

KOORDINACE VYUŽÍVÁNÍ SPEKTRA RÁDIOVÝCH KMITOČTŮ

Rozvoj radioelektroniky je v posledních letech v celém světě provázen dvěma protichůdnými tendencemi: na jedné straně neustálým růstem počtů radioelektronických prostředků, na druhé stále omezenějšími možnostmi využití spektra rádiových kmitočtů. Tato skutečnost přináší mnohé těžkosti, mimo jiné soustavné zvyšování pravděpodobnosti vzniku vzájemného neúmyslného rušení.

Vznik vzájemného rušení a jeho intezita se mohou značně omezit při koordinovaném a racionálním využívání spektra rádiových kmitočtů a při promyšleném opatření k zabezpečení provozu radioelektronických prostředků bez vzájemného rušení, stručně řečeno opatření elektromagnetické koexistence.

V ČSSR je využívání spektra rádiových kmitočtů spojeno se značnými problémy a při řešení problémů spojených s kmitočtovou koordinací setkáváme se stále s většími těžkostmi. Na vytváření složité elektromagnetické situace na území ČSSR se ve značné míře podílí svými prostředky i Československá lidová armáda.

V současné době je téměř celé spektrum rádiových kmitočtů až do 12 GHz z velké části obsazeno a další rozvoj radioelektronických prostředků je možný pouze za předpokladu pečlivé a promyšlené kmitočtové koordinace za účasti specialistů civilních resortů i ozbrojených složek.

Funkci nejvyššího kmitočtového orgánu v ČSSR plní meziresortní Radiokomunikační komise, jejímiž členy jsou představitelé federálního ministerstva spojů, federálního ministerstva vnitra a ministerstva národní obrany. Komise rozhoduje o všech důležitých otázkách rozdělení a využívání kmitočtových pásem a pracovních kmitočtů a stanoví zásady meziresortní kmitočtové koordinace.

Současný stav obsazení kmitočtových pásem

Spektrum rádiových kmitočtů, které je ohraničeno kmitočty od 3 kHz do 3000 GHz, se dělí na devět kmitočtových pásem.

V článku chci podat stručnou charakteristiku jednotlivých kmitočtových pásem, rozebrat současný stav jejich obsazení radioelektronickými prostředky jednotlivých druhů vojsk ČSLA i civilních resortů, vysvětlit problémy spojené s jejich využíváním a ukázat směry řešení problému elektromagnetické koexistence radioelektronických prostředků jako jednoho z důležitých předpokladů zabezpečení bojové pohotovosti systémů velení i elektronických řídicích systémů bojové techniky.

Myriametrové a kilometrové vlny (viz obr. 1)

Myriametrové vlny (4. pásmo) zahrnují kmitočty od 3 kHz do 30 kHz (100 až 10 km) a mají šířku pásma 27 kHz. Do kilometrových (dlouhých) vln (DV — 5. pásmo) počítáme pásmo od 30 kHz do 300 kHz (10 — 1 km) se šířkou 270 kHz.

Myriametrové a kilometrové vlny se šíří jako vlny ionosférické, vznikající po sobě následujícími odrazy mezi Zemí a dolní hranicí vrstvy „D“ (v denních hodinách) a vrstvy „E“ (v nočních hodinách) ionosféry. Můžeme učinit závěr, že se šíří v jakémsi „kulovém vlnovodu“, jehož jednu stěnu tvoří vodivý povrch Země a druhou dolní hranice ionosféry (vrstva D nebo E). Myriametrové a kilometrové vlny vyžadují těžkopádné antény a velkou energii k jejich vyzáření. Proto se pro rádiové spojení využívají poměrně málo. Výhodné jsou pro radionavigaci, námořní pohyblivou službu a rozhlas. Jejich nedostatkem je značně omezený počet pracovních kmitočtů. Předností je naopak velký dosah povrchové vlny a stálost podmínek šíření na těchto vlnách.

