

**SEMINÁŘ
LEKTORŮ
TECHNIKY VKV
ČESKÉHO
RADIOKLUBU
SVAZARMU**

PARDUBICE

14 a 15 července 1979

1000 obletů sputníků RADIO

(z časopisu Sovětskij patriot - volně přeloženo)

V lednu 1979 dovršily kosmické převaděče R 1 a R 2 tisíc oblet Země. Radioamatérské družice Radio 1 a Radio 2 byly vyneseny na oběžnou dráhu družicí KOSMOS 1045 v programu RS. Dráha družice byla přibližně kruhová, střední výška 1708 km s oběžnou dobou asi 120 minut. Družice byly zhotoveny radioamatéry DOSAIF ve spolupráci se studenty a inženýry. Celá elektronika byla zhotovena radioamatéry. Vstupní kmitočty jsou 145,800 MHz až 145,920 MHz, výstupní kmitočty 29,360 až 29,400 MHz. Telemetrický maják pracuje na kmitočtu 29,400 MHz. Akční rádius převaděče je 4196 až 4235 kilometrů.

Radio 1 od Radio 2 má časovou vzdálenost půl hodiny. Při startu došlo k oddělení družice od rakety podle programu, celé zařízení pracovalo bez závad. Prvním mezikontinentálním spojením po očekávaném startu družice bylo spojení mezi anglickým radioamatérem G3ICR Patrikem Govenem a americkým radioamatérem Bernardem Glasmajerem W9KDR dne 26. října 1978 ve 23,28 hodin GMT, když umělé kosmické převaděče provedly svůj devátý oblet.

Jedním z prvních mezikontinentálních spojení bylo spojení operátora dálného východu UK7IAT přijímacího a velitelského stanoviště z města Arseněva s UB5NQ, RA9MBN, UC2ABC z Ivanova, Omska a Minska, dále pak s přeborníky kosmického radioamatérského spojení OK3CDI z Československa, SP9ADV, SP9DH z Polska, LZ1AB z Bulharska, KLHTV KØRZ, W1NU z USA, JA8DXI z Japonska, EI6AS z Irsku, F6ECI z Francie.

Dva sovětské kosmické radioamatérské převaděče byly s nadšením přijaty radioamatéry na celém světě. Na adresu Výboru pro kosmické spojení Federace radiosportu SSSR docházely radostné zprávy o poslechu majáků R 1 a R 2. Profesor matematiky Martin Davidov píše, že sputníky budou vysoko oceněny i studenty a radioamatéry na celém světě.

Za dobu 1000 obletů bylo k 24. lednu 1979 přes družice Radio uskutečněno 8000 spojení radioamatéry 70 zemí všech kontinentů. Denně pracovalo přes družice 100 stanic sovětských a to nejvíce z oblastí 2,3,5,9 a 0. Federace plánuje expedice do oblastí 1 a 8, aby bylo umožněno splnění diplomů R1QR a R15R. Neocenitelný je význam radioamatérských družic Radio pro upevnění přátelství mezi národy.



Mimořádné způsoby šíření VKV v troposféře

Pavel Šír, OK 1 AIX

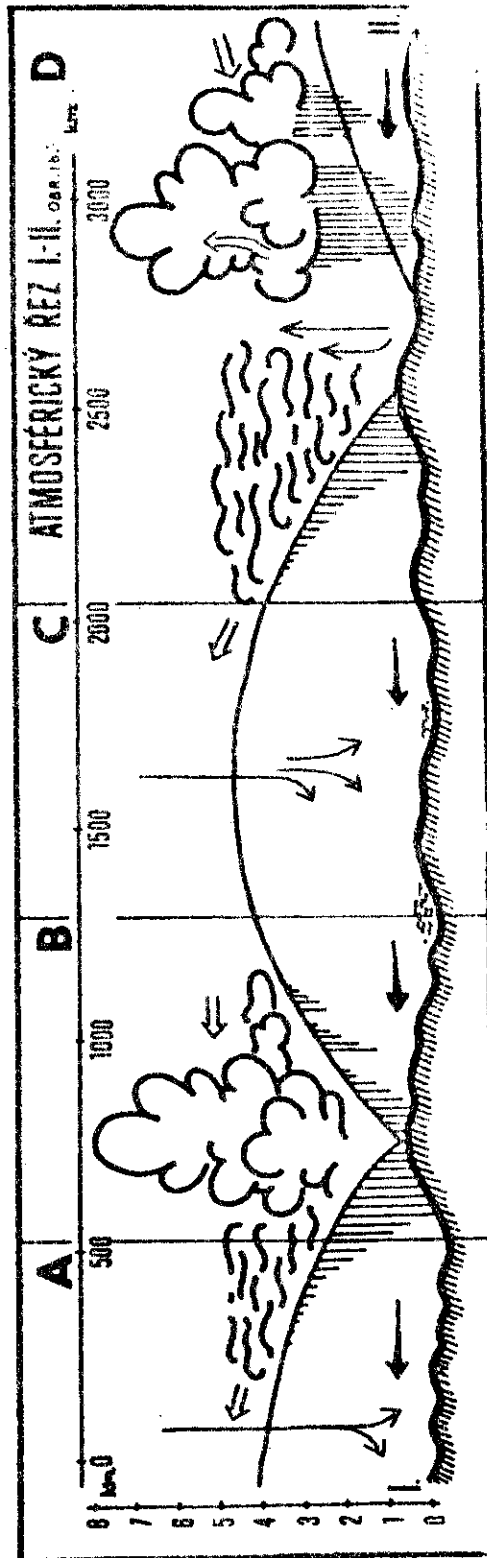
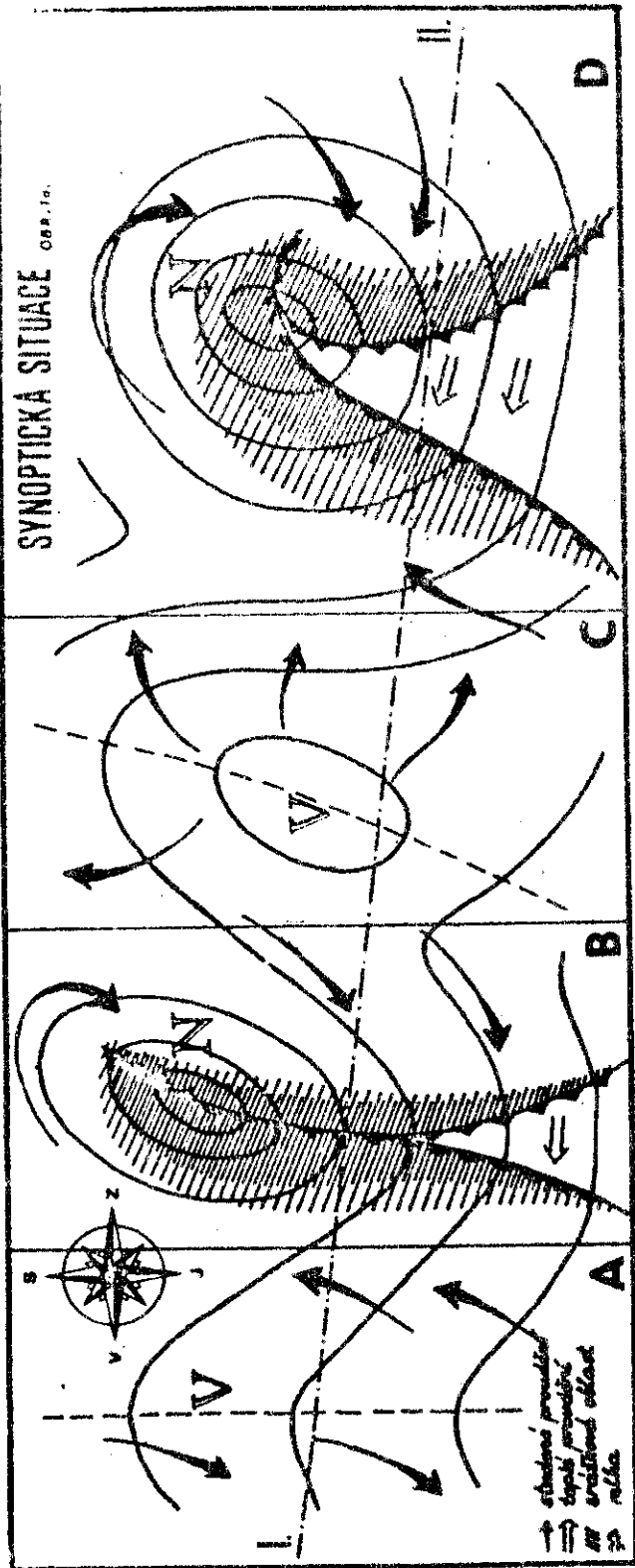
Měřítkem úspěšné práce na VKV jsou pro většinu radioamatérů "pěkná spojení". Znamená to spojení dlouhá co do překlenuté vzdálenosti a kvalitní s ohledem na oboustrannou operátorskou zručnost, rychlou výměnu potřebných údajů v soutěži, popřípadě domluvu pro experimentování na některém vyšším pásmu UHF.

Je k tomu v první řadě třeba dokonalého zařízení, kterým dovede operátor příslušně manipulovat. Ale i ta největší operátorská zručnost ještě není zárukou přímo úměrných úspěchů v počtu a délce dosažených spojení.

"Dobré podmínky šíření" vyskytující se při aktivní práci na VKV dokáží změnit během několika hodin situace ve VKV soutěžích a mnohdy během několika minut přinesou více, než usilovná práce za mnoho let. Příroda někdy vytvoří v troposféře takovou situaci, která umožní šíření VKV za optický obzor na velké vzdálenosti. Člověk se to může včas dozvědět a "být přítom".

Zlepšené podmínky šíření VKV se tvoří v závislosti na příznivých meteorologických situacích, a proto úvodem malé meteorologické minimum. Na obr. 1a jsou znázorněny typické meteorologické situace, se kterých se vlastně počasí skládá. Na obr. 1b je vertikální řez v bodech I. až II. K jednotlivým situacím na obr. 1a, b:

- A. Hřeben vyššího tlaku vzduchu. Oblast relativně vyššího tlaku vzduchu mezi dvěma cyklonami. Tyto určují její rychlý pohyb, proto zlepšení počasí nemá dlouhé trvání. Jádrem hřebene je studený vzduch. Jádro sesedá, vzduch je studený a vlhký. Na jeho místo se v horní části dostává suchý a teplý vzduch, který způsobuje přechodné vyjasnění. Rychle stoupá tlak a klesá teplota. Zlepšené podmínky šíření nemají vzhledem k rychlému postupu této studené anticyklony dlouhé trvání.
- B. Oklusní fronta. Studená fronta (označená čarou s trojúhelníčky) postupuje větší rychlostí a dožene frontu teplou (označenou čarou s půlkroužky), která má postup pomalejší. Klín studeného vzduchu se propojí a teplý sektor cyklony je vytlačen vzhůru. Oblačné systémy splynou, k slohové oblačnosti teplé fronty se těsně přimyká bouřková oblačnost s přeháňkami studené fronty. Cyklony se v této fázi zpomalují a pozvolna vyplňují. Nedá se jednoduše říci, že v této fázi počasí musí být podmínky úplně špatné, podobně jako při synoptické situaci D, která představuje cyklonu - tlakovou níž, která je spojena s teplou a studenou frontou. Teplá fronta je v místě, kdy teplý vzduch vytlačuje před ní ležící vzduch studený. Teplý vystupuje výstupným klouzáním nad studený vzduch, což způsobuje kompenzaci per a vytvoření oblačného vrstevnatého dešťového pásma. Studená fronta představuje situaci, kdy se klín studeného vzduchu suně pod teplý a zvedá jej na čele fronty svisle vzhůru. Důsledkem toho je mohutný val bouřkové oblačnosti s prudkým deštěm a víchřicí.



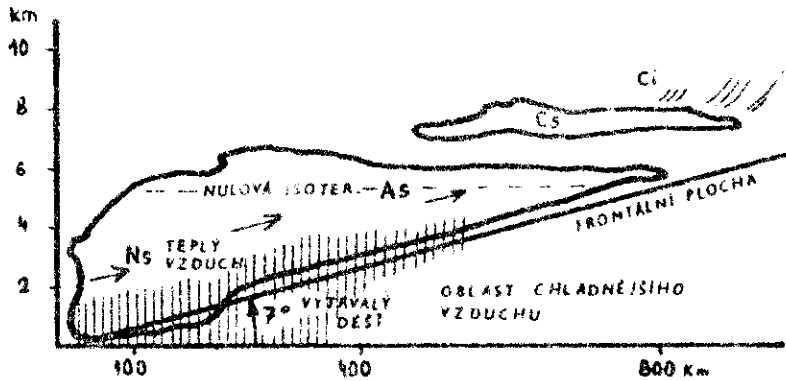
Za čarou studené fronty klouže teplý vzduch po klinu studeného vzduchu vzhůru. Vzniká oblačnost s pásmem trvalých srážek. Pro odrez (lom) VKV jsou důležitá právě rozhraní mezi vzduchovými hmotami, které tvoří poměrně rozsáhlé odrazové plochy. Postupující teplá fronta obr. 2 má např. vzhledem k přibrždování o zemský povrch tuto odraznou plochu k němu skloněnou pod úhlem 7° . Zlepšené podmínky šíření, které synoptické situace B a D vytvářejí sice umožňují dělat lepší spojení, ale vzhledem k různým rychlostem postupu frontálních poruch se kvalita rychle mění.

C. Tlaková výše - anticyklona způsobuje nejlepší podmínky šíření VKV. Přichází většinou po sérii několika cyklon D, nebo studených anticyklonách A. Má svoje typické příznaky, hlavně stabilitu a dlouhé trvání, často zůstává na jednom místě i několik dní. Vzdušný proud v ose výše je rozbíhavý, vzduch sesedá a zahřívá se, rychle klesá relativní vlhkost, rozpouští se oblačnost. Přináší sebou velmi pěkné a teplé počasí. V létě se v týlu anticyklony, (když nás minul její střed), vyskytují silná kouřma a ranní mlhy. V podzimních a zimních měsících v nížinách sychravé a mlhavé počasí s mrholením - "dušičkové". Nížiny jsou zaplaveny oblačným mořem, které obsahuje studený a vlhký vzduch. Horní hranice bývá kolem 900 metrů a z tohoto oblačného moře vyčnívají horské masivy, na nichž svítí sluníčko, je teplo, úplný klid nebo váněk jižních směrů. Výstup Praha a Poprad nás ujistí, že teplota vydrží i v noci, že se jedná o inverzi, která právě způsobí lom elektromagnetických vln do prostředí hustšího a chladnějšího - to zn. zpět k zemi. Viz obr. 3.

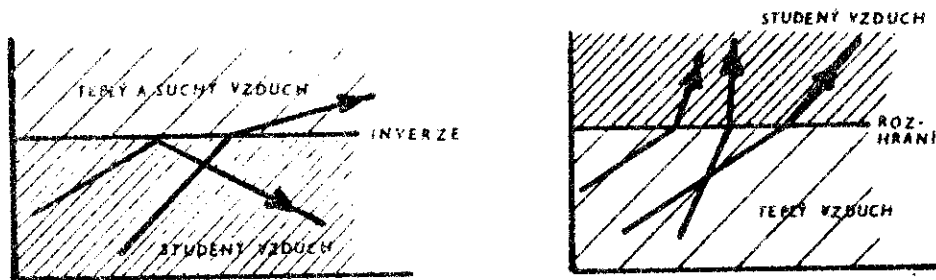
Inverze - V různých výškách atmosféry se často vyskytují vrstvy vzduchu, ve kterých teplota s výškou nejen neklesá, nýbrž stoupá. Jedná se o teplotní inverzi. Někdy se vyskytují i vrstvy, ve kterých se teplota s výškou nemění. Jedná se o izotermické vrstvy. Vrstvy inverze se vyskytují v různých výškách, někdy se vyskytuje i několik vrstev inverze. Tloušťka vrstvy inverze kolísá od několika desítek do několika set metrů. Pokud se inverze nebo izotermie nevyskytuje teploty s výškou ubývá přibližně o 1°C na 100 m výšky. Inverze vznikají z různých příčin, podle vzniku rozeznáváme několik druhů inverzí:

1. Radiační inverze. Příčinou vzniku je ochlazení zemského povrchu v noci při jasné obloze vyzařováním. Radiační inverze začínají zpravidla přímo u zemského povrchu (pro jednoduchost vynecháme tzv. skleníkovou inverzi a s ní mimo pěkná spojení i houbařská sezona). V létě dosahují výšky několika desítek metrů - až 200 m. Ze dne se tato inverze radiační rozpadne ohřátím zemského povrchu slunečními paprsky.

2. Inverze stlačením. Tyto inverze vznikají ve vyšších vrstvách vzduchu v tlakové výši. K tomuto jevu dochází proto, že přízemní vrstvy vzduchu se rozbíhají na všechny strany. Vnější vrstvy vzduchu se v důsledku toho sesedají a stlačováním se zahřívají. Vzniká tak jediná mohutná inverze spojená s radiační v zimě.



Obr.2. Řez teplou frontou

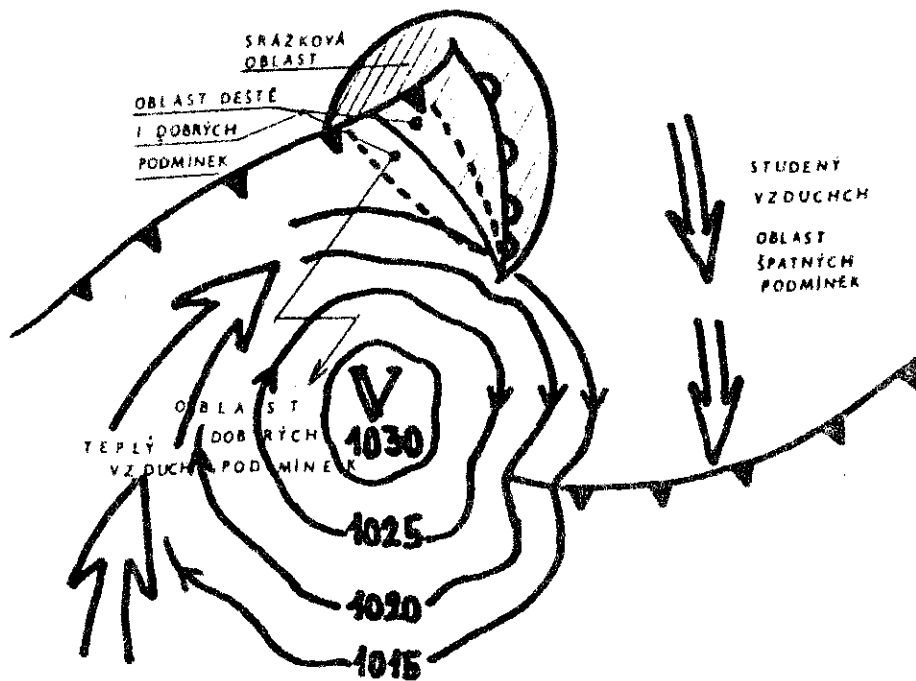


Obr.3. Kladný atmosférický lom VKV při dopadu vlny z prostředí hustšího a studeného do prostředí řídkšího, suššího a teplejšího.

