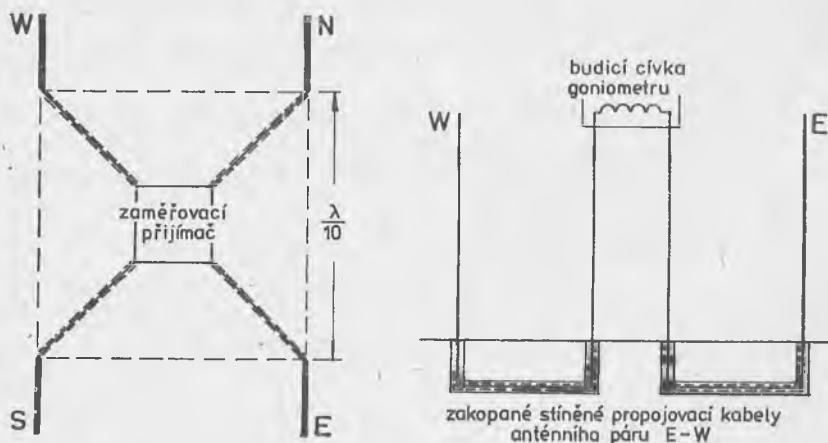
Obr. 2.48. Kvadrantní chyba

měnná kompenzační indukčnost zapojená paralelně k výstupu smyčky FA (nastavuje se na minimální kvadrantní chybu při náměru 45°).

Složka sekundárního elmag. pole fázově posunutá proti primárnímu poli o 90° způsobí „rozmazání“ nuly osmičkového diagramu. Pro „zaostření“ nuly se do obvodu smyčky naváže napětí stejné amplitudy a opačné fáze. To se získá z vertikální antény používané k zjištění smyslu náměru a jeho fáze a amplituda se nastaví pomocí proměnného vazebního členu (na panelu zaměřovače bývá označen „ostroť minima“). Protože průběh korekce v závislosti na relativním směru přicházejícího signálu má tvar polokruhu, ujal se pro tuto chybu název *semicirkulární*.

Služba QTG

Většina pobřežních radiostanic pracujících v pásmu středních vln vysílá v rámci služby QTG na požádání pro kontrolu lodních zaměřovačů, při poruchách majáků atd. signály pro zaměření. Radiokomunikačním řádem je pro službu QTG přidělen kmitočet 410 kHz a stanoven radiotelegrafní, případně radiotelefonní postup pro její organizování. Kmitočet 410 kHz je přidělen i lodním stanicím pro případ, kdy loď žádá náměr od pobřežní zaměřovací stanice nebo



Obr. 2.49. Anténní systém Adcock

od jiné lodi. Zaměřování lodě v tísni probíhá na telegrafním tísňovém kmitočtu 500 kHz nebo na telefonním tísňovém kmitočtu 2182 kHz (podle kategorie lodě) jako součást záchranných operací. V této souvislosti poznámka k dosahu: podle literatury je síla pole povrchové vlny v pásmu 410 až 512 kHz hlavního lodního vysílače s výkonem 400 W dostatečná pro zaměření do vzdálenosti asi 170 NM, dosah nouzového vysílače (průměrný výkon 50 W) je asi 80 NM.

Pobřežní zaměřovací stanice používají anténního systému *Adcock*, který do značné míry eliminuje vliv noční chyby vynecháním horizontálních elementů smyček, takže horizontálně polarizované složky prostorové vlny se nemohou uplatnit. Anténní soustavu *Adcock* tvoří čtyři vertikální antény umístěné v rozích čtverce o straně $\lambda/10$ (obr. 2.49.). Antény jsou spojeny stíněnými kabely s induktivním goniometrem. Jeden pár antén leží v rovině N—S, druhý v rovině E—W.

Literatura

- [1] *Ridenour, L. N.*: Radar Systems Engineering, McGraw-Hill Book Company, Inc., 1947.
- [2] *Skolnik, M. I.*: Introduction to Radar Systems, McGraw-Hill Book Company, 1962.
- [3] *Saněberg, G. D.*: Radiolokacionnyje u navigacionnyje sistemy. Sudostrojenie, Leningrad 1982.
- [4] *Keen, R.*: Wireless Direction Finding, Iliffe and Sons, London 1947.
- [5] Admiralty List of Radio Signals, Volume 2, Volume 5, 1981, Taunton, Somerset, England..
- [6] Recommendations and Reports of the CCIR, 1978, Volume VIII, Mobile Services, Geneva 1978.
- [7] Firemní technická dokumentace navigačních přístrojů.

ANTÉNY

Jako vysílací či přijímací anténa může v podstatě sloužit vodič jakéhokoliv tvaru a délky, umístěný v jisté výši nad zemí a spojený vhodným způsobem s vysílačem nebo přijímačem. Každý anténní zářič je charakterizován: směrovým účinkem, součinitelem směrovosti, ziskem, vstupní impedancí a účinným kmitočtovým rozsahem.

Směrový účinek zářiče je schopnost zářiče vyzařovat (příp. přijímat) elektromagnetickou energii pouze do (příp. z) určitého prostoru, definovaného prostorovými úhly ve vodorovné a svislé rovině. Směrové účinky jsou důsledkem toho, že vyzařená energie je v prostoru rozložena nerovnoměrně — v jednom směru se pole zesiluje, v jiném potlačuje. Abychom mohli navzájem různé antény srovnávat, zavádíme pojem *součinitel směrovosti*, který udává, o co je v místě příjmu elektromagnetické pole silnější než pole, vzbuzené v témž místě zářičem, který by stejný přiváděný výkon vyzařoval zcela rovnoměrně do celého prostoru. Takový pomyslný a prakticky nerealizovatelný vztažný zářič se nazývá izotropický (vše-směrový).

V praxi je účelnější posuzovat směrové vlastnosti různých anténních systémů jejich srovnáním s půlvlnným dipólem, který je základním typem anténního zářiče, navíc snadno a opakovatelně realizovatelným. O tom, zdali skutečně nastane v daném místě požadované soustředění energie, rozhoduje i účinnost samotného zářiče nebo anténního systému. V mnoha případech (např. u půlvlnného dipólu) je účinnost zářičů blízka 100 %, ale často je účinnost značně menší vlivem ztrát samotného zářiče a pohybuje se např. mezi 50 až 80 %. Skutečný *zisk antény* (zesílení pole ve směru maximálního vyzařování) je proto praktickým měřítkem výkonnosti antény a udává prostým číslem nebo obvykleji v decibelech, kolikrát je pole silnější než pole vztaženého zářiče, jímž je zpravidla půlvlnný dipól

a méně častěji izotropický zářič. Součinitel směrovosti a tedy i zisk je úměrný účinné geometrické ploše anténního systému a nepřímo úměrný čtverci vlnové délky podle vztahů:

součinitel směrovosti $S = 4\pi P/\lambda^2$ [m², m]

zisk proti izotropickému zářiči $G_i = \eta S$,

případně $G_i = 10 \log \eta S$,

kde P je účinná plocha v m², η je účinnost, příp. využití plochy.

Neexistuje proto žádný „kouzelný“ typ antény, který by měl malé rozměry a přitom velký zisk. Mnoho nedorozumění vzniká tím, že není udáno (mnohdy z reklamních důvodů) k jakému vztažnému zářiči je inzerovaný anténní zisk udáván. Zisk vztahovaný k izotropickému zářiči je totiž o 2,15 dB větší než zisk vztahovaný k půlvlnnému dipólu.

Úkolem zářiče je vyzářit do prostoru přiváděnou vf energii. Ta se do zářiče přivádí obvykle napájecím vedením a z hlediska napáječe se proto zářič jeví jako spotřebič. Maximální přenos energie nastává, když je vstupní odpor zářiče ohmický a rovný vnitřnímu odporu zdroje, tj. napáječe. Ve skutečnosti má zářič často i reaktanční (jalovou) složku a proto je správnější mluvit o *vstupní impedanci zářiče*. Vyjadřujeme ji obecně vztahem

$$Z = R \pm jX, \quad [\Omega]$$

což je sériové zapojení činného odporu R a indukance (+) nebo kapacitance (–) X . Jalová složka nespotřebuje sice žádný výkon, ale způsobuje kmitočtovou citlivost zářiče a zhoršuje přenos energie z napájecího vedení do zářiče.

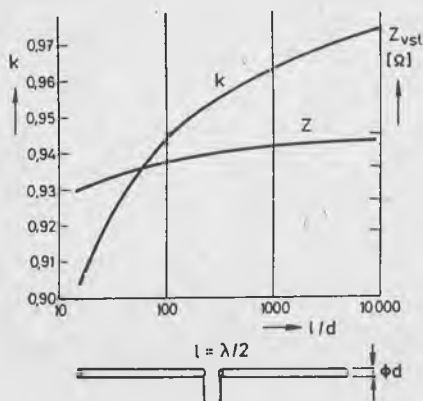
Účinný kmitočtový rozsah souvisí bezprostředně s impedančními vlastnostmi zářiče. Čím v širším kmitočtovém rozsahu anténa zachovává konstantní a pokud možno jen ohmickou impedanci, tím je širokopásmovější. U většiny rezonančních antén se šíře pásma, v němž je možné účinně pracovat, pohybuje mezi 1–5 % středního kmitočtu a proto tyto antény jsou vhodné jen pro jednotlivá amatérská pásma. Různými a většinou kompromisními způsoby napájení lze i rezonanční antény provozovat na několika pásmech, přičemž se využívá harmonického vztahu mezi kmitočty pásem KV.

Naproti tomu existují též antény vysloveně aperiodické, např. antény s postupnou vlnou, které zachovávají vhodné impedanční vlastnosti a dokonce i směrové vlastnosti v kmitočtovém rozsahu až 1 : 3.

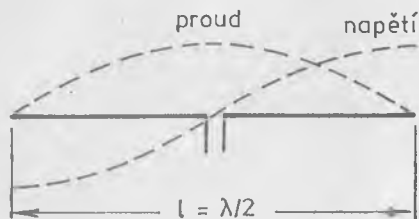
Půlvlnný dipól

Základním typem rezonanční antény (též antény se stojatou vlnou) je zářič o půlvlnné délce. Takový zářič se chová v podstatě jako rezonanční obvod, jehož rezonanční kmitočet nastavujeme délkou zářiče. Při rezonanci vykazuje pouze ohmickou složku vstupní impedance, mimo rezonanci je vstupní impedance komplexní. Je-li délka dipólu kratší než rezonanční, má vstupní impedance kapacitní charakter; při délce větší než rezonanční je charakter induktivní. Přesně vzato, nekonečně tenký přímý vodič ve volném prostoru o délce přesně $\lambda/2$ má uprostřed vstupní impedanci $(73,1 + j43) \Omega$, takže fyzická délka $\lambda/2$ je poněkud delší než pro přesnou rezonanci. K dosažení rezonance musíme proto délku vodiče zkrátit a *koeficient zkrácení* pak udává, kolikrát je třeba zkrátit fyzickou délku $\lambda/2$, aby bylo dosaženo rezonanční délky elektrické $\lambda/2$.

Pro běžné drátové dipóly na pásmech KV je např. činitel zkrácení



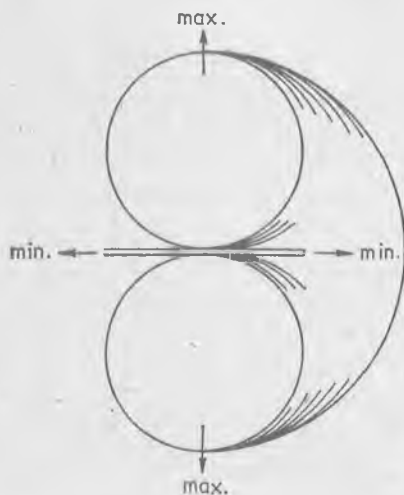
Obr. 3.1. Závislost činitele zkrácení a vstupní impedance půlvlnného dipólu na poměru l/d



Obr. 3.2. Rozložení proudu a napětí na půlvlnném dipólu

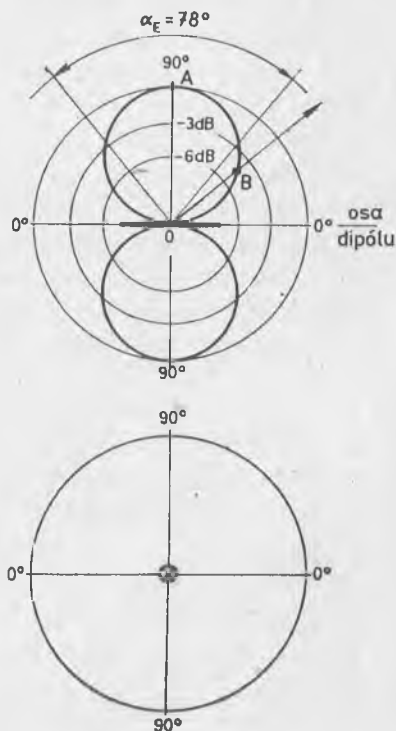
zhruba $k = 0,98$. Čím je průměr anténního vodiče větší, tím je činitel zkrácení menší a u antén VKV se běžně pohybuje mezi 0,90 až 0,95. Současně s rostoucí tloušťkou zářiče klesá i jeho vstupní impedance na hodnoty mezi 55 až 65 Ω . Průběh závislosti činitele zkrácení a vstupní impedance je na obr. 3.1. S klesajícím poměrem l/d se zlepšuje i širokopásmovost zářiče.

Rozložení proudu a napětí na půlvlnném dipólu je znázorněno na obr. 3.2. Na volném konci zářiče vždy vznikne napěťová kmitna a proudový uzel. V místě proudové kmitny, která je uprostřed dipólu, je vstupní impedance nejnižší, teoreticky 73 Ω , prakticky kolem 60 Ω . Na konci vyladěného půlvlnného zářiče je vstupní impedance také čistě ohmická a pohybuje se v mezích 1000 až 5000 Ω . Vstupní impedance v jiných místech je vždy komplexní a ohmická složka nabývá hodnoty mezi uvedenými extrémy.



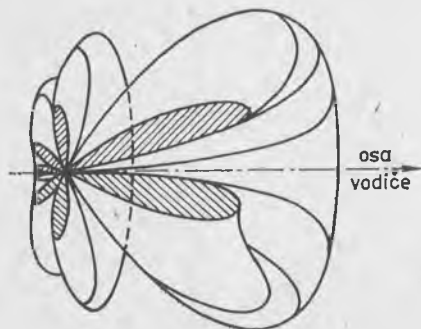
Obr. 3.3. Prostorový vyzařovací diagram půlvlnného dipólu ve volném prostoru

Vyzařovací diagram půlvlnného dipólu ve vodorovné a svislé rovině je zkonstruován jako průsek těchto rovin s rotačním prstencovým tělesem (obr. 3.3.). Ve směru osy zářiče je vyzařování nulové, maximální je ve směrech kolmých k zářiči. Horizontální směrový diagram je symetrického osmičkového tvaru. Délka průvodiče např. $\overline{OB}$ udává relativní velikost vyzařování vůči maximálnímu směru $\overline{OA}$. Měřítkem směrovosti je úhel, v němž neklesne výkon elektromagnetického pole více než o polovinu, tj. o 3 dB a tento úhel, nazývaný též šířka hlavního svazku (laloku) nebo lépe úhel příjmu, se u půlvlnného dipólu rovná $\alpha_E = 78^\circ$. V rovině kolmé na osu dipólu má směrový diagram tvar kružnice, vyzařování je tedy v této rovině všesměrové (obr. 3.4.). Ve skutečnosti je tvar vertikálního směrového diagramu značně ovlivněn zemními odrazy.

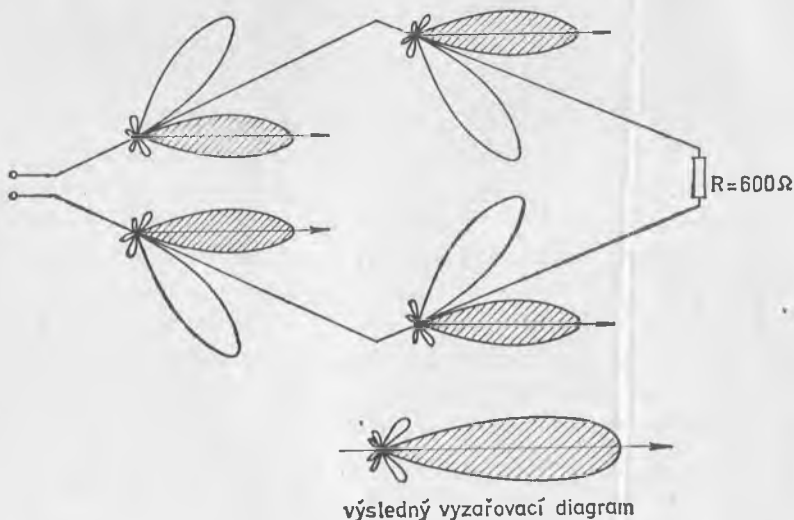


Obr. 3.4. Vyzařovací diagram půlvlnného dipólu v rovině zářiče a v rovině kolmé

Antény s postupnou vlnou mají výrazně odlišné vlastnosti od antén rezonančních, a to jak vzhledem k tvaru směrového diagramu, tak i k impedančním vlastnostem. Základním prvkem je dlouhý vodič protékáný proudem v_f a zakončený vhodným odporem, takže se energie na konci vodiče neodráží a na anténě se nevytvoří stojatá vlna proudu a napětí. Tyto veličiny pouze plynule, podle exponenciálního průběhu, snižují své hodnoty podél zářiče směrem k zakončovacímu odporu. Typický vyzařovací diagram vodiče s postupnou vlnou je na obr. 3.5. Vyzařování je výrazně směrové ve směru postupu vlny s množstvím postranních laloků. V ose zářiče je vyzařování nulové a hlavní lalok se tím více přimyká k ose zářiče, čím je větší poměr délky k vlnové délce. Antény s postupnou vlnou jsou na rozdíl od rezonančních antén málo kmitočtově závislé a vyzařovací diagram i vstupní impedance zůstávají téměř konstantní i při změně kmitočtu v poměru 1 : 2 i větším. Typickým a nejznámějším představitelem antén s postupnou vlnou je kosočtverečná anténa, která sestává ze čtyř vodičů s postupnou vlnou, přičemž vzájemné úhly sklonu vodičů jsou zvoleny tak, aby se hlavní laloky sčítaly (obr. 3.6.). Výsledkem je potom ostře jednosměrný diagram ve směru osy kosočtverce směrem k zatěžovacímu odporu. Vzhledem k tomu, že se část přiváděného v_f výkonu pohltí v zakončovacím odporu, má kosočtverečná anténa nižší účinnost — asi 50 až 80 % podle



Obr. 3.5. Prostorový vyzařovací diagram přímého vodiče s postupnou vlnou

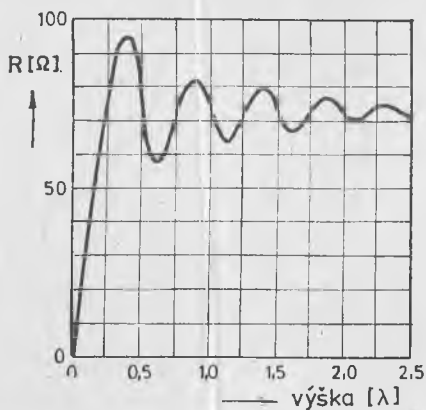


Obr. 3.6. Kosočtverečná anténa

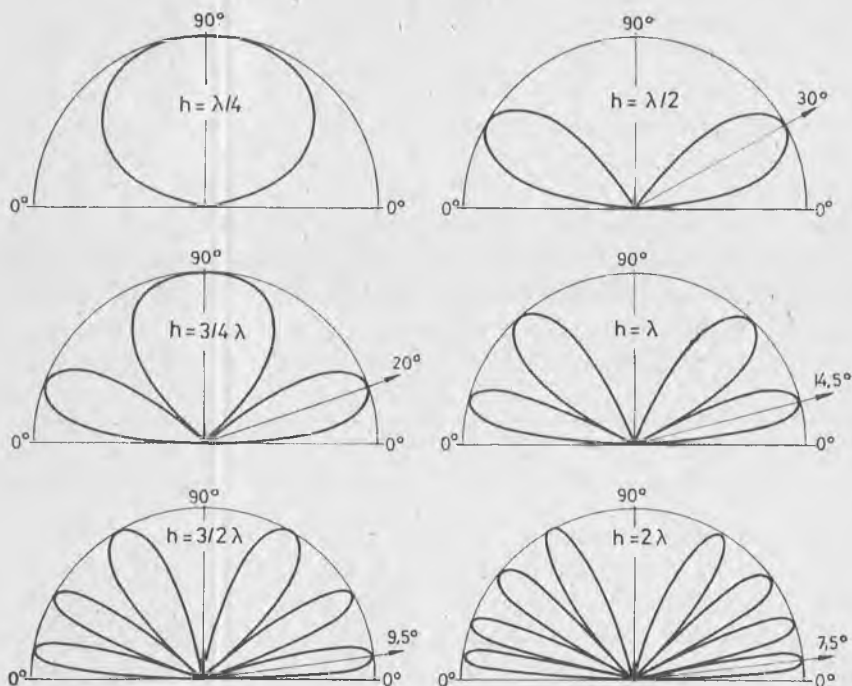
délky ramen kosočtverce. Minimální délka ramene je alespoň 2λ a k dosažení optimálního zisku musí být zvolena i správná výška nad zemí. Zisk proti dipólu $\lambda/2$ je podle délky ramena (2 až 6λ) mezi 12–18 dB.

Vliv země

Ve skutečných poměrech (s výjimkou družicových antén) není anténa umístěna ve volném prostoru, ale nachází se v jisté výšce nad zemí. Zemský povrch v prvním přiblížení nahrazujeme dokonale vodivou rovinou a ta podstatným způsobem ovlivňuje vyzařovací diagramy antén ve vertikální rovině. Navíc pokud je anténa zavěšena v menší výšce než $\lambda/2$, mění se zřetelně její vstupní impedance a při výšce menší než $\lambda/4$ impedance prudce klesá (obr. 3.7). Typické tvary vertikálních směrových diagramů horizontálního dipólu v zá-



Obr. 3.7. Vliv výšky nad zemí na vstupní impedanci horizontálního půlvlnného dipólu

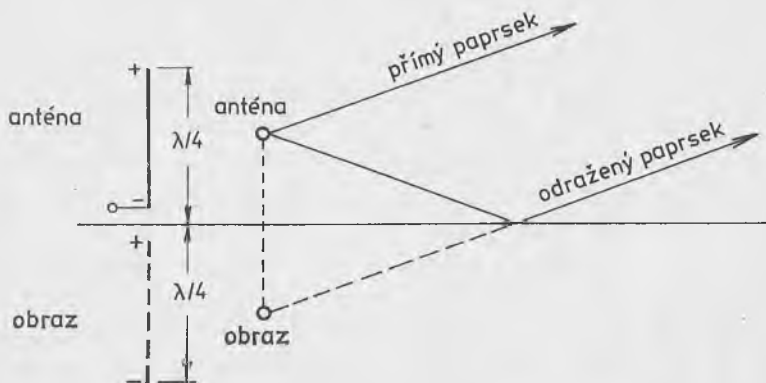


Obr. 3.8. Vertikální vyzářovací diagramy horizontálního půlvlnného dipólu v závislosti na výšce nad zemí

vislosti na jeho výšce nad zemí jsou naznačeny na obr. 3.8. Výsledné pole složitěho tvaru vzniká tím, že se celá polovina energie vyzařené směrem k zemi odrazí nazpět směrem nahoru, interferuje s přímým vyzařováním ve stejném směru a podle fázového rozdílu přímé a odražené vlny se pole buď zesiluje nebo zeslabuje. Při bezeztrátovém odrazu od dobře vodivé země je intenzita pole ve směru maxima hlavního laloku dvojnásobná proti hodnotě zářiče ve volném prostoru. Z uvedených diagramů je zjevné, že vodorovný zářič by měl být zavěšen ve výšce nejméně $\lambda/2$ nad zemí, pokud je určen k dálkovému provozu.

Vliv vodivé roviny pod anténou si výhodně nahrazujeme zrcadlovým obrazem antény a výsledné pole vzniká jako součet pole skutečné antény a fiktivní zrcadlové antény. Zrcadlový účinek vodivé roviny nám též umožňuje konstruovat rezonanční svislé antény o délce $\lambda/4$, kde druhá polovina dipólu je nahrazena zemním odrazem. Vstupní impedance takové antény mezi patou a zemí je polovina hodnoty impedance půlvlnného dipólu, tj. asi 30Ω (obr. 3.9.).

Zemský povrch není zdaleka ideálně vodivý a jeho vodivost se pohybuje v rozmezí čtyř řádů. Nejlepší vodivost má mořská voda, dále následuje úrodná ornice, bažinaté roviny, pastviny a lesy, hlinitá půda, písčité půda, sladkovodní plochy, budovy a městská zástavba. Hloubka vniku krátkých vln do země je přibližně 1,5 až



Obr. 3.9. Náhrada zemního odrazu zrcadlovým obrazem antény

3 m. O dobré vodivosti rozhoduje především hladina spodní vody. Zatímco povrchová vláha má jen malý význam.

Dobrá vodivost země v blízkém okolí antény je hlavním předpokladem její účinné funkce. U antén symetrických vůči zemi (např. horizontální dipól) i při horší půdě nedochází k větším ztrátám, pokud je anténa zavěšena dostatečně vysoko. Zato u krátkých vertikálních zářičů je země bezprostřední součástí antény a je-li špatná, funkci antény zcela znehodnotí. Vodivost země se proto často uměle zlepšuje pomocí soustavy vodičů spojených do zemnicí sítě (protiváha). Vodiče se umísťují přímo na zemský povrch nebo se mělce (několik cm) zakopávají. Mají být paprscitě rozloženy do vzdálenosti asi $\lambda/2$ a jejich počet má být co největší. Teprve zvyšování počtu zemnicích prvků nad 90 má již malý vliv na zlepšení účinnosti antény. V amatérské praxi se za cenu snížení účinnosti používají skromnější zemnicí systémy. Minimum představují čtyři prvky o délce $\lambda/4$.

Anténní napáječe

Vlastnosti vf vedení

Přenos vf energie z vysílače do anténního zářiče nebo z antény na vstup přijímače zprostředkovává napájecí vf vedení — anténní napáječ. Výjimku představují jen ty případy, kdy je anténa přivedena až bezprostředně k vysílači (např. antény přenosových radio-stanic). K účinnému přenosu energie mezi zdrojem a spotřebičem, tj. mezi vysílačem a anténou, musí mít vedení vf vhodné vlastnosti. Především nás zajímá, jaká je impedance na vstupu vedení v závislosti na impedanci připojené zátěže, délce vedení a jeho mechanické konstrukci. Druhým důležitým činitelem jsou ztráty při přenosu, vyjadřované jako *útlum vedení*.

Kdyby bylo vedení vf nekonečně dlouhé, vykazovalo by na svých vstupních svorkách jistou impedanci, která závisí pouze na mechanické konstrukci vedení, tj. na průměrech a rozteči vodičů a na vlastnostech a způsobu umístění izolačního dielektrika mezi vodiči.

Tato hodnota se nazývá *charakteristická impedance* a pro vf kmitočty je dostatečně přesně určena vztahem

$$Z_0 = \sqrt{L/C}, \quad [\Omega, \text{H}, \text{F}]$$

kde L a C jsou indukčnost a kapacita vodičů vedení na jednotku délky.

Následkem jistého ohmického odporu vodičů vedení, navíc zvýšeného povrchovým jevem a ztrátami v dielektriku, vznikají při přenosu energie ztráty. Další ztráty vznikají i tím, že se část energie ztrácí vyzařováním do prostoru. Ztráty se vyjadřují jako poměr vstupního a výstupního výkonu v logaritmické míře a udávají se proto jako útlum v decibelech na jednotku délky vedení (dB/m nebo dB/100 m). Útlum všeobecně stoupá s rostoucím kmitočtem.

Rychlost šíření a délka vlny na vedení

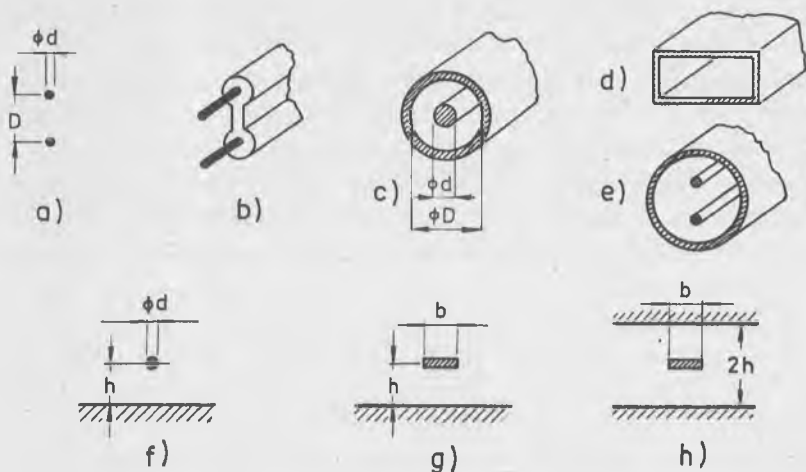
Přenos energie po vedení se děje v podobě elektromagnetického vlnění a nosičem energie je prostor v nejbližším okolí vedení. Vlastní vodiče vedení slouží jen k tomu, aby daly vf poli žádaný průběh a směr. Elektromagnetické vlnění na vedení se šíří pomaleji než ve volném prostoru a v souhlasu s tím je délka vlny na vedení kratší než ve volném prostoru. U vedení se vzduchovou izolací (např. dvojdrátové vedení s rozpěrkami) je zkrácení jen asi 5 %, u plného polyetylenového dielektrika v koaxiálním kabelu asi 34 %, u pěnového polyetylénu asi 18 %. Pro jednotlivé typy vedení se udává obvyklej tzv. *činitel zkrácení*, což je poměr délky vlny na vedení k délce vlny ve volném prostoru

$$k = \lambda_v / \lambda_0.$$

Pro uvedené typy vedení jsou činitele zkrácení $k = 0,95, 0,66$ a $0,82$.

V praxi se nejčastěji používají vedení vf znázorněná na obr. 3.10. Souměrné vedení se vzduchovou nebo polyetylenovou izolací (*a*, *b*) vyhovuje pro kmitočty do 1000 MHz, souosé (koaxiální) vedení pro kmitočty do 3000 MHz (*c*), vlnovody pro kmitočty od 2000 MHz výše (*d*). Vedle těchto základních typů existují různé obměny podle tvaru vodičů, např. dvojdrátové symetrické stínění vedení (*e*), jednodrátové vedení nad vodivou rovinou (*f*), pásková vedení (*g*, *h*).

U koaxiálního kabelu se elektromagnetické pole rozprostírá mezi vnitřním vodičem a pláštěm, složeným obvykle pro větší ohebnost kabelu z měděného pletiva. Plášť stíní přenos energie uvnitř kabelu, kabel nevyzařuje ani nepřijímá rušení. Případné „prosakování“ vf energie nastává pouze tehdy, jsou-li v stínicím pletivu mezery nebo jsou-li některá vlákna pletiva přerušena. Pro náročnější aplikace se proto vyrábějí kabely s dvojitým stínicím opletením nebo s pláštěm zhotoveným z fólie. Plášť koaxiálního kabelu bývá chráněn obalem z PVC. Povětrnostní vlivy a sluneční záření časem narušují ochran-



Obr. 3.10. Nejčastěji používané typy vf vedení

ný povlak a kabel se potom koroze znehodnocuje — vzrůstá jeho útlum a zhoršují se stínící vlastnosti.

Na útlum koaxiálního kabelu i jeho charakteristickou impedanci má podstatný vliv dielektrikum, které zajišťuje polohu vnitřního vodiče vůči plášti. Pro vakuum a přibližně i vzduch je charakteristická impedance určena vztahem

$$Z_0 = 138 \log (D/d) , \quad [\Omega]$$

kde d je průměr vnitřního a D průměr vnějšího vodiče. Plynné dielektrikum je pouze vhodné, nemá-li nadměrnou vlhkost. Při použití dielektrika s permitivitou (dielektrickou konstantou) ε se charakteristická impedance vedení o stejných rozměrech sníží podle vztahu

$$Z = Z_0 / \sqrt{\varepsilon} .$$

Útlum kabelu všeobecně klesá s rostoucím průměrem vodiče a stoupá se vzrůstajícím kmitočtem. Běžně se vyrábějí koaxiální kabely s charakteristickou impedancí 75 a 50 Ω (v NDR a NSR též 60 Ω), jejichž dielektrikum bývá polyetylén, pěnový polyetylén, teflon nebo polystyrénové kalíškovité distanční vložky.

Druhým hlavním typem vedení vf pro anténní techniku je symetrické dvojdrátové vedení. Jeho charakteristická impedance při vzduchovém dielektriku závisí na rozteči a průměru vodičů podle vztahu

$$Z_0 = 276 \log (D/d) , \quad [\Omega]$$

kde D je rozteč os vodičů a d je průměr vodičů. Konstantní vzdálenost mezi vodiči je udržována buď distančními izolačními rozpěrkami a napnutím vodičů, nebo jsou vodiče zalisovány do polyetylénového pásu, případně do oválného profilu z pěnového polyetylénu. Protože toto dielektrikum nevyplňuje celý prostor mezi vodiči, má menší vliv na charakteristickou impedanci než tomu bylo u koaxiálního kabelu. Proto též ztráty dvojdrátového vedení jsou menší než ztráty koaxiálního kabelu s vnitřním vodičem stejného průměru a pouze na nejvyšších kmitočtech, kdy rozteč vodičů přestává být zanedbatelná vůči vlnové délce, se útlum dvojdrátového vedení zvět-

šuje následkem vyzařování energie. Běžně vyráběné dvojdrátové vedení je tzv. televizní dvoulinka s charakteristickou impedancí 300 Ω .

Dvojdrátové vedení má dobré vlastnosti jen pokud je jeho okolí stejnorodé a tvořené převážně vzduchem. Vedení napáječe po střeše nebo po zdi má za následek zvýšení ztrát, přiblížení vodivým předmětům působí změnu charakteristické impedance, čímž vzniká nepřizpůsobení a další ztráty. Důležité je také zachování symetrie napáječe vůči zemi. Jejím zhoršením vedení vyzařuje, případně přijímá poruchy. Proto se např. doporučuje dvoulinku TV zkrucovat asi dvakrát na 1 m délky.

V protikladu ke koaxiálnímu kabelu je dvojdrátový napáječ citlivější i na atmosférické vlivy. Vadí především vodní srážky všeho druhu, v městském prostředí pak hlavně spad nečistot, které se usazují na dielektrickém materiálu a vydatně zvyšují útlum vedení. Také sluneční záření zhoršuje vlastnosti polyetylenového dielektrika. Dvoulinka TV oválného tvaru s pěnovým dielektrikem je proti těmto vlivům odolnější než páskové vedení pro I. program TV. Naproti tomu amatérsky zhotovené dvojdrátové vedení s rozpěrkami je pro účely KV patrně nejvhodnějším typem anténního napáječe pro malé ztráty, malou hmotnost a nízkou cenu. Snadno se vyrobí s potřebnou charakteristickou impedancí v rozmezí 200 až 800 Ω . Útlum takového napáječe závisí především na průměru použitých vodičů, vliv distančních rozpěrek zhotovených i z méně jakostního dielektrika (např. proužky sklolaminátu) je téměř zanedbatelný.

Nepřizpůsobené vedení a stojaté vlny

Pro přenos maximálního výkonu mezi zdrojem s vnitřním odporem R_1 a zatěžovacím odporem (anténou) R_z prostřednictvím vedení o charakteristické impedanci Z_0 je zapotřebí, aby byla splněna podmínka vzájemného přizpůsobení impedancí

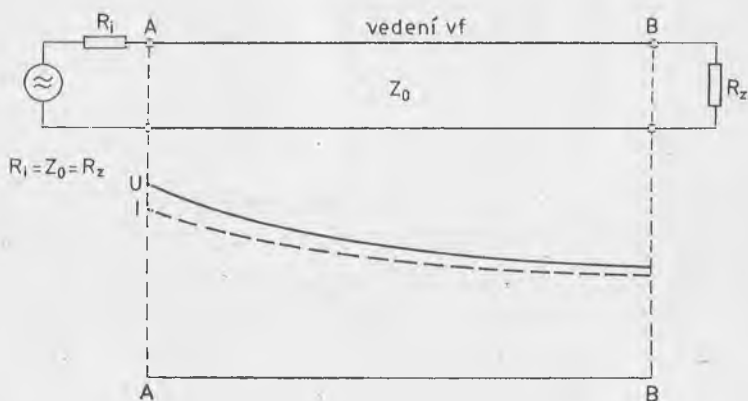
$$R_1 = Z_0 = R_z .$$

V takovém případě je průběh napětí a proudu podél vedení téměř konstantní a jen mírně klesá následkem ztrát vedení (viz obr. 3.11.). Při nepřizpůsobení impedancí na začátku vedení nedojde k maximálnímu přenosu výkonu ze zdroje do vedení. Zavedeme-li pojem činitel nepřizpůsobení jako podíl hodnot dvou odporů větší než 1,

$$\sigma = R_1/Z_0 \quad \text{pro } R_1 > Z_0, \quad \sigma = Z_0/R_1 \quad \text{pro } Z_0 > R_1,$$

pak poměr výkonu maximálního, tj. přenášeného při $\sigma = 1$, ke skutečně přenesenému při $\sigma > 1$ je určen vztahem

$$\frac{P_{\max}}{P} = \frac{4}{\sigma + \frac{1}{\sigma} + 2} = \frac{4\sigma}{\sigma^2 + 2\sigma + 1}$$

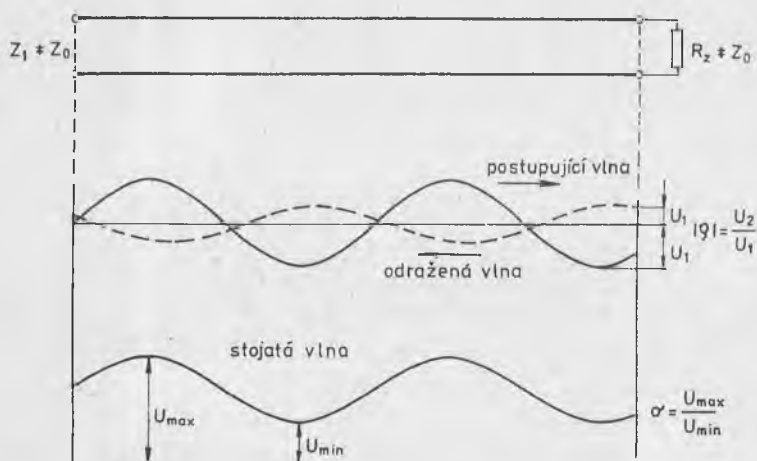


Obr. 3.11. Přizpůsobené vedení

Například pro činitel nepřizpůsobení $\sigma = 2$ je poměr výkonů 0,89, což znamená, že soustava vedení—anténa odebere z vysílače jen 89 % maximálně možného výkonu a při přenosu tudíž vzniká ztráta asi 0,5 dB.

Složitější situace vzniká, když není přizpůsoben zatěžovací odpor (tj. anténa) charakteristické impedanci napájecího vedení. Zmenšení přeneseného výkonu je popsáno stejným vztahem jako při ne-

přizpůsobení na začátku vedení, navíc vzniká na vedení tzv. stojaté vlnění. Část energie přímé vlny, postupující na vedení od zdroje k zátěži R_z , se na nepřizpůsobeném konci odrazí a jako vlna odražená postupuje na vedení zpět ke zdroji. Poměr vlny odražené a původní závisí na míře nepřizpůsobení, která se udává jako tzv. *činitel odrazu* ρ . Činitel odrazu je obecně komplexní číslo, protože zatěžovací impedance nemusí být pouze odporová, ale mívá i jalovou složku. Absolutní hodnota činitele odrazu se pohybuje mezi $\rho = 0$ (dokonalé přizpůsobení zátěže) a $\rho = 1$ (totální odraz na zkratovaném nebo otevřeném konci vedení).



Obr. 3.12. Vznik stojatých vln při impedančním nepřizpůsobení na konci vedení

Odražená vlna se skládá s vlnou přímou a na vedení vzniknou maxima i minima (kmitny a uzly) napětí a proudu (obr. 3.12.). Jejich poloha závisí na charakteru zatěžovací impedance. Vzdálenost dvou sousedních maxim nebo minim odpovídá poloviční délce vlny na vedení. Poměr napětového maxima a minima stojaté vlny se nazývá *činitel stojatého vlnění* — ČSV (dříve poměr stojatých vln) a je roven dříve definovanému činiteli nepřizpůsobení

$$\text{ČSV} = U_{\max}/U_{\min} = \sigma.$$

Mezi ČSV a činitelem odrazu ϱ platí vztahy

$$\sigma = \frac{1 + \varrho}{1 - \varrho}, \quad \varrho = \frac{\sigma - 1}{\sigma + 1}.$$

Z hlediska zdroje signálu se jeví na konci nepřizpůsobené vedení i na začátku jako nepřizpůsobené. Vstupní impedance vedení, zakončeného jinou impedancí než čistým odporem rovným charakteristické impedanci, je obecně komplexní a její činná i jalová složka závisí kromě zátěže i na délce vedení.

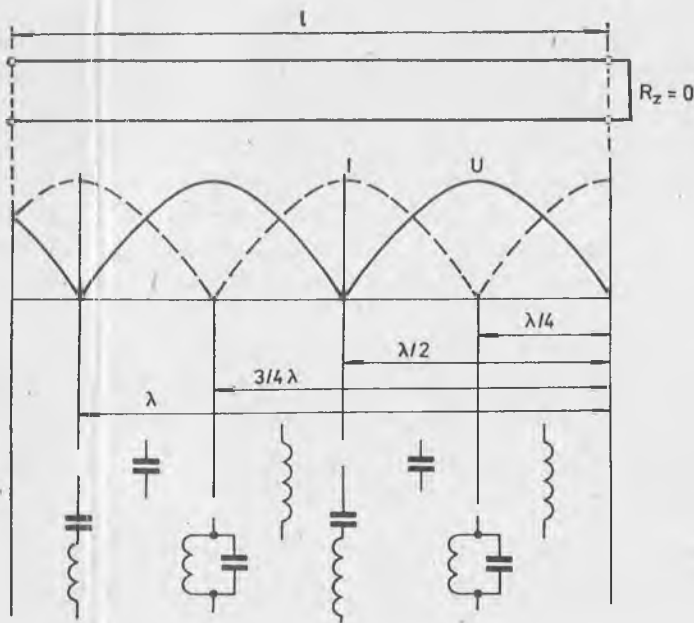
Stojaté vlny na vedení zvyšují ztráty přenosu, protože v kmitnách napětí a proudu jsou větší hodnoty než v přizpůsobeném stavu. Tím vzrůstá vyzařování vedení, tepelné ztráty a namáhání dielektrika a v extrémních případech se může koaxiální kabel nebo dvoulinka i prorazit. Na krátkých vlnách se považuje za ještě přijatelnou hodnotu ČSV = 3, kdy dochází k přenosové ztrátě 1,25 dB (minimálně). Ale většina běžných výstupních obvodů vysílačů není obvykle při takovém ČSV schopna zprostředkovat náležité zatížení koncového stupně. Na pásmech VKV se vždy snažíme o dosažení co nejlepšího přizpůsobení antény k napájecí, protože přidavný útlum způsobený stojatými vlnami se uplatňuje podstatně více. Za ještě přijatelnou hodnotu se považuje ČSV = 2, zlepšování přizpůsobení pod ČSV = 1,2 již bývá zbytečné.

Vedení nakrátko a naprázdno

V anténní technice často využíváme stojatých vln na vedení ke konstrukci přizpůsobovacích a transformačních obvodů. Extrémní případy nastávají u vedení na konci nakrátko ($R_z = 0$) a naprázdno ($R_z = \infty$), kdy ČSV se blíží nekonečnu.

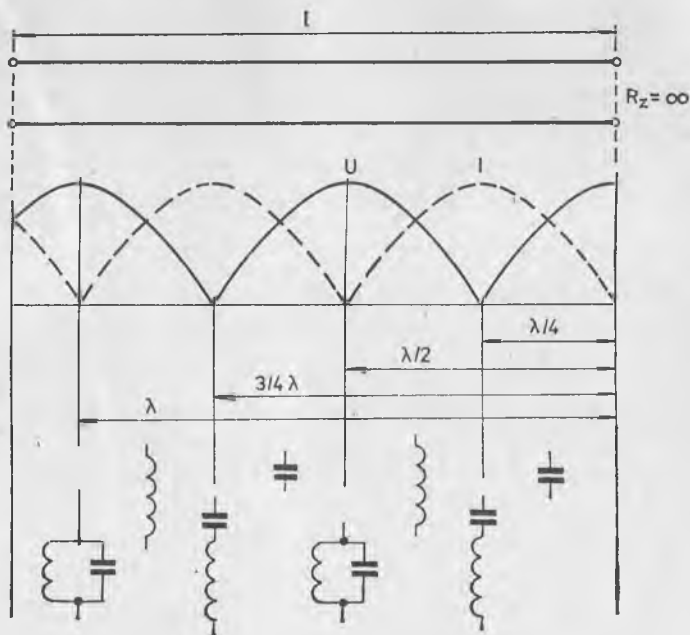
U vedení nakrátko vzniká na konci vedení kmitná proudy a uzel napětí. Vstupní impedance má různou velikost a charakter podle délky vedení. Je-li vedení kratší než $\lambda/4$, je vstupní impedance čistě induktivní, vedení o délce $\lambda/4$ se chová jako paralelní rezonanční

okruh v rezonanci a vykazuje nekonečně velký vstupní odpor. Mezi délkami $\lambda/4$ a $\lambda/2$ je vstupní impedance čistě kapacitní a při délce přesně $\lambda/2$ odpovídá sériovému rezonančnímu okruhu v rezonanci, tj. jeví se jako zkrat. Tyto hodnoty vstupní impedance se opakují vždy po délce $\lambda/2$. Dékou vlny se rozumí skutečná délka vlny na vedení. Přehledně jsou vlastnosti vedení nakrátko znázorněny na obr. 3.13.



Obr. 3.13. Vlastnosti vedení nakrátko

Na vedení naprázdno jsou poměry opačné. Na otevřeném konci vedení vzniká kmitna napětí a uzel proudu. Vstupní impedance je při délce kratší než $\lambda/4$ kapacitní, pro délku $\lambda/4$ se chová vedení jako zkrat, při délce mezi $\lambda/4$ a $\lambda/2$ jako indukčnost a při délce $\lambda/2$ jako paralelní rezonanční obvod (obr. 3.14.).



Obr. 3.14. Vlastnosti vedení naprázdno

Vedení jako impedanční transformátor

Z-teorie vedení vyplývá jednoduchý vztah, že vstupní impedance Z_v vedení s charakteristickou impedancí Z_0 dlouhého $\lambda/4$ a zakončeného impedancí Z_z se rovná

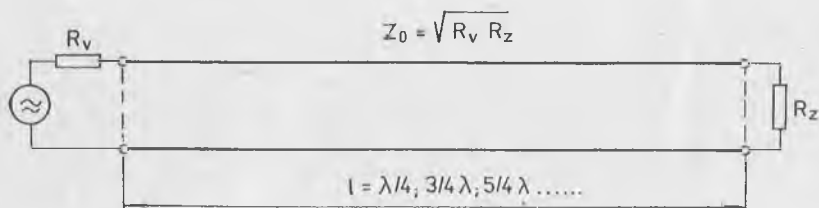
$$Z_v = Z_0^2 / Z_z .$$

Dva různé odpory R_v a R_z lze proto přizpůsobit čtvrtvlnným vedením o charakteristické impedanci

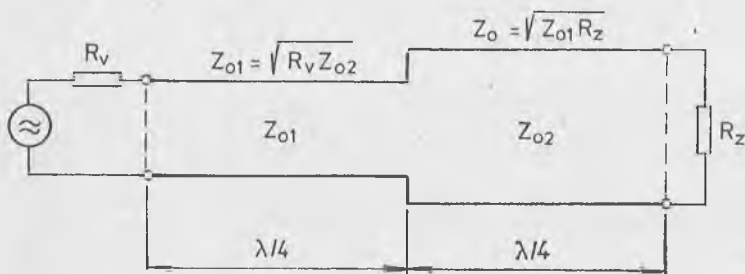
$$Z_0 = \sqrt{R_v R_z} .$$

Protože se poměry na vedení periodicky opakují vždy po půlvlnné délce, může být místo čtvrtvlnného úseku mezi odpory zapojen

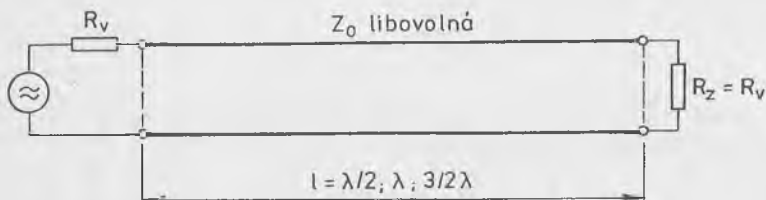
i jiný lichý násobek $\lambda/4$. Transformace a tedy i přizpůsobení je tím úzkopásmovější, čím jsou odpory R_v a R_z navzájem rozdílnější. Při větším transformačním poměru než 1 : 4 je výhodnější transformátor dvojstupňový (příklad na obr. 3.16.). Vedení o délce $l = \lambda/2$ působí jako „transformátor“ impedance v poměru 1 : 1. To znamená, že při této délce vedení bude vstupní impedance rovna zatěžo-



Obr. 3.15. Přizpůsobení dvou různých odporů čtvrtvlnným vedením



Obr. 3.16. Dvojstupňový čtvrtvlnný transformátor pro větší transformační poměry

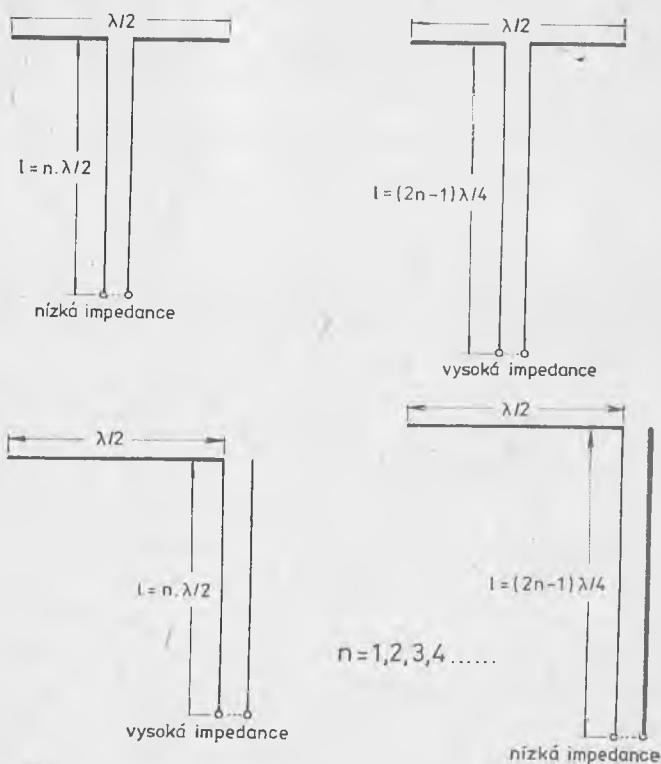


Obr. 3.17. Transformace impedancí 1 : 1 půlvlnným vedením

vací impedanci, a to bez ohledu na to, jaká je charakteristická impedance vedení (obr. 3.17.). Místo půlvlnné délky lze použít libovolný celý násobek $\lambda/2$, neboli sudý násobek $\lambda/4$.

Laděné a neladěné napáječe

Podle způsobu využívání, případně podle průběhu proudového či napětového obložení, mohou být napájecí vedení laděná (rezonanční) nebo neladěná (aperiodická).



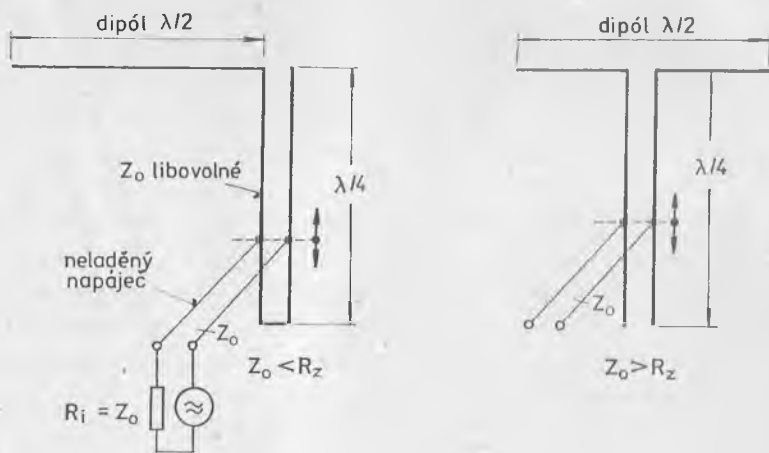
Obr. 3.18. Různé způsoby napájení půlvlnného dipólu laděným napáječem

U laděných napáječů musí být jejich délka celistvým násobkem $\lambda/4$ a na napáječi existují výrazné stojaté vlny, protože zatěžovací impedance není přizpůsobena charakteristické impedanci napáječe. Podle toho, je-li délka napáječe sudým nebo lichým násobkem čtvrtvlny, nedochází nebo dochází k transformaci impedance. Například půlvlnný dipól lze napájet uprostřed v místě nízké impedance (60 až 70 Ω), nebo na konci v místě vysoké impedance (2000—5000 Ω) obvody podle obr. 3.18. Vhodnou délkou napáječe o libovolné impedanci Z_0 se na vstupu napáječe získá vysoká nebo nízká impedance tak, jak potřebujeme k navázání na vysílač nebo přijímač. Výhodou laděných napáječů je snadná přizpůsobitelnost na harmonických kmitočtech a proto se jich využívá u vícepásmových antén pro KV. Nevýhodou je jejich úzkopásmovost a na vyšších kmitočtech znaitelné vyzařování. Laděné napáječe se konstruují výhradně jako vedení se vzduchovým dielektrikem.

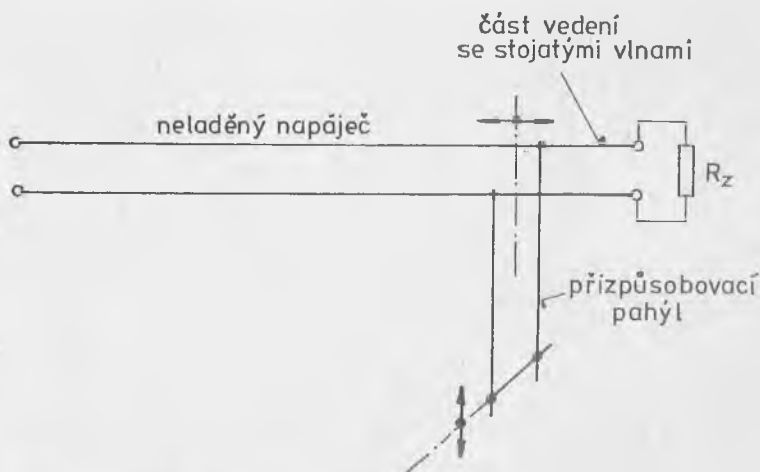
Neladěné napáječe pracují za podmínky přizpůsobení anténní impedance k charakteristické impedanci napájecího vedení. Na napáječi v ideálním případě neexistují stojaté vlny — ČSV se blíží 1. Délka napáječe nemusí být v žádném vztahu k vlnové délce a širokopásmovost závisí pouze na vstupní impedanci antény. Anténní systém se však komplikuje potřebou přizpůsobovacích nebo i symetrizačních obvodů.

Přizpůsobování a symetrizace

Kromě čtvrtvlnného vedení existuje celá řada jiných způsobů, jak přizpůsobit neladěný napáječ k impedanci antény. Většinou jsou založeny na vlastnostech vedení nakrátko a naprázdno. Několik typických ukázek je na obr. 3.19. v aplikaci k napájení dipólu. Dokonalé přizpůsobení (minimum ČSV) se nastaví posunováním přípojného místa na impedančním transformátoru. Složitější přizpůsobovací obvody se skládají z jednoho nebo dvou nastavitelných úseků vedení (pahýlů) a přizpůsobení se nastavuje jejich délkou a polohou (obr. 3.20.). Na KV je populární přizpůsobení

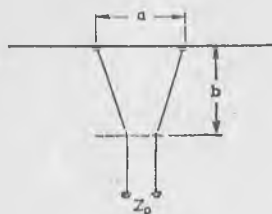


Obr. 3.19. Koncové a středové napájení půlvlnného dipólu pomocí čtvrtvlnného úseku (pahýlu)

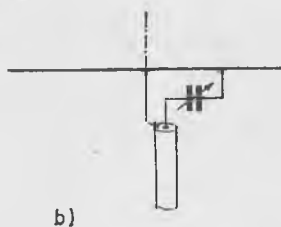
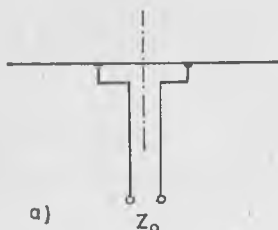


Obr. 3.20. Přizpůsobení impedancí pahýlovým vedením

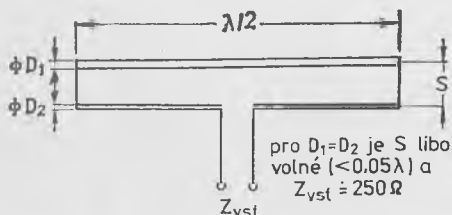
„delta“ pro středové napájení půlvlnných dipólů (obr. 3.21.) a pro zářiče směrových antén přizpůsobovací obvod „gamma“ a „T“ (obr. 3.22.), které mají charakter bočníku. Zvláštním případem bočníkového přizpůsobení je skládaný dipól $\lambda/2$, který se používá hlavně na VKV při konstrukci směrových antén (obr. 3.23.). Je-li zhotoven z vodičů stejného průměru, pak transformuje impedanci dipólu na čtyřnásobek a nezáleží přitom na rozteči ramen. Změnou poměru průměrů a rozteče ramen, případně zvětšením jejich počtu, lze získat transformační poměr od 1 : 2 až do 1 : 30 i více. Skládaný dipól má navíc proti prostému dipólu výhodu v podstatně větší širokopásmovosti.



Obr. 3.21. Přizpůsobení „delta“

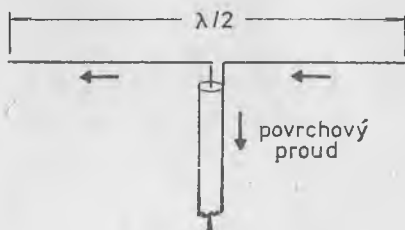


Obr. 3.22. Bočníkové přizpůsobení

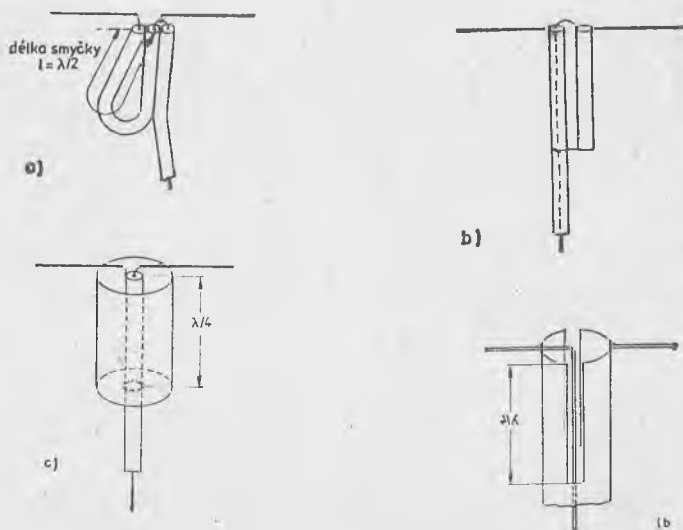


Obr. 3.23. Skládaný dipól

Obr. 3.24. Chybné napájení symetrického zářiče nesymetrickým napáječem



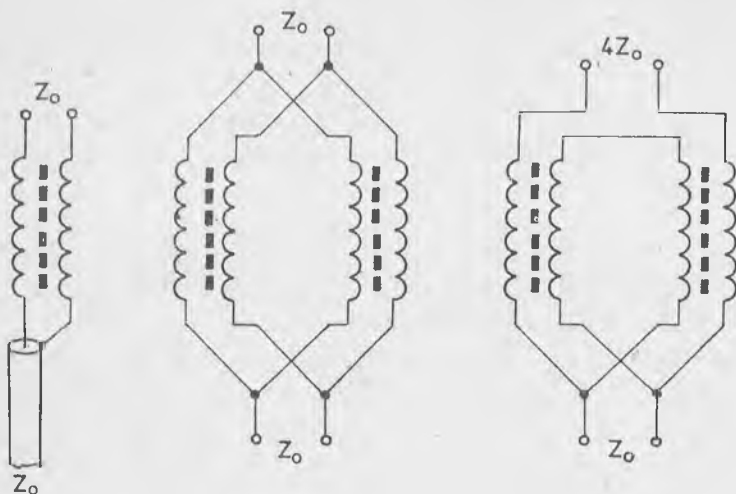
V anténní technice se často vyskytuje požadavek přechodu z ne-souměrného (koaxiálního) napáječe na symetrickou anténu. Přímé připojení koaxiálního kabelu na půlvlnný dipól podle obr. 3.24. je nesprávné, i když z hlediska impedančního přizpůsobení se zdá všechno v pořádku. Plášť koaxiálního kabelu má vůči zemi podstatně větší kapacitu než jeho vnitřní vodič. Proto i každá polovina původně souměrného dipólu bude po připojení kabelu vůči zemi různá. Povrchem pláště kabelu pak protékají povrchové proudy vf,



Obr. 3.25. Různé způsoby symetrizace souosého vedení

napáječ se tím stane součástí antény a sám bude vyzařovat a přijímat. Tím se zkresluje vyzařovací diagram antény, mění se rezonanční kmitočet zařiče, zvyšují se ztráty v napáječi.

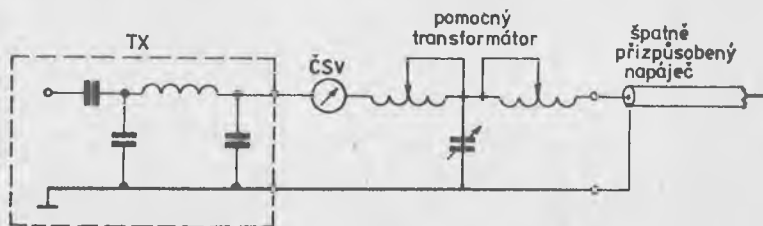
K odstranění popsaných nesnází se mezi koaxiální napáječ a souměrnou anténu zapojují *symetrizační členy*. Nejběžnější způsoby symetrizace jsou naznačeny na obr. 3.25. Nejčastější je symetrizátor podle obr. 3.25a, který současně transformuje impedanci v poměru $1 : 4$ a je proto vhodný k napájení skládaného dipólu koaxiálním kabelem 75Ω . Také bočníkové přizpůsobení „gama“ (podle obr. 3.22) splňuje současně funkci symetrizátoru a transformátoru impedance.



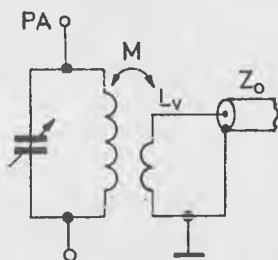
Obr. 3.26. Širokopásmové symetrizační-transformátory

Uvedené symetrizační členy jsou úzkopásmové a pracují podle typu obvodu v kmitočtovém pásmu $3-15 \%$ středního kmitočtu. Na KV jsou běžné i symetrizační členy „se soustředěnými parametry“, využívající širokopásmových transformátorů vf na feritových jádrech. Několik zapojení je uvedeno na obr. 3.26. Dobře konstruovaný transformátor vyhoví v kmitočtovém pásmu $1 : 10$ i více.

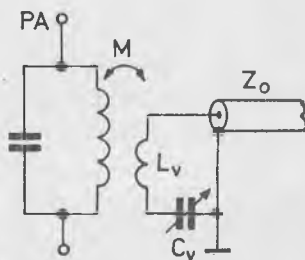
Výstupní obvod vysílačů KV se obvykle konstruuje v podobě článku- π nebo π -Lčlánku prozatěžovací impedanci 50–100 Ω , takže je možné přímé připojení koaxiálního kabelu. Pokud není anténa dobře přizpůsobena a ČSV na napáječi je větší než 2, mohou nastat potíže s tím, že nelze laděním π -článku dobře zatížit koncový stupeň. Nedá-li se z praktických důvodů snížit ČSV lepším přizpůsobením antény k napáječi (což je jediné správné řešení), je jedinou pomocí zařadit mezi vysílač a vstup koaxiálního vedení pomocný impedanční transformátor z kondenzátorů a cívek. Univerzálně použitelnými obvody jsou články tvaru T podle obr. 3.27. Optimální



Obr. 3.27. Zlepšení ČSV pomocným přizpůsobovacím obvodem umožní správně zatížit koncový stupeň



$$X_L = 2\pi f L_v \doteq Z_0$$



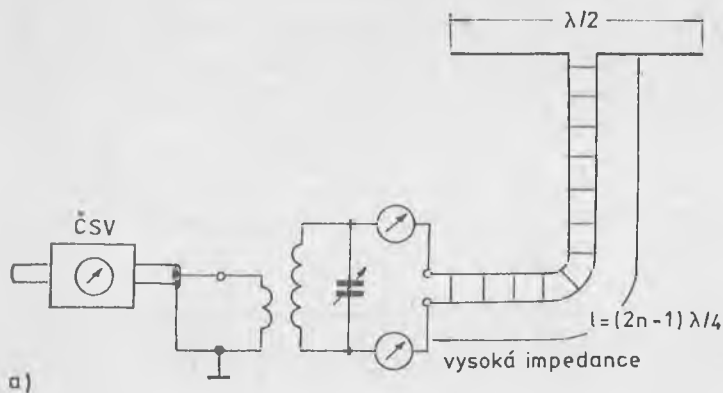
$$X_L = X_C = \omega L_v = 1/\omega C_v = (3 \div 5) Z_0$$

Obr. 3.28. Typické vazební obvody pro vysílače VKV

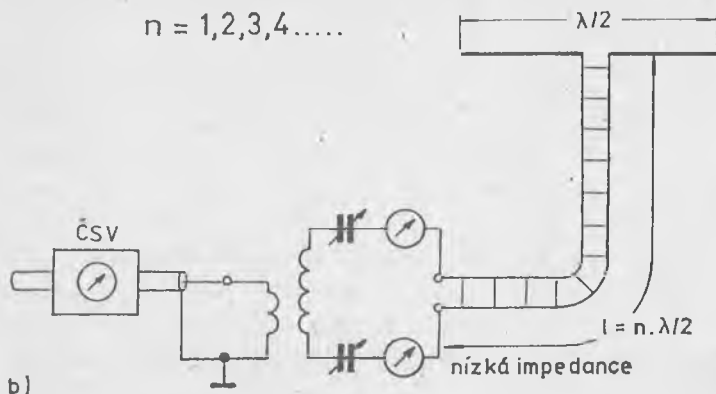
nastavení pomocného transformátoru se dosáhne pomocí reflektometru zařazeného mezi vysílač a pomocný transformátor.

U vysílačů VKV se výstupní obvod zpravidla řeší vazební smyčkou a správné zatížení koncového stupně se nastavuje vhodnou vazbou. Dva možné způsoby jsou spolu s podmínkami pro správné dimenzování vazebních obvodů na obr. 3.28.

Jestliže je anténní systém KV napájen dvoudrátovým laděným napáječem, je nutno vstup vedení napájet z laděného okruhu, který respektuje vstupní impedanci napáječe. Přídavný ladičí okruh sice



$$n = 1, 2, 3, 4, \dots$$



Obr. 3.29. Vazební obvody pro laděné napáječe

komplikuje obsluhu stanice při přepínání pásem, ale pomáhá účinně filtrovat harmonické kmitočty. Pro nízkou vstupní impedanci napáječe se zvolí sériový rezonanční okruh, pro vysokou impedanci paralelní. Typický případ pro napájení půlvlnného dipólu je znázorněn na obr. 3.29. Směrná hodnota kapacity ladičeho kondenzátoru pro 3,5 MHz je asi 200 pF. Optimální vazba mezi cívkami se nastává na maximum údaje indikátorů proudu v obou vodičích napáječe nebo lépe nastavením minima ČSV na příváděcím koaxiálním napáječi.

Antény pro KV

Pracovní kmitočet je jen jedním z možných hledisek pro roztrídění antén a není to dělitko právě přesné, protože v podstatě všechny antény mohou pracovat na nízkých i vysokých kmitočtech, záleží jen na rozměrech. Přesto bylo zvoleno toto rozdělení, aby bylo možné vybrat alespoň typické představitele antén pro dekametrové a metrové vlny z nepřeberného množství antén, jejichž pouhý výčet by přesáhl únosný rozsah kapitoly.

Základní požadavky

Při stavbě antény je nutno uvážit: rozsah pracovních kmitočtů, směrové vlastnosti, konstrukční možnosti a místní podmínky realizace, způsob šíření vln. Pro pásma KV je základním typem šíření pro dálkový provoz ionosférická vlna odražená od vrstvy F ve výši asi 400 km. Pro dálkový provoz musí být energie vln vyzařována pod nízkými elevačními úhly, což vyžaduje zavěsit horizontální anténu co nejvýše, nebo dobrý zemnicí systém pro anténu vertikální. Nejlepších výsledků se dosahuje s individuálními anténami pro každé pásmo, ale prostorové omezení většinou nutí ke stavbě více méně kompromisních anténních systémů schopných pracovat na více pás-

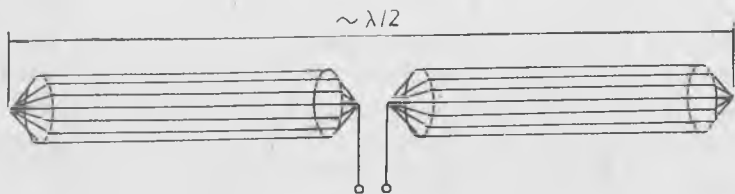
mech. Využívá se přitom toho, že kmitočty amatérských pásem KV jsou vzájemně v harmonickém vztahu. Na nižších pásmech KV jsou schůdné i jednoduché směrové systémy, buď pevně nasměrované do žádaného směru nebo systémy, jejichž směřování lze přepínat změnou napájení zářičů. Otočné směrové antény pro pásma DX již dávno přestaly být raritou a možnosti i odvaha konstruktérů pokročily natolik, že se dnes stavějí směrovky i pro 40 m. U antén KV existuje nepřehlednost v názvech jednotlivých anténních systémů, které nesou obvykle jméno svého tvůrce a rozdíl mezi různými typy se týká především způsobu napájení zářiče. V následujících odstavcích budou proto popsány jen hlavní principy některých základních typů antén KV.