V našich podmínkách se využívají poměrně málo. Pro dlouhovlnné rozhlasové vysílání je ČSSR přidělen kmitočet — 272 kHz, na kterém pracuje vysílač „ČESKOSLOVENSKO“ (Topolná) s výkonem 600 kW, který po rekonstrukci dosáhne 1,5 MW. Kmitočty 20, 25, 50 a 66 kHz jsou vyhrazeny pro vysílání kmitočtových normálů a časových signálů. Pro civilní i vojenskou meteorologickou službu má značný význam centrální vysílání synoptických map, které zabezpečuje na kmitočtu 100,95 kHz vysílač Poděbrady (80 kW). Perspektivně se předpokládá využit dlouhých vln na kmitočtech okolo 100 kHz pro vojenské systémy dálkové navigace letectva. V horní části pásma, od 150 kHz, začíná pro armádu velmi důležitý úsek, přidělený pro službu letecké radionavigace (vyvětlím dále).

Hektometrové vlny (viz obr. 2)

Pásmo hektometrových (středních) vln (SV — 6. pásmo) má rozsah od 300 kHz do 3000 kHz (1 km — 100 m) a šířku 2700 kHz.

Vlny tohoto pásma se šíří jako povrchové i jako ionosférické. Ve srovnání s kilometrovými vlnami, které se odrážejí od dolní hranice ionosféry (vrstvy D) a neproniknou hlouběji do ionizované vrstvy, vyžadují hektometrové vlny k odrazu větší hodnotu koncentrace elektronů.

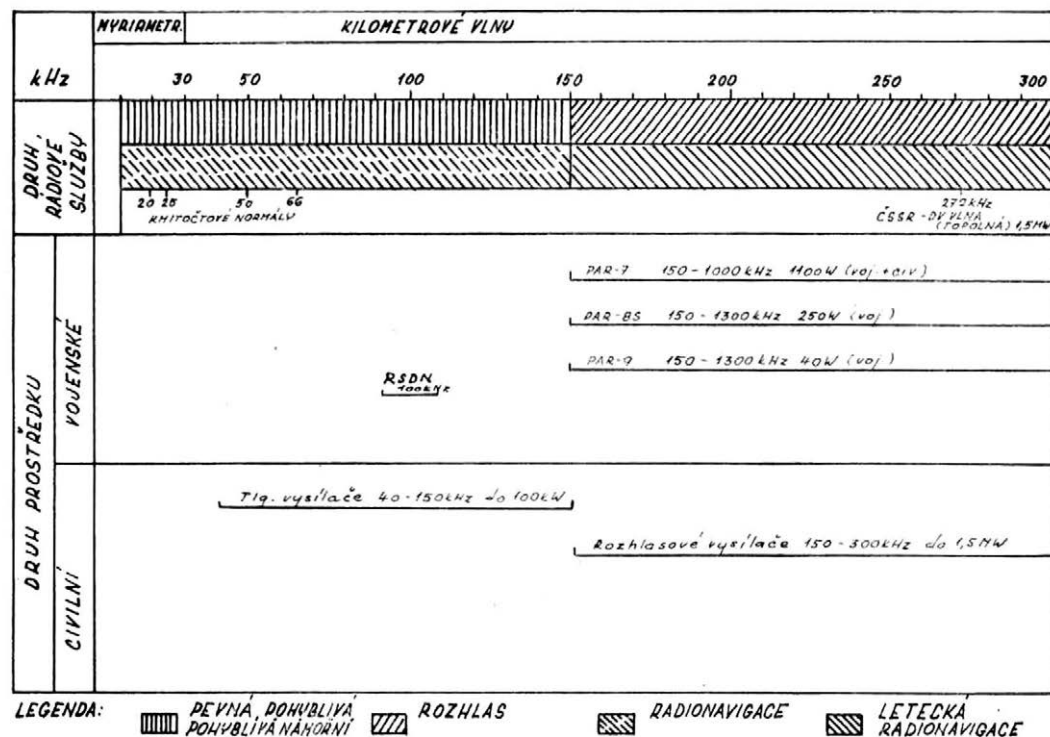
V denní době ionosférické vlny v tomto pásmu silně pohlcuje ionosféra a proto nemají pro dálkové spoje téměř žádný praktický význam. Nejdůležitějším rysem šíření hektometrických vln je to, že se šíří ve dne jako povrchové, ale po západu slunce jako povrchové i jako ionosférické.