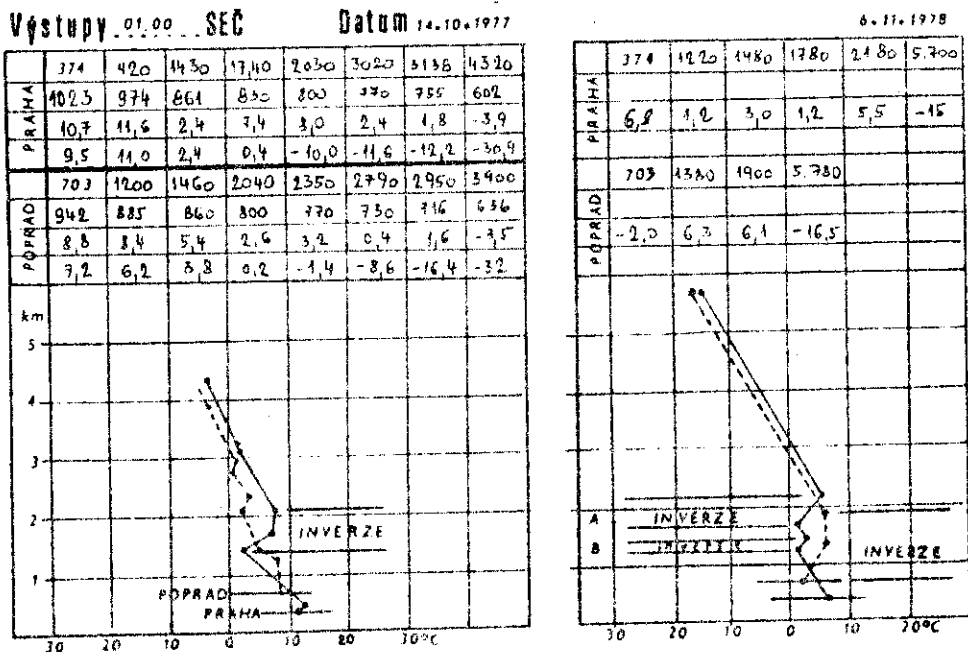
Lom VKV při dopadu vlny z prostředí suchého do do vlhkého a studeného, t.z.v. záporný atmosférický lom.



Obr.5. Pravděpodobnost výskytu inverzí a dobrých podmínek šíření VKV v jednotlivých měsících roku.



Obr.4. Směr proudění teplého a studeného vzduchu kolem tlakové výše. / Zidealizované schéma /.



Obr.6. Vertikální rez troposférou podle výstupů Praha a Poprad.

3. Frontální inverze. Vzniká při proudění teplého vzduchu nad vrstvou vzduchu studeného. Skok teploty ve frontálních inverzích nebývá obyčejně anižný.
4. Advekční inverze. Vzniká prouděním teplého vzduchu nad chladnějším zemským povrchem, nebo nad ohlednější vrstvou vzduchu. Pro podzimní a zimní tlakovou výši je charakteristické pozvolné stoupání a později klesání tlaku vzduchu se stoupající teplotou. Tento tlakový útvar bývá značně rozsáhlý, má průměr i několik tisíc km a obzvlášť v zimě bývá velmi stabilní. U Azorské i Leningradské TV bývá pravidlem, že setrvávají několik dní nad Evropou a poté se pomalu přesunou nad jihovýchodní Evropu, kde mnohdy zmohutní a nezřídka se jejich střed znovu přesune opět až nad naše území. Toto je pro nás právě velmi důležité. Cirkulace kolem tlakové výše je (na severní polokouli) ve směru otáčení hodinových ručiček. U tlakové níže je tomu naopak, obr. 4. Tím na zadní stranu zmíněné tlakové výše naklouzne teplý vzduch mnohdy až z Afriky, nebo Středního východu. Důkazem toho bývá jemný pouštní písek, který s sebou vzduchové hmoty nesou a který spadne např. s deštěm daleko na severu. Popsaná situace přináší ty nejlepší podmínky šíření VKV. Inverze, které se při nich vytvářejí jsou jednak velice intenzivní a hlavně trvají dlouho. Rozhraní vzduchových hmot v místě inverze je velmi ostré, teplotní rozdíly i více než 10°C. Ostrá rozhraní mezi studeným a vlhkým vzduchem dole a suchým, teplým nad ním jsou právě základem dokonalého lomu a to platí i pro světlo. Vždyť je to také elektromagnetické vlnění, které nám pomáhá pochopit šíření zejména centimetrových vln. Čím rozdílnější budou prostředí a ostřejší rozhraní mezi nimi, tím lépe se odrazí i s větším úhlem dopadající vlny. Vztahy mezi dopadnutou a odraženou vlnou jsou vyjádřeny indexem lomu.

$$\text{Index lomu } K = \frac{\sin. \text{ úhlu dopadající vlny}}{\sin. \text{ úhlu odražené vlny}} = \text{konstanta pro dané prostředí.}$$

Pomocí grafů, tabulek a komplikovaných výpočtů se sestavují profily atmosféry a podle nich se dá přímo určit, odkud kam by lepší spojení mohla probíhat.

Zpravidla se stává, že vzduchových vrstev s rozdílnou teplotou se nad sebe seskupí víc, a proto takový vertikální řez atmosférou vypadá např. podle obr. 6. Vznikají vlnovodné kanály, tzv. "dukty", kterými se VKV šíří na vzdálenost 1000 až 2000 km. Mechanismus šíření je vakutku jako ve vlnovodu a velmi záleží na jeho "tloušťce". Je-li příliš tenký, přenáší lépe 70 cm než v pásmu 2 m. Dukty umožňují uskutečnit dlouhá spojení. Dokáží převádět i světlo a jsou důkazy o vidění různých objektů na dálku, několik set km vzdálených, např. horské masivy, někdy s vrcholky obrácenými dolů. Ukázalo se, že když se vytvořila inverze a podmínky začínají, děje se to ve výšce i přes 2000 m. Představme si tlakovou výši nad Evropou a v ní dvojitou inverzi. Tam, kde se přibližuje k zemskému povrchu je možné do duktu - vlnovodu vniknout, uskutečnit spojení až na druhou stranu tlakové výše do míst, kde je nižší tlak a dukt se opět přibližuje k zemi. Tak se může stát, že např. stanice pracující z Maďarska slyšíme ve spojení s anglickou stanicí. Slyšíme signál jen Maďarské stanice, který k nám jde odrazem mezi první vrstvou inverze a zemi. Do takového vlnovodu může zasáhnout okamžitě jen ten, kdo je právě ve vhodné nadmořské výšce

výskytu vlnovodného kanálu, duktu. Všechny okolnosti jsou pro VKV radiosmatéry důležité z několika důvodů: Zpravidla se totiž stane, že se na západ od nás začne tvořit vhodná meteorologická situace - přibližuje se tlaková výše, zatímco u nás, na přední straně tlakové výše, viz obr. 4 a 8, je ještě srážkové pásmo, tudíž špatné počasí a nikdo, jak se říká, si ani nevzpomene, že by se podmínky měly prudce zlepšit. Popláme si blíže situaci se závodem Den rekordů na UHF 1978. Během několika hodin se počasí začne zlepšovat a na západ od nás už jsou podmínky šíření velmi dobré. U nás pomalu začne stoupat atmosférický tlak, zcela ustávají srážky a rozpouští se oblačnost. A v tuto chvíli je možné právě navazovat z výše položených QTH ta nejdelší spojení. Když se pak druhý den zcela vyjasní a pěkné počasí upozorní na možnost zlepšených podmínek jde to už na menší vzdálenosti.

Umístění stanice je velmi důležité, ale nikdy není univerzální. Stává se, že hladina inverze klesá a jestliže se vysoko položená stanice z něj dostane ven - je nad vlnovodem v chladnějším vzduchu, může jen poslouchat, jak níže položené stanice dál pěkně navazují DX spojení. Doporučuje se uvážit celkovou meteorologickou situaci, vědět jak vane vítr, zda je ještě jižní proudění, že jsme ještě v týlu tlakové výše, jako tomu bylo např. 14. 11. 1978, kdy o půlnoci se tato situace stala. Na anténě se po ochlazení během dvou hodin, když stoupla oblačná moře, vytvořila námraza a anténa zamrzla nasměrovaná na sever. Výška kóty 1500 m n.m. Ráno v 5,00 h se otepluje, námraza se rozpouští, padá dolů, v pásmu majáků je slyšet s anténou na sever FKQTHF udávající text: QRA AI46h silou 599. Následuje série spojení do QTH na pobřeží Atlantiku. Před tím, než se uskutečnila první spojení tamější stanice myslely, že jde o nějaký žert, ne DX spojení. Pro rychlou orientaci, kterým směrem jde dobré šíření VKV slouží rozsáhlá síť VKV majáků, viz tab. 1. Díky našemu geografickému umístění máme tedy naději na lepší spojení z nějakého kopce. Nemusí být ani vysoký, ale v žádaném směru nesmí být několik desítek km žádné překážky. Nerovný a členitý terén není dobrou odrazovou plochou a vlna v něm přímo uvázne. Zato rozsáhlé roviny s velkými vodními plochami jsou pro dokonalý odraz příznivější. Jako příklad dokonalého šíření je při inverzi, která se vytvoří nad mořem. Signály jsou tak silné, jako kdyby protistanice byla vzdálena jen několik km. Právě přes moře byla uskutečněna velmi dlouhá spojení na decimetrových a centimetrových vlnách.

Výskyt meteorologické situace, při které se tvoří inverze a dobré podmínky šíření lze očekávat v měsících září až lednu s pravidelnými a každoročně se opakujícími maximy v říjnu a listopadu, obr. 5. Je tedy důležité dozvědět se včas o nějakou tu hodinu, či den dříve o tvořící se příznivé meteorologické situaci. Československý rozhlas (okruh Hvězda) vysílá denně v 08,30 SEČ zprávu o povětrnostní situaci v 01,00 SEČ. Umožňuje sestavit synoptickou mapu, která dává ucelený obraz o počasí nad celou Evropou. Výstup Praha a Poprad ukazuje vertikální řez atmosférou, výšku inverze, tlak, teplotu rosného bodu. Je vhodné opatřit si k tomuto účelu určené formuláře, které mají kromě příslušných znaků předkreslenou mapku Evropy se souřadnicemi, do které se zachycené údaje zakreslí. Pro vertikální řez atmosféry je na formuláři i předtištěna přímka normálního průběhu poklesu teploty v závislosti na výšce. Polohu řidičích

Tab.1. Abecední seznam některých VHF/UHF majáků.

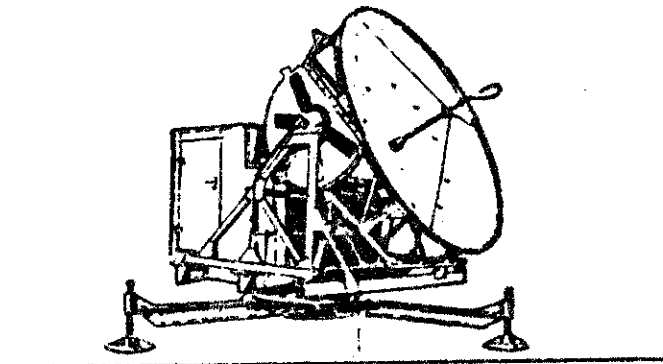
Značka	Frekvence	QTH	Výkon	Antena	QTF	v.n.m.	Provoz
DL0SC	144,975	GJ77j	3W		omni	1310	A1
DL0AC	432,015	DJ55j	15W	4x11el.Y	omni	380	F2
DL0SG	432,974	GJ77j	1W		omni	1310	A1
DL0NF	1297,680	FJ47e	0,4W	quad		630	A1
DL7QY	2304,133	CM47b	0,2W	2el.Y.	W/E/	75	A1
DM0VHF	144,984	FN28f	10W		omni		A1
DM2BEM	431,976	CK05g	0,1W		NW/SE	360	A1
EA3VHF	144,042	B313f			omni	1750	F1
FX0THF	144,895	AI46h	30W		omni	246	A1
GB3ANG	144,975	YQ35c	20W	4el.Y.	SSE	900	F1
GB3EM	432,910	ZN32b	50W	8/S Y.	SSE	600	F1
GB3AND	1296,870	ZL63b	50W		omni	85	F1
IS0A	144,136	EA08e	10W		omni		A1
IT9A	144,150	GY73e	10W		omni		
LA1VHF	144,860	ET13e	25W		omni	1820	A1
LA1UHF	432,860	FT05g	10W		omni	380	F1
LX0LX	144,138	DJ31j	7W		omni	380	F1
LX0LX	432,417	DJ31b	7W	13 el.Y.	S	380	F1
LZ2F	145,980	ND40f	25W		omni	295	A1
OE3XXA	144,126	II71d	0,5W		omni		
OE5X3L	144,925	GI77a	6W	10 el.Y.	SE		F1
OE3XXA	432,378	II71d	1W	4 el.Y.	NNE		
OH6VHF	144,900	KW59f	100W	6 el.Y.	SW	220	A1
OH8VHF	144,800	MZ79h	40W		N/S	240	A1
OH2NRA	432,300	MU65g	5W		omni	20	A1
OK0EA	144,960	HK18d	4mW	2xdipol	N/S	1450	F1
OK0EB	144,970	HI12e	80mW		omni	1083	F1
OK0ET	144,992	KI18a	1W	3 el.Y.	W	981	F1
OK0EA	432,932	HK18d	2W	2x dipol	SW	1450	F1
OK0EA	1295,975	HK18d	1W	2x10el.Y.	SW	1450	F1
ON4VHF	145,999	CK23e	2,5W				F1
OZ3VHF	144,150		0,1W	halo	omni		
OZ7IGY	144,930	CP23c	30W	2xquad	omni		A1
OZ7IGY	432,930	CP23c	25W	2xquad	omni		A1
OZ3UHF	1296,060	FR43j	0,2W	HB9CV	SE		F2
OZ7IGY	1296,075	GP23c	6W	HB9CV	NW		A1
PI3UHF	145,452	CL09b	2W		omni		A1
PA0JTA	144,135	CL03g	10W	13dB	3SE		A1
PA0FKM	432,950	CM55j	6W		omni		A1
SK7VHF	144,920	GP38c	15W	8 el.Y.	N	190	A1
SK1VHF	144,950	JR41d	20W		omni	55	A1
SK3UHF	432,855	IW40b	8W	4xquad	omni	180	A1
SK4UHF	432,960	HT55j	5W	10el.log.	SSW	285	A1
SP6VHF	144,960	HK29b	0,15	2el.yagi	NE	1602	A1
SP9VH3	432,093	JJ16f	5W	dipol	N	944	A1
SP9VH3	1296,280	JJ16f	5W	6el.refl	N	944	A1

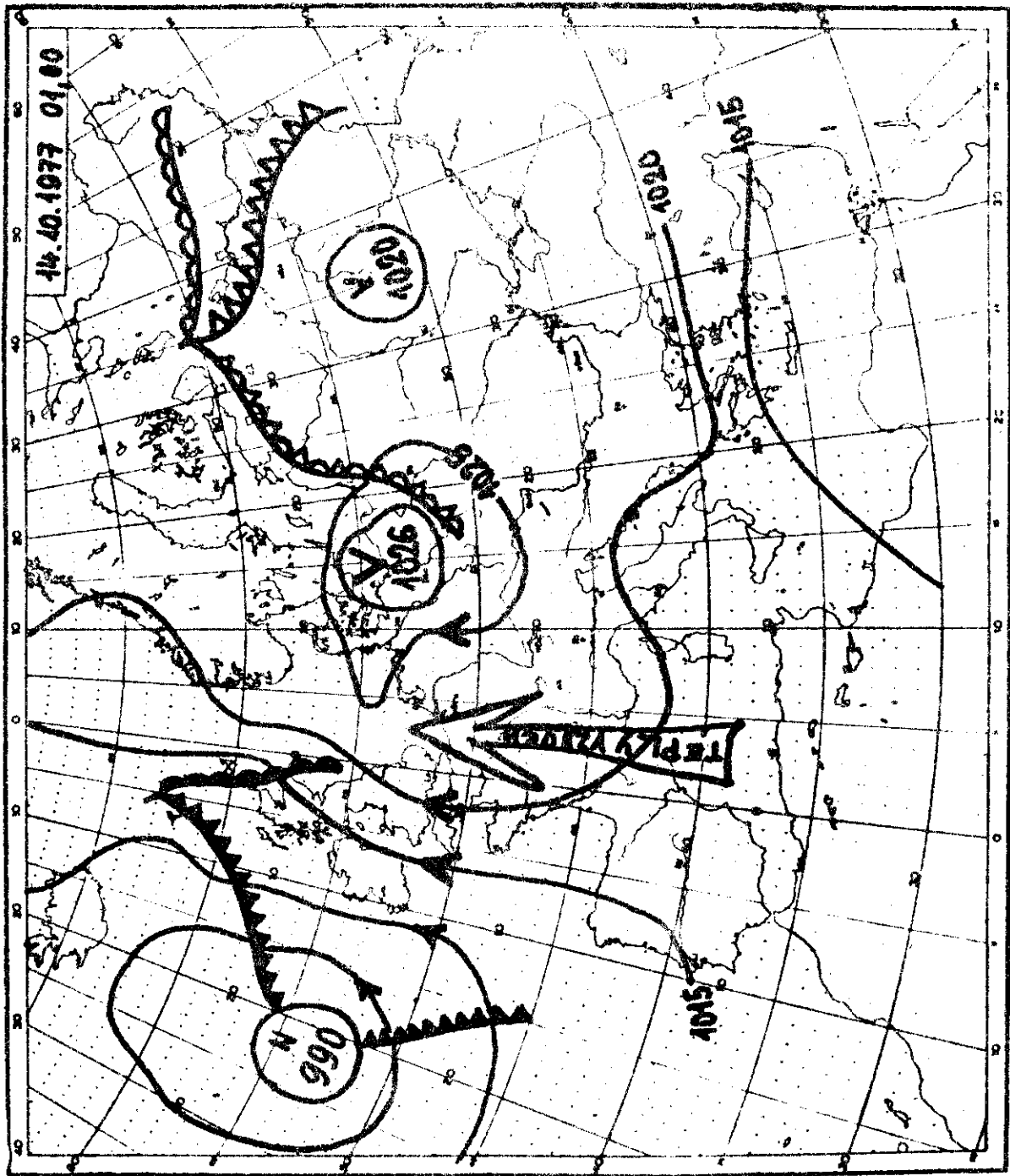
útvary, jednotlivých front a isobar (míst se stejným tlakem vzduchu) určují pětímístné skupiny čísel. První číslo ve skupině určuje, je-li bod (místo měření) na levo (západně) nebo na pravo (východně) od nultého, jinak zv. Greenwichského poledníku. Nula znamená nalevo, trojka napravo. Další dvojčíslí určuje rovnoběžku a dvojčíslí poledník. Tyto vzájemně propojené body pak tvoří synoptickou mapu.

Na obr. 7. je praktický příklad zapsané meteorologické zprávy z rozhlasové stanice Hvězda ze dne 14.10.1977 v 08,30 SEČ. Ukazuje začátek období velmi dobrých podmínek, ráno ještě oblačnost od oklusní fronty, večer pak již řada DX spojení na 2 m i 70 cm do Francie a Anglie. Formulář je velmi malý. Důležité jsou tlakové níže, které obklopují anticyklonu. Ty totiž napomáhají proudění teplého vzduchu z jihu podél celé anticyklony až k severovýchodů. Tato skutečnost je podstatná pro "super" dobré podmínky a když je nad Azoremi další tlaková výše nikdy to není tak dobré. Situace ze dne 6.10.1978: To ještě u nás silně přšelo. O dva dva později bylo z Krkonoš děláno na 400 BK spojení v pásmu 70 cm do severozápadní Evropy a první spojení z Krkonoš do Anglie i na 23 cm. Horní hranice duktu byla v tu dobu ve výšce 1760 m a spodní asi 1450 m, takže stanoviště na Sněžce bylo v té chvíli řádně využito. Na obrázku ze 6.10. je dobře vidět začátek tvořící se inverze - ještě ve výšce 3830 m. Podobná situace je ze dne 6.11.78. To už byla situace lépe vyvinutá a se pozorností stojí dvojitě inverzní rozhraní ve výšce 1240 a 1730 m, obr. 6.