Dipólové antény

Základním typem je vodorovný dipól o délce $\lambda/2$. Je-li zhotoven z tenkého vodiče (např. drát $\varnothing 2\text{ mm}$), má na jeho elektrickou délku prakticky vliv jen kapacita závěsných izolátorů a rezonanční délka je přibližně určena vztahem

$$l = 142,5/f \quad [\text{m, MHz}].$$

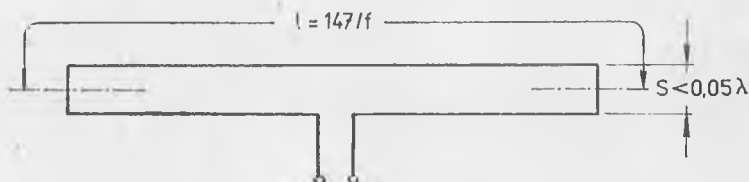
Takový zářič je poměrně úzkopásmový a vhodné impedanční vlastnosti pro napájení neladěným napáječem má v rozmezí max. $\pm 3\%$. Například dipól „ustřižený“ pro telegrafní úsek pásma 80 m bude na kmitočtu 3,8 MHz vykazovat ČSV kolem 3. Širokopásmovost



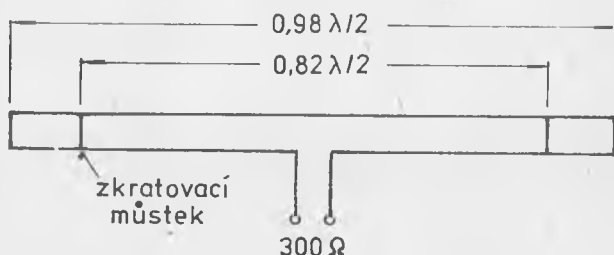
Obr. 3.30. Širokopásmový dipól

dipólu lze zlepšit zvětšením jeho tloušťky, což se dosahuje složením zářiče z několika paralelně spojených vodičů (obr. 3.30.). Vhodnější obměnou je skládaný dipól (viz 3.31.). Činitel zkrácení je poněkud menší než u prostého dipólu a délku zářiče ve smyslu obr. 3.31. lze počítat ze vzorce

$$l = 147/f \quad [m, \text{MHz}] .$$



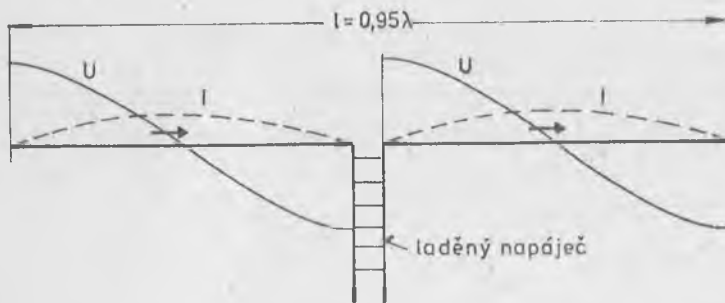
3.31. Skládaný dipól



Obr. 3.32. Dipól zhotovený z dvoufinky TV

Rozteč vodičů není kritická, postačí, je-li menší než $0,05 \lambda$. Pro práci z přechodného stanoviště lze celou anténu včetně napáječe zhotovit z dvoufinky TV. Správné přizpůsobení k napáječi se dosáhne zapojením zkratovacích můstků podle obr. 3.32. Popsané dipóly napájené v místě proudové kmitny neladěným napáječem jsou vhodné jen pro základní kmitočet. Na vyšších harmonických je uprostřed dipólu kmitna napětí a vzniká naprosté nepřizpůsobení. Zato napájení laděným napáječem prací na vyšších pásmech umožňuje; pro druhou harmonickou je dipól celovlnný, napájený v kmitně napětí. Proti půlvlnnému dipólu má větší šířku pásma a užší

vyzařovací diagram (60° pro -3 dB). Tato konfigurace představuje již nejjednodušší soufázovou kolineární soustavu, protože v podstatě jde o dva půlvlnné dipóly napájené ve fázi. Zisk proti půlvlnnému dipólu je 1,8 dB. Celovlnný dipól lze napájet i neladěným napáječem za pomoci přizpůsobení podle obr. 3.33., stává se pak ovšem jen jednopásmovou anténou.



Obr. 3.33. Celovlnný dipól s vyznačeným průběhem proudového a napětového obložení

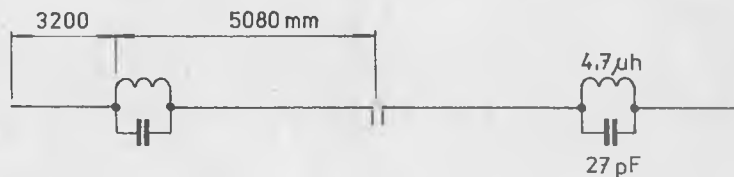


Obr. 3.34. Vícepásmový kompromisní dipól

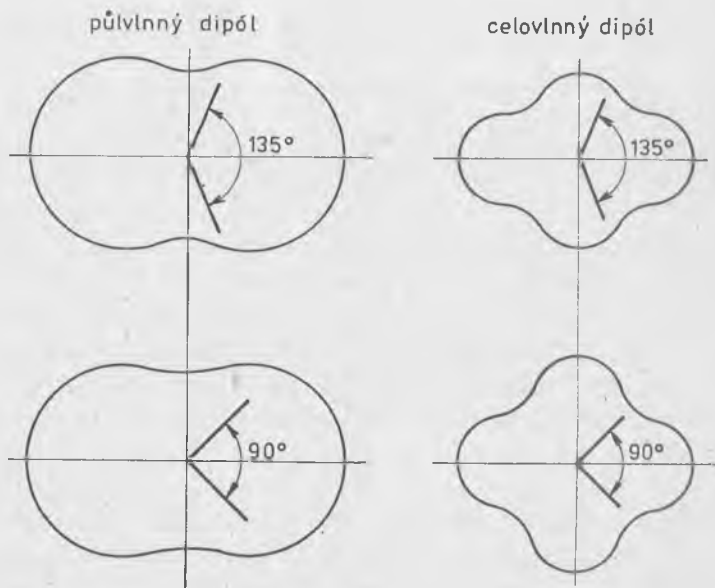
Pro práci na více pásmech se též používá kompromisní vícedipólový systém podle obr. 3.34., vzniklý propojením napájecích bodů několika dipólů pro jednotlivá pásma. Vzájemná vzdálenost vodičů u konců jednotlivých zářičů by měla být několik desítek centimetrů. ČSV tohoto systému stěží dosáhne na všech pásmech hodnoty nižší než 2.

Jiným typem vícepásmového dipólu je uspořádání podle W3DZZ, u něhož jsou v obou ramenech dipólu zapojeny paralelní odlaďovací rezonanční okruhy (tzv. „trapy“) s vhodně volenými parametry. S rozměry uvedenými na obr. 3.35. anténa pracuje na 80 m jako

dipól $\lambda/2$, neboť induktivní charakter rezonančních obvodů prodlužuje elektrickou délku zářiče na rezonanční. Rezonanční okruhy jsou naladěny na 7,05 MHz a proto na tomto pásmu svou vysokou impedancí oddělují koncové úseky zářiče od napájené střední části a anténa opět funguje jako dipól $\lambda/2$. Na vyšších pásmech mají rezonanční okruhy kapacitní charakter a zkracují elektrickou délku zářiče, takže má na 20 m délku 1,5 λ , na 15 m 2,5 λ , na 10 m 3,5 λ .

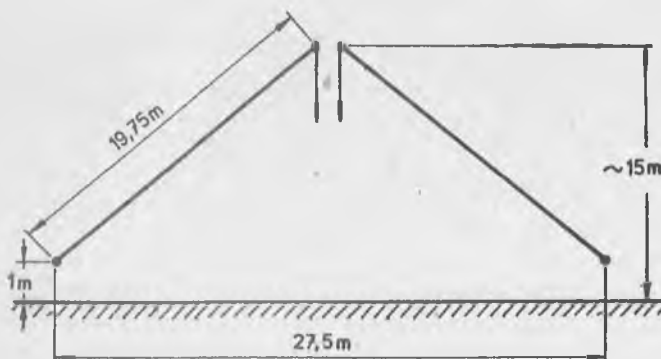


Obr. 3.35. Vícepásmový dipól podle W3DZZ



Obr. 3.36. Vyzařovací diagramy „zahnutých“ dipólů

Napájecí bod je vždy v proudové kmitně, ale tvar vyzařovacího diagramu odpovídá dlouhohrátkové anténě. Na 80 a 40 m lze dosáhnout velmi dobrého přizpůsobení (na 80 m v úseku asi 100 kHz), pro vyšší pásma je systém opět jen kompromisní, s ČSV kolem 3 (napáječ 75 Ω). Možné je i uspořádání s více odlaďovači, nebo s odlaďovači zhotovenými z úseků vedení, či kombinace s více dipólovým uspořádáním.



Obr. 3.37. Anténa „obrácené V“

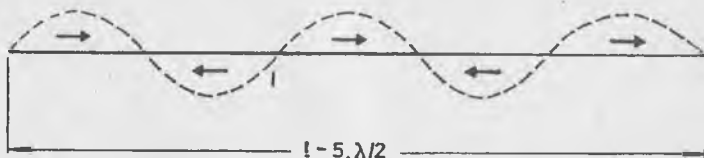
Ramena dipólu nemusí být napjata v jedné přímce. Vychýlením ramen ve vodorovné rovině se dosáhne změny vyzařovacího diagramu podle obr. 3.36. Může se tak odstranit ostrá nula vyzařování ve směru osy dipólu a získá se téměř všesměrový diagram.

S ohledem na účinné vyzařování je důležité, aby alespoň úsek zářiče v okolí proudové kmitny byl umístěn co nejvýše a ve volném prostoru. Tak vznikne anténa „obrácené V“ (inverted V), kde ke konstrukci stačí jediná vysoká podpěra uprostřed, která současně nese anténní napáječ. Jako příklad slouží anténa pro 80 m na obr. 3.37. Vrcholový úhel nemá být menší než 60°. Při 90° je zisk proti dipólu zavěšenému ve stejné výšce menší o 3 dB, při vrcholovém úhlu 120° menší o 1,5 dB. Vyzařovací diagram antény je téměř všesměrový.

Patrně dosud nejrozšířenějším univerzálním druhem antény pro KV je dlouhý rezonující vodorovný zářič napájený na konci nebo uprostřed. Délka zářiče se volí jako násobek $\lambda/2$. Protože na zkrácení zářiče mají vliv pouze závěsné izolátory, vypočítá se rezonanční délka zářiče ze vzorce

$$l = \frac{150(N - 0,05)}{f}, \quad [m, MHz]$$

kde N je počet půlvln, připadajících na zářič pro daný kmitočet.

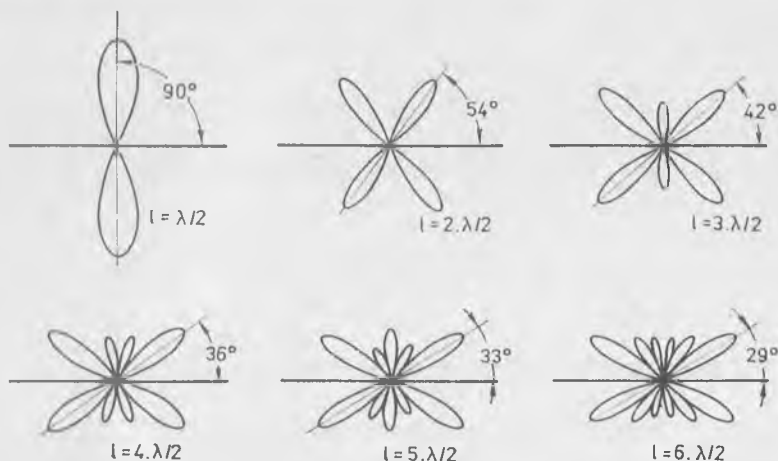


Obr. 3.38. Rozložení okamžitých proudů na dlouhém zářiči

Rozložení okamžitých proudů na zářiči je takové, že v sousedních půlvlnných úsecích jsou vždy v protifázi (obr. 3.38.). Výsledné pole a vyzařovací diagram v horizontální rovině vznikne složením vyzařování dílčích dipólů. Na rozdíl od soufázové kolineární soustavy (např. celovlnný dipól napájený uprostřed) se pole v některých směrech zesiluje, v jiných potlačuje, případně vymizí. Výsledkem je členitý vyzařovací diagram; tím členitější, čím je zářič delší. Z obrázku 3.39. je patrné několik základních vlastností dlouhého zářiče:

- vyzařovací diagramy jsou souměrné vůči ose zářiče a souměrné v kolmém směru;
- směr maximálního vyzařování se přiklání tím více k ose zářiče, čím je zářič delší;
- zářič o délce, která je lichým násobkem $\lambda/2$ vyzařuje část energie ve směru kolmém na zářič, zářič se sudým počtem $\lambda/2$ má v tomto směru nulové vyzařování;

- d) celkový počet smyček horizontálního vyzařovacího diagramu v polorovině (0° — 180°) je roven počtu půlvln obsažených v délce zářiče;
- e) nejvíce energie je vyzařováno ve smyčkách nejprilehlejších k ose zářiče, poměrné zesílení výkonu proti půlvlnnému dipólu je tím větší, čím je zářič delší.



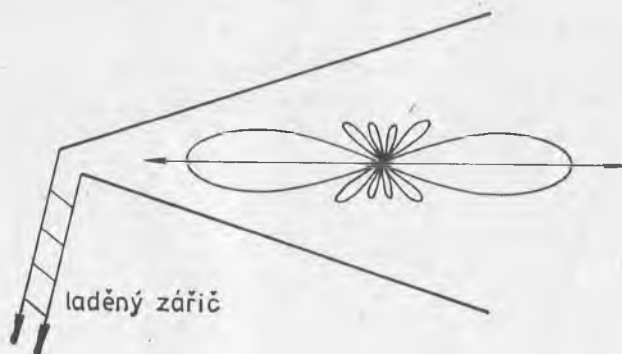
Obr. 3.39. Vyzařovací diagramy dlouhých zářičů

Z uvedeného vyplývá, že dlouhý zářič je vlastně směrovou anténou se čtyřmi hlavními a případně dalšími menšími laloky. Podstatné zesílení nastává až u skutečně dlouhých zářičů. Například zářič dlouhý 4λ dává v hlavních lalocích zisk 3 dB proti půlvlnnému dipólu.

Dlouhé zářiče mohou být z prostorových důvodů v určité své části zalomeny, zavěšeny šikmo nebo umístěny nad nerovným terénem. Všechny tyto změny téměř neovlivňují rezonanční kmitočet, ale mají vliv na tvar vyzařovacího diagramu. Zářič nad svažující se zemí vyzařuje pod menším vertikálním úhlem na tom konci, který je výše nad zemí.

Délka dlouhého zářiče určeného pro vícepásmový provoz se musí

volit kompromisně, protože zářič o správné rezonanční délce pro nejnižší pásmo se stává krátkým pro vyšší pásma. Například dipól $\lambda/2$ pro kmitočet 3,5 MHz rezonuje na 7,2–14,5–21,9–29,3 MHz. Pro vícepásmový provoz je nutné napájení laděným napáječem; výhodnější je napájení středové, u něhož napáječ s vazebním obvodem lépe vyrovnává nepřesné rezonanční kmitočty zářiče. Dopo-



Obr. 3.40. Směrová anténa „V“

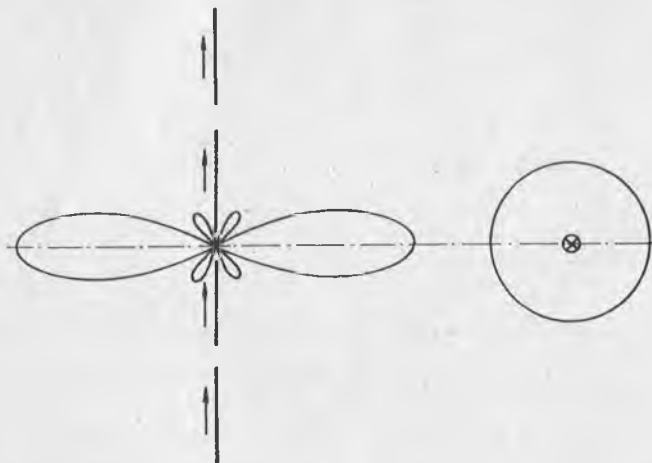
ručené délky jsou např.: zářič 41,15 m a napáječ 26,6 m. Délka napáječe je volena tak, aby nebyla přesným násobkem $\lambda/2$. Zabrání se tím vzniku soufázových, proti zemi nesymetrických stojatých vln na vedení. Ze dvou dlouhých zářičů, svírajících mezi sebou vhodný úhel, lze získat účinnou směrovou soustavu (obr. 3.40.).

Buzené soustavy

Jedním ze způsobů jak zvětšit směrovost a zisk antény je zmnožení dipólových zářičů. Je-li energie vř přiváděna anténním napáječem všem dílčím zářičům, jde o tzv. buzené (fázované) anténní soustavy. Základní typy jsou: řadová (kolineární), bočná (s příčným vyzařováním), koncová (s podélným vyzařováním). Anténní soustava může být též vytvořena kombinací základních typů.

Dipólové prvky řadové soustavy leží na téže ose a jsou buzeny ve fázi. Vyzařují podobně jako jednoduchý dipól $\lambda/2$, jen směrový diagram je užší, v rovině kolmé všesměrový (obr. 3.41). S rostoucím počtem prvků roste směrovost a zisk. Pro dvouprvkovou soustavu je zisk 1,8 dB, pro tři prvky 3,3 dB, pro 4 prvky 4,5 dB atd. Soufázové napájení lze např. zajistit uspořádáním podle obr. 3.42, kde mezi jednotlivé půlvlnné prvky zářiče jsou zařazeny čtvrtvlnné úseky vedení nakrátko.

Bočné soustavy mají dipólové prvky uspořádány paralelně a vyzařují nejvíce kolmo k rovině prvků. V případě horizontální polari-

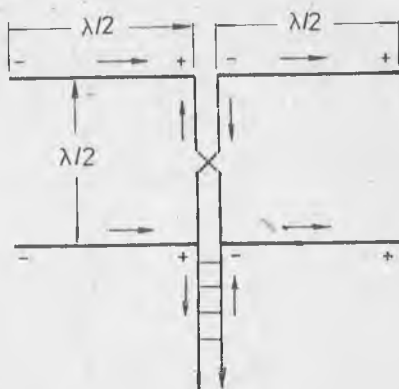
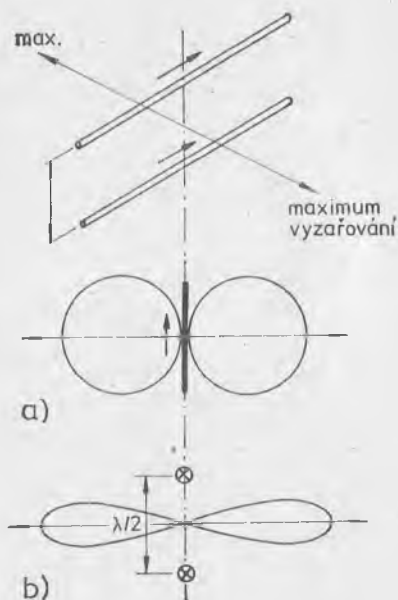


Obr. 3.41. Vyzařování řadové soustavy



Obr. 3.42. Soufázové napájení čtyřprvkové řadové soustavy pomocí čtvrtvlnných pahýlů

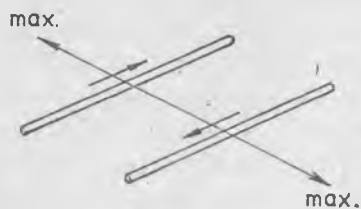
zace jsou prvky nad sebou a získává se směrovost ve svislé rovině, zatímco v horizontální rovině je vyzařovací diagram shodný s diagramem prostého dipólu (obr. 3.43). Rozteč prvků v soustavě se volí obvykle půlvlnná, což usnadňuje řešení napájecího systému, i když maximální zisk nastává při rozteči $5/8 \lambda$. Dva prvky s půlvlnnou roztečí dávají zisk 4 dB, tři prvky 5,5 dB, čtyři prvky 7 dB atd. Způsob napájení je patrný z obr. 3.44, kde je anténa „ležaté H“, představující kombinaci řádové a bočné soustavy.



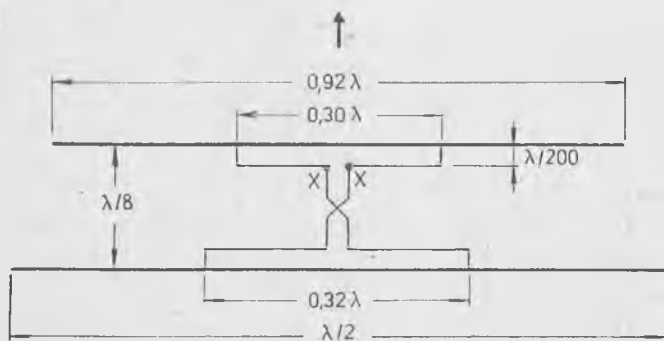
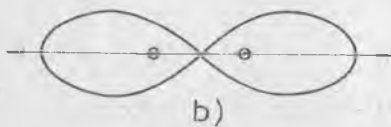
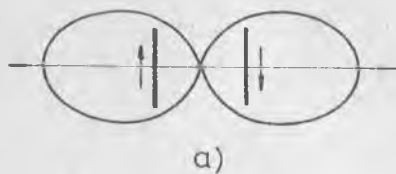
Obr. 3.44. Anténa „ležaté H“
s vyznačeným rozložením okamžitých proudů a polarit napětí

◀ Obr. 3.43. Bočná soustava

Koncové soustavy mají prvky také rovnoběžné, ale napájené s rozdílnou fází. Vhodnou volbou rozteče a fázového rozdílu lze získat vyzařovací diagramy různého tvaru. Maximum vyzařování nastává v rovině prvků a kolmo k nim, takže soustava soustřeďuje energii v obou rovinách. S ohledem na snadné napájení se nejvíce používá fázového rozdílu 180° (obr. 3.45). Zisk soustavy s dvěma prvky napájenými v protifázi je při rozteči $\lambda/4$ 3,8 dB, při rozteči $\lambda/8$ 4,3 dB. Při rozteči $\lambda/4$ a fázovém rozdílu 90° se získává dokonce



Obr. 3.45. Konecová soustava



Obr. 3.46. Směrová anténa HB9CV

jednosměrný vyzařovací diagram, maximum záření bude ve směru prvku, jehož proud se fázově opožďuje. Nevýhodou koncových soustav je malý vstupní odpor, což znesnadňuje napájení.

Horizontální buzené soustavy pro KV vycházejí značně rozměrné a byly postupně překonány otočnými směrovými anténami. Zato jsou velmi vhodné ve vertikální verzi pro nižší pásma KV, kde lze vytvořit soustavy s přepínáním směrového diagramu pouhou změnou fázování v napájecím systému.

V posledních letech se značně rozšířila směrová anténa HB9CV, kterou pro způsob napájení můžeme zařadit mezi buzené soustavy. Sestává ze dvou prvků, z nichž jeden je o trochu kratší než správná rezonanční délka $\lambda/2$, druhý o trochu delší. Prvky mají rozteč $\lambda/8$ a delší prvek je napájen s fázovým zpožděním 225° . Rozměry pro symetrické napájení $300\ \Omega$ vedením jsou na obr. 3.46. Zisk směrové antény HB9CV je asi 5,5 dB.

Soustavy s pasívními prvky

Pasívním nazýváme prvek, který je buzen pouze elektromagnetickým polem napájeného zářiče, v jehož blízkosti se nachází a má vliv na směrový diagram. Směrové antény založené na tomto principu jsou nejrozšířenějším typem směrovek a jde-li o přímé prvky délky $\lambda/2$, nazývají se tyto antény podle svého objevitele Yagi (správněji Yagi-Uda).

Funkce pasívního prvku spočívá v tom, že zachytí část energie vyzářené aktivním zářičem a protože není připojen k žádné zátěži, opět ji vyzáří. Vyzařování pasívního prvku se sčítá s energií vyzařovanou zářičem a podle vzájemného fázového rozdílu proudů v obou prvcích dochází v některých směrech k zesilování a v jiných k zeslabování celkového pole této dvouprvkové soustavy. Vhodný fázový rozdíl lze nastavit jednak roztečí prvků, jednak reaktančními vlastnostmi pasívního prvku. Ty se dají nastavit vřazením indukčnosti nebo kapacity do pasívního vodiče, popřípadě daleko příhodněji, prodloužením nebo zkrácením pasívního prvku. Pasívní prvek

může pracovat jako *reflektor* a energie je směřována směrem od pasivního prvku k aktivnímu nebo jako *direktor*, kdy maximum vyzařování nastává ve směru od aktivního prvku k pasivnímu (obr. 3.47). Aby přídavný pasivní prvek působil jako reflektor, musí v něm proud v předbíhat proud vlastního zářiče a tomu odpovídá induktivní charakter, tj. přídavný prvek musí být delší než $\lambda/2$. U direktoru je tomu naopak: fázové zpoždění — kapacitní charakter — kratší délka než $\lambda/2$. V praxi se volí délka pasivních prvků o 4—6 % odlišná od délky aktivního zářiče.

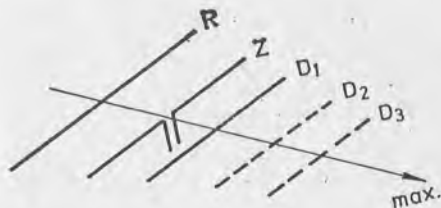


Obr. 3.47. Dvouprvkové soustavy s pasivními prvky

Největší zesílení pole (asi 5,5 dB) se dosáhne použitím pasivního prvku ve funkci direktoru při optimální vzdálenosti od zářiče $0,1 \lambda$. Dodržení optimální vzdálenosti i správné délky prvku je dost kritické. Reflektor dává největší zisk při vzdálenosti $0,18 \lambda$ (asi 5 dB) při podstatně plošším průběhu optimální rozteče. Anténa ze tří prvků — reflektoru, zářiče a direktoru — může dosáhnout zisku 7—8 dB. Maximální zisk se dosáhne větší roztečí prvků: Z-R $0,25 \lambda$, Z-D $0,15 \lambda$. Vyzařovací diagram tříprvkové antény je již výrazně směrový. Vyzařovací úhel v rovině prvků je asi 60° , v rovině kolmé asi 100° . Činitel zpětného příjmu (nesprávně předozadní poměr) je 15—25 dB. Nastavení rozteče a délky prvků pro maximální zisk nesouhlasí s nastavením pro největší činitel zpětného příjmu. Z provozních důvodů se spíše dává přednost nastavení optima činitele zpětného příjmu. Zvýšení zisku základního uspořádání antény Yagi je možné dosáhnout přidáváním dalších direktorů se vzájemnou roztečí nejméně $0,1 \lambda$.

Předností antén typu Yagi je konstrukční jednoduchost a velký

zisk při malém počtu prvků. Hlavními nedostatky jsou malá širokopásmovost, nejednoznačnost a obtížnost seřízení na největší zisk. Obtíže vzrůstají při malých roztečích prvků, protože pasívní prvky, umístěné blízko zářiče, výrazně snižují jeho vstupní impedanci, která pak klesá na méně než $10\ \Omega$ a dosahuje se obtížně účinné přizpůsobení k napájecí.



Obr. 3.48. Víceprvková anténa Yagi

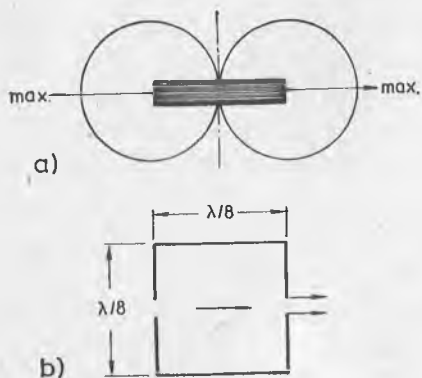
Byla též popsána celá řada kompromisních systémů, schopných pracovat na více pásmech nebo systémů se zmenšenými rozměry. Využívají většinou prvky doplněné rezonančními okruhy (princip W3DZZ) nebo prodlužovacími indukčnostmi. Jejich seřizování je obtížné a zisk i ostatní vlastnosti se nemohou vyrovnat jednopásmovým anténám s plnými rozměry.

Princip pasívního reflektoru se velmi často používá i u jiných směrových systémů pro přeměnu dvojsměrného vyzařovacího diagramu na jednosměrný. Typickým příkladem je soustava přidavných reflektorů u kolineární nebo bočné soustavy nebo u smyčkové antény. Reflektorem se zvýší zisk antény podle jejího typu o 3–5 dB.

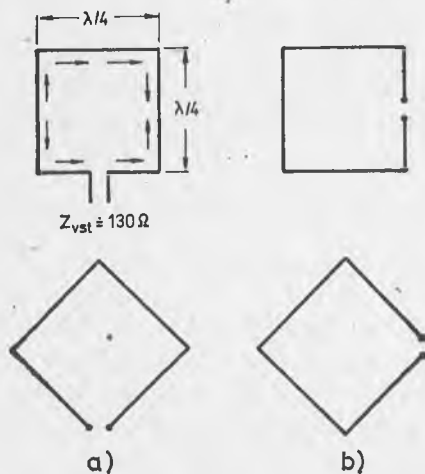
Smyčkové antény

Smyčková anténa je v podstatě cívka s libovolným tvarem, kterou protéká proud vf. Velmi známé je použití smyčky jako tzv. rámové antény pro zaměřovací přijímače. Pokud je její rozměr malý vzhledem k vlnové délce, má proud stejnou velikost i fázi v celé smyčce a vyzařovací diagram je osmičkový, s maximy v rovině smyčky.

Obr. 3.49. Malé smyčkové antény

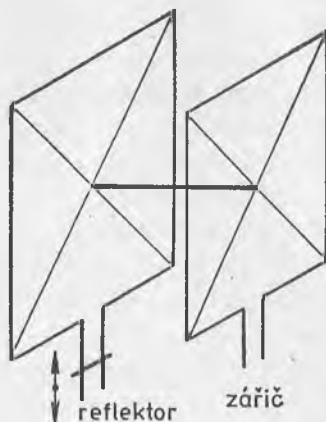


Pro vysílací účely se používá jednozávitových smyček s rozměry, které jsou násobky $\lambda/2$. Nejmenší možná anténa má délku obvodu $\lambda/2$ a vyzařuje nejvíce ve vyznačeném směru se ziskem asi 0,7 dB (obr. 3.49). Je to vlastně dipól $\lambda/2$ s dvakrát zahnutými rameny. Podstatně jiné vlastnosti má smyčka o délce obvodu 1λ . Vyzařuje maximálně kolmo k rovině smyčky se ziskem 0,9 dB a vstupní impedance je asi 130Ω . Podle toho, kde je umístěn napájecí bod, lze získat horizontální nebo vertikální polarizaci (obr. 3.50). Z rozložení proudu na obr. 3.50 je vidět, že jde vlastně o dvojprvkovou soufá-



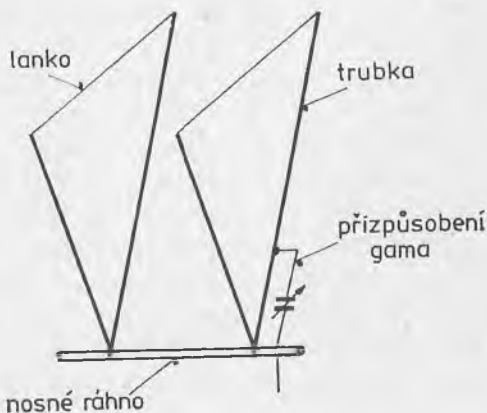
Obr. 3.50. Celovlnná smyčka

Obr. 3.51. Kubická anténa („quad“)



zovou soustavu s příčným vyzařováním, kde prvky jsou zahnuty v délce $\lambda/8$.

Celovlnná smyčka je základem velmi oblíbené kubické antény („quad“), která má proti anténě typu Yagi konstrukční výhody. Po doplnění smyčky pasívním reflektorem stejného tvaru se získá směrový systém se ziskem 5,9 dB. Optimální vzdálenost reflektoru od zářiče je asi $0,13 \lambda$ a při ní klesne vstupní impedance zářiče zhruba na 75Ω . Konstrukce a seřízení kubické antény je podstatně snazší než u antény Yagi. Prvky se zhotovují z drátu upevněného izolovaně na zkřížená nosná ramena. Správná délka zářiče je o něco delší než 1λ , délka jedné strany čtverce má být $0,257 \lambda$. Reflektoru



Obr. 3.52. Anténa „delta loop“

rová smyčka se zpravidla volí stejně rozměrná, ale doplňuje se úsekem prodlužovacího vedení nakrátko, kterým se získá potřebný induktivní charakter pasivního prvku pro funkci reflektoru. Optimální nastavení (obvykle pro optimální potlačení zpětného vyzařování) se dosáhne posouváním zkratovacího můstku na prodlužovacím vedení (obr. 3.51).

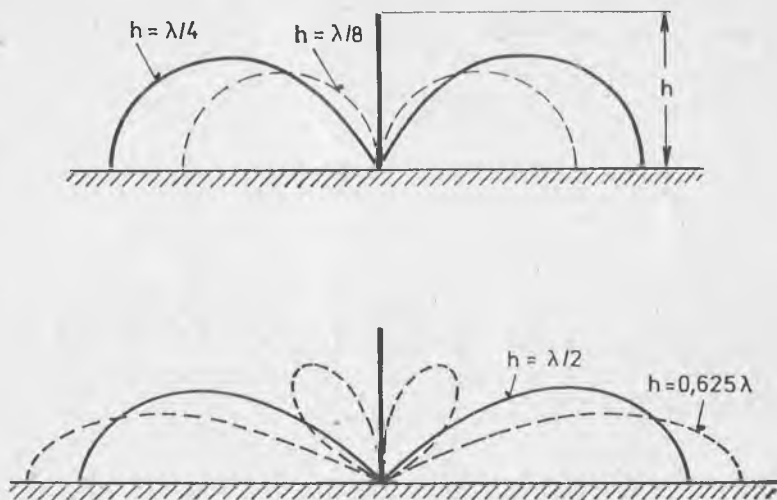
Vícepásmová kubická anténa se konstruuje tak, že čtvercové prvky pro jednotlivá pásma jsou umístěny koncentricky. Vzájemné ovlivňování antén je malé. Základní typ kubické antény je možno různě obměňovat. Tak např. anténu lze pro zvýšení zisku doplnit dalšími prvky ve funkci direktorů, reflektor může být aktivní a napájen jako u směrovky HB9CV. Také tvar základního prvku nemusí být čtvercový a anténa s trojúhelníkovými prvky („delta loop“) se může konstruovat jako samonosná (obr. 3.52).

Vertikální antény

Vertikální antény jsou výhodné pro malé prostorové požadavky, výhodný vyzařovací diagram ve svislé rovině i všesměrovost v horizontální rovině. Nejkratší rezonanční délka zářiče je $\lambda/4$, kdy druhou polovinu půlvlnné délky nahrazuje zemní odraz (viz obr. 3.9). Do rezonance se dají přivést i kratší zářiče zapojením prodlužovací indukčnosti v blízkosti kmitny proudu nebo zatěžovací kapacitou na vrcholu zářiče. Vyzařovací diagram ve svislé rovině závisí na délce (výšce) zářiče. Několik typických příkladů je na obr. 3.53, z něhož je patrné, že se zvětšováním výšky zářiče se vyzařování soustřeďuje podél obzoru tak dlouho, pokud výška nepřesáhne $\lambda/2$. Při větších výškách se objevují a vzrůstají laloky pod velkými elevačními úhly; při výšce 1λ se energie podél obzoru vůbec nevyzařuje.

Následkem nedokonalé vodivosti skutečné země v okolí antény vznikají ztráty, které mají mj. za následek, že vyzařování pod úhly menšími než 5° je potlačováno. Přesto je vyzařovací diagram stále velmi příznivý pro dálkový provoz a svislá anténa je proto velmi vhodná pro nižší pásma KV, kde by vodorovný zářič k dosažení

podobných vlastností mušel být zavěšen neúnosně vysoko. Základním předpokladem účinné funkce vertikální antény je dostatečná výška zářiče a hlavně dobrý zemnicí systém, pokud je pata zářiče umístěna přímo na zemi. Potřebnou výšku zářiče lze snížit zavedením kapacitní zátěže na vrcholu. Kapacita je vytvořena např. vodorovnými vodiči (anténa T) nebo vodiči ve tvaru kruhu či mnohoúhelníku (obráz. 3.54). Prodlužování elektrické délky pomocí indukčnosti zapojené blízko napájené paty vede k značnému poklesu účinnosti a k velmi ostrému ladění přizpůsobovacích obvodů.

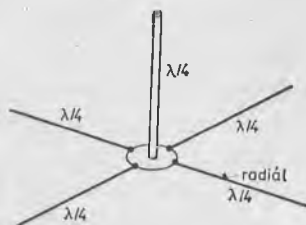


Obr. 3.53. Vertikální vyzářovací diagramy různě vysokých vertikálních zářičů



Obr. 3.54. Prodloužení elektrické délky kapacitní zátěží vrcholu vertikálního zářiče

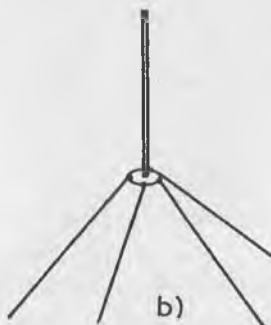
Obr. 3.55. Anténa „ground plane“ (GP)



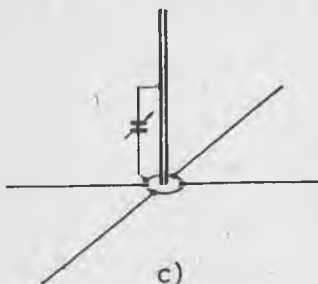
Na vyšších kmitočtech se svislá anténa výhodně konstruuje jako zářič s umělou zemnicí rovinou („ground plane“). Výška zářiče nad skutečnou zemí pak není pro funkci příliš podstatná. Nejběžnější typ je na obr. 3.55, kde zem nahrazují čtyři vodiče o délce $\lambda/4$, tzv. radiály. Vstupní impedance antény GP lze přizpůsobit impedanci



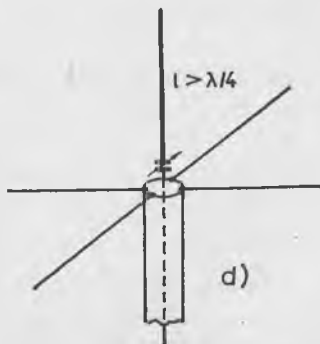
a)



b)



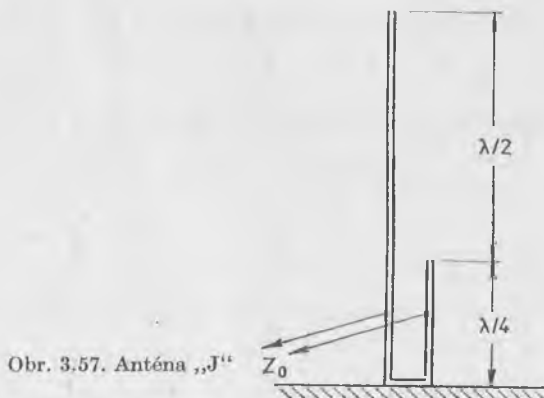
c)



d)

Obr. 3.56. Různé způsoby přizpůsobení vstupní impedance antény GP

napáječe různými obvody (obr. 3.56), které také umožní galvanické uzemnění zářiče. Koaxiální napáječ má být pokud možno vyveden kolmo pod rovinu radiálů v délce alespoň $\lambda/4$. Zářič může být provozován i na více pásmech. Bud je doplněn odlaďovacími rezonančními okruhy (princip W3DZZ) nebo se využívá celé délky zářiče (např. na 10 m $0,5\lambda$, na 15 m $0,38\lambda$, na 20 m $0,25\lambda$) a pak je přízpu-



Obr. 3.57. Anténa „J“

		rozteč svistých zářičů			
		$\lambda/8$	$\lambda/4$	$3/8\lambda$	$\lambda/2$
fázový rozdíl	0°				
	45°				
	90°				
	135°				
	180°				

Obr. 3.58. Typické vyzařovací diagramy dvou svislých zářičů v závislosti na jejich rozteči a fázovém rozdílu napájecích proudů

sobovací obvod složitější. Je-li zářič půlvlnný, je v místě paty velmi vysoká impedance a patní izolátor musí být proto kvalitní. Výhodný způsob napájení půlvlnného zářiče představuje „anténa J“, kde funkci „izolátoru“ i přizpůsobovacího transformátoru zastává čtvrtvlnný úsek vedení nakrátko (obr. 3.57).

Dva, případně i více vertikálních zářičů napájených s různou fází, mohou vytvořit účinný směrový systém s přepínatelným směrováním dosahovaným jen změnou fázového rozdílu (např. přepínáním délky anténního napáječe). Několik typických vyzářovacích diagramů pro dvojprvkový systém s roztečí $\lambda/2$ je na obr. 3.58. Podobně lze vytvořit vertikální směrové systémy i s pasívními prvky.

Dodatkem ke stručné kapitole o anténní technice uvádíme několik informací převzatých z různých časopisů.

Výpočet antény ground plane se skládaným zářičem

Vypočteme elektrickou délku půlvlny. Tu vydělíme průměrem vodiče, který použijeme na zářič a dostaneme poměr M :

$$M = \frac{150\,000}{f \cdot d} \quad [\text{MHz}, \text{mm}]$$

Pro vypočtené M zjistíme z grafu (obr. 3.59) zkracovací činitel K_a a dosazením do vzorce

$$L_r = \frac{75 \cdot K_a}{f} \quad [\text{m}, \text{MHz}]$$

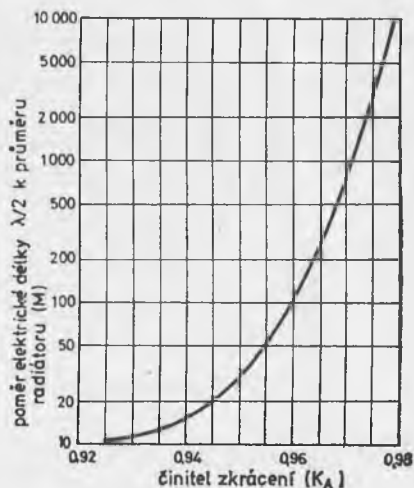
obdržíme délku zářiče L_r .

Stejným postupem zjistíme skutečnou délku radiálů — vodorovných paprsků (měří se od osy radiátoru ke konci paprsku) L_p ; použijeme-li na paprsky vodičů jiného průměru, dosazujeme do vzorce pro délku individuální zkracovací činitel K_a , pro nějž zvlášť vypočteme poměr M' . S použitím M vyhledáme hodnotu vyzářovacího odporu Z_R z obr. 3.60.

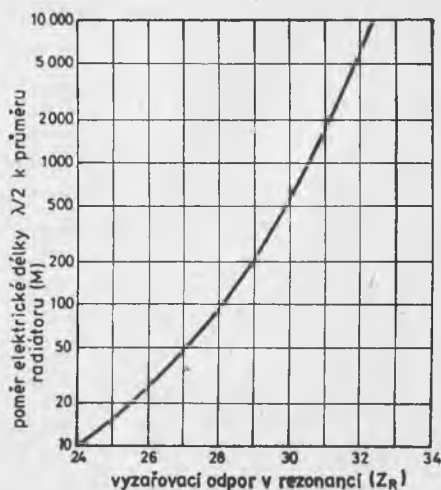
Vyzářovací odpor antény Z_R závisí opět na poměru M ; pohybuje

se zhruba mezi 28 a 32 Ω . Tak nízkou hodnotu musíme přizpůsobit impedanci napájecího vedení, pro něj používáme koaxiálních kabelů zpravidla o impedanci $Z_v = 75 \Omega$.

Dělením Z_v/Z_R určíme žádaný transformační poměr n . Z grafu na obr. 3.61 určíme potřebný průměr vodiče vnějšího (nenapájeného)



Obr. 3.59. Činitel zkrácení radiátoru



Obr. 3.60. Vyzařovací odpor GP

ramena skládaného zářiče a vzájemnou rozteč os obou vodičů pro zvolený průměr nenapájeného ramena.

Příklad pro $f = 14,2$ MHz:

Pro napájené rameno zářiče je zvolena duralová trubka $\varnothing d_1 = 40$ mm:

$$M = 264$$

$$L_T = 5,113 \text{ m}$$

$$Z_R = 30,5 \Omega$$

$$K_a = 0,968$$

Pro vodorovné čtvrtvlnné paprsky použijeme drát $\varnothing 2$ mm:

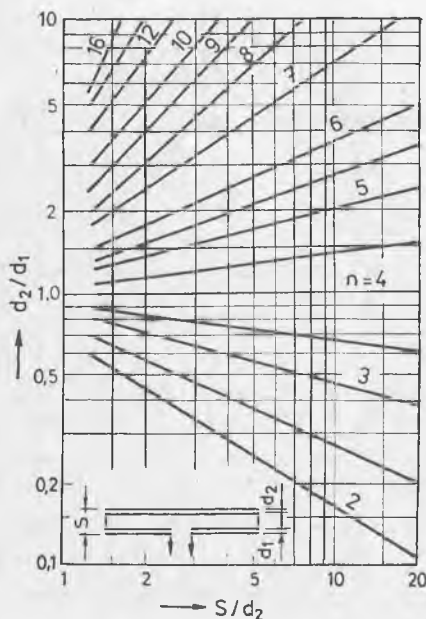
$$M' = 5282$$

$$K'_a = 0,978$$

$$L_p = 5,165 \text{ m}$$

Transformační poměr pro koaxiální napáječ $Z_V = 75 \Omega$:

$$Z_V/Z_R = 2,46 \approx 2,5$$



Obr. 3.61. Transformační poměr skládaného dipólu

Pro vnější (nenapájené) rameno můžeme použít trubky:

$d_2 = 20$	při rozteči	$S = 54$	nebo
$d_2 = 18$		$S = 63$	nebo
$d_2 = 16$		$S = 72$	atd.

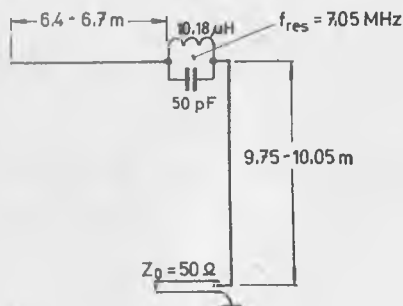
Prizpůsobení skládaným zářičem je výhodné pro svou širokopásmovost a navíc poskytuje dokonalou ochranu proti účinkům atmosférické elektřiny. Důležité je dobré propojení obou ramen zářiče a kvalitní spojení vodorovných paprsků s patou nenapájeného ramena a pláštěm koaxiálního kabelu. Stálou rozteč mezi rameny zářiče vymezuje několik rozpěrek z kvalitního vf izolantu (polyetylén, teflon). Vrchol zářiče je ukotven alespoň třemi silonovými šňůrami, vodorovné paprsky, pokud jsou z drátu, jsou zavěšeny na vhodné podpěry s úhlovou roztečí blízkou 90° . Jejich skloněním lze mírně zvýšit vstupní impedanci antény. Pro správnou funkci umělé zemní roviny vytvořené čtyřmi radiály je důležité, aby anténa byla umístěna dostatečně vysoko nad zemí. Za minimální výšku paty zářiče nad zemí se považuje výška $\lambda/4$, ale správněji se minimální výška určí jako vzdálenost mezi koncovými body sousedících radiálů. Pro 4 radiály vychází pak minimální výška nad zemí $h_{\min} = 0,25 \cdot \lambda$, pro 6 radiálů $h_{\min} = 0,25 \lambda$, pro 8 radiálů $0,19 \lambda$. Napájecí koaxiální kabel má být sveden svisle pod rovinu radiálů, aby se nestal součástí vyzařovacího systému. Výhodně se vede uvnitř trubkového stožárku.

Vícepásmové vertikální antény

Na obr. 3.62 je znázorněna dvoupásmová anténa 80/40 m podle G3YVF. Je to vlastně polovina dipólu W3DZZ, zahnutá do tvaru „L“.

Využití na více než dvou pásmech přináší zpravidla potřebu přepínat prizpůsobovací a doladovací členy. Typickým představitelem je např. anténa podle DL2EO, obr. 3.63. Je to dvoudrátový svislý zářič nahore kapacitně zatížený vodorovným úsekem. Vstupní im-

pedance na pásmech 10—40 m se pohybuje mezi 600—1500 Ω , takže k uzemnění koaxiálního napáječe stačí jen zemnicí kolík. S přizpůsobovacím článkem pro 20m pásmo lze systém vybudit i v pásmu 80 m. Tam je ovšem vstupní impedance velmi nízká a zemnicí systém je nutno zlepšit několika radiály o délce $\lambda/4$.



Obr. 3.62. Anténa G2YVF

Pásmo	40 m	20 m	15 m	10 m
L [μH]	6	2,3	1,4	1,0
C [pF]	80	50	40	30

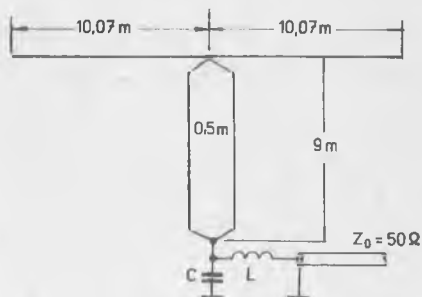
Anténa T2FD

Kompromisní širokopásmovou anténu T2FD vyvinul koncem padesátých let W3HH. Název T2FD vznikl jako zkratka názvu Terminated Tiled Folded Dipole (zakončený skloněný skládaný dipól). Odporové zakončení zářiče má za následek, že anténa je téměř aperioidická a pracuje uspokojivě v kmitočtovém rozsahu 1 : 5. Její délka se volí tak, aby na nejnižším pracovním kmitočtu byla $\lambda/3$, optimální sklon je 30° , přičemž dolní konec je nad zemí jen asi 2 m. Vyzařovací směrový diagram nemá vyjádřen výrazně ani maxima ani minima, takže anténa se chová více méně jako všesměrová.

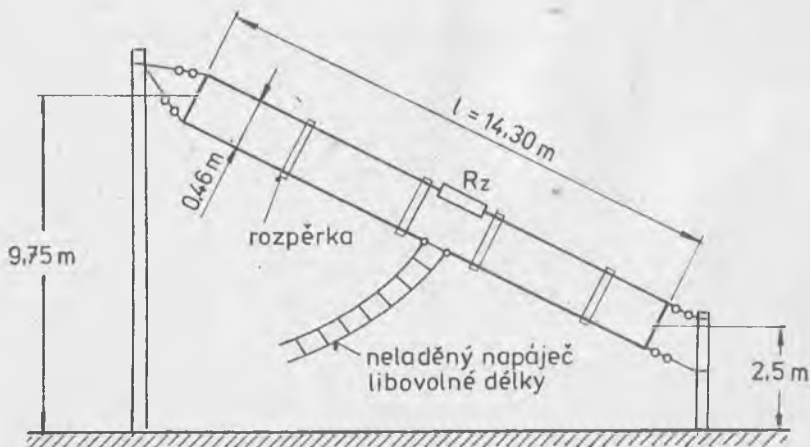
Typické uspořádání pro kmitočtový rozsah 7 až 35 MHz je na obr. 3.64. Se sníženou účinností lze antény používat i pro pásmo 3,5 MHz. Úhel sklonu není příliš kritický — může být v rozmezí $20 - 40^\circ$.

Impedance symetrického naladěného napáječe se volí v rozmezí 300 až 600 Ω , přitom optimální hodnota zakončovacího odporu je o něco vyšší než charakteristická impedance napáječe:

Z_0 vedení [Ω]	Zakončovací odpor [Ω]
600	650
450	500
300	390



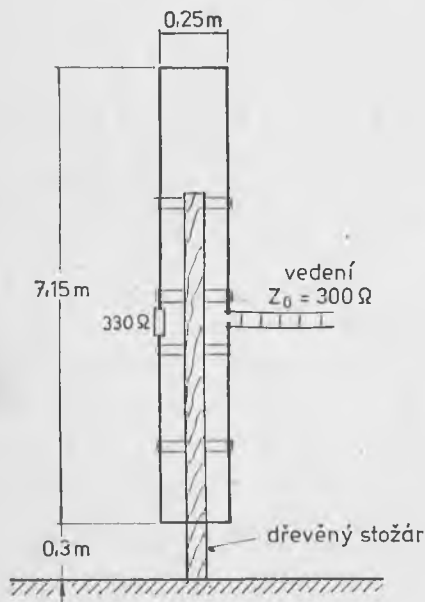
Obr. 3.63. Anténa DL2EO



Obr. 3.64. Anténa T2FD

Nižší impedance vedení než $300\ \Omega$ se nedoporučuje, protože pak je hodnota zakončovacího odporu velmi kritická. Výhodné je vedení o impedanci $300\ \Omega$ (lze použít televizní dvoulinky), které lze širokopásmovým symetrizačním členem přetransformovat na $75\ \Omega$ pro koaxiální kabel.

Nejobtížnějším prvkem antény T2FD je zakončovací odpor, který musí být pokud možno bezinduktivní a bezkapacitní. Navíc musí rozptýlit asi 35% vysílané energie a snést povětrnostní vlivy. Jinak konstrukce antény není kritická a protože na zářiči nejsou vyjádřena napěťová maxima, mohou být rozpěrky mezi rameny dipólu vyrobeny i z méně kvalitního izolantu (impregnované dřevo apod.).



Obr. 3.65. Anténa VTFD

Anténa typu T2FD může být také postavena jako vertikální podle obr. 3.65 — správný název by pak byl VTFD. S uvedenými rozměry je vhodná pro pásma 14 až 28 MHz a vzhledem k aperioidickému charakteru vstupní impedance ji lze vybudit i v pásmu 10,7 a 3,5 MHz. Vyzařovací účinnost na nižších pásmech již bude

špatná a zakončovací odpor musí absorbovat více než polovinu vf výkonu.

Ing. Jaroslav Erben, OK1AYY

VERTIKÁLNÍ ANTÉNY

Vertikální antény (VA) jsou náročnější na umístění než antény horizontální. V rovinatém území s nízkou zástavbou a dobře vodivou zemí se jeví jako vděčný typ antény.

Doporučuje se stavět VA pouze v pásmech 10 až 3,5 MHz. V pásmu 1,8 MHz je výška VA, při které se zpravidla dosahuje srovnatelných výsledků s anténou horizontální, asi 16 m.

Pro 14 MHz lze doporučit výšku $5/8 \lambda$ ($0,625 \lambda$), kdy se dosahuje maximální síly pole v nízkých vyzařovacích úhlech, potřebných pro DX práci.

Na 28 a 21 MHz mimo všesměrovosti nepřináší VA žádné výhody.

Ideální horizontální vyzařovací diagram je kružnice. Ve skutečnosti členitost terénu a nehomogenita půdy v různých směrech, případně elektrické neoddělení napáječe a nemožnost realizovat symetrický zemní systém degraduje ideální kružnici na nepravidelnou křivku.

Vertikální vyzařovací diagram:

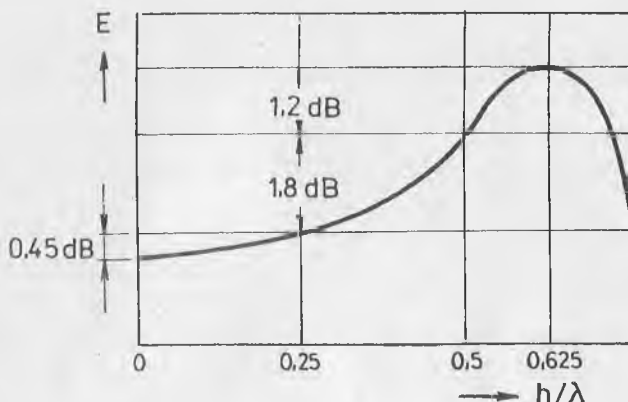
Do výšky $0,5 \lambda$ se objevuje pouze jeden lalok s maximem vyzařování souběžně s povrchem země. Od výšky $0,5 \lambda$ se začíná objevovat druhý lalok s úhlem od země kolem 60° . Maximální vyzařování při zemském povrchu nastává při výšce antény $0,625 \lambda$ ($5/8 \lambda$). Při této výšce antény je druhý lalok s velkým vyzařovacím úhlem již větší, proto volíme výšku VA mezi $0,54 - 0,6 \lambda$.

Se zvětšováním výšky antény nad $0,5 \lambda$ se druhý lalok postupně zvětšuje, jeho vyzařovací úhel klesá ke 30° při výšce antény 1λ , kdy lalok nabude maximální hodnoty a vyzařování při zemi ustává.

Vyzařování VA souběžně se zemí v závislosti na výšce antény je znázorněno na obr. 3.66. Vidíme, že při nízkých vyzařovacích úhlech

vyzařuje vertikální anténa o výšce $5/8 \lambda$ o 3 dB více než anténa čtvrtvlnná.

Toho lze využít prakticky pouze na 14 MHz, kdy potřebná výška vychází kolem 13 m. Z již uvedených důvodů stavíme však anténu o výšce pouze 11,5–12,5 m.



Obr. 3.66. Vyzařování VA v nízkých úhlech

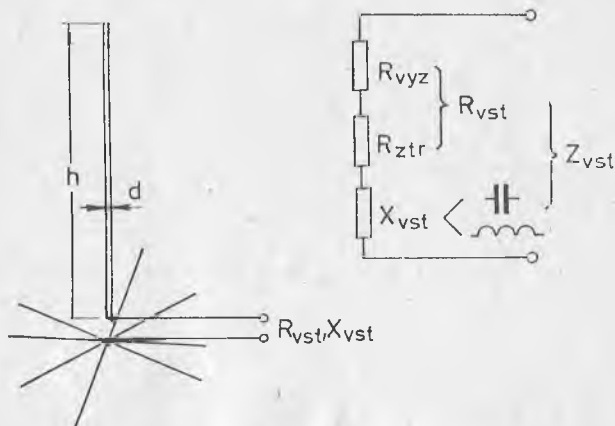
Z obr. 3.66 též vidíme, že sebekratší anténa teoreticky vyzařuje do nízkých úhlů jen nepatrně méně než anténa čtvrtvlnná. Ve skutečnosti čím nižší anténa, tím více se uplatňují ztráty. Proto je prakticky využitelná VA výšky $0,08–0,1 \lambda$ nebo VA s kapacitním kloboukem výšky alespoň $0,04–0,06 \lambda$. Při dobré zemi a kvalitní cívice v přizpůsobení dávají i tyto nízké antény dobré výsledky.

Vzhledem k tomu, že v reálných podmínkách je vlivem ztrát potlačeno vyzařování do nejnižších úhlů, uvádí se někdy, že lze uvažovat maximum vyzařování u antén výšky $0,25 \lambda$ v úhlu asi 30° , u výšky $0,5 \lambda$ v úhlu 15° , u výšky VA $0,625 \lambda$ v úhlu 12° . Vstupní impedance VA vztažená ke vstupním svorkám antény, tj. mezi patou a zemním systémem (obr. 3.67), se skládá ze vstupního odporu R_{vst} a vstupní reaktance X_{vst} . Ta je v oblasti lichých násobků čtvrtvln výšky antény záporná — kapacitní, v oblasti sudých násobků čtvrtvln kladná — induktivní. Vstupní odpor je součtem od-

porů vyzářovacího R_{vyz} a ztrátového R_{ztr} . Hodnoty R_{vyz} , R_{ztr} , X_{vst} zpravidla uvažujeme v sériovém náhradním schématu antény.

Ztrátový odpor R_{ztr} představují zejména ztráty v zemi. U nízkých antén se též výrazně projeví ztráty v přizpůsobení.

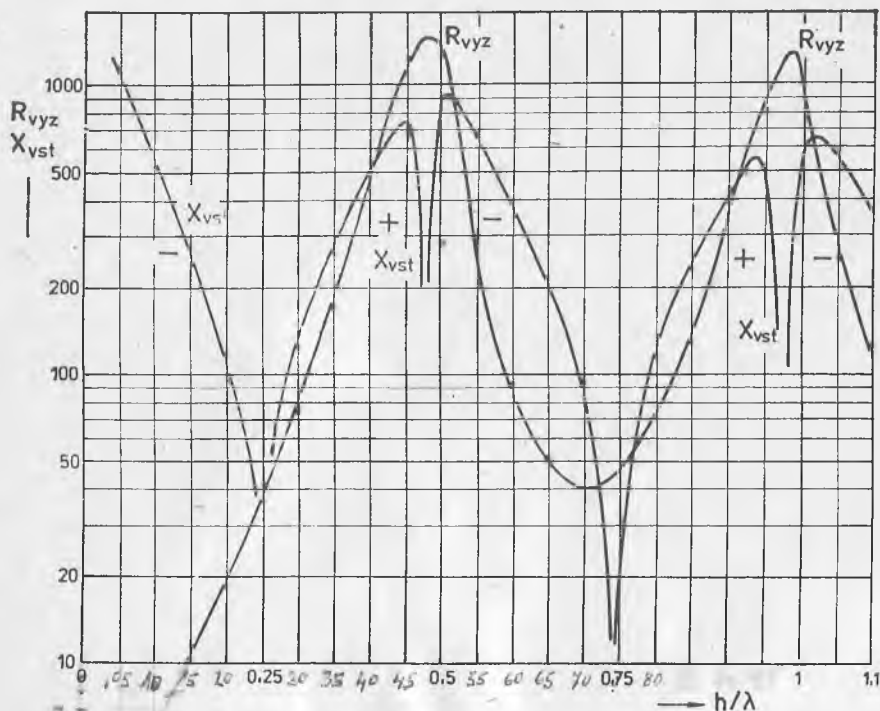
Má-li nízká anténa např. $R_{ztr} = 9$ ohmů a $R_{vyz} = 1$ ohm, znamená to, že 90 % energie dodané vysílačem se přemění v teplo a vyžáří se pouze 10 % energie.



Obr. 3.67. Náhradní schéma vertikální antény

Hodnotu vstupního odporu a vstupní reaktance je nutno znát, abychom mohli stanovit přizpůsobení antény k napáječi. Vstupní reaktance X_{vst} a vyzářovací odpor R_{vyz} jsou závislé na výšce antény h/λ a jejím průměru d . V amatérské praxi se používají zářiče s poměrem výšky antény k jejímu průměru (h/d) kolem 300. To znamená, že anténa výšky 3 m má průměr 1 cm, výšky 12 m průměr 4 cm atd.

Hodnota R_{vyz} a X_{vst} pro $h/d = 300$ za zjednodušujících předpokladů je uvedena na obr. 3.68. Vstupní odpor dostaneme přičtením R_{ztr} k R_{vyz} . To však má význam, je-li výška antény taková, že R_{vyz} je nižší než 100 ohmů; jinak lze R_{ztr} v návrzích zanedbat. Jiný poměr h/d antény se projeví nejvíce v maximálních hodnotách R_{vyz} a X_{vst} . Čím štíhlejší anténa, tím budou tyto hodnoty vyšší.



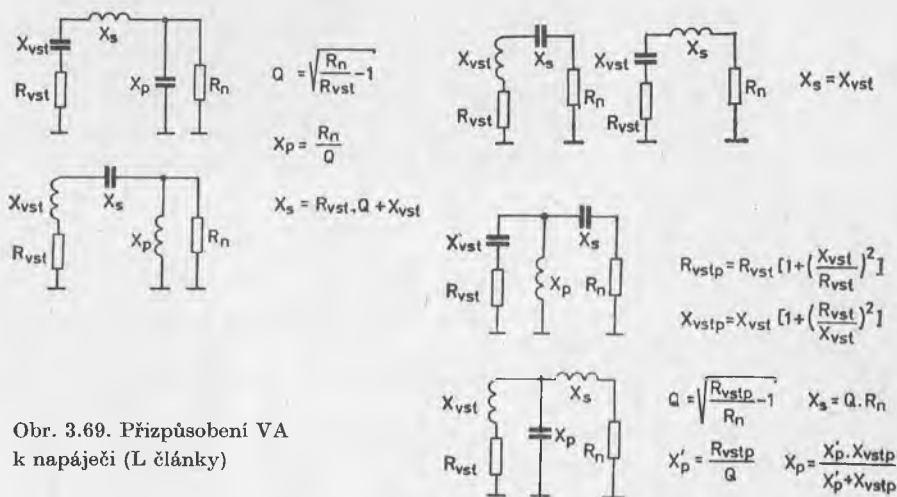
Obr. 3.68. Vyzařovací odpor a vstupní reaktance VA

Obecně je nutno mezi napáječ a vstupní svorky antény vložit přizpůsobovací člen. Nejjednodušším a v praxi vyhovujícím typem přizpůsobení je L člunek.

Přehled typů přizpůsobovacích L článků je na obr. 3. 69 a 3.72.

Zvláštním případem je výška antény $0,25 \lambda$, kdy je možné přímé připojení koaxiálního kabelu, neboť $X_{vst} = 0$ a vstupní odpor R_{vst} se ztrátami bývá 40–50 ohmů. Při koaxiálním kabelu 75 ohmů je ČSV lepší než 2.

Podobně u antén výšky $0,27–0,3 \lambda$ je vstupní odpor kolem 70 ohmů, stačí tedy jen vykompenzovat induktivní složku vstupní reaktance antény kondenzátorem.



Zemní systémy

Vertikální antény umístěné ve volném prostoru (GP antény) vystačí se dvěma, případně třemi čtvrtvlnnými zemními radiály. GP antény v KV amatérských pásmech jsou umístěny ve výškách 0,1 až 1 λ nad zemí, tedy nikoliv ve volném prostoru. Proto je nutné zvětšit počet radiálů na 6–12 pro každé pásmo, na kterém chceme GP provozovat. Čtvrtvlnné radiály je třeba vyladit pomocí GDO do rezonance. Ztrátový odpor takové vyladěné zemní roviny bývá 8 až 4 ohmy. Nevyladěná zemní rovina představuje ztrátový odpor až 20 ohmů. U antén umístěných na zemi se zemní radiály chovají aperiodicky, a to ať jsou zakopané, izolované nebo holé, položené na zemi, či natažené nízko nad zemí. Nejlépe využijeme v pásmu např. 3,5 MHz vodič délky 240 m, tj. 3 λ tak, že z něj nastříháme 24 radiálů délky 0,125 λ , to je 10 m. Podobně platí při 16 radiálech délka 0,1 λ , 24 radiálech — 0,125 λ , 36 radiálech — 0,15 λ , 60 radiálech — 0,2 λ , 90 radiálech — 0,25 λ , 120 radiálech — 0,4 λ . Pro radiály GP antén a radiály položené na zemi nebo natažené nízko nad zemí stačí Cu vodič o průměru od 0,8 mm.

Pro zakopané radiály je vhodný FeZn vodič o průměru 8–10 mm, FeZn pásek 30×4 nebo 20×3 mm.

Za postačující kompromis mezi pracností a výsledky můžeme považovat 6–10 zakopaných radiálů délky 6–15 m z pásky FeZn 30×4 mm. Takový zemní systém má ztrátový odpor $R_{ztr} = 15 - 5$ ohmů.

Klasické vertikální antény

Z důvodu snadné realizace, provozní spolehlivosti, životnosti a možnosti dokonalého nastavení jsou pro amatérskou stavbu nejjednodušší antény, jejichž obvody pro přizpůsobení k napájecí jsou soustředěny v anténním domku u paty antény.

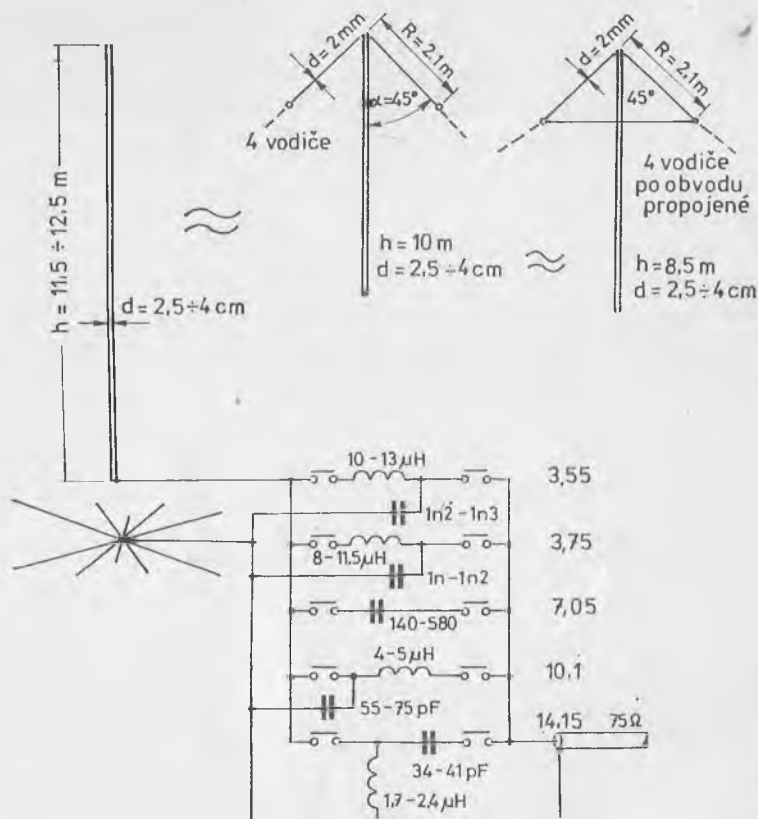
U klasických vícepásmových antén vycházíme z nejvyššího kmitočtového pásma. Zde se volí výška antény něco pod $5/8$ lambda. Na nižším pásmu s polovičním kmitočtem je pak výška $0,27-0,3$ lambda, což představuje vstupní odpor 50–85 ohmů. Přizpůsobení k napájecí se v tomto případě omezuje jen na vykompenzování kladné vstupní reaktance antény vhodným sériovým kondenzátorem. Na dalším nižším pásmu představuje VA asi $0,14-0,15$ λ. Při dobré zemi není tato anténa horší více než 3 dB proti anténě čtvrtvlnné.

Z uvedených úvah vyplývá výška antény asi 12 m pro pásma 14 MHz až 3,5 MHz, viz obr. 3.70, a anténa výšky asi 23–24 m pro pásma 7 MHz až 1,8 MHz, viz obr. 3.71b.

Stavební výšku antény lze snížit kapacitním kloboukem, aniž by se příliš zhoršily vlastnosti antény. Maximálně lze zkrátit prvou anténu na 8,5 m, druhou na 10,5 m, další na 14,5 m.

Při použití kapacitního klobouku se u antény podle obr. 3.70 v pásmu 7 MHz a u antény podle obr. 3.71b v pásmu 3,5 MHz zhorší poněkud ČSV, neboť R_{vst} klesne na 30–40 ohmů. Můžeme však změnit přizpůsobení na typ podle obr. 3.72c a doladit na ČSV = 1.

I anténu z obr. 3.70 lze vyladit pro pásmo 1,8 MHz a naopak

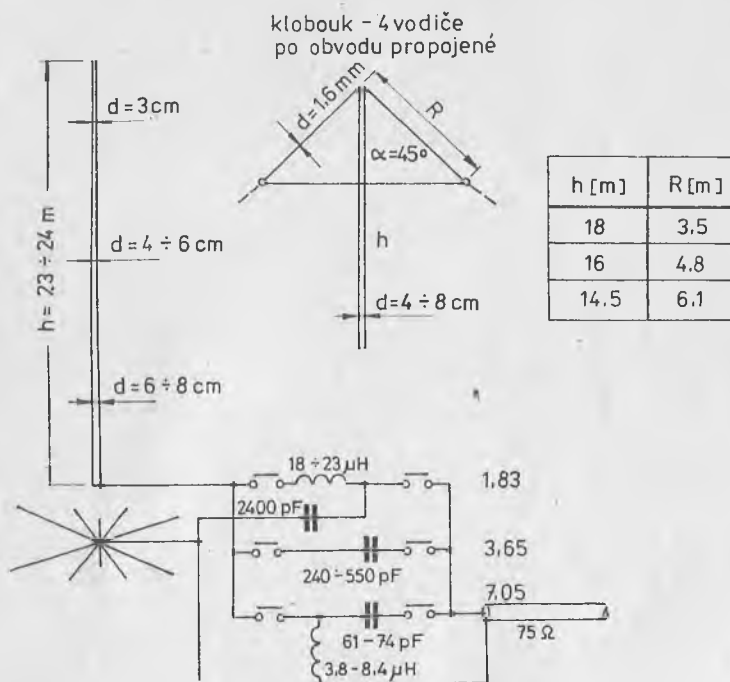


Obr. 3.70. VA $5/8 \lambda$ pro 14 MHz

všechny antény i pro vyšší pásma s tím, že na nich ztrácíme výhodu vyzařování do nízkých úhlů.

U uvedených antén je jedno, zda jsou použity jako GP na střeše domu, či jako VA na zemi. Přizpůsobovací články umístíme do plechové skříňky v patě antény. Skříňku je nutno spojit se zemním systémem.

Protože stykače, kterými dálkově přepínáme pásma, mají jistou kapacitu při rozepnutých kontaktech a rovněž prvky LC mají jistou



Obr. 3.71. VA $5/8 \lambda$ pro 7 MHz

nežádoucí kapacitu vůči sobě, je vhodné omezit se pro pohodlné doladění antény jen na 4 pásma. U doladování vyšších pásem nesmíme zapomenout, že propojovací vodiče mohou mít větší indukčnost, než je požadovaná indukčnost L článku pro přizpůsobení.

Při doladování se neobejdeme bez reflektometru, GDO a antenaskopu.