Nedostatkem tohoto pásma je opět omezený počet pracovních kmitočtů, jeho velké přetížení a značné kolísání signálu, působené únikem.

Hektometrové vlny se využívají převážně pro rozhlas a radionavigaci. Jejich obsazení těmito rádiovými službami v současné době již značně přesáhlo únosnou míru.

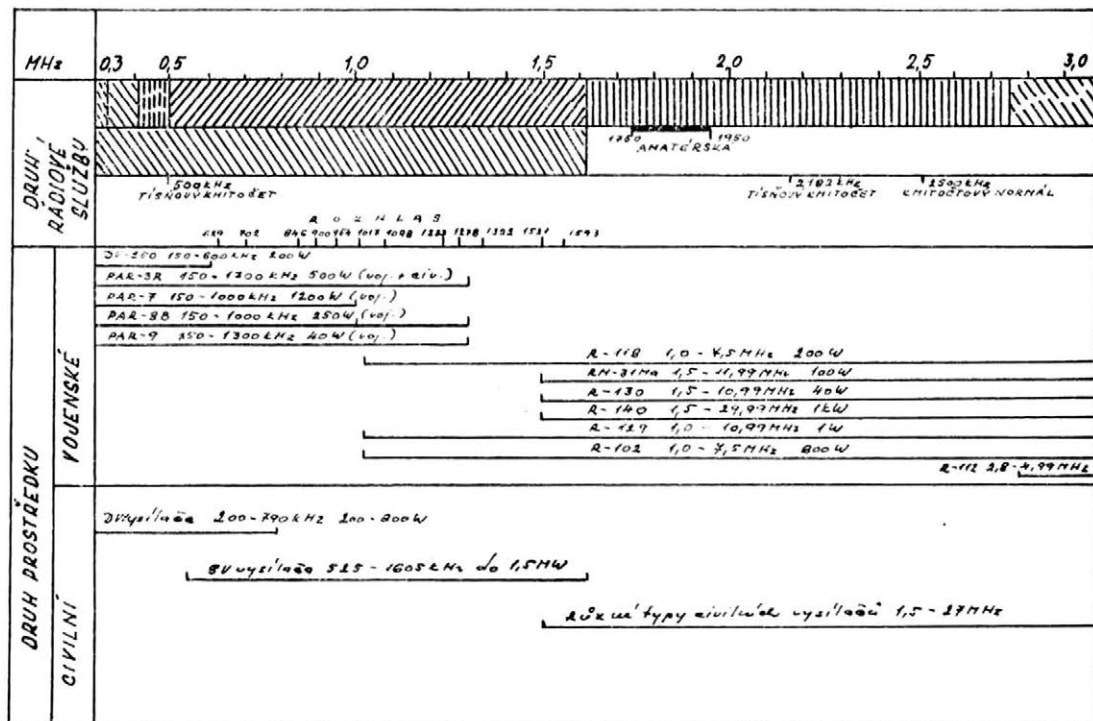
Zatímco Kodaňský kmitočtový plán pro rozhlas na dlouhých a středních vlnách z roku 1948 zahrnuje v 5. a 6. oblasti, tj. v Evropě, Asii, Africe a Austrálii, 4400 vysílačů s celkovým plánovaným výkonem 150 MW, nový kmitočtový plán, přijatý v roce 1975 v Ženevě, počítá již s 10 000 vysílači (tj. více než dvojnásobek).