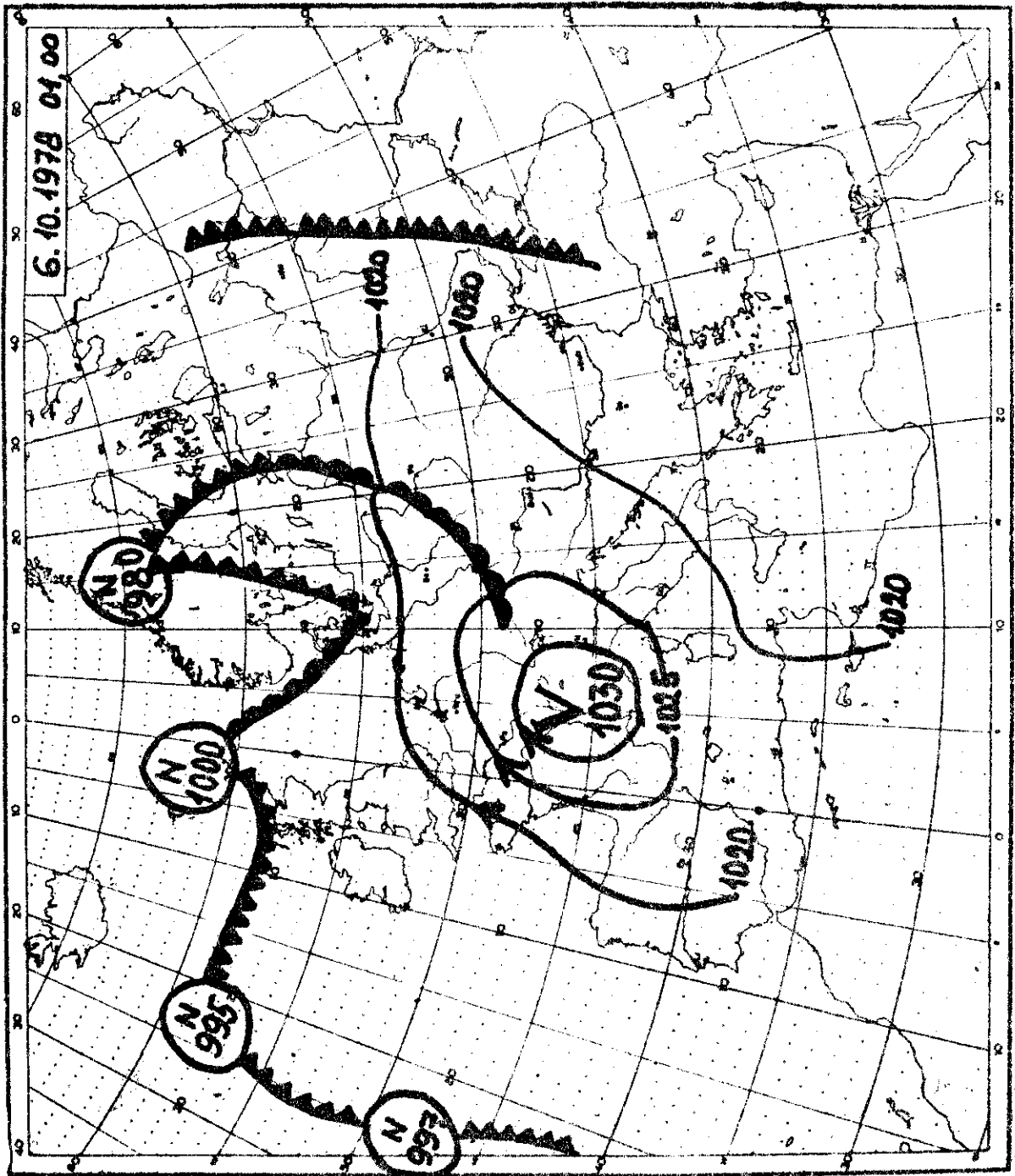
Závěrem je třeba dodat, že tyto úvahy o šíření VKV v troposféře jsou výsledkem dlouholetého soustavného sledování vzájemných přírodních závislostí. Zkušeností není nikdy dost. Nezbyvá, než dále zdokonalovat svoje zařízení a ze získaných poznatků se trpělivě učit.

Literatura: Svoboda: Letecká meteorologie
Pejml: Předpovídáme počasí
RZ 3,4 a 5/ 1977.





Obr. 7



Šírenie VKV odrazom od sporadickej vrstvy E

Ondrej Oravec, OK3AU (ex OK3ODI),

ul. Slobody 31, Košice 040 11

Prvé spojenia v Európe uskutočnené za pomoci odrazu od sporadickej vrstvy E (v ďalšom len E_g) na pásme 145 MHz boli dosiahnuté začiatkom šesťdesiatych rokov. Skutočnosť, že na tak vysokých kmitočtoch boli bežnými priemernými rádiovstérskymi prostriedkami preklenuté extrémne vzdialenosti bola až neuveriteľná a vyvolala rozruch nielen medzi rádiovstérmi, ale aj medzi odborníkmi v oblasti šírenia elektromagnetických vln. Tieto spojenia boli však skôr dielom náhody než cieľavedomej systematickej práce. Všeobecne sa usudzovalo, že je to jav náhodný, ktorého časté opakovanie je málo pravdepodobné. O tomto druhu šírenia chýbali základné poznatky nielen medzi rádiovstérmi, ale ani vo vedeckých kruhoch sa nenašlo prijateľné vysvetlenie a výskyt abnormálne vysokej ionizácie sa pripisoval zvýšenej slnečnej činnosti. Je viac než pravdepodobné, že výskyt E_g sa v letných mesiacoch opakoval častejšie, ale všetky tieto príležitosti ostali nevyužité. V tej dobe sa na európskom kontinente venovalo práci na VKV len malé percento staníc a ťažisko ich práce na pásme bolo v neskorých večerných a nočných hodinách, keď výskyt E_g je už len zriedkavý.

Využitie E_g šírenie vo väčšom meradle sa podarilo až 4.7. 1965, keď počas PD 65 a súčasne s ním prebiehajúceho III. subregionálneho závodu pracovalo na 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, pravdou ostalo, že operátori mnohých staníc už čo-to o možnosti výskytu E_g vedeli a náhoda ich našla pripravených.

Po tomto roku sa podobné situácie neopakovali a správy o využití E_g šírenia boli len zriedkavé. Prípady výskytu E_g šírenia dali podnet k pravidelnému sledovaniu výskytu tohoto javu. Koncom 60-tych rokov vzniká v rámci I. Reg. IARU skupina, ktorú vedie F8SH a ktorá sa zaoberá zhromažďovaním správ o výskyte E_g .

Rádiovstéri so svojimi početnými pozorovaniami výskytu E_g sa zapájajú do vedecko - výskumnej práce. Začiatkom 70-tych rokov došlo k mohutnému rozmachu práce na VKV. Pravidelné sledovanie výskytu E_g našlo v radoch rádiovstérov mnoho nadšencov, ktorí systematicky sledujú výskyt E_g a toto šírenie využívajú k nadväzovaniu VKV spojení na veľké vzdialenosti. Počet spojení uskutočnených týmto druhom šírenia dosahuje každoročne počtu niekoľkých tisícoviek.

Súhrn základných poznatkov o sporadickej vrstve E

Výskum obnormálne vysokej ionizácie v oblasti ionosférickej vrstvy E je systematicky prevádzaný už viac ako 30 rokov rôznymi observatóriami na celom svete, ale len počas posledných 15-tich rokov boli doplnené a čiastočne overené základné poznatky týkajúce sa mechanizmu vzniku a povahy sporadickej E vrstvy. Tento výskum je realizovaný ionosférickými radarmi, rádielektrickými meraniami a meraním elektrónovej koncentrácie pomocou vertikálnej sondáže výškovými raketami. Fyzikálna mechanika vzniku E_s nie je doposiaľ úplne objasnená. Pôvodne sa usudzovalo, že vznik abnormálne vysokej ionizácie je zapríčinený zvýšenou slnečnou aktivitou. Početné pozorovania však dokázali, že výskyt E_s nemá súvislosť s touto aktivitou, na rozdiel od ionosférickej E vrstvy, ktorej intenzita ionizácie je silne závislá od slnečnej činnosti. V prípade výskytu E_s bola pozorovaná súvislosť s niektorými meteorologickými javmi.

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 tohoto vzniku v rôznych pásmach zemepisných šírok - rovníkové, stredné a polárne (aurorálne) - na základe odlišných podstat. Sporadická vrstva E vyskytujúca sa v pásme stredných zemepisných šírok bude jediná, s ktorou sa v ďalšom budeme zaoberať a ktorá je predmetom tohoto príspevku.

Nie je účelom tohoto príspevku posudzovať platnosť tej-ktorej teórie, ale bude vhodné stručne sa oboznámiť s podstatou niektorých teórií, ktoré sa navzájom v mnohom zhodujú a ktoré sa zdajú byť najviac pravdepodobné.

Sporadická vrstva E sa vyskytuje najčastejšie v letných mesiacoch máj až august, boli však zaznamenané prípady výskytu i v jarných či jesenných mesiacoch. Objavuje sa v oblasti ionosférickej vrstvy E vo výške 90 až 140 km. Obecne možno povedať, že to nie je vrstva súvislá, ale sa skladá 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. Tieto oblaky sú unášané výškovými vetrami prevažne z východu na západ. Ionizácia týchto oblakov sa v závislosti a časom veľmi mení a často dosahuje vysokej hodnoty. Kritický kmitočet vrstvy dosahuje hodnoty nad 20 až 40 MHz. Počas dňa sa vyskytuje od ranných až do neskorých večerných hodín, často i niekoľkokrát denne. Boli však zaznamenané prípady výskytu i počas nočných hodín. Trvanie výskytu šírenia E_s závisí na intenzite ionizácie a na polohe oblakov E_s . Začiatok a koniec nastáva veľmi rýchle a maximálny použiteľný kmitočet (MUF) sa rýchle mení.

Autori prác [1], [2] a [3] pripisujú vznik oblaku s vysokou ionizáciou vzájomnému spolupôsobeniu zemského magnetického poľa s výškových strihových vetrov, ktoré vejú v relatívne výškovo málo rozdielných hladinách v pomerne tenkých vrstvách v smere východ - západ vo výške asi 110 km a v smere sever - juh vo výške asi 140 km. Pri súčasnom vplyve magnetického poľa Zeme bude pohyb nabitých častíc, predvážne kovových ionov Fe^+ , Mg^+ a Si^+ , pochádzajúcich zo sbytkov meteorického prechodu, obmedzený a tieto budú stlačované výškovými vetrami a formované do tenkej, veľmi silne ionizovanej vrstvy.

Ako už bolo skôr spomenuté, najvyššia ionizácia a najčastejší výskyt E_g bol zaznamenaný v letných mesiacoch, v dňoch s intenzívnou búrkovou činnosťou. Natíska sa otázka, prečo práce v tomto období je výskyt najčastejší? Na túto otázku nebola doposiaľ daná úplne spoľahlivá odpoveď, hoci boli zistené početné korelácie s niektorými meteorologickými úkazmi [1], napr. teplotné rozhranie na studenom fronte v oblasti cyklóny, doprevádzané intenzívnou búrkovou činnosťou, dávajúcim pôvod tlakovým (rázovým) vlnám [4]. Tieto rázové vlny môžu za istých fyzikálnych podmienok dosiahnuť až výšky ionosférickej vrstvy E a narušiť jej ionizáciu, vytvárajúc určité tlakové zmeny ionizácie tejto vrstvy. Výsledkom je prídavné zvýšenie ionizácie v istých, lokalizovaných miestach vrstvy. Pretože vrstva je stabilizovaná kovovými iónami, bude rekombinačný proces prebiehať podstatne pomalšie ako po ionizácii plynov. Autori prác [5] a [6] prisudzujú vznik vysokej ionizácie vyžarovaniu búrkového elektrostatického poľa do ionosféry.

Z týchto teórií je možné vidieť, že sporadická vrstva E je výsledkom spolupôsobenia atmosférických vln, ionosférickej vrstvy E, výškových vetrov, magnetického a elektrického poľa Zeme. Všetky tieto prvky sú dostatočne premenné, takže vhodné podmienky pre vznik tejto vrstvy sa objavujú len z času na čas - sporadicky.

Využitie E_g pre spojenie na VKV

Ako bolo už skôr spomenuté a ako to potvrdili početné pozorovania i rádielektrické merania, či už vedeckými pracoviskami alebo rádioamatérmi, kritický kmitočet E_g vrstvy často dosahuje hodnoty až 40 MHz, čo pri malých elevačných uhloch, pod ktorými sa javí oblak a optimálnej polohy tohoto oblaku, umožňuje dosiahnuť spojenie na najvyššom požitelnom kmitočte (MUF) až 200 MHz. Za predpokladu, že výška vrstvy bude asi 100 km, potom maximálny dosah odrazom od takejto vrstvy, ktorá sa bude nachádzať uprostred, na spojnici medzi korešpondujúcimi stanicami A a B (obr. 3a), bude okolo 2 200 km. Pre použitú frekvenciu 144 MHz musí byť kritický kmitočet vrstvy najmenej 25 MHz a výška obsoru v bodoch oboch korešpondujúcich staníc v smere na protivistanicu čo najnižšia, blízka 0° . Toto je optimálny prípad, kratšie vyžadujú vyšší kritický kmitočet (viď grafy na obr. 1 a obr. 2) a sú menej časté. Využitie nízkeho elevačného uhla vyžaduje veľmi dobré, obzorom nezakryté QTH. Súčasne stúpajú požiadavky na výšku antény, ktorá má byť čo najvyššie zemou, aby bol dosiahnutý nízky vyžarovací uhol. Anténa umiestená v malej výške

naď 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 prakticky nevyžaruje. Vo väčšine prípadov bude horizont, ktorý určuje najnižší elevačný uhol okolo 1,5 až 2,5°. Následkom tejto skutočnosti pravdepodobnosť využitia E_g klesá a súčasne s ňou aj možnosť dosiahnuť spojenie na maximálnu teoretickú vzdialenosť. Nadmorská výška QTH nehrá podstatnú rolu, výškový rozdiel asi 2 km (max.) pri výške vrstvy 110 km nemôže podstatne ovplyvniť dosah. Výškové QTH je ideálne preto, že prevyšuje okolitý horizont, ktorý sa potom javí ako nízky, dokonca niskedy so zápornými hodnotami uhlov, to umožňuje častejšie využiť E_g a dosiahnuť spojenie na maximálnu vzdialenosť. Ako vyplýva z [2] oblaky E_g často, ale hlavne na začiatku výskytu, sa nachádzajú vo výške až 140 km, čo umožňuje preklenúť vzdialenosť až 2 500 km. Tieto prípady sú však dosť zriedkavé.

Za istých podmienok môže dôjsť k šíreniu dvomi skokmi. Taký prípad (obr. 3b) je na vyšších kmítočtoch (114 MHz) zriedkavý, i keď na stredne vysokých kmítočtoch (50 MHz) je častý. Umožňuje ho ideálny prípad výskytu dvoch oblastí E_g s optimálnou polohou na spojnicí korešpondujúcich staníc a súčasný výskyt, pre odraz vhodného prostredia uprostred trasy (napr. povrch Zeme, vodná hladina a pod.). Preklenutá vzdialenosť je v takom prípade až dvojnásobná. Na uvedených stredne vysokých kmítočtoch boli zaznamenané prípady šírenia dokonca 3 resp. 4 skokmi. Takéto prípady sú na vyšších kmítočtoch málo pravdepodobné. Všeobecne možno povedať, že percento výskytu E_g šírenia na vyšších kmítočtoch v porovnaní so stredne vysokými je asi 10 až 15 % na 100 MHz, a len asi 3 až 4 % na 145 MHz. Skúsenosti ukazujú, že tieto druhy šírenia sa veľmi často nesprávajú podľa zákonov geometrickej optiky. V prípade výskytu dvoch oblakov s vysokým elektrónovým gradientom, s optimálnou polohou, dochádza k šíreniu na veľmi veľké vzdialenosti bez stredového odrezového bodu na povrchu Zeme (obr. 4a). Takému druhu šírenia hovoríme - anizotrópne šírenie. Toto šírenie je veľmi smerové, dochádza k nemu len vo veľmi úzko vymedzenom sektore. Vyskytuje sa v prípadoch, keď veľké množstvo oblakov E_g umožňuje šírenie na bežné vzdialenosti v širokom azimutálnom sektore, v prípadoch vysokej ionizácie týchto oblakov.

Zvýšenie dosahu umožňuje aj súčasný výskyt vodivého troposférického kanálu (duct) alebo troposférický lom. Časť spojovej trasy prebieha troposférickým kanálom a dlhšia časť šírením E_g (obr. 4b). V prípadoch E_g šírenia nad teoretický dosah je veľmi ťažké určiť, o ktorý druh spomenutých šírení sa jedná. Do tejto kategórie možno zaradiť napríklad spojenie medzi 4X4IX a EA3LL uskutočnené na 144 MHz dňa 9.7.1979, s preklenutou vzdialenosťou okolo 3 400 km.

Doposiaľ sme uvažovali o úplnom odraze s minimálnym ionosférickým útlumom. Dosiahnuť spojenie je však možné aj pri nižšom kritickom kmítočte vrstvy. Vrstva potom neodrazí celú energiu, ale len jej časť.

Toto je možné prirovnať napríklad k čiastočnému odrazu od okenného okla, cez ktoré síce vidíme čo je za oknom, ale súčasne vidíme aj slabý odraz okolia pred oknom - zo strany pozorovateľa. V takom prípade bude spojenie závisieť prevažne od vyžiareného efektívneho výkonu, schopného preklenúť ionosférický útlm spojovej trasy. Stanoviť MUF pre taký prípad je možné podľa grafu (obr.5). Pre vysvetlenie: ionosférický útlm asi 120 dB v pásme 144 MHz je schopna preklenúť stanica so špičkovým vyžarovaním (EMK). Útlm asi 50 dB môže preklenúť stanica s priemerným vybavením t.j. výkon vysielateľa 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 bíčovou 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 144 MHz na základe prijmu napr. rozhlasovej stanice v pásme FM - CCIR.

Geografické rozdelenie hustoty výskytu E_g v Európe

Na základe pozorovaní z posledných rokov je možné stanoviť oblasti, v ktorých sa E_g s kritickým kmitočtom vyšším ako 25 MHz vyskytuje častejšie ako v iných. Ako je vidieť z grafického prehľadu niektorých spojení (obr. 6 a obr. 7), najznámejšou je oblasť alpská. Veľmi často sa E_g vyskytuje tiež nad Bavorskom a Šumavou. Naskytá sa otázka: Je táto skutočnosť pravdivá, alebo je skreslená tým, že väčšina spojových trás medzi európskymi stanicami prechádza týmito miestami ako stredovou odrazovou oblasťou, takže výskyt E_g je spoľahlivo indikovaný, alebo sa jedná skutočne o častý a intenzívny výskyt, ktorý je vyvolaný veľmi častou intenzívnou búrkovou činnosťou v týchto oblastiach ?

Všetky predpokladané spojové trasy, ktoré prechádzajú týmito oblasťami sú vo výhode a rádiomateri na koncových bodoch týchto trás môžu využívať šírenie E_g častejšie.

Praktické skúsenosti z využívania E_g šírenia

Pre indikáciu výskytu a identifikáciu smeru šírenia E_g je vhodné súčasne sledovať TV kanály v I. pásme (55 MHz) a FM CCIR rozhlasové pásma (88 až 100 MHz). Šírenie začína obvykle tým, že otvorí I. TV pásmo. Na obrazovke TVP sa objaví obraz jednej stanice, ktorý je postupne vytláčaný ďalším, podľa toho ako sa oblak E_g prosúva. Keď sa obrazovka úplne zsterní, to je znamenie, že oblasť výskytu E_g sa rozrástla a ionizácia stúpa. Pri súčasnom sledovaní FM CCIR pásma sa aj na tomto postupne objavia stanice z oblastí, odkiaľ šírenie prichádza. Tieto stanice je počuť najprv na nižších a potom, keď MUF narastá, aj na vyšších kmitočtoch tohoto pásma. Pre príjem FM VKV rozhlasu 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. Navyše v takom prípade je potrebné aspoň čiastočne ovládať niekoľko cudzích jazykov.