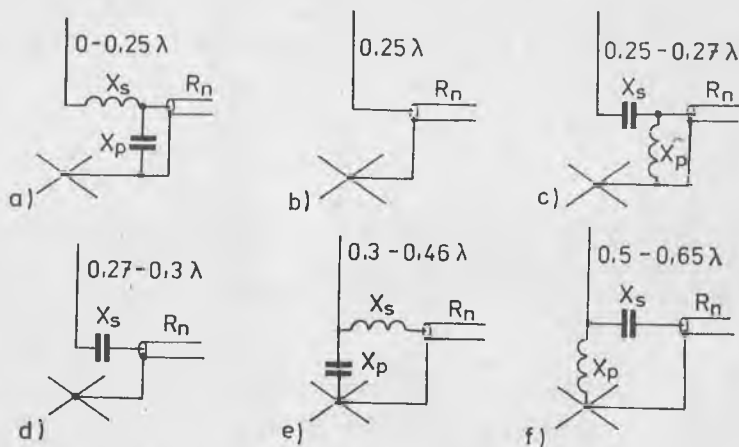
Čím je anténa nižší, tím je úzkopásmovější. Proto u antény podle obr. 3.70 je třeba zvlášť přepínat telegrafní a fonickou část pásma 80 m.

VA můžeme provozovat jen na jednom (odpadá potřeba dálkového přepínání) či dvou pásmech. Rovněž máme-li k dispozici jinou výšku antény mezi maximálně zkrácenou a plnou výškou, je možno aproximací určit rozměr klobouku.

Nízké vertikální antény a jejich účinnost

Problémy s účinností nastávají u antén nižších než $0,25 \lambda$.

Se snižováním výšky antény klesá R_{vyz} a zároveň roste X_{vst} . Protože vyzařovací odpor je podstatně menší než ztrátový zemní odpor a tyto odpory jsou v sérii, ztratí se větší díl energie v zemi a jen malá část se vyzaří. Zároveň velká hodnota X_{vst} znamená velkou indukčnost cívky v přizpůsobení a tedy i její velký ztrátový odpor i při vysoké kvalitě Q , což dále výrazně snižuje účinnost antény. Např. při výšce antény $0,04$ lambda se ztratí v cívce v přizpůsobení s jakostí $Q = 300$ asi 90 % energie, při výšce antény $0,08$ lambda asi 50 % energie.



Obr. 3.72. Přehled přizpůsobení vertikálních antén

Cívku vineme zásadně s mezerou buď samonosně Cu vodičem o průměru $1,6 - 2$ mm nebo na novodurové trubce větších průměrů vodičem CuL o $d = 1$ až $1,6$ mm. Mezeru vytvoříme tak, že cívku vineme zároveň se silonem přibližně stejného průměru jako Cu vodič. Takové cívky mají Q kolem 400 a vyhoví i v pásmu 1,8 MHz. V pásmu 3,5 MHz může být cívka již rozměrově menší i při vyšších výkonech.

Čím nižší anténa, tím více přispívá kapacitní zakončení ke zvýšení účinnosti. Zároveň kapacitní klobouk příznivě zvětšuje šířku pásma antény. Dalšího zvýšení účinnosti lze dosáhnout na úkor širšího pásma vložením vhodné cívky „trapu“ mezi vrchol antény a kapacitní klobouk.

Na příspěvek cívky se lze dívat takto: malá reaktance cívky v trapu znamená jen malé zvětšení R_{vyz} a tedy malý příspěvek v síle pole. Příliš velká cívka však představuje značné ztráty a síla pole opět klesá.

Protože trap používáme zejména u velmi krátkých antén, hraje značnou roli i šířka pásma. Abychom ji udrželi na přijatelné mezi, volíme trap tak, aby vstupní reaktance antény byla ještě záporná, nanejvýš nulová. Nelze doporučit snahu dosáhnout vstupního odporu antény 50 nebo 75 Ω , neboť šířka pásma by byla příliš malá a zároveň bychom již byli daleko za oblastí, kdy se dosahuje maximální síly pole.

Jak vysoká má být vertikální anténa?

U nízké VA s kapacitním kloboukem neexistuje žádná kouzelná výška, při níž by byla anténa optimální. Pravidlo je jen jediné; čím vyšší anténa, tím lépe.

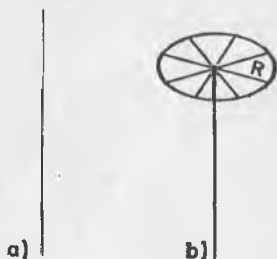
Je třeba volit takovou výšku, která není více než 3 dB, tj. 0,5 S pod úrovní S_9 — tedy pod úrovní, kterou dává čtvrtvlnná VA při stejném zemním systému. Z toho plyne výška VA s kloboukem asi 0,12 λ .

Nejnižší použitelná anténa je kolem 0,04–0,06 λ . DX spojení se s tak krátkou anténou zpravidla dosahuje jen při velmi dobrých podmínkách šíření.

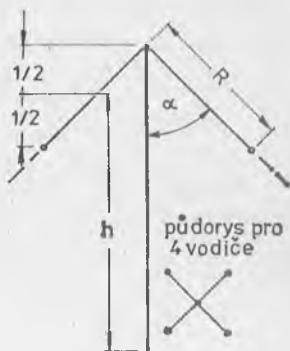
Žádná VA výšky 0,25–0,3 λ není v pásmu 3,5 a 1,8 MHz na DX spojení lepší než horizontální dipól ve směru svého maximálního

vyzařování, umístěný $0,5 \lambda$ nad zemí. To je 40, resp. 80 m. Jiná zkušenost je již v pásmu 7 a 14 MHz, kdy VA nebo GP jeví větší vlastnosti na DX spojení vůči dipólu $0,5 \lambda$ nad zemí i ve směru maximálního vyzařování dipólu.

Zářič (podle obr. 3.73a) lze nahradit zářičem nižším, na který umístíme vhodný kapacitní klobouk.



Obr. 3.73. Vertikální zářič



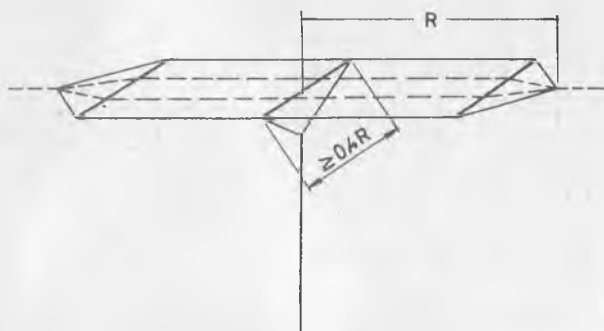
Obr. 3.74. VA s kloboukem

Obvyklý kruhový klobouk *b* je buď z plechu nebo pletiva, popřípadě z několika duralových trubek, na konci případně spojených vodičem. Kruhový klobouk není použitelný pro pásma 1,8 a 3,5 MHz, neboť jeho rozměry jsou příliš velké, než aby se taková anténa dala v amatérských podmínkách realizovat. Pro stožáry proto použijeme typ klobouku ze tří až šesti vodičů, případně na konci propojených. V praxi se pro dobrou mechanickou realizaci osvědčují nejlépe klobouky se čtyřmi vodiči, případně na konci propojenými. Není na závadu, nepodaří-li se nám délku propojů dobře odhadnout a jsou-li pak poněkud prověšené.

Pro kotvení klobouku vyhovuje dobře silon o $d = 1,1$ až $1,3$ mm, který dostaneme v potřebách pro rybáře. Nepříjemná je pružnost a vytahování silonu. Proto je nutné v intervalu asi 14 dnů silonové kotvy jednou nebo dvakrát utáhnout. Pak se již kotvy neprotahují.

Pro zavěšené antény, které dávají o něco lepší výsledky vlivem menšího stínícího účinku klobouku, lze nejjednodušeji klobouk realizovat podle obr. 3.75. Jde o známou anténu T. Kapacitu klobou-

ku lze zvětšit natažením a vodivým spojením dalších tenkých vodičů. Pro kotvení klobouku zavěšené VA již silon pro dlouhodobější použití nevyhovuje, neboť by nesl celou hmotnost antény. Kotvy děláme z vodičů oddělených izolátory nebo použijeme žluté prádlové šňůry s povlakem umělé hmoty. Tato šňůra se též dobře osvědčuje pro kotvení lehkých duralových stožárů do 16 m. Vodiče pro kapacitní klobouky volíme zpravidla měděné o průměrech 0,8 až 2 mm. Tenčí vodiče nejsou dostatečně pevné, silnější nepříjemně zvětšují hmotnost na vrcholu antény.

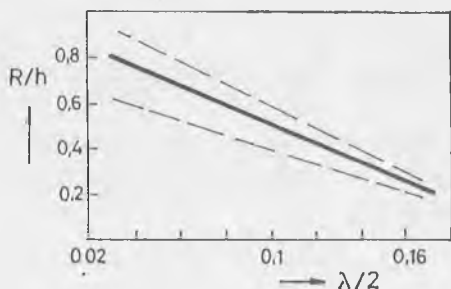


Obr. 3.75. Anténa T

Zásadním kritériem volby rozměru klobouku bude snaha dosáhnout maximálního vyzařování do nízkých vyzařovacích úhlů, bez ohledu na šířku pásma a hodnoty vstupního odporu R_{vst} a vstupní reaktance X_{vst} v patě antény. Optimální velikost klobouku závisí zejména na výšce antény, délce vlny, ztrátovém zemním odporu R_{ztr} a kvalitě cívky v přizpůsobení antény k napájecí. Malý klobouk znamená jen malé zvětšení vyzařovacího odporu a tedy i účinnosti. Příliš velký klobouk má značný stínící účinek a intenzita pole v malých vyzařovacích úhlech začne klesat. Proto existuje mezi těmito stavy optimum, při kterém dosáhneme maxima intenzity pole. V zásadě jsou však rozměry klobouku v širokých mezích nekritické.

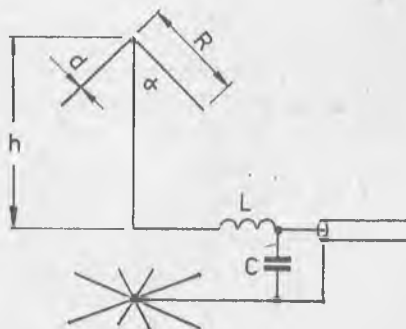
Z měření síly pole vyšel diagram na obr. 3.76. Diagram platí pro

čtyřdrátový klobouk při úhlu α mezi vodiči klobouku a stožárem 45° . Měřeno bylo při zakopaném zemním systému 6×10 m. Čárkový průběh vymezuje toleranci rozměru klobouku R , při kterém je pokles intenzity pole vůči optimu menší než 0,5 dB, tj. $1/12 S$. Při změně úhlu α z 30° na 75° je rozdíl v optimálním rozměru klobouku R prakticky neměřitelný. Čím horší země, tím bude optimální klobouk nepatrně větší, čím lepší země, tím bude poněkud menší.



Obr. 3.76. Optimální rozměry klobouku

Obr. 3.77. Anténa s kapacitním zakončením



Příklad 1.

Mějme k dispozici stožár výšky $h = 9,8$ m, na který chceme navrhnout klobouk pro pásmo 160 m. Výška $h/\lambda = 9,8/164 = 0,06$. Pro $0,06 \lambda$ platí poměr $R/h = 0,67$. Délka jednoho vodiče kapacitního klobouku bude: $R = R/h \cdot h = 0,67 \cdot 9,8 = 6,6$ m (při čtyřvodičovém klobouku).

Příklad 2.

Mějme anténu výšky 14 m. Jaký bude optimální rozměr R čtyřvodičového klobouku v pásmu 1,8 a 3,5 MHz?

a) 1,83 MHz $\rightarrow \lambda = 164$ m:

$$h/\lambda = 14/164 = 0,085,$$

$$R/h = 0,57, \quad R = 14 \cdot 0,57 = 8 \text{ m}.$$

b) 3,53 MHz $\rightarrow \lambda = 85$ m:

$$h/\lambda = 14/85 = 0,165,$$

$$R/h = 0,23,$$

$$R = 14 \cdot 0,23 = 3,2 \text{ m}.$$

Hodnoty potřebné pro stavbu nízkých antén jsou uvedeny v následující tabulce.

Uhel mezi kapacitními vodiči a stožárem volíme podle možnosti kotvení (čím větší tím lépe). Anténu je vždy třeba doladit. Čím nižší anténa, tím kritičtější je nastavení cívky.

Tabulka hodnot pro stavbu nízkých VA

Výška antény h [m]	Průměr antény d [cm]	λ 164 m			λ 85 m			λ 42,5 m		
		R [m]	L [μH]	C [pF]	R [m]	L [μH]	C [pF]	R [m]	L [μH]	C [pF]
2	1							1,5	8,8	940
3	1				2,4	23	1980	1,9	5,9	810
4	1				2,8	19	1850	2,1	4,5	650
5	2	4	54	3900	3,4	14	1680	2,2	3	560
6	2	4,6	47	3800	3,8	11	1580	2	2,7	500
7	2	5,2	41	3700	4,1	9,8	1380	1,6	2	440
8	3	5,8	35	3600	4,2	8,6	1220	1,2	1,9	390
9	3	6,2	31	3400	4,3	7,2	1170	—	2,1	470
10	3	6,6	27	3200	4,3	5,7	1060			
12	3	7,5	22	3000	4	5,2	890			
14	4	8	20	2700	3,4	4,5	840			
16	4	8,3	17	2500	2,4	4,1	760			
18	4	8,5	16	2200	—	5	900			
20	5	8,4	14	2100						
22	5	7,9	10	1870						
25	6	7,5	8,7	1650						
30	8	5,4	6,7	1380						

VA s přímo připojeným napáječem

Teoreticky je možno vytvořit vícepásmovou anténu s několika trapy, která bude mít na všech pásmech vstupní odpor 75 ohmů a nulovou vstupní reaktanci, což umožňuje přímé připojení napáječe. Není však zřejmě možné při splnění uvedeného požadavku dosáhnout dostatečné šířky pásma a účinnosti. Proto se i profesionální výrobci omezují na antény nejvýše se dvěma či třemi trapy.

Dr. Ing. Josef Daneš, OK1YG

MINIATURNÍ ANTÉNY

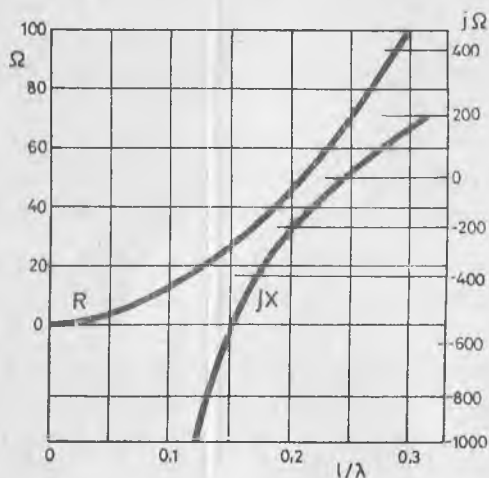
Před dvaceti lety se doporučovaly a stavěly antény dlouhé (alespoň $\lambda/2$ nebo $\lambda/4$) a možnost postavení dlouhé antény rozhodovala i při hledání bytu. V šedesátých letech se objevily miniantény, v zahraničí prodávané jako výhodný obchodní artikl. Zpočátku byly jednopásmové; v letech sedmdesátých se na zahraničních trzích objevují miniaturní antény několikapásmové. Nevyrovnaají se anténám půlvlnným. Když však není jiná možnost, pak jsou lepší než nějaký krátký drát obecných rozměrů, doladovaný například π -článkem. Existuje několik typů miniaturních antén, např. antény s vloženými oscilačními obvody (trap) nebo reaktančními prvky (cívkami, kondenzátory), antény spirálové (helical), antény s lineární zátěží (linear loading) a jiné.

Účinnost antény je dána poměrem odporu vyzařovacího k odporu ztrátovému, který má činnou složku a složku reaktanční. Složka činná závisí na měrném odporu, délce a průřezu vodiče a její hodnota bývá proti vyzařovacímu odporu malá. Jalová složka je u miniantén zpravidla kapacitní. Když se podaří tuto jalovou složku vykompenzovat induktivní reaktancí, je možno dosáhnout u miniantény vysoké účinnosti.

Vyzařovací odpor však je (nehledě ke vzdálenosti antény od vo-

divých předmětů apod.) tím nižší, čím je anténa kratší než $\lambda/2$. Nízký vyzařovací odpor je důvodem, proč je zkrácená anténa horší než půlvlnná. Vztah mezi délkou prvků dipólu a činnou i jalovou složkou komplexní impedance je znázorněn na obr. 3.78.

Hodnota l = délka jednoho prvku, tedy polovina dipólu. Pro půlvlnný dipól $l/\lambda = 0,25$. Z průsečíku s křivkou R odečteme na levé stupnici reálný odpor 73Ω , z průsečíku s křivkou X na pravé stupnici jalový odpor 42Ω . Tyto hodnoty odpovídají dipólu s obvyklým



Obr. 3.78. Komplexní impedance dipólu

zkrácením asi o 4–5 %; při přesném dodržení délka $l/\lambda = 0,25$ by komplexní impedance měla hodnotu $Z = 73 + j 42 \Omega$. Pro čtvrtvlnný dipól $l/\lambda = 0,125$ a $Z = 13 - j 1000 \Omega$. Zápornou reaktanci vykompenzujeme zařazením dvou indukčností po $j 500 \Omega$. Při $Q =$

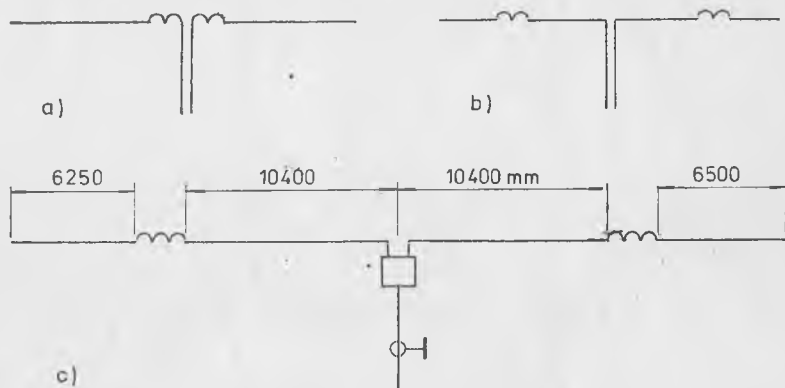
$= 200$ se ztrátový odpor redukuje na $\frac{1000}{200} = 5 \Omega$ a dosáhne účin-

nosti $\frac{13}{13 + 5} = 0,72$. S nízkým vyzařovacím odporem 13Ω se v tomto případě však už nic dělat nedá.

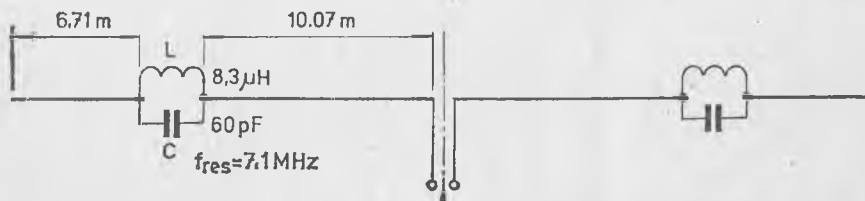
JA7IC popisuje krátkou anténu pro 1,9 MHz (japonský top band). Prodlužovací indukčnosti by bylo možno zařadit u napáječe (obrázek 3.79a nebo blízko koncových bodů zářiče (obr. 3.79b). Druhý způsob je z hlediska vyzařeného výkonu výhodnější. Doporučené rozměry jsou patrné z náčrtku (obr. 3.79c). Hodnoty indukčností a délky koncových úseků je nutno vyexperimentovat. Výchozími hodnotami jsou indukčnosti asi $15 \div 30 \mu\text{H}$. Anténa je napájena koaxiálem přes transformační člen. Ke konečné úpravě poslouží sací měřič a měřič stojatých vln. Vzhledem k vlivu okolních předmětů se nepředpokládá, že koncové úseky antény vyjdou stejně dlouhé.

Typickou anténou, krácenou vloženými rezonančními obvody, je W3DZZ. Spokojíme-li se s pásmy 7 až 28 MHz, stačí rozměry uvedené na obr. 3.80. U antén W3DZZ se dosahuje ČSV 1,1 až 2,8.

Spirálových antén se používá v mobilním provozu a v omeze-

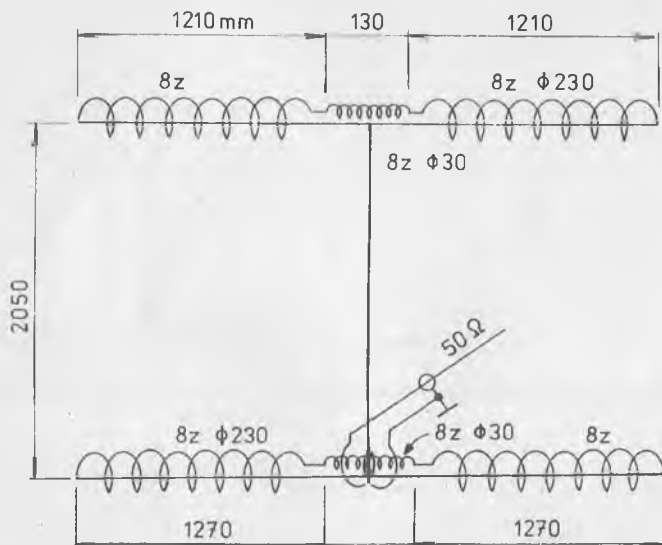


Obr. 3.79. Dipól pro 1,9 MHz

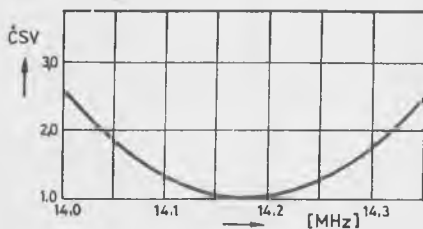


Obr. 3.80. W3DZZ

ných prostorových možnostech jako antén s rozměry $0,1 \lambda$. Anténu pro 14 MHz podle W8YIN postavil a vyzkoušel Hiroaki Kogure, JG1UNE (obr. 3.81). Nosné rameno je zhotoveno z trubky z umělé hmoty o průměru 42 mm, nosiče anténních prvků mají $\varnothing 32$ mm. Každá ze čtyř cívek zářiče i direktoru mají po osmi závitech z měděného drátu $\varnothing 4$ mm (Rothammel doporučuje $\varnothing 6$ mm Al) o průměru vinutí 230 mm. Tato vinutí jsou na zářiči i na direktoru spojena cívkami s 8 závity o průměru 30 mm, navinutými na plastovém tělisku.

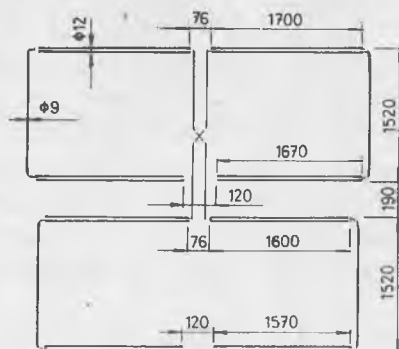


Obr. 3.81. Spirálová anténa

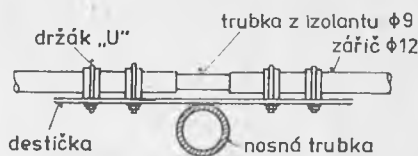


Obr. 3.82. ČSV spirálové antény

Obr. 3.83. Zygí (a, b, c)



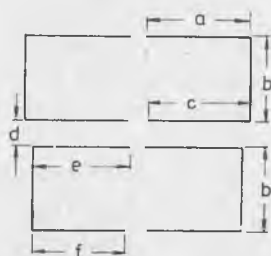
a) ANTÉNA ZYGI



b) PŘÍKLAD UPEVNĚNÍ ZÁŘIČŮ



c) ANTÉNA ZYGI
S REFLEKTOREM



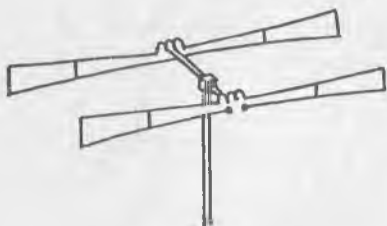
[mm]

MHz	a	b	c	d	e	f	fázovací linka
7	3400	3040	3350	380	3200	3140	4370
14	1700	1520	1670	190	1600	1570	2180
21	1270	1140	1260	125	1190	1180	1640
28	850	760	840	86	799	788	1090

Obr. 3.84. Zygí pro různá pásma

JGIUNE doporučuje experimentovat s tímto vinutím; dospěl ke dvaceti závitům a počet závitů cívek zářičů zvýšil na 28. Důležitý je rezonanční kmitočet, zjištěný pomocí GDO: zářič 14 100 kHz, direktor 15 400 kHz. Vazební cívka na napájecí koaxiální kabel má 2 závity, $\varnothing = 3,5$. Tato vazební cívka ovlivňuje ČSV, jehož průběh není dostatečně plochý, jak je zřejmo z obr. 3.82.

K minianténám s lineární zátěží patří mj. směrovka Zygi a „motýlková“ směrovka (Butterfly Beam) — obr. 3.85.



Obr. 3.85. Motýlková anténa

Anténa Zygi

Anténa má vyzařovací prvky umístěny horizontálně a ohnuty do pravého úhlu. Fázovací vedení, vyrobené z dvoulinky $Z_0 = 300 \Omega$, dlouhé 2180 mm, je překříženo podobně jako u antény HB9CV. Dosahuje se u ní čísla stojatých vln asi 1,7 a šířky pásma 150 kHz. Napáječ se připojí přes přizpůsobovací transformátor 1 : 1 (koaxiální kabel 50 Ω).

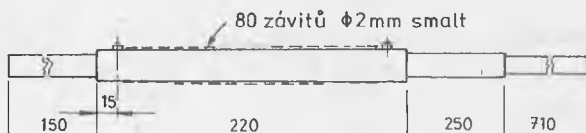
Anténa se ladí zasouváním částí o vnějším průměru 9 mm do částí o vnějším průměru 12 mm. Pomocí sacího měniče se nastaví vlastní kmitočet napájeného prvku na 13,7 MHz, připojeného prvku na 15,5 MHz. Další jemné úpravy se učiní podle měřiče ČSV. G3UCV doplnil anténu reflektorem.

Do poslední skupiny by bylo možno zařadit antény různých bizarních tvarů, jako anténa Σ a „cik-cak“ anténa. Snahou konstruktérů těchto antén je vměstnat co nejvíce vyzařujícího vodiče do malého prostoru a optimálním přizpůsobením získat co nejpriznivější ČSV.

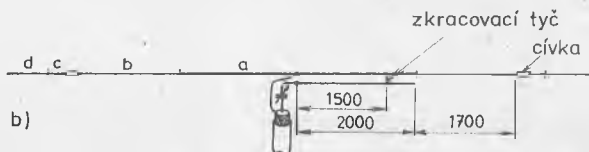
Dipól pro 10 MHz

Střední kmitočet pásma je 10 125 MHz; půlvlnná anténa má po zkrácení koeficientem 0,96 délku 14,22 m, kterou je možno zařazením cívek zkrátit asi na 60 %, a to — jak tvrdí JA1NVB — bez patrné újmy na její použitelnosti.

Proud protékající anténou se až k cívkám rovná proudu, který



a)

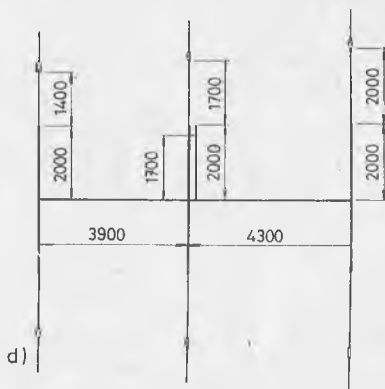


b)



[mm]	Ø	s
a	25	2,0
b	20	1,5
c	16	1,5
d	12	1,0
e	12	1,0

c)



d)

Obr. 3.86. Dipól pro 10 MHz

teče anténou nezkrácenou. Pro vyzářený výkon 100 W se anténa montuje z trubek 1'', pro výkon 500 W z trubek 2''.

Anténa je napájena uprostřed, a to koaxiálním kabelem 50 Ω , resp. 75 Ω . K impedančnímu přizpůsobení slouží obvod gama. Otočný kondenzátor k vykompenzování indukčnosti má kapacitu asi 250 pF a je pro napětí 1 kV. Pravou a levou stranu dipólu není nutno od sebe izolovat.

Při sladování nejprve zjistíme vlastní rezonanční kmitočet antény, pak upravíme délku zářičů vně cívek, abychom dosáhli $\text{ČSV} = 1,2$.

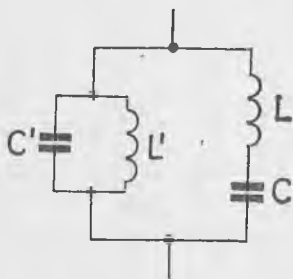
Anténu je možno konstruovat jako tříprvkovou. V takovém případě se jednotlivé prvky doladují stejným postupem jako u jednoduchého dipólu.

14/21/28 MHz Cubical quad (CQ)

Tento název pochází z označení Cubical Quadrangle.

Vícépásmovou kubickou anténu je možno konstruovat buď jako koncentrickou s více smyčkami nebo jako jednu vícépásmovou smyčku. JA1EPY popisuje anténu, která pracuje v pásmu 21 MHz na své základní vlně. Pro 14 MHz je anténa krátká, pro 28 MHz dlouhá. Do antény je zařazen obvod, který působí buď jako indukčnost nebo jako kapacita a slouží k elektrickému prodlužování nebo zkracování antény. Schéma okruhu vidíme na obr. 3.87.

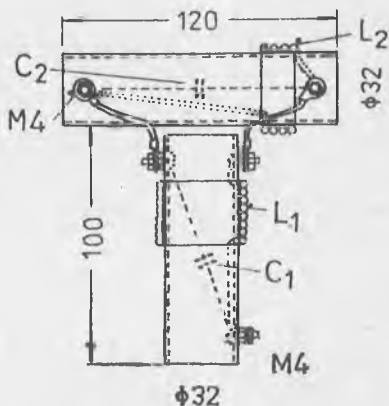
Cívky jsou vinuty izolovaným drátem $\varnothing$ 1,3 mm a mají L_1 pro



Obr. 3.87. Ladiací obvod quad (JA1EPY)

zářič 11 1/4 závitů, pro direktor 10 3/4 závitů a pro reflektor 12 závitů; L_2 pro zářič 6 závitů, pro direktor 5 1/8 závitů a pro reflektor 7 závitů. Přibližná délka koaxiálního kabelu pro C_1 je 10 cm (direktor bude o něco delší, reflektor kratší) a pro C_2 46 cm.

Kondenzátor je tvořen koaxiálním kabelem, vinutí cívek je patrné z obr. 3.88. Délka zářiče je 13 200 mm, reflektoru 13 920 mm a direktoru 12 600 mm. Tyto údaje jsou přibližné. Konečná délka jednotlivých prvků se upraví při sladování.

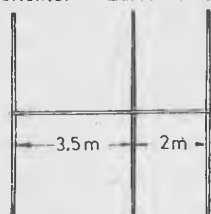


Obr. 3.88. Ladicí obvod quad (konstrukce)

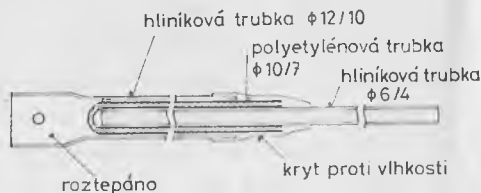
JALEPY doporučuje nejdříve najít oba rezonanční body LC obvodu. Sledujeme měřič impedance a změnou délky koaxiálního kabelu měníme kapacitu kondenzátoru. Rezonanční kmitočty reflektoru jsou nižší, direktoru vyšší než zářiče:

	Direktor	Zářič	Reflektor
	14,9 MHz	14,25 MHz	13,2 MHz
	(17,6 MHz)	(17,30 MHz)	(16,1 MHz)
	21,6 MHz	21,15 MHz	20,5 MHz
	(28,4 MHz)	(27,60 MHz)	(26,4 MHz)
	29,5 MHz	(28,70 MHz)	27,7 MHz
	(39,8 MHz)	(39,50 MHz)	(39,6 MHz)
	(64,0 MHz)	(63,00 MHz)	(64,0 MHz)
obvod {	16,0 MHz	16,00 MHz	14,9 MHz
LC {	27,1 MHz	27,00 MHz	25,3 MHz

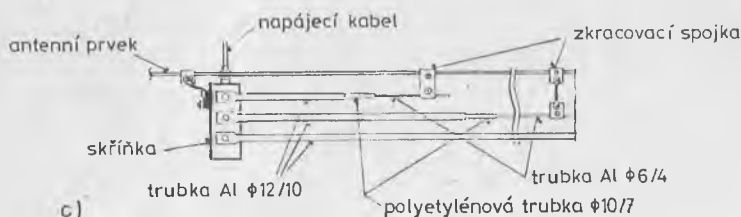
reflektor zářič direktor



a)



b)



c)

Obr. 3.89. Quad (JA1EPY) — (a, b, c)

Hodnoty uvedené v závorce jsou informativní povahy. Sacím měřičem zjistíme vlastní rezonanční kmitočty každého prvku a podle potřeby upravíme jeho délku, případně doladíme obvod LC .

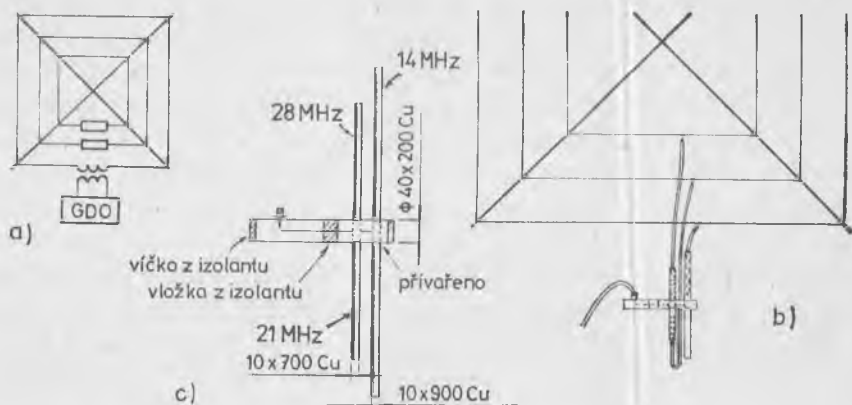
ČSV na kmitočtech od 14,0 MHz do 14,2 MHz klesá z 2,8 na 1,2 a ke kmitočtu 14,35 MHz zase stoupá k 2,3. Na pásmech 21 MHz, 28 MHz je ČSV příznivější a dosahuje hodnot mezi 1,1 a 1,5.

Příkladem koncentrického řešení kubické antény je třípásmová anténa pro 14, 21 a 28 MHz, kterou postavil JA7QM. Anténa má pro každé pásmo dvě smyčky: zářič a reflektor. Zářič je dlouhý 1λ , reflektor o něco delší:

	Zářič	Reflektor
14 MHz	21,20 m	21,50 m
21 MHz	14,12 m	14,32 m
28 MHz	10,80 m	10,75 m

Rozteč obou prvků je 2,75 m (neovlivňuje zisk antény v takové míře jako u antény yagi). I u této antény bylo použito přizpůsobení gama s koaxiálním kondenzátorem.

Definitivní délka anténních prvků se upraví pomocí GDO. Při tom se vstupy ostatních smyček přemostí vrstevným odporem 50 Ω až 100 Ω , aby se zabránilo jejich vlivu na nastavovanou smyčku. Sladovaná smyčka se naváže s GDO pomocí malé cívky, vložené na vstup smyčky (obr. 3.90), a změří se rezonanční kmitočet. Reflektor se ladí na nižší kmitočet, a to na 14 MHz o 200 kHz, na 21 MHz o 300 a na 28 MHz o 400 kHz



Obr. 3.90. Koncentrický quad (a, b, c)

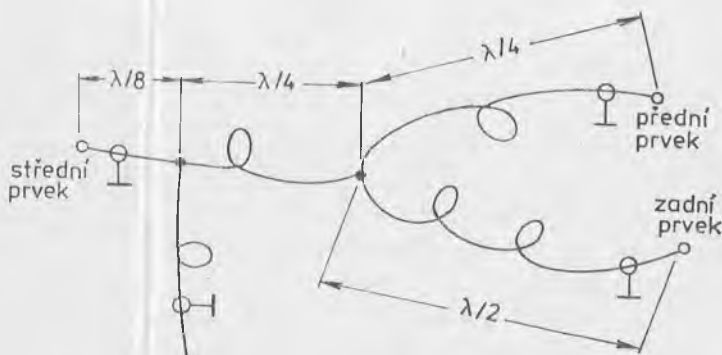
Pak upravíme napájení. Umístíme měřič stojatých vln blízko přizpůsobovacího členu tak, abychom na něj mohli vidět. Kdybychom v tomto případě zapojili měřič stojatých vln na stranu vysílače, projeví se vliv napáječe a naměřené výsledky nám nebudou k ničemu. Sledujeme měřič ČSV a vytahováním nebo zasunováním koaxiálního kabelu uvnitř měděné trubky měníme kapacitu kondenzátoru tak, aby ČSV bylo co nejnižší. Několikerým opakováním se snažíme dosáhnout ČSV 1,1. Po skončení této práce nezapomeneme kondenzátor vodotěsně uzavřít.

Nakonec se změnou délky reflektoru upraví činitel zpětného záření. Tuto práci je nutno konat na střeše v definitivním postavení antény za pomoci indikátoru síly pole.

HB9CV

Hlavním problémem této antény je vedení, které spojuje přední a zadní prvek a někdy může zavinit, že oba prvky nebudou konzumovat stejný výkon.

JA2DI přidal k anténě HB9CV třetí prvek, a to nikoliv pasivní, nýbrž buzený. Všechny tři prvky jsou napájeny uprostřed v bodě o předpokládané impedanci $75\ \Omega$. Napáječe jsou na vstupní impedanci dipólů přizpůsobeny členem gama. Napáječ zadního prvku je o $\lambda/4$ (90°) delší než napáječ prvku předního. Zadní prvek předbíhá fázově přední o 270° (obráceně vzato se o 90° opožďuje). Když do bodu *B* (obr. 3.91) k napáječi o impedanci $75\ \Omega$, který napájí přední a zadní prvek, připojíme paralelně kabel rovněž o impedanci $75\ \Omega$, bude impedance v tomto bodě $37,5\ \Omega$. Po přizpůsobení budou přední i zadní napáječ napájeni vyváženou energií, která se mezi ně rozdělí na poloviny. I střední prvek má impedanci $75\ \Omega$. Tak se také jeví z bodu *A*. Bod *B*, viděný z bodu *A*, má impedanci



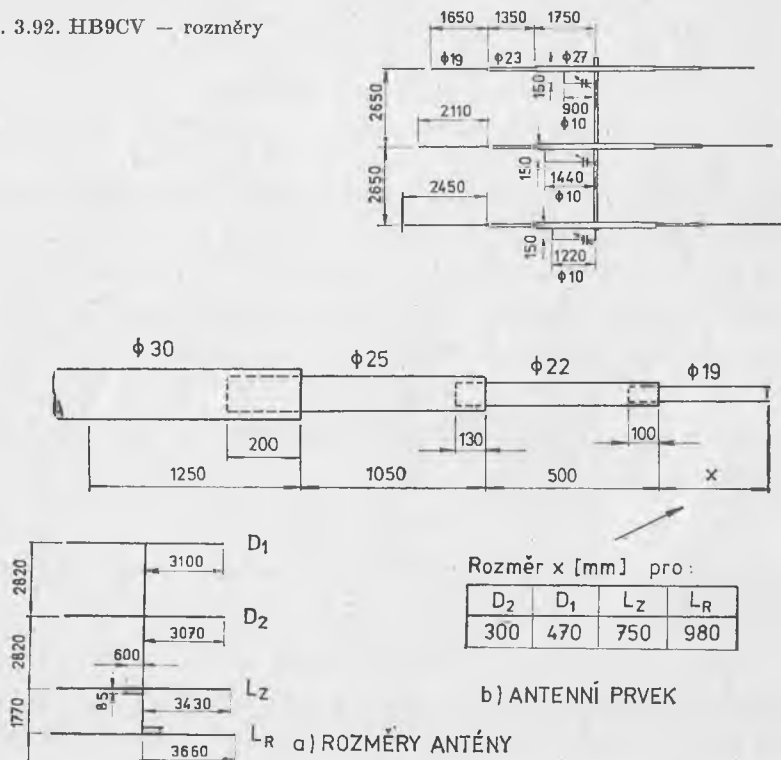
Obr. 3.91. HB9CV — schéma

150 Ω. Výkon se rozdělí v poměru 2 : 1 a na jednotlivých prvcích v poměru 1 : 4 : 1. Délky jednotlivých úseků napáječe jsou zřejmé z obrázku.

Napájecí bod středního prvku považujeme za základní. V bodě *B* nastává zpoždění 45°, na předním prvku dalších 90° proti *B*; zadní prvek se proti *B* opožďuje o 180°. Impedance v bodu *A*, viděná od vysílače, se rovná $\frac{75 \cdot 150}{75 + 150} = 50 \Omega$, což je charakteristická impedance použitého koaxiálního kabelu. Po pečlivém doladění přízřubovacího členu je možno dosáhnout ČSV 1.

JA2DI zhotovil jednotlivé prvky z trubek o průměru 27, 23 a 19 mm. Zasunováním nebo vysunováním poslední části se jednot-

Obr. 3.92. HB9CV — rozměry



livé prvky doladují. Nosné rameno a prvky jsou upevněny na desce $300 \times 100 \times 10$ mm. Přizpůsobovací členy gama se ladí otočnými kondenzátory 150 pF, umístěnými v plastovém pouzdru. Ladí se pomocí měřiče ČSV. Přední prvek je asi o 10 % zkrácen, zadní o 5 % prodloužen. Když se u každého jednotlivého prvku dosáhne ČSV 1, anténa jako celek má ČSV 1,2 (obr. 3.92).

Anténu HB9CV pro 21 MHz se dvěma pasívními prvky (reflektory) postavili v radioklubu univerzity Kanazawa, JA9YBA. Rozměry a umístění jednotlivých prvků byly zhruba určeny výpočtem a upřesněny experimentálně. Mechanické vyřešení bylo obtížnější než elektrikářský návrh. Nosné rameno se skládá z dílů o průměru 60 mm a 50 mm, anténní prvky z dílů o průměru od 30 do 19 mm, spojených pružnými vložkami a upevněných šrouby. Délky koncových dílů X jsou orientační. Definitivní nastavení se provádí při sladění antény. Jako fázovací linky mezi zářičem a reflektorem lze při výkonu řádu 10 W použít televizní dvoulinky; při vyšších výkonech bylo nutno tuto linku zhotovit z měděného vodiče $\varnothing$ 2,2 mm, o rozteči 13 mm, udržovaného izolačními rozpěrkami. Takové vedení má impedanci asi 300 Ω a překřížením se dosáhne změny fáze. Napájecí kabel je připojen přes přizpůsobovací člen gama, laděný otočným kondenzátorem.

Logaritmicko-periodická anténa

Je složena z prvků, jejichž elektrické vlastnosti se opakuji na kmitytech

$$f_n = f\tau,$$

τ je konstanta, nazývaná perioda antény; určuje i umístění jednotlivých prvků:

$$R_2 = R_1\tau; \quad R_3 = R_2\tau \dots R_{n+1} = R_n\tau.$$

Jestliže se odstupy kmitytů, resp. prvků vynesou v logaritmickém měřítku, zůstávají stejné.

Délka zářičů je rovněž určena periodou antény τ :

$$\tau = \frac{R_{n+1}}{R_n} = \frac{l_{n+1}}{l_n}.$$

Rozměr nejdelšího prvku l_1 bývá $\lambda/2$, nejkratšího $\lambda/3$. Pro odstup jednotlivých anténních prvků S_n platí vzorec

$$S_n = R_n - R_{n+1} = R_n(1-\tau).$$

Důležitou veličinou je vrcholový úhel α trojúhelníka, opsaného zářičem. Rozdělíme-li tento trojúhelník na poloviny, platí

$$\frac{l_n}{2} = R_n \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \quad \text{a} \quad \frac{l_n}{R_n} = \operatorname{tg} \alpha.$$

Mezi délkou zářičů a jejich roztečí existují vztahy

$$l_n = 2R_n \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2},$$

$$l_n = R_n \operatorname{tg} \alpha$$

a

$$\frac{S_n}{l_n} = \frac{1-\tau}{2 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}}.$$

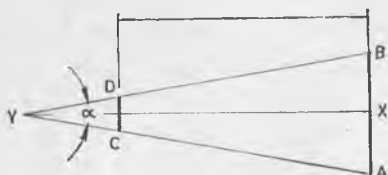
Zisk antény je tím větší, čím je úhel α menší a perioda antény τ větší. Výhodou logaritmicko-periodické antény je její širokopásmovost a směrovost. Proto je oblíbená v profesionálních službách a uplatňuje se i na velmi krátkých vlnách.

Podle JA1ISN a W4AEO se délka nejdelšího prvku stanoví tak, že $\lambda/2$ se zvětší o 5 %. Pro pásmo 14 MHz $l = 11$ m. Pro výpočet nejkratšího elementu se předpokládáný nejvyšší kmitočet zvýší o 50 % a vypočte se $\lambda/2$ (pro 30 MHz vyjde l asi 3 m). Dalším krokem je stanovení délky nosného ramene (což je vzdálenost mezi nejdelším a nejkratším anténním prvkem) a úhlu α . Když označíme nejdelší anténní prvek jako úsečku AB , nejkratší jako úsečku CD , spojíme body BD a AC , spojnice prodloužíme a najdeme průsečík, pak úhel, který svírají, je α , vrcholový úhel opsaného trojúhelníka.

Když je nosné rameno 1,5krát až 3krát delší než nejdelší anténní prvek, je možno uvažovat kmitočtový rozsah antény 2 : 1 (obr. 3.93). Ze vzorce

$$\frac{1 - \tau}{4\sigma} = \operatorname{tg} \alpha$$

vyplývá činitel $\sigma = \frac{1 - \tau}{4 \operatorname{tg} \alpha}$, který umožňuje pomocí nomogramu (obr. 3.94) zvolit τ a α . Jejich volbu ovlivní nejen požadavky na širokopásmovost a směrovost vyzařovacího diagramu, nýbrž i prostor, který bude pro anténu k dispozici, a naše konstrukční možnosti.



Obr. 3.93. Princip logaritmicko-periodické antény

Pro délku nosného ramene rovnou $1,9l_1$, tj. asi 21 m, se vrcholový úhel α bude rovnat 20° .

Doporučuje se volit σ mezi 0,1 a 0,15 a τ vyšší než 0,75. U soustavy trapezoidálního tvaru s plynule se měnícími rozměry (obr. 3.95) se perioda antény volí nižší, $\tau = 0,65 \div 0,75$, u typů trubkových a drátových je možno jít až na $\tau = 0,95$.

(Zvětšování úhlu α má za následek zhoršování činitele zpětného záření.) Na ose antény se na kótě 21 m nakreslí nejkratší anténní prvek (3 m). Osa antény

$$R_n = \frac{l_n}{2 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}} = \frac{l_n}{\operatorname{tg} \alpha}$$

bude mít délku asi 30 m.

Zvolíme $\tau = 0,9$ a spočítáme kóty R_1 až R_n a délky anténních prvků l_1 až l_n .

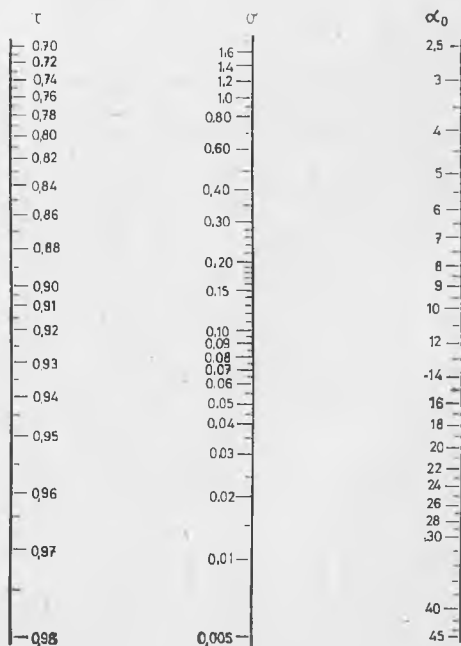
Když prohlédneme logaritmicko-periodické antény, popsané v literatuře, zjistíme, že perioda τ nebývá přesně dodržována a u jedné a téže antény kolísá např. od 0,88 do 0,93.

Není-li zapotřebí, aby anténa měla v celém pásmu konstantní zisk, je možno její vlastnosti ovlivnit zavedením určitých nepravidelností do zásady

$$f_n = f\tau.$$

Změny tohoto druhu se nazývají modulací parametrů antény. Dále uvádíme některé příklady (míry v [m]). Byly postaveny logaritmicko-periodické antény pro jedno amatérské pásmo i pro více pásem. Tyto antény jsou atraktivní tím, že mohou obsáhnout pásma 14, 18, 21, 24 a 28 MHz.

Šipky u jednotlivých anténních prvků na obr. 3.96 znázorňují fázové poměry na logaritmicko-periodické anténě. Napájecí bod je umístěn vždy uprostřed nejkratšího anténního prvku. Odtud proud

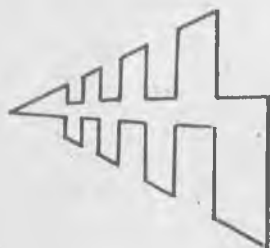


Obr. 3.94. Nomogram

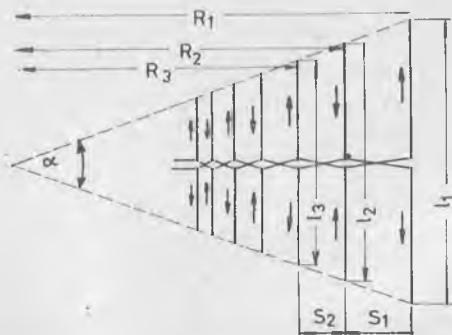
postupuje po napájecím vedení k jednotlivým prvkům. Prvkem, na kterém nastává rezonance, teče největší proud a dochází na něm k vyzařování. Fázové poměry na prvcích sousedních jsou opačné.

Prvky antén, složených z tyčí nebo drátů, se napájejí dvoudrátovým vedením o impedanci asi $200\ \Omega$. Jednotlivé prvky se ke střednímu napájecí připojují střídavě (obr. 3.97).

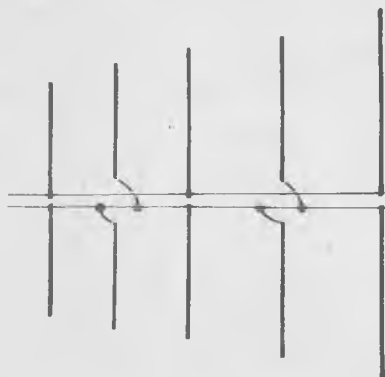
Koaxiální kabel se k tomuto vedení připojuje přes přizpůsobovací člen (pro $50\ \Omega$ kabel balun s transformačním poměrem $4 : 1$). V některých případech se mezi anténu a koaxiální kabel vkládá přizpůsobovací vedení (stub), zakončené na straně koaxiálního kabelu přizpůsobovacím transformačním členem.



Obr. 3.95. Základní tvar
logaritmicko-periodické antény



Obr. 3.96. Fázové poměry na logaritmicko-
periodické anténě



Obr. 3.97. Napájení prvků logaritmicko-
periodické antény

Příklady logaritmicko-periodických antén (míry v [m]):
Pásmo 14 MHz a 21 MHz, 7 prvků

l_1	l_2	l_3	l_4	l_5	l_6	l_7
11	9,76	8,54	7,32	6,56	5,5	4,96
S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	S_7
2,44	2,21	1,91	1,83	1,68	1,3	
Přizpůsobovací vedení 7,02 m						

Zisk (ve srovnání s dipólem) 8 dB, nosné rameno 11,44 m,
14 a 21 MHz, 9 prvků, 10 dB

l_1	l_2	l_3	l_4	l_5	l_6	l_7	l_8	l_9
11	9,76	8,85	7,93	6,86	6,1	5,5	4,88	4,2
S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	S_7	S_8	
3,05	2,75	2,52	2,2	2,1	1,74	1,63	1,46	
Přizpůsobovací vedení 11,29 m, nosné rameno 17,45 m								

14 a 21 MHz, 11 prvků, 12 dB

l_1	l_2	l_3	l_4	l_5	l_6	l_7	l_8	l_9	l_{10}	l_{11}
11	10,37	9,46	8,85	8,08	7,32	6,71	6,1	5,64	5,19	4,86
S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	S_7	S_8	S_9	S_{10}	
3,51	3,05	2,75	2,6	2,29	2,14	1,98	1,9	1,68	1,52	
Nosné rameno 22 m										

7 MHz, 5 prvků

l_1	l_2	l_3	l_4	l_5
21,3	19,5	17,1	14,9	12,2
S_1	S_2	S_3	S_4	
4,3	4	3,7	2,7	

14 MHz až 30 MHz, 17 prvků, 10 dB

l_1	l_2	l_3	l_4	l_5	l_6	l_7	l_8	l_9	l_{10}	l_{11}	l_{12}	l_{13}	l_{14}	l_{15}	l_{16}	l_{17}
11,0	10,2	9,5	8,7	8,1	7,5	6,9	6,5	6,0	5,5	5,1	4,7	4,4	4,1	3,8	3,5	3,2
S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	S_7	S_8	S_9	S_{10}	S_{11}	S_{12}	S_{13}	S_{14}	S_{15}	S_{16}	
2,2	2,0	1,9	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0	0,92	0,88	0,82	0,76	0,70	

14 až 30 MHz, 14 prvků

l_1	l_2	l_3	l_4	l_5	l_6	l_7	l_8	l_9	l_{10}	l_{11}	l_{12}	l_{13}	l_{14}
11,0	9,9	9,0	8,1	7,5	6,7	6,1	5,6	5,1	4,6	4,2	3,8	3,5	3,2
S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	S_7	S_8	S_9	S_{10}	S_{11}	S_{12}	S_{13}	
2,7	2,5	2,2	2,0	1,8	1,7	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	0,93	0,87	

14 až 30 MHz, 11 prvků

l_1	l_2	l_3	l_4	l_5	l_6	l_7	l_8	l_9	l_{10}	l_{11}
11,0	9,3	8,2	7,2	6,4	5,7	5,0	4,4	3,9	3,5	3,1
S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	S_7	S_8	S_9	S_{10}	
3,6	3,1	2,7	2,4	2,1	1,9	1,6	1,4	1,3	0,96	

Vrcholový úhel zůstává u všech tří posledních typů stejný, $\alpha = 20^\circ$, nosné rameno je rovněž stejné, 21 m. U antény se 17 prvky se podařilo dosáhnout potlačení zpětného záření 10 dB. U následujícího typu se 13 prvky, avšak s vrcholovým úhlem $\alpha = 36^\circ$ (délka nosného ramene 16,5 m) bylo dosaženo pouze 8 dB:

l_1	l_2	l_3	l_4	l_5	l_6	l_7	l_8	l_9	l_{10}	l_{11}	l_{12}	l_{13}
11,0	9,9	8,9	8,1	7,4	6,7	6,1	5,5	5,0	4,5	4,1	3,7	3,3
S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	S_7	S_8	S_9	S_{10}	S_{11}	S_{12}	
2,2	2,0	1,8	1,6	1,4	1,3	1,2	1,1	0,96	0,90	0,78	0,72	

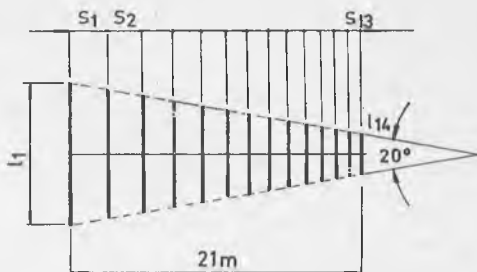
Nejpříznivější potlačení zpětného záření logaritmicko-periodické antény pro 14–30 MHz bylo zjištěno u antény se 17 prvky, avšak s vrcholovým úhlem $\alpha = 15^\circ$ a nosným ramenem 30,48 m:

l_1	l_2	l_3	l_4	l_5	l_6	l_7	l_8	l_9	l_{10}	l_{11}	l_{12}	l_{13}	l_{14}	l_{15}	l_{16}	l_{17}
11,0	10,0	9,3	8,5	7,9	7,3	6,7	6,1	5,7	5,4	4,8	4,5	4,1	3,8	3,5	3,2	3,0
S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	S_7	S_8	S_9	S_{10}	S_{11}	S_{12}	S_{13}	S_{14}	S_{15}	S_{16}	
3,3	3,0	2,8	2,6	2,4	2,2	2,0	1,8	1,7	1,6	1,5	1,3	1,2	1,1	1,03	0,94	

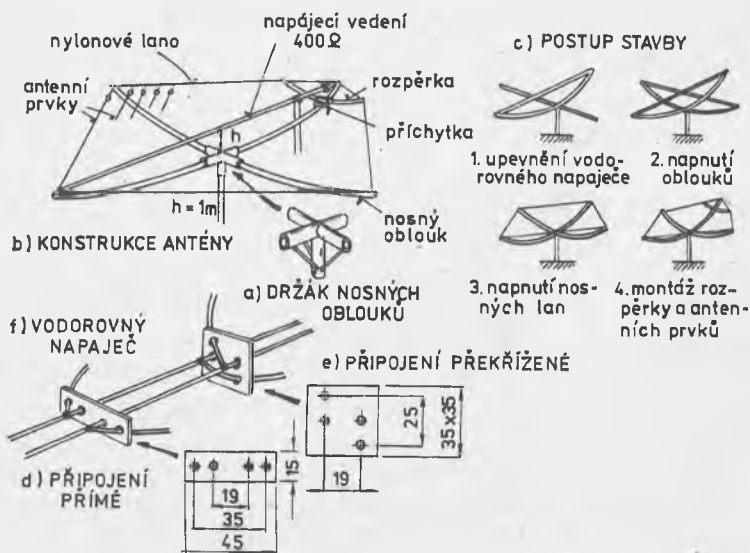
Pětivrčková logaritmicko-periodická anténa pro pásmo 3,8 až 4,0 MHz má tyto rozměry [m]:

l_1	l_2	l_3	l_4	l_5
42,87	40,84	35,36	30,48	23,77
S_1	S_2	S_3	S_4	
9,14	8,23	7,32	5,79	

Obr. 3.98. Příklad logaritmicko-periodické antény

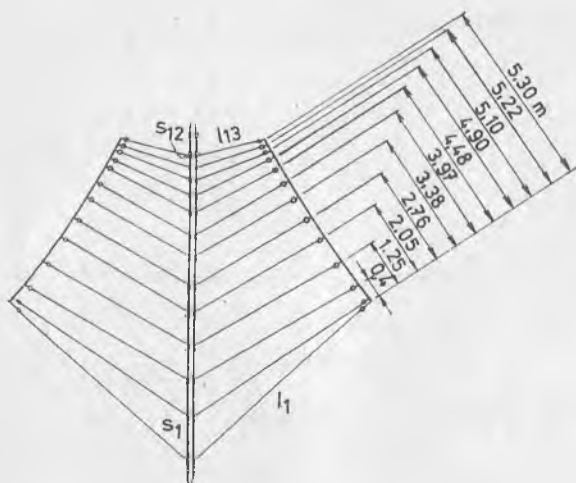


Obr. 3.99. Konstrukce logaritmicko-periodické antény



I tato anténa je napájena dvoudrátovým vedením (žebříčkem), ke kterému je koaxiální kabel připojen přes transformační člen (balun).

Základnímu typu logaritmicko-periodické antény se říká „plechový“. S takovým se setkáváme na velmi krátkých vlnách. Antény konstruované z trubek nebo z drátů mohou být buď vodorovné nebo svislé (je možná i kombinace) a při stavbě antén drátových se anténní prvky zavěšují pomocí izolátorů na nylonová nosná lana upevněná na stožárech.



Obr. 3.100. Uspořádání anténních prvků

JA6HW upevnil anténu na dva nosné oblouky, na sebe kolmé, tvarem připomínající luk. Každý se skládá ze dvou částí 5 m dlouhých, které jsou vloženy do kříže z trubek o vnitřním průměru 46 mm. Vertikální trubka tohoto držáku je zasazena do rotátoru (obr. 3.99).

Průřez vodičů horizontálního napáječe a jejich rozteč jsou voleny tak, aby charakteristická impedance činila 400 Ω . Po připojení anténních prvků bude výsledná impedance v bodě napájení asi 200 Ω

a přizpůsobovacím transformačním členem 4 : 1 se dosáhne přizpůsobení na koaxiální kabel o impedanci 50 Ω . Půlky anténních prvků jsou na sebe kolmé. Průměr vodiče 1,8 mm (obr. 3.100):

l_1	l_2	l_3	l_4	l_5	l_6	l_7	l_8	l_9	l_{10}	l_{11}	l_{12}	l_{13}
12,4	11,16	10,04	9,04	8,12	7,32	6,58	5,92	5,32	4,8	4,32	3,88	3,5
s_1	s_2	s_3	s_4	s_5	s_6	s_7	s_8	s_9	s_{10}	s_{11}	s_{12}	
1,24	1,11	1,01	0,9	0,81	0,74	0,65	0,6	0,53	0,48	0,43	0,09	

Anténa váží 35 kg.

ČSV = 1,1–2,0.

Literatura

- [1] Ing. Karel Jordan, *OK1BMW*: Antény. Přednášky z amatérské radiotechniky, ÚV Svazu pro spolupráci s armádou, Ústřední rada radioklubu Svazarmu, 1980.
- [2] Prokop—Vokurka: Šíření elektromagnetických vln a antény, SNTL 1980.
- [3] Ing. Caha—Ing. Procházka: Antény, SNTL 1956.
- [4] Korbanskij: Antenny. Energiya, Moskva 1973.
- [5] Tarneckij—Osipov: Anteny sudovoj radiosvjazi. Sudpromgiz, Leningrad 1960.
- [6] Antény. Radiový konstruktér, 1/1969.
- [7] Ing. Milan Dlabáč, *OK1AWZ*: Směrové antény yagi pro krátkovlnná pásma. II. Seminář KV techniky, Ústí n. L. 1980.
- [8] Ing. V. Křížek: Vertikální anténa pro pásmo 3,5 MHz. Radioamatérský zpravodaj č. 10/1973, str. 9.
- [9] Ing. Milan Dlabáč, *OK1AWZ*: Vertikální antény pro pásma 80 a 40 m. Radioamatérský zpravodaj č. 9/1974, str. 3 a č. 10/1974, str. 15.
- [10] Martin Kratožka, *OK1DCW*: KV antény, inverted V. Radioamatérský zpravodaj č. 6/1975, str. 14.
- [11] Imrich Ikrényi: Amatérské krátkovlnné antény. Slovenské vydavateľstvo technickej literatúry, Bratislava 1964.
- [12] G. B. Belocerkovskij: Antenny. Oborongiz, Moskva 1956.

- [13] *Rothammel*: Antennenbuch. Militärverlag der DDR, Berlin 1975.
- [14] Antény amatérských vysílačů. ČAV 1947.
- [15] *Hiroaki Kogure, JG1UNE*: HF mini antena kenkyu; CQ Ham Radio 4/1982, str. 299, 5/1982, str. 300, 6/1982, str. 289, 7/1982, str. 309.
- [16] *Akira Sasaki, JA3GQK*: W3DZZ antena no jikken; CQ H.R. 5/1978, str. 164.
- [17] *Hiroaki Kogure, JG1UNE*: Tsuigí antena; CQ H.R. 10/1979, str. 255.
- [18] *Hiroaki Kogure, JG1UNE*: Yó chō minibímu; CQ H.R. 4/1977, str. 236.
- [19] *Nijima Susumu, JA1NVB*: Shiu bando ni ataku; CQ H.R. 6/1982, str. 281.
- [20] *Hideo Yymagishi, JA1EPY*: 1 rúpú traibanda 14/21/28 MHz 3 ere; CQ H.R. 7/1979, str. 243.
- [21] *Hirohitsuugu Sugawara, JA7QM*: 14—28 traibando kyubikaru kuwaddo; CQ H.R. 4/1980, str. 243.
- [22] *Sukemasa Tesshi, JA2DI*: 3 eremento wo doji reishin shita 14 MHz endofaia aré; CQ H.R. 12/1979, str. 255.
- [23] *JA9YBA, Kanazawa daigaku amachua kurabu*: 4 ere HB9CV; CQ H.R. 10/1979, str. 260.
- [24] *Sachihiro Yoshii, JA3WE*: 21 MHz Delta Loop; CQ H.R. 2/1982, str. 298.
- [25] *Ing. V. Geryk*: Mezi anténou a zemí; Amatérské rádio č. 7/1972 a č. 8/1972.
- [26] *Ing. Jaroslav Erben, OK1AYY*: Vertikální antény; Amatérské rádio č. 12/1977 — č. 4/1978.
- [27] *Kazuoki Nishida, JA1ISN*: 14 MHz taiyó koteikei roguperiodikku antena; CQ H.R. 8/1974, str. 20.
- [28] *Kazuoki Nishida, JA1ISN*: Taisushuki antena no kyuden tekunikku; CQ H.R. 2/1975, str. 258.
- [29] *Ing. Zdeněk Krupka*: Logaritmicko-periodické antény; Sdělovací technika č. 6/1963, str. 202.
- [30] *Kazuoki Nishida, JA1ISN*: Roguperiodikku antena no sekkei; CQ H.R. 1/1976, str. 257.
- [31] *G. E. Smith, W4AEO*: Three-Band High Frequency Log-Periodic Antennas; Ham Radio 9/1972, str. 28.
- [32] *Masahito Frejisua, JA6LZG*: 3,5/3,8 MHz faikyoyo roguperiodikku antena no seisaku; CQ H.R. 1/1977, str. 237.
- [33] *Yoka Tsunoko, JA6HW*: 18/24 MHz WARC shin bando taio HF roguperi antena; CQ H.R. 7/1982, str. 281.

DRUŽICE

Úvod

Radioamatérské družice na oběžné dráze kolem Země rozšiřují již řadu let rádiový komunikační obzor tisícům amatérů na celém světě.

Přechod do kosmu přináší významný podnět k rozšíření spektra radioamatérské činnosti, k rozšíření vědomostí v příbuzných i vzdálenějších oborech a zcela naplňuje pokusnický smysl radioamatérské práce. Komunikace pomocí družicových převáděčů i jejich konstrukce se bouřlivě rozvíjejí a budoucnost rádiové komunikace patří jim. Zatím jsme na začátku této éry, ale lze očekávat, že v průběhu deseti patnácti let bude vybudována celosvětová síť družic, která umožní spojení mezi libovolnými místy na Zemi se spolehlivostí jinými způsoby šíření vln nedosažitelnou.

V následujících kapitolách jsou nastíněny základní principy a problémy komunikace pomocí družicových převáděčů. Při rychlém rozvoji oboru je obtížné napsat práci, která by vystihla současný stav a přitom zůstala aktuální několik let. Tento problém se projevil i při psaní této kapitoly.

Je věnováno více místa hlavním fyzikálním a technickým principům, které platí obecně a jejichž znalost lze využít při provozu přes družice, které teprve přijdou. Právě pochopení zákonitostí, jimiž se řídí pohyb družic, různých anomálií při šíření vln atp. je potřebné k tomu, aby výsledky radioamatérské práce nebyly jen náhodné. Obavy z přílišné komplikovanosti oboru jsou zbytečné. Stále přibývá těch, kteří pracují pomocí družicových převáděčů. V ČSSR si toto spojení do konce roku 1983 vyzkoušelo již asi 7 % radioamatérů a podobný trend je patrný na celém světě. Také celá filozofie návrhu a vývoje nových radioamatérských družic směřuje

k tomu, aby se družice staly běžným komunikačním prostředkem pro každého.

Stručná historie do konce roku 1983

Kosmický věk začal 4. 10. 1957, kdy Sovětský svaz vyslal na oběžnou dráhu první družici v historii lidstva — Sputnik 1. Pípání majákového vysílače na 20,005 MHz tehdy přijímala i řada radioamatérů po celém světě. A o čtyři léta později — 12.12. 1961 — byla na oběžnou dráhu uvedena první radioamatérská družice OSCAR 1. Její vysílač, pracující v pásmu 145 MHz a napájený z chemických článků, vysílal téměř 7 týdnů charakteristickou skupinu „HI HI“. Družice v podobě krychle vážila asi 5 kg a její stavba přišla na 65 dolarů. Postavila ji skupina amerických radioamatérů z oblasti San Francisea sdružených ve společnosti Project OSCAR Inc. Zkratka OSCAR vznikla z počátečních písmen názvu Orbiting Satellite Carrying Amateur Radio. Pro svou libozvučnost a přiléhavost se vžila tak, že všechny radioamatérské družice se nazývají OSCAR a identifikační skupina „HI“ se používá ve vysílání palubních majákových vysílačů dodnes.

Za uplynulé dvacetiletí radioamatérských družic zaznamenala kosmická technika pozoruhodný rozmach a každá další družice přinesla něco nového. OSCAR 2 (2. 6. 1962) byl sice jen obdobou družice OSCAR 1, zato OSCAR 3 (9. 3. 1965) nesl na palubě již lineární převáděč 145/145 MHz o šířce pásma 50 kHz. Byla to vůbec první družice na světě pro vícenásobnou komunikaci s libovolným přístupem. OSCAR 3 byl v činnosti 15 dní a za tuto dobu bylo přes jeho převáděč navázáno 176 spojení, z toho dvě transatlantická. OSCAR 4 (21. 12. 1965) se následkem závady na raketě dostal na silně eliptickou dráhu. Byl vybaven převáděčem 145/145 MHz se šířkou 10 kHz. Majákový vysílač pracoval několik měsíců, ale převáděč přinesl zklamání. Bylo navázáno pouze 6 oboustranných spojení během prvních dvanácti oběhů.

Australis OSCAR 5 (13. 1. 1970) uzavřel první generaci radioama-

térských družic, jejichž společným znakem byla krátkodobá funkce palubního zařízení, určená životností chemických napájecích článků. Na družici OSCAR 5, vyvinuté australskými radioamatéry, byly ověřovány některé nové principy v konstrukci palubního zařízení a vhodnost pásma 29 MHz pro družicové účely. Poprvé byl použit systém dálkového ovládání ze Země pro zapínání majákových vysílačů, pracujících na 145,05 MHz (výkon 50 mW) a na 29,45 MHz (výkon 180 mW). Majáky vysílaly telegraficky sedmikanálovou telemetrii důležitých palubních hodnot. Dále byl úspěšně ověřen princip pasívní magnetické stabilizace polohy družice v prostoru za účelem podstatného zpomalení vlastní rotace družice.

Na vypuštění družice OSCAR 5 se již podílela značnou měrou organizace AMSAT (Radio Amateur Satellite Corporation), založená v dubnu 1969 ve Washingtonu. Tato nekomerční, mezinárodní vědecká společnost si vytvořila úkol zajišťovat vývoj a výrobu družic pro radioamatérské účely s cílem podpořit provoz na pásmech VKV, usnadnit komunikaci při živelních pohromách, rozšiřovat vědecké, technické a provozní informace, přispět k rozvoji progresivní techniky při radioamatérské činnosti. AMSAT sdružuje nyní na 3000 členů z celého světa a kolektivními členy jsou i vědecké a školské organizace, za jejichž podpory se družicový program uskutečňuje. Družice totiž slouží i jako učební pomůcka na školách k demonstrování principů a možností družicové radiokomunikace. Z členských příspěvků a z dobrovolných sbírek a darů je financován rozvoj a stavba družic.

Družicí AMSAT OSCAR 6 (AO6) vypuštěnou 15. 10. 1972 začíná druhá generace radioamatérských družic. AO6 byl vynesena spolu s meteorologickou družicí NOAA-2 na polární, přibližně kruhovou dráhu o výšce 1460 km, se sklonem $101,7^\circ$ a oběžnou dobou zhruba 115 minut. Družice o hmotnosti 20 kg má podobu kváдру $16 \times 30 \times 44$ cm. Polovina povrchu je pokryta slunečními články, které dodávaly na začátku života průměrný výkon 2 W a nabíjely akumulátor 24 V/6 Ah. K palubní výzbroji náležel lineární převáděč 145,90 až 146,00 MHz/29,45 až 29,55 MHz, majákové vysílače 200 mW na 29,45 MHz a 300 mW na 435,1 MHz. Telemetrický systém přenášel pomocí majákových vysílačů 24 údajů z palubního zařízení v po-

době tříčíslicových skupin Morseovy abecedy. Majáky byly doplněny pamětí CODESTORE, posuvným registrem o kapacitě 896 bitů. Paměť mohla být programována ovládací stanicí ze Země, takže na její povel mohly majákové vysílače vysílat krátké zprávy v otevřené řeči Morseovou abecedou nebo RTTY. Povelová ovládací souprava obsahovala celkem 21 zapínacích povelů k zapínání a vypínání převáděče, majáků, paměti, rychlosti telemetrie atp. K ovládání družice AO6 bylo zřízeno na Zemi několik řídicích stanic. Je to především jejich zásluha, že AO6 byl udržen při životě až do 15. 6. 1977 a překonal více než čtyřnásobně plánovanou délku života. Na palubě AO6 se totiž již brzy po startu projevil nespolehlivý kontakt jednoho panelu sluneční baterie a na životnost akumulátorové baterie působilo nepříznivě přetěžování převáděče silnými signály komunikujících stanic. Režim palubní elektroniky bylo proto nutné neustále upravovat vypínáním a zapínáním převáděče, aby akumulátor vydržel co nejdéle. Ukončení funkce AO6 bylo nakonec způsobeno zničením akumulátorové baterie a družice zmlkla při svém 21 405. oběhu.