ZÁKLADNÍ ROZDĚLENÍ PÁSEM MURIAMETROVÝCH A KILOMETROVÝCH VLN
A JEJICH OBSAZENÍ V ČSSR
3 - 30 kHz (VLF), 30 - 300 kHz (LF-DV)



obr. 1

ZÁKLADNÍ ROZDĚLENÍ PÁSMO HEKTOMETROVÝCH VLN A JEHO OBSAZENÍ V ČSSR (300 kHz - 3 MHz)



Důsledkem toho je to, že spolu s nadměrným zatížením hektometrových vln rozhlasovými vysílači a neúměrným zvýšením výkonu vysílačů se oproti očekávanému zkalitnění příjmu a zvýšení dosahu vysílačů naopak dosah růstem úrovně vzájemného rušení prakticky zmenšuje. Tyto tendence se bohužel projevují i v ČSSR. U pěti našich nejvýkonnějších dlouhovlnných a středovlnných rozhlasových vysílačů, které dosahují v současné době okolo 600 kW, se počítá se zvýšením výkonu na 1,5 MW (modernizovaný vysílač Liblice byl uveden do provozu počátkem tohoto roku) a podle Ženevského plánu, který vstoupí v platnost od roku 1978 vzroste v ČSSR celkový výkon vysílačů s výkonem nad 1 kW na 10253 kW ve dne a na 9817 kW v noci.

Tento neuspokojivý stav se nepříznivě odráží i ve spolehlivosti rádiové služby, na které má mimořádný zájem ČSLA — letecké radionavigace. Jen na našem území pracuje v současné době v pásmu 150—1605 kHz okolo 60 vojenských a civilních přírodních rádiových stanic, jejichž provoz bude s postupnou realizací Ženevského plánu vážně ohrožen. V zájmu zajištění bezpečnosti leteckého provozu bude nezbytné důsledně vyžadovat, aby s MNO byly koordinovány všechny nové kmitočtové přiděly pro rozhlasovou službu i v těch úsecích, kde má rozhlas práva služby „přednostní“ a aby se při jeho rozvoji respektoval celostátní kmitočtový plán ČSLA pro středovlnné pásmo, který zároveň je součástí jednotného kmitočtového plánu Spojených ozbrojených sil pro leteckou radionavigaci.

Horní úsek hektometrového pásma již využívá i řada „krátkovlnných“ rádiových stanic, což situaci v tomto pásmu ještě komplikuje.

Dekametrové vlny (viz obr. 3)

Pásmo dekametrových (krátkých) vln (KV — 7. pásmo) má rozsah od 3 MHz do 30 MHz (tj. 100—10 m) a šířku 27 MHz.

Většina rádiových stanic, zvláště vojenských, které zahrnujeme pod pojmem „krátkovlnné“, pracuje již od 1 MHz, resp. od 1,5 MHz. Bude proto vhodné rozebrat pásmo 1,5 MHz až 30 MHz jako celek.