Dobrou a veľmi účinnou pomocou je sledovanie leteckých navigačných všesmerových majákov VOR. Tieto majáky vysielajú v pásme 108 až 118 MHz, okrem modulácie 90 Hz, ktorou je prenášaná informácia o azimutálnom smerníku, je rýchlosťou asi 50 zn./min. moduláciou A_2 1 KHz, vysielaný identifikačný znak majáka, zložený z 3 resp. 2 písmen. Zoznam týchto majákov a ich identifikačných znakov (do okruhu asi 3000 km), je k dispozícii. Výkon majákov VOR sa pohybuje podľa určenia majáka 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 tohoto spôsobu sledovania výskytu šírenia je, že keď je zachytené vysielanie niektorého majáka, je možné už v pásme 144 MHz komunikovať. Vysvetlíť sa to dá tým, že pokiaľ výkon majáka VOR je obvykle asi 100 W a na príjem týchto majákov sa používa bežný prijímač s anténou GP, tak lepšie vybavená rádiovamatérska stanica používa výkon vysielateľa asi 250 W vynásobený anténovým systémom až na 10 kW ERP a citlivý prijímač s nízkym šumom, pripojený k anténe so ziskom okolo 16 dB. V porovnaní s pomermi VOR je to, ako keby výkon vysielateľa VOR bol vyšší ako 200 kW ERP.

Po objavení sa E_g 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, navyše 30 sekúnd.

Z praxe sú známe prípady krátkodobého šírenia, keď toto 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, QTH lokátor a potvrdenie o prijíme. Po výmene týchto 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 pásme.

Po určitom čase obvykle veľmi rýchle šírenie zaniká, ale nemali by sme od zariadenia odchádzať a prestať v sledovaní. Prax potvrdila, že takéto podmienky sa obyčajne objavujú znova v niekoľkých maximách.

Smerovanie na protistanicu pri šírení E_g 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 E_g vrstvy. Tieto potom spôsobujú odchylku v smerovaní na protistanicu. Zdá sa, akoby anténa "škúlila" (šilhala) vpravo či vľavo. Hodnota odchylky môže činiť až 15° , v prípade použitých anténových systémov s úzkym vyžarovacím diagramom môže spôsobiť pokles intenzity signálu, či dokonca padok spojenia.

Elektromagnetické vlny pri rozptyle na E_g prechádzajú rôznorodým prostredím, 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 nedefinovateľným stočením polarizačnej roviny, ktoré sa navyiac môže s časom meniť a spôsobiť zeslabenie 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 E_g .

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_g vrstvy. Európska sieť výstrah pracuje na kmitočte 28.333 kHz, kde je súčasne indikovaná prítomnosť E_g vrstvy short-skipovým šírením na krátke vzdialenosti. Veľmi dobrým prostriedkom pre výmenu informácií o počutých staniciach, uskutočnených spojeniach, či očakávaných výskytoch E_g šírenia sú rádioamatérske prevádzkače. Československá sieť "výstrah E_g " pracuje na kmitočte 144.450 kHz SSB alebo CW. V minulých rokoch sa nám osvedčila a našu prácu veľmi podporila výmena informácií medzi Košicami (OK3CDI), Prahou (OK1PG), Bratislavou (OK3CDR) a Banskou Bystricou (OK3CDM) prostredníctvom medzimestskej diaľkovej voľby po telefónnej sieti. Množstvo telefónnych hovorov veštilo vysoké poplatky, ale na naše prekvopenie tieto boli dokonca nižšie než po iné roky, vďaka krátkym, ale výstižným oznámeniam. Podľa toho, čo je tou ktorou stanicou prijímané, sa dá zistiť poloha odrazovej vrstvy a určiť možnosť spojenia z iného QTH. Podľa zakresľovanej polohy vždy po určitom čase, je možné určiť smer a rýchlosť pohybu oblakov E_g a predpovedať možnosť výskytu šírenia pre ďalšie stanice.

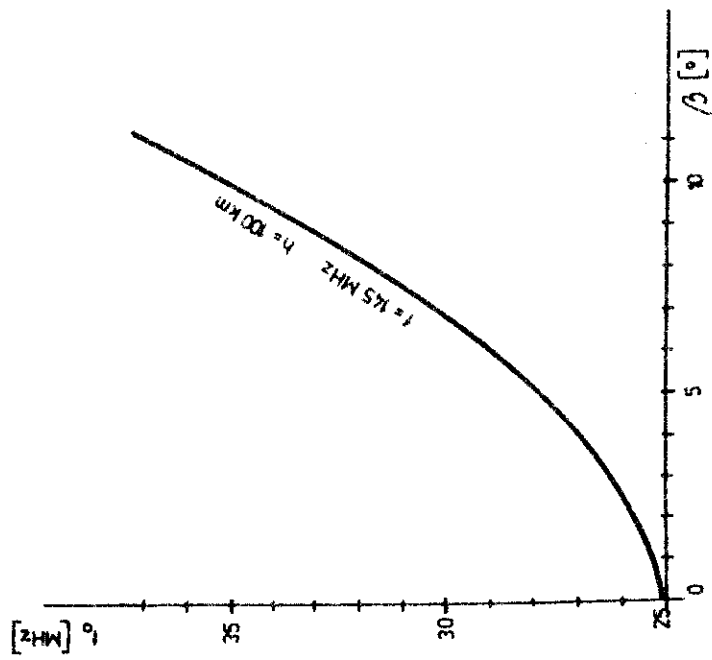
Záver.

Spojenia dosiahnuté odrazom či rozptylom od E_g sú svojím spôsobom stále ešte unikátne, sú prínosom pre vedecký výskum v tejto oblasti a nie každý rádioamatér cez svoju snahu mal to šťastie, aby komunikoval týmto druhom šírenia. Zvládnutie otázok šírenia E_g na VKV umožní cieľavedome takéto šírenie využiť k preklenutiu rekordných vzdialeností, pomáha rozširovať základné poznatky o šírení VKV.

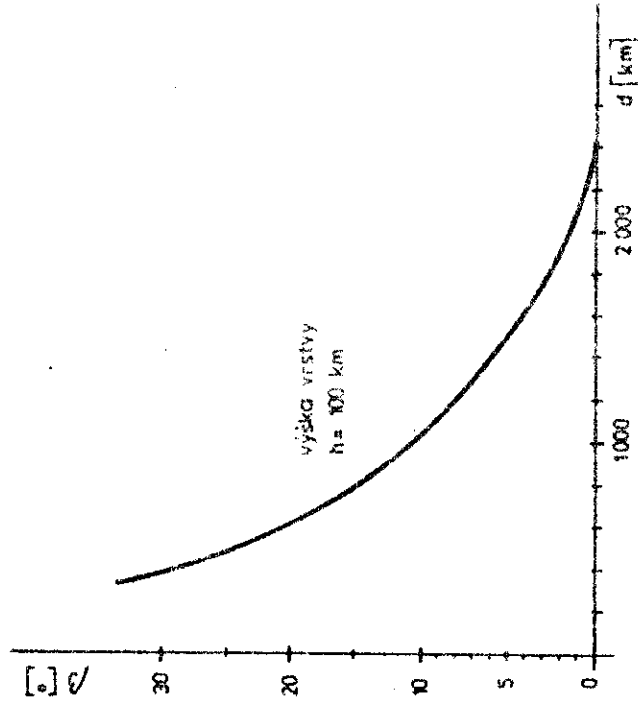
V rámci I. oblasti IARU bola vytvorená koordinačná skupina pre sledovanie tohoto výskytu, ktorú vedie FSSH. Do sledovania sa zapojili mnohí rádioamatéri i rádioamatérske organizácie a československí rádioamatéri tiež prispeli svojou troškou. Koordináciou sledovania E_g šírenia v rámci ČSSR bol poverený autor tohoto príspevku. Žiadame všetkých rádioamatérov, ktorí sa tomuto druhu šírenia budú venovať, aby si robili pravidelné záznamy so všetkými podrobnosťami o výskyte E_g šírenia, či už na I. TV pásme, rozhlasových VKV pásmach, pásmach VOR alebo iných VKV pásmach, tak na pásme 144 MHz

Literatúra

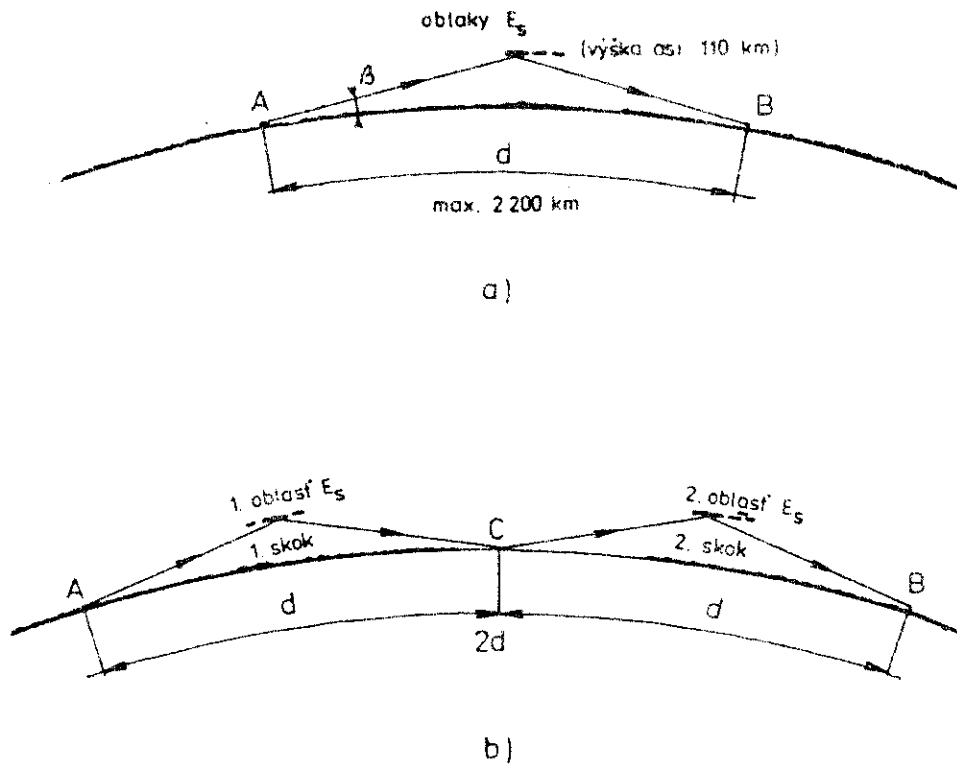
1. F8SH, S. Canivec: Sec/50 Doc. Reg. I IARU, The part of the radio amateur scientific observation of the VHF - sporadic E propagation, 1976
2. Sporadic E-cleaning up nature: RSGB Radio Communication 3/78
3. DJ2RE, Dr. Walter Eichenauer: Sporadisch E in Stichwörtern, DUBUS 4/78
4. T.E.Damon: Interrelation of Ionospheric Sporadic-E with Thunderstorms and Jet Streams, J. Geophys. Res. No. 5/66
5. C.G.Park, M.Dejnskarintra: Penetration of Thundercloud Electrical Fields into the Ionosphere and Magnetosphere - Middle and Subauroral Latitudes, J.Geophys. Res.Vol. 78, No. 28, 1 October 1973
6. J.D.Whitehead: Ionisation Disturbances Caused by Gravity Waves in the Presence of an Electrostatic Field and Background Wind, J.Geophys. Res.Vol. 76, No.1, 1 Jan.1971
7. WA4MVI, Poznámka v rubrike "World Above 50 MC" QST 5/78
8. HG5FN, Béla Kertész: Az E_s és az URH terjedés, RT 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 1/77.



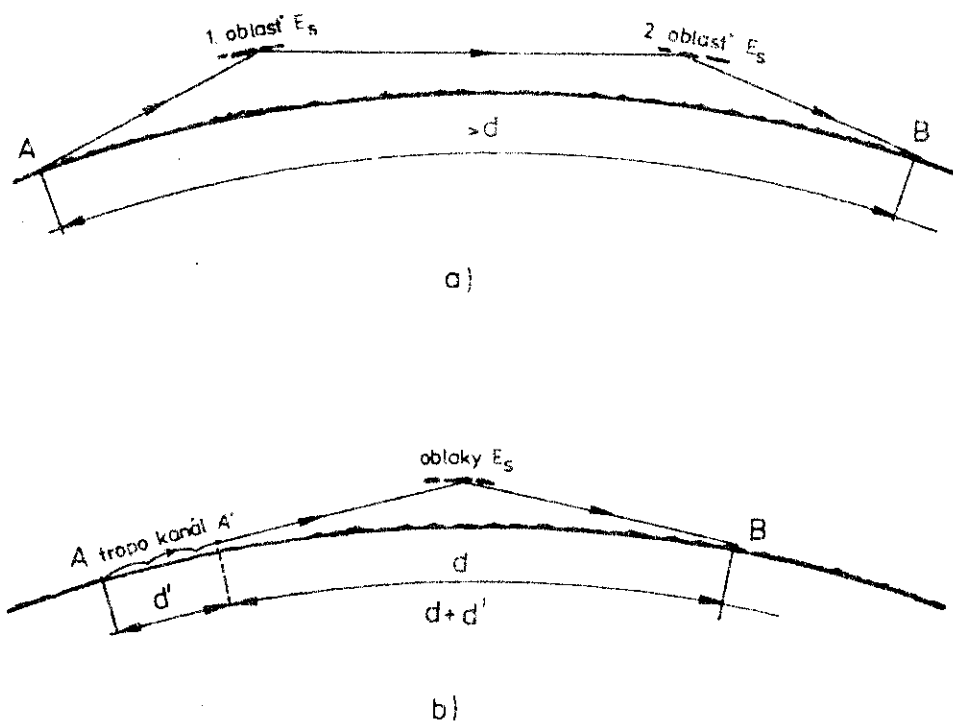
Obr. 1 Graf na stanovenie kritického kmitočtu E_s vrstvy z medzného elevačného uhla a MUF.



Obr. 2 Závislosť optimálneho elevačného uhla od vzdialenosti pristanice pri šírení E_s .



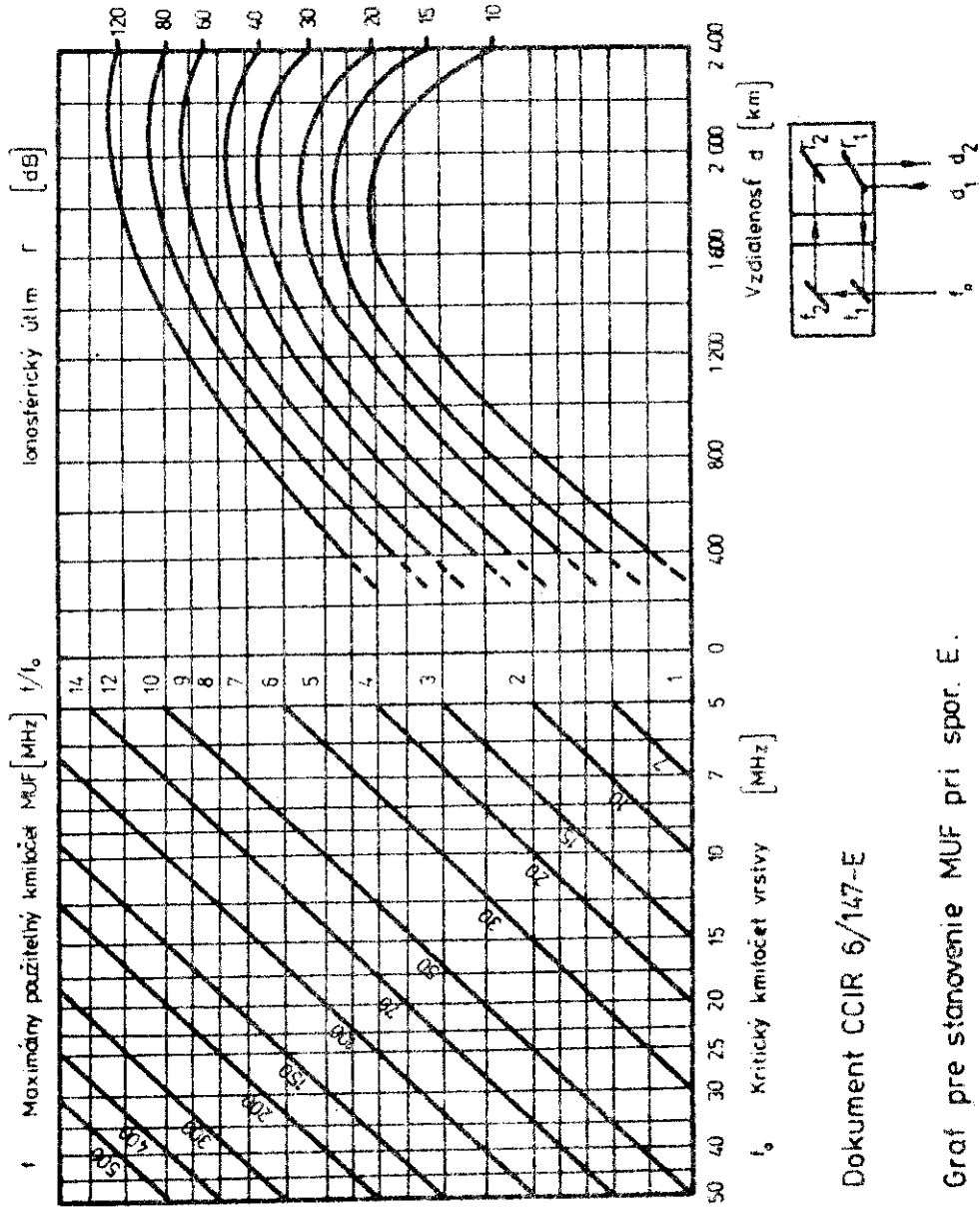
Obr. 3 Schematický nákres šírenia VKV za pomoci odrazu (rozptylu) od spor. vrstvy E
a) jedným skokom (1-hop)
b) dvomi skokmi (2-hop mode)



Obr. 4 Zvýšenie dosahu šírenia E_s -

a) anizotrópnym šírením

b) troposférickým kanálom resp. lomom

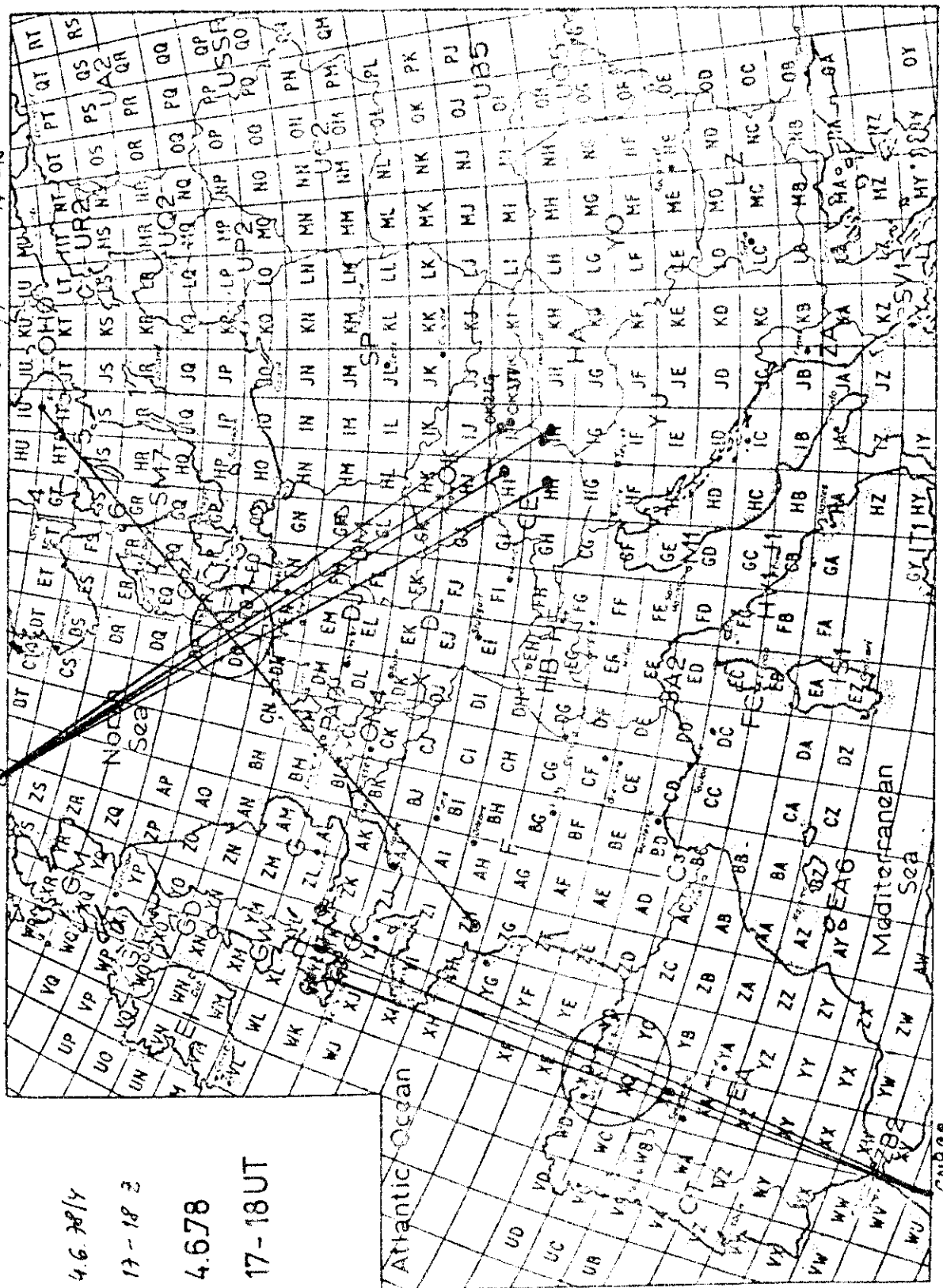


Dokument CCIR 6/147-E

Graf pre stanovenie MUF pri spor. E.