AO6 představoval ohromný kvalitativní skok proti dřívějším oscarům. Za dobu jeho činnosti pracovalo přes jeho převáděč tisíce amatérů z více než stovky zemí po celém světě a byla uskutečněna spojení všemi možnými způsoby provozu nevyjímaje RTTY a SSTV. Dokonce jsou mezi nimi spojení z pohybujících se dopravních prostředků (automobilů, lodí, letadel) a byl úspěšně demonstrován přenos dat pro lékařské účely (EKG, EEG). Pro čs. amatéry AO6 přinesl vůbec první družicové spojení v historii značky OK a pak úspěšný rozvoj provozu, který nás řadil na přední místo na světě.

OSCAR 7 (AO7) byl zatím nejúspěšnější a nejdéle pracující družicí (15. 11. 1974—13. 6. 1981). Byl vypuštěn jako sekundární přítěž s meteorologickou družicí ITOS G na dráhu podobnou dráze AO6. Na palubě družice ve tvaru osmibokého hranolu o rozměrech 42×36 cm a hmotnosti 29 kg se nacházely dva lineární převáděče: převáděč módu A (podobný AO6) 145,85—144,95/29,40—29,50 MHz a převáděč módu B 432,175—432,125/145,925—145,975 MHz. Telemetrický systém vysílal jednak 24kanálovou telemetrii Morse provozem A1, jednak 60kanálovou RTTY 45,5 Bd provozem F1. Pod-

statné zlepšení komunikace přinesla turniketová anténa pro kruhovou polarizaci, používaná pro 432 i 145 MHz. Převáděč módu A nebyl tak úspěšný jako převáděč na AO6 následkem závady v mf přijímače a méně vhodného umístění vysílačho dipólu pro 29 MHz. Zato převáděč módu B předčil veškeré očekávání a stal se zatím nejlepším převáděčem v kosmickém prostoru, k provozu stačil u pozemní stanice výkon řádu jednoho wattu. Během společné dvouleté činnosti družic AO6 a AO7 nastávala periodicky období vzájemného přiblížení družic, takže byly při přeletech současně nad obzorem. Při současné funkci převáděče na AO6 a převáděče módu B na AO7 byla uskutečňována i spojení „cross-satellite“, tj. pomocí dvou kosmických převáděčů. AO7 ukončil svou činnost podobně jako AO6 zničením palubního akumulátoru. Plánovaná tříletá doba života družice byla ale stejně překročena více než o 100 %.

Další družicí byl OSCAR 8 vypuštěný dne 5. 3. 1978. Pracoval až do června 1983, kdy přestal fungovat následkem poruchy akumulátoru. Družice má podobu kvádrů o rozměrech $380 \times 380 \times 330$ mm, hmotnost asi 27 kg a obíhá na přibližně kruhové, polární, retrográdní dráze s počáteční výškou 910 km a oběžnou dobou 103 minuty. Na palubě pracovaly dva lineární převáděče — mód A: 145,850—145,950 (29,400—29,450 MHz) a mód J: 146,000—145,900) 435,100—435,200 MHz. Převáděče byly doplněny majákovými vysílači o kmitočtech 29,402 a 435,095 MHz. Oba vysílaly šestikanálovou telemetrii provozem A1 s rychlostí 100 zn./min. Převáděč módu A pracoval stejně úspěšně jako převáděč družice AO6, vysílač převáděče „J“ měl následkem poruchy malý výkon a signály na 435 MHz byly proto dost slabé.

V témž roce dne 26. 10. byly uvedeny na oběžnou dráhu dvě experimentální sovětské družice RADIO 1 a RADIO 2 pod označením RS1 a RS2 (Radioljubitskij sputnik). Obě byly vypuštěny současně jako sekundární přítěž s družicí Kosmos 1045 na kruhovou dráhu o výšce asi 1700 km a sklonu $82,5^\circ$. Oběžná doba byla dvouhodinová. Na palubě družic ve tvaru válce $\varnothing 42 \times 39$ cm o hmotnosti 40 kg byly shodné lineární převáděče 145,88—145,92/29,36—29,40 MHz a majákové vysílače na 29,40 MHz. Majáky vysílaly 30kanálovou telemetrii. Lineární převáděče měly velmi citlivé přijímače,

k spojení stačil 1 W výkonu na dipólu. O to byly větší potíže s přetěžováním převáděčů silnými signály západoevropských stanic. Družice měly experimentální charakter a činnost palubního zařízení oficiálně skončila počátkem února 1979. Majákový vysílač družice RS1 byl občas slyšitelný i během pozdějších let (1984).

Dne 23. 5. 1980 odstartovala raketa Ariane, která měla vynést jako sekundární zátěž i první družici AMSAT třetí generace — Phase 3A. Několikaletý vývoj této družice byl nejnáročnější a nejnákladnější akcí organizace (náklady asi 200 000 dolarů). Družice po vynesení na parkovací dráhu měla být přídatným raketovým motorkem uvedena na silně eliptickou dráhu s výškou perigea 1500 km a výškou apogea 36 000 km s 11hodinovou oběžnou dobou. Lineární převáděč byl určen pro převod 435/145 MHz s šířkou kanálu 180 kHz. Družice měla zprostředkovat stanicím na severní polokouli až osmihodinovou nepřetržitou komunikaci na vzdálenost až 18 000 km. Při startu došlo k havárii prvního raketového stupně Ariane a raketa i s užitečnou zátěží se zřítila z výšky 10 km do moře.

Dne 6. 10. 1981 byla uvedena na oběžnou dráhu první vědecká radioamatérská družice, konstruovaná britskou organizací AMSAT-UK, jmenovitě skupinou soustředěnou kolem vysoké školy University of Surrey. Odtud též pramení název družice — UOSAT. Družice představuje svým vybavením i vědeckým zaměřením nový směr v konstrukci radioamatérských družic a je o ní pojednáno v závěru kapitoly.

Rok 1981 byl velmi plodný, protože dne 17. 12. 1981 byla v SSSR vypuštěna série šesti radioamatérských družic — RS3 až RS8. Čtyři z nich jsou vybaveny lineárními převáděči 145/29 MHz a dvě z nich navíc automatickým telegrafním odpovídačem. Projekt je podrobněji popsán v části o současných družicích.

Během roku 1982 byly uvedeny na oběžnou dráhu další dvě sovětské družice, a to způsobem dosud neobvyklým — byly odvrženy od orbitálního komplexu Saljut 7 a Sojuz T5 během rekordně dlouhého letu kosmonautů A. Beregovoe a V. Lebeděva. První družice — ISKRA 2 (RK02) — byla odhozena dne 17. 5. 1982. Měla oběžnou dráhu blízkou dráze stanice Saljut 7 (dráha kruhová, přímá se sklonem 51,6°, výška asi 350 km, oběžná doba 91,3 minuty). Tele-

metrický vysílač pracoval na kmitočtu 29,576 MHz. Palubní převáděč 21/29 MHz se nepodařilo uvést do provozu. ISKRA 2 zanikla v hustých vrstvách atmosféry 8. 7. 1982 při svém 840. oběhu. Druhá družice — ISKRA 3 (RK03) — byla uvedena na téměř shodnou dráhu o 6 měsíců později (22. 11. 1982). Palubní vybavení bylo stejné, převáděč 21,230—21,270/ 29,580—29,620 MHz i telemetrický maják na 29,583 MHz pracovaly nepravidelně s čtyřdenními přestávkami. Družice zanikla dne 26. 12. 1982.

Obě experimentální družice ISKRA o hmotnosti 28 kg a rozměrech asi 330×530 mm (osmiboký hranol) byly dílem studentů Moskevského leteckého institutu S. Ordžonikidzeho.

Dne 16. 6. 1983 proběhl úspěšně šestý start rakety Ariane, která vynesla na oběžnou dráhu kromě komunikační družice ECS1 i první radioamatérskou družici 3. generace (Phase 3) — AMSAT OSCAR 10 (AO10). Družice s pracovním názvem Phase 3B je dílem rozsáhlé mezinárodní spolupráce a vznikla dalším propracováním a zdokonalením družice Phase 3A, zničené při neúspěšném startu Ariane v r. 1980. AO10 nese na palubě dva lineární převáděče 435/145 a 1269/436 MHz, které díky značně protáhlé eliptické dráze umožňují mnohahodinovou nepřetržitou komunikaci na vzdálenost až 18 000 km. Družice s předpokládanou pětiletou životností je podrobněji popsána v závěrečné části o současných družicích.

Základní principy komunikace

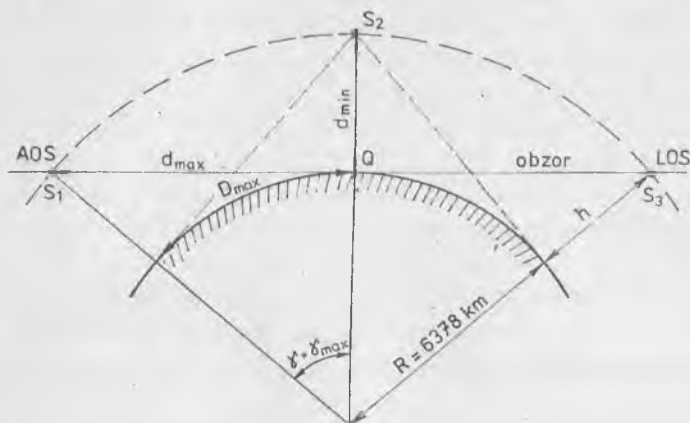
Energetický rozpočet trasy

Družice obíhá zemi zpravidla ve výšce větší než 500 km. Rádiové vlny na sestupné trase družice—Země procházejí ionosférickými vrstvami ve výškách 60—500 km, u komunikace přes převáděč dvakrát — na vzestupné a sestupné trase. V prvním přiblížení můžeme vliv ionosféry na šíření VKV zanedbat a považovat ionosféru pro VKV za zcela „průhlednou“. Energetický rozpočet přenosových tras můžeme proto popsat vztahy pro šíření elektromagnetických vln volným prostorem. Pro jednoduchost uvažujeme družici na kru-

hové dráze o výšce h (obr. 4.1). Družice S je nejbližší pozemní stanici Q , když právě prochází jejím nadhlavníkem (poloha S_2) — vzdálenost se rovná výšce dráhy. Největší možná komunikační vzdálenost odpovídá spojnici $QS_1 = QS_3$ při východu a západu družice nad optický obzor pozemní stanice. Pro přenos na trase platí vztah

$$P_p/P_v = A_v \cdot A_p/(d^2 \cdot \lambda^2), \quad (1)$$

kde P_p je výkon přijímaného signálu, P_v je výkon vysílaný, A_v a A_p účinné plochy vysílací a přijímací antény, d vzdálenost mezi vysílačem a přijímačem, λ vlnová délka.



Obr. 4.1. Geometrie spojové trasy

Pro praktické výpočty je vhodné vzorec (1) upravit pro praktické jednotky a zlogaritmovat, takže získáme vztah pro útlum trasy mezi izotropickými anténními zářiči

$$b_t = 23 + 20 \log (d \lambda) \quad [\text{dB; m, m}] \quad (2)$$

nebo

$$b_t = 33,5 + 20 \log d + 20 \log f \quad [\text{dB; km, MHz}]. \quad (3)$$

Celkový útlum trasy je útlum šíření b_t snížený o zisky přijímací a vysílací antény

$$b_{tc} = b_t - g_p - g_v. \quad (4)$$

V následující tabulce 1 jsou vypočítány pro jednotlivá používaná pásma útlumy pro minimální a maximální vzdálenost, pro typické výšky oběžných drah a pro izotropické anténní zářiče. Uvažujeme-li na obou stranách trasy půlvlnné dipólové antény, útlum trasy se sníží o $2 \times 2,15 = 4,3$ dB.

Tabulka 1. Útlum trasy mezi izotropickými zářiči

f (MHz)		AO9	AO8	AO6	RS	P3B	
	$d_{\min} = h$	540	915	1460	1660	36 000	
	$d_{\max}$	2679	3536	4555	4891	41 895	
29	$b_{\min}$	117,4	122,0	126,0	127,2	153,9	dB
	$b_{\max}$	131,3	133,7	135,9	136,5	155,2	dB
145	$b_{\min}$	131,4	136,0	140,0	141,1	167,9	dB
	$b_{\max}$	145,3	147,7	149,9	150,5	169,2	dB
435	$b_{\min}$	140,9	145,5	149,6	150,7	177,4	dB
	$b_{\max}$	154,8	157,2	159,4	160,1	178,7	dB
1 260	$b_{\min}$	150,2	154,7	158,8	159,9	186,6	dB
	$b_{\max}$	164,1	166,5	168,7	169,3	188,0	dB
2 300	$b_{\min}$	155,5	160,0	164,0	165,1	191,9	dB
	$b_{\max}$	169,3	171,7	173,9	174,5	193,2	dB
10 300	$b_{\min}$	168,4	173,0	177,0	178,2	204,9	dB
	$b_{\max}$	182,3	184,7	186,9	187,5	206,2	dB

Přijímaný signál na vstupu přijímače musí být natolik silný, aby převýšil úroveň šumu. Pro přijatelný provoz telegrafii je žádoucí odstup alespoň o 6 dB. Úroveň tepelného šumu na vstupu přijímače je dána známým vztahem

$$P_s = kTBF_p, \quad [W; J/K, K, Hz] \quad (5)$$

v němž P_s je šumový výkon, k Boltzmanova konstanta, T termodynamická teplota, B šumová šířka pásma přijímače, F_p šumové číslo

přijímače. Pro normální teplotu $T_0 = 17^\circ\text{C} = 290\text{ K}$ nabývá součinn kT hodnotu $4 \cdot 10^{-21}\text{ J}$.

Skutečná anténa připojená na vstup přijímače se chová jako odpor, jehož šumová teplota závisí značně na přijímaném kmitočtu a na VKV i na směru, odkud přijímá. Anténa přijímá elektromagnetické záření okolního kosmického prostoru — šum Slunce, Galaxie, radiohvězd. Navíc v městských aglomeracích přibývá civilizační „radiový smog“, který výdatně zvyšuje šumovou teplotu antény. Šumová teplota antény T_A , zaměřené vzhůru „do nebe“, klesá s rostoucím kmitočtem. Na kmitočtu 29 MHz je minimálně 15 000 K, na 145 MHz 200 K, na 433 MHz a výše 10–20 K.

Celkový šumový výkon na vstupu s připojenou anténou při zanedbání ztrát anténního napáječe je potom

$$P_s = 4 \cdot 10^{-21}(T_A/T_0 + F_p) \cdot B = 4 \cdot 10^{-21} FB, \quad (6)$$

kde výraz v závorce $(T_A/T_0 + F_p)$ je šumové číslo celé přijímací soustavy, tj. přijímače včetně „šumící“ antény. Pokud anténní vyzářovací diagram zabírá zemský povrch (např. směrová anténa v běžné horizontální poloze), anténa přijímá tepelné elektromagnetické záření Země a její šumová teplota nemůže ani na vysokých kmitočtech klesnout příliš pod teplotu zemského povrchu, tj. $T_A \approx T_0$. Podobné vlastnosti má i družicová anténa na nízké oběžné dráze.

Zavedeme logaritmy a šumový výkon vztáhneme k úrovni 1 W:

$$p_s = -204 + F_{\text{dB}} + 10 \cdot \log B \quad [\text{dBW}; \text{dB}, \text{Hz}] \quad (7)$$

nebo k úrovni 1 mW

$$p_s = -174 + F_{\text{dB}} + 10 \cdot \log B \quad [\text{dBm}; \text{dB}, \text{Hz}]. \quad (8)$$

F_{dB} je šumové číslo soustavy vyjádřené v dB.

Například u ideální nešumící soustavy ($F = 0\text{ dB}$), s šířkou pásma 1 Hz, je šumová úroveň $p_s = -174\text{ dBm}$ (tzv. mezní citlivost).

Známe-li toto teoretické minimum, můžeme zkusit vypočítat rozpočet sestupné trasy: Majákový vysílač AO8 o výkonu 250 mW na dipólu, o kmitočtu 29,4 MHz, je přijímán na dipólovou anténu s šumovou teplotou 15 000 K připojenou k přijímači se šumovým čís

lem 6 dB ($F_p = 4$) a šířkou pásma 2 kHz. Předpokládáme maximální vzdálenost družice podle tabulky 1.

Úroveň přijímaného signálu bude:

$$p_p = p_v - b_t + g_p + g_v \quad [\text{dBm}; \text{dBm}, \text{dB}],$$

$$p_p = 24 - 133,8 + 2,15 + 2,15 = -105,5 \text{ dBm}.$$

Úroveň šumu na vstupu přijímače při

$$F = 15\,000/290 + 4 = 55,7 \dots 17,5 \text{ dB},$$

$$p_s = -174 + 17,5 + 10 \cdot \log 2000 = -123,5 \text{ dBm}.$$

Majákový vysílač budeme proto přijímat s odstupem signál/šum:

$$D = p_p - p_s = 18 \text{ dB}.$$

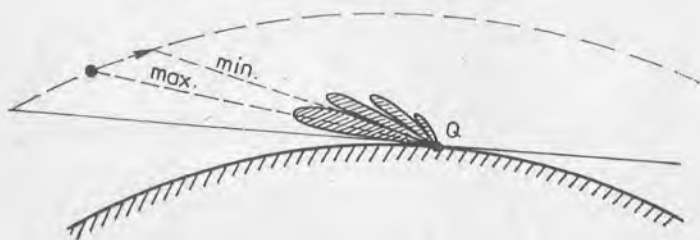
Výpočet platí jen v ideálním případě, kdy souhlasí polarizační roviny dipólových antén. Při přenosu na 29 MHz je omezujícím činitelem vysoká šumová teplota antény a snížení šumového čísla vlastního přijímače na polovinu ($F_p = 2 \dots 3 \text{ dB}$) přinese zcela zanedbatelné zlepšení odstupů signálu od šumu (asi jen 0,1 dB).

Podobným postupem lze vypočítat celou spojovou trasu (Země — převáděč — Země) za předpokladu, že známe šumové číslo palubního přijímače a výkonový zisk převáděče. Výpočtem bychom zjistili výkon pozemní stanice, potřebný k provozu přes převáděč pro daný odstup signál/šum. Autoři družicových převáděčů nám výpočty ušetří, protože obvykle uvádějí požadavky na zařízení pozemní stanice tak, že pro vysílací zařízení udávají potřebný efektivní vyzářený výkon, který se označuje ERP (effektive radiated power) a je to součin vř výkonu přivedeného na svorky antény a zisku antény proti půlvlnnému dipólu. Například vysílač o výkonu 5 W připojený bezetrátovým napáječem k anténě se ziskem $g_d = 12 \text{ dB}$ ($G_d = 16$) má ve směru maxima vyzářování $\text{ERP} = 80 \text{ W}$. Má-li anténní napáječ útlum 3 dB ($G = 0,5$), bude ERP poloviční — 40 W. Někdy se též vyskytují údaje označené EIRP. Je to efektivní vyzářený výkon vztahovaný k izotropnímu zářiči, takže mezi ERP a EIRP platí vztah

$$N_{\text{EIRP}} = 1,64 N_{\text{ERP}}.$$

Rádiové signály probíhají jednou či dvakrát kosmickým prostorem a ionosférou a navíc má družice rychlý vlastní pohyb a vlastní rotaci. Tyto děje snižují kvalitu spojení dvojnásobným způsobem: kolísáním síly signálu (únikem) a kmitočtovým posuvem.

Síla signálu se mění především v závislosti na délce vzestupné a sestupné trasy tak, jak je patrné z tab. 1. Při provozu přes převáděč se uplatní rozdíl $b_{\text{tmax}} - b_{\text{tmin}}$ dvakrát. Krátce kolem východu a západu družice, kdy se vlny šíří těsně podél zemského povrchu, nastává dodatečný útlum o hodnotě 6 až 17 dB. Je-li pozemní anténa otočná pouze v horizontální rovině a nesleduje-li družici i v elevaci, dochází k změnám intenzity signálu podle tvaru jejího vertikálního vyzařovacího diagramu. Anténa v konečné výšce nad zemí má vertikální diagram rozštěpen do řady laloků, jež jsou odděleny hlubokými minimy (obr. 4.2).

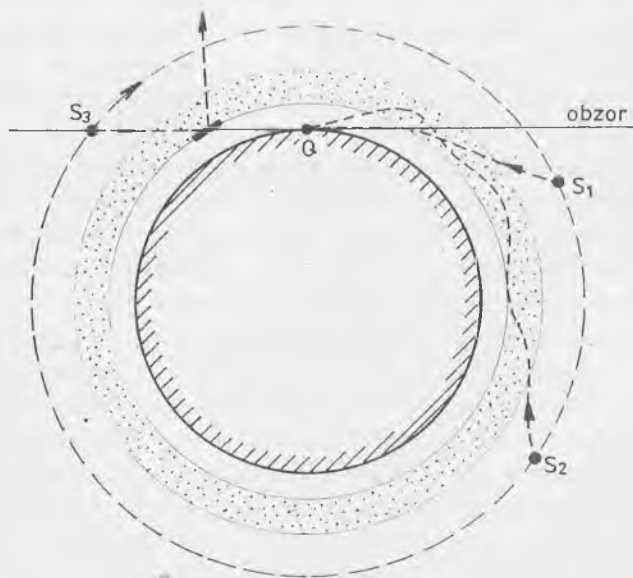


Obr. 4.2. Vertikální vyzařovací diagram směrové antény nad zemí

Pravidelně se opakující únik je způsoben vlastní rotací družice. Je-li družice i pozemní stanice vybavena jednoduchými anténami s lineární polarizací, nastává hlavně na vyšších kmitočtech únik s hlubokými minimy v okamžicích, kdy jsou polarizační roviny antén na sebe kolmé. Zlepšení přináší použití antény s kruhovou polarizací alespoň na jednom konci trasy a stabilizace polohy družice vůči Zemi.

O další nepravidelnosti příjmu se přičiňuje ionosféra. Při průchodu rádiové vlny ionizovaným prostředím dochází k tzv. Faradayově rotaci, což je v podstatě stáčení původní polarizační roviny vlny v závislosti na hustotě ionizace podél trasy šíření a na délce trasy ionosférou. Naříklad vlna vyslaná s horizontální polarizací se změní na vlnu s vertikální polarizací. Následkem je opět únik s hlubokým minimem. Jev je markantnější na nižších kmitočtech a pomůže jediné kruhová polarizace. Ionosféra není zdaleka homogenní prostředí. Je v neustálém pohybu, zhušťuje se i zřeďuje a vytváří různé obláčky. Na těchto nepravidelnostech se rádiová vlna rozptyluje nebo i zaostřuje. Úkaz se nazývá scintilace a je mnohem zjevnější na kmitočtech pod 145 MHz.

Všeobecně na 29.5 MHz se projevuje ionosféra nejvýrazněji. V různých denních a ročních dobách podle okamžitého stavu ionosféry, ovlivněného sluneční činností a geomagnetickou aktivitou, se vyskytují různé zajímavé úkazy. Typická je např. prodloužená slyšitelnost



Obr. 4.3. Šíření vln ionosférou na 29 MHz

palubních vysílačů po teoretickém západu (nebo před východem) pod optický obzor pozemní stanice. Dochází k tomu dvojnásobným lomem v ionosféře (obr. 4.3— S_1). Ještě větší vzdálenosti může urazit rádiová vlna při šíření ionosférickým kanálem (obr. 4.3— S_2). Často dochází i k vícecestnému šíření, případně i kombinovanému odrazem od zemského povrchu, takže přijímané signály mají ozvěnu 50 až 70 ms, což odpovídá délce trasy 15 000—21 000 km. Výskyt mimořádné vrstvy E na vhodném místě může naopak způsobit, že při východu (nebo západu) družice oblaka E_s odráží rádiové vlny do kosmického prostoru a signály z družice lze přijímat, až když je družice dostatečně vysoko nad obzorem (obr. 4.3— S_3).

Na kmitočtech 145 MHz a vyšších se popsané úkazy téměř nevyskytují. Krátké prodloužení doby příjmu může být způsobeno troposférickými podmínkami. Také byl zaznamenán vliv sporadické vrstvy E, potlačující signály při poloze družice nízko nad obzorem. Výrazný vliv na charakter signálu a jeho zabarvení mají aurorální oblasti a podle kvality signálu při přeletech družice nad severními oblastmi lze předpovídat možnost vzniku i již existující výskyt radioaurory. Je proto i pouhé sledování palubních majákových vysílačů velmi užitečné.

Pro úplnost můžeme mezi rušivé vlivy projevující se na amplitudě signálů zahrnout i nelineární přenosové vlastnosti převáděče. Převáděč je schopen lineárně zpracovat vstupní signály až do jistého maximálního výstupního výkonu. Aby nedocházelo k přebuzení příliš silnými vstupními signály, což by mělo za následek vznik nelineárního zkreslení (intermodulace, křížová modulace), je převáděčový řetěz vybaven účinným automatickým řízením zisku — AGC. Začne-li některý účastník provozu vysílat nepřiměřeným výkonem, automatika zmenší citlivost přijímače a signály všech ostatních stanic poklesnou. Záleží pak na časové konstantě AGC, jak se projeví tento rušivý efekt.

Plynulý posuv kmitočtů signálů přijímaných z družicových objektů na nízkých oběžných drahách je velmi charakteristickým rysem kosmické komunikace. Podle Dopplerova principu vnímá pozorovatel, blíží-li se k němu zdroj periodického vlnění, kmitočet vyšší a vzdaluje-li se, kmitočet nižší, než je skutečný kmitočet zdroje. Podobně je tomu při pohybu pozorovatele vůči zdroji, který stojí. Jestliže je rychlost pohybu značně menší než rychlost šíření vln, nemusíme oba případy rozlišovat a stačí uvažovat jen relativní rychlost pohybu pozorovatele a zdroje, tj. vysílače a přijímače. Takto zjednodušený stav je popsán vztahy

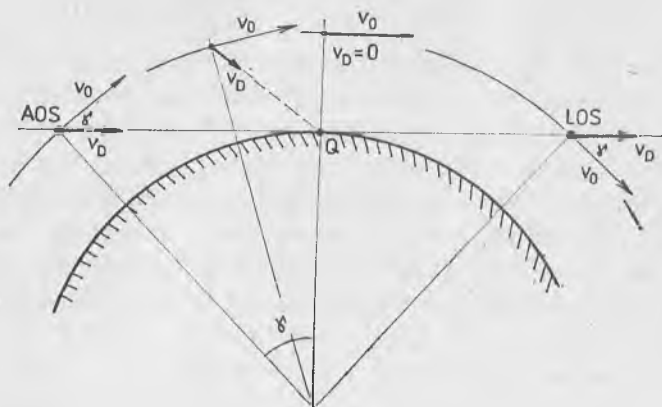
$$f_D = f \cdot (c + v)/c, \quad [\text{Hz}; \text{Hz}, \text{m.s}^{-1}] \quad (9)$$

$$\Delta f = f_D - f = f \cdot v/c = v/\lambda, \quad [\text{kHz}; \text{km.s}^{-1}, \text{m}] \quad (10)$$

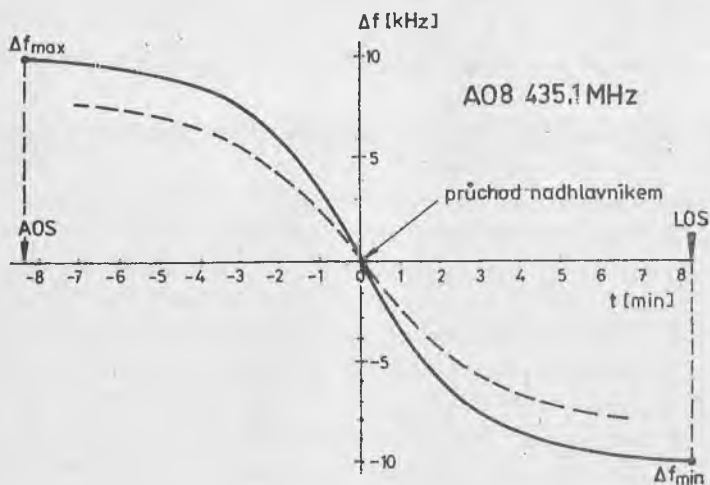
kde f_D je pozorovaný kmitočet, f původní kmitočet, c rychlost šíření vln ($3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$), v relativní rychlost pohybu — kladná rychlost znamená přibližování, Δf změna kmitočtu Dopplerovým posuvem, λ vlnová délka.

Oběžná rychlost družice na kruhové dráze závisí na výšce dráhy (viz tab. 2). Pro Dopplerův posuv má význam pouze složka rychlosti směřující ve směru družice—pozemní stanice. Jak vyplývá z obr. 4.4, je tato složka při východu družice $v_D = v \cdot \cos \gamma$, kde $\cos \gamma = R/(R + h)$. Největší odchylku kmitočtu od skutečné hodnoty zjistíme při východu a západu družice, nulovou odchylku při vrcholení družice nad obzorem. Rychlost změny účinné složky rychlosti se během přeletu mění, takže nejpomaleji se kmitočet mění při východu a západu družice, nejrychleji při průchodu nadhlavníkem. Vliv rychlosti rotace Země (na 50° zem. šířky asi $0,3 \text{ km.s}^{-1}$) zanedbáváme. Na obr. 4.5 je typický průběh změny kmitočtu 435,1 MHz při nadhlavníkovém přeletu družice AO8. Při nižším přeletu než nadhlavníkovém je změna kmitočtu menší (čárkovaná křivka).

Při provozu přes lineární převáděč na družici, tj. na trase Země—družice—Země se Dopplerův posuv uplatní dvakrát. Družicový



Obr. 4.4. Účinná složka rychlosti pro Dopplerův posuv kmitočtu



Obr. 4.5. Časový průběh Dopplerova posuvu kmitočtu při přeletu

převáděč může transponovat kmitočty dvojím způsobem. Pro převáděč typu 146/29,5 MHz (mód A) je kmitočtový plán:

$$\begin{array}{ccccc} \text{vstup} & \uparrow & 146 & - & 116,5 = 29,5 \text{ MHz} & \uparrow & \text{výstup} \\ & & 145,9 & - & 116,5 = 29,4 \text{ MHz} & & \end{array}$$

Transpoziční kmitočet je 116,5 MHz. Smysl změny kmitočtu se tedy nemění a výsledný Dopplerův posuv je součtem posuvu na 146 a 29,5 MHz. Například pro dráhu $h = 920$ km (AO8) je posuv při nadhlavníkovém přeletu $\Delta f_D = \pm 3,2 \pm 0,6 = \pm 3,8$ kHz.

Druhý způsob transpozice kmitočtu, tzv. inverzní, spočívá na odečítání vstupního kmitočtu od kmitočtu transpozičního, např. mód J na AO8:

$$\begin{array}{ccccc} \text{vstup} & \uparrow & 581 & - & 146 = 435 \text{ MHz} & \downarrow & \text{výstup} \\ & & 581 & - & 145,9 = 435,1 \text{ MHz} & & \end{array}$$

Smysl změny kmitočtu se mění a výsledný Dopplerův posuv je rozdílem posuvu na 146 a 435 MHz:

$$\Delta f_D = \pm 3,2 - (\pm 9,2) = \mp 6,0 \text{ kHz}.$$

Na družici AO7 mód B bylo proti módu J zaměněno vstupní a výstupní pásmo a kmitočtový plán byl:

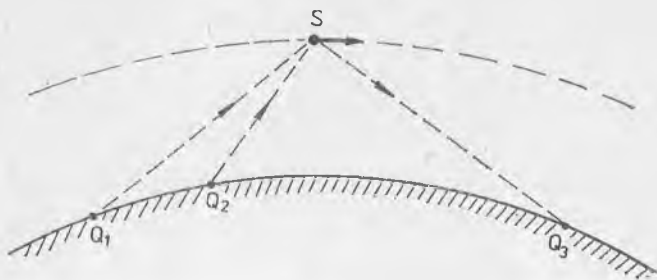
$$\begin{array}{ccccc} \text{vstup} & \uparrow & 578,150 & - & 432,175 = 145,125 \text{ MHz} & \downarrow & \text{výstup} \\ & & 578,150 & - & 432,125 = 145,175 \text{ MHz} & & \end{array}$$

takže Dopplerův posuv měl opačný smysl

$$\Delta f_D = \pm 8,3 - (\pm 2,8) = \pm 5,5 \text{ kHz}.$$

Přirozeným důsledkem inverzní transpozice je i obrácení smyslu postranních pásem, takže signál SSB vyslaný s horním postranním pásmem bude převeden a vyslán k Zemi s dolním postranním pásmem. Z předchozích příkladů je zřejmá výhodnost inverzní přeměny, protože vede k zmenšení Dopplerova posuvu. U převáděčů typu 435/145 nebo 145/435 MHz přináší inverzní transpozice zmenšení posuvu na jednu polovinu proti neinvertující transpozici. Obdobné poměry budou u převáděčů typu 1260/435 MHz, neboť i v tomto případě je poměr vstupního a výstupního kmitočtu 3 : 1.

Dopplerův posuv je při provozu nepříjemný při příjmu signálů SSB. Bohužel, cesta k jeho kompenzování není schůdná, protože posuv je různě velký pro různé přelety a navíc i různý pro různé stanice podle jejich okamžité polohy vůči družicovému převáděči. Situace je znázorněna na obr. 4.6, kde u stanice Q_1 se bude kmitočet stanice Q_2 posouvat stejným směrem i přibližně stejným tempem jako její vlastní kmitočet. Zato při spojení se stanicí Q_3 bude posuv kmitočtu zcela jiný, neboť od stanice Q_1 se družice vzdaluje, ale k stanici Q_3 se blíží.



Obr. 4.6. Dopplerův posuv závisí na vzájemné poloze stanic

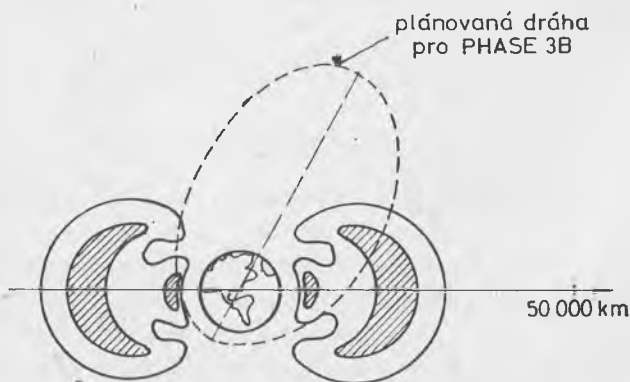
Logickým důsledkem Dopplerova posuvu je i to, že přesné naladění na protistanici je možné jen při současném poslechu vlastního signálu z převáděče a nelze plně využívat „transceiverové“ metody souběžného ladění přijímače a vysílače, tj. takového systému, který napodobuje kmitočtový plán kosmického převáděče.

Dalším důsledkem je, že kolem kmitočtů palubních majákových vysílačů, které jsou umístěny obvykle na okrajích převáděčového pásma, je nutné vyhradit jisté ochranné pásmo, aby nedocházelo k jejich rušení provozem na převáděči. S Dopplerovým posuvem je nutné počítat např. při kalibraci stupnice přijímače palubním majákem. Kmitočet přijímaného signálu je správný jen tehdy, když družice právě vrcholí nad obzorem a je tedy nejbližší. Na druhé straně můžeme Dopplerova posuvu využít k zpřesňování údajů o dráze družice a tím i zpřesňovat referenční údaje.

Jakékoliv kosmické těleso se může pohybovat v gravitačním poli Země pouze po některé z kuželoseček — po kružnici, elipse, parabole, hyperbole. Protože družice vykonávají periodický pohyb, může jít jen o pohyb kruhový nebo eliptický. Kruhovou dráhu považujeme za zvláštní případ dráhy eliptické.

Přesněji řečeno, družice se pohybuje po eliptické spirále. Následkem brzdícího účinku prostředí se střední výška nad povrchem Země neustále zmenšuje, družice se dostává do hustších vrstev atmosféry a nakonec v nich zanikne. Tento proces je dost pomalý a závisí mj. i na tvaru družice. Čím je počáteční dráha vyšší, tím má družice delší život. Nahlédnutím do přehledu dosud vypuštěných družic zjistíme, že družice s výškou dráhy 200–300 km mají životnost několik dnů až týdnů, při výšce 500–600 km již asi 8–10 let a při výškách kolem 1000 km se družice dožije nejméně 1000 let atd. Aktivní délka života radioamatérských družic je proto určena především trvanlivostí palubního zařízení.

Z hlediska potřeb radioamatérského provozu by bylo možné navrhnout celou řadu zajímavých kruhových drah, kde by se přelety pravidelně opakovaly ve stejnou denní dobu a družicový převáděč by



Obr. 4.7. Van Allenovy radiační pásy

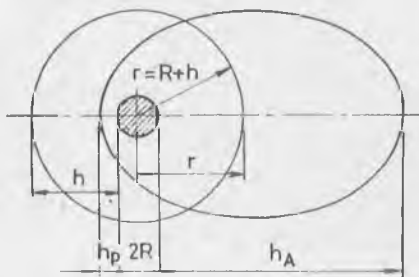
pokrýval rozsáhlé území, ale v uskutečnění takových projektů stojí dvě překážky. První z nich je přírodního původu. Jde o tzv. Van Allenovy radiační pásy, které obklopují Zemi v podobě prstenců (obr. 4.7). V nich se koncentrují vysokoenergetické částice (především elektrony) vlivem geomagnetického pole a delší pobyt družice v této oblasti není žádoucí, protože její povrch je vystaven neustálému bombardování částicemi. Tím se narušuje povrch družice — zejména trpí sluneční články — a také jsou ohroženy polovodičové součástky palubního zařízení. Možná je pouze pasivní ochrana stíněním a povrchová ochrana slunečních článků, která ale snižuje jejich účinnost a zvyšuje hmotnost. Proto je třeba volit dráhu, na níž družice prodlévá ve Van Allenových pásech co nejkratší dobu (dráha Phase 3 na obr. 4.7).

Druhá překážka je ekonomického rázu. Radioamatérské družice jsou vypouštěny vždy jako tzv. sekundární přítěž nějakého jiného profesionálního družicového programu. To znamená, že družice je přibalena k hlavnímu přístrojovému pouzdru a po dosažení oběžné dráhy je od mateřské družice nebo plošiny odvržena nějakým jednoduchým způsobem (pružinou, malou pyrotechnickou náloží apod.). Typickým příkladem jsou družice AO5 až AO8, které byly přibaleny k meteorologickým družicím (ITOS, NOAA, LANDSAT). Teprve u družic třetí generace (Phase 3) se upravuje počáteční parkovací dráha přidavným raketovým motorkem.

Nízká kruhová dráha

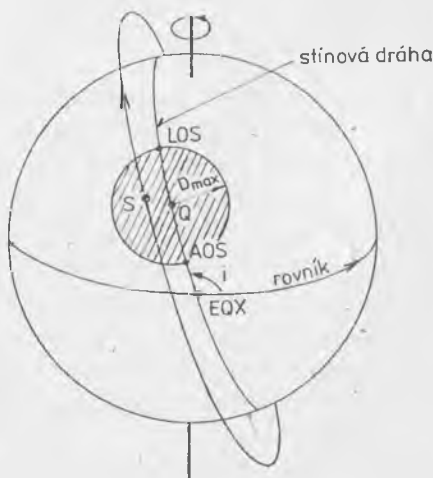
Na nízké kruhové dráze se pohybují všechny družice druhé generace, tj. AO6, AO7, RS1, 2, AO8, AO9, RS3—RS8. Kruhová dráha je zvláštní případ dráhy eliptické, při níž obě ohniska splynou v jeden bod ve středu Země, výstřednost je nulová a družice obíhá Zemi rovnoměrnou rychlostí. Ve skutečnosti dráha není nikdy přesně kruhová. Jde vždy o elipsu, v jejímž jednom ohnisku je střed Země a družice pak zaujímá různou výšku nad zemským povrchem. Nejblíže je v přízemí (v perigeu) — výška perigea h_p , nejdále je v odzemí

7



•

Z výšky h nad zemským povrchem družice „vidí“ kruhovou část povrchu (vyšrafovaná ploška na obr. 4.9). Tento „obzor“ družice určuje maximální komunikační dosah převaděče — komunikace je možná jen mezi stanicemi nacházejícími se v oblasti „ozářené“ družicovým vysílačem, tj. pro obě pozemní stanice musí být družice



Obr. 4.9. Geometrie oběžné dráhy

nad obzorem. Jednoduchý vztah pro dosah převaděče, měřený na zemském povrchu, lze určit z obr. 4.9:

$$\begin{aligned} \text{úhel } \gamma_{\max} &= \arccos [R/R + h], \\ \text{vzdálenost } D_{\max} &= 111,3 \cdot \gamma_{\max} \quad [\text{km}], \end{aligned} \quad (11)$$

Podobně lze z obr. 4.9 odvodit maximální možnou délku přeletu nad pozemní stanicí, která nastává při dráze procházející nadhlavníkem:

$$T_{\max} = \gamma_{\max} \cdot T/180. \quad (12)$$

Délka oběžné doby (perioda) T družice je jednoznačně určena poloměrem dráhy, tj. i výškou dráhy nad Zemí a vypočítá se pomocí 3. Keplerova zákona doplněného Newtonovým gravitačním zákonem. Pro kruhovou dráhu platí:

$$T^2 = 4\pi^2 r^3 / (k \cdot M),$$

kde T je oběžná doba, M hmotnost Země, r poloměr dráhy, k gravitační konstanta. Po dosazení konstant a úpravě vzorce pro praktické jednotky získáme vztah pro oběžnou dobu

$$T = 1,65844 \cdot 10^{-4} \sqrt{(6378 + h)^3} \quad [\text{min; km}] \quad (13)$$

nebo při známé oběžné době pro výšku

$$h = 331,2838 \cdot \sqrt[3]{T^2 - 6378} \quad [\text{km; min}]. \quad (14)$$

Vzorce (13) a (14) platí přesně pro tělesa obíhající Zemí ve velké vzdálenosti ($r \gg R$). Při nízkých drahách nemůžeme uvažovat Zemí jako hmotný bod a vztahy pro T a h se značně komplikují. Přesto jsou vzorce (13) a (14) použitelné s chybou asi 0,2 % — družice na nízké dráze obíhá rychleji než podle vzorce (13). Typické hodnoty pro dosavadní družice druhé generace jsou uvedeny v tab. 2. Vzorce (11, 12, 13) jsou užitečné, když určujeme neznámé parametry nové družice nebo když zpřesňujeme již částečně známé údaje.

Rovina dráhy družice, která musí vždy procházet středem Země, svírá s rovinou rovníku úhel i (obr. 4.9). Tento úhel se nazývá inklinace — sklon dráhy. Je-li $i = 0^\circ$, má družice rovníkovou dráhu, při sklonu $i < 90^\circ$ dráha souhlasí se směrem otáčení Země — tzv.

přímá dráha. Při sklonu blízkém 90° nazýváme dráhu polární. Když je úhel i větší než 90° , pohyb družice směřuje proti otáčení Země. Taková dráha se nazývá retrográdní. Sklony drah družic druhé generace jsou rovněž uvedeny v tabulce 2.

Tabulka 2. Parametry drah družic druhé generace

Družice	h [km]	i [deg]	T [min]	$T_{\max}$ [min]	$\gamma_{\max}$ [deg]	$D_{\max}$ [km]	v [km.s ⁻¹]
AO9	540	97,46	95,46	12,10	22,8	5073	7,59
AO8	915	99,00	103,23	16,60	29,0	6458	7,40
AO6—7	1460	101,60	114,96	22,70	35,5	7911	7,14
RS1—8	1660	83,00	119,40	24,90	37,5	8345	7,05

Výsledný pohyb družice vzhledem k pozemnímu pozorovateli vzniká složením oběžného pohybu družice a rotace Země. Správná představa je taková, že oběžná dráha družice je v kosmickém prostoru stálá (alespoň v prvním přiblížení) a pod ní nezávisle rotuje Země. Země se otočí o 360° přibližně za 24 hodin, za každou minutu se pootočí o $0,25^\circ$. Při oběžné době $T = 120$ minut se Země pootočí za jeden oběh družice o 30° .

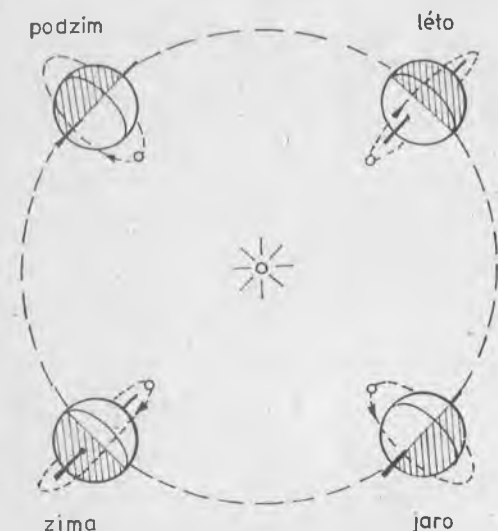
Skutečné poměry jsou trochu složitější. Následkem nekulového tvaru Země (více hmoty je soustředěno v rovině rovníku) dochází ke stáčení roviny dráhy družice. U přímé dráhy se rovina stáčí proti směru zemské rotace, tj. směrem na západ, u dráhy retrográdní nastává stáčení ve směru rotace Země. Velikost stáčení závisí na sklonu dráhy a na poloměru oběžné dráhy podle vzorce

$$d\Omega/dt = -10,043[R/(R + h)]^{7/2} \cdot \cos i \quad [\text{deg/den}], \quad (15)$$

kde $d\Omega/dt$ je rychlost stáčení výstupního uzlu (EQX).
Velikost stáčení u družic na nízkých drahách je řádu $1^\circ/\text{den}$.

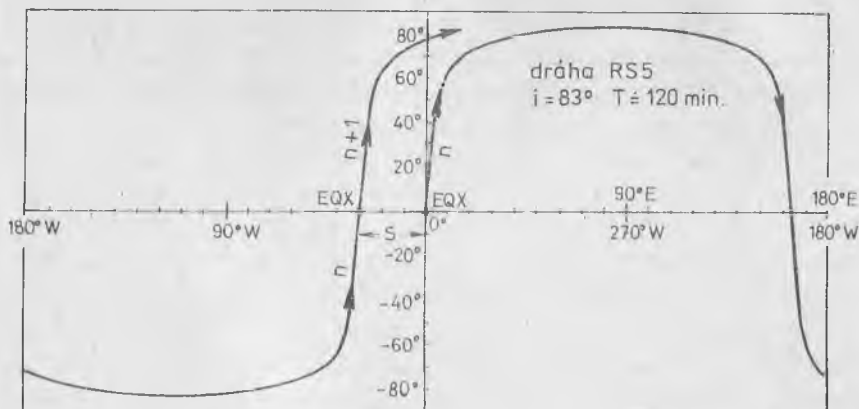
Stáčení dráhy se využívá k tomu, aby vznikla tzv. dráha synchronní se Sluncem potřebná pro meteorologické družice. U synchronní dráhy leží Slunce neustále v rovině družicové dráhy a družice v průběhu celého roku přelétává ve stejnou denní dobu nad osvětlenou polovinou Země a může snímkovat oblačný příkrov (obr.

4.10). Navíc má družice po celý rok pravidelný sluneční režim — během každého oběhu se střídá „den“ a „noc“. Aby vznikla dráha synchronní se Sluncem, musí se její rovina stočit za jeden rok o 360° , tj. denní stáčení musí být $360^\circ/365,25 = 0,9856^\circ/\text{den}$ ve směru pohybu (a rotace) Země. To je právě důvod, proč se meteorologické družice a tím i sekundární radioamatérské družice vypouštějí na retrogradní dráhy.



Obr. 4.10. Dráha synchronní se Sluncem

Znáznorníme-li dráhu družice na mapě světa v rovníkové projekci, zobrazí se dráha jako vlnovka (obr. 4.11). Dráhou družice myslíme její středovou projekci na zemský povrch — tzv. stínovou dráhu. Je to spojnice bodů nacházejících se postupně na zemském povrchu právě pod družicí (body SSP — subsatellite point). Začátek oběhu počítáme od okamžiku, kdy družice přechází z jižní polokoule na severní, tj. kdy protíná rovinu proloženou rovníkem. V astronomii se nazývá tento bod výstupný uzel a u družic se ujal označení EQX (equator crossing) — česky křížení rovníku. V družicové geometrii udáváme zeměpisnou délku jen jako západní v oboru $0-360^\circ$. Vy-



Obr. 4.11. K výkladu separace drah

hneme se tak potíží se změnou znaménka při přechodu ze západní na východní polokouli.

Na obr. 4.11 vychází vlnovka dráhy z EQX na nultém poledníku. Kdyby se Země neotáčela, procházela by družice za dobu $T/2$ sestupným uzlem na 180 z. d. Za dobu např. $T/2 = 60$ min se Země pootočí východním směrem o 15°, takže sestupný uzel bude na zeměpisné délce 195 z. d. EQX následujícího oběhu nastane na 30° z. d., další křížení budou na 60, 90° z. d. atd. Rozteč mezi jednotlivými EQX je konstantní a nazývá se přírůstek zeměpisné délky za jeden oběh nebo stručněji separace drah. Přibližně platí

$$\text{separace } s = T/4 \quad [\text{deg záp./oběh; min}]. \quad (16)$$

Pro přesné určení separace drah musíme vzít v úvahu vliv stáčení oběžné roviny (u retrográdní dráhy separaci zmenšuje) a skutečnou rychlost zemské rotace, která je 360° za 23 h 56 min 4 s (jeden hvězdný den).

K jednoznačné identifikaci se jednotlivé oběhy družice číslují (Orbit No). První oběh se počítá až od prvního EQX a nikoliv od místa startu rakety. Časový údaj EQX a jeho zeměpisná délka spolu se znalostí parametrů dráhy — T , i , s jsou údaje, z kterých lze určit

polohu družice v libovolném časovém okamžiku. T , i , s zůstávají prakticky konstantní a údaje o EQX jsou publikovány v časopisech, hlášeny v zpravodajských relacích na KV pásmech nebo dokonce přímo majákovým vysílačem z paluby družice.

Převáděče obíhající na nízké polární oběžné dráze mají své výhody i nevýhody. K výhodám patří časté startovací příležitosti, neboť meteorologické družice jsou pravidelně obnovovány. Vzhledem k malé vzdálenosti od Země je útlum trasy poměrně malý a k provozu přes převáděč stačí nenáročné zařízení pozemní stanice i malý výkon převáděče. Omezený dosah a rychle se posunující komunikační zóna mají za následek, že převáděč obsluhuje vždy jen malou část radioamatérů. Proto je vzájemné rušení při provozu únosné i při šířce převáděčového kanálu 40—50 kHz. K výhodám dále patří i snadná predikovatelnost polohy a plánování spojení jednoduchými predikcemi pomůckami.

Na druhé straně představuje pro uživatele rychlý pohyb řadu nevýhod. Patří k nim nepříjemný Dopplerův posuv kmitočtu, omezení dosahu na vzdálenosti kolem 8000 km, přičemž podmínky pro uskutečnění nejvzdálenějších spojení trvají jen několik desítek sekund, nutnost neustálého směřování antény na družici. Přes všechny tyto nevýhody družice na nízké oběžné dráze zřejmě neztratí svůj význam ani v době, kdy budou v provozu modernější a pokročilejší projekty.

Vysoká eliptická dráha

Vysokou eliptickou dráhou rozumíme takovou dráhu, která má apoгеum ve vzdálenosti řádu 10 000 km, takže oběžná doba družice je srovnatelná s délkou dne. Taková dráha je plánována pro družice třetí generace (AMSAT Phase 3).

Značně protáhlá eliptická dráha představuje velký kvalitativní skok v družicové komunikaci, neboť dovolí pracovat nepřetržitě až 10 hodin a umožní navazovat spojení téměř s protinožci. Eliptická dráha znamená i mnoho nového v problematice prediko-

vání polohy družice a směřování antén. Zdánlivý pohyb družice po obloze je složitější než ten, na nějž jsme byli zvyklí u dosavadních družic na nízké kruhové dráze. Zato pohyb je pomalý a odpadne většina nepříjemností vyjmenovaných na konci předchozího odstavce. Problematika eliptické dráhy je osvětlena na hypotetické, plánované dráze družic Phase 3.

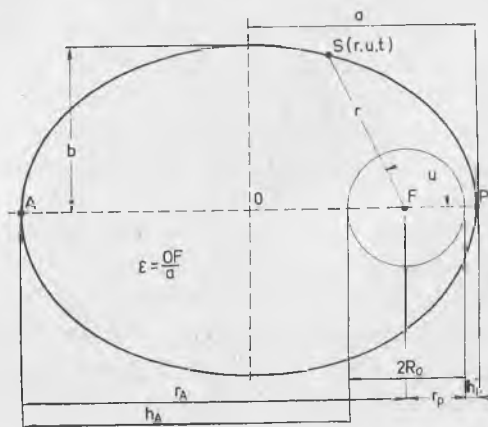
Základní principy a pojmy

Pohyb družice na oběžné dráze je v prvním přiblížení určen třemi Keplerovými zákony nebeské mechaniky, formulovanými pro sluneční soustavu již počátkem 17. století:

1. Planety obíhají v elipsách, v jejichž jednom společném ohnisku je Slunce.
2. Plochy opsané průvodičem Slunce—planeta jsou úměrné času.
3. Dvojmoce oběžných dob planet jsou úměrné trojmocem velkých poloos.

V našem případě je zapotřebí na místě centrálního tělesa uvažovat Zemi a místo planet družice. Hmotu družice je při tom zcela zanedbatelná proti hmotě Země.

Na obr. 4.12 je znázorněna plánovaná eliptická dráha družice



Obr. 4.12. Eliptická dráha Phase 3

Phase 3 a označeny všechny důležité parametry popisující dráhu v její rovině.

Význam symbolů:

a — velká poloosa	O — střed elipsy
b — malá poloosa	F — ohnisko = střed Země
e — číselná výstřednost	R — zemský poloměr
P — perigeum	A — apogeum
r_P — vzdálenost perigea	r_A — vzdálenost apogea
h_P — výška perigea	h_A — výška apogea
r — průvodič	u — pravá anomálie

Délka oběžné doby T je podobně jako u kruhové dráhy určena vztahem

$$T^2 = (2\pi)^2 \cdot a^3 / kM, \quad T = 1,65844 \cdot 10^{-4} \sqrt{a^3} \quad [\text{min}; \text{km}] \quad (17)$$

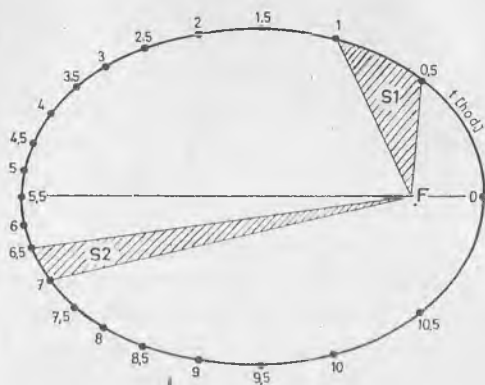
Tvar elipsy je určen dvojicí parametrů, v astronomii se obvykle udává velká poloosa a výstřednost. Pro družici Phase 3 jsou plánovány parametry: $h_P = 1500$ km, $h_A = 35\,786$ km. Z toho vyplývají ostatní — $a = 25\,014$ km, $b = 18\,216$ km, $e = 0,6853$, $T = 656,1$ min. Pro zjednodušení budeme předpokládat zaokrouhleně oběžnou dobu jedenáctihodinovou, tj. $T = 660$ min.

Poloha družice S na orbitální elipse je jednoznačně určena délkou průvodiče r a úhlem u , který svírá průvodič se směrem FP . Úhel u se nazývá pravá anomálie. Poměrně složitými vztahy lze vypočítat i časový údaj — časový interval od průchodu družice perigeem do polohy S (r, u). Inverzní vztah $u = F(t)$, který by byl pro praxi výhodnější vede na transcendentní rovnici a musí se řešit iteračními metodami. Podrobnější poučení je v [lit. 2].

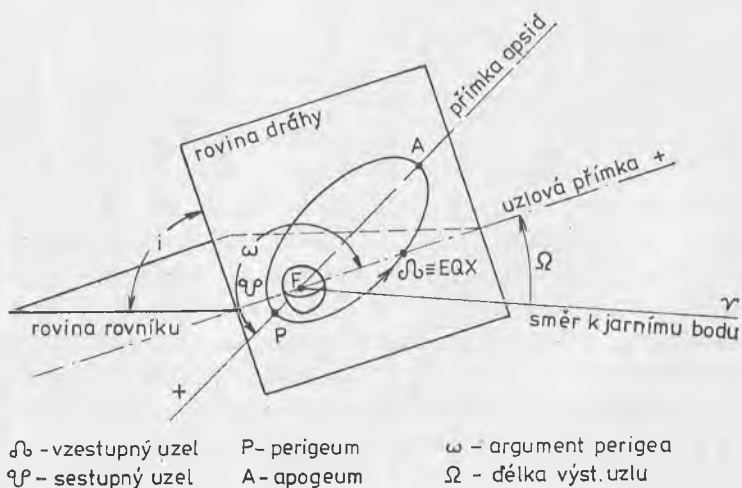
Na obr. 4.13 je nakreslena též elipsa příslušná oběžné době $T = 11$ hodin a na ní jsou vyznačeny polohy družice v půlhodinových intervalech. Pro názornost je též zakreslena geometrická interpretace 2. Keplerova zákona. Obě plochy $S1$ a $S2$, opsané průvodičem za stejný časový interval 30 minut, jsou stejné. Již na první pohled je patrné, že pohyb v apogeu je velmi pomalý, zatím co v okolí perigea je přibližně tak rychlý, jako byl pohyb družic AO6 a AO7.

Dosavadní výklad se omezil na rovinu oběžné dráhy. K určení

Obr. 4.13. Pohyb po eliptické dráze ($T = 11$ hodin)

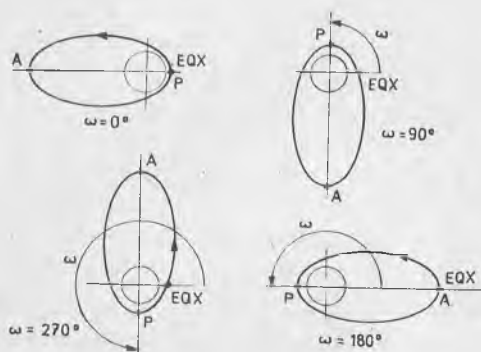


polohy a orientace dráhy v prostoru vůči Zemi potřebujeme znát další prvky dráhy. Jsou to: sklon dráhy i , délka výstupného uzlu Ω , argument perigea ω . Význam těchto parametrů osvětluje obr. 4.14. Rovina oběžné dráhy svírá s rovinou rovníku úhel i (sklon dráhy, inklinace). Protíná se s rovinou rovníku v tzv. uzlové přímce. V bodě označeném EQX (výstupný uzel) přechází družice rovník z jihu na sever. Polohu výstupného uzlu v rovině rovníku určuje délka (rek-



Obr. 4.14. Parametry eliptické dráhy v prostoru

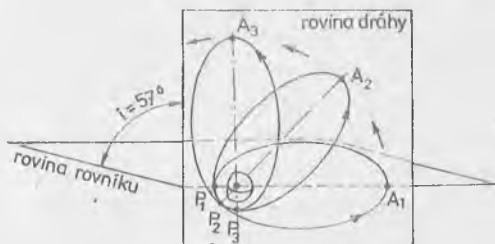
tasceze) výstupného uzlu Ω . Je to úhlová vzdálenost měřená od vztažného směru, kterým je v astronomii směr k jarnímu bodu. Jarní bod je místo na nebeské sféře, kam se nám promítá Slunce v okamžiku jarní rovnodennosti (v souhvězdí Berana). Poslední prvek dráhy — argument perigea ω (úhlová vzdálenost) určuje polohu osy elipsy v rovině dráhy vůči uzlové přímce. Osa elipsy, tj. spojnice perigea s apogeem, se nazývá přímka apsid. Úhel ω se měří od kladného směru uzlové přímky ve směru pohybu družice k polo-přímce FP . Několik drah s různým argumentem perigea je na obrázku 4.15. Pro zjednodušení se uvažuje polární dráha ($i = 90^\circ$). K určení polohy družice na oběžné dráze potřebujeme ještě vztažný časový údaj. Zpravidla je jím čas t_P v okamžiku průchodu družice perigeem.



Obr. 4.15. Význam argumentu perigea

Závěrem. K výpočtu polohy družice nebo jiného kosmického tělesa potřebujeme znát celkem pět údajů definujících tvar a polohu dráhy a jeden údaj časový (tzv. 6 elementů dráhy): velká poloosa, výstřednost, sklon dráhy, délka výstupného uzlu, argument perigea, časový okamžik průchodu perigeem. U družic obvykle sdružujeme časový údaj a délku výstupného uzlu do údaje o EQX, kdy udáváme čas a zeměpisnou délku křížení rovníku.

Ani u vysoké eliptické dráhy nemůžeme zanedbat různé rušivé vlivy — např. gravitaci Slunce, Měsíce, tlak slunečního záření a větru. Ale největší vliv má nepravidelný tvar Země společně se svým nehomogenním gravitačním polem. Kromě stáčení roviny dráhy, a tedy i uzlové přímky ve směru (nebo proti směru) rotace Země, které bylo popsáno u nízké kruhové dráhy, dochází navíc k stáčení přímky apsid v rovině dráhy družice. Zatímco stáčení uzlové přímky lze zahrnout do predikčních dat upravením hodnoty separace drah, stáčení přímky apsid musíme probrat trochu podrobněji.



Obr. 4.16. Stáčení přímky apsid

Stáčení přímky apsid je znázorněno na obr. 4.16. Je to postupné otáčení apogea a perigea kolem ohniska elipsy a tudíž i postupná změna argumentu perigea. Rychlost stáčení závisí na parametrech orbitální elipsy a na sklonu dráhy a vyjadřuje se jako přírůstek argumentu perigea za jeden den:

$$d\omega/dt = 5,0^\circ \cdot (R/a)^{7/2} \cdot (5 \cos^2 i - 1)/(1 - e^2)^2. \quad (18)$$

Závislost stáčení na sklonu dráhy i je významná. Podle velikosti sklonu se totiž mění dokonce smysl stáčení. Při úhlu $i < 63,43^\circ$ je smysl stáčení kladný a přímka apsid se stáčí ve směru pohybu družice (na obr. 4.14 se argument perigea zvětšuje). Při úhlu $i > 63,43^\circ$ je smysl stáčení opačný, směřuje proti pohybu družice. Při inklinaci přesně $i = 63,43^\circ$ je stáčení nulové a dráha je stabilní. Takového sklonu dráhy používají např. sovětské spojové družice typu „Mol-

nija“, aby byla dlouhodobě zachována stejná komunikační doba i dosah. Jejich apogeum setrvává nad určitou zeměpisnou šířkou na severní polokouli.

Stáčení přímky apsid má za následek, že eliptická dráha v prostoru zaujme postupně všechny konfigurace znázorněné na obr. 4.15. Apogeum nacházející se původně nad severní polokoulí se postupně přestěhuje nad rovník, pak nad jižní polokouli atd. Pro první družici Phase 3A byl plánován sklon dráhy $i = 57^\circ$. Stáčení přímky apsid by bylo dost pomalé — asi $0,07^\circ$ za den, tj. asi 26° za rok. Apogeum by si vyměnilo s perigeem místo zhruba za 7 let. Pro druhou družici — Phase 3B — byla již plánována dráha typu „Molnija“, aby odpadlo stáčení přímky apsid a aby jednou navržené predikční pomůcky vyhovovaly trvale.

Pro úplnost uveďme i vztah pro stáčení uzlové přímky pro eliptickou dráhu. Je podobný vztahu (15) i (18):

$$d\Omega/dt = -10,043^\circ \cdot (R/a)^{7/2} \cdot \cos i / (1 - e^2)^2. \quad (19)$$

Rychlost stáčení $d\Omega/dt$ se udává ve stupních za den, a je délka velké poloosy, R je poloměr Země.

Geostacionární a geosynchronní dráha

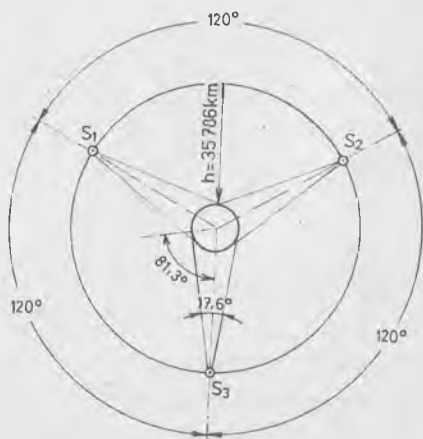
Budoucnost radioamatérských družic patří převáděčům na geostacionární dráze. Takové projekty budou uskutečňovány v druhé polovině osmdesátých let jako družice čtvrté generace (Phase 4). Profesionální spojové družice na geostacionární dráze jsou již zcela běžné a v nejbližší době budou v provozu družice pro přímé televizní vysílání nad evropským územím.

Geostacionární dráha je přesně kruhová dráha s oběžnou dobou rovnou době jedné otočky Země. Souhlasí-li rovina dráhy s rovníkovou rovinou a je-li smysl pohybu družice shodný se smyslem rotace Země, setrvává družice stále nad jedním rovníkovým místem zemského povrchu. Proti jiným družicím má stacionární družice zjevnou výhodu v tom, že antény pozemských stanic stačí trvale zamířit

na družici, jejíž poloha se vůči pozemské stanici s časem vůbec nemění.

Aby stacionární družice měla správnou oběžnou dobu, souhlasící s délkou hvězdného dne (23 h 56 min 4 s), musí obíhat ve výšce 35 786 km nad rovníkem. Z této výšky „vidí“ družice Zemi jako kotouček s úhlovým rozměrem $17,24^\circ$ a ozařuje na Zemi plochu o poloměru 9951 km (81,3 zeměpisných stupňů). Družicový převáděč může proto obsluhovat maximálně 42,4 % zemského povrchu. K pokrytí celé zeměkoule je zapotřebí tří stacionárních družic „zavěšených“ nad rovníkem s roztečí 120° (obr. 4.17). Ani takový družicový systém není zcela dokonalý. Družice nemohou obsluhovat polární oblasti, protože v místech se zeměpisnou šířkou větší než $81,3^\circ$ nejsou nad obzorem. Při poloze pozemské stanice uprostřed mezi dvěma stacionárními družicemi je kritická zeměpisná šířka ještě menší — $72,4^\circ$. Družice také neumožní navazovat spojení s protinožci. I v těch případech, kdy pozemská stanice má nad svým obzorem dvě stacionární družice, zůstává dost značné území na protější straně zeměkoule mimo komunikační dosah převáděčů.

Dopravení družice na geostacionární dráhu je náročné na přesnou funkci raketových motorů. Navíc jsou i po usazení družice potřebné jemné korekce polohy, neboť dráhu družice ovlivňuje gravitační pole Slunce a Měsíce; uplatňuje se též nekulový tvar Země a neho-



Obr. 4.17. Soustava geostacionárních družic

mogenita jejího gravitačního pole i tlak slunečního záření. Družice pak „oscilují“ kolem své nominální polohy, resp. opisují osmičkové křivky. Proto se telekomunikační družice opatřují korekcemi tryskami na stlačený plyn, jimiž se poloha družice koriguje, případně se opravuje směřování palubních antén.

Pro radioamatérské družice se zatím nepředpokládá potřeba tak přesné stálosti polohy a připouští se jistý vlastní pohyb — drift. Dokonce jeden z projektů uvažuje s jedinou driftující družicí na dráze s výškou mírně podstacionární nebo nadstacionární. Taková družice by pak např. během několika měsíců obkroužila Zemi a postupně poskytovala v různých místech na Zemi výhody „téměř stacionární“ polohy. Veškeré projekty radioamatérských družic na geostacionární dráze musí být vypracovány a realizovány velmi odpovědně. Nad rovníkem ve výšce 35 786 km začíná být již těсно. Na geostacionární dráze se již nachází mnoho profesionálních družic a jenom pro rozhlasovou službu jsou plánovány polohy po 6° zeměpisné délky; obavy z případného vzájemného rušení či kolize jsou oprávněné.

Pro úplnost je třeba ještě vysvětlit pojem dráhy geosynchronní. Geosynchronní dráha je pouze obecnějším případem dráhy geostacionární. Oběžná doba se rovná jednomu hvězdnému dni jako u dráhy geostacionární, ale sklon dráhy může být libovolný. Družice pak vždy za 23 h 56 min 4 s zaujme na obloze stejnou polohu. Souhlasí-li zeměpisná poloha pozorovatele se zeměpisnou délkou družice, bude družice zdánlivě vykonávat pohyb jen ve vertikálním směru. Na jiných místech bude družice opisovat složitější uzavřenou křivku. Obecná geosynchronní dráha je proto pro komunikační účely málo vhodná.

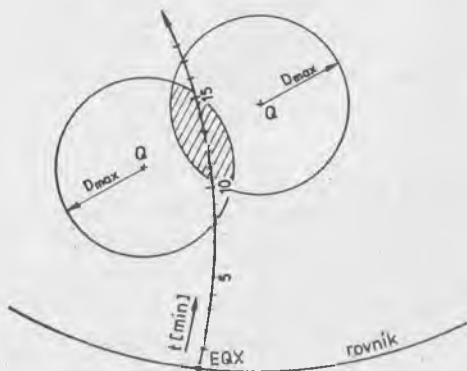
Predikování polohy družice

K provozu potřebujeme znát dobu, kdy je družice nad naším obzorem, v kterém směru a v jaké výšce, případně i to, zda je současně nad obzorem žádané protistanice. Zejména u družic na nízké oběžné

dráze jsou to úlohy velmi potřebné, protože přelet družice trvá jen několik minut. Často nám postačí alespoň určit dobu východu družice nad obzor (označuje se AOS — Acquisition of signal) a dobu západu družice (označujeme LOS — Loss of signal) — viz obr. 4.1 a obr. 4.9.

Velmi názorně lze úlohy řešit na rozměrnějším glóbusu. Kolem stanoviště stanice Q nakreslíme obzorníkovou kružnici odpovídající výšce dráhy; na kružnici lze vyznačit i azimutální stupnici. Těsně nad povrch glóbusu upevníme drát nebo průhledný pás, tak aby jeho sklon k rovníku odpovídal inklinaci družicové dráhy, a vyznačíme na něm časovou stupnici odpovídající oběžné době. Natočením glóbusu nastavíme bod křížení rovníku na udanou zeměpisnou délku EQX a sledujeme, zda dráha družice protne obzorníkovou kružnici a kolikátou minutu po křížení rovníku (obr. 4.9). Současně ale musíme natáčet glóbus ve směru rotace Země (tj. východním směrem) o $0,25^\circ$ za každou minutu od okamžiku křížení. Při plánování komunikace s žádanou stanicí (oblastí, zemí) zakreslíme obzorníkové kružnice z obou stanovišť a hledáme odpovídající místo EQX, při němž dráha prochází oblastí společné viditelnosti družice co nejdéle (obrázek 4.18). Na časové stupnici odečítáme, za jak dlouhou dobu po EQX nastanou geometrické podmínky pro uskutečnění spojení a jak budou dlouho trvat.

Názornost modelování na glóbusu je vlastně jediná přednost této metody. U družic s nízkou dráhou je nevýhodné, že využíváme jen malou část povrchu glóbusu. Další potíže nastanou, kdž se mají



Obr. 4.18. Určení geometrických podmínek pro spojení mezi dvěma stanicemi

současně modelovat oblety několika družic s různými dráhovými parametry nebo dokonce oběžná dráha značně eliptická s nelineárním časovým dělením. Proto v provozní praxi dáváme přednost řešení navigačních úloh na mapách. Avšak žádná kartografická projekce nezobrazuje věrně všechny potřebné parametry — např. obzorníková kružnice se nezobrazí jako kružnice a její tvar závisí na zeměpisné šířce, azimutální stupnice (kompasová růžice) je zobrazena nelineárně atp. Přesto jsou grafické predikční pomůcky dostatečně přesné a názorné, a proto také velmi oblíbené. V následujících odstavcích jsou popsány metody predikce pro jednotlivé typy družicových drah včetně potřebných matematických vztahů.