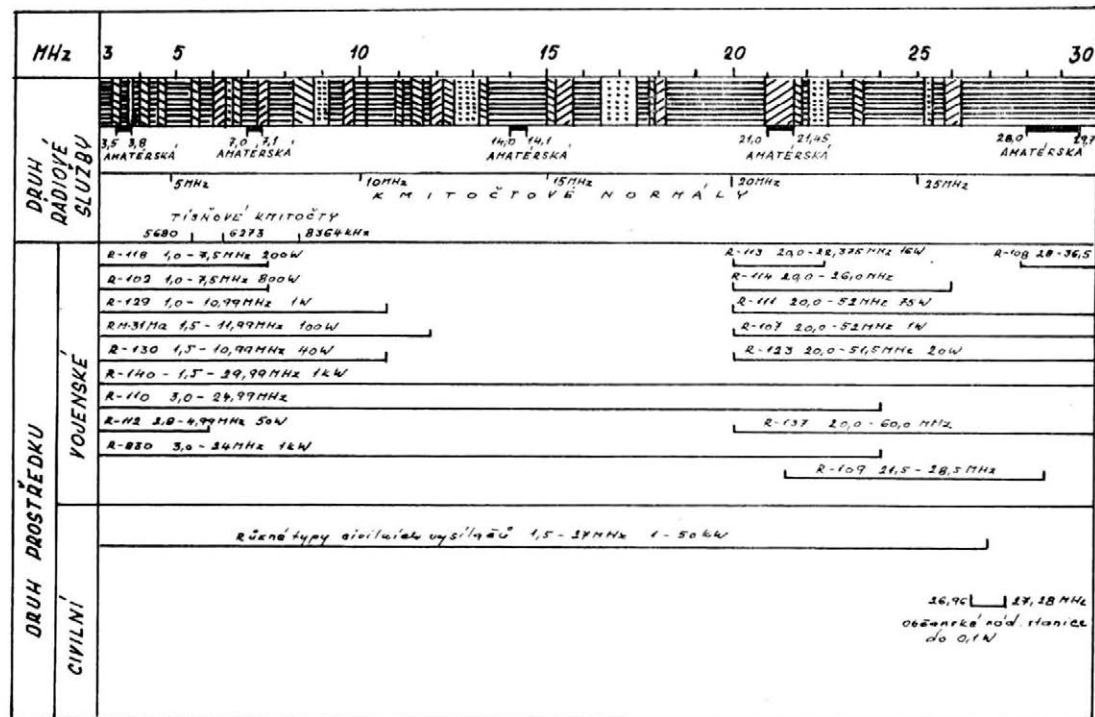
Dolní úsek uvedeného pásma v rozmezí od 1,5 do 6 MHz, který někdy bývá nazýván také pásmem mezilehlých vln, má vlastnosti jak středních, tak i krátkých vln. Tento úsek má pro zabezpečení spojení na krátkovlnných rádiových stanicích v podmínkách ČSLA na všech stupních velení značný význam. Protože má poměrně malý rozsah, bude o jeho racionálním využití rozhodovat především správné rozdělování a přidělování pracovních kmitočtů. Pro zabezpečení elektromagnetické koexistence rádiových stanic stejných i odlišných typů bude mít význam dodržování norem odstupů pracovních kmitočtů a minimálních přístupných vzájemných vzdáleností jednotlivých rádiových stanic v terénu, které GŠ/SSV v tomto roce vydala vojskům.

Další úsek dekametrových vln od 6 MHz do 20 MHz se využívá především pro zabezpečení spojení na velké vzdálenosti ionosférickou vlnou. Pro spojení povrchovou vlnou má již malý význam, neboť povrchové vlny jsou zde pohlcovány daleko více, než tomu bylo na nižších kmitočtech.

Při sestavování kmitočtového plánu ČSLA pro krátkovlnné pásmo vycházíme z kmitočtového plánu Spojených ozbrojených sil, který direktivně přiděluje kmitočty pro rádiové stanice s výkonem 800 W a výše.

V plánu důsledně chráníme notifikované pracovní kmitočty důležitých civilních resortů (ministerstva zahraničních věcí, ministerstva dopravy a dalších), kmitočty využívané čs. rozhlasem a tísňové kmitočty (celkem asi 190

ZÁKLADNÍ ROZDĚLENÍ PÁSMO DEKAMETROVÝCH VLN A JEHO OBŽAZENÍ V ČSSR (3 - 30 MHz)



LEGENDA:

PEVNÁ
POHYBLIVÁPOHYBLIVÁ
NAMORNÍ

ROZHLAS

LETECKÁ
POHYBLIVÁ

kmitočetů). Díky tomu se nám daří v mírových podmínkách vzájemně nerušený provoz civilních a vojenských rádiových služeb ČSSR zabezpečit.

V pásmu dekametrových vln je mimo jiné přiděleno pět úseků i pro amatérskou službu (3500—3800 kHz, 7000—7100 kHz, 14 000—14 350 kHz, 21 000 až 21 450 kHz a 28 000—29 7000 kHz), které v důsledku kritického nedostatku kmitočetů nechráníme.