4.6.78/4 17-18

GRTGJF



4.6.78/4

17-18 3

4.678

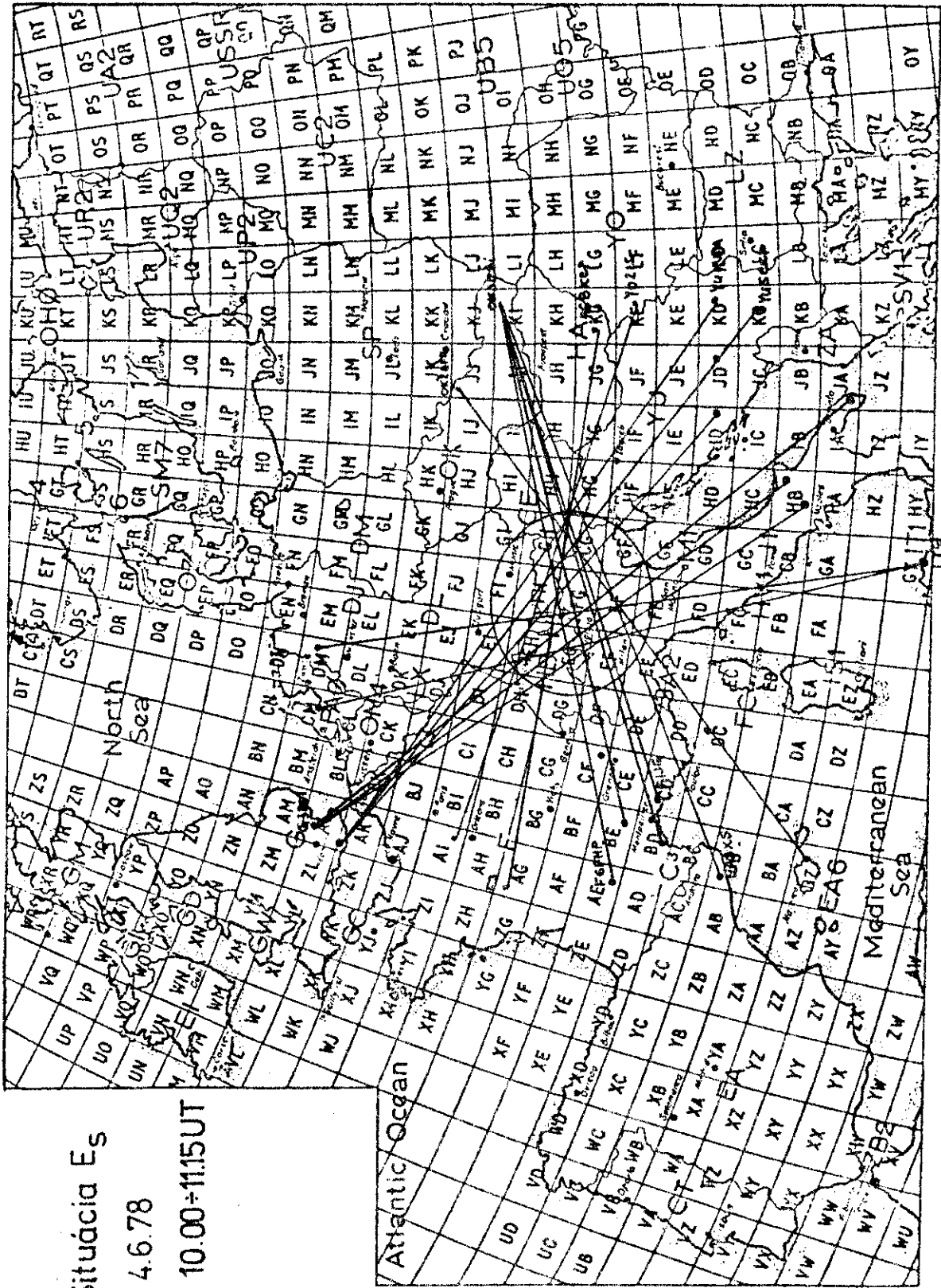
17-18UT

CNBCE

Situación Es

4.6.78

10.00-11.15UT



ANTÉNY PRO AMATÉRSKÁ PÁSMA VKV

František Leca, OK1QI

Není nutné zdůrazňovat, jaký význam pro dobrý přenos vln energie v pásmu VKV má dobrá anténa. Technika, zabývající se navrhováním antén se stala speciálním obtížným oborem. Další vývoj na tomto poli je nutný proto, aby zlepšil efektivnost k vynaloženým nákladům.

Hlasitost - decibel - výkon

Dříve než se začneme zabývat anténami, hlavně směrovkami, učiňme si obraz, jak se na přijímací straně projeví změna výkonu vysílače nebo účinnost antény. U většiny spojení je zachycený signál převáděn na zvuk. Hodnotíme jej jako dobrý, jestliže jeho úroveň je podstatně vyšší než šum přijímače a ostatní rušení na pásmu. V takovém případě je udávaná síla signálu S 9. Aby pro takovou sílu byla stanovena stejná míra, dohodli se výrobci přijímačů, že signálem S9 bude označováno vstupní vln napětí 50 uV a na tuto hodnotu jsou seřizovány S-metry. Abychom se dostali dál, řekněme si, že decibel dB je poměrová jednotka, udávající vztah dvou výkonů P1, P2 podle vzorce:

$$\text{dB} = 10 \cdot \log. P1 / P2$$

Tento vzorec se stane srozumitelnějším, nahlédneme-li do tabulky 1, v níž jsou obsaženy nejčastěji se vyskytující poměry výkonů.

dB	P	dB	P	dB	P	dB	P
-40	x 1/10.000	1	1,26	11	12,6	21	126
-30	x 1/1.000	2	1,58	12	15,8	22	158
-20	x 1/100	3	2	13	20	23	200
-10	x 1/10	4	2,5	14	25	24	250
0	x 1	5	3,16	15	31,6	25	316
+10	x 10	6	4	16	40	26	400
+20	x 100	7	5	17	50	27	500
+30	x 1.000	8	6,3	18	63	28	630
+40	x 10.000	9	7,95	19	79,5	29	795
atd.	atd.	10	10	20	100	30	1.000

Tab. 1. Srovnávací tabulka dB s poměru výkonů P.

V tabulce 2. jsou porovnány závislosti mezi hlasitostí, výkony v dB, vstupním nebo anténním napětím a hlasitostí podle sluchu.

Síla S dB	U_{ant} uV	Čitelnost R	Slyšitelnost signálů	Šum přijímače ruší
0 -54	0,1	1 1	neslyšitelné	jen šum
1 -48	0,2	1 1	sotva slyšitelné	velmi silně
2 -42	0,4	2-4 1-2	velmi slabé	velmi silně
3 -36	0,8	3-5 2-3	slabé	silně ruší
4 -30	1,5	4-5 3-4	ještě slabé	poměrně silně
5 -24	3	5 4-5	středně silné	středně silně
6 -18	6	5 5	dobrá slyšitelnost	poměrně slabě
7 -12	12	5 5	poměrně silné	slabě
8 -6	25	5 5	silné	velmi slabě
9 0	50	5 5	velmi silné	neslyšitelné
9 +6	100			
9 +12	200	cw Fone		
9 +18	400			
9 +24	800			
9 +30	1,6mV			

Tab. 2. Vzájemný vztah mezi silou signálu, výkonovým poměrem v dB, vstupním napětím přijímače a srovnáním hlasitosti podle sluchu

V tabulce je označena hlasitost S9 při vstupním napětí 50 uV jako výkonová 0 dB. Pro signály vyšší úrovně se obvykle používá označení třeba S9 + 12 dB a podobně, zatímco pro signály a menší úrovní než S9 je údaj dB záporný. I když to vypadá trochu nezvykle, nečiní odávání síly tímto způsobem žádné potíže. Pamatujme však, že rozpětí od jednoho stupně S k druhému je 6 dB, což odpovídá čtyřnásobnému zvětšení výkonu.

Například, posloucháme vysílač o výkonu 100 W silou S9, pak snížení jeho výkonu na 25 W vyvolá pokles přijímaného signálu o 1 S, tedy na S8. Snížíme-li dále výkon vysílače na pouhých 6,25 W, tedy -12 dB oproti původnímu výkonu, projeví se to dalším poklesem hlasitosti o 1 S tedy na S7. Opačně je tomu, jestliže bychom chtěli docílit zvětšení hlasitosti signálu o jedno S, pak bychom museli zvětšit výkon vysílače na 400 W.

Ve třetí kolonce tab. 2. - vstupní napětí - vidíme, že ke zvýšení hlasitosti o jedno S je třeba dvojnásobného anténního napětí, což plně souhlasí se shora uvedeným čtyřnásobným zvětšením výkonu, poněvadž předpokládáme, že odpor antény zůstává konstantní. Je-li tato v rezonanci a správně přizpůsobena, pak můžeme počítat jen s reálnými odpory a bude zde tedy platit i Ohmův zákon pro stejnosměrný proud, podle kterého se při konstantním odporu R při zdvojnásobení napětí U musí zdvojnásobit i proud I ($U=I.R$). Z toho pak vyplývá

podle $P = U \cdot I$ i čtyřnásobení výkonu. Z toho vidíme, že výkon P roste oproti proudu nebo napětí kvadraticky.

V kolonce síla signálu, čitelnost a šum jsou číselné údaje srovnány podle citlivosti lidského ucha a mají nám posloužit k rozhodnutí, zda zvýšíme výkon vysílače, nebo pořídíme lepší anténu. Zdvojnásobení vysílací energie můžeme označit za bezúčelné, protože zisk 3 dB, což odpovídá 1/2 S, proti-stanice sotva postřehne. Teprve čtyřnásobné zvýšení výkonu má nějakou cenu. Dále z tabulky vidíme, že zisk antény 5 dB nedává přírůstek ani celého S stupně, což je sice patrné, ale nízké zvlášť výrazné zlepšení. Naproti tomu zisk 8 - 10 dB, který dnešní antény zaručí je již podstatným zlepšením.

Při provozu na VKV převládají směrové antény. Zvýšení energetického přínosu antény je další možnou cestou ke zlepšení zařízení, což se projeví zejména v soutěžích.

Správnou funkci každé směrové antény podmiňují dvě základní elektrické vlastnosti:

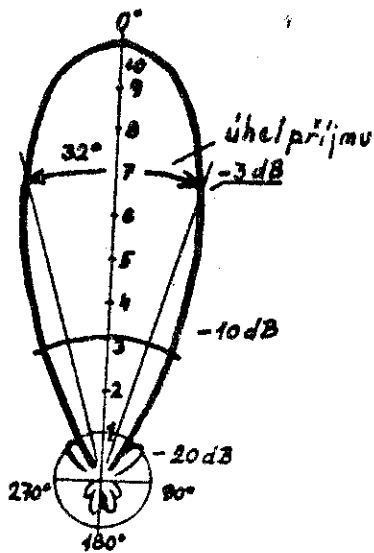
- směrové - jejich názorným vyjádřením je tzv. vyzářovací diagram, z něhož zjišťujeme úhel příjmu a činitel zpětného příjmu. Směrové vlastnosti určují činitel směrovosti antény.
- impedanční - které udávají míru přizpůsobení antény k použitému napájecí. Impedančními a směrovými vlastnostmi je dán provozní zisk antény.

Směrovost a zisk antény

Směrovost antény je schopnost soustředit vyzářování vln do určitého směru. Každá anténa vykazuje určitý stupeň směrovosti. Názorným vyjádřením směrových vlastností je relativní diagram směrovosti, populárněji řečeno vyzářovací diagram ve vodorovné a svislé rovině. Vynášíme v něm do polárních souřadnic v závislosti na úhlu natočení antény poměr výstupního napětí nebo proudu měřené antény k maximálnímu napětí nebo proudu při optimálním nasměrování (obr. 1). Stručnějším informací o tvaru diagramu je úhel příjmu v jedné nebo druhé rovině, daný dvojnásobkem úhlu natočení antény, při němž poklesne napětí nebo proud na výstupu antény na 71 % tj. o 3 dB. (Je to stejný účinek, jako kdyby při optimálním nasměrování poklesl vyzářovaný výkon proti-stanice o 50 %). Prakticky se tento pokles o 3 dB projeví zeslábnutím signálu o 1/2 S. To znamená, že stanovit úhel příjmu je možné jen dobře ocejchovaným indikátorem nebo S-metrem přijímače.

Činitel zpětného příjmu ČPZ (nesprávně "předozadní poměr"). Je poměr mezi napětím, nebo proudem naměřeným na výstupu antény ve směru max. příjmu a napětím nebo proudem v opačném směru. Obvykle se vyjadřuje v dB.

Činitel směrovosti umožňuje srovnávat navzájem směrové účinky různých antény. Absolutní činitel směrovosti S_a pak udává, o kolik je elektromagnetické pole směrové antény v místě větší, než pole vzbuzené v témže místě ideální vázsměrovou anténou. Půlvlnný dipól je tedy ve srovnání s anténou

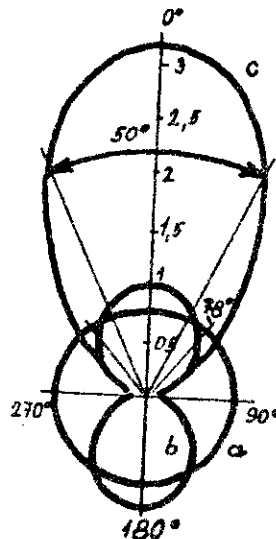


Obr. 1. - Směrový diagram antény v polárních souřadnicích

Napětí na vstupu přijímače připojeného k těmto anténám orientovaným ve směru max. příjmu odpovídalo by poměrné stupnici ve směru 0° . Naměřili bychom hodnoty $-0,78 - 1,0 - 3,13$.

všesměrovou (izotropickým zářičem) již anténou směrovou, neboť vysaňuje do určitých směrů více nebo méně. Absolutní číselník směrovosti půlvlnného dipólu $S_a = 1,64$. Znamená to, že ve směru maximálního vysařování je výkon 1,64 krát větší než výkon vysařovaný všesměrovým izotropickým zářičem kterýmkoliv směrem. Vyjádřeno v dB je to 2,14 dB.

Izotropický zářič je anténa pouze teoretická, pomyslná. V praxi je výhodnější jako vztahnou anténu, s níž srovnáváme antény směrové, půlvlnný dipól. V praxi hovoříme o kolik je srovnávaná anténa směrovější než půlvlnný dipól. Rozdíly mezi všesměrovým zářičem, půlvlnným dipólem a 10 dB směrovou anténou jsou velmi názorně vidět na obr. 2.



Obr. 2. - Směrový diagram izotropického zářiče (a), půlvlnného dipólu (b), Yagiho antény se ziskem 10 dB (c).

Impedanční vlastnosti antén

Každou anténu si můžeme představit jako zdroj nebo spotřebič v energie o určitém vnitřním odporu, správněji impedanci. Anténa je rezonanční obvod, složený z kapacity, indukčnosti a odporu. Pokud je anténa v rezonanci, působí jako skutečný ohmický odpor pro určitý kmitočet. Tento odpor se vždy skládá ze ztrátového odporu antény a z vysařovacího odporu.

Na ztrátovém odporu antény se přivedený výkon mění v neužitečné tepelné ztráty. Vyzařovací odpor je odporem užitečným. Výkon na něm ztracený je vlastně užitečně vyzařen do prostoru. Ztrátový odpor vzrůstá při nevhodném použití materiálu, při nedokonalých kontaktech apod.

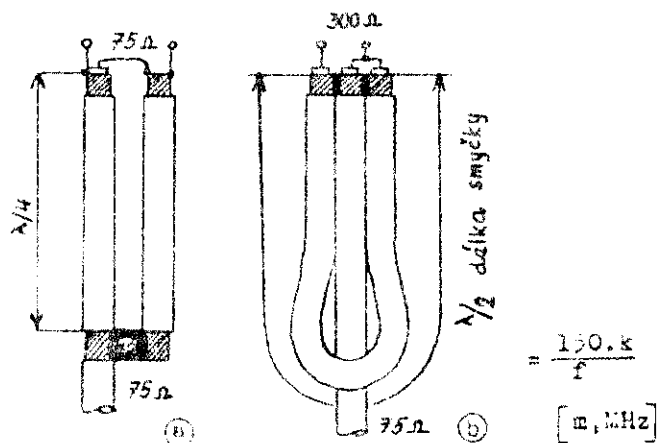
K dokonalému přenosu výkonu energie dojde však teprve tehdy, bude-li vstupní impedance antény téměř shodná s charakteristickou impedancí napáječe. Takovému stavu říkáme, že je anténa přizpůsobená. Pokud se bude impedance antény lišit od impedance napáječe, bude se část výkonu energie odrážet zpět. Vytvoří se na napáječi stojaté vlny. Míru přizpůsobení určuje velikost napěťového činitele stojatých vln - ČSV. Je to poměr maximální hodnoty k minimální hodnotě napětí stojaté vlny na napáječi.

Yagiho směrové antény

Yagiho směrové antény jsou při stejných elektrických vlastnostech podstatně lehčí, jednodušší a mechanicky odolnější než ostatní druhy směrových antén. Velikou jejich předností je také jednoduché napájení. Podle teoretického řešení dělíme Yagiho antény na krátké, tj. max. čtyřprvkové a dlouhé, s velkým počtem direktorů. Rozhodující vliv na tvar směrového diagramu mají direktory, jejich počet, délka i rozteče. Celková délka antény má zásadní vliv na zisk antény.

Energetický přínos antény se projeví jen tehdy, bude-li anténa dobře přizpůsobena k použitému napáječi. Volba impedance antény je ovlivněna především druhem a charakteristickou impedancí napáječe, který je k dispozici. Přizpůsobení, to znamená konečná úprava impedance se dělá po definitivním nastavení směrových vlastností, nejčastěji v obvodu zářiče. Vlastní impedance dipólu - zářiče v Yagiho anténě se mění především působením ostatních pasivních prvků.

Největší vliv na impedanci dipólu mají reflektor a zejména první direktor. Jejich působením se impedance zpravidla snižuje. Není-li možné dosáhnout přizpůsobení typem a rozměry dipólu, nebo pomocí širokopásmového direktoru, zařadí se mezi napáječ a dipól vhodný přizpůsobovací obvod. Tento způsob je vhodný např. při napájení anténních soustav, nebo jiných typů antén. Jednoduchým přizpůsobovacím obvodem je běžná symetrizační smyčka ze 75 ohmového koaxiálního kabelu obr. 3., kterou přizpůsobujeme 75 ohmový koaxiální napáječ k symetrické anténě s impedancí 300 Ω.



Obr. 3. - Dva způsoby symetrizace koaxiálního napáječe.

- a) čtvrtvlnný symetrizační člen - zachovává původní impedanci napáječe
- b) půlvlnný symetrizační člen s transformační smyčkou - transformuje impedanci v poměru 1 : 4.