Kruhová dráha

Základem je mapa severní polokoule v stereometrické polární projekci s lineární stupnicí zeměpisné šířky. Tato mapa je používána v meteorologii a letecké navigaci a pro naše účely je velmi vhodná, protože kruhová dráha družice se v ní zobrazuje jako kruhový oblouk s lineárním časovým dělením. Také obzorník a jiná geometrická místa bodů stejně vzdálených od stanoviště (tzv. ekvidistancionály) se zobrazují jako křivky blížící se kružnici. Pouze kompasová růžice není lineární s výjimkou směru sever—jih.

Do polární mapy je třeba vynést dráhu družice již korigovanou vlivem otáčení Země. Vztahy pro určení zeměpisné polohy družice (vlastně její projekce na zemský povrch — SSP) v čase t po křížení rovníku se získají řešením vzorců sférické trigonometrie podle obrázku 4.19. Platí:

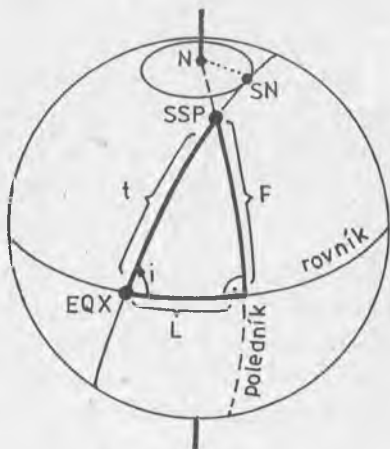
$$\sin F = \sin t \cdot \sin i \quad \text{a} \quad \operatorname{tg} L = \operatorname{tg} t \cdot \cos i ,$$

takže pro zeměpisnou polohu bodu S (L, F) v čase t minut po EQX včetně vlivu zemské rotace platí

$$\text{zem. šířka } F = \arcsin [\sin i \cdot \sin (360/T)], \quad (20)$$

$$\text{zem. délka } L = \operatorname{arctg} [\cos (180 - i) \cdot \operatorname{tg} (360t/T) + t/4 + L_x ; \quad (21)$$

kde i je sklon dráhy, T oběžná doba v minutách, L_x zeměpisná délka bodu EQX. Ve vzorci (21) člen $t/4$ odpovídá vlivu rotace Země. Chyba vzniklá zanedbáním rozdílnosti délky hvězdného dne od 24 hodin a zanedbáním vlivu stáčení výstupného uzlu během jednoho oběhu je zcela zanedbatelná.

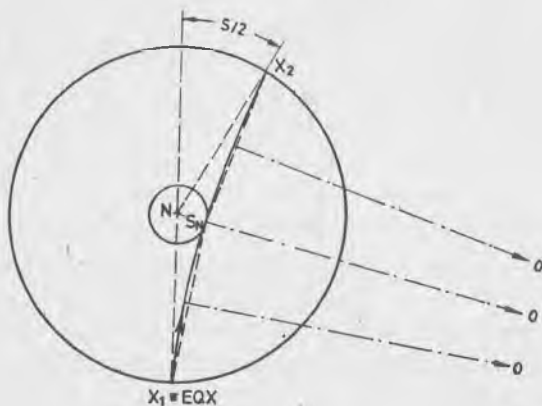


Obr. 4.19. K výpočtu zeměpisných souřadnic stínu družice (SSP)

Vzorec (21) platí pro dráhu retrogradní ($i > 90^\circ$), zeměpisná délka L vychází kladná směrem západním v souladu se smyslem měření zeměpisné délky družic ($0-360^\circ$ z. d.). Pro dráhu přímou vychází zpočátku L záporná a je třeba přičíst 360° . Dále je nutné dát pozor na změnu znaménka funkce tg ($360t/T$). Po čtvrtině dráhy $t/T = 1/4$ je tg záporný a arctg vychází jako záporný úhel. Správná hodnota zeměpisné délky v intervalu ($t/T = 1/4, t/T = 1/2$) je $180^\circ + L$.

Uvedené vztahy jsou potřebné hlavně tehdy, když predikci polohy řešíme na počítači. Na polární mapě můžeme využít toho, že dráha má tvar kruhového oblouku a nemusíme ji počítat. Ke konstrukci kruhového oblouku postačí znát tři jeho body. Jeden bod je výchozí $\text{EQX} \equiv X_1$, druhý bod je sestupný uzel X_2 , který má zeměpisnou délku $\text{EQX} + 180 + s/2$ (s je separace drah), třetím bodem je bod S_N , který leží na ose úsečky X_1X_2 . Bod S_N je bodem dráhy s nejvyšší zeměpisnou šířkou, tzn. je bodem nejbližším severnímu pólu (obr. 4.19). Jeho zeměpisná šířka se rovná sklonu dráhy i . Je-li sklon dráhy větší než 90° , bude zem. šířka bodu S_N $180^\circ - i$

Do mapy je nutno dále zakreslit obzorníkovou „kružnici“ kolem stanoviště pozemní stanice. Dva body na místním poledníku jsou známé a jejich zeměpisné šířky jsou $F_Q \pm \gamma_{\max}$. Úhel $\gamma_{\max}$ je maximální délka oblouku při nadhlavníkovém přeletu (viz obr. 4.1 a tabulka 2). Ostatní body ekvidistanční je nutno získat po-



482

četně. Stačí vypočítat jen jednu („východní“ nebo „západní“) polovinu — ekvidistancionála je osově souměrná. Jednotlivé body křivky mají zeměpisné souřadnice F , L vyhovující vztahu

$$\cos \gamma_{\max} = \sin F \cdot \sin F_Q + \cos F \cdot \cos F_Q \cdot \cos (L - L_Q), \quad (22)$$

kde F_Q a L_Q je zeměpisná šířka a délka stanoviště.

Chceme-li predikční pomůckou určovat i výšku družice nad obzorem (elevaci), musíme zakreslit do mapy další, menší soustředné ekvidistancionální „kružnice“ odpovídající zvoleným elevačním úhlům. Vztah mezi elevačním úhlem β a vzdáleností vyjádřenou obloukem γ je popsán rovnicí

$$\gamma = \arccos |\cos \beta \cdot R / (R + h)| - \beta \quad (23)$$

nebo

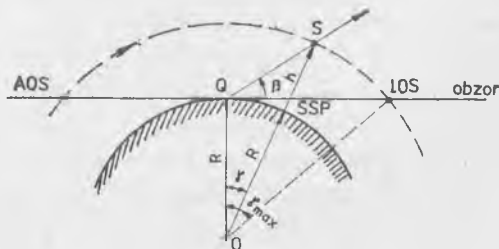
$$\beta = \arctg \left[\frac{\cos \gamma + R / (R + h)}{\sin \gamma} \right], \quad (24)$$

kde R je poloměr Země (6378 km), h výška dráhy. Geometrie je znázorněna na obr. 4.22, 4.23.

Posledním úkolem je vynést do polární mapy azimutální stupnici (kompasovou růžici). S výjimkou směru S—J jsou směry do jiných světových stran zakřivené v závislosti na vzdálenosti od stanoviště. Závislost azimutálního úhlu α na zeměpisných souřadnicích udává vztah:

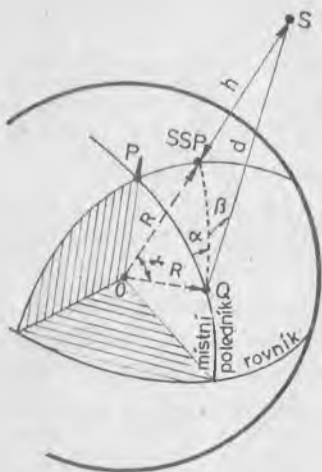
$$\alpha = \arctg \frac{\sin (L - L_Q)}{\cos F_Q \cdot \operatorname{tg} F - \sin F_Q \cdot \cos (L - L_Q)} \quad (25)$$

Výsledkem využití všech popsaných principů a vztahů je predikční pomůcka navržená pro stanoviště se souřadnicemi 50° s. š., 15°



Obr. 4.22. Výpočet elevačního úhlu

v. d. (tj. zhruba uprostřed českých zemí) pro družice AO8 a RS (obr. 4.24). Umožňuje s přesností jedné minuty určit využitelné přelety družic, přičemž se může s postačující přesností určit azimut a odhadovat elevace. V části mapy, kde to nepřekáží, jsou zakresleny vzorové dráhy družic s časovými stupnicemi. Dráhy i s minutovým dělením si překreslíme na průsvitku a připevníme otočně kolem severního pólu. Nyní již jen potřebujeme znát čas a místo křížení rovníku (EQX). Na bod EQX nastavíme počátek vzorové dráhy a odečítáme kolikátou minutu po EQX družice vystoupí nad obzor (AOS),



Obr. 4.23. Prostorové znázornění pro výpočet elevačního a azimutálního úhlu

kdy zapadne (LOS) a současně na azimutální stupnici odečítáme příslušné azimuty a během přeletu na ekvidistancionálách potřebnou elevaci antény. Pro další oběh družice pootočíme dráhu směrem západním o úhel separace drah a k předchozímu času EQX přičteme dobu jednoho oběhu. Pro popsanou, velmi rozšířenou predikční pomůcku se vžil název OSCARLOCATOR nebo zkráceně OSCAR-LATOR a lze na ní řešit prakticky všechny úlohy jako na glóbusu. Může se ještě různými doplňky zlepšit, účelné je např. doplnit ekvidistancionálu pro max. komunikační dosah (odpovídá úhlu $2\gamma_{\max}$).

Ryze „počítačový“ přístup k výpočtům predikcí je schůdný jen s programovatelným kalkulátorem nebo počítačem. Provozní zku-

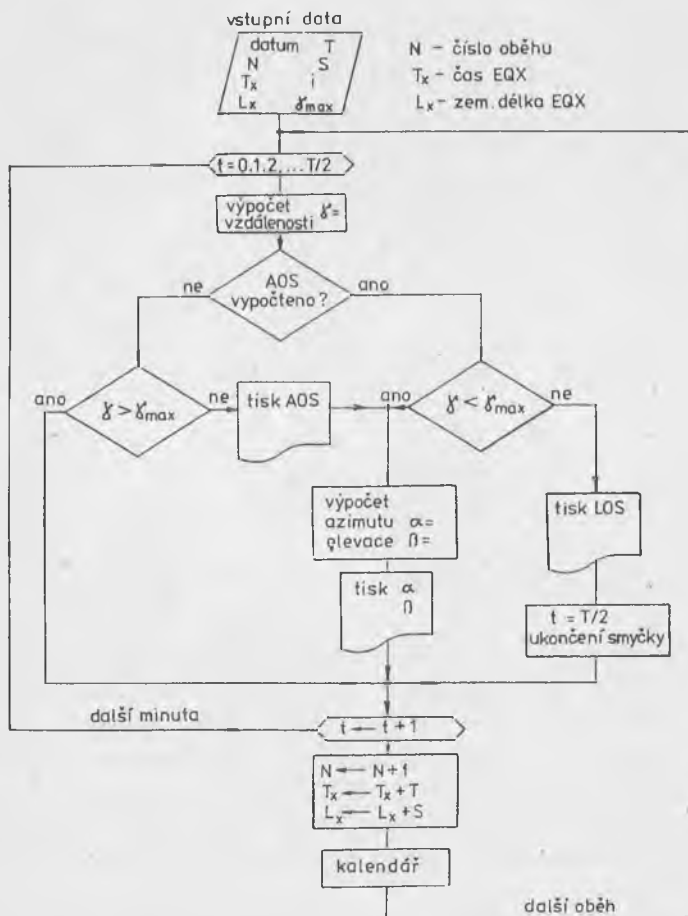


Obr. 4.24. Predikční pomůcka OSCARLATOR

šenosti ukázaly, že nejvhodnější je kombinace digitálního a analogového způsobu. Počítačem se vypočtou jednotlivé EQX a případně i doby AOS/LOS. Ostatní údaje se odečítají během přeletu na OSCARLATORu. Při zcela digitální predikci bez mapy schází „zeměpisný názor“ na komunikační využitelnost družice. V budoucnu bude určitě běžné využívat k zobrazení mapy i polohy družic domácí televizor.

Vývojový diagram programu pro výpočet AOS/LOS, azimutu a elevace je naznačen na obr. 4.25. Po zadání referenčního EQX (datum, číslo oběhu N , čas EQX T_x , zem. délka EQX L_x) se zadaným

krokem (obvykle 1 minuta) mění čas a v jednotlivých časových okamžicích se vypočítává zeměpisná poloha stínu družice vztahy (20), (21) a jeho oblouková vzdálenost k stanovišti vztahem (22). Jakmile je vzdálenost menší než $\gamma_{\max}$, vytiskne se čas AOS a program zahájí výpočet azimutů a elevací vztahy (25) a (24). Jejich výpočet pokračuje až do časového okamžiku, kdy družice „vystoupí



Obr. 4.25. Vývojový diagram programu pro predikci polohy družice na kruhové dráze

pí“ z plochy omezené obzorníkem, tj. vzdálenost γ bude opět větší než $\gamma_{\max}$. Vytiskne se čas LOS a časová smyčka se ukončí. Po přičtení periody oběhu a separace drah se přechází na výpočet dalšího oběhu. Součástí programu je i „kalendářní“ podprogram, který hlídá přechod přes 24. hodinu, přes poslední den měsíce a roku. Protože vztahy obsahují velké množství goniometrických funkcí, probíhají výpočty relativně pomalu. Vyplatí se proto zabudovat do programu různé zrychlovací obraty, aby se počet „zbytečně“ počítaných souřadnic a vzdáleností snížil.

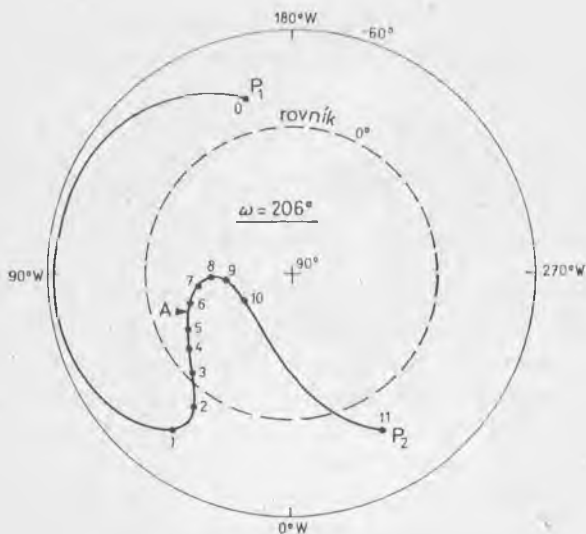
Vysoká eliptická dráha

Problematika predikování polohy družice na značně excentrické dráze je proti kruhové dráze podstatně složitější proto, že pohyb družice je nerovnoměrný a také výška nad zemským povrchem a tedy i komunikační dosah se neustále mění. Moderní výpočetní technika snadno zvládne potřebné výpočty a dokonce lze sestavit systém pracující v reálném čase, který ovládá anténní rotátory. Nemá ale zatím každý doma mikropočítač nebo programovatelný kalkulátor. Proto mají stále význam jednoduché grafické predikční pomůcky, a to tím spíše, že pro směřování běžných antén je přesnost 5° více než dostatečná.

Na rozdíl od kruhových drah, s nimiž je dostatek zkušeností a kde jsou metody predikce bohatě prověřené praxí, u eliptické dráhy je nutno použít složitější postupy. Uvedené příklady odpovídají dráze, která byla plánována pro družici Phase 3A. Podobná dráha bude realizována družicí Phase 3C, zatím co současná družice AO10 — Phase 3B nedosáhla předpokládaných dráhových parametrů (menší sklon a vyšší perigeum). Proto uvedené obrázky a údaje mají význam pouze informativní a ilustrují navrhovanou metodu predikce.

Podobně jako u družice na nízké kruhové dráze základní představu o poloze, pohybu a komunikačních možnostech skýtá okamžitá zeměpisná poloha stínu družice na povrchu Země (bod SSP),

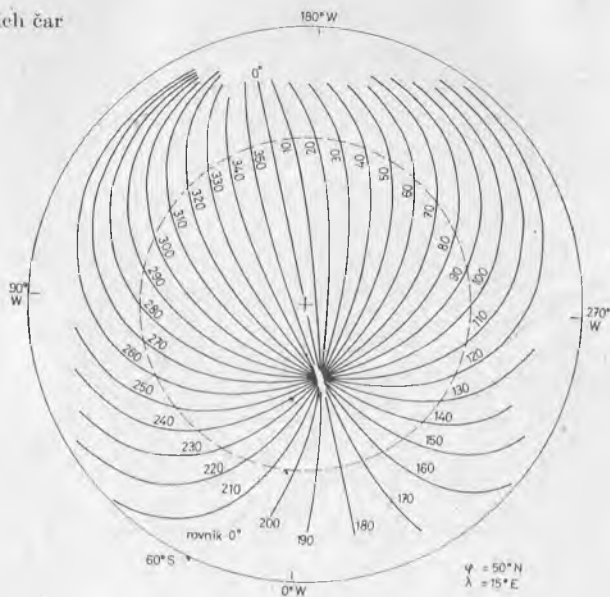
případně celá stínová dráha. Stínovou dráhu můžeme vynést spolu s časovými údaji do mapy světa — nejvhodnějším zobrazením je opět polární projekce, protože se na ní snadno a názorně modeluje otáčení Země. To má, vzhledem k dlouhé době oběhu, na rozdíl od nízké kruhové dráhy zcela zásadní vliv na tvar stínové dráhy.



Obr. 4.26. Dráha družice
Phase 3A v polární projekci

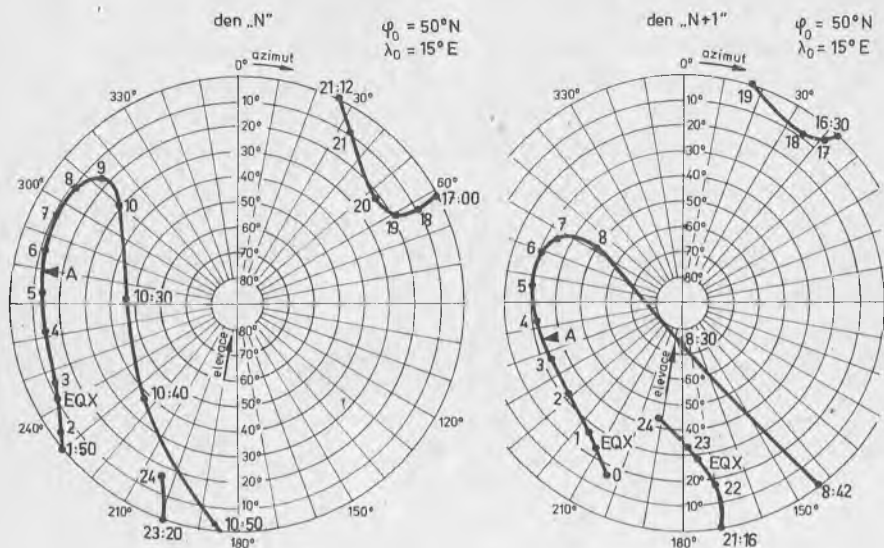
Na obr. 4.26 je schematicky znázorněna polární mapa v rozsahu od 60° jižní šířky s vyznačeným rovníkem. Do mapy je zakreslena stínová dráha družice s parametry Phase 3A ($i = 57^\circ$, $T = 11$ h, $\omega = 206^\circ$). Dráha začíná v bodě P_1 — v perigeu na jižní polokouli na zeměpisné šířce $-21,6^\circ$ v čase např. 00:00 UTC. Po 11 hodinách, tj. po jednom oběhu, družice dospěje do „následujícího“ perigea P_2 . Za 11 hodin se Země otočí o 165° , takže zeměpisná délka perigea P_2 leží o 165° západněji než P_1 . Podél dráhy je vyznačena časová stupnice s intervalem 1 hod. a také je označena poloha družice v apogeum bodem A. Křížení rovníku nastává přibližně 2 h 47 min po průchodu perigeem. Další oběh družice začíná na mapě z bodu P_2 a polohu dráhy získáme tak, že na průsvítce zakreslenou vzorovou dráhu pootočíme kolem severního pólu o 165° na západ, tj. tak, aby bod P_1 vzorové dráhy se ztotožnil s bodem P_2 prvního oběhu.

Obr. 4.27. Síť azimutálních čar
v polární projekci



Z dráhy znázorněné v polární projekci lze určit alespoň azimut družice. K tomu účelu se použije síť křivek z obr. 4.27. Jsou v něm v téže projekci zakresleny po 15° azimutály pro stanoviště v Čechách (50° s. š., 15° v. d.). Je to vlastně azimutální stupnice z predikční pomůcky OSCARLATOR rozšířená na téměř celou zeměkouli. Elevační úhel nelze ani přibližně odhadovat a z popsané mapy ani spolehlivě nevyčteme, kdy je družice nad naším obzorem. Určit se může pouze průchod družice nadhlavníkem, když stínová dráha prochází právě stanovištěm. U družice Phase 3C budou poměry příznivější. Phase 3C má mít inklinaci $i = 63^\circ$ a argument perigea $\omega = 240^\circ$. V tom případě bude apogeum položeno vždy nad 50° severní šířky, což znamená, že v naší zemi bude při každém oběhu nad obzorem!

Úplný přehled o azimutu a elevačním úhlu poskytuje počítačem vypracovaný katalog drah pro dané stanoviště v azimutálně elevačním zobrazení pro po sobě následující dny. Při jedenáctihodinové oběžné době se budou dráhy družice po obloze opakovat po 24 dnech. Stačí proto sestavit katalog obsahující 24 obrázků, z nichž dva uka-



Obr. 4.28. Příklad pohybu družice Phase 3 na obloze

zuje obr. 4.28. Azimut odečítáme na obvodu kružnice, délka průvodiče udává zenitální vzdálenost, tzn. že na okraji stupnice je nulová elevace, uprostřed je 90° — nadhlavník. V den „N“ družice vychází v 1 h 50 min v azimutu 230° . Pak postupuje dalších 7 hodin k severozápadu ve výšce maximálně 15° . V 9 h 30 min se směr pohybu obrátí a družice rychle projde vysoko nad západním obzorem a zapadne v 10 h 50 min přibližně na jihu. Téhož dne družice vyjde podruhé na SV obzoru, kde se bude pohybovat od 17 h do 21 h 12 min. Krátce před půlnocí vyjde potřetí — v azimutu 199° . Následující den „N + 1“ dráha navazuje na dráhu dne „N“ a má trochu podobný tvar. Již jen z uvedených dvou příkladů je zřejmé, že v příznivých dnech bude možný přístup k družici i přes 12 hodin, z toho až 9 hodin nepřetržitě.

Během provozu potřebujeme znát alespoň přibližně oblast světa, s kterou můžeme v daný okamžik komunikovat. Z „katalogových“ obrázků nebeské dráhy můžeme situaci DX jen zhruba odhadovat.

Maximální dosah družicového převaděče je v apogeu a jeho okolí (± 2 h). Nastává-li apogeum blízko našeho nadhlavníku, můžeme pracovat v okruhu asi 9000 km. Je-li ale apogeum těsně nad obzorem, můžeme pracovat na vzdálenost až dvojnásobnou, ovšem jen v tom směru, který odpovídá azimutu apogea. Přesněji určit komunikační oblast můžeme jen kombinovaným způsobem pomocí glóbusu a tabelované dráhy družice. V budoucnu bude možné všechny navigační úlohy svěřit domácímu počítači, který s využitím barevného televizoru jako zobrazovací jednotky vykreslí na stínítku mapu i údaje, jaké si budeme přát.

Geostacionární družice

Predikce polohy geostacionární družice je na rozdíl od všech ostatních drah úloha jednorázová. Družice „visí“ neustále nad stejným místem rovníku ve výšce 35 786 km a je proto pouze zapotřebí určit její azimut a elevaci.

V prvním kroku výpočtu zjistíme délku oblouku na hlavní kružnici mezi naším stanovištěm a stínem družice, tj. úhlovou vzdálenost γ :

$$\gamma = \arccos [\cos F_Q \cdot \cos (L_Q - L)], \quad (26)$$

kde F_Q , L_Q je zeměpisná šířka a délka stanoviště a L zeměpisná délka družice. Přitom západní délku považujeme za zápornou, východní za kladnou.

Je-li úhel γ menší než $81,3^\circ$, je geostacionární družice nad naším obzorem a má význam dále počítat azimut a elevaci. Azimutální úhel ze stanoviště na severní polokouli se počítá vztahem

$$\alpha = 180^\circ + \arctg [\tg (L_Q - L) / \sin F_Q]. \quad (27)$$

Pro elevační úhel platí vztah (24), který po dosazení konstant ($F_Q=50$, $L_Q=15$) se zjednoduší na

$$\beta = \arctg \left(\frac{\cos \gamma - 0,151266}{\sin \gamma} \right). \quad (28)$$

V tabulce 3 jsou pro stanoviště 50° s. š., 15° v. d. vypočteny azimuty a elevace geostacionárních družic umístěných v odstupu po 6° zeměpisné délky (plánované polohy pro rozhlasovou družicovou službu). Družice, které jsou nad obzorem níže než asi 5°, jsou nevyužitelné.

Tabulka 3. Geostacionární družice

(Azimutální a elevační úhly pro stanoviště 50° s. š., 15° v. d.)

Zeměpisná délka východní	Azimut	Elevace
— 61	279,2	0,2
— 55	271,4	4,0
— 49	263,5	7,7
— 43	255,7	11,4
— 37	247,9	15,0
— 31	240,0	18,4
— 25	232,2	21,6
— 19	224,4	24,7
— 13	216,6	27,5
— 7	208,7	29,9
— 1	200,9	31,8
5	193,1	33,2
11	185,2	34,0
17	177,4	34,1
23	169,6	33,6
29	161,7	32,4
35	153,9	30,6
41	146,1	28,3
47	138,2	25,6
53	130,4	22,7
59	122,6	19,5
65	114,7	16,1
71	106,9	12,6
77	99,1	9,0
83	91,2	5,3
89	83,4	1,5

Palubní vybavení družic

S výjimkou prvních jednoduchých družic nese každá družice na palubě celý soubor elektronických zařízení. Jeho skladba se s rostoucím pokrokem stává stále důmyslnější a složitější, navíc se mění podle poslání družice. Hlavní přístrojové bloky se však opakují u všech družic. Jsou to:

- energetický a napájecí blok,
- majákový vysílač,
- telemetrický systém,
- povelový přijímač a blok ovládací logiky,
- převáděč,
- anténní systémy.

K nim pak podle potřeby mohou přistupovat různé další přístroje a obvody, např. pro vykonávání fyzikálních měření a pokusů, obvody pasívní či aktivní stabilizace polohy, televizní kamery atd. V nejnovějších družicích se přechází na autonomní řízení režimu palubních zařízení, takže v palubní výbavě je i mikropočítač.

Energetická soustava

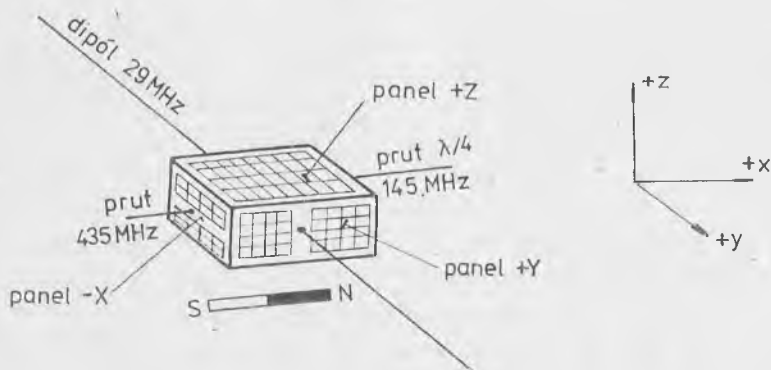
Energetický a napájecí blok rozhoduje o životnosti družice a o tom, jak složité a na spotřebu náročné zařízení lze na palubě umístit. Počínaje družicemi druhé generace se jako primárního zdroje používá slunečních fotoelektrických článků. Dnešní účinnost přeměny energie dosahuje až 11 % z teoretické hranice asi 25 %. Sdružením mnoha slunečních článků se vytvoří panel sluneční baterie. Požadované napětí při dané výkonové úrovni se získává sérioparalelním zapojením modulů z křemíkových článků. Jednotlivé články jsou pokryty tenkou ochrannou vrstvou spékaného křemíku proti protonové a elektronové radiaci. Ochranný povlak ale snižuje výkon článků. Výkon slunečních baterií klesá s dobou jejich životnosti — řádově o 20–30 % za 5 let. U dosavadních radioamatérských družic je

spotřeba palubní elektroniky relativně malá, takže zatím postačilo slunečními články pokrývat povrch pouzdra.

Množství vyrobené elektrické energie závisí na úhlu dopadu slunečních paprsků na sluneční panely; družice mají jistou vlastní rotaci, takže poměry se neustále mění. Proto lze z telemetrických údajů o proudu jednotlivých panelů získat informaci o rychlosti a smyslu rotace družice. Z toho důvodu se panelům přiřazuje označení podle vztahné souřadné soustavy (příklad na obr. 4.29), která souvisí i s orientací družice vůči Zemi.

Družice na dráze synchronní se Sluncem procházejí zemským stínem při každém oběhu. Délka průchodu stínem je kratší než polovina oběžné doby. Na vyšších drahách je doba zastínění družice podstatně kratší. Například u geostacionární družice nastává „zastmění družice“ (eklipa) jen ve dnech 27. února—12. dubna a 1. září až 15. října s maximální délkou 72 minut ve dnech rovnodennosti.

Po dobu eklipse energetické výdaje pokrývá palubní akumulátor, který je jinak neustále dobíjen ze sluneční baterie. Akumulátor je nejnamáhanějším zařízením na palubě a také družice AO6, 7 i 8 skončily činnost pro jeho poškození. Používá se kvalitních, vybíraných akumulátorů NiCd a správný režim nabíjení a vybíjení sleduje regulační elektronika (obvykle zdvojená). Z hmotnostních důvodů nemůže být akumulátor příliš předimenzován nebo zdvojen. Z aku



Obr. 4.29. Družice AO6 a její souřadné osy

mulátoru se odebírá proud přes stabilizátory, které dodávají napětí na požadovaných úrovních. Zásadně se používá impulsně řízených obvodů, takže účinnost přeměny napětí je velmi vysoká (70—80 %). Je to nutné s ohledem na úsporu elektrické energie a snížení tepelných ztrát. Chlazení v beztlákovém stavu a ve vakuu je obtížné a musí se uskutečňovat jen vyzařováním.

Majákové vysílače a volba kmitočtů

Majákový vysílač zprostředkovává přenos všech důležitých údajů z paluby a je proto napojen především na telemetrický systém. Kromě toho může být klíčován či modulován např. z palubní paměti a vysílat otevřenou řečí kratší provozní či jiné informace. Druh provozu je různý — A1, F1, F2 a dokonce i F3 pro přenos syntetické řeči. Kmitočet majáku se obvykle volí tak, že na sestupné trase se vyznačuje okraj převáděčového pásma. Na palubě bývají ještě další majákové vysílače, pracující na jiných pásmech, určené pro výzkum šíření vln nebo pro redundanci či zmnožení toku informací. Zásadně však alespoň jeden z majákových vysílačů je trvale v provozu. Výkon majákového vysílače se pohybuje na úrovni řádu 100 mW (u nízkých drah), takže příjem na Zemi je možný i s jednoduchou anténou a s průměrným přijímačem. Anténní systém je sdílen s převáděčem pracujícím na stejném pásmu. Z hlediska snadného zaměřování polohy družice je velmi výhodné, když alespoň jeden majákový vysílač pracuje na kmitočtech UHF. Vyloučí se tak chyby vznikající anomálním šířením na delších vlnách.

Volba kmitočtů majákových vysílačů a také převáděčových vysílačů je vázána kmitočtovým přidělem ustanoveným Mezinárodní úmluvou o telekomunikacích (Radiokomunikační řád). Výhradně pro radioamatérskou službu v kosmu jsou povolena pásma:

7,000—7,100 MHz	10,45— 10,50 GHz
14,000— 14,250	24,00— 24,05
18,068— 18,168	47,00— 47,20

21,000— 21,450 MHz	75,50— 76,00 GHz
24,890— 24,990	142,00—144,00
28,000— 29,700	248,00—250,00
144,000—146,000	

Na ostatních radioamatérských pásmech UHF je radioamatérská družicová služba přípustná jako druhotná s tím, že nesmí způsobovat rušení přednostním službám:

435— 438 MHz	
1260—1270	jen pro vzestupnou trasu
2400—2450	
3400—3410	jen oblast 2 a 3
5650—5670	jen pro vzestupnou trasu
5830—5850	
76— 81 GHz	
144— 149	
241— 248	

Telemetrický systém

Telemetrický systém uskutečňuje dálkové měření elektrických a fyzikálních hodnot v důležitých uzlech palubního zařízení. Pomocí čidel se snímají hodnoty napětí, proudu, výkonů vf, teploty nebo i údaje z dalších měřicích obvodů (čítač radiačních částic, magnetometr apod.). Změřené hodnoty se v převodnicích A/Č přemění na digitální formu a dále se vhodným způsobem zakódují. Sekvenční logické obvody pak organizují postupné seřazení připravených dat, doplnění čísla telemetrických kanálů a identifikačním znakem majákového vysílače. Jednodušší systémy kódují údaje do Morseovy abecedy, mnohokanálové systémy, u nichž je potřebná větší rychlost toku dat, kódují data do dálnopisného kódu Baudot nebo ASCII.

Jako typický příklad uveďme šestikanálovou telemetrii družice AO8, jejíž jedna sekvence vysílaná telegraficky rychlostí 100 zn./min vypadala např. takto:

HI 158 248 372 433 535 621 HI ...

HI je identifikační znak radioamatérské družice. V následujících tříčíslicových skupinách označuje první číslice pořadové číslo telemetrického kanálu a dvojčíslí je již vlastní informace o velikosti měřené hodnoty. K vyhodnocení proto potřebujeme znát tzv. kalibrační vztahy pro jednotlivé kanály TLM. Pro družici AO8 to jsou:

- | | | |
|---|----------------------------|------|
| 1 — celkový proud sluneční baterie | $I = 7,15 \cdot (101 - N)$ | [mA] |
| 2 — nabíjecí/vybíjecí proud akumulátoru | $I = 57 \cdot (N - 50)$ | [mA] |
| 3 — napětí akumulátoru | $U = 0,1 \cdot N + 8,25$ | [V] |
| 4 — teplota základní desky | $T = 95,8 - 1,48 \cdot N$ | [°C] |
| 5 — teplota akumulátoru | $T' = 95,8 - 1,48 \cdot N$ | [°C] |
| 6 — vf výkon převaděče „J“ | $P = 23 \cdot N$ | [mW] |
- N znamená číselný údaj — 2. a 3. místo skupiny.

Na podobném principu pracují telemetrické systémy ostatních družic. U nejmodernějších družic (UOSAT, Phase 3B) je požadovaný objem přenášených informací velký, a proto se přechází na metody přenosu dat obvyklé ve výpočetní technice. Rychlost vysílání 1200 bitů.s^{-1} na družici UOSAT odpovídá rychlosti asi 6000 zn./min. Takto vysílaná data lze pak na Zemi přímo zpracovávat a vyhodnocovat počítačem. Na organizaci zpracování dat TLM se může podílet také palubní mikropočítač, který naměřené údaje předzpracuje nebo uchová v paměti měření uskutečněné v době, kdy je družice mimo dosah pozemní řídicí stanice.

Ovládací obvody

Povelový přijímač a blok ovládací logiky přijímají a vykonávají povely vysílané pozemními řídicími stanicemi. Musí pracovat naprosto spolehlivě, protože např. povel k vypnutí palubního vysílače (třeba při rušení jiné radiokomunikační služby nebo při havarijním stavu akumulátoru) musí být vykonán za všech okolností. Povely se ovládají i neelektronické součásti družice. U družice AO8 a AO9

existuje povel k vysunutí teleskopické antény pro pásmo 29 MHz nebo k vysunutí tyče pro gravitační stabilizaci polohy, u družice Phase 3 je to povel k zapálení přídavného raketového motoru, u geostacionárních družic to budou povely k ovládání korekčních trysek. Z uvedených příkladů je patrné, že spolehlivá funkce ovládacích obvodů je pro činnost družice životně důležitá. Proto bývá celý systém ovládání včetně povelových přijímačů zdvojený. Povelové přijímače pracují na amatérských pásmech VHF/UHF, příslušné kmitočty i způsob kódování povelů není zveřejňován, aby se zabránilo zneužití.

Ovládání provozu složitější družice je časově velmi náročné pro obsluhu pozemních řídicích stanic, a proto se ovládání automatizuje již přímo na palubě družice. Na družici AO7 fungovalo např. samostatné přepínání převáděčů podle stavu palubního akumulátoru. Při přílišném vybití se uvedla družice do režimu „D“, kdy byl zapojen jen jeden majákový vysílač. Při dostatku energie byl v chodu režim „B“ — převáděč 435/145 MHz s plným výkonem, jinak byl zapnut režim „C“ — převáděč 435/145 MHz s výkonem sníženým na čtvrtinu nebo převáděč „A“ — energeticky úsporný převáděč 145/29 MHz. Kromě toho palubní hodiny střídaly po 24 hodinách převáděče módu A a B.

Na družici UOSAT — AO9 i na družicích Phase 3 se v rozsáhlé míře využívá mikroprocesorové techniky. Režim družice je řízen palubním mikropočítačem podle programu, který byl vložen do paměti počítače před startem, nebo který může být operativně pozměněn nebo přepsán pozemní řídicí stanicí až na oběžné dráze. Přirozeně i při takovém autonomním palubním systému musí zůstat zachována přednost povelů z pozemních řídicích stanic.

Převáděče

Z hlediska radioamatérského provozu je převáděč nejdůležitějším zařízením palubní výbavy. Převáděč (transponder) je soustava přijímače a vysílače, která přijímá signály pozemských stanic a po

náležitém zesílení je vysílá na jiném kmitočtu. Na rozdíl od běžných pozemních převaděčů FM, které dovolují provoz vždy jen jednomu uživateli, jsou družicové převaděče konstruovány jako širokopásmové lineární zařízení, tj. bez demodulace. Každý uživatel může proto obsadit část převaděčového pásma svým signálem.

Lineární převaděče byly v padesátých letech vypouštěny do výšky 20—30 km stratosférickými balóny (evropské projekty ARTOB, BARTOB). Přitom byly získány cenné zkušenosti. Ukázalo se, že je nevhodné, aby převod byl uskutečňován uvnitř jednoho kmitočtového pásma pro potíže s desenzibilizací palubního přijímače (stalo se i na Oscaru 4) a zejména z provozních důvodů. Účastníci provozu v tom případě nemohou slyšet své vlastní signály nazpět, nemohou se naladit na protistanici a proto se vysílání uskutečňuje „na slepo“. Vzniká vzájemné rušení a provoz není pružný. Družicové převaděče se proto konstruují zásadně s převodem z jednoho pásma na jiné.

Vstupní a výstupní kmitočty kromě technických hledisek musí vyhovovat i Radiokomunikačnímu řádu. Ze vztahu (3) vyplývá, že při trojnásobném zvýšení kmitočtu (např. z 145 na 435 MHz) vzroste útlum trasy zhruba o 10 dB. Sestupná trasa je kritičtější, protože na družici z energetických důvodů je obtížné instalovat výkonnější vysílač. Pro sestupnou trasu se proto zpravidla volí nižší kmitočtové pásmo než pro trasu vzestupnou.

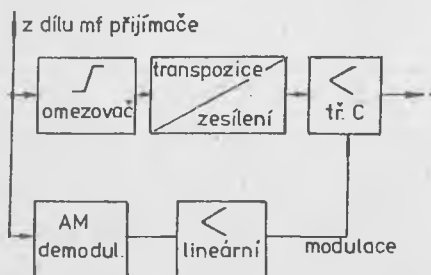
Zkušenosti ukazují, že signál radioamatérské stanice je subjektivně považován za silný, když odstup signálu k šumu (S/N) dosahuje 20 dB. K dosažení tohoto psychologického efektu by měly „silné“ signály zpracované převaděčem dosáhnout alespoň této úrovně. Současně jsou při tom dobře čitelné signály o 14 dB slabší ($S/N = 6$ dB). Výkonové rozdíly mezi radioamatérskými stanicemi jsou převážně menší než 14 dB (poměr výkonů 1 : 25), takže příležitost k provozu má téměř každý. Při současném zpracovávání více signálů dojde působením automatického řízení zisku převaděče k zeslabení asi o 7 dB, jak ukázala statistická měření. Teoreticky by zeslabení mělo být podstatně větší, ale příznivě se uplatní statistické rozložení signálů CW a SSB v časové oblasti. Nestane se totiž, aby všichni uživatelé převaděče ve stejný okamžik stiskli klíč nebo plně promodulovali svůj vysílač. Převaděč by měl poskytnout

při plném vybuzení takový výkon, aby u pozemního přijímače vytvořil odstup $S/N = 27$ dB. U převaděče AO6 nebyl tento požadavek splněn, a to byl jeden z důvodů, proč stanice používaly nadměrných vyzářených výkonů a poškozovaly spoluúčastníky provozu i palubní akumulátor.

Správné úrovněvé poměry v převaděči udržují účinné obvody automatického řízení zisku (AGC). Musí jednak zabránit přebuzení výkonových stupňů, jednak zabránit rychlým změnám výstupní úrovně. Volí se proto náběhový čas asi 0,1 s a doba doznění AGC asi 2 s. S činností AGC souvisí i nutnost dodržovat doporučené maximální vyzářené výkony u pozemních stanic.

Uvažme zjednodušený příklad, kdy převaděč má maximální výstupní výkon 10 W a vysílá přes něj současně 20 stanic se správným doporučeným výkonem 100 W ERP. Na výstupu plně vybuzeného převaděče je tudíž 20 signálů, každý s výkonovou úrovní 0,5 W. Zahájí-li vysílání neukázněná stanice s dvacetinásobným ERP, obvody AGC nastaví zesílení převaděče tak, že silná stanice bude mít na výstupu převaděče výkon 5 W a na ostatních 20 stanic případně také 5 W — jejich signály budou proto zeslabeny o 3 dB. Bude-li neukázněná stanice vysílat s výkonem 20 kW ERP (a to není nic nedosažitelného — stačí 500 W v f na anténě 16 dB), „zabere pro sebe“ prakticky veškerý výstupní výkon převaděče 10 W a signály ostatních stanic budou potlačeny nejméně o 10 dB. Z příkladu je patrné, jak je důležitá vzájemná ohleduplnost a dodržování ham-spiritu při provozu přes lineární převaděč.

Vysílací část převaděče bývá řešena podstatně složitěji než řetě-



Obr. 4.30. Princip metody EER

zem zesilovačů pracujících v tř. A nebo AB. Je to nutné s ohledem na celkovou energetickou účinnost, která u zesilovačů tř. A, AB, B dosahuje ve špičkách jen 20—50 % a při středním vybuzení jen 5—20 %. Na palubě není nikdy nadbytek elektrické energie a tak zesilovače musí být úspornější. Používá se proto speciálních obvodových technik, jako jsou zesilovače tř. D a systém EER (Envelope Elimination and Restoration). Princip EER — vyloučení a obnovení obálky — je znázorněn na obr. 4.30. Z mf signálu převaděčového přijímače se demodulátorem AM snímá amplituda obalové křivky signálu. Mf signál se po průchodu omezovačem zpracovává a zesiluje v nelineárních zesilovačích tř. C s vysokou účinností. Sejmutá modulační obálka se lineárně zesílí a v koncovém stupni nelineárního řetězu se opět amplitudově namoduluje. Signál se vlastně zpracovává souběžně ve dvou kanálech. V nelineárním kanálu se přenáší pouze fázová informace původního signálu, v lineárním „obálkovém“ kanálu se přenáší amplitudová informace. Po složení těchto dvou informací v koncovém modulovaném stupni se získává nezkrácený zesílený původní signál. Účinnost tak koncipovaných vysílacích řetězů je téměř nezávislá na úrovni vybuzení a dosahuje 50—60 %.

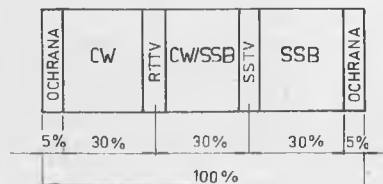
Pro převaděče na nízké oběžné dráze je postačující šířka pásma kanálu asi 50—100 kHz, protože komunikační oblast o poloměru asi 3000—4000 km se rychle posunuje po zemském povrchu a pokrývá jen malou část světové radioamatérské populace. U družic na vysoké eliptické nebo geostacionární dráze obsluhují převaděče téměř polovinu Země po dobu několika hodin nebo trvale. Zájemečů o družicový provoz bude proto mnohonásobně více a převaděče takových družic mohou uspokojit zájem jen při podstatně širším převaděčovém pásmu. Logickým důsledkem toho je přechod na vyšší amatérská pásma.

Stalo se zvykem označovat jednotlivé typy převaděčů podle kmitočtové transpozice písmeny velké abecedy (tzv. mód). V následující tabulce je přehled dosud užitých i plánovaných módů. Stojí za povšimnutí, že u všech kmitočtových transpozic s pásmy UHF se používá inverzní transpozice, aby se zmenšil vliv Dopplerova posuvu kmitočtu.

Tabulka 4. Přehled převáděčových módů

Mód	Družice	Vzestupná trasa	Sestupná trasa
A	AO6	145,900 – 146,000	29,450 – 29,550
145/29 MHz	AO7	145,850 – 145,950	29,400 – 29,500
	RS1	145,880 – 145,920	29,360 – 29,400
	RS2	145,880 – 145,920	29,360 – 29,400
	AO8	145,850 – 145,950	29,400 – 29,500
	RS5, 6	145,910 – 145,950	29,410 – 29,450
	RS7, 8	145,960 – 146,000	29,460 – 29,500
B	AO7	432,175 – 432,125	145,925 – 145,975
432/145 MHz			
J	AO8	146,000 – 145,900	435,100 – 435,200
145/435 MHz			
U (B)	Phase 3B	435,175 – 435,025	145,825 – 145,975
432/145 MHz			
L	Phase 3B	1269,850 – 1269,050	436,150 – 436,950
1260/436 MHz	Syncart		

kmitočty sestupné trasy



Obr. 4.31. Obecný kmitočtový plán převáděčového pásma

Po počáteční anarchii (po vypuštění AO6) byl pro družice AMSAT vyhlášen jednotný kmitočtový plán (band-plan) rozmístění jednotlivých druhů provozu v převáděčovém pásmu. Kmitočty a dělení pásma se zásadně určují ve výstupním kanálu, tj. na kmitočtech sestupné trasy. Princip rozdělení pásma znázorňuje obr. 4.31.

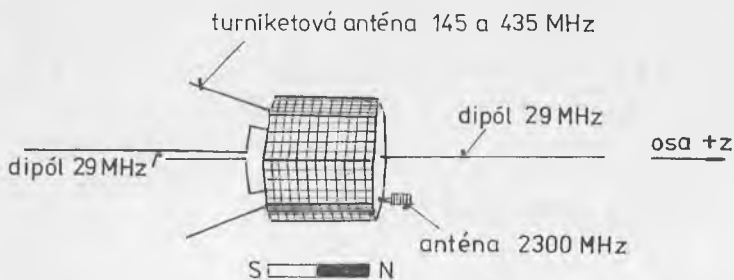
Šířka celého kanálu se uvažuje jako 100 %. Na počátku i konci pásma se vyhrazuje segment 5 % jako ochranné pásmo pro majákové vysílače, zpravodajské a tísňové vysílání. Zbytek pásma —

Obr. 4.32. Kmitočtový plán módů A, B, J

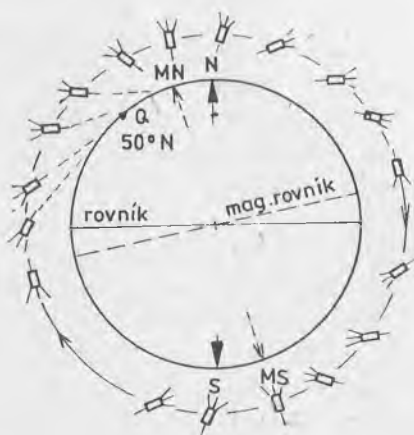
435,100	145,825	29,400	435,135	145,840	29,435	435,165	145,860	29,465	435,200	145,975	29,500						
OCHRANA			CW			RTTY			CW/SSB			SSB			OCHRANA		

ténu s lineární polarizací, vzniká následkem rotace družice a následné depolarizace únik s hlubokými minimy při příjmu majáku nebo při provozu přes převaděč, kde je tento efekt ještě výraznější.

Nepříjemnému úniku se čelí dvěma způsoby: používá se antén pro kruhovou polarizaci (nejlépe na palubě i na Zemi), stabilizuje se alespoň částečně poloha družicových antén vůči zemskému povrchu. Například na družicích AO7, AO8, AO9-UOSAT se velmi osvědčila turniketová anténa ze 4 šikmých čtvrtvlnných prvků napájených s fázovým posuvem 90° (obr. 4.33). Anténa pracuje na základním kmitočtu 145 MHz i v harmonickém módu na 435 MHz.



Obr. 4.33. Družice AO7 — orientace antén a stabilizačního magnetu



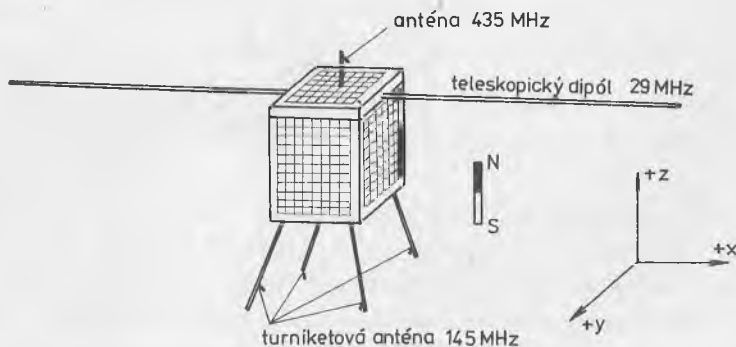
N, S zeměp. póly
MN, MS magn. póly

Obr. 4.34. Funkce pasivní magnetické stabilizace polohy družice AO7

Vlastní rotaci družice lze do značné míry potlačit jednoduchou pasívní magnetickou stabilizací. Ve zvolené ose pouzdra družice je zabudován silný tyčový permanentní magnet. Celá družice pak funguje jako kompasová střílka, osa magnetu se snaží zaujímat polohu směřující k zemským geomagnetickým pólům. Tak se po několika-týdenním ustálení stane, že se družice během obletu pouze dvakrát překloupí nad geomagnetickými póly. Situace je znázorněna na obrázku 4.34.

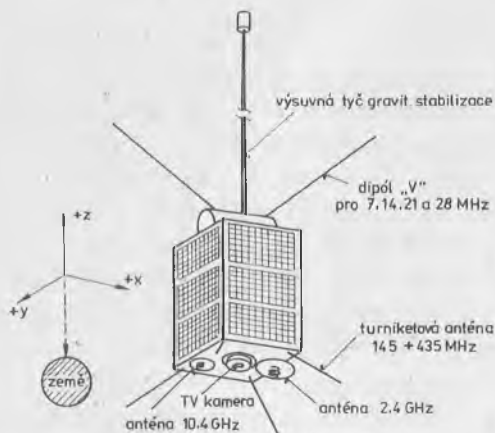
Uspořádání antén na družici musí být takové, aby mezi anténami byla co nejmenší vzájemná vazba. Na družici AO7 byl zářič pro 29 MHz umístěn v ose z — rovnoběžně s osou magnetu. Není to poloha příliš dobrá. Jak naznačuje obr. 4.34, docházelo při přeletech blízkých nadhlavníku k tzv. „jižnímu efektu“ u stanic na středních severních šířkách. Tehdy totiž směřuje družicový dipól k pozemní stanici svým koncem a má v tom směru vyzařovací minimum. Přijímané signály na Zemi jsou proto velmi slabé a zlepši se teprve, až družice zaujme polohu severně od pozemní stanice. Podobný efekt „severní“ se vyskytuje na jižní polokouli. Orientace dipólu 29 MHz na družici AO6 — kolmo k ose magnetu — byla podstatně příznivější (obr. 4.29). Proto u družice AO8 byl zvolen opět dipól kolmý na osu magnetu (obr. 4.35).

Na družici AO9-UOSAT je problém s umístěním antén vyřešen tím, že poloha družice je stabilizována ve dvou osách a družice ob-

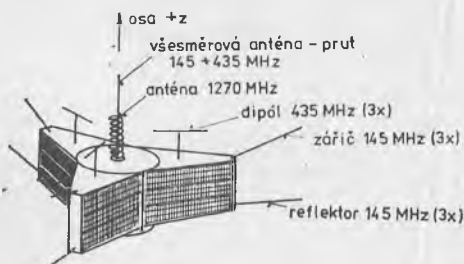


Obr. 4.35. Družice AO8

sahuje pouze majákové vysílače. Družice je pomocí aktivní magnetické a pasivní gravitační stabilizace orientována tak, že spodní základna pouzdra (osa $-z$) směřuje neustále k Zemi a zbývající spin kolem osy z má být po ustálení velmi pomalý — asi 1 otáčka za 100 minut. Proto je možné na spodním víku uspořádat i směrové antény pro SHF a televizní kameru (obr. 4.36).



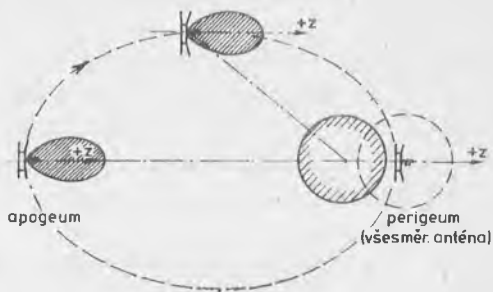
Obr. 4.36. Družice AO9-UOSAT



Obr. 4.37. Družice Phase 3

Pro družice typu Phase 3 jsou nutné antény s jistým ziskem, aby pro komunikaci v apogeju nebylo třeba velkých výkonů jak na Zemi, tak na palubě. Družice má tvar tříramenné hvězdy (obr. 4.37). Na koncích ramen jsou připevněny dvouprvkové systémy zářič + reflektor pro pásmo 145 MHz. Zářiče jsou napájeny s fázovým posuvem 120° , tj. třífázově, čímž vzniká kruhově polarizovaná vlna

(obdobu točivého pole u třífázového motoru). Celkový zisk systému pro 145 MHz je asi 8 dBi. Nad horním krytem hvězdnicového pouzdra jsou umístěny tři dipóly pro 435 MHz, navzájem natočené o 120° a také napájené třífázově. Víko pouzdra slouží jako odrazná stěna a zisk systému je asi 10 dBi. Uprostřed mezi dipóly je vztyčena šroubovicová anténa pro 1260 MHz a všesměrová anténa pro 145 MHz využívaná s rukávovým napájením i pro 435 MHz. Je určena k provozu v blízkosti perigea. Družice je stabilizována v prostoru rotací kolem osy z tak, aby v apogeu směřovala osa $+z$ i maximum vyzařovacího diagramu antén k Zemi (obr. 4.38). Když je družice



Obr. 4.38. Družice Phase 3 — orientace antén

blíže Zemi a útlum trasy je menší, hlavní lalok diagramu směřuje mimo, takže efektivní zisk palubních antén se sníží. Takovým způsobem se do značné míry vyrovná proměnný útlum trasy. V blízkosti perigea je převáděč přepnut na všesměrovou čtvrttlonovou anténu.

Provoz přes družicové převáděče

Provoz přes družicové převáděče je dostupný každé průměrně vybavené stanici. V následujících odstavcích jsou uvedeny základní požadavky na zařízení pozemní stanice, různé náměty a rady pro začínající i pokročilejší zájemce o kosmické převáděče.

K provozu postačí každý vysílač pro CW nebo SSB o výkonu řádu 10 W s anténou se ziskem kolem 10 dB_a. Směrodatný je efektivní vyzářený výkon, který pro dosavadní družice na nízké dráze byl stanoven na maximálně 80—100 W ERP, pro sovětské družice stačí třetina. Při vhodných provozních podmínkách (málo zatížený převáděč, blízký přelet) je možné pracovat s překvapivě malými výkony a přes převáděče AQ7B a RS byla navázána spojení i s pouhými 100 mW ERP. Je samozřejmé, že příslušný ERP je dosažen jen tehdy, když anténa míří na družici. Je-li k dispozici výkon kolem 100 W, postačí jednoduchá pevná anténa (dipól, GP) a odpadají starosti se směrováním. Pro převáděče družic typu Phase 3 je vzhledem k větším vzdálenostem i větší nárok na vyzářený výkon. Pro AO10 je to přibližně 200 až 500 W EIRPC (tj. výkon vztažený k pomyslnému všesměrovému zářiči s kruhovou polarizací).

V každém případě je třeba, aby pozemní stanice mohla nějakým způsobem regulovat vyzářený výkon (v nouzi alespoň odsměrováním antény), aby nepřetížila převáděč. Správná úroveň ERP se posuzuje slyšitelností vlastních signálů. Nesmějí být silnější než signály majákového vysílače. Oscilátor vysílače by měl být vybaven dostatečně jemným laděním, aby bylo možné rychlé a přesné naladění na protistanici a stupnice by měla dovolit odečítat kmitočty s přesností alespoň 5 kHz. Pro provoz CW se v jednoduchých vysílačích běžně používají rozladované krystalové oscilátory (VXO).

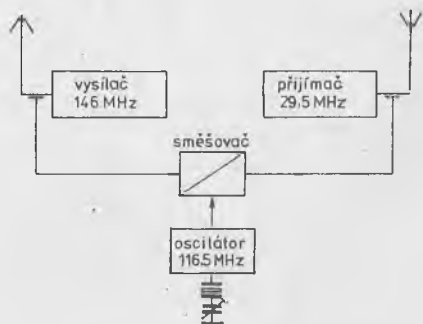
Vysílače pro SSB nemusí být nutně vybaveny přepínáním postranních pásem (LSB/USB). Při provozu přes družicové převáděče se na vzestupné trase vysílá s takovým postranním pásmem jako při normálním provozu na stejném pásmu, tj. na VHF a UHF s horním postranním pásmem — USB.

Vývoj družicového provozu spěje stále k vyšším kmitočetům. Pro družice typu Phase 3 musíme zvládnout výrobu výkonu řádu desítek wattů v pásmu 1260 MHz.

Kvalitní, citlivý a selektivní přijímač je jedním z předpokladů úspěšného provozu. Podobně jako u vysílače se vyžaduje jemné ladění a dobře oceichená kmitočtová stupnice. Šumové číslo by mělo být dostatečně malé, dobrá hodnota je $F = 2 - 3$ ($3 - 5$ dB) na 145 a 435 MHz, na 29 MHz může být i trochu horší. Vstupní obvody přijímače nebo anténního předzesilovače musí být řešeny tak, aby nedocházelo k snížení citlivosti (desenzibilizaci) při zaklíčování vysílače. To znamená na vstupu laděné obvody a zesilovače schopné lineárně zpracovat vyšší úrovně (elektronky, FET, zesilovače se zápornou zpětnou vazbou).

Velmi důležitá je dostatečná selektivita přijímače. Většina signálů z družice nemá velký odstup od šumu a proto každé zlepšení stažením šířky pásma přijímače přijde vhod. Velmi výhodná je plynule řiditelná selektivita pro příjem CW. Detektor SSB musí být vybaven záznejovým oscilátorem pro příjem LSB i USB, protože existují družicové převaděče neinvertující i invertující, u nichž signál vyslaný ze Země jako USB je na sestupné trase signálem LSB.

Obtížný problém je souběžné ladění přijímače a vysílače. Přesné zvládnutí souběhu je následkem Dopplerova posuvu nerealizovatelné. Při ladění vysílače na přijímaný kmitočet lze použít pro přibližné naladění přepočítávací kmitočtové tabulky. Jemně pak doladíme při vysílání řadami teček. Ladicí postup se dá usnadnit a zrychlit směšovací přípravkem, který imituje funkci převaděče (obr. 4.39).



Obr. 4.39. Ladicí přípravek

Diagram illustrating the frequency components and signal flow in a radio receiver:

- Antenna** (Y symbol) receives the signal.
- 29,3 ÷ 29,5**: Frequency range at the antenna input.
- Mixer** (diagonal line in a square) receives the antenna signal and a **9 MHz** local oscillator signal.
- 20,3 ÷ 20,5**: Intermediate frequency (IF) output from the mixer.
- PLL Section** (dashed box):
 - premixer nebo osc. PLL**: Label for the PLL section.
 - směš.** (Mixer): Receives the 20,3 ÷ 20,5 MHz IF signal and a **18 MHz** oscillator signal.
 - osc. 18 MHz**: Frequency of the oscillator used in the PLL section.
 - 2,3 - 2,5**: Frequency range of the PLL output.
 - VFO** (Variable Frequency Oscillator): Receives the 2,3 - 2,5 MHz signal.
- 2,3 + 2,5**: Frequency range at the VFO output.
- budič SSB/CW** (Tuner/Decoder): Receives the 2,3 + 2,5 MHz signal and provides a **9** (likely 9 MHz) signal to the mixer.
- Mixer** (diagonal line in a square): Receives the 2,3 + 2,5 MHz signal and the 9 MHz signal from the tuner.
- 11,3 ÷ 11,5**: Frequency range at the mixer output.
- VXO** (Variable Frequency Oscillator): Receives the 11,3 ÷ 11,5 MHz signal and provides a **134,5 ± 5 kHz** signal to the next stage.
- 134,5 ± 5 kHz**: Frequency range at the VXO output.
- Mixer** (X symbol in a square): Receives the 134,5 ± 5 kHz signal and the 11,3 ÷ 11,5 MHz signal.
- 145,8 - 146**: Frequency range at the final mixer output.
- Speaker** (M symbol) receives the final output signal.

Antény pozemní stanice

510

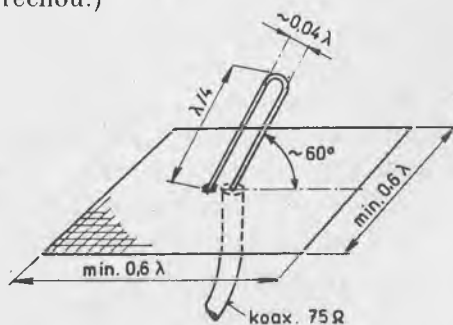
antény LW určené pro KV pásma, ale soustavnější práce vyžaduje přece jen solidnější zvládnutí potřebné anténní techniky.

První základní rozdíl proti „normálním“ anténám spočívá v tom, že po převážnou část přeletu družice je zapotřebí přijímat a vysílat v jiném směru než vodorovném, často ve směru nadhlavníku. Jediná anténa, pokud to není směrovka ovládaná v obou rovinách, nestačí k využití celé provozní doby při přeletech.

Druhý problém je specifický pro družice na nízké dráze. Je to rychlý pohyb družice, vyžadující častou změnu směřování antény s užším vyzářovacím diagramem.

Třetí problém představuje měnící se polarizační rovina lineárně polarizovaných vln, ať již na anténě pozemní nebo družicové. Změna je způsobována jednak vlastní rotací družice, jednak Faradayovým stáčením původní polarizační roviny při průchodu vln ionosférou.

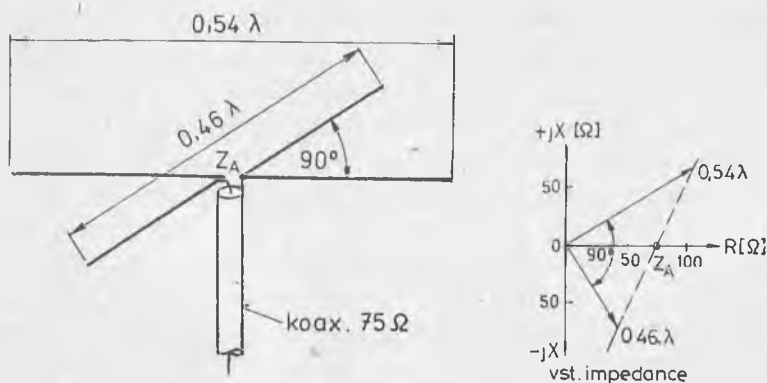
Pro toho, kdo chce vysílat jen příležitostně, je nejvhodnější jednoduchá vysílací anténa pro 145 MHz (dipól, GP) napájená výkonem 50–100 W. Obě antény ale nejsou dostatečně výkonné pro dálkový provoz, kdy je družice nad obzorem níže než $10\text{--}20^\circ$. Navíc dipól není dostatečně všesměrový a proto např. pro družici AO8 bylo lepší, když byl nainstalován ve směru V–Z (tj. maximum vyzářování S–J). Anténa GP má nevýhodu, že vyzářuje jen nepatrně směrem vzhůru. Zlepšení přináší úmyslné deformování vyzářovacího diagramu skloněním zářiče, jak je znázorněno na obr. 4.41. Skloněním zářiče se sníží i vstupní impedance antény, takže je přizpůsobení přijatelné i s kabelem $75\ \Omega$. Zářič by měl být upevněn nad vodivou plochou o rozměrech alespoň $0,6 \times 0,6$ vlnové délky. (Výhodně jej lze instalovat nad plechovou střechou.)



Obr. 4.41. Skloněný skládaný zářič

Velmi vhodná je kombinace dvou antén: vodorovného dipólu (nejlépe zkříženého s napájením pro kruhovou polarizaci) nad odraznou plochou pro vysoké elevační úhly a svislé všesměrové ziskové antény (fázovaná kolineární soustava podle [8]). Svislá anténa je přitom využitelná k provozu přes pozemní převaděče.

Je účelné věnovat dostatečnou pozornost přijímací anténě pro 29 MHz, která je zpravidla limitujícím činitelem při provozu na módu A. Na 29 MHz se ve značné míře uplatňuje šum vnějšího prostoru, rušení ionosférickými signály v období dobrých KV podmínek a zejména poruchy a rušení průmyslového charakteru (jiskření, zapalování atp.). Proto je i jednoduchá směrová anténa (např. HB9CV)

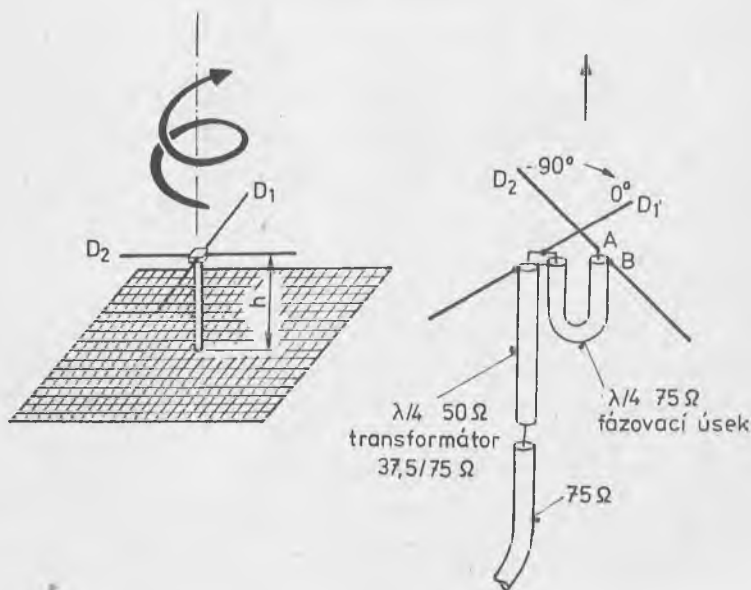


Obr. 4.42. Zkřížené dipóly pro eliptickou polarizaci

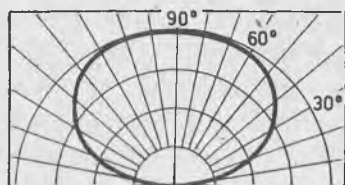
k nezaplacení, neboť dovolí alespoň částečně potlačit rušení a zlepšit odstup signálu od šumu. I jednodušší antény (dipól, vertikál) instalujeme co nejvýše a takovým způsobem, aby přijímaly co nejméně průmyslových poruch. Otázka správné polarizace není na 29 MHz kritická. Po průchodu ionosférou obsahuje radiová vlna složky různé polarizované a tak k hlubokému úniku zpravidla nedochází. Přesto je užitečné, když máme k dispozici dvě různé přijímací antény (např. LW a GP), které můžeme rychle přepínat. Minimum příjmu nenastává nikdy současně na horizontální a vertikální anténě nebo i na

libovolných anténách, vzdálených navzájem 1—2 vlnové délky. Přepínáním během provozu si volíme tu anténu, která dává momentálně lepší signál a realizujeme vlastně výběrový příjem (diversity) s ručním ovládním. Kdo rád experimentuje, může vyzkoušet anténu s eliptickou polarizací, popsanou v [7] a znázorněnou na obr. 4.42. Je to soustava dvou zkřížených dipólů, z nichž jeden má délku větší než odpovídá půlvlnné rezonanci, druhý délku kratší. Tím způsobem vzniká mezi dipóly fázový posuv (zhruba 90°) a k napájení není nutno zvláštní fázovací vedení. Také impedance v místě napájení vyhovuje přibližně napájecí 75Ω .

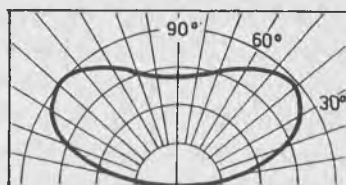
Princip dvou přepínatelných antén se využívá často i pro převáděče módu B a J, protože je obvykle snadnější doplnit stávající antény o dvě nové, menší antény, než pořídit systém s ovladatelným sklápěním. V takovém případě horizontální směrové antény slouží k provozu, když je družice nad obzorem níže než $15\text{--}20^\circ$. Pro družici výše položenou se přejde na druhou dvojici antén, vyzařujících



Obr. 4.43. Turniketová anténa s napájením pro levotočivou kruhovou polarizaci



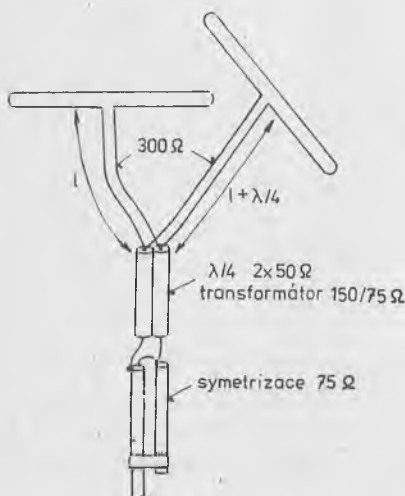
$h = 0.25 \lambda$



$h = 0.37 \lambda$

Obr. 4.44. Vyzařovací diagram dipólů nad odraznou plochou

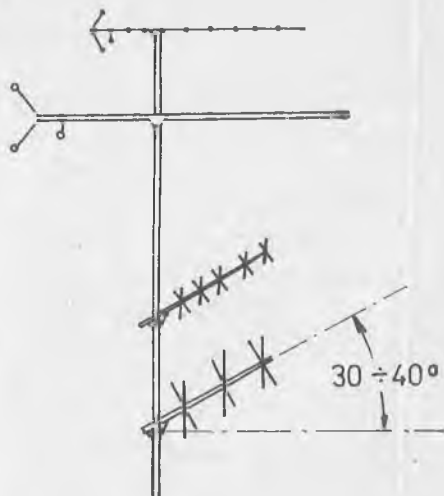
převážně vzhůru. Typickou anténou pro tyto účely je zkřížený dipól (turniketová anténa) nad odraznou plochou, s napájením pro kruhovou polarizaci (obr. 4.43). Výšku dipólů nad odraznou plochou volíme větší než čtvrt vlny (a menší než $0,45 \lambda$), protože prosedlaný vyzařovací diagram je pro přelet družice vhodnější než diagram s maximem v nadhlavníku (v nadhlavníku je útlum trasy nejmenší) — obr. 4.44. Místo odrazné plochy můžeme s trochu horšími výsledky použít tyčových reflektorů, takže se systém změní na 2×2 el. Yagi. Dipóly jsou napájeny se vzájemným fázovým posuvem 90° , získaným zpožďovacím čtvrtvlnným úsekem, a přes čtvrtvlnný impedanční transformátor. Propracovanější provedení by vyžado-



Obr. 4.45. Napájení zkřížených skládaných dipólů

valo ještě symetrizovat napáječe. Dipóly mohou být také konstruovány jako skládané. V tom případě se propojí čtvrtvlnným vedením $300\ \Omega$ a impedanční transformátor musí být zhotoven z vedení o impedanci $150\ \Omega$. Napájecí systém může být řešen tak, že napáječe vedoucí k dipólům se liší vzájemně o délku čtvrt vlny při jinak libovolné délce (obr. 4.45).