Horní úsek pásma dekametrových vln od 20 do 30 MHz již masově využívají rádiové stanice, které počítáme mezi „VKV rádiové stanice“. K jeho využití se vrátím při rozboru pásma metrových vln.

Metrové vlny (viz obr. 4)

Do pásma metrových vln (VKV — 8. pásmo) zahrnujeme kmitočty od 30 MHz do 300 MHz (10m—1m). Jeho šířka je 270 MHz.

Pásmo metrových vln má jak z hlediska potřeb armády, tak i pro civilní rádiové služby značný význam, neboť oproti nižším pásmům prokazuje řadu předností. První spočívá v tom, že pásmo metrových vln má značný počet pracovních kmitočetů. Druhou je to, že antény konstruované pro toto pásmo jsou malých rozměrů a jednoduché. Třetí významnou předností je podstatně nižší úroveň vzájemného rušení, než tomu je na dekametrových vlnách. Souvisí to jednak s poměrně velkým počtem pracovních kmitočetů i s malou donosností vysílačů na metrových vlnách. Omezený okruh šíření metrových vln přispívá z vojenského hlediska i ke spolehlivější ochraně rádiového a radioreléového spojení proti odposlouchávání nepřitelem.

Všechny tyto přednosti dávají předpoklad pro rozsáhlé využití pásma metrových vln pro rozvoj vojenských radioelektronických prostředků.

Je třeba říci, že uvedené pásmo není atraktivní pouze pro armádu, ale že je široce využívají i civilní rádiové služby. Proto je zde zabezpečení elektromagnetické koexistence stále složitější a obtížnější.

Problémy spojené se sdílením pásma metrových vln vojenskými a civilními rádiovými službami si zaslouží podrobnějšího rozboru již proto, že zde pracuje většina rádiových a radioreléových stanic spojovacího vojska.

Civilní rádiové služby se podílejí na využívání pásma několika velmi důležitými druhy služeb. Především je zde umístěna značná část kanálů prvního programu čs. televize.

První program čs. televize je vysílán ve 12 (resp. 11) kanálech se šířkou 8 MHz, které jsou rozděleny do tří televizních pásem. Do prvního televizního pásma se počítají první dva kanály (48,5—56,6 MHz a 58,0—66,0 MHz). Druhé televizní pásmo zahrnuje tři kanály v úseku 76—100 MHz. Přitom třetí kanál (76—84 MHz) je v ČSSR uvolněn pro rozvoj pozemní pohyblivé služby. Třetí televizní pásmo se sedmi kanály je umístěno v úseku 174—230 MHz. Konkrétní členění jednotlivých kanálů, stejně tak jako rozmístění základních, pomocných a vykrývajících vysílačů, jejichž počet činí v současné době více než 800, jsou uvedeny v dokumentaci, kterou GŠ/SSV v nedávné době vydala jako pomůcku pro praktické řešení otázek elektromagnetické koexistence u vojsk.

V poměrně úzkém úseku 8 MHz od 66 do 73 MHz je zabezpečováno rozhlasové vysílání celostátního VKV programu HVĚZDA, národních programů VLTA-VA a DĚVÍN i všechna krajová vysílání na velmi krátkých vlnách. Představuje to celkem 28 vysílačů rozmístěných ve všech krajích republiky.

Pro letecké navigační majáky MRM—48, které využívá vojenské i civilní letectvo, je přidělen kmitočet 75 MHz s ochranným pásmem 74,8—75,2 MHz.