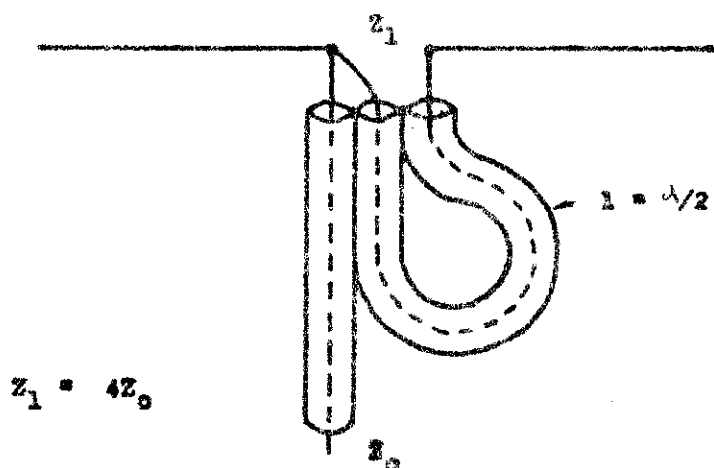
Články o směrových anténách pro VKV uveřejněné v AR a RZ:

AR č.	1/1962	Antena Yagi pro 145 MHz + AR 7/1964.
AR č.	8/1961	J. Macoun: Yagiho směrové antény část I.
č.	10/1961	část II.
č.	1/1962	část III.
č.	2/1962	část IV.
č.	6/1962	část V.
č.	3/1963	J. Macoun: Anténní soustavy část I.
č.	7/1963	část II.
č.	5/1974	Ing. Karel Gregor: Antény pro amatérská pásma VKV.
RZ č.	10/1973	Změřené antény ze semináře VKV v Klánovicích.
č.	3/1974	Anténní soustava pro pásmo 2.304 MHz, autor Ing. Franc.
č.	4/1974	Vertikální anténa pro 145 MHz. Autor R. Ježdík.
č.	4/1976	Skrutkovicová anténa Helical pro pásmo 433 MHz--OK3CDE.

NAPÁJEČE, SYMETRIZACE, PŘIPOJOVÁNÍ ANTÉN

Jaroslav Kysela, OK1 AHH

Tento článek není přednáškou, ale pouze souhrnem různých zapojení a grafů, které byly již publikovány. Měly by být pomůckou při experimentech s VKV a UKV anténami.

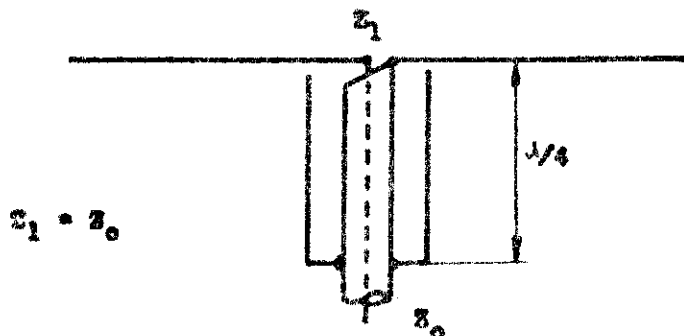


Obr. 1

Tento způsob je nejběžněji používaným, zvláště pro připojování skládaných dipólů na koaxiální vedení.

Impedance koaxiálního vedení Z_0 se zároveň transformuje na čtyřnásobek.

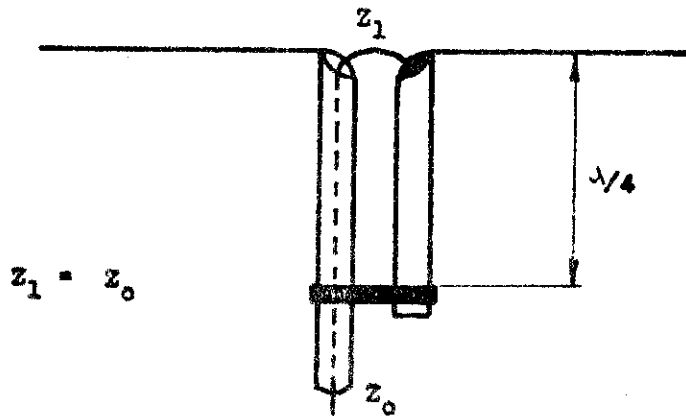
Symetrizace rukávem $\lambda/4$



Obr. 2

Provedení symetrizačního rukávu je patrné z obr. 2. Skutečná délka rukávu je 0,23 - 0,243. Uspokojivé symetrizace se dosahuje v rozsahu 5 % základního kmitočtu. Impedance výstupu je stejná jako vstupní Z_0 .

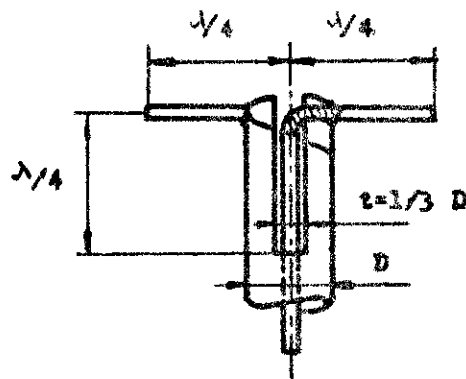
Symetrizace paralelním vedením $\lambda/4$



Obr. 3

Vzdálenost pomocné tyče bývá 0,02 λ . Tato symetrizace se dá použít v rozsahu ± 12 % základního kmitočtu. Impedance výstupu je stejná jako vstupní Z_0 .

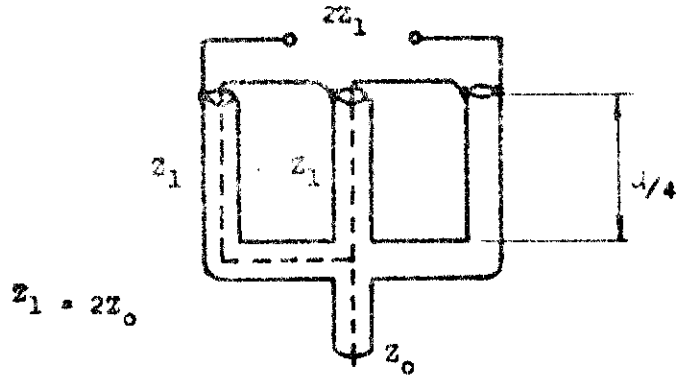
Symetrizace čtvrtvlnnou štěrbinou



Obr. 4

Provedení je patrné z obrázku. Používá se pro symetrizaci zvláště na vyšších kmitočtech. Použití je možné v šíři 3 - 5 % základního kmitočtu.

"Candelabra" balun

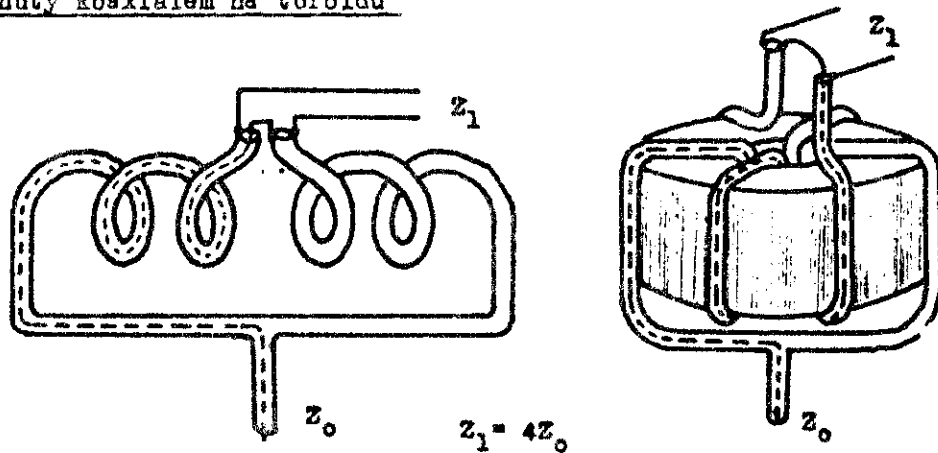


Obr. 5

Výstupní impedance je čtyřnásobkem vstupního Z_0 .

Literatura: [4]

Balun vinutý koaxiálem na toroidu

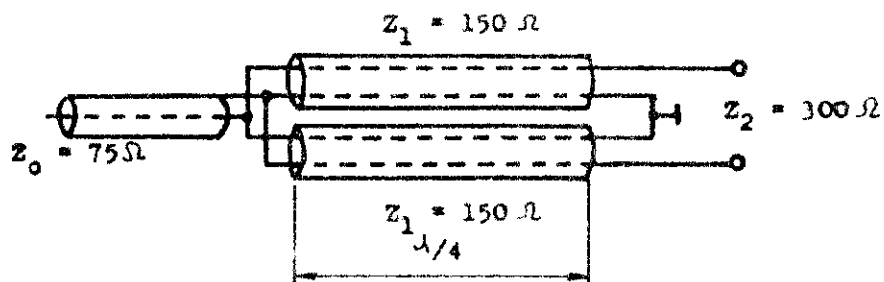


Obr. 6

Výstupní impedance je čtyřnásobkem vstupního Z_0 .

Literatura: [4]

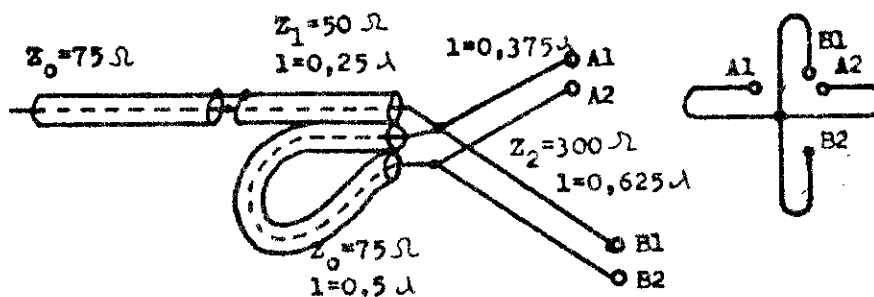
Symetrizace pomocí dvoulinky



Obr. 7

Literatura: [6]

Připojení zkřížených dipólů pro kruhovou polarizaci



Obr. 8

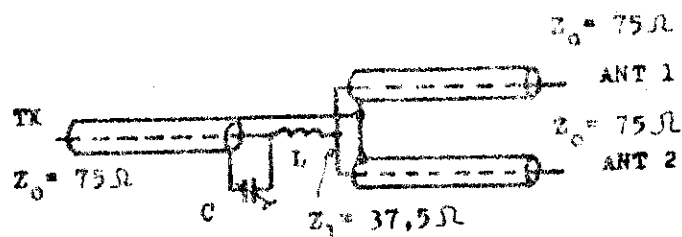
Při napájení zkřížených dipólů uvedeným způsobem vzniká kruhová polarizace tím, že jedna anténa je napájena se zpožděním o 90° . Zpoždění se získává na vedení, které je o $\lambda/4$ delší.

Důležité je, aby proti sobě pracovaly antény, které mají stejný smysl otáčení kruhové polarizace.

Smysl otáčení se posuzuje tak, že se díváme ve směru vyzařování antény a pohybuje-li se vektor elmg. pole ve směru hodinových ručiček, je kruhová polarizace pravotočivá. Vektor se pohybuje od prvku napájeného zpožděně k prvku napájenému přímo.

Literatura: [1] , [2]

Paralelní řazení VKV antén



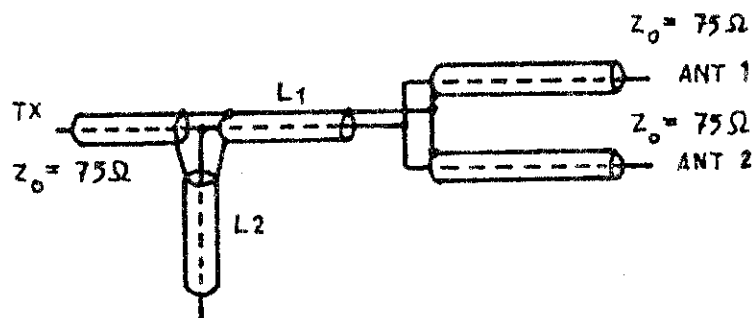
Obr. 9

Pro 144 MHz platí:

Indukčnost L - 2,5 závitů drátu 1,4 mm, vinuto samonosně na průměru 8 mm s mezerou 1,4 mm mezi závity.

Kapacita C - maximálně 30 pF, nutno nastavit pomocí reflektometru.

Obdobné zapojení je na obr. 10, kde je L a C nahrazeno koaxiálním vedením.



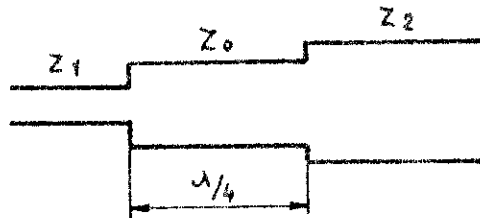
Obr. 10.

Pro 144 MHz platí:

L 1 - délka 114 mm (platí pro činitel zkrácení 0,67)
L 2 - délka 244 mm

Literatura: [3]

Přizpůsobovací vedení $\lambda/4$

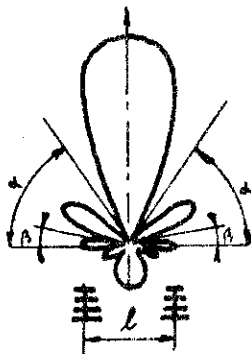


Obr. 11

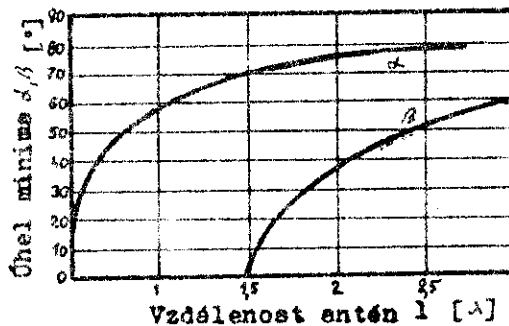
Máme-li přizpůsobit dvě vedení o různých impedancích, např. při spojení rozvětvení, napájení jedné i více antén apod., provedeme to vložením čtvrtvlnného vedení mezi body A a B (obr. 10). Impedanci Z_0 tohoto vedení vypočítáme dle vzorce

$$Z_0 = \sqrt{Z_1 Z_2}$$

Optimální vzdálenost dvou antén v horizontální rovině zapojených v soustavu



Obr. 12

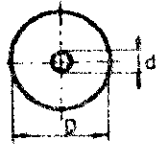


Obr. 13

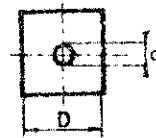
Na diagramu (obr. 13) je uvedena závislost úhlů prvního minima α a druhého minima β na vzdálenosti antén l (obr. 12).

Maximální zisk dvou spojených antén je při vzdálenosti $l = 0,8 \lambda$. Úhel prvního minima α je v tomto případě asi 51° .

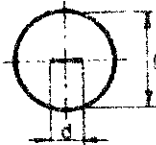
Vzorce pro výpočet charakteristické impedence Z_0 různých druhů vedení



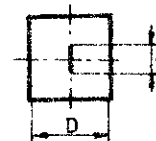
$$Z_0 = 138 \log \frac{D}{d}$$



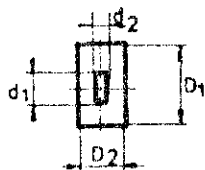
$$Z_0 = 138 \log 1,08 \frac{D}{d}$$



$$Z_0 = 138 \log 2 \frac{D}{d}$$



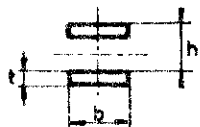
$$Z_0 = 138 \log 2,16 \frac{D}{d}$$



$$Z_0 = 138 \log \frac{D_1 + D_2}{d_1 + d_2}$$



$$Z_0 = 276 \log \frac{2D}{d}$$

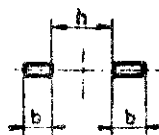


$$Z_0 = 120 \sqrt{\epsilon} \frac{h}{b}$$

$h \ll b$

$$Z_0 = 276 \log \frac{4h}{b}$$

$h \gg b$

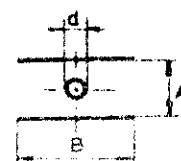


$$Z_0 = \frac{138 \pi^2}{\log(4 + 8 \frac{b}{h})}$$

$h \ll b$

$$Z_0 = 276 \log \left[8 + 4 \frac{h}{b} \right]$$

$h \gg b$

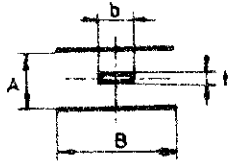


$$Z_0 = 138 \log \frac{4 A}{\pi d}$$

$B \gg A$



$$Z_0 = \frac{120 \sqrt{\epsilon_r}}{2 + \frac{2b}{h} + \frac{2t}{\sqrt{\epsilon_r} h} \left[1 + \ln \frac{h}{t} \right]}$$



$$Z_0 = \frac{15 \sqrt{\epsilon_r}^2}{\ln 2 + \frac{\sqrt{\epsilon_r} b}{2 a}}$$

$$Z_0 = 138 \log \left(\frac{8b}{\sqrt{\epsilon_r} A} \right)$$

$$t \rightarrow 0, b \gg A, B \gg A$$

$$t \rightarrow 0, A \gg b, B \gg A$$

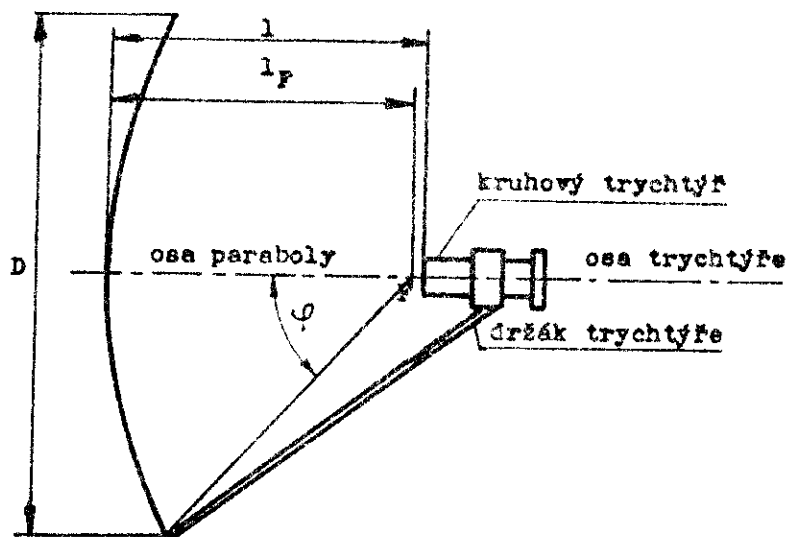
Použitá literatura

1. OK 1 DAP: 70 cm anténa pro spojení přes družici OSCAR 7
RZ 3/1976
2. OK 1 BMW: Antény pro spojení přes družicové převáděče
RZ 9/1974
3. OK 1 VCW: Paralelní řazení VKV satén
RZ 3/1973
4. W. L. Weeks: Antenna Engineering, Mc Graw-Hill, New York, 1968
5. V.I. Beketov, K.P. Charčenko: Izmerenija i ispytanija pri konstruirovanii i regulirovke radioljubitel'skich anten, Svjez, Moskva 1971
6. M. Český: Antény pro příjem rozhlasu a televize, SNTL Praha, 1969.

ANTÉNA PRO PÁSMO 10 GHz

Jaroslav Kysela, OK1 AHH

Pásmo 3 cm není běžně používaným amatérským pásmem, nejsou ani běžné zkušenosti s anténami pro tyto velmi vysoké frekvence. Popisují proto návrh antény s parabolickým reflektorem s prakticky naměřené parametry této antény. Na obr. 1 je zjednodušený výkres navrhované antény.