Pro méně výkonné vysílače je nutné, aby doplňková anténa pro vyšší elevační úhly měla větší zisk. V takovém případě vyhoví 4 až 5prvková anténa Yagi (pokud možno pro kruhovou polarizaci) nainstalovaná se sklonem $30\text{--}40^\circ$ a natáčená společně s horizontální anténou (na společném otočném stožáru) — obr. 4.46.

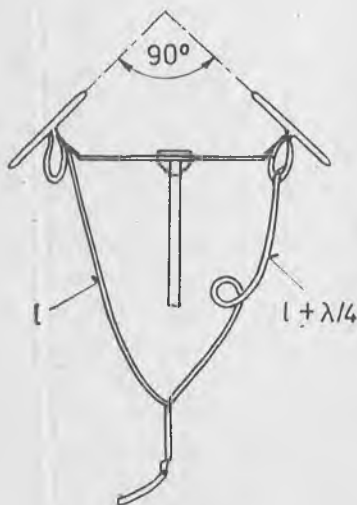


Obr. 4.46. Skloněné doplňkové antény

Všechny doposud popsané antény byly určeny pro družice na nízké oběžné dráze. Převáděče obíhající na vysoké eliptické dráze vyžadují větší vyzářený výkon ($200\text{--}500\ \text{W ERP}$) a proto i výkonnější anténní systémy. Bude proto třeba konstruovat dvojici antén pro 145 a $435\ \text{MHz}$, nejlépe pro kruhovou polarizaci, s ovládáním v horizontální i vertikální poloze. Vzhledem k pomalému pohybu družice v apogeum, bude změna směřování při průchodu apogeem velmi pomalá a s anténami pevně zaměřenými na apogeum bude možné pracovat v intervalu ± 1 hodina i déle.

Pro družice, na nichž jsou instalovány antény pro kruhovou polarizaci, je nutné, aby pozemní stanice dodržovala správný smysl kruhové polarizace u svých anténních systémů. Použití polarizace s opačným smyslem přináší při přenosu ztrátu až 30 dB. Správný smysl je pro jednotlivé družice a převáděčové módy vždy předepsán a liší se pro jižní a severní polokouli (viz překlápění družice na obr. 4.34). Na anténě podle obr. 4.43 je na horním ramenu dipólu D2 proud opožděn o 90° proti pravému ramenu dipólu D1 a vektor elektrické složky vyzařovaného elektromagnetického pole se otáčí ve vyznačeném směru. Při pohledu od antény do směru, kterým vyzařuje, má polarizace tedy smysl levotočivý (LHCP). Smysl polarizace můžeme změnit na pravotočivý (RHCP) přehozením napájení v bodech *A*, *B* nebo prodloužením fázovacího úseku z délky čtvrtvlnné na délku $3/4 \lambda$.

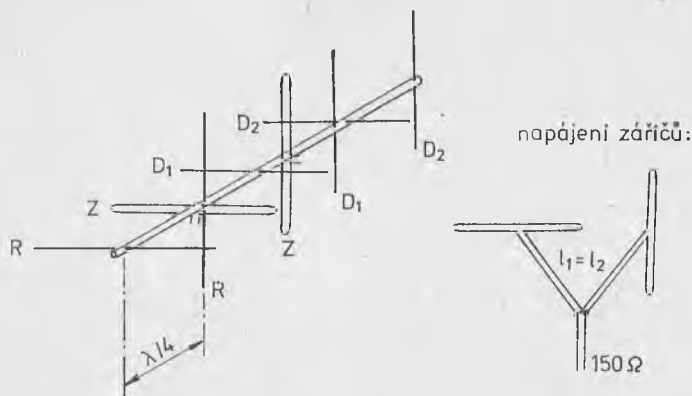
Antény typu Yagi pro kruhovou polarizaci se konstruují dvěma způsoby. Podle prvního způsobu (obr. 4.47) jsou dvě identické antény umístěny blízko sebe a natočeny tak, aby prvky byly navzájem kolmé. Způsob jejich fázování je shodný s obr. 4.43 nebo 4.45. Druhý konstrukční směr, elektricky dokonalejší, používá společného



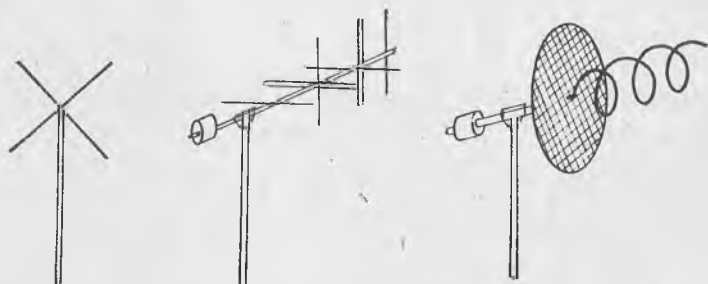
Obr. 4.47. Dvě samostatné antény Yagi s napájením pro kruhovou polarizaci

ráhna a zkřížených prvků. Fázový posuv 90° se výhodněji získává vzájemným posunutím jedné soustavy prvků ve směru osy ráhna o délku čtvrtvlny. V takovém případě jsou zářiče obou dílčích směrovek propojeny stejně dlouhými napájecími. Změna smyslu polarizace se dosáhne prodloužením jednoho nebo druhého napáječe o délku půlvlny (obr. 4.48).

Klasickým typem antén pro kruhovou polarizaci jsou šroubovicové antény. Proti anténám Yagi jsou nepoměrně širokopásmovější (až $1 : 1,5$) a proto velmi vhodné pro pásma UHF, kde je konstrukce

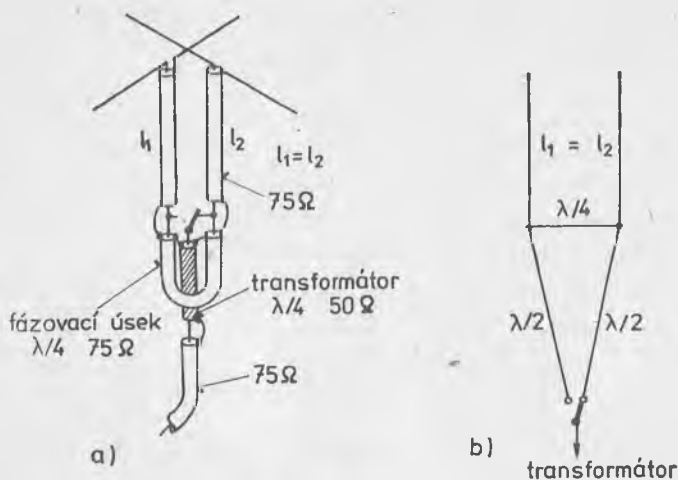


Obr. 4.48. Dvě antény se zkříženými prvky, vzájemně posunuté o čtvrt vlny



Obr. 4.49. Způsoby montáže antén pro kruhovou polarizaci

antén Yagi již citlivá. Smysl polarizace odpovídá smyslu stoupání závitů při pohledu ve směru vyzařování. Nevýhodou je, že smysl polarizace nelze přepínat vnějšími obvody. Anténu by bylo nutno vyrobít jako dvě šroubovice s protichůdným smyslem vinutí, ale taková konstrukce je již nepříjemně složitá. U antén s kruhovou polarizací jsou potíže se správným způsobem upevnění na stožár. Stožár by neměl být rovnoběžný s žádnou rovinou prvků antén Yagi a proto se prvky orientují šikmo $\pm 45^\circ$. Nejlepší způsob je uchycení antény až za reflektorem, a to platí i pro šroubovicovou anténu (obr. 4.49).



Obr. 4.50. Přepínání smyslu kruhové polarizace

Závěrem ještě o systému pro přepínání smyslu kruhové polarizace (obr. 4.50): Zářiče jsou napájeny stejně dlouhými napáječi, které jsou na konci propojeny prodlužovací smyčkou dlouhou čtvrt vlny. Jediným přepínacím kontaktem lze prodlužovací smyčku vřadit do jednoho nebo druhého napáječe. Za přepínacím kontaktem je zapojen čtvrtvlnný impedanční transformátor ($Z_0 = 50\Omega$). Když je to mechanicky výhodnější, může být přepínací kontakt zapojen až na koncích dvou prodlužovacích půlvlnných vedení podle obr. 4.50b.

Před zahájením prvních pokusů se přesvědčíme poslechem majákových vysílačů, že družice „poslouchá“ naše predikce a je v předpokládanou dobu skutečně nad obzorem. Dále se přesvědčíme, že zaklívání vysílače neovlivňuje žádným způsobem přijímač — síla a čitelnost majákových signálů se nesmí změnit. Dokud neodstraníme případné závady, nemá význam pokračovat.

K prvním pokusům o zaslechnutí vlastních signálů si vybereme přelety, kdy je převáděč málo obsazen. Jsou to dopolední oběhy ve všedních dnech nebo časně ranní oběhy o víkendech. Vhodné jsou i přelety daleko na východě, kdy je převáděč mimo dosah silných západoevropských stanic. Také se samozřejmě poslechem telemetrie nebo provozu ubezpečíme, že převáděč je skutečně zapnut. Vysílací anténu zamíříme do směru určeného predikční pomůckou, vysílač naladíme do přibližného „souběhu“ s přijímačem a při vysílání řady teček se snažíme přijímačem nalézt své signály. Jejich nalezením si zpřesníme vzájemnou kalibraci stupnic přijímače a vysílače, případně ověříme správnou funkci ladicího přípravku. Pokud uslyšíme své signály silněji než signály majákového vysílače, ihned snížíme výkon vysílače. Dále si ještě ověříme směřování antény a opravíme na optimum. Po zvládnutí popsaných operací můžeme zkusit zavolat výzvu nebo se naladíme na kmitočet jiné stanice a krátce ji zavoláme.

Při provozu plně využíváme výhod duplexního charakteru spojení, protějšek můžeme kdykoliv přerušit tečkami nebo „BK“. Proto je také provoz svižný a u dosavadních družic na nízké dráze i velmi stručný. Během provozu stále sledujeme, zda naše signály nejsou nadměrně silné a podle toho upravujeme výkon vysílače. Běžné antény se ziskem 10—12 dB stačí dosměrovávat v intervalu 3—5 minut. Dále při provozu dodržujeme ochranná pásma kolem majákových kmitočtů a kmitočtový plán převáděčového pásma.

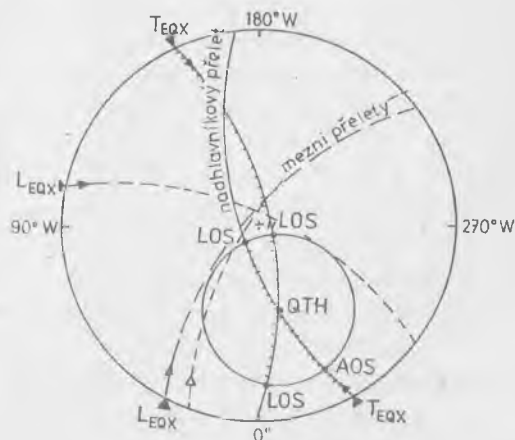
Provozní predikce odvozujeme z referenčních oběhů, které jsou publikovány v časopisech nebo sdělovány v různých zpravodajských vysíláních na KV. Referenčním oběhem rozumíme první oběh, který začíná po 00.00 UTC příslušného dne (první EQX). Další EQX vypočítáme přičítáním oběžné doby a separace. Výpočty zaokrouhlujeme na celé minuty a celé stupně, pomocí predikční mapky (resp. pomocí tabulek, řešením na počítači) určíme časy využitelných přeletů a potřebné směřování antény. Přelety družic na nízkých retrográdních drahách se přibližně opakují následující den (nebo obden) s malou několikaminutovou diferencí. To zjednodušuje vypracovávání predikcí, protože ani několikastupňová nepřesnost zeměpisné délky EQX nezanáší do predikcí podstatnější chybu. Kromě této jednodenní nebo dvoudenní periody můžeme vysledovat pro jednotlivé družice i delší periody, v nichž se EQX a tedy i doby přeletů prakticky přesně opakují. Je proto možné jednou vypočítanou tabulku, třeba i včetně směřování antény, využít mnohokrát.

Publikované referenční oběhy nemusí být přesné. Zejména pro družice s výškou menší než 1300 km bývají zatížené chybou vyplývající z neustálého zrychlování oběžné doby (snášení družice). Zrychlování nastává především brzdným účinkem vysoké atmosféry Země a není pravidelné. Za zvýšené sluneční činnosti se ionosféra ohřívá a rozpíná do větších výšek a její brzdný účinek je potom větší. Proto nám nezbyvá než predikční údaje zpřesnit pozorováním AOS/LOS majákových vysílačů. Porovnáním pozorování s teoretickými časy získanými predikční pomůckou získáme diferencí, o kterou musíme posunout časové údaje EQX. Pro měření AOS/LOS zásadně používáme přelety blízké nadhlavníkovým. Tehdy družice vychází i zapadá rychle (kolmo na obzor) a určení času AOS/LOS je spolehlivé. Vždy se snažíme měřit na majákovém vysílači nejvyššího kmitočtu, aby se zmenšila chyba ohybem vln v troposféře i ionosféře. U majákových vysílačů v pásmu 29 MHz nemá význam měřit AOS/LOS, které nastávají na severu v denní době. Následkem anomálního šíření v ionosféře nad polárními oblastmi je běžné, že maják uslyšíme

řadu minut před teoretickým AOS (nebo po LOS). Stejnou opatrnost musíme zachovat i v období výskytu sporadické vrstvy E. Přesnost měření AOS/LOS samozřejmě také ovlivňuje kvalita našeho optického obzoru (vliv překážek, kladného či záporného převýšení).

K zpřesnění predikcí můžeme také použít měření Dopplerova posuvu a pomocí něho zjišťovat, kdy družice vrcholí. Postup vyžaduje změřit v půlminutových až minutových intervalech změnu kmitočtu majákového vysílače a vynést graf podle obr. 4.5. Okamžik vrcholení nastává uprostřed esovité křivky. Podle rozdílu $f_{\min}$ a $f_{\max}$ lze určit, zda jde o nadhlavníkový přelet (tehdy je rozdíl největší) a tím i zpřesnit predikci zeměpisné délky EQX. I při tomto měření jsou výsledky přesnější na vyšších kmitočtech, kde je Dopplerův posuv výraznější.

Zpřesňování zeměpisné délky EQX je běžnými prostředky obtížné. Anténou s úzkým vyzařovacím diagramem lze zaměřit polohu družice při AOS nebo LOS, což přichází v úvahu hlavně na UHF. Přesnost bude sotva lepší než $\pm 5^\circ$. Měření zpřesníme pozorováním těch přeletů, kdy družice vystupuje jen krátce nad východní nebo západní obzor (tzv. mezní přelety). Podle toho, zda družici uslyšíme či nikoliv, usoudíme, že poloha EQX nastala západněji nebo východněji od původně predikovaného údaje (obr. 4.51). Přesnost všech



Obr. 4.51. Zpřesnění času a zeměpisné délky křížení rovníku

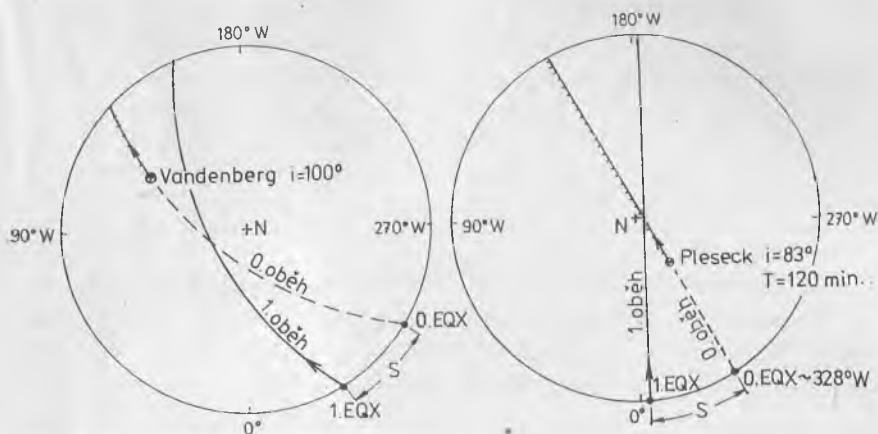
popsaných měření zlepšíme jejich opakováním a je velmi účelné, když při měření spolupracují dvě vzdálenější stanice.

Pro družice na vysoké eliptické dráze se referenční predikce udávají obvykle zeměpisnou polohou a časem průchodu apogeem, což je poloha pro provoz nejzajímavější. V takovém případě je nutno pouze vypočítat azimutální a elevační úhel ze vzorců (22, 24, 25), kde za h dosazujeme h_A , tj. výšku apogea. Vzorce se dále zjednoduší tím, že zeměpisná šířka apogea bude vždy stejná (u družice Phase 3C). Proto postačí vypočítat tabulku závislosti azimutu a elevace na zeměpisné délce apogea. Navíc pomalý pohyb družice umožní její zaměření podle majáku UHF.

Počáteční predikce

Po vypuštění nové družice jsou vždy potíže se zjišťováním referenčních údajů pro predikce a často i oficiální údaje bývají nepřesné. Pomocí několika pozorování a s využitím navigační pomůcky OSCARLATOR můžeme potřebná data odvodit. Vycházíme při tom z toho, že jsou již předem známy alespoň některé plánované parametry dráhy (oběžná doba nebo výška dráhy, sklon dráhy) a startovací místo.

Družice jsou vypuštěny ze startovacího místa (kosmodromu) na oběžnou dráhu bez manévrování, takže stínová dráha vychází z místa kosmodromu. Raketa startuje v první fázi letu kolmo vzhůru a teprve 2. nebo 3. stupeň uděluje družici vodorovný impuls pro kruhovou dráhu (úvaha platí jen velmi zhruba). Vzestupná dráha rakety trvá asi 3–5 minut, takže připočtením této doby k času startu získáme přibližně časový okamžik, kdy družice začíná oběžnou dráhu nad kosmodromem. Pomocí OSCARLATORu upraveného pro plánovanou oběžnou dobu a sklon dráhy pak určíme snadno počet minut potřebných k tomu, aby družice dospěla do bodu prvního křížení rovníku. Vycházejíce z 1. EQX stanovíme slyšitelné přelety a poslechem kontrolujeme, jak předpověď souhlasí se skutečností. Postup určení 1. EQX je naznačen na obr. 4.52



Obr. 4.52. Určení prvního oběhu po startu

I když nevíme o družici vůbec nic, můžeme určit zhruba oběžnou dobu jako rozdíl mezi dvěma po sobě následujícími časy AOS nebo LOS. Porovnáním délky několika slyšitelných přeletů lze určit přibližně nadhlavníkový přelet (je z nich nejdelší). Další již podstatnější zpřesnění poskytne změření AOS/LOS dvou přibližně nadhlavníkových přeletů stejného smyslu (např. přelety z jihu na sever) s jednodenním odstupem. Ze zjištěné doby oběhu určíme přibližnou výšku vzorcem (14), maximální dosah vzorcem (11), separaci drah vzorcem (16) a pomocí OSCARLATORu získáme názor na pohyb družice a alespoň přibližné predikce pro první dny.

Pro úplnost jsou v tabulce 5 uvedeny zeměpisné souřadnice známých kosmodromů.

Tabulka 5. *Zeměpisná poloha kosmodromu*

Bajkonur	47°22' s. š.	65°45' v. d.
Kapustin Jar	48°36' s. š.	45°48' v. d.
Pleseck	62°54' s. š.	40°10' v. d.
Cape Canaveral	28°37' s. š.	180°32' z. d.
Vandenberg	34°37' s. š.	120°36' z. d.
Kourou	5°15' s. š.	52°45' z. d.

Radioamatérské družice byly vypouštěny z Vandenbergu na dráhy retrográdní ($i = 97^\circ - 102^\circ$), z Plesecku na dráhy přímé ($i = 82$ až 83°).

Družice současné a budoucí

Počátkem roku 1984 bylo v provozu osm radioamatérských družic. V této části jsou uvedeny stručně jejich technické a provozní údaje neboť jsou typické pro dosavadní tři směry vývoje družic. V závěru jsou nastíněny družicové projekty nejbližších let.

AO9 — UOSAT

UOSAT je první britskou radioamatérskou družicí. Na rozdíl od převáděčových družic UOSAT má poslání vědeckovýzkumné, experimentální a výchovně vzdělávací. Družice je svým vybavením určena k studiu ionosféry, struktury geomagnetického pole a sluneční činnosti. Dále se na palubě ověřují některé nové systémy, mají i význam pro konstrukci budoucích družic (maják 10,45 GHz, rychlý přenos dat, palubní mikropočítače, digitální televize, syntezátor řeči, nový princip stabilizace polohy v prostoru).

Start 6. 10. 1981 v 11.27 UTC (Vandenberg)

Dráha kruhová, polární, retrográdní
sklon $97,462^\circ$, výška (počáteční) 540 km

Oběžná doba (počáteční) 95,4643 min

Separace drah (počáteční) $23,8675^\circ$ záp./oběh

Dráha se následkem malé výšky snižuje ještě rychleji než dráha AO8. Zkracování oběžné doby je nepravidelné podle sluneční činnosti a stavu ionosféry a pohybuje se mezi 2 až 6 ms za jeden oběh.

Ze spodní plošiny vycházejí 4 ramena turniketové antény pro 145 MHz. Tato anténa slouží i pro 435 MHz. Z horního víka vyčnívá 15 m dlouhá výsuvná tyč se závažím 2,5 kg pro gravitační stabilizaci polohy a šikmo směřují ramena dipólu KV o délce $2 \times 2,5$ m.

Správnou orientaci družice vůči Zemi zajišťuje systém aktivní magnetické a pasívní gravitační stabilizace. Polohu družice vyhod-

nocuje navigační tříosý magnetometr tím, že změřené vektory zemského magnetického pole porovnává s modelem pole uloženým v paměti počítače. Na základě vyhodnocení rozdílů je napájen systém elektromagnetů, které natáčíjí postupně družici jako magnetickou střelku do správné polohy. Po tomto manévru, zaručujícím zamíření osy družice „—z“ s přesností 2° na zemský střed, se vysune 15 m dlouhá tyč se závažím, čímž se uskuteční pasívní gravitační stabilizace.

Činnost družice řídí dva palubní počítače, programovatelné z pozemní řídicí stanice. Kromě ovládání provozu palubního zařízení se počítače mohou podílet na sběru a zpracování dat a spolupracují se syntezátorem řeči. K příjmu povelů ze Země slouží přijímače v pásmu 145 a 433 MHz.

Telemetrické vysílání obsahuje celkem 60 analogových kanálů a 45 digitálních stavů 0/I. K dispozici je rozsáhlý sortiment formátů vysílání: 1200, 600, 300, 110, 75 Bd ASCII, 45,5 Bd RTTY, Morse 50 nebo 100 zn./min, syntetická řeč s kapacitou 120 anglických slov. Data mohou být vysílána na hlavním a technickém majáku současně různým formátem, maják na 2,46 GHz přejímá vysílání hlavního majáku. Při vysílání formátem Morse se přenáší údaje pouze prvních deseti nejdůležitějších kanálů s tímto významem:

Číslo kanálu	Měřená veličina	Rozsah	Kalibrace
00	Odběr sekundárního počítače	0 — 1 A	$I = 1,2 \cdot N$ [mA]
01	Proud slunečního panelu + X	0 — 2 A	$I = 1,5 \cdot N$ [mA]
02	1/2 napětí akumulátoru	0 — 10 V	$U = (N/100) \cdot 1,01$ [V]
03	Radiační detektor 20 keV	0 — 5 V	$n = 40N \cdot 1,01$
04	Radiační detektor 40 keV	0 — 5 V	$n = 40N \cdot 1,01$
05	Magnetometr v ose x	0 — 5 V	$U = (N/200) \cdot 1,01$ [V]
06	Magnetometr v ose y	0 — 5 V	$U = (N/200) \cdot 1,01$ [V]
07	Magnetometr v ose z	0 — 5 V	$U = (N/200) \cdot 1,01$ [V]
08	Teplota baterie	-30 — +50°C	$t = [(474 - N)/5] \cdot 1,01$ [°C]
09	Teplota stěny + X	-30 — +50°C	$t = [(474 - N)/5] \cdot 1,01$ [°C]

Vysílaný text vypadá takto: 00xxx 01xxx 02xxx... až 09xxx. Skupina xxx představuje číselný údaj N . Data přenášená rychlostí 1200 Bd jsou vysílána fázově synchronními tóny 1200 Hz (log 0) a 2400 Hz (log 1) provozem AFSK. Při ostatních rychlostech jsou tóny asynchronní a s opačným významem — 1200 Hz (log 1). Formát jednoho znaku ASCII je: 1 bit start, 7 datových bitů, 1 bit pro sudou paritu, 3 bity stop.

K pozorování ionosféry slouží 4 majákové vysílače KV o výkonu 100 mW, pracující na kmitočtech 7,050, 14,002, 21,002, 29,510 MHz. Mohou vysílat telemetrii provozem A1 nebo jen nosnou vlnu — A0. Každý z nich má svůj vlastní krystalový oscilátor. Na povel mohou být majáky 14, 21 a 29 MHz uvedeny pomocí syntezátoru do pevného fázového vztahu k 7 MHz oscilátoru, což umožní vyhodnocovat vzájemné fázové poměry signálů procházejících ionosférou.

Přehled VKV majákových vysílačů:

	<i>VHF</i>	<i>UHF</i>	<i>SHF</i>	<i>MV</i>
Kmitočet	145,825 MHz	435,025 MHz	2,401 GHz	10,47 GHz
Výkon	350 mW	650 mW	125 mW	125 mW
Modulace	NBFM ± 5 kHz	NBFM ± 5 kHz	NBFM ± 10 kHz	A0
Dopplerův posuv	$\pm 3,1$ kHz	$\pm 9,3$ kHz	$\pm 51,3$ kHz	± 223 kHz
Anténa	turniket	turniket	šroubovice	štěrbina
			3,5 závitů	4 závitů
Polarizace	levotočivá	levotočivá	levotočivá	levotočivá
Zisk	+ 3 dB _i	+ 5 dB _i	+ 6,5 dB _i	+ 8 dB _i

VHF — hlavní maják, *UHF* — technický maják, *SHF* — pokusný maják, *MV* — pokusný mikrovlnný maják.

Palubní televizní kamera snímá část zemského povrchu o rozloze 500×500 km přímo pod družicí. Kamera je osazena snímacím prvkem v pevné fázi — CCD. Obraz se skládá z 65 536 bodů (256×256), přičemž gradační stupnice černá/bílá má 16 úrovní, tj. je vyjádřena čtyřmi bity. Náboje jednotlivých obrazových bodů CCD jsou digitalizovány do čtyřbitových slov, která jsou uložena do paměti. Od-

tud jsou pak vysílána rychlostí 1200 Bd, řádek po řádku. Vysílání celého snímku trvá asi 3,5 minuty. Snímač CCD je citlivý v oblasti viditelného a červeného světla, takže je částečně potlačen vliv zamízení a oblačného příkrovu Země. Nejmenší rozlišitelný detail na zemském povrchu má rozměry 2×2 km.

UOSAT je vybaven několika aparaturami ke studiu ionosférického prostředí, sluneční činnosti a geomagnetického pole. Dva čítače radiačních částic registrují elektrony s energií vyšší než 20, resp. 40 keV a protony o dvacetinásobné energii. Data z čítačů částic jsou vysílána telemetrickými majáky (kanály 03 a 04) buď jako střední údaj za pětisekundovou periodu v reálném čase, nebo v režimu jemného časového rozlišení jsou vzorkována v deseti 50 ms periodách během každé sekundy, uchována v mikropočítači a vysílána na povel ze Země. To dovoluje sledovat vlastnosti prostředí v zajímavých oblastech — nad polárními čepičkami a aurorálním oválem.

Širokorozsahový tříosý magnetometr slouží k detekci a pozorování magnetických bouří a k mapování geomagnetického pole. V každé ose jsou měřeny hodnoty s hrubým a jemným rozlišením. Prvé z nich jsou vysílány na telemetrických kanálech 05, 06, 07 (osa x , y , z).

Následkem poruchy na pasívním gravitačním stabilizátoru (nepodařilo se zcela vysunout stabilizační tyč se závažím) nesplnil UOSAT úplně očekávání. Zejména tím bylo podstatně omezeno snímání televizní kamerou a z majáků KV je spolehlivě slyšitelný jen jeden — na kmitočku 21,002 MHz. Zato příjemným překvapením je kvalita syntetické řeči, kterou jsou velmi často vysílány telemetrické údaje.

Družice RS3 až RS8

Na počest 40. výročí vítězství Rudé armády v bitvě o Moskvu byla dne 17. 12. 1981 vypuštěna jedinou raketou série šesti radioamatérských družic RS3—RS8. Družice mají majákové vysílače v pásmu 29 MHz a čtyři z nich převáděče módu A — 145/29 MHz. Jednotlivé družice mají mírně odlišné oběžné doby, takže se na dráze se sklonem zhruba 83° postupně dostihují a předstihují a při

vhodném rozložení družic na orbitu se vytvoří téměř souvislý komunikační kanál. Další novinkou jsou adaptivní automatické telegrafní odpovídače na palubě RS5 a RS7.

Dráhy družic jsou polární, téměř kruhové, přímé. Střední výška je zhruba 1658 km. Parametry určené začátkem roku 1982:

Družice	Apogäum [km]	Perigäum [km]	Oběžná doba [min]	Separace [deg W/orb]	Sklon [deg]
RS3	1688,0	1577,4	118,52025	29,75679	82,959
RS4	1691,5	1640,5	119,39679	29,97606	82,960
RS5	1689,9	1653,2	119,55572	30,01583	82,963
RS6	1690,9	1592,5	118,71899	29,80655	82,954
RS7	1688,9	1634,2	119,19576	29,92619	82,963
RS8	1693,4	1657,1	119,76628	30,06853	82,957

Převáděče jsou lineární, neinvertující. Mají citlivé přijímače, takže k provozu postačí 20—30 W ERP. Při provozu je dobře patrný vliv vlastní rotace družice, neboť na palubě jsou antény pro lineární polarizaci.

Kmitočtový plán převaděčů (kmitočet MHz):

Družice	Vzestupná trasa	Sestupná trasa	Majáky
RS3	—	—	29,321 (29,401)
RS4	—	—	29,360 (29,403)
RS5	145,910—145,950	29,410—29,450	29,452 (29,311)
RS6	145,910—145,950	29,410—29,450	29,453 (29,411)
RS7	145,960—146,000	29,460—29,500	29,501 (29,341)
RS8	145,960—146,000	29,460—29,500	29,502 (29,461)

Telegrafní odpovídače:

RS5	145,826	29,331
RS7	145,840	39,340

Každá družice má dva přepínatelné majákové vysílače. Majáky označené závorkami jsou v provozu jen zřídka. Signály majáků RS3 a RS4 jsou znatelně silnější než signály ostatních majáků.

Majakové vysílače vysílají trvale telemetrii provozem A1 rychlostí 75—100 zn./min. Nejpomaleji vysílá RS5, nejrychleji RS8.

Úplný formát telemetrie se skládá z pěti řádek po sedmi skupinách — každé skupině odpovídá jeden měřený parametr. Jednotlivé řádky jsou označeny písmeny:

1. řádek nemá označení, 2. řádek „I“, 3. řádek „N“, 4. řádek „A“, 5. řádek „M“. Jednotlivé skupiny v řádcích jsou označeny písmeny s posloupností: K, D, O, G, U, S, W. Za touto dvoupísmennou (u 1. řádku jednopísmennou) identifikací parametru následuje dvoumístné číslo nesoucí vlastní telemetrický číselný údaj. V mezeře mezi jednotlivými řádky je vždy vyslána identifikační značka družice. Když družice vykonává povely řídicí stanice, předřazuje se na začátku všech skupin písmeno E (telegrafní tečka), takže označení řádek se změní na E, S, R, U, W. Formát telemetrie lze operativně měnit povelom řídicí stanice a lze vypustit libovolný počet řádků.

Příklady vysílání majákových vysílačů:

EKxx EDxx EOxx EGxx EUxx ESxx EWxx RS3 EKxx atd.

EKxx EDxx EOxx EGxx EUxx ESxx EWxx RS4
SKxx SDxx SOxx SFxx SUxx SSxx SWxx RS4 EKxx atd.

Kxx Dxx Oxx Gxx Uxx Sxx Wxx RS5
IKxx IDxx IOxx IGxx IUxx ISxx IWxx RS5
NKxx NDxx NOxx NGxx NUxx NSxx NWxx RS5
AKxx ADxx AOxx AGxx AUxx ASxx AWxx RS5 Kxx atd.

xx je dvoumístné číslo.

První telemetrická skupina ve všech řádcích (označená „K“) udává celkový výstupní výkon vysílače družice podle vztahu $P = 0,2N^2$ [mW], kde N je číselný údaj xx. Při údaji 00 je převáděč vypnut. Podrobnější popis telemetrie je v [lit. 11].

Nejzajímavějším palubním zařízením jsou automatické telegrafní odpovídače — roboty. Když je robot v provozu, vysílá opakovaně asi v minutových intervalech všeobecnou výzvu (příklad pro RS5):

CQ CQ CQ DE RS5 QSU ON FQ 145830 KHZ K .

Pozemní stanice se musí naladit na udávaný kmitočet (pro RS5 je to správně 145826 kHz) s přesností asi ± 2 kHz a zavolat robota přesně tímto způsobem:

RS5 DE OK1XYZ + .

Během vysílání je zpětná kontrola (příposlech), protože robot přijímané signály opakuje na sestupné trase. Rychlost vysílání není kritická, robot je adaptivní a přijme libovolné tempo mezi 70—120 zn./min. Pokud je vysílání pozemní stanice příliš pomalé, robot vyše QRQ, v opačném případě QRS. Když přijímaný text neodpovídá očekávané struktuře, robot vyše podle druhu chyby RPT, QRM nebo QRZ. Jakmile robot přijme formálně správné zavolání, odpoví:

OK1XYZ DE RS5 QSO NR xxx OK1XYZ DE RS5 QSO NR
xxx OP ROBOT TU FR QSO 73 SK

a spojení je ukončeno. Číslo spojení xxx jsou průběžná od 001 do 999. Palubní deník, tj. značky korespondujících stanic s pořadovým číslem spojení, je uložen v paměti a na povel řídicí stanice je odvyslán.

Z dvanácti oběhů družice za jeden den je 9 až 10 přeletů využitelných. Maximální délka přeletu je asi 25 minut. Velký počet využitelných přeletů a celkem 4 družice s různým EQX nás patrně přinutí přehodnotit dosavadní metody predikování polohy družic, protože příprava k provozu by byla dost pracná. Zdá se, že zatím nejschůdnější cestou bude používání všesměrových antén a zjišťovat družici nad obzorem jen podle slyšitelnosti majákových vysílačů.

Plánovaná životnost družic RS3 až RS8 je asi dva roky, ale družicový systém má být udržován a inovován dalšími družicemi přibližně na stejných drahách s výškou 1600 km.

AO10 — AMSAT Oscar 10

AO10 je první úspěšně vypuštěnou družicí 3. generace (Phase 3) a představuje zatím vrchol radioamatérské družicové techniky. Při startu dne 16. 6. 1983 z kosmodromu Kourou byla vynesena na dočasnou, téměř rovníkovou parkovací dráhu s výškou perigea 200 km a výškou apogea 35 500 km. Převedení na definitivní provoz-

ní dráhu typu „Molnija“ ($i = 60^\circ$, $h_p = 1500$ km, $h_A = 36\,000$ km) mělo. být uskutečněno dvojím zapálením pomocného raketového motorku. Pro poruchu na palivovém systému proběhla dne 11. 7. 1983 jen jediná a nepřesná korekce, jejímž výsledkem byla dráha s následujícími parametry:

Referenční epocha	17. 7. 1983 0 UTC	3. 3. 1984 1959 UTC
Sklon dráhy	26,162°	25,663°
Výstřednost	0,604116	0,609127
Argument perigea	187,841°	250,913°
Rektascenze výst. uzlu	249,451°	212,103°
Anomalistická perioda	699,63271 minut	699,5268 minut
Velká poloosa	26 108,373 km	26 105,808 km
Výška apogea	35 502,768 km	35 633,003 km
Výška perigea	3957,825 km	3829,487 km

Malý sklon dráhy vede k poměrně rychlému stáčení přímky apsid a argument perigea vzrůstá asi o $0,27^\circ$ za den. To znamená, že v květnu 1984 apogeum nastávalo nad nejsevernější zeměpisnou šířkou $+25,6^\circ$ ($\omega = 270^\circ$) a dále se přesunuje do druhé krajní polohy nad jižní polokoulí. Úplný cyklus stáčení (tj. návrat do počáteční polohy) trvá asi 3,6 roku. Změny ostatních parametrů dráhy s výjimkou rektascenze výstupného uzlu jsou zanedbatelné. Pro porovnání jsou uvedeny parametry k 3. 3. 1984 ve druhém sloupci tabulky.

Vzhled družice je zřejmý z obr. 4.37. Délka ramen hvězdicového pouzdra je 63 cm, výška asi 58 cm. Startovací hmotnost včetně zásoby tekutého paliva byla 128,8 kg, hmotnost vlastní družice je 76 kg. Boční stěny ramen jsou pokryty panely slunečních článků s celkovým výkonem asi 40 W. Sluneční baterie napájí palubní akumulátor 14V/6Ah, který je zálohován. Funkce anténních systémů byla vysvětlena v odstavci o anténních systémech a stabilizaci polohy. Stálá poloha osy z v prostoru je udržována tím, že družice rotuje kolem této osy rychlostí asi 40 ot. min^{-1} .

Družice AO10 je vybavena dvěma lineárními převáděči s inverzní transpozicí. V provozu je vždy jen jeden převáděč. Převáděč módu B transponuje kmitočtové pásmo 435,025–435,175 MHz na 145,975–145,825 MHz. Na obou okrajích pásma jsou vyhrazeny 4 diskrétní

kanály pro speciální účely a služby (vysílání buletinů, volací kmitočety a síť AMSAT apod.). Okraje celého převáděčového pásma vymezují dva majákové vysílače — všeobecný (GB) na 145,810 MHz a technický (EB) na 145,987 MHz. Maják EB není trvale zapnut a slouží hlavně pro přenos telemetrie řídicím stanicím. Maják GB vysílá neustále při zapnutém módu B a je určen pro uživatele převáděče. V půlhodinových intervalech (v 1.—5. a 31.—35. minutě) vysílá pomalou telegrafii CW základní orbitální a telemetrické údaje včetně zprávy o současném stavu družice, provozních pokynů a jiných zpráv. Ve zbývajícím čase vysílá rychlostí 400 Bd provozem PSK všechny telemetrické údaje. Maják GB může též vysílat RTTY s kmitočtovým zdvihem 170 Hz.

Maximální výstupní výkon převáděče je 50 W PEP. Majákové vysílače sdílejí část převáděčového řetězu. Výkon GB je 1 W, výkon EB 3 W a při vypnutém převáděči jsou výkony dvojnásobné. Pozemské stanici stačí k provozu přes převáděč výkon 21,5 dBW EIRP. To odpovídá výkonu v 10 W na anténě se ziskem asi 12 dB_i. K příjmu postačí anténa se ziskem 10 dB_i a přijímací soustava (přijímač s anténním napáječem) s celkovým šumovým číslem 5 dB. U obou antén se předpokládá pravotočivá kruhová polarizace, antény pro lineární polarizaci musí mít zisk větší o 3 dB. Zkušenosti s provozem na módu B jsou velmi dobré a pokud není převáděč zahlcen nepřiměřeně silnými signály, lze pracovat i se zařízením o malém výkonu. Za tím účelem jsou vyhlášeny pondělky jako tzv. „QRP dny“, kdy se nemá pracovat s větším výkonem než 50 W EIRP.

Převáděč módu L transponuje kmitočtové pásmo 1269,05—1269,85 MHz na 436,95—436,15 MHz. Pod spodním okrajem pracují majákové vysílače na kmitočtech 436,02 MHz (EB) a 436,04 MHz (GB). Výkon převáděče je 50 W PEP. Mód L je zapínán do provozu jen krátkodobě např. v období dvou hodin kolem průchodu apogeem o středách a sobotách. Původně mělo stačit k provozu asi 29 dBW EIRP, ale ve vstupní části převáděče došlo k závadě, takže je zapotřebí výkon řádu 10 kW EIRP. Proto se na módu L vyskytuje jen málo stanic, i když signály majákových vysílačů jsou velmi silné.

Zdánlivý pohyb družice AO10 po obloze se jen vzdáleně podobá křivkám znázorněným na obr. 4.28. Malý sklon dráhy způsobuje, že družice stoupá nejvýše asi 60° nad obzor, navíc se tvar dráhy následkem vzrůstání argumentu perigea mění. Dráha družice se přibližně opakuje vždy po 39 obězích — o 1 hodinu 18 minut dříve. Podrobné pojednání o dráze a predikování polohy je v [lit. 12].

Nejbližší družicové projekty

Na léta 1985/86 se připravuje pokračování programu družic 3. generace. Je rozpracována družice Phase 3C, která bude obdobou AO10 a má obíhat na dráze se sklonem kolem 60° . Tím se podstatně usnadní komunikace nad severní polokoulí. Druhým podobným projektem je francouzská družice ARSENE. Je pro ni navržena rovníková „podstacionární“ dráha ($h_P = 20\,000$ km, $h_A = 36\,000$ km, $T = 17,5$ hod.) Přelet nad obzorem v naší zeměpisné šířce bude trvat asi 40 hodin. ARSENE má být vybavena převáděči pro mód B a pro nový mód „F“ (435/2445 MHz).

AMSAT pracuje na projektu digitální spojové družice PACSAT. Název vznikl ze slov Packet Satellite, kde „packet“ je výraz používaný v digitálním přenosu dat a znamená přenos zprávy po malých dávkách. Systém vysílání lze přirovnat k velmi rychlému RTTY s použitím metod samoopravných procedur a automatického zpracování informací v digitální formě. Projekt se zdůvodňuje tím, že digitální komunikace je pokrokovým a perspektivním směrem vývoje (podobně jako bylo kdysi SSB) a že s rychle rostoucím počtem osobních počítačů vzrůstá i počet zájemců o digitální komunikaci. Pro PACSAT je plánována nízká polární kruhová dráha, takže komunikace mezi vzdálenějšími stanicemi se nebude uskutečňovat v reálném čase a plánovanou družici lze obrazně přirovnat k „létající poštovní schránce“. Také v Japonsku se připravuje na rok 1986 družice JAS 1. Má obíhat na kruhové dráze se sklonem 50° a výškou 1500 km. Na palubě má být v provozu lineární převáděč módu J (obdoba AO8) a také zařízení pro digitální komunikaci (obdoba PACSAT).

Na sklonku osmdesátých let budou realizovány projekty radioamatérských družic 4. generace (Phase 4) pracujících na geostacionární dráze. První z nich bude družice kanadského projektu SYNCART.

Družice 4. generace by postupně měly vytvořit celosvětovou radioamatérskou družicovou komunikační soustavu.

Rozhlasová družicová služba

Radiotechnika stárne velmi rychle a je pravděpodobné, že mnohé z informací, které přináší kapitola o radioamatérských družicích, zestárnou dříve, než se dostanou čtenářům do ruky. To platí i o rozhlasové družicové službě, již je věnována následující stručná zmínka. Její problematika je podrobně rozebrána v dostupných pracích [6, 10].

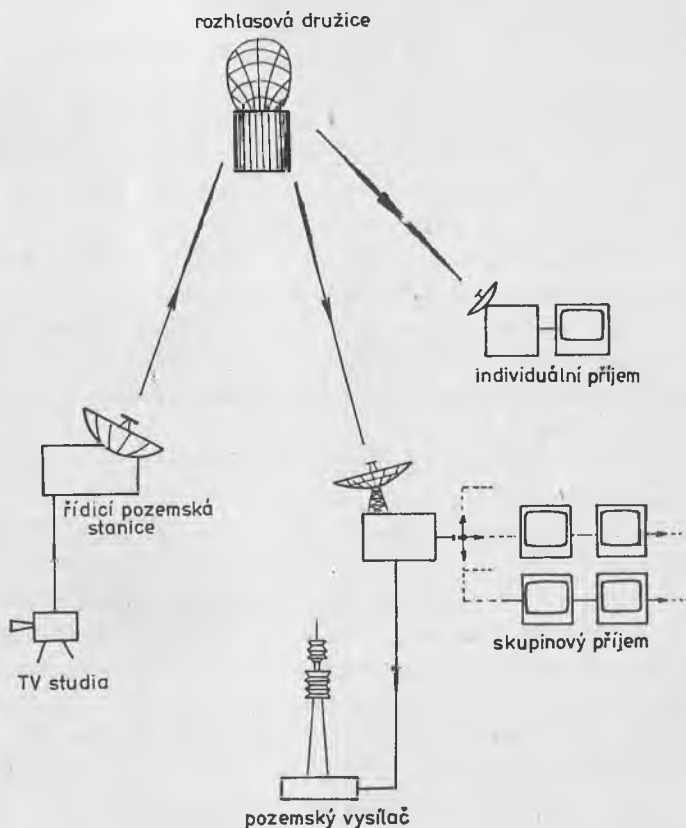
Pojem rozhlasová družicová služba (dále jen RDS) značí radiokomunikační službu určenou pro přímý přenos rozhlasových a televizních pořadů pomocí umělých družic Země. RDS rozšiřuje (a později asi i zcela nahradí) dosavadní sítě zemských rozhlasových a televizních vysílačů. Má velký ekonomický význam především pro zásobování rozsáhlých a řídko obydlených území televizním signálem. Systém RDS v podstatě napodobuje pozemské systémy vysílání TV -- přenos signálů z programových center na vzestupné trase k družici odpovídá radioreléovému spoji -- přímé vysílání pořadů z družice odpovídá činnosti pozemských vysílačů. RDS je určena k přímému příjmu širokou veřejností. Pod přímým příjmem rozumíme jednak individuální příjem, kdy vysílání z družice přijímáme pomocí jednoduchého domácího zařízení a s anténou malých rozměrů, jednak skupinový příjem, kdy přijímané signály rozvádíme pozemskou sítí pro skupinu veřejnosti v jednom místě nebo zásobujeme jimi vymezenou oblast (kabelové rozvody). Přijímací zařízení na sestupné trase je v tom případě složitější a nákladnější (obr. 4.53).

Základními díly RDS jsou: pozemská řídicí stanice, rozhlasová družice a pozemské přijímací zařízení.

Řídicí stanice přebírá programy zemskou radioreléovou nebo kabelovou sítí a vysílá je směrem k družici v pásmu cm nebo dm vln většinou frekvenční modulací. Televizní program je obvykle dopl-

něn několika (vícejazyčnými) zvukovými doprovody. Řídicí stanice slouží také k dálkovému řízení, měření a sledování rozhlasové družice. Je v podstatě souborem zařízení, zabezpečujícím spojení s rozhlasovou družicí a komplexně řídícím její provoz při současné kontrole kvality přenosu.

Rozhlasová družice pohybující se na geostacionární dráze sestává ze složitého souboru zařízení, jehož základním článkem je transponder. Je to přijímač s vysílačem včetně anténní soustavy. Rozhlasová družice může být použita pro několik nezávislých programů a může



Obr. 4.53. Rozhlasová družicová služba

mít několik samostatných transponderů. Vysoká spolehlivost je zajištěna zdvojováním zařízení. Potřebné vř výkonů jsou řádově desítky až stovky wattů, což s ostře směrovými anténami — šířka svazku řádově 1° — vede na efektivní vyzářený výkon několika stovek kW. Úzké anténní vyzářovací diagramy kladou vysoké požadavky na přesnost konstrukce anténních systémů a na dokonalou tříosou stabilizaci polohy družice v prostoru, neboť tzv. přezářování vyláání na cizí území může být nežádoucí. Antény pro vzestupnou a sestupnou trasu bývají obvykle oddělené.

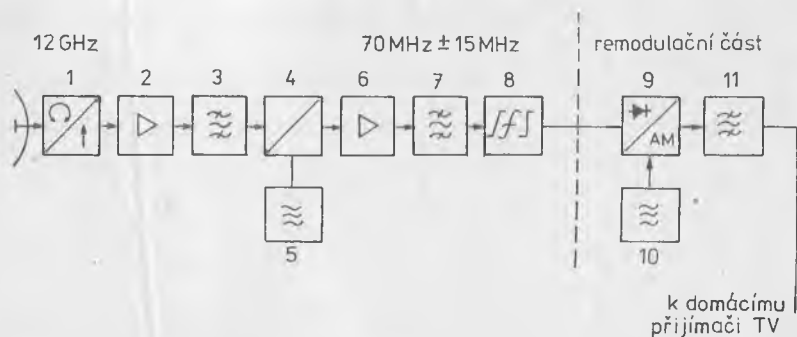
Pro RDS jsou plánována kmitočtová pásma v oblasti cm vln: pro vzestupnou trasu kmitočty 5725—6425 MHz, příp. 14,0 až 14,5 GHz, pro vyláání z družice pásmo 11,7—12,5 GHz. Ověřovány byly i kmitočty v okolí 2,6 GHz a v V. TV pásmu (např. sovětský systém EKRAK pracující od roku 1976). Modulační metoda družicového vyláání se ustálila na FM, i když budoucnost zřejmě náleží přenosovým technikám PCM/PSK v souvislosti s nastupujícím digitálním zpracováním a přenosem televizních signálů. Současné používaná FM je energeticky výhodná a technologicky dobře zvládnutá. Domácí televizní přijímače musí být ovšem vybaveny příslušným adaptorem, který mj. převádí FM na AM s částečně potlačeným spodním pásmem (VSB AM).

Vstup přijímacího zařízení obsahuje nízkofrekvenční předzesilovač bezprostředně spojený s parabolickou anténou. Za ním následuje jedna nebo dvě kmitočtové konverze na mezifrekvenci v okolí 70 MHz, demodulace FM s případným oddělením zvukových doprovodů a remodulace na některý z kanálů ve IV. až V. TV pásmu (obr. 4.54).

Na rozdíl od příjmu pozemských vysílačů je signál z rozhlasové družice velmi slabý a vyžaduje proto, aby získal přijímací antény byl co nejvyšší a šumová teplota přijímací soustavy co nejnižší. Jakost přijímače RDS se vyjadřuje parametrem G/T . Je to v decibelech vyjádřený poměr zisku přijímací antény k celkové šumové teplotě na vstupu přijímače. Pro orientaci uvedme, že nejlepší přijímače RDS pro profesionální účely dosahují jakosti

$$G/T = 55 - 10 \log 100 = 35 \text{ dB/K}$$

(tj. zisk antény 55 dB a šumová teplota 100 K). Pro skupinový přijímač je typická hodnota G/T okolo 12 dB/K a pro individuální příjem kolem 4 dB/K (zisk antény 35 dB, šumová teplota 1000 K). Špičková zařízení používají na vstupu chlazené nebo nechlazené parametrické zesilovače, pro individuální adaptory vystačí předzesilovače a tranzistory typu GaAs FET a parabolická anténa o průměru 0,7 až 1 m. Používá se kruhové polarizace pravotočivé i levootočivé.



Obr. 4.54. Přijímač rozhlasové družicové služby

Na Světové administrativní konferenci pro plánování rozhlasové družicové služby (Ženeva 1977) byl vytvořen plán frekvencí a poloh družic RDS pro státy v Oblasti 1 a 3. Orbitální rozestup družic byl stanoven 6° . Jednotlivé země Oblasti 1 a 3 mají přiděleny jednak pozice na geostacionární dráze, jednak vř kanály — v průměru pro 5 nezávislých televizních programů. V jedné pozici může být umístěno více družic, vzájemné interferenci se čelí vhodnou volbou kmitočtů a polarizace. ČSSR má právo na družici umístěnou v zeměpisné poloze 1° z. d. Tuto polohu sdílí ještě NDR, PLR a MLR. Předpokládá se, že ve středních Čechách bude možné přijímat s anténou o průměru 0,9 m a s kvalitním přijímacím zařízením až 3 zahraniční programy. Anténa dvojnásobného průměru by měla umožnit příjem až 10 zahraničních programů ze čtyř různých družicových pozic.

- [1] Šternfeld, A.: Umělé družice. Orbis, Praha 1958.
- [2] Anderle, P.: Základy nebeské mechaniky. Academia, Praha 1971.
- [3] Volf, I.: Pohyb umělých družic. SPN, Praha 1974.
- [4] Mišoň, K., Pírko, Z.: Základy astronautiky. Academia, Praha 1974.
- [5] Vanýsek, V.: Základy astronomie a astrofyziky. Academia, Praha 1980.
- [6] Durovič, S.: Rozhlasová družicová služba. NADAS, Praha 1979.
- [7] Charčenko, K.: Antenny s eliptičeskoj poljarizacijej. Radio, č. 7/1979, str. 12.
- [8] OK1NW: Všesměrové vertikální antény se ziskem. Radioamatérský zpravodaj, č. 11—12/1981, str. 7.
- [9] Lála P., Vitek A.: Malá encyklopedie kosmonautiky. Mladá fronta, Praha 1982.
- [10] Fortušenko, A. D.: Základy technického projektování systémů družicových spojů. NADAS Praha, 1975.
- [11] Palkov, A.: O čem rasskazyvajet teletetrija sputnikov RS3—RS8. Radio, č. 9/1982, str. 12.
- [12] OK1BMW: Dráha družice AO10. Radioamatérský zpravodaj, č. 4/1984, str. 10.

Články z časopisů

Radioamatérský zpravodaj, roč. 1972—1984.
Letectví a kosmonautika, roč. 1975—1981.
Amsat Newsletter, roč. 1971—1979.
Orbit, roč. 1980—1983.
Radio communication (RSGB), roč. 1972—1981.
Radio (SSSR), roč. 1973—1983.
QST Amateur Radio, roč. 1972—1980.
CQ—DL, roč. 1976—1981.

RTTY — RADIODÁLNOPIŠ

Základní informace

Dálnopis můžeme definovat jako píšící telegraf, jehož obsluha je shodná s psaním na psacím stroji. Umožňuje dosažení vyšší rychlosti předávání zpráv než při telegrafii. S výjimkou závodů a používání strojních dávačů se však v radioamatérském provozu při manuální obsluze klávesnic s touto rychlostí nesetkáme, protože obvykle radioamatér není vyškolená písárka. A začátečník obvykle píše velmi pomalu, neboť „hledá“ jednotlivé klávesy.

Přenos se u dálnopisu uskutečňuje přeměnou stisku klávesy v dálnopisném vysílači na kombinaci proudových impulsů a bezproudových stavů, které se přenesou buď po vedení nebo rádiem do dálnopisného přijímače. Zde vyvolají otisk příslušné typové páky na papír.

Abychom pochopili způsob přenosu zpráv musíme si nejprve něco říci o způsobu zakódování písmen na elektrické signály.

Zpráva je vytvořena kombinací základních informací — písmen a číslic. Soustavě elektrických signálů přiřazené soustavě základních informací se říká kód. Znak je základní informace (písmeno nebo číslice), značka je vyjádření znaku v kódu. Nejčastěji se používá dvoustavový (binární) kód, který se snadno elektricky realizuje. Podle počtu znaků se stanoví potřebný počet značek kódu. U binárního kódu je tak určena i složitost signálu tvořícího značku. Pro strojní zpracování se obvykle používá kód, jehož značky jsou tvořeny shodným počtem prvků (na rozdíl od Morseova kódu, který má značky nestejně dlouhé).

Kapacita binárního kódu je dána vzorcem

$$K = 2^m,$$

kde K je počet značek kódu, m počet míst kódu (prvků značky).

Chceme-li plně využít kódu, budou se vždy dvě značky od sebe lišit pouze v jediném místě (liší se jediným prvkem). Kapacitu kódu lze zvýšit i uměle tak, že použijeme dvojznačný kód. Základní informace se rozdělí do dvou skupin (písmena; číslice a znaménka) a pomocí zvláštních značek se určuje, do které skupiny patří všechny následně vyslané značky.

Pro dálkopisný přenos byla mezinárodně sjednána mezinárodní telegrafní abeceda č. 2, která je znázorněna v tabulce na str. 541. Základem této abecedy je pětimístný binární kód, složený z proudových a bezproudových intervalů, značek a mezer. Protože kapacita tohoto kódu je 32, je zřejmé, že musíme pro přenos abecedy (26 písmen, 10 číslic a dalších znamének) tento kód používat jako dvojznačný. Dvě značky (písmenová a číslicová změna — A... a 1...) určují význam následujících značek. Kapacita tohoto kódu je tímto opatřením téměř dvojnásobná.

Z tabulky vyplývá, že kód kromě otiskovaných znaků obsahuje i povel. Povelem je písmenová a číslicová změna, znaky pro ovládnutí psaní v řádcích a znaky pro přivolání obsluhy (zvonek) a identifikaci protistanice. Dvě značky jsou mimořádné. Je to značka zařazená v tabulce na 32. místě — prázdná značka. K ní se řadí značka písmenové změny (29. místo) — plná značka.

Značka je v tabulce doplněna ještě dvěma místy. Na těchto místech jsou prvky nutné pro synchronizaci vysílacího a přijímacího dálkopisu na principu start—stop, o kterém bude zmínka v odstavci o funkci dálkopisných strojů.

Kromě kódu je mezinárodně normalizován i způsob přenosu kódu a rychlost přenosu značek, telegrafní rychlost. Telegrafní rychlost je převrácená hodnota doby trvání jednoho prvku značky kódu. Jednotkou této rychlosti je 1 baud (čti bód) — při dosazení doby v sekundách. Jednotka je pojmenována po vynálezi jednoho z předchůdců dálkopisného stroje Francouzi Baudotovi (1845—1903). Značka dálkopisného kódu se skládá ze spouštěcího impulsu (start), z pěti impulsů přiřazených znakům podle tabulky a ze závěrečného impulsu (stop), který trvá jedenapůlnásobek doby základního prvku. Trvání celé značky je tedy 7,5násobek základní jednotky. V radioamatérském provozu se používá nejběžnější telegrafní rychlost

Tabulka 5.1. MTA č. 2

Čís.	Z n a k		Značka				
	Písmeno	Číslice nebo znaménko	Prvek značky				
			1	2	3	4	5
1	A	pomlčka	•	•			•
2	B	otazník	•			•	•
3	C	dvojtečka		•	•	•	•
4	D	KDO TAM	•			•	•
5	E	3	•				•
6	F		•		•	•	•
7	G			•		•	•
8	H				•		•
9	I	8		•	•		•
10	J	zvonek	•	•		•	•
11	K	(	•	•	•	•	•
12	L	)		•			•
13	M	tečka			•	•	•
14	N	čárka			•	•	•
15	O	9				•	•
16	P	0		•	•		•
17	Q	1	•	•	•		•
18	R	4		•		•	•
19	S	apostrof	•		•		•
20	T	5					•
21	U	7	•	•	•		•
22	V	rovnítko		•	•	•	•
23	W	2	•	•			•
24	X	lomítko	•		•	•	•
25	Y	6	•		•		•
26	Z	křížek	•				•
27	návrat válce					•	•
28	posun o řádek			•			•
29	písmena		•	•	•	•	•
30	číslice nebo znaménka		•	•		•	•
31	mezera				•		•
32	kód ZSC 3						•

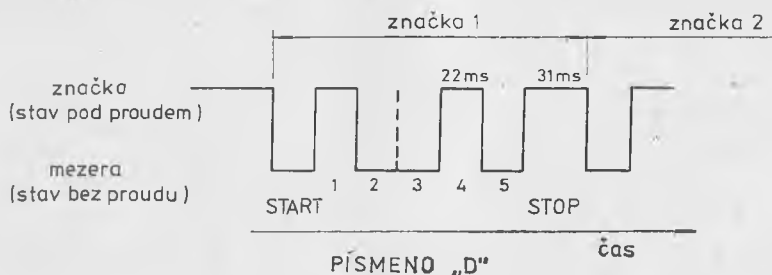
45,45 Bd, kdy značka trvá 163 ms. Za jednu minutu lze tedy vyslat 368 značek.

V profesionálním provozu se však používají i jiné normalizované rychlosti (v Evropě 50 Bd, nověji 75 nebo i 100 Bd). Získáme-li tedy vyřazený stroj, je obvykle nutno upravit jeho rychlost, abychom jej mohli používat na pásmech. Není však vyloučeno, že vyšší rychlosti budou zavedeny i v amatérském provozu.

Dálnopisy byly i prvními terminály — vstupy pro vkládání dat a výstupy pro záznam vypočtených výsledků — uvýpočetní techniky. Bylo nutno brzy zvyšovat rychlost (až na několik tisíc Bd) a dále přejít na jiné kódy, než je uvedená MTA č. 2. Důvodem bylo zpracování většího počtu znaků a povelů a dále vytvoření bezpečnostních kódů.

Když zaměníme v některé značce MTA č. 2 jeden základní prvek, např. bezproudový za proudový, bude výsledkem zápis jiného znaku, než byl znak původní. Bezpečnostní binární kódy mají značku složenou z většího počtu prvků, než je zapotřebí pro přenos celkového počtu znaků. Tyto doplňkové prvky slouží ke kontrole správnosti přijatého znaku paritou. V každé značce je určitý počet proudových prvků (sudý nebo lichý). Doplní-li se např. tento počet tak, aby byl vždy lichý, hovoříme o liché paritě. Dojde-li při přenosu k záměně jednoho prvku za opačný (proudový za bezproudový nebo naopak) lze vyhodnotit, že došlo k chybě a takový znak se na přijímací straně nevytiskne.

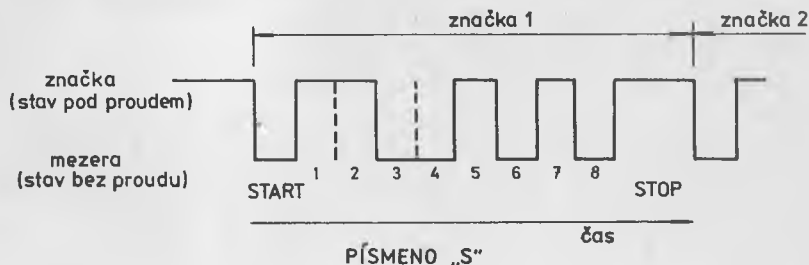
Ve výpočetní technice se dnes výhradně používá mezinárodní telegrafní abeceda č. 5, respektive její národní verze z USA doplněná



Obr. 5,1. Časový průběh značky MTA č. 2

paritním prvkem a označovaná jako kód ASCII (viz tabulka str. 558). Vzhledem k možnosti získávání dílů zařízení a speciálních integrovaných obvodů určených pro tento kód, došlo v řadě zemí k jeho zavedení i v radioamatérském provozu.

Na obr. 5.1 je časový průběh jedné značky v kódu MTA č. 2, na obr. 5.2 je obdobný průběh pro stejný znak v kódu ASCII. V radioamatérském provozu se obvykle paritní prvek nevyužívá a toto místo má trvalou hodnotu mezery (bezproudivý impuls).



Obr. 5.2. Časový průběh značky ASCII

Ještě si objasníme dva pojmy z výpočetní techniky. Je to jednotkové množství informace, které označujeme jako 1 bit. V telegrafní abecedě je to jedno místo značky (proto se u kódů ASCII hovoří o paritním bitu). Druhým pojmem je slovo, které je složené z více jednotkových množství informace (obvykle z osmi bitů). Toto slovo se nazývá 1 byte (čte se bájt) a představuje ucelený číselný údaj, který je zpracováván počítačem.

Dálnopisný stroj a jeho druhy

Dálnopisný stroj ve své dnešní podobě vděčí za vznik řadě vynálezců, ale vesměs se uznává zásluha E. Kleinschmidta, původem z Brém, který zemřel ve věku 101 let v roce 1977.

Radioamatéři používají obvykle starší stroje, vyřazené po řadě

let provozu. Mezi čs. radioamatéry jsou používány stroje Creed 7B, Lorenz 15, Siemens T37 a RFT T51. Lze předpokládat, že se do našich řad dostanou i stroje T100, vyráběné u nás v licenci.

Všechny tyto stroje jsou mechanické. V posledních dvaceti letech se projevuje snaha upustit od náročného mechanického řešení ve prospěch elektrického. Vznikaly elektromechanické dálnopisy (čs. typ Dalibor) a s rozvojem techniky integrovaných obvodů i dálnopisy čistě elektronické.

Dálnopisné mechanické stroje jsou dvojího druhu — páskové a stránkové. Páskové stroje jsou starší, záznam přijaté zprávy se uskutečňuje na proužek široký 10 mm. Byly určeny pro předávání poštovních telegramů s nalepováním zprávy na blanket. Není vyloučeno, že i ty jsou mezi radioamatéry.

Stroje stránkové jsou novější. Záznam zpráv se uskutečňuje stejně jako u psacího stroje v řádcích pod sebou na pruh papíru, široký 210 mm. Pruh se odvíjí z role. Při vysílání zprávy se používají povely k návratu válce o posuvu o řádku.

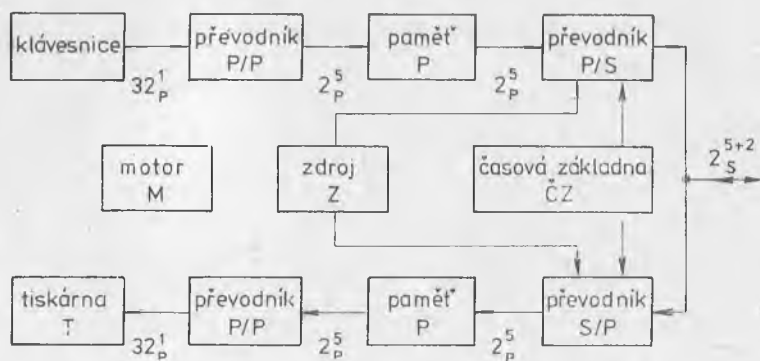
Tyto povely je nutno používat i u stroje proužkového, protože nevíme, jakým strojem je vybavena protistanice. Proto se svitkové stroje doplňují počítadlem úhozů se signalizací konce řádky (55 úhozů na řádce). Toto počítadlo bývá zabudováno i v moderních elektronických dávacích dálnopisných značek.

Stroje lze dělit i podle klávesnice. Rozlišuje se klávesnice úzká, která je obdobou klávesnice psacího stroje s přeřazováním, a klávesnice plná. Ta má větší počet kláves, protože dvouvýznamové značky mají dvě samostatné klávesy.

Blokové schéma dálnopisného stroje je na obr. 5.3.

Stisknutím klávesy se do stroje vloží příslušná značka. U strojů pro kód MTA č. 2 jde o paralelní kód „1 z 32“. V mechanickém převodníku P/P tvořeném kombinačními lištami se tento kód převede na pětiprvkový paralelní binární kód „n z 5“. Tento kód je přechodně uložen do jednoznačkové paměti P , za kterou následuje převodník paralelního kódu na kód sériový P/S , který navíc doplní impuls start a stop. Výstupem je tedy sériový kód „2 + n z 5“. Délka časových intervalů je určena časovou základnou CZ a vytvoření elektrických impulsů zajišťuje zdroj Z .

V přijímači se nejprve v převodníku S/P převede přijímaná značka v sériovém kódu na paralelní kód „n z 5“. Po zaznamenání do paměti se v dalším převodníku P/P převede přijímaná značka na paralelní kód „1 z 32“. Ten se přenesou do tiskárny T, kde určí typovou páku, která učiní otisk. Jednotlivé díly pohání prostřednictvím převodů a pohonů motor M .



Obr. 5.3. Blokové schéma dálkopisného stroje

Vzhledem k rozsahu kapitoly a množství informací nebude podrobně popisována mechanická konstrukce jednotlivých strojů. Obvykle lze získat příslušný služební předpis pro údržbu, ve kterém jsou podrobné výkresy i informace. Popíšeme proto stručně obecné principy konstrukce obdobné u všech strojů.

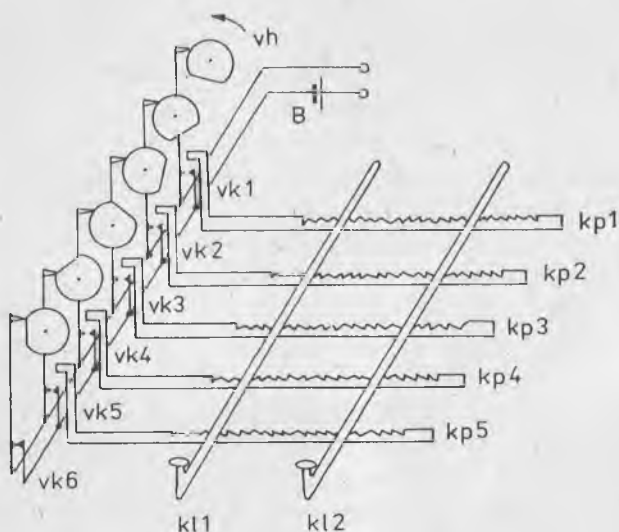
Vysílač dálkopisného stroje je buď vícekontakový (RFT T51) nebo jednokontakový (T100).

Princip vícekontakového vysílače je na obr. 5.4. Stisknutím klávesy dojde k posunu kombinačních lišt odpovídajícím kódu příslušného znaku. Klávesa se vtlačí do ozubení lišt. Podle toho, zda pod klávesou je levý nebo pravý úkos, dojde k posunu nalevo či napravo. Jen posun napravo způsobí vyslání proudového impulsu.

Kombinační lišta nástavcem podpírá dotekovou páku, která se dotýká vysílacích váček, jichž je šest. Při stisknutí kterékoliv klávesy udělá vysílací hřídel jednu otáčku. Váčkový kontakt VK6 je v klidu

sepnutý, při začátku otáčení se rozepne, zůstává v rozepnutém stavu po 12/15 otáčky hřídele. Tím zajistí vyslání úvodního bezproudového impulsu start i závěrečného impulsu (3/15 otáčky = prodloužený impuls stop).

Ostatní kontakty VK1 až VK5 spínají působením váček rozmístěných na hřídeli tak, aby v každé z pěti základních časových intervalů tvořících značku byl aktivován jeden z nich. Na směr posunu kombinací lišty pak závisí, zda je příslušný interval proudový nebo bezproudový.

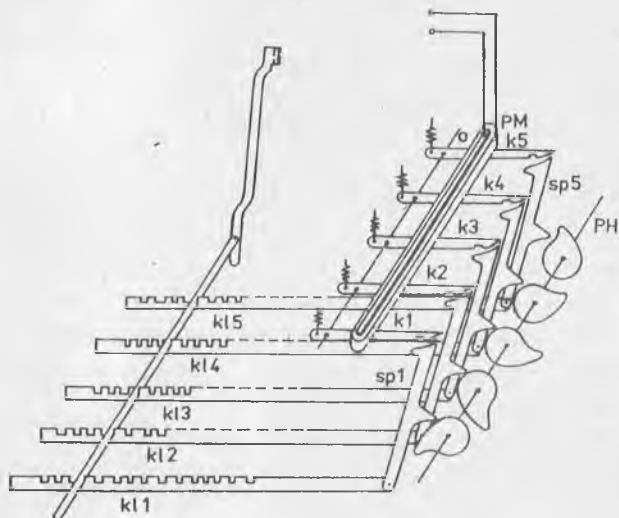


Obr. 5.4. Princíp vysílače dálčospisného stroje

Klávesnice je vybavena i aretací, která brání ve stisku další klávesy před ukončením vysílání předchozí značky. Další aretace brání ve stisku číslicových kláves, je-li aktivována „písmenová změna“ a jsou tedy vysílána písmena a naopak.

Obdobná je funkce přijímače (viz obr. 5.5). Proud, kterým je přenášena značka, je přiváděn do elektromagnetu. Elektromagnet má obvykle dvě cívky. Pod elektromagnetem jsou otočně upevněny

páky tvořící kotvy magnetu. V klidu jsou všechny kotvy přitaženy — vinutím protéká klidový proud. Při spouštěcím bezproudovém intervalu značky všechny kotvy odpadnou a přijímací hřídel se po-
číná otáčet. Odpadlé kotvy jsou drženy pružinami a síla elektromagnetu nestačí na překonání přílišné vzduchové mezery mezi jádrem elektromagnetu a odpadlými kotvami. Při otáčení přijímací hřídele jsou ovšem pomocí váček a mečíků kotvy nadzvedávány.