Podobně jako tomu je ve většině vyspělých států, znamená i u nás vážný problém rozvoj pozemní pohyblivé služby. Pro její zabezpečení se v ČSSR v současné době využívají úseky 33–35 MHz, 44–46 MHz a 76–84 MHz. Pro povelové rádiové stanice je navíc přidělen úzký úsek 56,5–58 MHz, umístěný mezi I. a II. televizním kanálem. Již v současné době pracuje v uvedených úsecích více než 27 tisíc rádiových stanic civilních pozemních pohyblivých služeb, z toho více než 11 tisíc vozidlových s výkonem nejméně 10 W a okolo 400 základnových rádiových stanic s výkonem 40 W. Pro povelové rádiové stanice bylo dosud vydáno okolo 700 koncesí. V těchto počtech nejsou zahrnuty další stovky rádiových stanic pozemní pohyblivé služby federálního ministerstva vnitra, kterému je přidělena část pásma 76–84 MHz. Dosud využívaná pásma jsou přetížena a bez hledání nových možností by byl další rozvoj této služby vyloučen. Proto v minulém roce Radiokomunikační koordinační komise přidělila pro pozemní pohyblivou službu federálního ministerstva spojů a federálního ministerstva vnitra některé úseky pásma 150–174 MHz, které se pro uvedené účely využívá ve většině států Evropy, mimo jiné i u našich sousedů Rakouska, NSR a NDR. V něm se u nás předpokládá mimo jiné i realizace projektu veřejné pozemní pohyblivé služby. Ani to však nebude pro další rozvoj pozemní pohyblivé služby stačit a pro její rozvoj byl přidělen úsek 440–470 MHz v pásmu decimetrových vln.

Značný význam představuje pásmo metrových vln pro zabezpečení pohyblivé služby a letecké radionavigace. Pro tyto rádiové služby je vyhrazeno pásmo 100–150 MHz (1. letecké pásmo) a pásmo 220–390 MHz (2. letecké pásmo). Složitá je situace zvláště v prvním leteckém pásmu, kde se zabezpečuje převážná většina vzdušného rádiového spojení letectva ČSLA a které široce využívá i civilní letectvo. V úseku 100–108 MHz, který je v socialistických státech přidělen výhradně vojenskému letectvu, již v současné době pracuje i řada vysílačů VKV rozhlasu v Rakousku a NSR (100–104 MHz), což značně snižuje počet nerušených kmitočtů pro leteckou pohyblivou službu. I u nás a v ostatních socialistických státech se zde připravuje rozvoj VKV rozhlasu se zaměřením na STEREO vysílání. Pro tyto účely byl vyčleněn úsek 102,375–104 MHz. Úsek prvního leteckého pásma od 108 do 118 MHz je přidělen pro vojenskou a civilní leteckou radionavigaci (všesměrové radiomajáky „VOR“ a směrový radiomaják „ILS“).

Nejsložitější situace je v úseku 118–186 MHz, který je přidělen pro civilní leteckou pohyblivou službu a kde přidělování pracovních kmitočtů koordinuje mezinárodní organizace pro civilní leteckou dopravu ICAO.

V socialistických státech uvedený úsek využívá ve značném rozsahu i vojenské letectvo. Vzhledem k odlišnému odstupu pracovních kmitočtů civilních a vojenských palubních rádiových stanic (50 kHz a 83 kHz) činí zde vzájemná koordinace značné potíže. Tato situace se ještě zhorší v nejbližších letech po přechodu civilního letectva na odstupy 25 kHz. Zbývající úsek prvního leteckého pásma 136–150 MHz je přidělen výhradně vojenskému letectvu.

V rozmezí kmitočtů 136–138 MHz je třeba současně počítat s koordinací s prostředky pevné a pohyblivé kosmické služby, v úseku 144–146 MHz je povolena i amatérská služba.

Méně složitá je zatím situace v druhém leteckém pásmu, kde dosud pracuje pouze omezený počet vojenských rádiových stanic letecké pohyblivé služby. Z radionavigačních prostředků využívají druhé letecké pásmo sestupové radiomajáky GRM-3 a ILS (328,6–335 MHz) a rádiový zaměřovač ARP-10. Po-

dobně jako je tomu ve středovlnném pásmu, koordinuje se přidělování pracovních kmitočtů i v 1. a 2. leteckém pásmu pro vojenské a civilní letectvo jednotným kmitočtovým plánem Spojených ozbrojených sil.