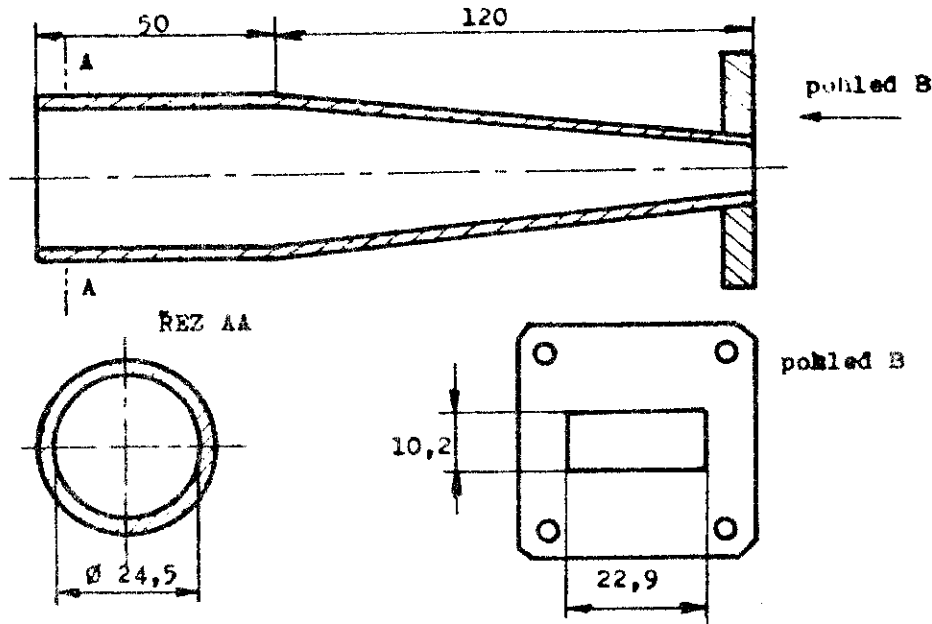
Obr. 1

Abyste byla plocha parabolického zrcadla optimálně využita, měly by být splněny určité zásady. Poměr ohniskové vzdálenosti l_F k průměru paraboly D má být v rozmezí 0,3 - 0,6. Ozáření okrajů paraboly primárním zářičem má být na úrovni -10 dB od maxima vyzařování tohoto zářiče.

Parabola, kterou jsem získal s pro tento účel použil, má průměr $D = 800$ mm s ohniskovou vzdáleností $l_F = 300$ mm ($l_F/D = 0,375$).

Úhel φ (obr. 1) je u této paraboly asi 65° . Primární zářič (trychtýř) by měl mít vyzařovací charakteristiku takovou, aby v úhlech -65° od maxima vyzařování měl pokles úrovně asi -10 dB. Tento požadavek splňuje trychtýř s kruhovým ústím o průměru 24 mm. Vyzařovací diagram takového kruhového zářiče je přibližně stejný pro horizontální i vertikální polarizaci.

Ze standardního obdélníkového vlnovodu, který má pro pásmo 3 cm rozměr 22,9 mm x 10,2 mm bylo zapotřebí přejít na kruhový zářič. Provedl jsem to pozvolným přechodem tak, jak je patrné z obr. 2.



Obr. 2

Kruhová trubka je v délce asi dvou třetin šikmo seříznuta do rozměru obdélníkového vlnovodu. Na tyto seříznuté boky jsou připájeny pásy mosazného plechu a nakonec takto upravené trubky je připájena příruba. Tento pozvolný přechod má PSV menší než 1,1.

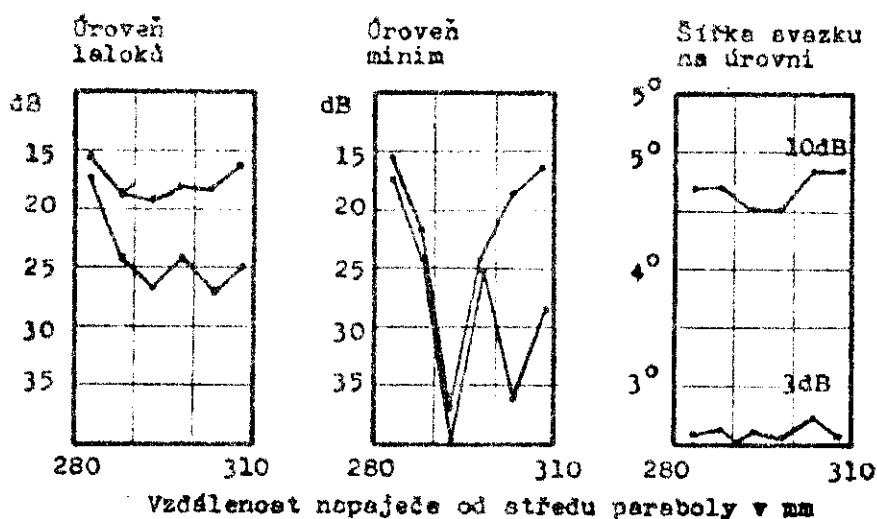
Uvedený kruhový zářič je upevněn na nosné tyči v objímce tak, aby osa paraboly a osa zářiče byly totožné (obr. 1). Upevnění umožňuje po této ose zářičem částečně posouvat a nastavit tak jeho přesnou polohu v ohnisku F.

Vlastní proměření této antény bylo provedeno následujícím způsobem: Anténa umístěná ve výšce 18 m nad zemí byla upevněna na točnu a pomocí vlnovodu připojena k měrnému přijímači pro pásmo 3 cm. Ze vzdálenosti 1 200 m byl vysílán CW signál parabolickou anténou o průměru 3 m. Úroveň přijímaného signálu se měnila v závislosti na natočení a naklápění měřené antény. Tyto parametry, tj. úhel natočení (nasklopení) a výstup z přijímače byly zaznamenány na zapsávači BAK 4T a jsou vlastně záznamem vyzařovací charakteristiky měřené antény.

Základní měření byla provedena na frekvenci $f = 10$ GHz s polarizací horizontální.

Na obr. 3 je vyzářovací charakteristika v rovině horizontální se zářičem, umístěným ve vzdálenosti $L_P = 308$ mm. Na obr. 4 je obdobný zápis se zářičem, umístěným ve vzdálenosti $L_P = 293$ mm a na obr. 5 ve vzdálenosti $L_P = 283$ mm.

Na první pohled je patrné, jak se mění úroveň postranních laloků i úroveň prvních minim. Vyneseme-li tyto údaje do jednoduchého grafu (obr. 6), zjistíme, že optimální poloha primárního zářiče je ve vzdálenosti $L_P = 293$ mm.



Obr. 6

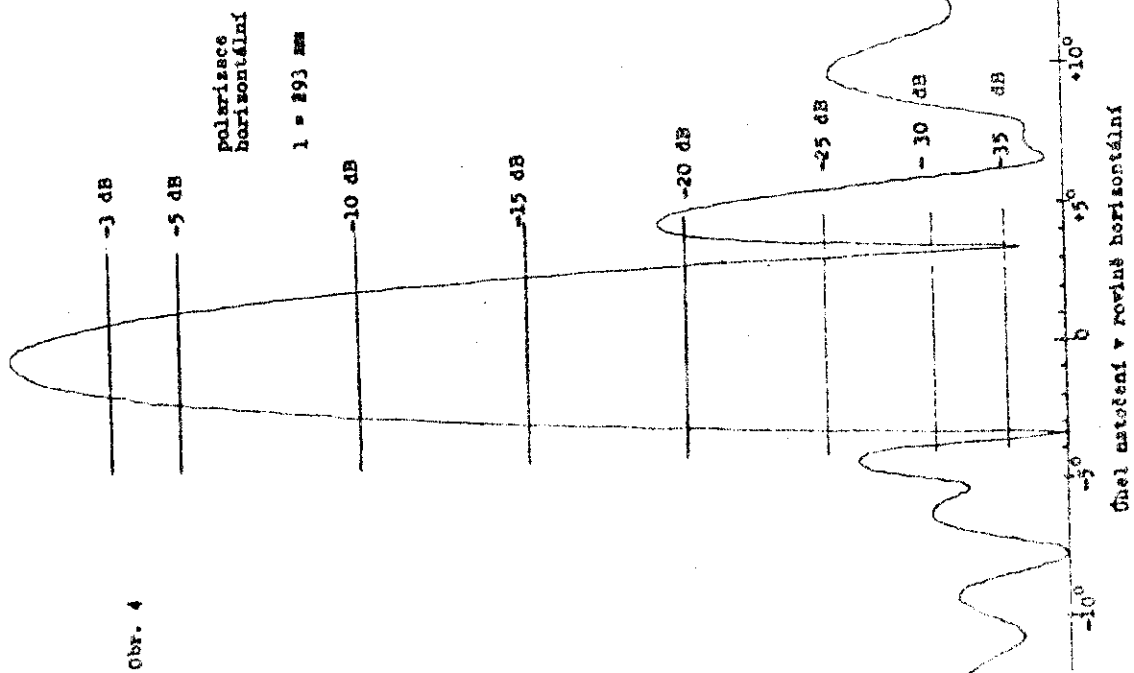
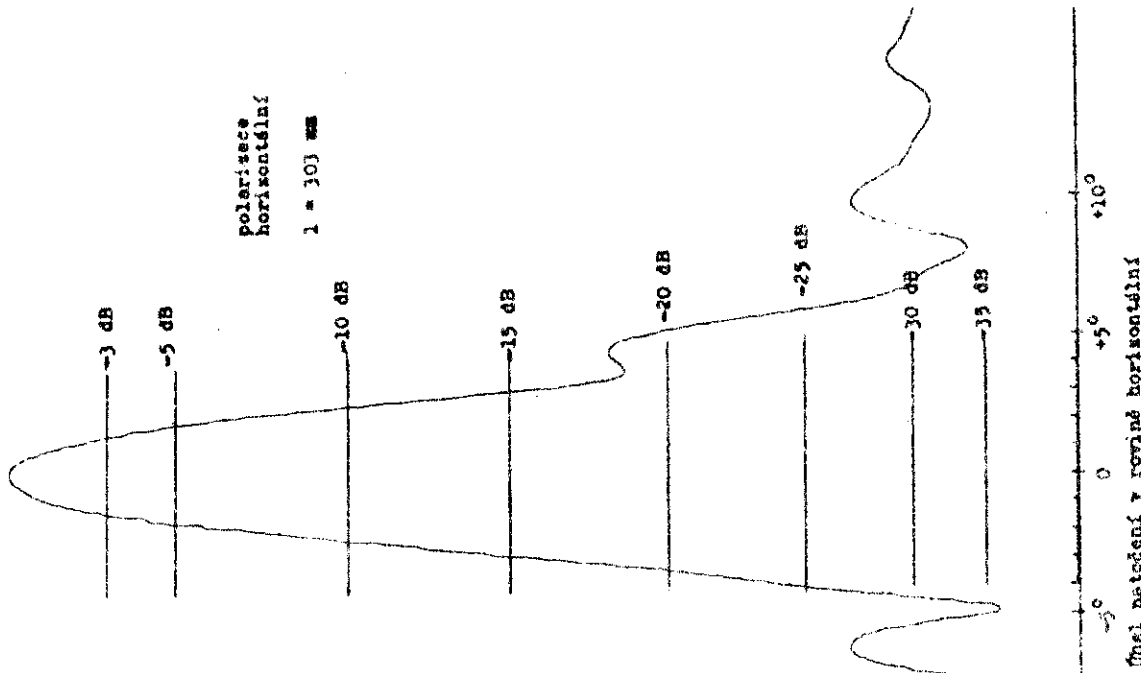
Po konečném nastavení zářiče do této polohy byly směřeny další diagramy a to základní diagram s širším rozsahem natočení (obr. 7), diagram s vertikální polarizací (obr. 8) a diagram ve vertikální rovině (obr. 9).

Šířky svazku hlavního laloku jsou na úrovni -3 dB v rovině horizontální $2,65^\circ$ a v rovině vertikální $2,7^\circ$.

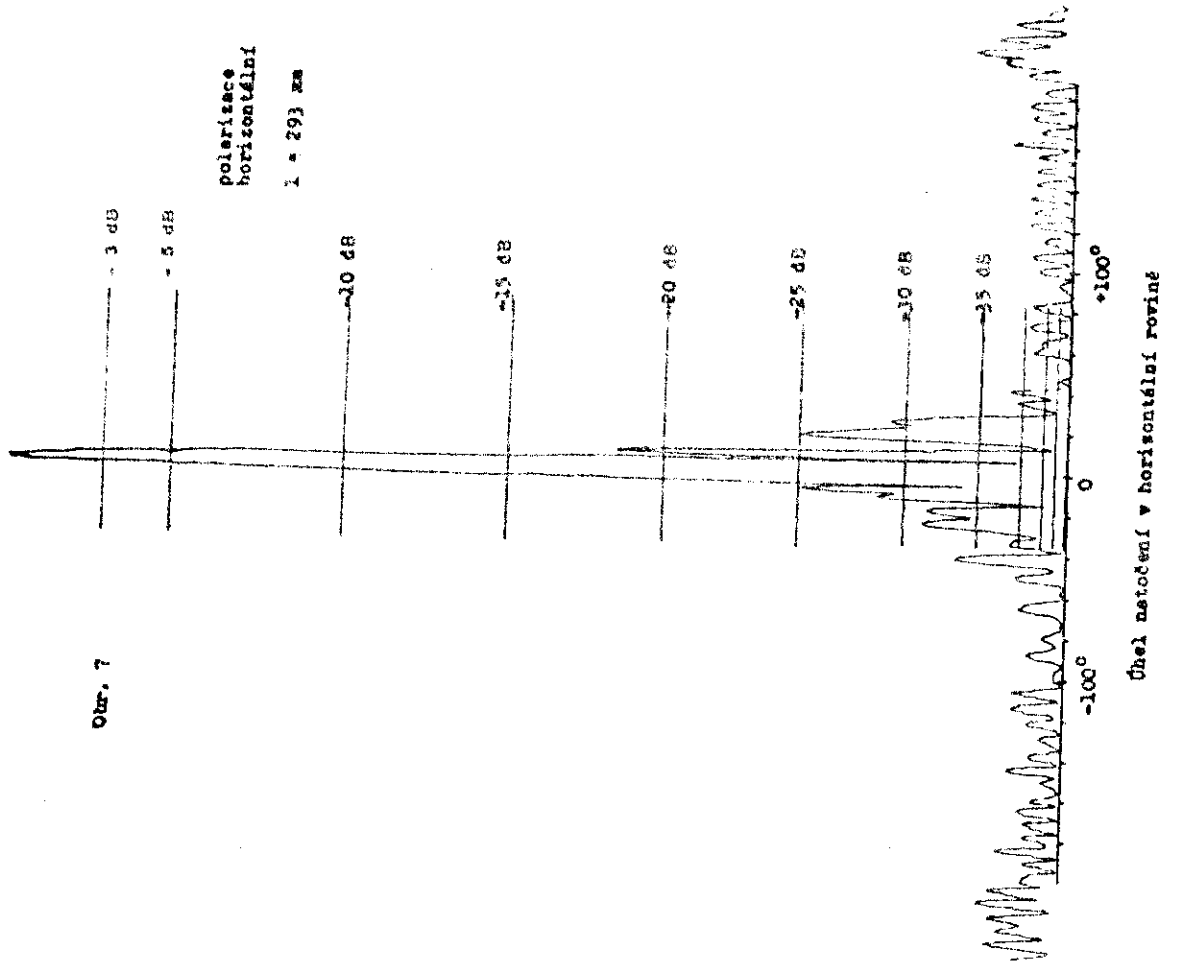
Maximální úroveň postranních laloků je -19 dB pro polarizaci horizontální a -16 dB pro polarizaci vertikální.

Dále bylo provedeno měření zisku. Byl přijímán signál střídavě měřenou anténou a normálovým trychtýřem o zisku 18 dB. Úroveň signálu přijímaného tímto trychtýřem byla o 17 dB nižší. Změřený zisk antény je tedy 35 dB.

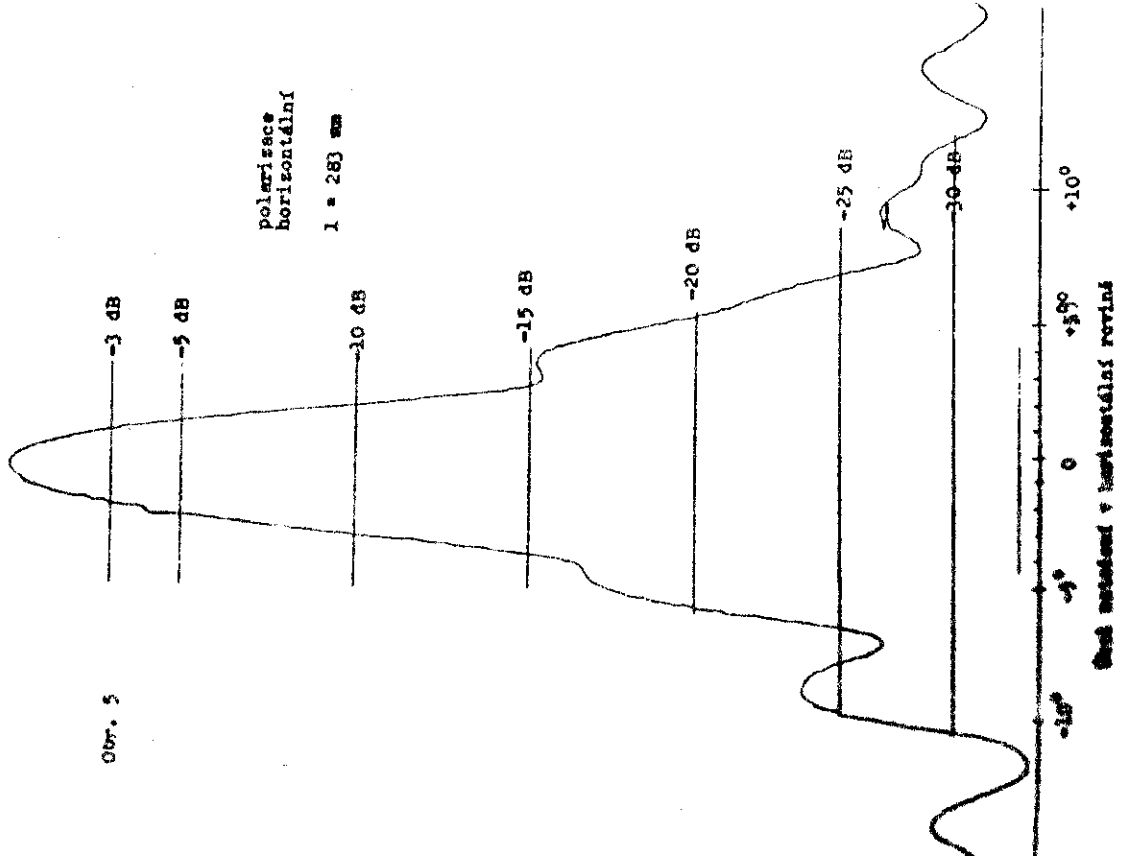
Účelem tohoto pojednání bylo, aby amatér, který se chce zabývat provozem na těchto GHz frekvencích, získal přehled o tom, jaký vliv má správné nastavení podobné antény, jak přesně se musí směřovat i jakého zisku dosáhneme takovouto poměrně malou parabolou.