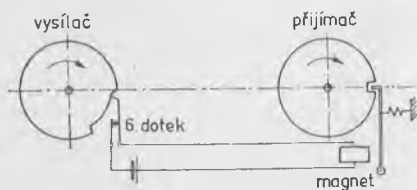
Obr. 5.5. Princip přijímače dálhopisného stroje

Protéká-li v okamžiku tohoto vzorkovacího intervalu elektromagnetem proud (jde o proudový prvek značky), zůstane příslušná kotva přitažena. Mečik se tedy silou pružiny vrátí do klidové polohy. Ne-
protéká-li elektromagnetem proud, zůstane kotva odpadlá a mečik vychýlený tlakem váčky se zaklesne do vybrání v kotvě. Tak po ukončení příjmu došlo k rozestavení mečíků podle vyhodnocení značky. Konce mečíků způsobí opět posun pěti přijímacích kombináč-
ních listů. O ty se opírá 32 tiskacích táhel. Vyhodnocení přijaté značky a příslušné rozestavení kombináč-
ních listů vytvoří na jedi-

ném místě zákryt zářezů v listách. Do tohoto zářezu zapadne tiskací táhlo a pomocí pohybu odvozeného od otáčení přijímací hřídele způsobí vychýlení typové páky a otisk příslušného znaku na papír.

Princip start — stop

Pro objasnění činnosti si nejprve představíme, že vysílač i přijímač jsou spojeny hřídelí, která otáčí kotouči i vačkami. Při stisku klávesy určitého znaku se rozpojí šestý dotek působením vačky. Tím vzniká startovací impuls (mezera). Na přijímací straně přestane přicházet proud do magnetu, tahem pružiny odpadne západka a rozběhne se přijímací hřídel. Nyní se uplatní funkce jednotlivých vaček pro vytvoření značky a na přijímací straně se vytvoří stejná kombinace jako na vysílací straně. Dobíhá-li přijímací hřídel do základní polohy, je do vedení opět přiváděn proud působením šesté vačky. Kotva přijímacího magnetu je přitažena a způsobí zapadnutí západky a zastavení přijímacího hřídele.



Obr. 5.6. Princip start — stop funkce

Ve skutečnosti jsou kotouče oddělené a synchronního pohybu dosáhneme na základě d'Arincourtových (čti darlinkúrtových) principů:

- vysílací a přijímací kotouč je v základní poloze v klidu;
- po nastavení kombinace vaček se vysílací kotouč rozběhne a po proběhnutí jedné otáčky se opět zastaví v základní poloze;
- při rozběhu vysílacího kotouče se vysílá pomocný signál pro spuštění přijímacího kotouče — spouštěcí impuls neboli start-impuls;

d) aby při doběhu vysílacího kotouče do základní polohy současně doběhl do této polohy i přijímací kotouč, má nepatrně vyšší rychlost otáčení (asi o 5 až 8 %);

e) po pátém prvku kódu se vkládá pomocný signál, závěrný impuls neboli stop-impuls, v průběhu kterého se vyrovná rozdíl v rychlostech otáčení obou kotoučů.

Tím je zajištěna dokonalá synchronizace obou strojů. Protože se při každé vyslané značce stroje rozběhnou a zastaví, není nutno psát v rytmu (jak to bylo nutné u předchůdců vynálezu dálkopisu) a můžeme si v klidu hledat to další písmeno, „které tu přece někde bylo“.

Zkreslení značek, stavěč příjmu

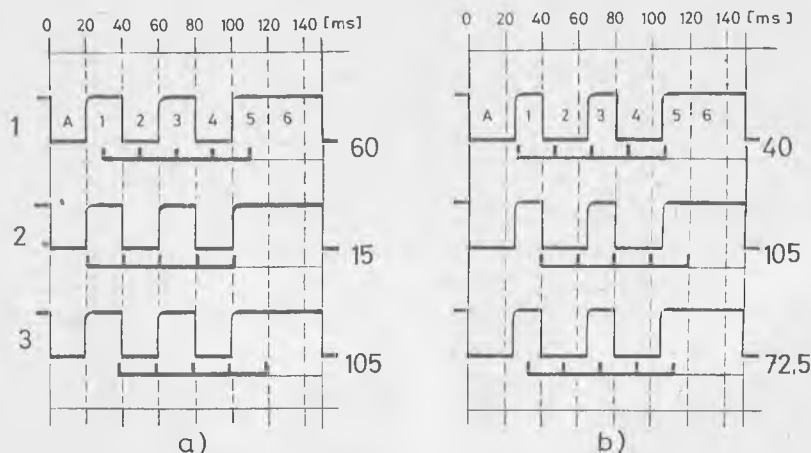
Vlivem délky vedení nebo zpracováním při přenosu dochází k pravidelnému zkreslení přijímaných značek. Délka základního intervalu se buď prodlouží nebo zkrátí. Aby nedocházelo k narušení příjmu, nevyužívá se při vyhodnocování celé délky základního intervalu, tj. délky jednoho prvku značky, ale pouze 20 % jeho šířky. Tento vzorkovací interval je umístěn ve středu každého základního intervalu (prvku) značky. Aby se i při zkreslení přijímaných značek dosáhlo správného příjmu, je zapotřebí upravit umístění vzorkovacího intervalu. To se děje tak, že bod vzorkování se posouvá pomocí stavěče příjmu vyhodnocovacího mechanismu oproti přijímací hřídeli (jedná se o posun fáze vyhodnocení proti fázi otáčení hřídele). Stavěč je opatřen stupnicí, rozdělenou na 120 dílků (každý dílek odpovídá 1 % intervalu).

Činnost stavěče je na obr. 5.7. Na obrázku *a* je naznačena poloha vzorkovacích intervalů při příjmu nezakreslené značky. Posunujeme stavěč směrem do jedné krajní polohy tak daleko, dokud stroj ještě správně vyhodnocuje. To je poloha 2, ukazatel stavěče je na hodnotě 15. Druhá krajní poloha 3 je při poloze stavěče na dílku 105. Správná poloha je ve středu mezi těmito krajními polohami ($105 + 15 = 120$, $120 : 2 = 60$), tedy v poloze 1. Přitom lze přijímat

správně značky se zkreslením $\pm 45\%$ základního intervalu. Na obr. b je znázorněn postup nastavení stavěče při trvale zkresleném příjmu. Je zřejmé, že opět je možno umístit vzorkovací interval do středu zkreslených prvků značky.

V provozu se stavěč používá ve spolupráci s protistanicí, která vysílá zkušební text z pásky. V mezinárodní praxi se používá text

THE QUICK BROWN FOX JUMPS OVER THE LAZY DOG
1234567890 RYRYRYRYRY...



Obr. 5.7. Činnost stavěče příjmu

Tento text obsahuje všechna písmena abecedy a všechny číslice. Stavěčem se nejprve určí krajní polohy, kdy dochází ke zkreslení textu a pak se stavěč nastaví do středu mezi tyto polohy.

Kontrolní text prověří i rychlost stroje, píše-li stroj místo řady RY řadu GY, je rychlost stroje pomalejší proti vysílači. Naopak je-li zapisována řada LYL..., pracuje přijímací stroj rychleji než vysílači.

Kromě uvedeného zkušební textu je používána i novější hromornější verze

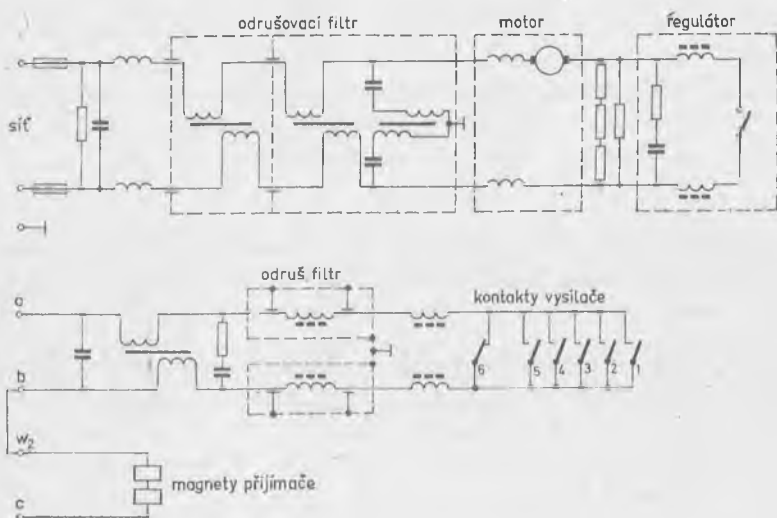
PACK MY BOX WITH FIVE DOZEN LIQUER JUGS 12345
67890.

V ČSSR se používá v profesionálním provozu tento zkušební text
SERVICE QWX ZKOUSIME DALNOPISNY STROJ
FIG 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 BEZ CHYB?

Rychlost dálnopisu, nastavování

Jak již bylo řečeno, dálnopisné stroje mají jmenovitou rychlost (např. 50 Bd), která je dána otáčkami motoru a zvolenými převody. Aby bylo možno rychlost přesně nastavit, je na hřídeli motoru (jde obvykle o univerzální motorek s kolektorem) umístěn odstředivý regulátor, jehož kryt je opatřen stroboskopickými pruhy (střídavě 10 bílých a 10 černých pruhů). Uvnitř regulátoru je přerušovací kontakt, jehož jeden dotek tvoří výkyvná páčka se závažím, držená pružinou. Jakmile se odstředivou silou rozpojí kontakt, vřadí se do série s motorem odpor asi 500 Ω . To způsobí okamžitý pokles otáček a opětné sepnutí kontaktu. Proti opalování při rozpínání se kontakt chrání paralelně připojeným kondenzátorem. Regulátor se nastavuje tak, že se pomocí vně umístěné matice mění tah pružiny, působící proti odstředivé síle závaží. To se děje při chodu motoru a přitom se pozorují stroboskopické značky štěrbinou mezi kmitajícími nástavci speciální ladičky s kmitočtem obvykle 125 Hz. Je-li rychlost správná, vzniká dojem, že bílé proužky stojí na místě. Je-li rychlost velká, posunují se proužky ve směru otáčení a je zapotřebí zmenšit tah pružiny.

Tento regulátor má dostatečné rozmezí regulace otáček, takže změna rychlosti dálnopisného stroje z profesionálních 50 Bd na 45,45 Bd pro použití v radioamatérském provozu je možná. Postupuje se tak, že se přes stroboskopické značky na krytu přelepí proužek papíru, na kterém je obvod krytu rozdělen na 11 párů bílých a černých proužků. Při pozorování přes ladičku 125 Hz se při zastavení dosáhne taková rychlost otáčení motoru, že stroj pracuje v režimu 45,45 Bd.



Obr. 5.8. Zapojení signálového a motorového obvodu dálkopisného stroje

Jiná možnost je „přeladění“ ladičky pomocí přidavného zatížení jejích ramen, takže po úpravě kmitá na 113,625 Hz. Pak je rovněž dosaženo stroboskopického efektu zastavení pohybu původních 10 párů proužků při režimu 45,45 Bd [64].

Další možná metoda „pro chudé“ používá stopky nebo digitální hodinky se stopkami, kterých je asi k dispozici více než ladiček. Dálkopisný stroj musí být ovšem vybaven obvodem pro opakování posledního stisknutého znaku. Nejprve nastavíme stroj na levý kraj nové řádky. Pak stiskneme některou klávesu (třeba písmeno R) a stiskneme páku pro opakování znaku a současně i stopky. Po uplynutí 7,5 sekundy uvolníme stisk opakovací páky. Při správně nastavené rychlosti 45,45 Bd musí za tuto dobu být na řádce zapsáno 45 nebo 46 písmen. Přitom ovšem musí být páčka stavěče příjmu na stupni 60. Jestliže došlo k zapsání více písmen, běží stroj rychleji a rychlost je nutno regulátorem motoru snížit. Při zapsání méně písmen jsme stroj zbrzdili příliš a musíme otáčky motoru poněkud zvýšit a měřit znovu [32].

Získaný dálnopisný stroj je nutno nejprve dobře vyčistit. Obvykle jsou uvnitř stroje nánosy prachu, mastnoty po olejování a zbytků z roztržených psacích pásek a papíru. Rovněž je zapotřebí očistit typy na typových pákách (plastickou gumou, ale opatrně, abychom stroj ještě více neznečistili). Po vyčištění je vhodné opět stroj promazat. Obvykle je pro každý druh stroje možno získat původní předpis pro údržbu, kde je i podrobný popis mazání včetně doporučených olejů a maziv. Především se používá speciální silikonový olej (případně i hodinářský) a přístrojový tuk. Mazání ložisek se dělá jednou za rok, třecí a kluzné plochy a spojky se olejují dvakrát nebo třikrát za rok. Některé díly jsou opatřeny mazničkami s příklopkami. Spojky hřídelí mívají navlečeny mazací plstěné kroužky, které se napustí kapkou oleje. Olejování se provádí nejlépe drátem namočeným v oleji, kterým se přenese vždy jen jedna kapka oleje do potřebného místa.

Zvláštní péči vyžaduje poháněcí motor. Jedná se o kolektorový univerzální motorek (kdo má zkušenosti s údržbou dynama motorového vozidla, snadno si poradí i v tomto případě). Je zapotřebí vyčistit benzínem kolektor kotvy a třecí kroužky odstředivého regulátoru. Někdy je zapotřebí kolektor obrousit skelným papírem nebo jej „přetočit“ na soustruhu. Drážky mezi lamelami kolektoru se mají proškrábnout špičkou nože. Uhlíky je žádoucí pravidelně vyměňovat. Protože není pravděpodobné, že se nám podaří opatřit si uhlíky původní, je obvykle nutné zakoupit uhlíky blízké velikosti a upravit je na potřebný rozměr pilníkem. Obdobně se udržují třecí kroužky regulátoru otáček.

Dálnopis je připojen dvěma šňůrami — síťovou a signální. Po kontrole a vyčištění můžeme připojit síťovou šňůru do zásuvky a prověřit otáčení motoru a převodů. Přitom stroj pracuje velmi hlučně. Signální přípojná šňůra má čtyři vodiče označené a , b , c a $w2$. Mezi vývody $c-w2$ je připojen přijímací elektromagnet a mezi vývody $a-b$ naopak vysílací doteky. Normálně jsou spojeny obě části v sérii tak, že jsou propojeny doteky $b-w2$ (viz obr. 5.8).

Pro další kontrolu je nutný zdroj stejnosměrného napětí od 60 V do 100 V, schopný dodat proud 40 mA. Zdroj připojíme přes nastavitelný odpor 2,2 k Ω na zatížení 10 W na svorky *a*—*c*. Změnou napětí nebo odporu nastavíme proud v obvodu na 40 mA.

Originální signální šňůra je zakončena souosou zástrčkou, jejíž zapojení je následující: kroužek o největším průměru je vývod *a* a pak postupně menší až nejmenší kontakt je *b*, *w2* a *c*. Obdobně jsou přiřazeny kontakty v „zásuvce“, uvnitř zásuvky bývá ještě pomocný kontakt *a*, který je propojen s kontaktem *c*, není-li do zásuvky zasunuta zástrčka.

Je-li připojen dálkopisný stroj pouze na síť, aniž je do obvodu magnetů přiváděn proud, pracuje stroj se značným hlukem. Teprve po zapojení obvodu stejnosměrného proudu se chod ztiší.

Je zapotřebí upozornit na důvod používání relativně vysokého napětí v obvodu magnetů. Cívky elektromagnetů dálkopisného stroje mají při zapojení v sérii odpor jen 200 Ω . Jejich indukčnost (značně vysoká — až 2 H) se ovšem mění podle toho, zda jsou kotvy odpadlé nebo přitažené. A to je důvod pro používání zdroje vysokého napětí (které přitom musí být sráženo sériovým odporem). V obvodu s indukností totiž proud narůstá zpomaleně a při napájení nízkým napětím by na plnou hodnotu narostl za delší dobu, než je doba trvání prvku značky (22 ms), výsledkem by byl chybný zápis. Proto musíme dosáhnout toho, aby průběh proudu elektromagnety dálkopisu měl co možná pravouhlý průběh. Výrobci požadují, aby proud narostl na 90 % své maximální hodnoty za 1 ms. Toho dosáhneme tak, že indukčnost bude ve srovnání s celkovým odporem obvodu minimální a tedy napájecí napětí příslušně vyšší.

K částečnému snížení nároku na vysoké napětí dojde při propojení cívek elektromagnetů dálkopisu paralelně. Musíme pak obvod napájet proudem 80 mA, ale pro dobrou funkci stačí napětí kolem 40 V.

Protože maximální možná rychlost dálnopisu převyšuje běžnou rychlost psaní, používá se pro přenos i automatických vysílačů, které používají takzvanou děrnou pásku. Děrná páska zaznamenává dálnopisné značky ve formě kombinace děr. Páska je přesně normalizovaná. Je to proužek papíru o šířce 17,5 mm, na němž je vyděrována řada vodicích otvorů. Po stranách této řady jsou dvě a tři řady otvorů, kterými se zaznamená informace. Otvor má průměr 1,8 mm, značky mají rozteč 2,54 mm.

Děrná páska se vytváří buď ručně v děrovači nebo současně se zápisem přijímaného textu.

Děrovač je samostatný přístroj na vytváření záznamu na děrné pásce. Je složen z klávesnice, zásobníku na děrnou pásku a z děrovacího mechanismu. Protože děrovače neměly spolutisk zapisovaného textu, nebyla možná současná kontrola zapisovaného textu. Proto jsou tyto přístroje vyřazovány a lze je získat.

V profesionálním provozu se nyní používají vestavné děrovače přímo v dálnopisném stroji, které se pro naděrování přepnou do tzv. místní smyčky, kdy jsou odpojeny od vedení a slouží jako děrovač se spolutiskem.

K vysílání z pásky slouží strojní vysílač. U nás je obvykle dostupný strojní vysílač RFT typu T53. Je vybaven vlastním motorem s regulátorem rychlosti. Uskutečňuje se v něm „čtení“ připraveného děrného páska, převedení přečteného znaku na sérii elektrických impulsů a její vyslání do vedení maximální rychlosti. Čtení děrné pásky je provedeno pomocí mechanických ohmatávacích pák, reagujících na zjištěný otvor v papíru děrné pásky.

Dalším pomocným obvodem, kterým bývají dálnopisné stroje vybaveny, je dávač vlastní volací značky. Při příjmu číslicového ekvivalentu písmena D se uvádí do činnosti samočinný vysílač, který vyše zpět předem naprogramovaný identifikační znak stanice, který má 19 až 20 písmen. Samočinný vysílač se obvykle programuje mechanicky (vylámaním váček kódovacího válečku v potřebné kombinaci). Obvykle se programuje vlastní volací značka stanice, včetně

potřebných písmenových a číslcových změn (máme-li štěstí a dostaneme kódovací váleček neporušený).

Vysílání radiodálnopisem — normalizované zásady

Jak jsme dosud funkci dálnopisného stroje popisovali, týkala se strojů propojených vodiči. Pro rádiové vysílání musíme zajistit převedení impulsů na nějakou formu modulace vysílače.

Rovněž v amatérském vysílání se zkoušely různé druhy modulace, než se normalizoval dnešní systém. Na KV a pro dálkový provoz na VKV se používá modulace F1B — klíčování kmitočtovým posuvem (FSK). Je tak zajištěno vysílání obou stavů smyčky (mezera i impuls) a tím zlepšení odstupu od šumu. Pro místní provoz na VKV se používá modulace F2B — kmitočtová modulace dvěma tónovými kmitočty.

Oba systémy můžeme odvodit od základního generátoru dvou tónů, ovládaného dálnopisným strojem (AFSK). V tomto generátoru převádíme stejnosměrné impulsy ze smyčky dálnopisu na dva tóny, z nichž jeden odpovídá značce (proudový prvek), druhý mezeře (bezproudový prvek).

Použijeme-li výstup AFSK pro modulaci vysílače SSB, získáme výstup FSK, použijeme-li výstup pro modulaci vysílače FM (např. pro převaděče), získáme výstup F2 pro provoz VKV.

Kmitočtový posuv (zdvih) byl normalizován na dvě hodnoty — 850 Hz a 170 Hz. V dnešní době se na KV převážně používá zdvih 170 Hz, protože menší zdvih umožňuje použití úzkopásmových filtrů v přijímači. Tím se zlepši odolnost proti rušení a odstup vůči šumu.

Potřebná šíře pásma se odvodí z hodnoty zdvihu a modulační rychlosti (závisí na době trvání základního prvku značky). Pro zdvih 850 Hz je zapotřebí šířka pásma 1 kHz, při zdvihu 170 Hz pouze 250 Hz. Vždy signál značky (proudový stav) odpovídá kmitočtu vyššímu a signál mezery kmitočtu nižšímu (pro zapamatování FSK čteno pozpátku „klíčování skluzem frekvence“).

Rovněž nízkofrekvenční tóny jsou normalizovány. Vzhledem

k omezenému kmitočtovému rozsahu modulace SSB vysílačů jsou dnes používány kmitočty 1275 Hz pro mezeru a 1445 Hz pro značku při zdvihu 170 Hz a 2125 Hz pro značku při zdvihu 850 Hz.

Dosud poměrně často je používán pro zdvih 170 Hz i druhý pár kmitočtů (2125 Hz, 2295 Hz) — vycházející z původně používaného páru kmitočtů pro zdvih 850 Hz—2125 Hz a 2975 Hz.

Rychlost vysílání byla normalizována na 45,45 Bd.

V posledních letech se začalo prosazovat i používání kódu ASCII (MTA č. 5). Zatím existují pouze doporučené rychlosti 110 Bd, 300 Bd a 1200 Bd. Praktické zkušenosti ukazují, že už u rychlosti 110 Bd vede použití zdvihu 170 Hz ke zvýšenému počtu chyb. Doporučuje se proto i na KV použití zdvihu 850 Hz. U rychlosti 1200 Bd (používané zatím jen zřídka — pro přenos na informačních kanálech z amatérských družic nebo v místním provozu při spojení stanic vybavených elektronickými terminály — dálkopisný stroj je nahrazen vstupem malého počítače) se používá zdvih 1200 Hz a kmitočty 1200 Hz a 2400 Hz.

V rámci rozdělení provozu na amatérských pásmech je i provozu RTTY vyhrazen vždy jen určitý úsek kmitočtů. Jsou to:

3580—3620, 7035—7045, 14 080—14 100, 21 080—21 120 a 28 050 až 28 150 Hz.

Rovněž v pásmech nově amatérům přidělených konferencí WARC už existuje doporučení na rozdělení pro různé druhy provozu. Pro RTTY je doporučeno používání:

10 140 až 10 150, 18 100 až 18 110 a 24 920 až 24 930 Hz.

Na VKV pásmu 145 MHz je doporučený kmitočet pro RTTY provoz 144 600 MHz.

Při příjmu signálů RTTY přijímačem SSB musíme na všech pásmech používat polohu LSB, abychom detekovali signál správně. Pokud není shodně nastavena rychlost vysílacího a přijímacího dálkopisného stroje, lze rychlost přijímací strany upravit v rozmezí asi 5 Bd pomocí stavěče příjmu.

Na začátku vysílání bývá dobrým zvykem vyslat jednu řádku „RYYRY“. Vysílání je vhodné zahájit kombinací signálů „návrát válce“, „posun o řádku“ a „písmenová změna“ opakovaných alespoň dvakrát. Vůbec pro zajištění spolehlivé funkce je vhodné tyto

signály při změně řádku opakovat dvakrát. Není vhodné psát více než 60 až 65 znaků na řádku. Při napsání 55 až 59 písmena (podle typu stroje) zazní zvonek upozorňující na konec řádku.

Nedojde-li v průběhu příjmu k provedení změny číslice na písmena nebo obráceně, je celý následující text nesrozumitelný. Je účelné odpojit stroj od konvertoru (zapnutím trvalého proudu smyčky), změnu provést ručně a opět se vrátit na příjem.

Tabulka 5.2. MTA č. 5 (ASCII)

bit 7 bit 6 bit 5	0 0 0	0 0 1	0 1 0	0 1 1	1 0 0	1 0 1	1 1 0	1 1 1
bit 4 bit 3 bit 2 bit 1	řízení		čísla a symboly		velká písmena		malá písmena	
0 0 0 0	NUL	DLE	mezera	0	Q	P	`	p
0 0 0 1	SOH	1	!	1	A	Q	a	q
0 0 1 0	STX	2	"	2	B	R	b	r
0 0 1 1	ETX	3	#	3	C	S	c	s
0 1 0 0	EOT	4	\$	4	D	T	d	t
0 1 0 1	ENQ	NAK	%	5	E	U	e	u
0 1 1 0	ACK	SYN	&	6	F	V	f	v
0 1 1 1	BEL	ETB	'	7	G	W	g	w
1 0 0 0	BS	CAN	(	8	H	X	h	x
1 0 0 1	HT	EM	)	9	I	Y	i	y
1 0 1 0	LF	SUB	*	:	J	Z	j	z
1 0 1 1	VT	ESC	+	;	K	[	k	{
1 1 0 0	FF	FS	,	<	L	\	l	
1 1 0 1	CR	GS	—	=	M	]	m	}
1 1 1 0	SO	RS	.	>	N	^	n	~
1 1 1 1	SI	US	/	?	O	_	o	vypustit

Existují určité odlišnosti mezi evropskými a americkými stroji. Chceme-li protistanici upozornit signálem pro zazvonění zvonku, používáme po číslicové změně v Evropě znak J, ale u strojů americké výroby je tento povel druhým významem znaku S.

V některých státech je předepsané doplnění každé relace RTTY i vysláním značek korespondujících stanic kódem MORSE (to způsobí zápis několika nesmyslných znaků).

U nových mechanických i elektronických strojů došlo k zavedení automatického přeražení z číslicových znaků na písmenové, byli během číslicového textu přijat znak „mezera“. Na to je nutné myslet a máme-li uprostřed číslicového textu mezeru, musíme po ní vložit znovu „číslícovou změnu“.

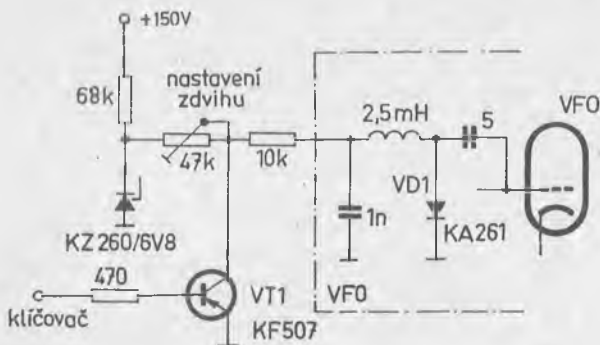
Vysílače pro RTTY

Předpokládáme, že budeme upravovat stávající telegrafní vysílač. Je zapotřebí, aby vysílač byl dostatečně stabilní (stejně jako při SSB), to však dnes je běžné.

Vysvětlivky k tabulce 5.2:

NUL — nulování	DLE — uvolnění linky dat
SOH — začátek titulu	1 — ovládání
STX — začátek textu	2 — ovládání
ETX — konec textu	3 — ovládání
EOT — konec relace	4 — ovládání
ENQ — dotaz	NAK — nepotvrzuji
ACK — potvrzení	SYN — synchronizace
BEL — zvonek	ETB — konec bloku
BS — zpět	CAN — zrušit
HT — posun	EM — konec média
LF — posun o řádku	SUB — náhrada
VT — posun	ESC — únik
FF — formulář	FS — oddělení položek
CR — návrat válce	GS — oddělení skupin
SO — posun	RS — oddělení záznamu
SI — posun	US — oddělení jednotek

Ovládání vysílače se odvozuje od vysílacích kontaktů dálnopisného stroje. V klidovém stavu jsou kontakty sepnuty (stav „značka“), při provozu jsou podle vysílaného kódu rozepínány (stav „mezera“). Protože současně kontakty slouží k přerušování stejnosměrného proudu vlastních magnetů (spolupsaní při vysílání), musíme oddělit stejnosměrné napětí na kontaktech od klíčovacího obvodu vysílače. Využívá se proto reléové nebo elektronické klíčování. Zapojení je odlišné podle toho, zda se jedná o vysílač s násobiči kmitočtu nebo o vysílač se směřováním kmitočtu VFO a kmitočtů pevných.

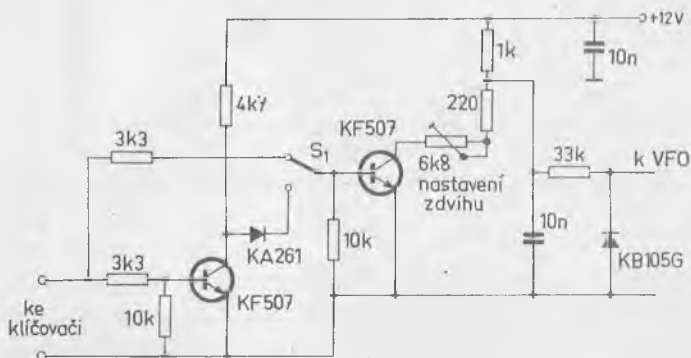


Obr. 5.9. Zapojení FSK pro VFO s elektronikou

U násobičů kmitočtů můžeme použít zapojení podle obr. 5.9 (pro elektronkové VFO). V klidu je dioda VD1 uzavřená (stav „značka“), při rozpojení doteků dálnopisného stroje (stav „mezera“) je dioda pólovaná v propustném směru a připojuje do obvodu oscilátoru kapacitu, která sníží kmitočet oscilátoru o hodnotu použitého kmitočtového zdvihu. Zdvih lze měnit nastavením potenciometru. Protože se změnou používaného pásma dochází ke změně násobku základního kmitočtu VFO, došlo by při změně pásma i ke změně zdvihu. Proto je nutné upravit zdvih VFO podle použitého pásma. Praktické řešení používá přepínač s pevnými děliči nahrazujícími potenciometr zdvihu na obr. 5.9. Detailně vzato, mění se při použití tohoto obvodu

zdvih i při přeladění uvnitř pásma, to je však změna zanedbatelně malá.

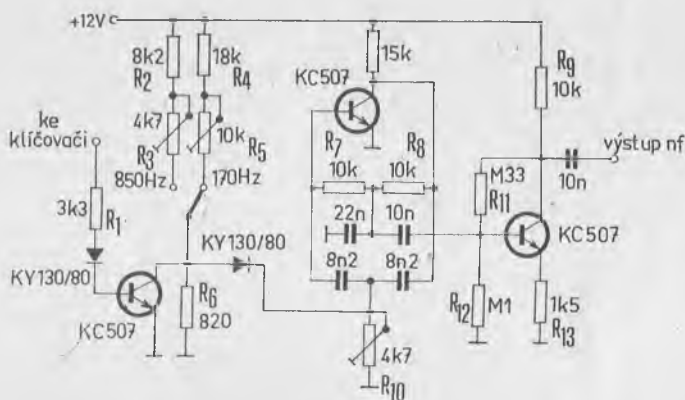
V případě vysílače se směšovací budičem odpadá nutnost úpravy zdvihu při přechodu z pásma na pásmo. Příklad obvodu pro klíčování tranzistorového VFO je na obr. 5.10. Využívá se varikapu, jehož kapacita je nastavena potenciometrem v obvodu spínacího tranzistoru. Protože při směšování může být kmitočet VFO jak sčítán, tak odčítán od pevného kmitočtu přepínaného krystalového oscilátoru, je nutno zajistit, aby byla vždy dodržena zásada, že posuv kmitočtu je pouze směrem k nižším kmitočtům. Děje se tak pomocí přepínače *S1*, který podle potřeby invertuje signál ze smyčky dálkopisného stroje. Výhodnější je klíčování pevného oscilátoru, aby odpadla i změna zdvihu při přeladňování uvnitř pásma. Ideálně upravitelný je pouze vysílač s dvojitým směšováním a jedním z krystalových oscilátorů pevným.



Obr. 5.10. Zapojení FSK pro VFO s tranzistorem

Další možností je doplnění provozu RTTY u vysílače SSB. Nej-
snadnější je řešení, které nevyžaduje žádný zásah do vysílače. Na
mikrofonní vstup vysílače připojíme nízkofrekvenční oscilátor, který
klíčujeme signálem ze smyčky dálkopisného stroje tak, aby se kmi-
točet oscilátoru skokově měnil. Je to generátor AFSK. Moduluje-
me-li SSB vysílač dvěma čistými sinusovými tóny, získáme na vý-

stupu dva čisté kmitočty vf, tedy vlastně výstup FSK. Jako výstupní použijeme již zmíněné nízkofrekvenční kmitočty 1275 Hz a 1445 Hz (pro zdvih 170 Hz)). Vzhledem k tomu, že na přijímací straně signál detekujeme pomocí záznějového oscilátoru, není nastavení zmíněných kmitočtů kritické, ale důležité je dodržení jejich odstupu, tj. přesného zdvihu. Příklad zapojení generátoru AFSK je na obr. 5.11. Podmínkou pro jeho funkci je co nejčistší harmonický průběh, abychom modulovali vysílač opravdu jediným kmitočtem.



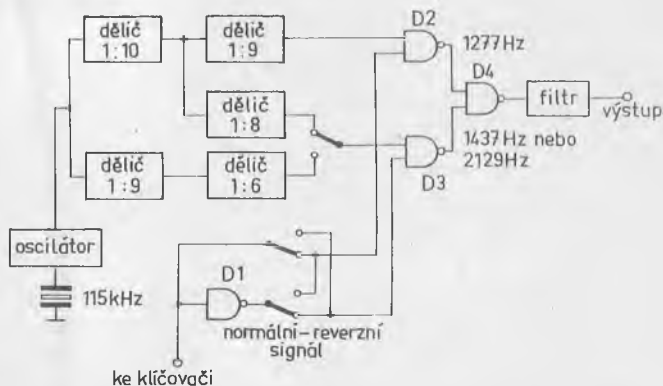
Obr. 5.11. Zapojení generátoru AFSK

Generátor je tvořen oscilátorem s dvojitým T -článkem ve zpětné vazbě. Kmitočet oscilátoru měníme změnou odporu v jednom z T -článků. Je-li na vstupu kladné napětí, je tranzistor $T1$ sepnut, dioda $D1$ je pólována v nepropustném směru a velikost odporu v T -článku je dána pouze odporem R_{10} . Kmitočet nastavíme změnou jeho hodnoty. Bude-li na vstupu nulové napětí, tranzistor bude uzavřený a přes diodu $D1$ bude paralelně k odporu R_{10} připojena kombinace odporů R_2 , R_3 a R_x (případně pro jiný zdvih R_4 , R_5 a R_x). Potřebný kmitočet pro daný zdvih nastavíme změnou hodnoty trimrů.

Oscilátorů FSK je pochopitelně značné množství typů (s LC obvody i RC obvody). Zvláštní pozornost si zaslouží vysoce stabilní

provedení, které vychází z kmitočtu základního oscilátoru, řízeného krystalem. Za tímto oscilátorem následují pevně nastavené děliče, kterými se kmitočet vydělí až na potřebné nízkofrekvenční kmitočty s potřebným odstupem pro použitý zdvih. Blokové zapojení takového oscilátoru je na obr. 5.12.

Základní oscilátor kmitá např. na kmitočtu 115 kHz, přes dělič 90 (9×10) získáme kmitočet 1277 Hz. Další kmitočty pro zdvih 170 Hz získáme děličem 80 (8×10) a pro zdvih 850 Hz děličem 54 (9×6).

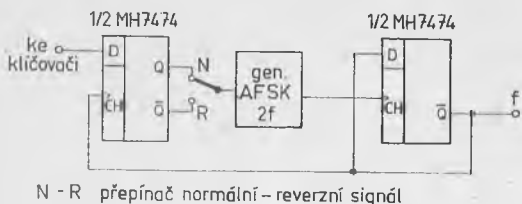


Obr. 5.12. Princip zapojení generátoru AFSK řízeného krystalem

Výstupy vedeme přes dvě hradla, ovládaná vzájemně inverzně signálem ze smyčky dálkopisného stroje. Je-li generován jeden signál, má druhé hradlo výstup v logickém stavu H. Výstupy z obou hradel procházejí dále součtovým hradlem a dolnoproputným filtrem.

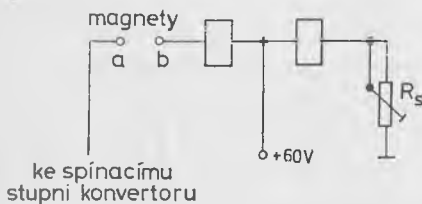
Při použití AFSK oscilátoru pro modulaci vysílače SSB je dále nutno mít na zřeteli ještě další aspekt. Při přeskoku generátoru AFSK z kmitočtu na kmitočet dochází k nedefinovatelnému zákmitu na nízkofrekvenčním vstupu, který vyvolá kliky vysílače. Ten se odstraní vysláním tzv. koherentního signálu. Znamená to, že změna kmitočtu probíhá při průchodu nízkofrekvenčního kmitočtu nulou. Kmitočtový impuls pro mezeru i značku RTTY signálu začíná i končí úplnou periodou. To je snadno realizovatelné číslicovou tech-

nikou. Princip zapojení je na obr. 5.13. Ovládací signál ze smyčky dálkopisného zdroje prochází klopným obvodem (typu D — např. 1/2 IO MH7474), jehož výstup ovládá kmitočet oscilátoru AFSK. Ten kmitá na dvojnásobném kmitočtu, než je výsledný. Výstup tohoto oscilátoru je přiveden do děliče kmitočtu dvěma (druhá polovina MH7474). Výstupní signál je současně přiváděn do vstupu hodinových impulsů prvního klopného obvodu. Ke změně kmitočtu AFSK dojde v okamžiku, kdy přechází hodinový signál (a tedy i výstupní!) ze stavu L do stavu H (viz [31]).



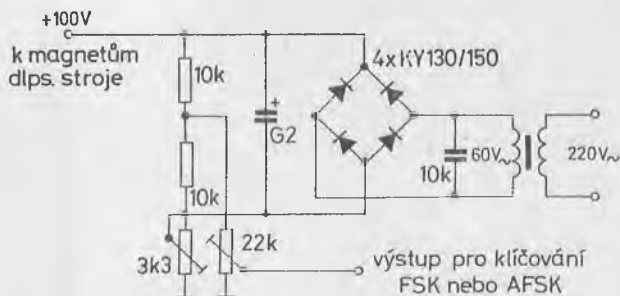
Obr. 5.13. Obvod pro generování AFSK s koherentní fází

Pro ten i pro předchozí obvod AFSK odvozený z kmitočtu krystalu je žádoucí doplnit výstup dolní propustí, abychom na vstup vysílače přiváděli pokud možno sinusový signál a nikoliv pravoúhlý průběh (tvořený celou řadou vyšších harmonických). Propust se vytvoří jako nesouměrný π článek se sériovou indukčností a paralelními kapacitami pro mezní kmitočet těsně nad potřebným nejvyšším generovaným kmitočtem. Při použití generátoru AFSK z obvodů TTL s kvalitním SSB vysílačem (vybaveným dolní propustí v nízkofrekvenčním zesilovacím řetězci a s ostrým filtrem pro vymezení jediného postranního pásma) není tato propust nezbytná, protože k potřebnému odfiltrování dochází přímo ve vysílači a je tedy vysílán čistý sinusový tón.



Obr. 5.14. Zapojení oddělovacího relé do obvodu magnetů

Další oblastí zájmu je propojení stejnosměrné smyčky dálkopisného stroje s generátorem AFSK nebo FSK. Bylo již uvedeno, že nejsnazší je vložení relé do ss obvodu stroje (polarizované relé). Snad není nutné zdůraznit, že doteky stroje není možno využít pro klíčování přímo, protože vzhledem k možnému znečištění mají přílišný přechodový odpor. Pro přerušování poměrně značného proudu ve smyčce je to dostatečné, ale pro spínání elektronických obvodů nevhodné. Zapojení polarizovaného relé je na obr. 5.14. Při přerušení proudu smyčky se relé přidržuje v odpadlé poloze proudem v pomocném vinutí (nastaveným pomocí proměnného odporu na 20 mA).



Obr. 5.15. Zapojení zdroje pro napájení signálového obvodu stroje

Hlavní vinutí relé je protékáno proudem smyčky dálkopisného stroje (40 mA). Jak již bylo uvedeno, musí být napájecí napětí obvodu magnetů pro nezkrácenou funkci značně vysoké. Zdroj je tedy tvořen usměrněným napětím kolem 100 V, doplněným srážecím odporem, kterým se nastaví proud 40 mA. Příklad zapojení je na obrázku 5.15. Obvod je v můstkovém zapojení a na výstupu pro FSK dostáváme nastavitelné záporné napětí, je-li stroj v klidu nebo v režimu značka (sepnuté vysílací doteky — protéká proud), a kladné napětí, jsou-li vysílací doteky rozpojeny — režim mezera.

Přijímače pro RTTY

Pro příjem RTTY na KV používáme běžný komunikační přijímač obvykle v režimu SSB nebo s vhodným užším filtrem při práci se zdvihem 170 Hz. Na VKV při provozu FM používáme opět příslušný přijímač s detektorem FM.

Praktické zkušenosti ukazují, že zapisovat dostatečně srozumitelně lze i velmi slabý signál RTTY, kdy telegrafní spojení navazujeme jen s obtížemi.

Přijímaný signál se na dálnopisný signál převede pomocí konvertoru -- používány jsou konvertory mezifrekvenční s kmitočtovým diskriminátorem a konvertory nízkofrekvenční. Nejvíce jsou používány konvertory nízkofrekvenční.

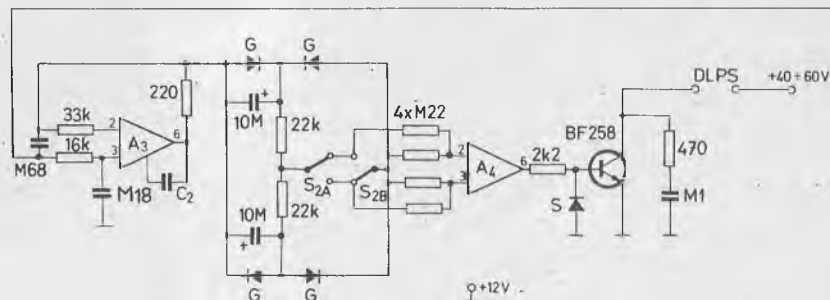
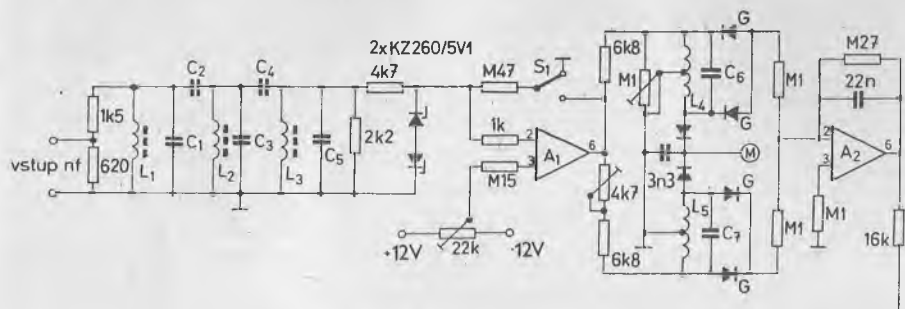
Výhodou nízkofrekvenčního konvertoru je, že není v přijímači nutno dělat žádný zásah. Po detekci signálu FSK získáme signál AFSK, musíme však přijímač naladit tak, aby oba kmitočty odpovídaly naladění konvertoru. Nízkofrekvenční konvertor obvykle používá nízkofrekvenční filtry, kterými se přijímané kmitočty značky a mezery převedou na kladné a záporné napětí. Tím se dále ovládá klíčovací obvod dálnopisného stroje (přerušovač).

Mimo toto diskriminátorové zapojení se používají nízkofrekvenční konvertory na principu fázového závěsu, případně konvertory s obvody číslicové techniky, vyhodnocující přijímaný kód měřením délky periody.

Konvertor typu ST6

V roce 1971 byl zkonstruován konvertor ST6, který byl vyvrcholením předchozích typů ST3 a ST5. Na všech stupních je osazen operačními zesilovači. Schéma jeho hlavní části (bez obvodů autostartu a obvodu vypínání motoru dálnopisného stroje, ustane-li příjem dálnopisného signálu) je na obr. 5.16.

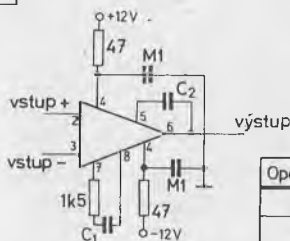
Na vstupu je pásmový filtr, za kterým následuje amplitudový



G - diody Ge (na př. GAZ 51)

S - diody Si (na př. KY130/80)

A₁ ÷ A₄ - MAA501÷504



Oper. zesilovač	C ₁	C ₂
A ₁	47	3
A ₂ ÷ A ₄	4k7	200

ST6 - zdvih 170 Hz, ladění 1275 Hz, 1445 Hz

Označení L, C	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	L ₁ až L ₃	L ₄ , L ₅
hodnota	335nF	33nF	300nF	33nF	335nF	177nF	137nF	36mH	88mH

Obr. 5.16. Schéma konvertoru ST6

omezovač. Princip omezovače spočívá v tom, že příslušný zesilovač má maximální možné zesílení, takže vstupní sinusové signály s různou amplitudou jsou na výstupu stupně převedeny na signály s pravouhlým průběhem se stejnou amplitudou. Tím se vyloučí vliv rozdílů v amplitudách kmitočtů značky a mezery přijímaného signálu

způsobený selektivním únikem i vliv kolísání amplitudy signálu vlivem úniku.

Použití omezovače však vyvolává nutnost doplnění o vstupní pásmový filtr. Bez něj totiž způsobí omezovač rušení signály se subharmonickými kmitočty ke kmitočtům značky a mezery. Z teorie rozkladu signálů s pravoúhlým průběhem vyplývá, že jsou vytvořeny složením základních a všech vyšších harmonických. V omezovači vznikají vyšší harmonické. Subharmonické kmitočty potlačujeme zmíněným pásmovým filtrem.

Za omezovačem následují dva filtry LC, naladěné na kmitočet značky a mezery a příslušné usměrňovače. Zapojeny jsou tak, že umožňují přijímat i signály s menším zdvihem (tzv. Travisův diskriminátor). Pomocí nastavitelných odporů se nastaví tlumení obou LC obvodů tak, že výstupní napětí je zrcadlově souměrné vůči střednímu kmitočtu. Na obvody jsou napojeny dále i usměrňovací diody pro obvod indikátoru naladěný (indikace velikosti zdvihu).

Za diskriminátorem je signál RTTY ve formě impulsů obojí polarizace, s délkou impulsů v ideálním případě 22 ms. Kratší impulsy tvoří signál RTTY a patří k rušivým signálům v pásmu daném zdvihem. Proto je sem vložen dvoustupňový filtr, který propustí pouze kmitočty odpovídající signálu RTTY a kratší impulsy zadrží. Je vytvořen jako aktivní filtr ze dvou operačních zesilovačů.

Následuje prahový korektor spojený s přepínačem reverzace zdvihu. V případě, že je selektivním únikem postižen pouze jeden z vysílaných kmitočtů FSK, by po usměrnění v diskriminátoru byl signál nesymetrický. Korektor zajistí, že signál zůstane symetrický, pouze jeho amplituda se sníží.

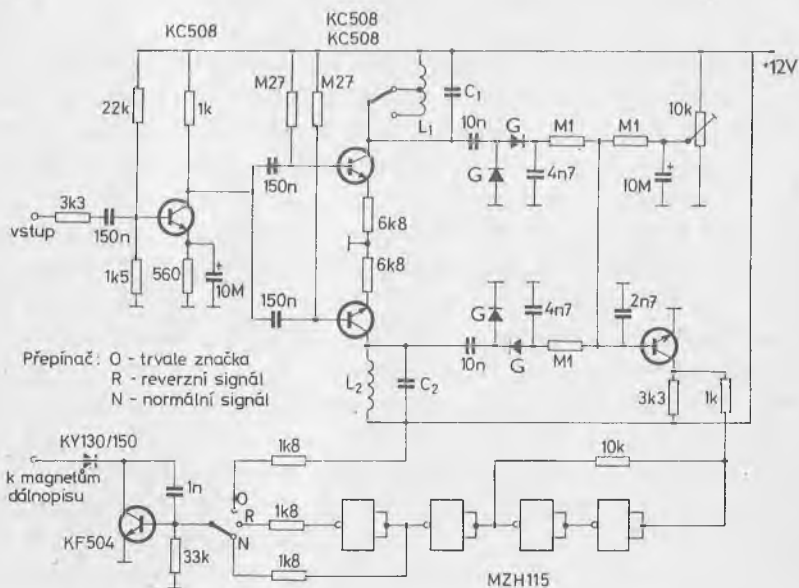
Přepínačem reverzace dosáhneme srozumitelný zápis v případě, že buď na vysílací straně nebo v přijímači (podle umístění kmitočtu záznějového oscilátoru) došlo k přechození smyslu přiřazení zdvihu vůči „značkám“ a „mezerám“ dálnopisného signálu. Za tímto přepínačem následuje opět omezovací stupeň, který zostří hrany signálu, zaoblené vlivem průchodu dolní propustí a vyrovná změny amplitudy v důsledku vlivu selektivního úniku a funkce prahového korektoru.

Za tímto stupněm následuje klíčovací stupeň osazený tranzistorem s vysokým dovoleným kolektorovým napětím, který ovládá proud v magnetech dálkopisného stroje. Klíčovač je zapojen do napájecího obvodu podle obr. 5.15, ve kterém je současně získáváno napětí pro klíčovač FSK nebo AFSK (při přerušování smyčky v důsledku psaní na klávesnici stroje).

Spínač *S3* slouží k zapojení trvalého proudu do magnetů stroje (rozpojení funkce konvertoru při vysílání).

Do místa *X* před klíčovacím stupněm je možno vložit pomocné elektronické obvody, o kterých bude zmínka v dalším textu (tvarovač signálu, měnič telegrafní rychlosti).

K obrázku je připojena tabulka s hodnotami součástek.



Obr. 5.17. Schéma konvertoru podle DK1AQ

Na obr. 5.17 je obdobný malý konvertor, popsáný v lit. [21], [22]. Je vhodný zvláště pro provoz na VKV, kde je přijímaný signál čistý. Vstupní omezovač amplitudy je tvořen tranzistorem KC 508, za kterým jsou dva zesilovače s těmito tranzistory. V kolektoru kaž-

dého tranzistoru je laděný obvod, naladěný na kmitočet značky nebo mezery. Obvody jsou složeny z indukčnosti (na hrníčkovém feritovém jádře) a kondenzátoru. Abychom mohli konvertor použít pro různé zdvihy, je indukčnost jednoho obvodu přepínatelná (pomocí odboček z vinutí). Údaje o vinutí jsou v následující tabulce:

DK1AQ – zdvih 170/850 Hz, ladění 1275 Hz – 1445/2125 Hz

Označení L, C	L ₁	C ₁	L ₂	C ₂
hodnota 1275 Hz	—	—	100 mH	M15
1445 Hz	80 mH	M15	—	—
2125 Hz	37 mH	M15	—	—

Z laděných obvodů se odebírá napětí pro indikátor vyladění a přes zdvojovače napětí se získává signál k dalšímu zpracování. Signál z filtru „značka“ (vyšší kmitočet) je usměrněn na kladné napětí, signál z filtru „mezera“ (nižší kmitočet) je usměrněn na záporné napětí. Tato napětí se sloučí ve stupni s tranzistorem KC508. Pracovní bod se nastaví v klidovém stavu potenciometrickým trimrem tak, aby následující klopný obvod právě překlopil. Přítomnost signálu „značka“ tento stav podpoří. Při příchodu signálu „mezera“ dojde k zavření tranzistoru záporným napětím a tím k překlopení klopného obvodu do nevodivého stavu. Klopný obvod je tvořen dvěma hradly NAND integrovaného obvodu MZH115. Za obvodem následují dvě v sérii zapojená hradla, která dále tvarují signál pro výstupní spínací tranzistor BF258. Zde vložený přepínač dovoluje reverzaci signálu (záměnu kmitočtů „značka“ a „mezera“) a též zapojení trvalého proudu do magnetů dálkopisného stroje (při vysílání). Konvertor je napájen napětím 12 V, obvod magnetů dálkopisu příslušně vyšším napětím 40–60 V. Tranzistor pro spínání proudu magnetů je typ určený pro vyšší napětí kolektor–emitor. Dioda v kolektoru chrání tranzistor proti záporným napěťovým špičkám vznikajícím při přerušování proudu magnetů.

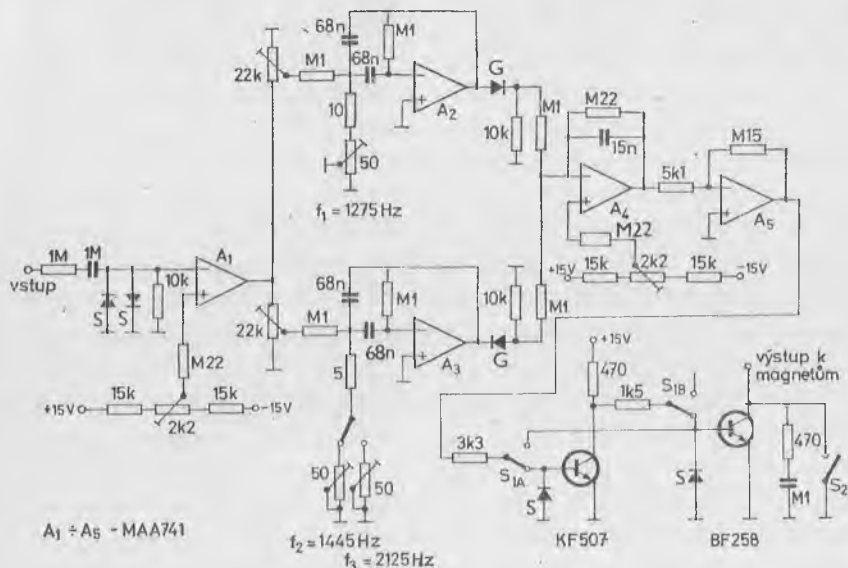
Nastavování funkce konvertorů se nejlépe děje pomocí tónového generátoru, osciloskopu a voltmetru s vysokým vstupním odporem.

Nejprve nastavíme pracovní bod vstupního omezovače tak, aby omezování bylo symetrické. Tvar výstupního pravoúhlého signálu kontrolujeme osciloskopem. U konvertoru ST6 je dostatečné napětí pro funkci omezovače již 1 mV, u předchozího malého konvertoru je zapotřebí asi 0,3 V. Pak naladíme filtry. Pomocí jádra cívky, případně připojením dalších paralelních kapacit, nastavíme maximální napětí na výstupu X pro kmitočet 1275 Hz. Potom na vstup připojíme signál 2125 Hz, přepneme odbočku na cívce L2 do příslušné polohy a opět naladíme druhý obvod na maximální napětí. Při přepnutí odbočky na kmitočet 1445 Hz ověříme správnost nastavení i pro zdvih 170 Hz.

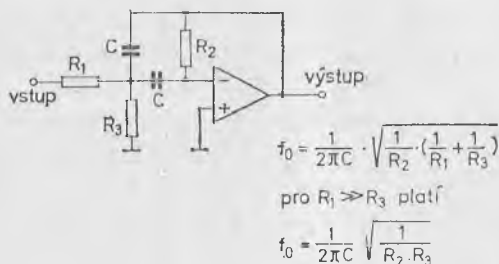
Dále ověříme hodnotu bázevého odporu koncového spínacího tranzistoru. Přepnutím do polohy „0“ musí být tranzistor v saturaci (současně nastavíme sériovým srážecím odporem proud ve smyčce magnetů na 40 mA). V případě, že tranzistor není zcela otevřen, zmenšíme hodnotu bázevého odporu. Stejně upravíme hodnoty bázevých odporů v polohách přepínače „R“ a „N“. Pak odpojíme vstupní signál a nastavíme pracovní bod sčítacího tranzistoru. Běžec potenciometrického trimru ponecháme těsně za bodem, kdy tranzistorem počne procházet proud. Pak opět připojíme vstupní signál a prověříme funkci obvodu pro oba kmitočty („značky“ a „mezery“).

Protože filtry tvořené LC obvody jsou rozměrné a náročné na kvalitu použitého materiálu jádra pro vinutí indukčnosti, došlo při konstrukci konvertorů k jejich nahrazení tzv. aktivními filtry. Výhodou jsou malé rozměry, a snadné přeladění změnou hodnoty jednoho odporu, nevýhodou vyšší složitost a cena (nutnost použití operačního zesilovače). Jako příklad bylo zvoleno schéma konvertoru DJ6HP, publikované v roce 1971 [14] — viz obr. 5.18. Na vstupu jsou použity dva nízkopásmové aktivní filtry, následované dvěma samostatnými omezovači, za kterými jsou opět dva aktivní filtry, jejichž výstup je detekován a složen do stejnosměrného signálu pro ovládání magnetů dálkopisu. Princip zapojení aktivního filtru včetně vzorce pro výpočet jeho hodnot je na obr. 5.19.

Na obr. 5.18 je vyznačeno i přepínání rezonančního kmitočtu jednoho řetězce pro umožnění příjmu signálu s různým zdvihem.



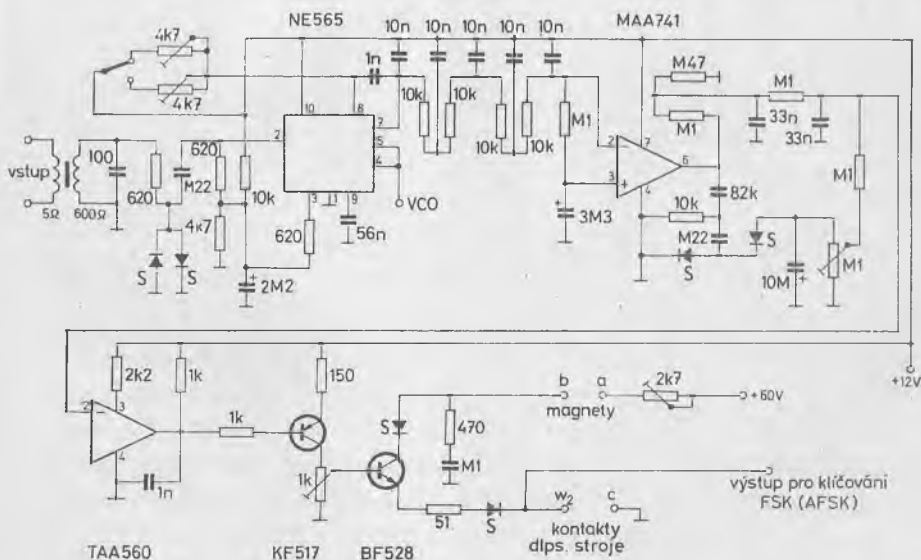
Obr. 5.18. Schéma konvertoru s aktivními filtry podle DJ6HP



Obr. 5.19. Princip aktivního filtru

Další typ konvertoru, který je nutno popsat, je konvertor s detekcí na principu fázového závěsu (obr. 5.20). Ten nepotřebuje žádné LC obvody. Jeho výhodami je možnost součinnosti s různými zdvihy, automatické doladování kmitočtu (dovoluje zápis RTTY stanice s nestabilním kmitočtem), automatický prahový korektor a obvod, který odpojuje smyčku stroje, je-li přijímán pouze šum. Obvod používá speciální integrovaný obvod, určený pro tuto funkci (NE565).

Pomocí obvodu RC je nastaven kmitočet vestavěného napětím řízeného oscilátoru (VCO) na střední kmitočet v rozmezí použitého zdvihu. Je-li na komparační vstup přiveden signál AFSK, je porovnáván fázově s kmitočtem vnitřního oscilátoru. Je-li jeho kmitočet odlišný, vytvářejí odchylky na výstupu stejnosměrné chybové napětí. To je filtrováno a slouží k doladování VCO. Mění-li se přiváděný kmitočet v rozmezí rozsahu VCO, je chybové napětí kopií frekvenčně modulovaného vstupního signálu a tvoří tedy i detekovaný výstupní signál. Úplné zapojení tohoto konvertoru je na obrázku 5.20. Výstup z detektoru je zapojen na vstup operačního zesilovače (MAA741) přes filtr RC, kterým se odstraní zbytky kmitočtu VCO. Signál je přes integrační filtr RC přiveden i do neinvertujícího vstupu zmíněného operačního zesilovače. Toto zapojení pracuje shodně jako prahový korektor u předchozích konvertorů a zajišťuje symetrický signál i při změnách amplitud přiváděných kmitočtů AFSK signálu. Aby se zabránilo reakci stroje na šum při přeladování přijímače, následuje za zesilovačem ještě obvod pro potlačení



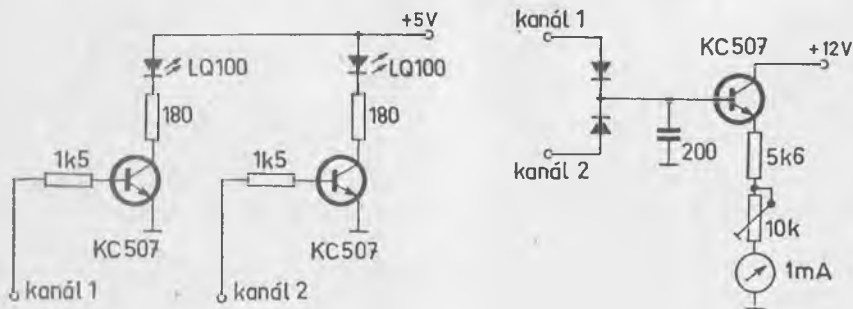
Obr. 5.20. Schéma konvertoru s PLL smyčkou

šumu. K tomu účelu je odebírána část výstupního napětí zesilovače přes derivační obvod. Tento derivační obvod reaguje pouze na kmitočty vyšší než 200 Hz. Napětí z derivačního obvodu je usměrněno a slouží jako závěrné napětí pro následující výstupní zesilovač. Je-li na vstupu konvertoru pouze šum z výstupu přijímače, nastaví se toto závěrné napětí tak, že na něj přestane dálnopisný stroj reagovat — výstupní zesilovač je uzavřen.

Signál je na vstup výstupního zesilovače přiváděn přes dvoustupňovou dolní propust. Výstupní zesilovač opět pracuje jako omezovač, vytvářející dokonalý pravoúhlý signál pro klíčovač magnetů dálnopisného stroje (tento klíčovač není na schématu zakreslen).

Je samozřejmé, že zvláště na VKV s čistým signálem s dostatečným odstupem od šumu lze použít i jiné principy bezfiltrových konvertorů.

Pro ladění RTTY signálu lze použít jednodušší i složitější obvody. Mezi jednodušší patří svítivé diody, připojené přes tranzistorový zesilovač a usměrňovač na rezonanční obvody nízkofrekvenčního konvertoru. Přijímanou stanicí ladíme na maximální svit obou diod, při přijímaném textu svit obou diod téměř splývá (schéma na obr. 5.21).

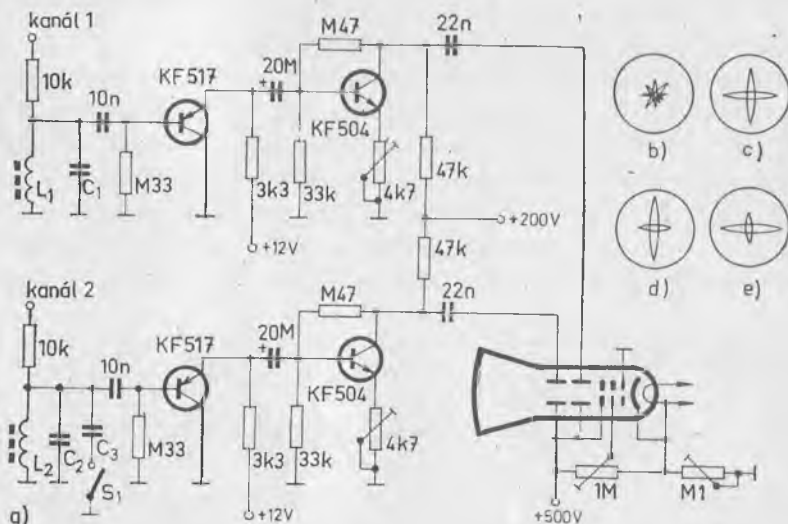


Obr. 5.21. Indikátor RTTY se svítkami a mA-metrem

Na stejném obrázku je rovněž velmi jednoduchý indikátor s mA-metrem. Připojen je přes samostatné usměrňovače na filtry nf konvertoru. Na rozdíl od diskriminátoru jsou usměrňovače zapojeny se shodnou polaritou. Při správném naladění získáme maximální výchylku měřicího přístroje, který je připojen přes emitorový sledo-

vač, aby nebyly filtry zbytečně zatěžovány. Je-li obvod připojen na přesně nastavený lineární diskriminátor, před kterým je účinný omezovač, je schopen indikovat přímo hodnotu zdvihu protistanice. Pohybuje-li se zdvih na lineární části charakteristiky diskriminátoru, je usměrněné napětí (výchylka přístroje) přímo úměrné zdvihu.

K dokonalé indikaci je určen monitor s obrazovkou. Jedná se obvykle o jednoduchý osciloskop s vyvedenými vstupy vodorovného a svislého zesilovače. Na tyto vstupy přivádíme signál z rezonančních obvodů konvertoru. Na obrazovce se zobrazí úzká elipsa (její

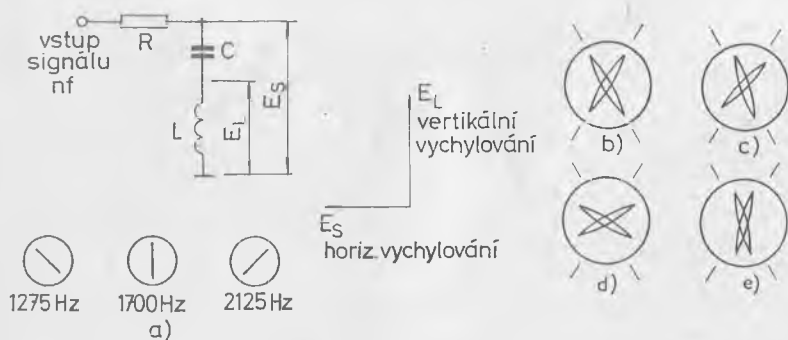


Obr. 5.22. Indikátor RTTY s obrazovkou

šířka závisí na kvalitě a zatížení rezonančních obvodů) tak, že svislá elipsa odpovídá příjmu signálu značky (signál přivádíme na svislý vstup osciloskopu) a vodorovná elipsa opět signálu mezery, který přivedeme na vodorovný zesilovač osciloskopu. Můžeme tedy pro indikaci použít osciloskop s vyřazenou časovou základnou, vybavený vodorovným zesilovačem nebo si zhotovit jednoúčelový monitor s obrazovkou. Jeho schéma je na obr. 5.22 spolu se znázorněním různých indikací (b — pouze šum přijímače, c — správný RTTY signál, d — nesprávný zdvih, konvertor je naladěn na maximum

signálu značka, c — obdobný stav s nesprávným zdvihem, nalaďeno na maximum signálu mezera).

Problémem je ladění signálu u konvertorů, které nepoužívají laděné obvody. U konvertorů s fázovou smyčkou je možno připojit indikátor na výstup doladovacího napětí pro oscilátor (ten je pro tyto účely vyveden i u speciálních integrovaných obvodů). Univerzálním řešením je monitor zobrazující fázový posun napětí. Princip je na obr. 5.23a. Nízkofrekvenční signál přímo z výstupu přijímače vedeme na sériový obvod, který je nalaďen na střední kmitočet mezi kmitočty značky a mezery. Na vertikální vstup osciloskopu se přivádí napětí z indukčnosti, na horizontální vstup se přivádí napětí z celého sériového obvodu. Je-li na sériový obvod přiveden přímo střední kmitočet, zobrazí se jako svislá úsečka. Při rezonanci je napětí pro vodorovné vychylování nulové a naopak napětí na indukčnosti je v rezonanci maximální; rovná se napětí na kapacitě. Kmitočet nižší než rezonanční se zobrazí jako úsečka nakloněná doleva, kmitočet vyšší jako úsečka nakloněná doprava. Na obr. 5.23b je příklad správně nalaďeného přijímače, na obr. 5.23c je zobrazen

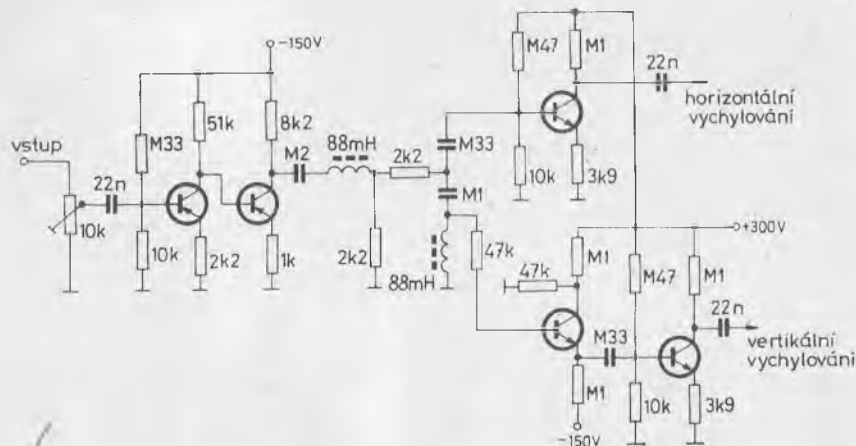


Obr. 5.23. Princip indikace fázovým posuvem signálu

signál se správným zdvihem, ale se špatně nalaďeným přijímačem. Obrázek 5.23d ukazuje signál s velkým zdvihem, obr. 5.23e signál s nedostatečným zdvihem. Je zřejmé, že lze přímo na obrazovce odečítat zdvih. Na obr. 5.24 je schéma vstupní části tohoto monitoru. Do obvodu je zařazen další rezonanční obvod, který rezonuje těsně

pod kmitočtem mezery. Kompenzuje se tak vzrůst napětí na cívce sériového obvodu, ke kterému dochází při vzrůstu kmitočtu. Na výstupy obvodu se opět napojuje svislé a vodorovné vstupy osciloskopu.

S rozvojem elektroniky bylo možno zkonstruovat některé obvody, které byly u mechanických dálnopisných strojů jen těžko realizovatelné.

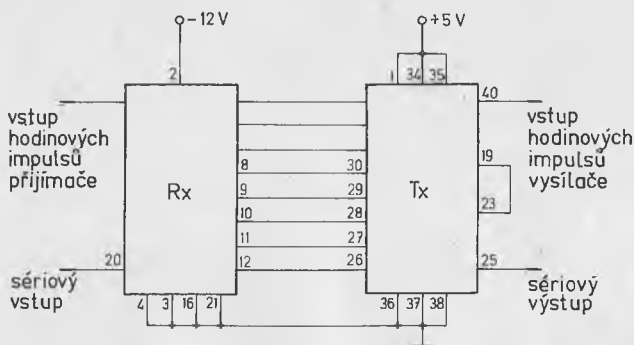


Obr. 5.24. Schéma vstupní části monitoru fázového posuvu

Jedním z nich je korektor tvaru značek. Jak již víme, vyhodnocování se děje jen v úzkém tzv. vzorkovacím intervalu, jehož umístění se mění stavěčem příjmu. Odstraníme tak vliv jednostranného zkreslení. Dokonaleji pracuje elektronický korektor. Začátek start impulsu spustí přesný časový generátor. Výstup tohoto generátoru se vede do čítače, který odpočítá sedm impulsů. Vstupní signál je současně uprostřed každého impulsu vzorkován a vyhodnocený stav je zapsán do výstupní paměti. Stav výstupní paměti se může změnit až v okamžiku následujícího vzorkování. Tím tedy na výstupu získáme přesně tvarovaný signál, zpožděný o polovinu základního intervalu proti vstupnímu signálu, který může být i značně šířkově

zkreslený. Tento obvod je nezbytností u převáděče RTTY signálů na VKV pásmech.

Dalším obvodem je měnič telegrafní rychlosti. Je důležitý jednak pro případ, kdy získáme moderní dálnopisný stroj s rychlostí 75 Bd nebo 100 Bd, případně jako převodník při použití dílů z výpočetní techniky, pracujících s kódem ASCII a odlišnými rychlostmi pro příjem normálního RTTY signálu. K tomu účelu se používá speciální integrovaný obvod — univerzální asynchronní vysílač—přijímač (UART, který vyrábí i Tesla pod označením MHB1012). Principiální zapojení je na obr. 5.25. Vidíme, že obvod se skládá ze vstupní



Pozn: Pro MTA-2 se propojuje jen 5 datových sběrnic !