Již na základě tohoto stručného rozboru můžeme si učinit závěr, že rozvoj vojenských prostředků bude v metrovém pásmu spojen se značnými problémy. Zvláště proto, že všechny vyjmenované civilní rádiové služby je třeba považovat v mírové době za služby „přednostní“. Je tomu skutečně tak, přesto však lze při pečlivé meziresortní koordinaci a při promyšleném přidělování pracovních kmitočtů pro vojenské prostředky zabezpečit potřeby jak civilních, tak i vojenských rádiových služeb i jejich elektromagnetickou koexistenci.

Ještě do nedávné doby nám zabezpečení elektromagnetické koexistence v pásmu metrových vln nečinilo zvláštní potíže. Spodní úsek metrového pásma jsme používali pouze pro malé rádiové stanice řady „R“ (R—105, R—108, R—109 atd.) v rozsahu 46 MHz. Dnes zde pracují kromě uvedených rádiových stanic starších typů navíc i nové, daleko výkonnější rádiové stanice s rozsahem rozšířeným až do 52 (resp. 60) MHz a s podstatně vyššími výkony (R—111, R—137). Ve spojovací systému PVOS jsou zde zasazeny navíc i výkonné troposférické stanice R—122 M2 (35—50 MHz, 750 W).

I v úsecích přidělených pro rozhlas a televizi jsme zavedli v posledních letech řadu nových významných prostředků, např. RF—10 (44—54 MHz), R—138 (76—94 MHz), R—407 (52—60 MHz) a další. Při jejich využívání v míru vycházíme z nezbytnosti důsledně zabezpečit prioritu civilních rádiových služeb a služeb státních resortů, jejich kmitočty byly s námi dohodnutým způsobem koordinovány.

Značná část pásma metrových vln zahrnuje kmitočtový rozsah radioreléové stanice RDM—12 (120—480 MHz). Při rozdělování pracovních kanálů pro RDM—12 respektujeme ochranu pásma 100—150 MHz, kde nelze pro ně přidělit ani jediný kmitočet. Obdobně chráníme i většinu pásma 150—174 MHz, které využívají dva důležité přehledové radiolokátory systému PVOS a kde se připravuje, jak jsem již uvedl, další rozvoj civilní pozemní pohyblivé služby. Úsek 174—230 MHz je vyhrazen pro televizi a pracovní kmitočty pro RDM—12 je zde možno přidělovat pouze za předpokladu pečlivého rozboru využití VI.—XII. televizního kanálu jednotlivými vysílači. Obdobně z úseku 230—390 MHz je možné pro RDM—12 přidělovat jednotlivé kmitočty při respektování ochrany společných koaličních kmitočtů letectva spojeneckých armád a úseků přidělených pro leteckou pohyblivou službu a leteckou radionavigaci ČSLA. Přitom z druhého leteckého pásma nelze pro RDM—12 využívat navíc úsek 328,6—335 MHz, přidělený pro leteckou radionavigaci civilního letectva (sestupové radiomajáky GRM—ILS) a úsek 235—260 MHz, který sdílí vojenské radioreléové stanice RDM—61M a jejich civilní modifikace VAM 401, 402, 404 a 405. RDM—61M ve velkém rozsahu využívají pozemní vojska na taktickém stupni velení, radioreléové stanice typů „VAM“ jsou zasazovány na základě celostátního kmitočtového plánu pro zabezpečení spojení v odlehlých horských oblastech a pro služební spojení FMS a FMV ve vnitrozemí. Počet použitelných kanálů pro RDM—12 snižuje v pásmu 230—390 MHz i to, že v úseku 360—390 MHz zatím ještě pracuje navíc značný počet radioreléových stanic staršího typu RDS—66 a že v úseku 300—308 MHz a 336—344 MHz je třeba respektovat přednostní práva civilní pozemní pohyblivé služby, pro jejíž rozvoj jsou oba úseky v socialistických státech doporučeny.

(Pokračování příště)