Obr. 5.25. Měnič telegrafní rychlosti s UARTem

a výstupní části, které mají samostatné řídicí oscilátory s různými rychlostmi. Vstupní část má kmitočet řídicího oscilátoru závislý na telegrafní rychlosti přijímaného textu, výstupní část má rychlost danou rychlostí napojeného dálnopisného stroje (nebo terminálu). Schéma je určeno pro činnost vždy při vyšší výstupní rychlosti, než je rychlost přijímaná. Jinak by musela být použita i pomocná paměť mezi vstupní a výstupní částí obvodu, čímž by se zapojení značně zkomplikovalo. Ve vstupu i výstupu jsou použity oddělovací obvody. Činnost je velmi jednoduchá. Výstupní rychlost nastavíme např. na 100 Bd (dálnopisný stroj T 100) a vstupní rychlost volíme

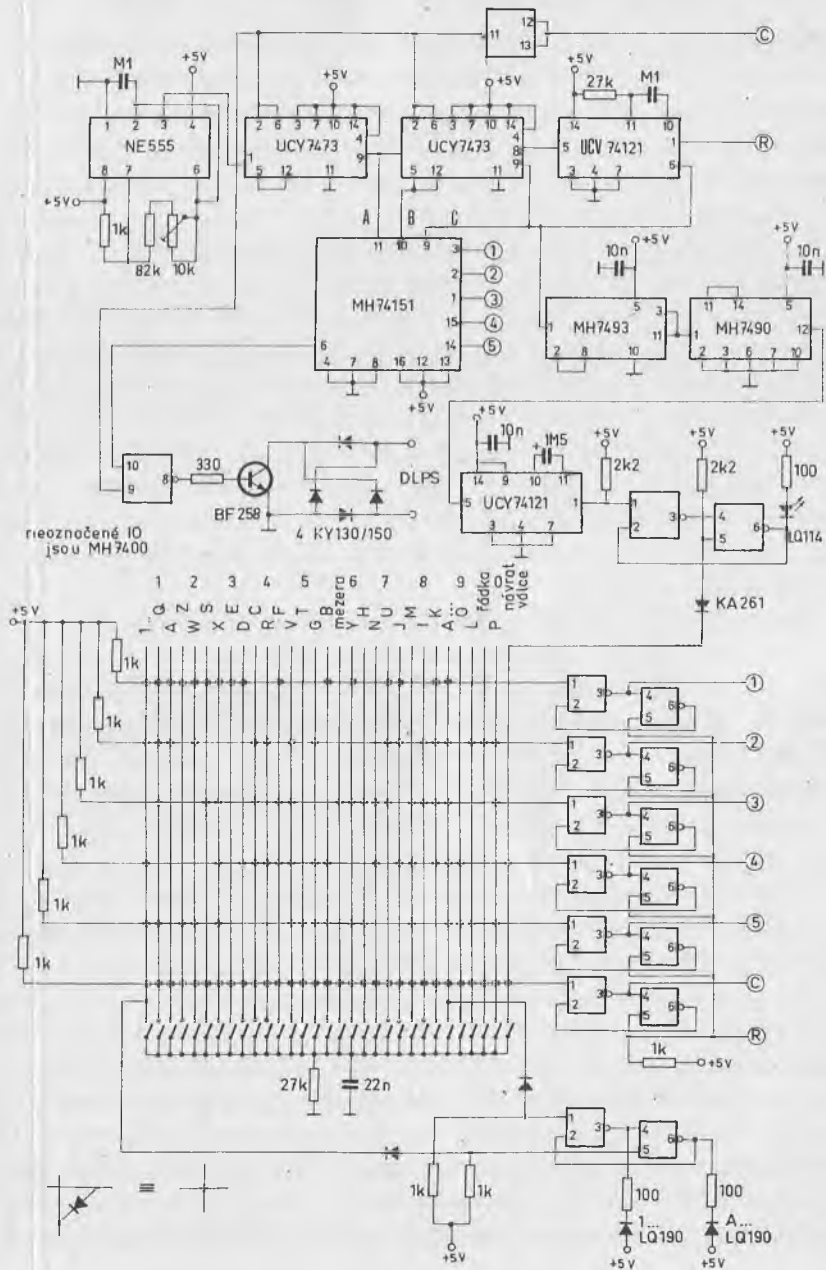
pro amatérský provoz 45,45 Bd nebo pro nastavování funkce zařízení odposlechem tiskových agentur na 50 Bd nebo 75 Bd.

Zanedbatelná není ani spotřeba motoru dálkopisného stroje. Proto lze použít obvod, který v nepřítomnosti dálkopisného signálu rozpojí obvod motoru. Schéma je na obr. 5.28. Do smyčky stroje je vložen optoelektrický vazební člen, jehož výstup je připojen na spouštěcí vstup monostabilního klopného obvodu UCY74121. Při přerušování smyčky (příjmu textu) je aktivován tento obvod a ten dále spouští časovač NE555, který přes zesilovač spíná relé. Toto relé sepne svým dotekem síťový obvod motoru dálkopisného stroje. Relé je sepnuto po dobu, na kterou je časovač nastaven (lze pomocí potenciometru R_x nastavit mezi 10 s až 20 min). Při každém přerušování smyčky je časovač znovu nastaven, takže při příjmu souvislého textu je obvod motoru trvale zapnut. Přestane-li příjem textu, je relé sepnuté po nastavenou dobu časovače a pak rozpojí obvod motoru. Přes dotek motoru je připojen spínač, který dovoluje normální provoz stroje.

Elektronicky je možno vytvořit i celý dálkopisný stroj.

Jedno z publikovaných řešení [23] používá jako vysílač značek multiplexery MH74150, ke kterým jsou připojeny tlačítka klávesnice tak, že ve dvojkovém kódu odpovídá pořadí připojení příslušné kombinaci kódu v MTA č. 2. Pomocné obvody zajišťují zkoušení vstupů multiplexeru a při stisku některého tlačítka vysílání příslušné kombinace kódu doplněné o start — a stop — impuls. Rychlost 45,45 Bd je vytvořena vestavěným oscilátorem.

Jinou verzi elektronického dávače dálkopisných značek máme na obr. 5.26. Základní oscilátor vytváří impulsy o délce základního intervalu. Výstup je zaveden do děliče osmi. Výstupy A , B , C tohoto děliče jsou zavedeny na adresové vstupy multiplexeru MH74151. Na datové vstupy tohoto multiplexeru jsou připojeny výstupy paměťových obvodů ($R-S$), do kterých se při stisku tlačítka klávesnice uloží kombinace kódu zvoleného znaku (prostřednictvím diodové matice). Výstup z multiplexeru je veden do výstupního spínacího obvodu, kterým se ovládá proud ve smyčce dálkopisného stroje nebo klíčovac (FSK—AFSK). Na konci značky se doplňuje prodloužený stop-impuls, při kterém se současně vynulují klopné obvody paměti



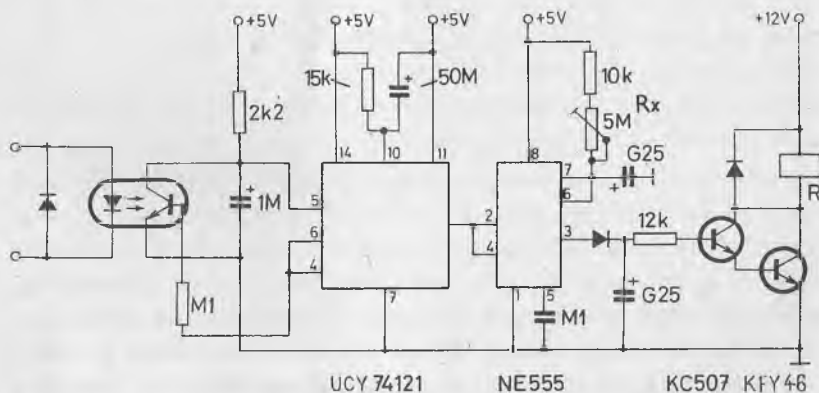
Obr. 5.26. Elektronický vysílač dálhopisného signálu

a připraví se pro vyslání další značky. Zapojení je doplněno čítačem, který po načítání 60 znaků signalizuje konec řádku a nutnost vyslání signálů „návrat válce“ a „posun o řádku“. Vzhledem k jednoduchosti není zapojení chráněno proti současnému stisku dvou tlačítek, kdy dojde k vyslání chybného znaku.



Obr. 5.27. Elektronický přijímač dálkopisného signálu — blokové schéma

Zakódování jednotlivých znaků je pomocí diod na 6 sběrnic — pro start-impuls a pět funkčních intervalů. Sběrnice tvoří jeden vstup pro R—S klopný obvod (paměť povelu). Sběrnice start-impulsu je aktivována při všech znacích. Výstup příslušného klopného obvodu aktivuje dělič osmi a uvolňuje i souhlasové hradlo, přes které prochází signál do výstupního spínače. Druhý vstup klopných



Obr. 5.28. Odpojovač dálkopisného stroje

obvodů (nulovací) je připojen na obvod automatického doplnění značky stop-impulsem.

Pro zjednodušení elektronického obvodu má závěrečný stop-impuls délku dvou základních intervalů. Při funkci — spolupráci s dálnopisným strojem — to nevadí, protože se prodloužení o polovinu základního intervalu projeví jen jako zvětšení odstupu mezi dvěma vysílanými znaky. Dojde tedy ke snížení maximální přenosové rychlosti — snížení počtu přenášených znaků. Rychlost ovšem stejně není využívána a proto skutečně zjednodušení funkce nevadí.

V [23], [30] a [28] bylo popsáno řešení, které vyhodnotilo přijatou značku, uložilo její prvky do pomocné paměti a dále pomocí posuvného registru a paměti znaků ovládá svícení osmice sedmisegmentových číslicovek, na kterých putuje písmo zprava doleva podle principu světelných novin. Zjednodušení spočívá v použití sedmisegmentových číslicovek, které nejsou určeny pro indikaci písmen. Proto některé znaky jsou jen napodobeninou skutečného znaku a operátor je vlastně musí zrakem dešifrovat.

Dokonalejší přístup předpokládá použití obrazovky.

Vzhledem k tomu, že při tomto řešení je nutno použít speciální integrované obvody a že tyto obvody jsou určeny pro kód ASCII, je zřejmé, že řešení musí zahrnovat převodník MTA č. 2 na MTA č. 5 (kód ASCII). Tento převodník nejprve převede sériový kód MTA č. 2 na kód paralelní (pomocí UARTu) a pak tento paralelní kód převede na paralelní kód ASCII (prostřednictvím trvalé naprogramované paměti). Tento paralelní kód je použit pro ovládání obvodu generátoru obrazových znaků s video-výstupem, který je pak napojen k obrazovému vstupu televizoru.

U nás bylo obdobné řešení popsáno v [34], [35]. Rovněž toto řešení ovšem používá integrované obvody zahraniční výroby. Abecedně číslicová zobrazovací jednotka sestává z klávesnice (která má paralelní výstup v kódu ASCII), modulu zobrazovače a televizoru s obrazovým vstupem. V modulu zobrazovače se používá speciální integrovaný obvod, který ovládá všechny zobrazovací funkce. Spolupracuje s vyrovnávací pamětí, jejíž obsah se zobrazuje na obrazovce, a znakovou pamětí, která podle kombinace

adres vytvoří na obrazovce znak jako mosaiku ze svítících bodů. Dále je modul doplněn pomocnou pamětí pro speciální funkce. (mazání, návraty paprsku apod.). Na obrazovce lze zobrazit 16 řádků po 64 znacích. Samostatný modul tvoří převodník kódu MTA č. 2 na kód ASCII. Je opět použito obvodu UART jako převodníku ze sériového na paralelní kód a pomocné paměti naprogramované na převod kódů. Modul propojuje zobrazovací jednotku jak s paralelním vstupem z klávesnice, tak se sériovým vstupem z konvertoru. Dále slouží i jako převodník pro sériový výstup v kódu MTA č. 2 pro ovládání generátoru FSK nebo AFSK.

V současné době lze jak vysílání tak příjem rádiodálnopisných signálů realizovat i s mikropočítači. Mikropočítač najde na radioamatérské stanici uplatnění i z hlediska řízení a provozu (viz dále).

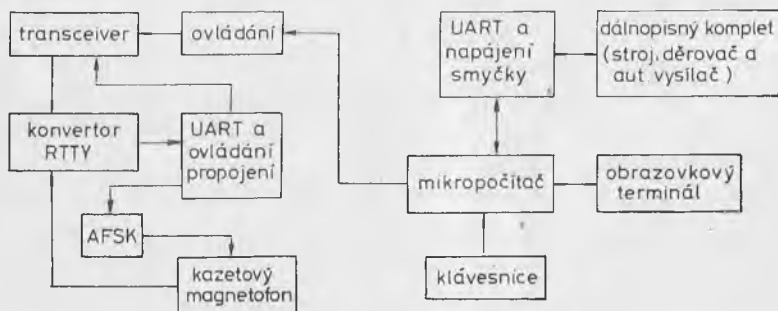
Nejprve však několik slov k vlastnímu generování signálů. Značka je počítačem generována ve dvojkovém vyjádření (počáteční nula — START, kombinace pěti nul a jedniček — ZNAK a nakonec dvě jedničky — STOP). Z paměti počítače se při stisku zvolené klávesy toto odpovídající číslo přeneso do střadače a posunuje se doleva. Přitom se vyhodnocuje příznak přenosu — podle něj se generuje kmitočet značky nebo mezery. Střadač se současně zprava doplňuje nulami, takže při zjištění nulového obsahu střadače se může přejít ke generování dalšího znaku. Rychlost vysílání se určí v programové časové smyčce, která určuje okamžiky k posunu obsahu střadače doleva.

Dekódování při příjmu je obdobné. Vstup počítače je připojen na výstup konvertoru. Počítač vyhodnotí sestupnou hranu signálu (START) a od tohoto okamžiku ozkušuje přijímaný signál v časových okamžicích odpovídajících středu intervalů trvání dílčích značek (časový cyklus pro toto ozkušování se opět vytvoří programově). Získané hodnoty se opět postupně uloží do střadače (převod ze sériového tvaru značky na paralelní). Protože počítač pracuje s abecedou ASCII je dalším programovým krokem porovnání zapsaného znaku s tabulkou a převedení na odpovídající znak ASCII, který je dále zpracován (uložen do vyhrazeného prostoru paměti a dalším programovým postupem zobrazen na připojeném obrazovkovém terminálu).

Pochopitelně lze tímto postupem pracovat i provozem MORSE.

V poslední době se začíná u stanic vybavených mikropočítači uplatňovat i vysílání systémem AMTOR. Jde v podstatě o automatické rozsekání zprávy na krátké částečky, které protistanice automaticky potvrzuje. Není-li přijat potvrzující znak, opakuje se předchozí částice zprávy. Tímto způsobem lze zaručit srozumitelnou korespondenci protistanice i za podmínek, kdy jiný způsob provozu není absolutně použitelný.

Na závěr je nutno se zmínit o radiodálnopisné stanici řízené mikropočítačem. Blokové schéma je na obr. 5.29. Transceiver je ovládán pomocí řídicího kanálu a je na něj napojen konvertor ST6. Řídicí kanál dovoluje volbu zdvihu, jeho reverzaci, volbu použité telegrafní rychlosti, zapínání vysílače. Pro zobrazení je použit obrazovkový terminál, pro ovládání mikropočítače slouží klávesnice pracující v kódu ASCII. Dále je k obvodu připojen i obyčejný mechanický dálnopis prostřednictvím převodníku s obvodem UART. Je možno připojit kazetový magnetofon s nahraným programem.



Obr. 5.29. Blokové schéma dálnopisné stanice řízené mikropočítačem

Příklad použití si vysvětlíme na funkci během RTTY závodu. Nejprve je nutno zpracovat příslušný program. Zařízení pak pracuje následovně — po naladění na signál protistanice se přijímaný text objeví na obrazovce. Chci-li navázat spojení, vložím do mikropočítače značku přijímané stanice pomocí klávesnice. Počítač zjistí, zda se stanicí bylo již v závodě pracováno a vyznačí to na obrazovce. Jestliže se stanicí nebylo ještě navázáno spojení, počítač vytvoří na

jedné řádce obrazovky kód ze závodu, který má být protistanici vyslán (včetně pořadového čísla spojení). Pomocí klávesnice se do něj doplní příslušný kód RST. Pak pomocí série dvouznakových povelů počítač přímo zavolá protistanici (nebo odpoví na její volání) a odešle připravený report. Další povely jsou určeny pro vyslání potvrzení příjmu nebo pro žádost o opakování relace, případně informací, že jde o duplicitní spojení. Samostatné dvoupísmenové povely jsou určeny pro vysílání CQ nebo QRZ. Počítač si opět sám vytvoří celý potřebný text včetně volacího znaku. Vysílaný text je rovněž současně zobrazován v samostatné části obrazovky. Po dokončení spojení se automaticky celý vyměněný text zaznamená na připojeném dálnopisném stroji. Nedošlo-li k uskutečnění celého potvrzeného spojení, pak se záznam neprovede. V paměti počítače zůstane po uskutečnění pouze značka protistanice s připojeným kódem pro pásmo, na kterém se spojení uskutečnilo.

Jiný program pro počítač opět dovoluje po uskutečnění spojení vytvořit pomocí dálnopisného stroje „tištěný“ QSL — lístek se všemi náležitostmi (datum, čas, reporty, znak protistanice, pásmo, druh provozu apod.) doplněnými o údaje o vlastní stanici. Text může být ohraničen vytisknutým obdélníkem z některého znaku (nebo opakované vlastní volací značky), podle kterého jej lze odstříhnout a zaslat protistanici.

Možnosti takovéto programovatelné stanice jsou rozsáhlé a vedou k povýšení dálnopisné techniky na nejvyšší úroveň v amatérském vysílání.

Literatura

- [1] *Ing. dr. Daneš, J.*: Rychlá hnědá liška přeskakuje líného psa. Amatérské rádio 1964, č. 10—12, Amatérské rádio 1965, č. 1—2.
- [2] *Lehký, J.*: Dálnopisné stroje v radioamatérském provozu. Amatérské rádio 1965, č. 8, str. 22.
- [3] *Ing. Hambálek, F.*: Dálnopisy soustavy Siemens. Nakl. Paul, Praha 1948.

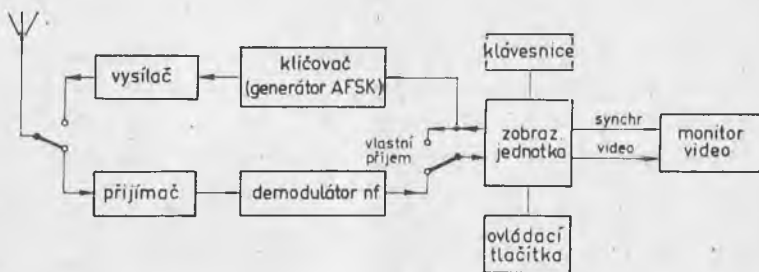
- [4] Blattschreiber T 51 — Betriebsvorschrift. VEB Gerätewerk Karl-Marx-Stadt.
- [5] *Tucker, D. J.*: RTTY from A to Z. Cowan Publ. Corp., New York, 1970.
- [6] Amateurfunk. Militärverlag der DDR. 5. vydání, Berlin, 1978.
- [7] *McCoy, J. L.*: Radioteletype Reception by Tone Conversion. QST 1960, č. 12, str. 11.
- [8] *Fencl, F.*: RTTY v amatérském provozu. Radioamatérský zpravodaj 1972, č. 10, 11—12.
- [9] *Procházka, Z.*: Obvody pro radiodálnopis. Radioamatérský zpravodaj 1973, č. 1, 2.
- [10] *Hoff, I.*: The ST3 RTTY demodulator. RTTY Journal 1968 č. 9.
- [11] *Hoff, I.*: The Mainline ST5 RTTY demodulator. Ham Radio 1970, č. 9, str. 11.
- [12] *Hoff, I.*: The Mainline ST6 RTTY demodulator. Ham Radio 1971, č. 1, str. 6.
- [13] *Clark, R. C.*: DT-600 RTTY demodulator. Ham Radio 1976, č. 2, str. 8.
- [14] *Pietsch, H. J.*: RTTY-Konverter DJ6HP. DAFG-RTTY 1971, č. B.
- [15] *Ing. Prostecký, M.*: Jednoduchý AFSK generátor. Radioamatérský zpravodaj 1974, č. 10, str. 8.
- [16] *Ing. Prostecký, M.*: RTTY konvertor ST-5. Radioamatérský zpravodaj 1975, č. 2, str. 2.
- [17] *Ing. Procházka, Z.*: Ladění RTTY pomocí obrazovky. Radioamatérský zpravodaj 1975, č. 5, str. 13.
- [18] RTTY rubrika. Radioamatérský zpravodaj 1975, č. 7—8, str. 39.
- [19] *Ing. Prostecký, M.*: Úprava konvertoru ST-5 pro příjem RTTY telemetrie družice OSCAR 7. Radioamatérský zpravodaj 1976, č. 2, str. 13.
- [20] *Ing. dr. Daneš, J.*: Trampoty s motorem. Radioamatérský zpravodaj 1977, č. 3, str. 15.
- [21] *Gebauer, H.*: Einfacher RTTY-Converter und AFSK-Generator. CQ-DL 1976, č. 9, str. 314.
- [22] *Ing. Procházka, Z.*: Jednoduchý konvertor pro příjem radiodálnopisu. Radioamatérský zpravodaj 1978, č. 11—12, str. 8.
- [23] *Drexler, J.*: Moderní dálnopisný přístroj pro RTTY. Radioamatérský zpravodaj 1979, č. 1, str. 11.
- [24] *Hold, J.*: Začínáme s dálnopisem v radioamatérském provozu. Radioamatérský zpravodaj 1979, č. 4, str. 14.

- [25] *Griffin, L.*: Digital RTTY is simple. 73 Magazine 1979, č. 1, str. 84.
- [26] *Pietsch, H. J.*: Automatik-RTTY-Nf-Konverter DJ6HP 025. CQ-DL 1977, č. 6, str. 227.
- [27] *Hold, J.*: Z radiodálnopisné praxe. Radioamatérský zpravodaj 1979, č. 10, str. 14.
- [28] *Ing. Hačeký, J.*: Moderní dálkopis pro RTTY řízený krystalem. Radioamatérský zpravodaj 1979, č. 11—12, str. 6.
- [29] *Baumann, M.*: Číslicový konvertor k modernímu dálkopisu. Radioamatérský zpravodaj 1979, č. 11—12, str. 8.
- [30] Elektronické světelné noviny k amatérskému radiodálnopisu. Radioamatérský zpravodaj 1980, č. 1, str. 8.
- [31] Dva obvody k radiodálnopisu. Radioamatérský zpravodaj 1980, č. 5, str. 20.
- [32] *Hold, J.*: Rychlost dálkopisu stopkami. Radioamatérský zpravodaj 1980, č. 6, str. 18.
- [33] K údržbě dálkopisných strojů. Rubrika RTTY. Radioamatérský zpravodaj 1981, č. 1, str. 28.
- [34] *Ing. Grečner, J.*: Televizní přijímač jako zobrazovací jednotka. Sdělovací technika 1981, č. 4, str. 143.
- [35] *Ing. Grečner, J.*: Radiokomunikační terminál RTTY-MORSE-ASCII I—V. Radioamatérský zpravodaj 1981, č. 3, 5, 9, Radioamatérský zpravodaj 1982, č. 1, 3.
- [36] Volně programovatelný radiodálnopisný kodér. Radioamatérský zpravodaj 1981, č. 9, str. 6.
- [37] *Holenstein, G.*: RTTY — Empfangskonverter mit grosser Redundanz. Old Man 1981, č. 1, str. 26.
- [38] *Ing. Prcházka, Z.*: Jednoduchý generátor dálkopisných značek. Radioamatérský zpravodaj 1977, č. 1, str. 12.
- [39] Autostart Teletype Encoder and Decoder. 73 Magazine 1967, č. 1, str. 34.
- [40] *Wilson, J. B.*: The UART Gear Shifter. 73 Magazine 1978, č. 11, str. 38.
- [41] *Stark, P. A.*: Novel RTTY Autostart. 73 Magazine 1978, č. 11, str. 68.
- [42] *Webb, E.*: Phase-locked loop RTTY terminal unit. Ham Radio 1972, č. 1, str. 8.
- [43] *Hodler, J.*: Eine ASFK ohne Quarz. Old Man 1978, č. 1, str. IV.
- [44] *Hutton, L. J.*: An Intelligent RTTY Station, 73 Magazine 1977, č. 4, str. 72.
- [45] Elektronika kolem radiodálnopisu. Radioamatérský zpravodaj 1982, č. 5, str. 7.

- [46] *Noveraz, O.*: Interface alphanumerique video bon marché. Old Man 1978, č. 10, str. VII.
- [47] *Noveraz, O.*: Memoire 4 pages pour l'ADU. Old Man 1980, č. 3, str. 18.
- [48] *Decaunes, B.*: Transcodeur ASCII/Baudot pour système RTTY electronique. Old Man 1981, č. 4, str. 18.
- [49] *Mooring, E. E.*: Phase shift RTTY monitor scope. Ham Radio 1972, č. 10, str. 36.
- [50] *Sperduti, A.*: Solid-state RTTY monitor scope. Ham Radio 1971, č. 10, str. 33.
- [51] *Barrows, C.*: Crystal-controlled AFSK generator. Ham Radio 1972, č. 7, str. 13.
- [52] *Nurse, H.*: Crystal-controlled AFSK generator. Ham Radio 1973, č. 12, str. 14.
- [53] *Learner, K. O.*: Oscar RTTY Converter. 73 Magazine 1975, č. 7 str. 53.
- [54] *Moravec, J.*: Doplněk pro autostart dálkopisného stroje. Radioamatérský zpravodaj 1981, č. 11—12, str. 19.
- [55] *Hart, B.*: Build a Deluxe TTY Keyboard. 73 Magazine 1975, č. 10, str. 22, č. 11—12, str. 63.
- [56] *Pietsch, H. J.*: Quarz-AFSK DJ6HP 016. SARTG News 1975, č. 16, str. 5.
- [57] *Murphy, J. A.*: Unique Digital TTY Accessories. 73 Magazine 1971, č. 3, str. 66.
- [58] *Rister, W.*: Get on RTTY with this simple demodulator. 73 Magazine 1978, č. 11, str. 124.
- [59] *Sergo, R. R.*: The TTY LIFESAVER. 73 Magazine 1978, č. 11, str. 216.
- [60] *Ing. Prostecký, M.*: Provoz RTTY. Amatérské rádio 1975, č. 5, str. 191.
- [61] *Ing. Prostecký, M.*: Konvertor pro RTTY. Amatérské rádio 1973, č. 5, str. 193.
- [62] *Tew, P. J.*: Simple RTTY IDer. 73 Magazine 1979, č. 4, str. 60.
- [63] *Ing. Prostecký, M.*: Elektronický dálkopisný vysílač. Amatérské rádio 1982, č. 2, str. 72, č. 3, str. 113.
- [64] *Moravec, J.*: Ladička pro rychlost 45,45 Bd. Radioamatérský zpravodaj 1983, č. 5, str. 21.

ZOBRAZOVACÍ JEDNOTKA PRO RADIODÁLNOPIŠ

Na obr. 5.30 je skupinové schéma stanice, která používá elektrický systém RTTY. Nízkofrekvenční signál z přijímače je detekován v radiodálnopisném konvertoru a o úrovních TTL přiváděn do zobrazovací jednotky. Obrazový signál a synchronizační impulsy mohou být přiváděny do obrazového monitoru nebo namodulovány na signál vf a přiváděny na příslušném (volném) kmitočtu do anténních zdírek televizoru. Při vysílání signálu RTTY výstup zobrazovací jednotky (opět o úrovních TTL) zpravidla klíčuje generátor AFSK, kterým modulujeme vysílač.



Obr. 5.30. Blokové schéma RTTY stanice

Komerční zařízení mívají kolem 70 znaků v jednom řádku. To však vyžaduje použití rychlých pamětí a též požadavky na zobrazení jsou přísnější než u normálních přijímačů TV. Výsledkem je kompromisní řešení, zobrazující 24 řádek po 40 znacích. Aby byla možná spolupráce s normálními dálkopisnými stroji, je zobrazovací jednotka upravena tak, aby po zobrazení 40 znaků v řádku byly zbývající znaky zobrazeny na dalším řádku, aniž je nutno stisknout klávesu „návrát válce“. Po obsazení všech 24 řádků dochází k přepisu starého záznamu záznamem novým. Záznam může být kdykoliv smazán. Klávesnice má též řídicí tlačítka „číslicová změna“ a „písmenová změna“, dále „návrát válce“ a „posun o řádku“.

Generátor znaků je určen pro aplikace ve výpočetní technice. Je tedy naprogramován v kódu ASCII. Kód používaný při provozu RTTY MTA 2 musí tedy být převeden do kódu MTA 5 (ASCII). Děje se tak mezi obvodem UART a pamětí pomocí programovatelných pamětí PROM.

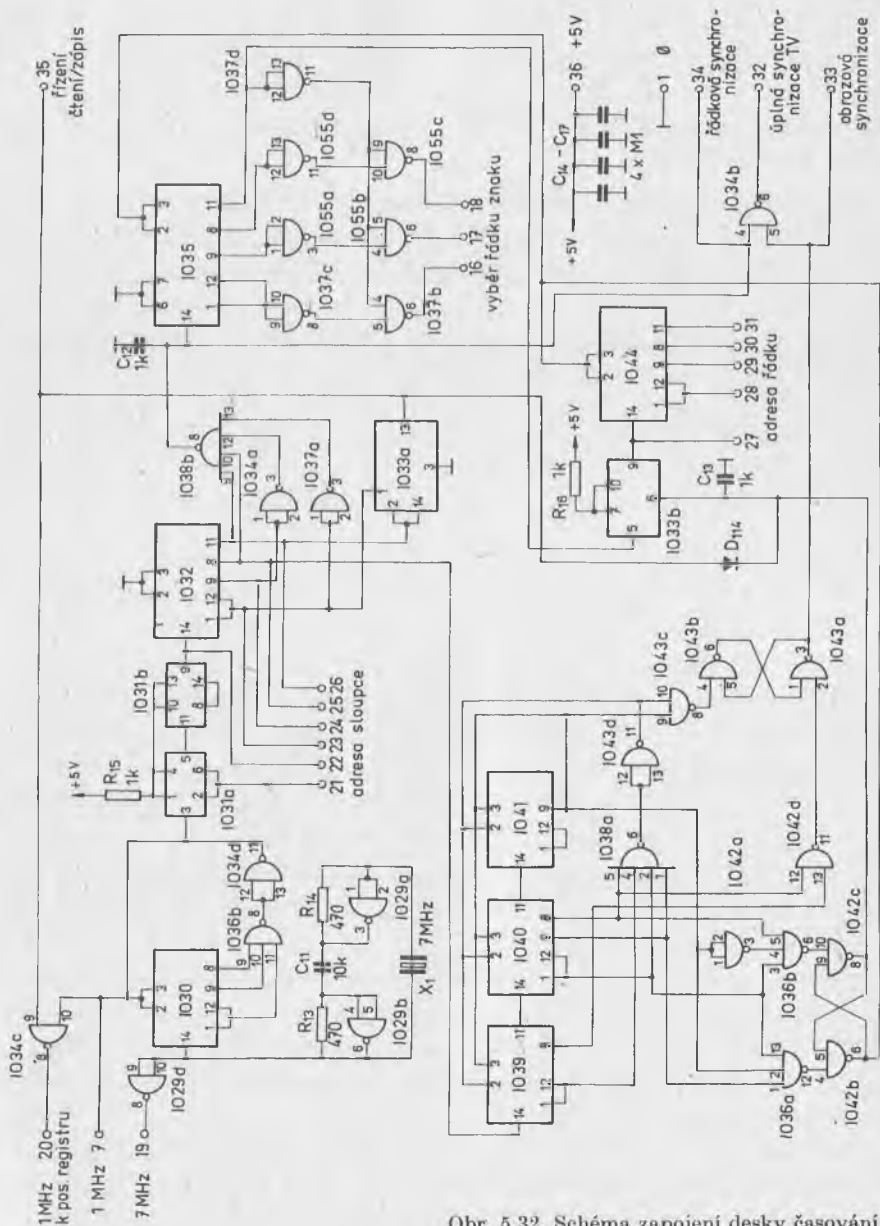
Jelikož není možné ukládání údajů do jedné pozice v paměti ve stejnou dobu jako čtení z jiné, bylo nutno zmíněné operace rozdělit. Čtení údajů a příslušné zobrazení probíhá v době rozmitání televizního řádku. Znak RTTY, přijmutý v této době, je uložen v obvodu UART do doby zpětného chodu, kdy řízení paměti umožňuje uložení čekajícího znaku na správné místo.

Deska časování

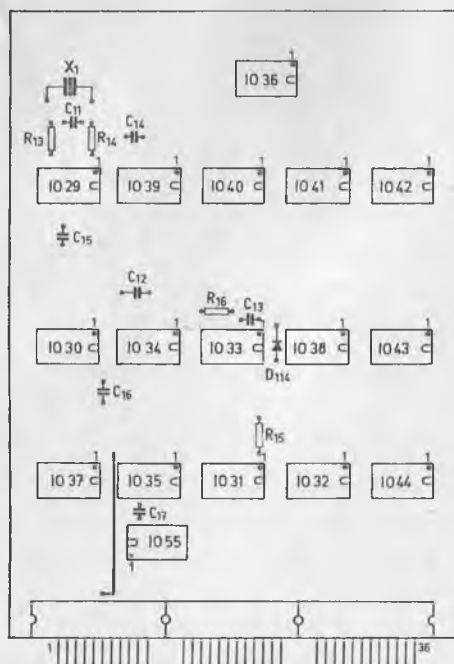
Schéma desky časování je na obr. 5.32. Základ tvoří oscilátor řízený krystalem 7 MHz. Je tvořen hradly IO29a a IO29b. Impulsy o kmitočtu 7 MHz jsou uvedeny přes hradlo IO29d do dílu paměti a zobrazení. Současně jsou v děliči IO30 děleny sedmi. Za pomoci hradel IO36b a IO34d je čítací cyklus čítače 16 zkrácen. Výsledné impulsy o kmitočtu 1 MHz jsou vedeny do desky rychlosti a přes hradlo IO34c, které je klíčováno čtecími impulsy, do paměťové a zobrazovací desky na posuvný registr. Impulsy o kmitočtu 1 MHz jsou současně děleny 64 v IO31 a IO32. Šest po sobě jdoucích výstupů z děličů je vedeno do paměťové a zobrazovací desky na adresy sloupců pamětí. Tedy během prvních 40 μ s je na výstupu paměti jeden úplný řádek o 40 znacích.

Mezi 48 μ s a 52 μ s je na výstupu hradla IO38b log 0. Zmíněného stavu se využívá k synchronizaci zpětného chodu na konci řádku. Klopný obvod IO33a je překlopen ve 40. μ s a vynulován v 64. μ s. Úroveň z jeho výstupu je využívána k zápisu údajů ze vstupní části do pamětí během zpětného běhu.

Řádkový synchronizační impuls z IO38b je dále dělen deseti v IO35. Výstupy jsou hradlovány IO37b, c, d a IO55 tak, že upravené výstupy počítají v binární posloupnosti 0 1 2 3 4 5 6 7 7 7. Vý-



Obr. 5.32. Schéma zapojení desky časování



Obr. 5.33. Rozmístění součástek na desce časování

stupy jsou vedeny do paměťové a zobrazovací desky na výběr řádek v generátoru abecedně číslicových znaků IO16.

Na konci každých 10 televizních řádků se na vývodu 11 IO35 objeví log 0, čímž dochází ke startu dalšího cyklu. Tento stav je přiveden do čítačů IO33b a IO44. Pět výstupů čítačů je přivedeno na adresy řádků paměti v paměťové a zobrazovací desce. Každých 10 řádek TV je adresa řádků zvětšena o 1, což umožňuje zobrazení následující řádky 40 znaků uložených v paměti. Zmíněný proces probíhá po stínítku směrem dolů.

Obrazové časování TV je získáno pomocí děliček IO39 až 41, u kterých je pomocí hradel IO38a a IO43d zkrácen dělicí poměr na 1 : 625. Vstupní impulsy o kmitočtu 31,25 kHz (dvojnásobek řádkového kmitočtu) jsou do děliče přiváděny z vývodu 8 IO32. Po vydělení 625 dostáváme kmitočet 50 Hz. Klopný obvod, tvořený hradly IO43a a b, má na výstupu log 1, je-li dělič 625 vynulován. Počítá-li čítač 5, je klopný obvod nulován přes hradlo IO42d. Z vý-

stupu klopného obvodu (vývod 3 IO42a) získáváme snímkové synchronizační impulsy. Druhý klopný obvod (IO42b a c) je nastaven hradlem IO36b při čítání 80, když rozmítání TV je nahoře na obrazovce, a nulován hradlem IO36c při čítání 560 dole na stínítku. Výstup z klopného obvodu slouží k nulování čítače řádkových adres paměti a čítače výběru řádků z generátoru abecedně číslcových znaků. Při načítání 560 nastane vynulování. V tom okamžiku čítač řádkových adres se dopočítal 24 a tím dokončil jeden zobrazovací cyklus. Uvedený zobrazovací cyklus se opakuje 50krát za sekundu, čímž dochází ke klidnému zobrazení obsahu celé paměti.

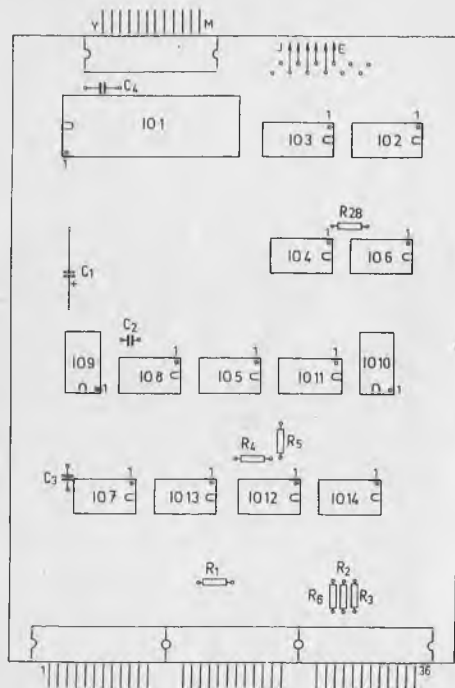
Vstupní deska

Úplné zapojení vstupní desky je na obr. 5.34. Přicházející signál RTTY v úrovni TTL je přijímán obvodem UART IO1, spouštěným úrovní log 0 (start-impulsem) na začátku každého znaku. Časování jednotlivých impulsů značek je přiváděno z desky rychlostí a je 16krát vyšší než přijímaná telegrafní rychlost (zpravidla 727 Hz). Pomocí obvodu UART je převáděn do paralelního tvaru na výstupu 8 až 12. Paralelní 5-bitový kód MTA č. 2 je převáděn na 6-bitový kód MTA č. 5 (ASCII) pomocí dvou pamětí PROM (IO2 a IO3).

Obvody IO2 a IO3 jsou individuálně naprogramovány. U řídicích znaků jsou výstupy 1 až 6 naprogramovány podle odpovídajících kódů MTA č. 5 a na výstupu 7 je log 0. U řídicích znaků je na výstupu 7 log 1 a ostatní výstupy jsou upraveny tak, aby dekodovaly řídicí funkce. Například, je-li na vstupu kombinace 01000 (návrat válce), jsou výstupy 1 až 7 naprogramovány 10000001, což umožňuje jednoduché vyhodnocení znaku pomocí hradla IO10d, na jehož výstupu se objeví log 0. Obdobně je tomu při posunu o řádku, respektive „zvonek“ a „kdo jste?“. Vyhodnocení posledních dvou znaků je připraveno pro případné externí využití. Jedna paměť PROM převádí „písmenné“ znaky a druhá „číslcové“. Jejich přepínání je uskutečněno pomocí klopného obvodu z hradel IO5a a b, který aktivuje příslušný obvod. Obě paměti jsou naprogramovány tak, aby na výstupu 9 byla log 1 s výjimkou opačné funkce, tj.

u „písmenné“ PROM je na výstupu 9 log 0 pro „číslicovou změnu“ a u „číslicové“ PROM pro „písmenovou změnu“. Uvedené logické stavy slouží k překlopení klopného obvodu a tím k aktivaci druhé paměti.

Časový úsek zápisu nastává v okamžiku, když je ukončen převod sériového dálnopisného kódu na paralelní. Na vývodu 19 UART se objeví log 1, která indikuje platnost dat na výstupech 5 až 9. Není-li „stop-impuls“ správný (log 1), je znak vyhodnocen jako chybový a na vývodu 14 se objeví log 1. Prostřednictvím hradel IO5c a d je platnost dat negována. V případě platnosti dat vznikne na výstupu hradla IO4c log 1 a obvod je připraven k zápisu dat po dokončení právě rozmítaného řádku TV.



Obr. 5.35. Rozmístění součástek na vstupní desce

Po skončení rozmítání se na sběrnici řízení čtení a zápisu z časovací jednotky objeví log 0, která překlopí klopný obvod IO11a tak, že na jeho výstupu 12 vznikne log 1. V případě, že na výstupech

7 obvodů PROM je log 0 (nejde o řídicí znaky), je tento stav převeden přes hradlo IO4a jako log 1 na vstup 9 hradla IO6c, kde je hradlován s řádkovým synchronizačním impulsem a dává impuls o úrovni log 0 na výstupu hradla IO9c. Ten je přiváděn do paměťové a zobrazovací desky a dává příkaz k zápisu kódu ASCII na výstupech PROM do paměti. Je-li na výstupech 7 PROM log 1, nevzniká zápisový impuls. Kód, který není znak ASCII, ale je řídicí instrukcí, není uložen v paměti. Místo, na kterém je kód ASCII v paměti uložen, je určeno stavem dvou čítačů. První, tvořený IO7 a IO13, určuje sloupec, druhý (IO12 a IO11b) určuje řádek, ve kterém je daný kód v paměti uložen. Sloupcový čítač přičítá pokaždé, je-li přijat neřídicí znak (log 0 na výstupu 7 z PROM) a je nulován:

1. je-li hradlem IO9d vyhodnocen příjem znaku „návrat válce“,
2. je-li stlačeno ovládací tlačítko „návrat válce“,
3. na konci řádku.

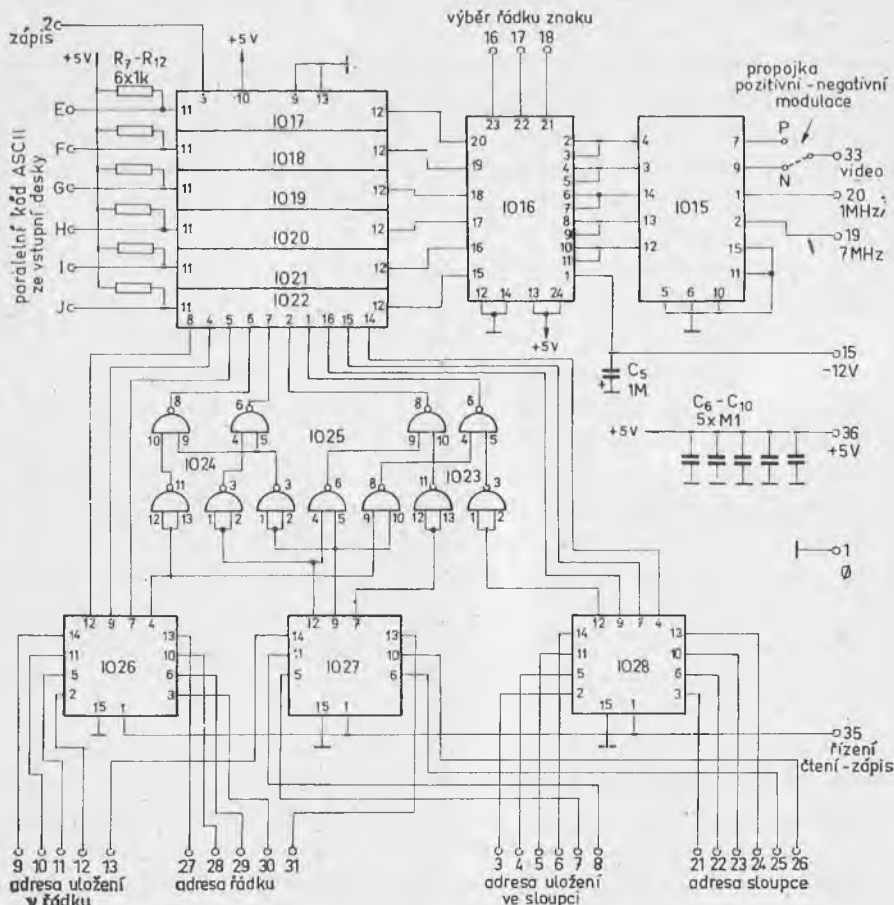
Ve třetím případě je přes hradla IO9a a IO8a přiveden impuls do řádkového čítače. Posun o řádek nastane též při vyhodnocení příjmu znaku „posun o řádek“ hradlem IO8c, nebo stlačením ovládacího tlačítka „posun o řádek“. Klopný obvod z hradel IO14a a d zajišťuje posun jen o jeden řádek při jednom stlačení. Vlivem špatného kontaktu by při přímém připojení tlačítka mohlo dojít k posunu o více řádků. K vynulování řádkového čítače dochází při stlačení nulovacího stránkového tlačítka nebo po stavu 23 (24. řádek).

Na konci rozmítání každého řádku je na sběrnici řízení „čtení/zápis“ log 0. V tom okamžiku nastává zápis údajů do paměti. Když na konci zpětného běhu je na této sběrnici log 1, způsobí přes hradlo IO4d na vývodu 18 UART log 0. Tím se objeví log 0 i na vývodu 19, vynuluje se klopný obvod IO11a a obvod je připraven k příjmu dalšího znaku RTTY.

K vymazání záznamu z paměti a tím i ze stínítka obrazovky je určeno ovládací tlačítko „mazání“. Po jeho stlačení se přes hradlo IO6a přivede log 1 na vývod 4 UART. To má za následek vznik log 1 na výstupech 8 až 12. Tento stav je překódován jako „bílá mezera“ v kódu ASCII. Stlačení tlačítka současně způsobí i trvalou log 0 na výstupu hradla IO10b. Během následujícího obrazového rozmítání dojde k záznamu „bílých mezer“ ve všech místech paměti.

Deska paměti a zobrazení

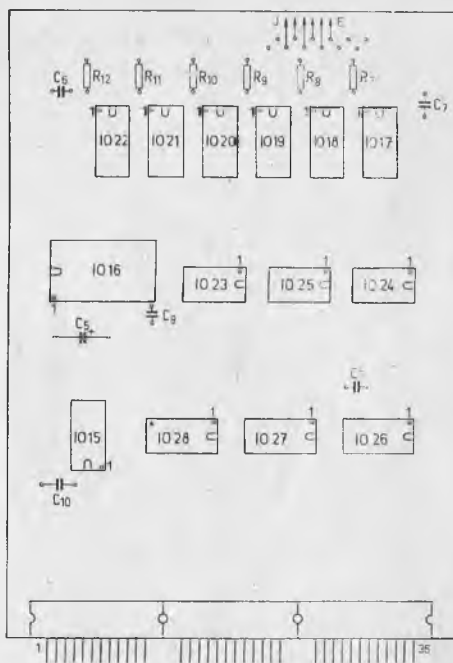
Schéma je uvedeno na obr. 5.36. Jak bylo již dříve uvedeno, je paměť uzpůsobena k záznamu čtyřiceti 6-bitových znaků ve 24 řádcích. Ve skutečnosti jde o šest integrovaných obvodů (IO17 až IO22), z nichž v každém je na příslušném místě uložen jeden bit.



Obr. 5.36. Schéma zapojení desky paměti a zobrazení

Adresní sběrnice a sběrnice zápisu jsou společné všem šesti obvodům paměti. K zápisu dat, resp. k jejich vyčítání dochází tedy u všech obvodů současně.

Paměti jsou organizovány ve tvaru 32 řádků a 32 sloupců. Pomocí hradel v IO23 až IO25 je tento tvar přeorganizován do tvaru 24 řádků a 40 sloupců. Adresování je uskutečněno buď z čítačů sloupců a řádků na vstupní desce (při ukládání kódů do paměti) nebo z analogických čítačů na desce časování při vyčítání údajů z paměti.



Obr. 5.37. Rozmístění součástek na desce paměti a zobrazení

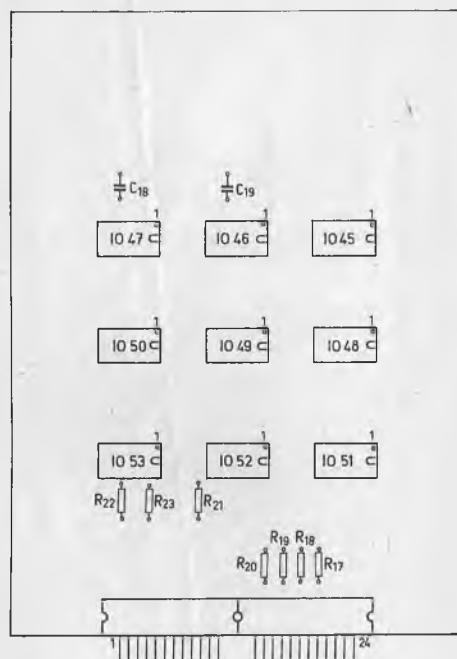
Adresy jsou přepínány pomocí 11 dvouvstupových multiplexerů IO26 až IO28, které jsou řízeny úrovní sběrnice „čtení/zápis“. Je-li na sběrnici řízení „čtení/zápis“ log 1, je možné čtení dat z paměti. Současně jsou přiváděny impulsy o kmitočtu 1 MHz do posuvného registru IO15. V případě, že na výstupu čítače výběru řádků je 0, na výstupech z generátoru abecedně číslicových znaků IO16 se objeví kombinace logických úrovní, odpovídající černým nebo bílým

The diagram shows a 74104 (IO48, IO49, IO50a, IO50b) and a 74105 (IO51a, IO51b, IO51c, IO51d, IO51f) ICs. A 22.1MHz crystal (C18, C19) provides the clock. The 74104 is configured as a 4-bit counter. The 74105 is configured as a 4-bit counter. The outputs of the 74104 are connected to the inputs of the 74105. The 74105 outputs are connected to the 20, 18, 16, and 14 pins of the UART module, which are labeled 45 Bd, 50 Bd, 75 Bd, and 100 Bd respectively. The 74105 also has a 'hody k UART' output (pin 5) and a '24' output (pin 24). The circuit is powered by +5V and ground.



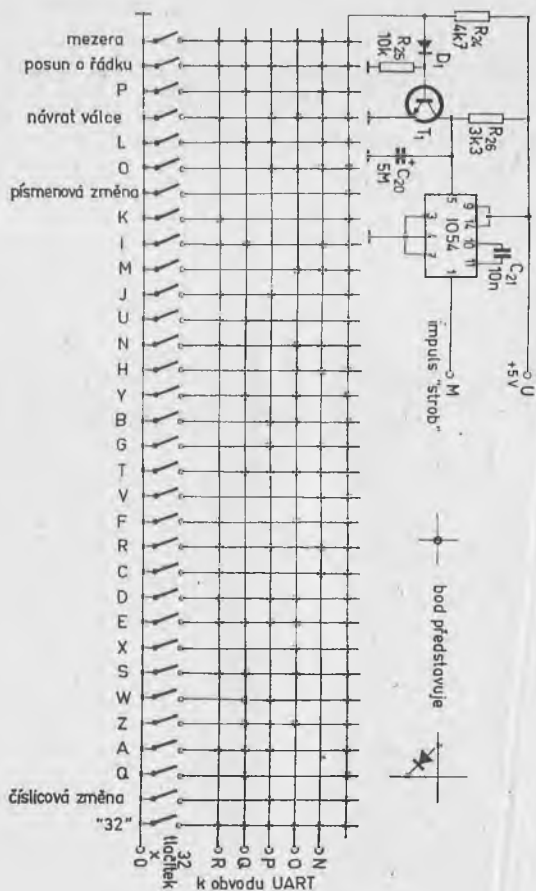
600

Úplné zapojení je na obr. 5.38. Na vstup tří 16-bitových čítačů IO45 až IO47 se přivádí pravoúhlý signál o kmitočtu 1 MHz. Jejich výstupy jsou připojeny ke vstupům hradel IO48 až IO50. Pomocí přepínače, který je tvořen IO52, a invertorů IO51 se po dosažení zvoleného dělicího poměru čítač vynuluje a celý děj se opakuje. Dělič dvěma (IO53b) dokončí dělení a současně upraví tvar impulsu. Na jeho vstup jsou přiváděny jen velmi krátké impulsy, kterými nelze budít UART. Dělicí poměr čítače je 312, 417, 625 a 687 (pro telegrafní rychlosti 100 Bd, 75 Bd, 50 Bd a 45,45 Bd). Na výstupu IO53b dostáváme 16-násobek telegrafní rychlosti s přesností lepší než 0,1 %. Potřebná rychlost se dosahuje v UART, který dělí 16.



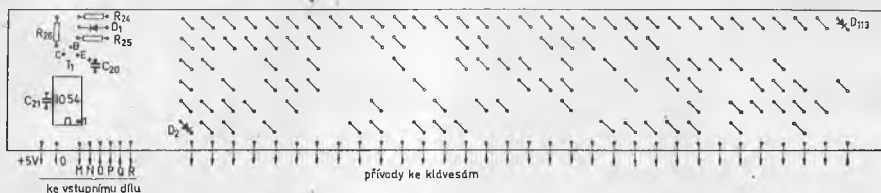
Obr. 5.39. Rozmístění součástek na desce telegrafních rychlostí

Zakódování se děje pomocí diodové matice odpovídající příslušným kódům. Její zapojení je na obr. 5.40. Po stisknutí klávesy příslušného znaku se na 5 sběrnicích objeví v paralelní formě kombinace logických úrovní, která odpovídá příslušnému znaku. Šestá sběrnice společně s dalšími obvody je určena ke generování zpožděného im-



Obr. 5.40. Schéma zapojení klávesnice

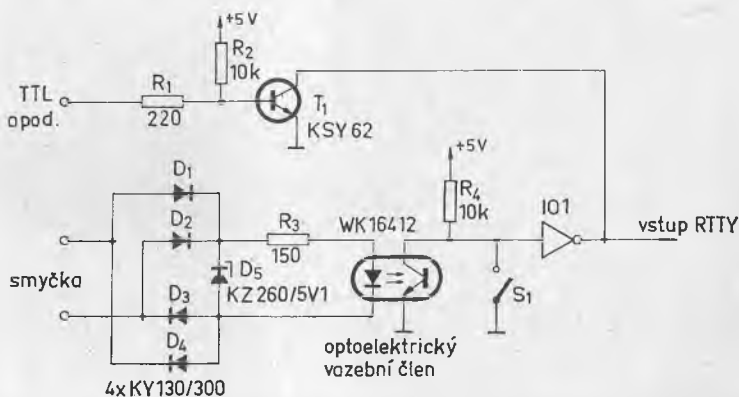
pulsu (strob), který spouští vysílací část obvodu UART na vstupní desce. Nejprve se na jeho výstupu 20 objeví „start-impuls“ v délce 1 bitu, poté pět po sobě následujících bitů znaku a dále 2 bity „stop-impulsu“. Vysílací část obvodu UART obsahuje i paměť, která, stiskneme-li další klávesu před dokončením prvního znaku, umožňuje zapamatování a pak vyslání druhého znaku.



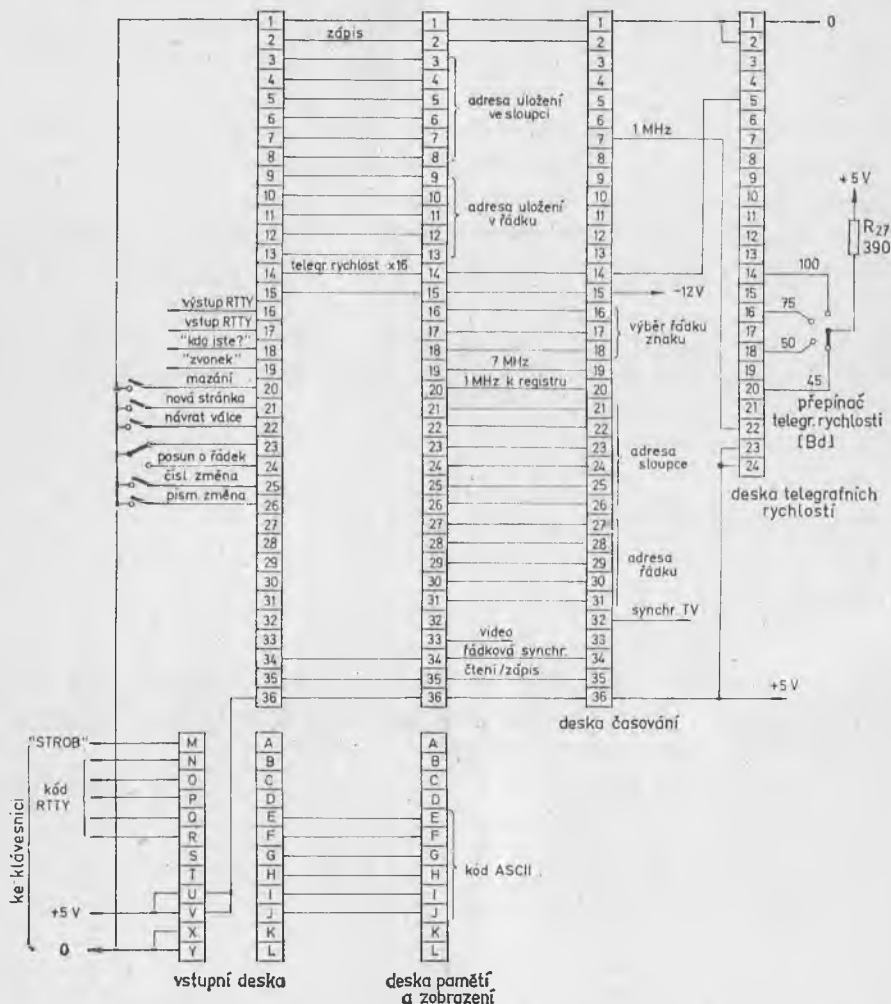
Obr. 5.41. Rozmístění součástek na desce klávesnice

Programování PROM v převodníku kódu

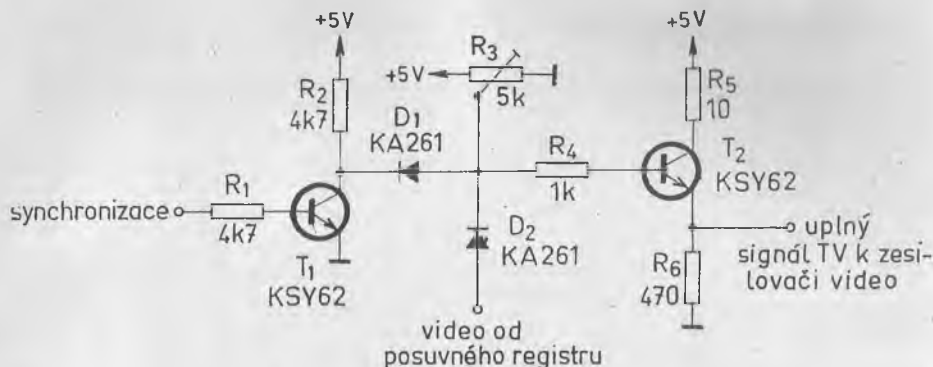
Paměti (IO2 a IO3) mají v nenaprogramovaném stavu na všech výstupech log 0. Při programování dochází k přepalování spojovacích můstek. Není tedy tento děj vratný. Postup při programování není uveden, neboť není problematikou kapitoly. Dále je uvedena pouze tabulka pro programování.



Obr. 5.42. Vstupní přizpůsobovací obvod



Obr. 5.43. Propojení jednotlivých částí



Obr. 5.44. Slučovací obvod

Několik konstrukčních poznámek

Doporučuje se nejprve zapojit desku časování, na které můžeme čítačem zjistit odpovídající kmitočty z děličů. Osciloskopem zjistíme řádkové synchronizační impulsy šíře $4\text{ }\mu\text{s}$ s periodou $64\text{ }\mu\text{s}$ ($15,625\text{ kHz}$) a obrazové synchronizační impulsy o šíři $160\text{ }\mu\text{s}$ s periodou 20 ms (50 Hz). Přivedeme-li synchronizační impulsy na zobrazovač (televizor), musí dojít k synchronizaci obrazu.

V dalším je možno zhotovit desku rychlostí přijímaného signálu. Přivedeme-li z desky časování impulsy o kmitočtu 1 MHz a přepneme příslušnou telegrafní rychlost (přivedeme napětí $+5\text{ V}$ na příslušný vývod desky), musíme na výstupu dostat impulsy o šestnáctinásobku telegrafní rychlosti. Pak zhotovíme desku pamětí a zobrazení. Na sběrnici záznamu ponecháme log 1. Pokud na ni zavádíme log 0, musí se nám na zobrazovači objevovat náhodné znaky.

Nakonec zhotovíme vstupní desku. Správnou činnost vysílací části snadno prověříme pomocí mechanického dálkopisu. Poté propojíme vysílací část s přijímací a uskutečníme celkové ověření.

Propojení jednotlivých částí je možné pomocí řadových konektorů WK 462 06 a WK 465 16 (nebo obdobných).

Programování „písmenové“ PROM

Vstupní data					Zobrazený znak	Výstupní data							
E	D	C	B	A		Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅	Y ₆	Y ₇	Y ₈
0	0	0	0	0	(bez činnosti)	0	0	0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	1	E	1	0	1	0	0	0	0	1
0	0	0	1	0	(posun o řádku)	0	1	0	0	0	0	1	1
0	0	0	1	1	A	1	0	0	0	0	0	0	1
0	0	1	0	0	mezera	0	0	0	0	0	1	0	1
0	0	1	0	1	S	1	1	0	0	1	0	0	1
0	0	1	1	0	I	1	0	0	1	0	0	0	1
0	0	1	1	1	U	1	0	1	0	1	0	0	1
0	1	0	0	0	(návrat válce)	1	0	0	0	0	0	1	1
0	1	0	0	1	D	0	0	1	0	0	0	0	1
0	1	0	1	0	R	0	1	0	0	1	0	0	1
0	1	0	1	1	J	0	1	0	1	0	0	0	1
0	1	1	0	0	N	0	1	1	1	0	0	0	1
0	1	1	0	1	F	0	1	1	0	0	0	0	1
0	1	1	1	0	C	1	1	0	0	0	0	0	1
0	1	1	1	1	K	1	1	0	1	0	0	0	1
1	0	0	0	0	T	0	0	1	0	1	0	0	1
1	0	0	0	1	Z	0	1	0	1	1	0	0	1
1	0	0	1	0	L	0	0	1	1	0	0	0	1
1	0	0	1	1	W	1	1	1	0	1	0	0	1
1	0	1	0	0	H	0	0	0	1	0	0	0	1
1	0	1	0	1	Y	1	0	0	1	1	0	0	1
1	0	1	1	0	P	0	0	0	0	1	0	0	1
1	0	1	1	1	Q	1	0	0	0	1	0	0	1
1	1	0	0	0	O	1	1	1	1	0	0	0	1
1	1	0	0	1	B	0	1	0	0	0	0	0	1
1	1	0	1	0	G	1	1	1	0	0	0	0	1
1	1	0	1	1	(číslicová změna)	0	0	0	0	0	0	1	0
1	1	1	0	0	M	1	0	1	1	0	0	0	1
1	1	1	0	1	X	0	0	0	1	1	0	0	1
1	1	1	1	0	V	0	1	1	0	1	0	0	1
1	1	1	1	1	(písmenová změna)	0	0	0	0	0	1	1	1

Programování „číslicové“ PROM

E	Vstupní data				Zobrazený znak	Výstupní data							
	D	C	B	A		Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅	Y ₆	Y ₇	Y ₈
0	0	0	0	0	(bez činnosti)	0	0	0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	1	3	1	1	0	0	1	1	0	1
0	0	0	1	0	(posun o řádku)	0	1	0	0	0	0	1	1
0	0	0	1	1	— pomlčka	1	0	1	1	0	1	0	1
0	0	1	0	0	mezera	0	0	0	0	0	1	0	1
0	0	1	0	1	' apostrof	1	1	1	0	0	1	0	1
0	0	1	1	0	8	0	0	0	1	1	1	0	1
0	0	1	1	1	7	1	1	1	0	1	1	0	1
0	1	0	0	0	(návrat válce)	1	0	0	0	0	0	1	1
0	1	0	0	1	(kdo jste?)	0	0	0	1	0	0	1	1
0	1	0	1	0	4	0	0	1	0	1	1	0	1
0	1	0	1	1	(zvonek)	0	0	1	0	0	0	1	1
0	1	1	0	0	, čárka	0	0	1	1	0	1	0	1
0	1	1	0	1	%	1	0	1	0	0	1	0	1
0	1	1	1	0	: dvojtečka	0	1	0	1	1	1	0	1
0	1	1	1	1	(	0	0	0	1	0	1	0	1
1	0	0	0	0	5	1	0	1	0	1	1	0	1
1	0	0	0	1	+	1	1	0	1	0	1	0	1
1	0	0	1	0	)	1	0	0	1	0	1	0	1
1	0	0	1	1	2	0	1	0	0	1	1	0	1
1	0	1	0	0	‡	1	1	0	0	0	1	0	1
1	0	1	0	1	6	0	1	1	0	1	1	0	1
1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1
1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1
1	1	0	0	0	9	1	0	0	1	1	1	0	1
1	1	0	0	1	?	1	1	1	1	1	1	0	1
1	1	0	1	0	&	0	0	0	0	0	0	0	1
1	1	0	1	1	(číslicová změna)	0	0	0	0	0	0	1	1
1	1	1	0	0	. tečka	0	1	1	1	0	1	0	1
1	1	1	0	1	/ lomítko	1	1	1	1	0	1	0	1
1	1	1	1	0	=	1	0	1	1	1	1	0	1
1	1	1	1	1	(písmenová změna)	0	0	0	0	0	0	1	0

Před připojením k ostatním přístrojům (viz obr. 5.30) si musíme uvědomit, že jak vstupy, tak i výstupy mají úroveň TTL. To si vyžádá vřazení doplňkového obvodu mezi dekodér a vstup. Jedno z možných řešení je na obr. 5.42. Má dva vstupy. První vstup můžeme přímo zařadit do obvodu linkového proudu. Druhý můžeme propojit s bází klíčovacích tranzistorů u ST3, ST5, ST6 apod. V tom případě musí být sepnut spínač S1.

Také připojení k monitoru TV nebo přijímači si vyžádá doplňkový obvod. Buď je možno synchronizačními impulsy a obrazovým signálem modulovat malý generátor vf, nebo lépe je přivést signály přímo do obrazového zesilovače v televizoru. Pozor, většina přijímačů TV je přímo spojena se sítí! Je nutno vřadit oddělovací transformátor! Některé přijímače však dovolují přímé použití (např. Mini-Tesla). Mezi zobrazovací jednotku zařadíme slučovací obvod podle obr. 5.44. Potenciometrický trimr R3 slouží k nastavení směsi obrazového signálu a synchronizačních impulsů.

V druhém díle Amatérské radiotechniky a elektroniky bude tato kapitola doplněna výkresy tištěných spojů.

Seznam elektrických součástek

Integrované obvody IO

4, 5, 6, 9, 10,		Diody D	
14, 23, 24, 25, 29, 34,		1 až 114	KA501
37, 42, 43, 55	MH7400	Tranzistor T	
52	MH7403	1	KC508
51	MH7404	Odpory R	TR 151 nebo
8, 36	MH7410		TR 212
38, 50	MH7420	1 až 12, 15, 16, 22, 23	1 k
48, 49	MH7430	13, 14, 17 až 20	470
11, 33	UCY7473N	21, 278	390
31, 53	MH7474	24	4k7
35	MH7490	25	10 k
7, 12, 13, 30, 32, 39,		26	3k3
40, 41, 44, 45, 46, 47	MH7493	Kondenzátory C	
54	UCY74121	1, 5	TE 988 1 M
26, 27, 28	UCY74157N	2, 11, 21	TK 744 10 nF
15	UCY74165N	3, 4, 6 až 10, 14 až 19	TK 783 M1
2, 3	MH74188	12, 13	TK 774 1 nF
1	MHB1012	20	TE 004 5 M

16	MHB2501	Piezokrystalová jed-	
17, 18, 19,		notka X	
20, 21, 22	2101-1 (450 ns)	1	7 MHz

Literatura

- [1] RTTY zobrazovací jednotka. Radio Communication, č. 4, 1977.
- [2] Generátor telegrafních rychlostí řízený krystalem. SARTG News č. 37, 1980.
- [3] Radioamatérská technika RTTY. Franzis-Verlag, Mnichov 1977.
- [4] Konvertor ASCII-Baudot pro TV terminál. 73 Magazine, č. 12, 1976.
- [5] Zobrazovací alfanumerický interface. Radio REF č. 11, 1978.

V úvodních kapitolách jsme se snažili představit radioamatérský sport i čtenářům dosud nezúčastněným, které však rádio přitahuje jako zajímavý technický obor. Nezbytná je znalost právních norem, které se vztahují na provoz rádiových stanic. Provozu jsme se věnovali důkladně a ustanovení o provozu tísňovém jsme se pokusili vyložit na praktických příkladech situací, které se odehrály přesně tak, jak byly popsány. Některé kapitoly předběhly teoretický výklad, který bude následovat ve II. dílu. Kapitola o navigaci by měla posloužit především těm, kteří se chystají uplatnit své znalosti v profesionální službě.

Vše, co je uvedeno v kapitole o předpisech, se požaduje u zkoušek. Požadavky na zkoušky budou směrodatné i pro náplň druhého dílu. Po stránce praktické doufáme, že se podaří připravit užitečné návody na přijímací i vysílací zařízení a na měřicí přístroje. Hodláme čerpat z dobrých konstrukcí československých amatérů i z informací publikovaných ve světě. Chceme věnovat pozornost aplikacím počítačů a mikroprocesorů v amatérských radiostanicích. Uplatní se v počítačích a paměťových obvodech přijímačů a vysílačů, ve speciálních provozech, jako RTTY a facsimile, v klíčovacích, v komunikaci přes družice, při vyhodnocování deníků, ve výpočtech vzdáleností, při návrzích antén, obvodů aj.

Obáváme se však, že se tato témata do druhého dílu už nevejdou, stejně tak jako amatérská televize a kvalitní zesilovače. Tato látka by mohla tvořit náplň třetího dílu, kdyby se ukázalo vhodným a možným třetí díl zpracovat.

Obsah

Úvodem	5
<i>Josef Sedláček, OKISE, vzpomíná</i>	7
DX znamená velká vzdálenost	10
Na velmi krátkých vlnách	14
Telegrafie	20
ROB — MVT — Hifi	25
Rádio a modelářství	38
Co se smí a co se nesmí	40
Něco o provozu	57
Mezinárodní úmluva o bezpečnosti lidského života na moři	138
Amatérské značky a kódy	148
Základy předpovědi ionosférického šíření elektromagnetických vln a jejich používání	190
<i>Štrenie VKV odrazom od sporadickej vrstvy E</i>	245
<i>Co se děje v troposféře?</i>	263
<i>Troposféra a VKV</i>	273
<i>Použití „věčné“ předpovědi ionosférického šíření</i>	280
Námořní elektronická navigace	298
Antény	349
<i>Vertikální antény</i>	405
<i>Miniaturní antény</i>	419
Družice	445
RTTY — radiodálnopis	539
<i>Zobrazovací jednotka pro radiodálnopis</i>	589
Doslov	610

Knížnice Svazarmu

Svazek 92

Josef Daneš a kolektiv

Amatérská radiotechnika a elektronika (1. díl)

Vazbu navrhl a graficky upravil Pavel Rajský.

Vydání I., Praha 1984. Vydalo Naše vojsko, nakladatelství a distribuce knih, n. p., v Praze, jako svou 5410. publikaci, stran 624.

Vojenskoodbornou redakci řídí pplk. PhDr. Miloslav Brožek.

Odpovědný redaktor RNDr. Jan Boukal.

Výtvarná redaktorka Larisa Dašková.

Technický redaktor Petr Husák.

K tisku schváleno 27. 8. 1984. Vytiskly Tiskařské závody, n. p., závod 5, Sámova 12, 101 46 Praha 10.

AA 37,21(z toho obr. 8,40). VA 38,13.

Náklad 20 000 výtisků.

28 - 120 - 84. 05/38. Váz. 44 Kčs. 505/21/856.