Obr. 7

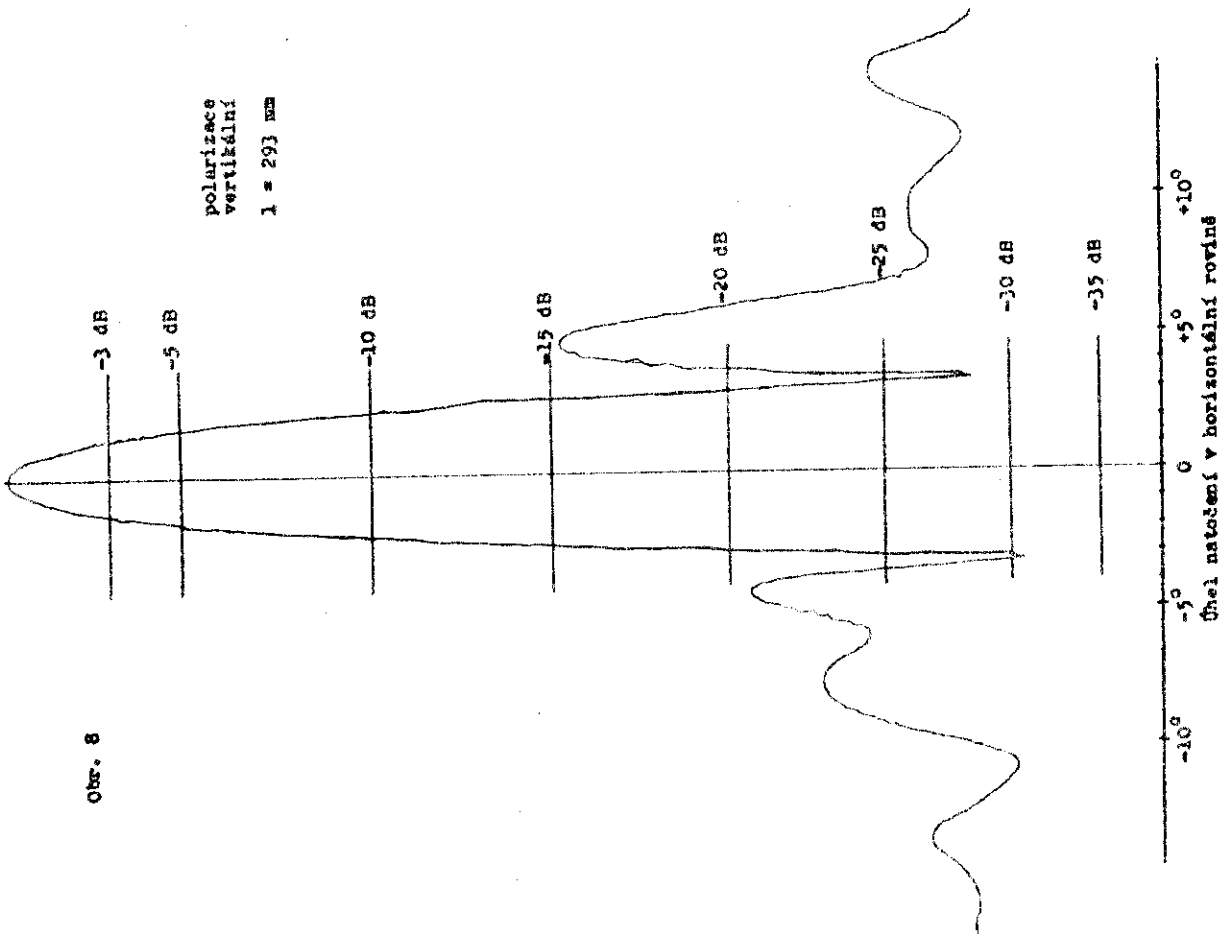


Obr. 5



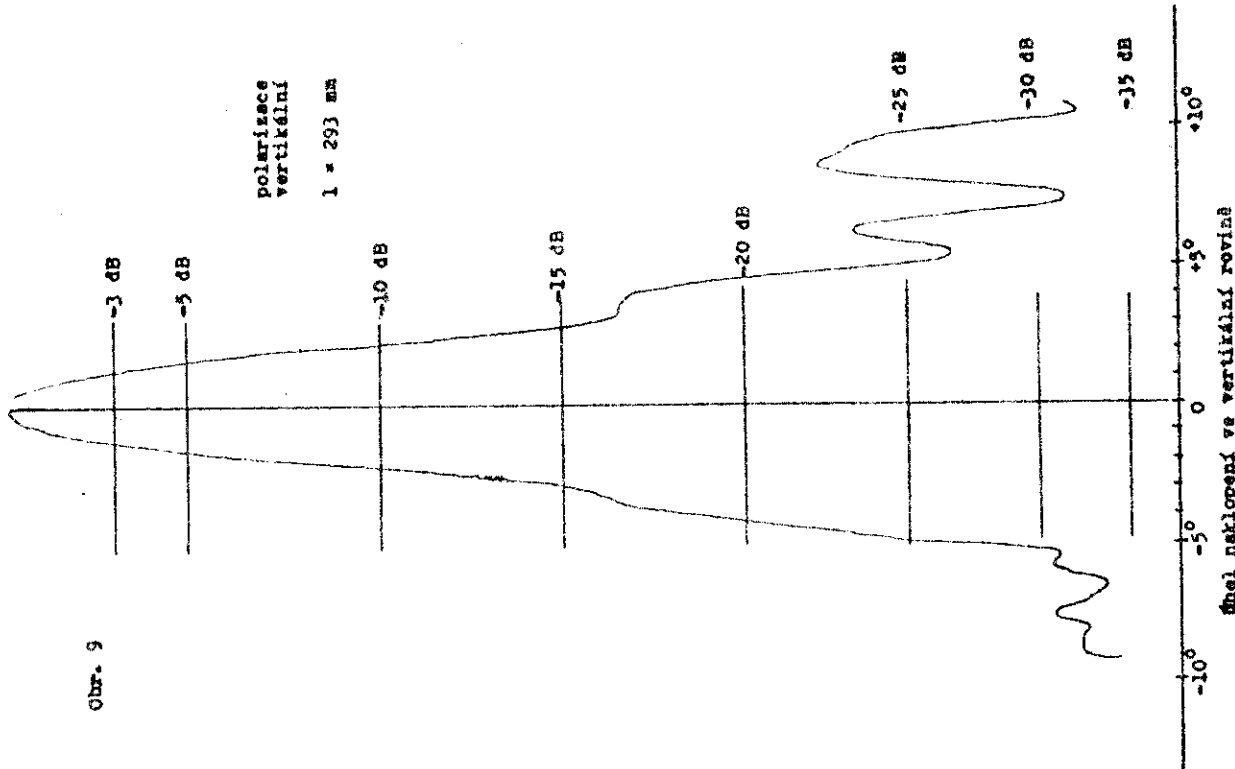
Obr. 8

polarizace
vertikální
l = 293 mm



Obr. 9

polarizace
vertikální
l = 293 mm

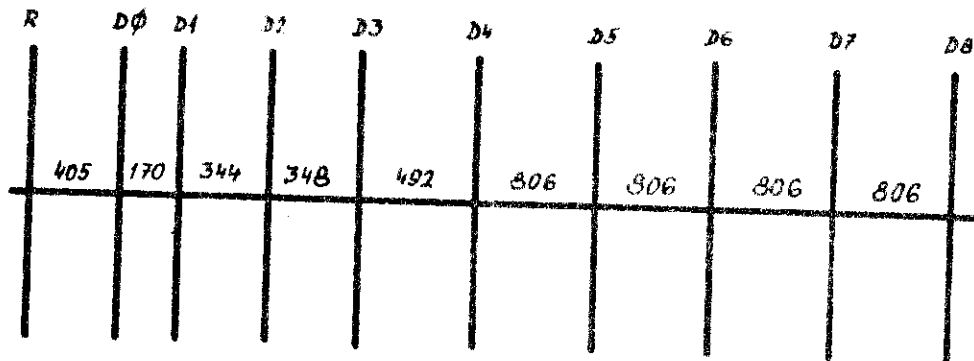


úhel nakiopení ve vertikální rovině

úhel nastočení v horizontální rovině

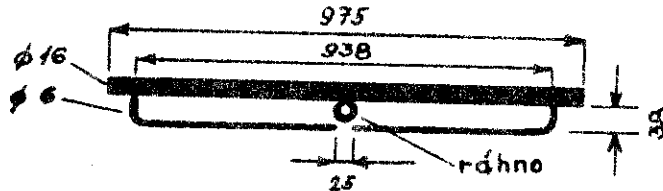
Antény pro 145 MHz, 433 MHz, 1296 MHz

PAØMS 145 MHz



Délky elem.

- R - 1045
- D1 - 908
- D2 - 906
- D3 - 906
- D4 - 906
- D5 - 896
- D6 - 885
- D7 - 881
- D8 - 860



Ráhno = φ 20 mm

R + D1 - D8 = φ 6 mm

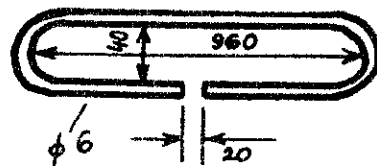
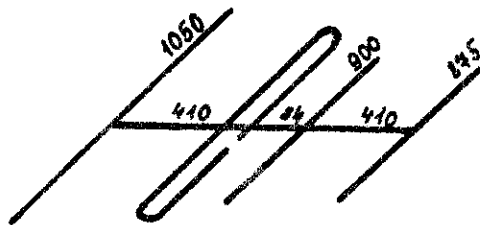
Žisk proti dipolu = 13 dB

Předozadní poměr = 25 dB.

Impedance = 300 Ω

Déka anteny 5m, také 7. prvko-
vá = 2,5m.

OK1KRC 145 MHz



Pasivní prvky φ 6 ÷ 8 mm

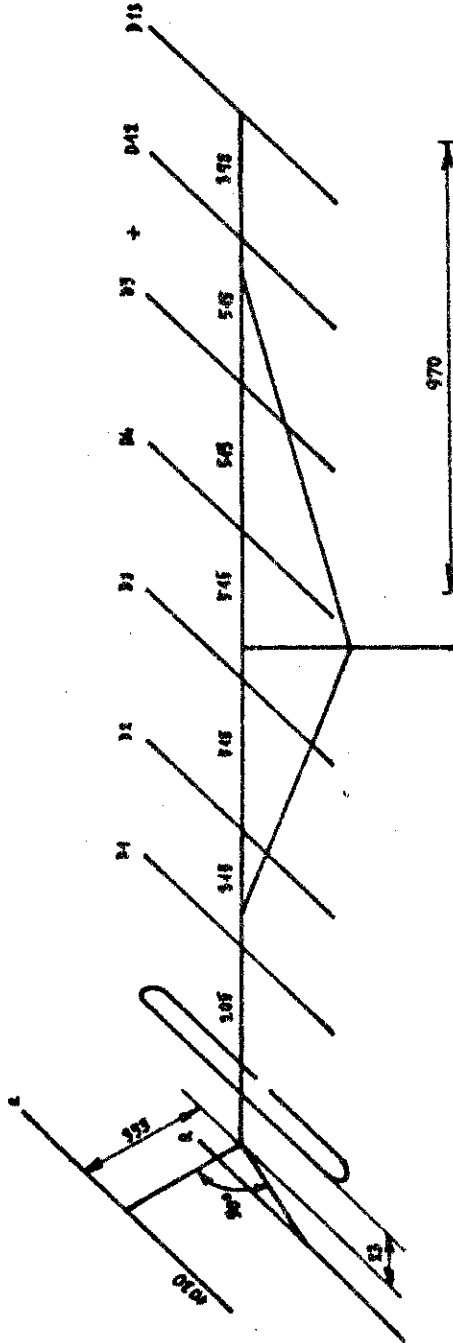
Žisk = 6,5 dB

Impedance = 300 Ω

Předozadní poměr 18 dB

ČSV < 1,4

ANTÉNA 141MHz F9 PT



D	420	D7	330	D ₁ , D ₄ +D ₁₃	φ 6 MM
D4	305	D8	330		
D1	318	D9	360		DIPOL φ 5 MM
D3	345	D10	360		RÁMNO φ φ 20 MM
D4	345	D11	360		
D5	345	D12	360		
D6	345	D13	360		

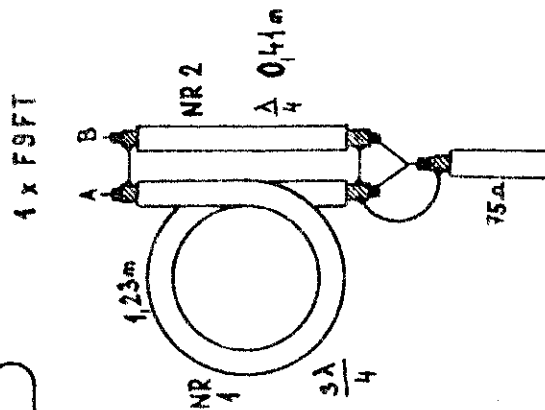
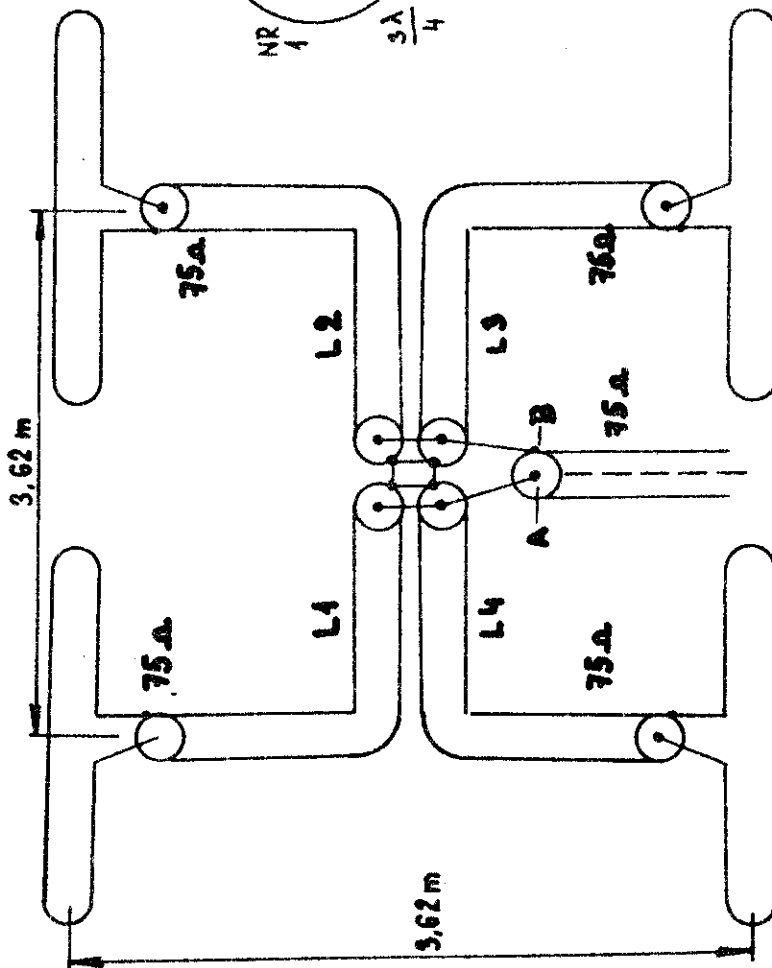
ZISK -16dB
IMPEDANCE 75Ω

VELKA CM
HMOTNOST 4,4 KG

MĚRY V MM

NAPÁJENÍ 4. F9FT

4. F9FT



Kabel NR1 = Koef. $\times \frac{3}{4} \lambda$
Kabel NR2 = Koef. $\times \frac{\lambda}{4}$

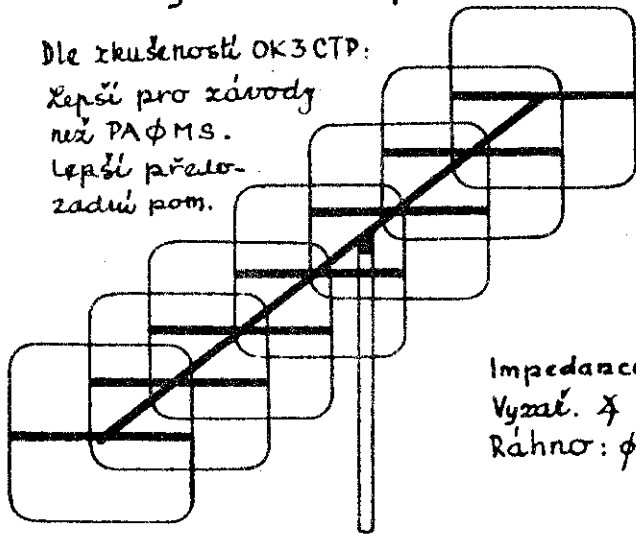
L1 = L2 = L3 = L4 = 2,50 m

GW 4 CQT 144 MHz

Zisk proti dipolu = 12,85 dB
čtyřče = 18,85

Dle zkušeností OK3CTP:

lepší pro závody
na PAΦMS.
lepší přeloz.
zadní pom.



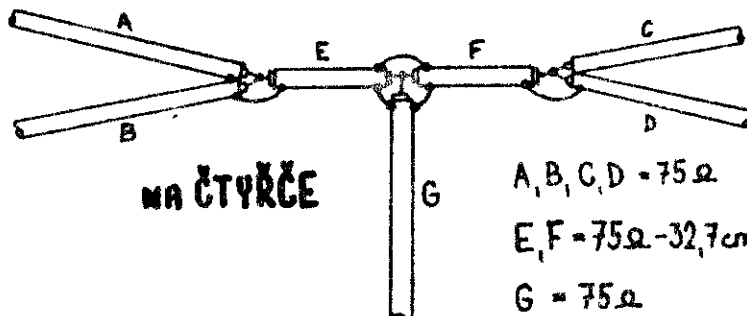
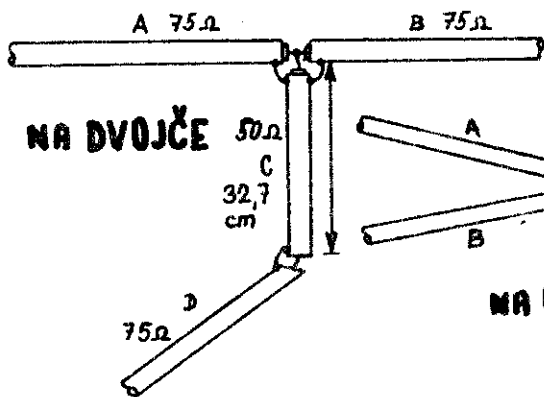
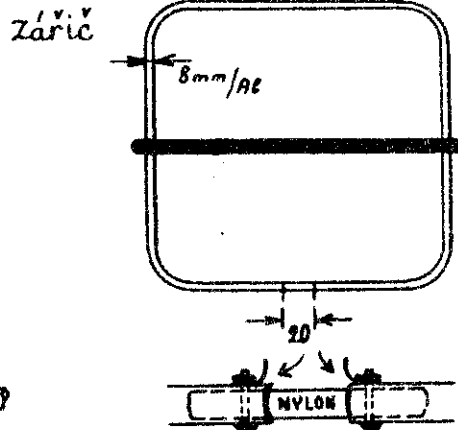
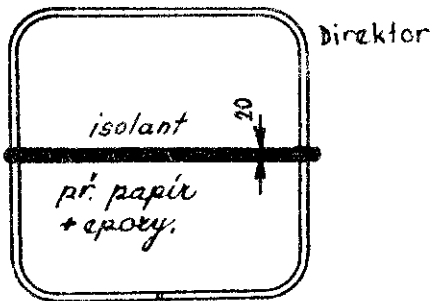
Impedance: 75Ω
Vyzář. \angle 33°
Ráňno: ϕ 25 mm

Vzdálenosti prvků:

Ref. - zářič	48,26 cm
Zář. - D1	43,18 "
D1 - D2	53,34 "
D2 - D3	39,37 "
D3 - D4	58,42 "
D4 - D5	50,80 "

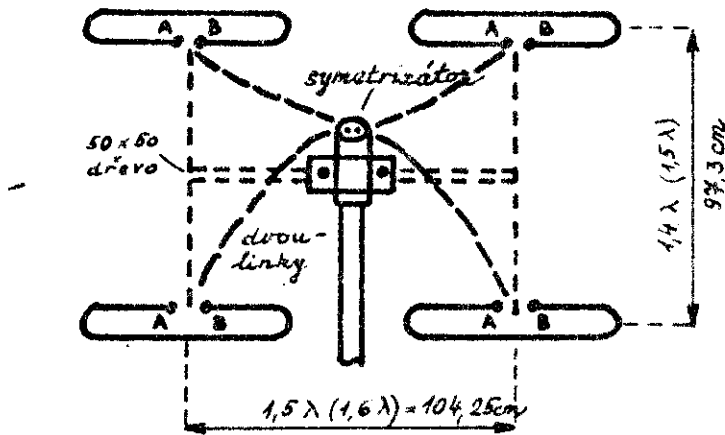
Velikost prvků:

Ref:	2,273 m (celk. dél.)
Zář.:	2,139 m
Direkt.	2,006 m (všechny)



A, B, C, D = 75Ω
E, F = 75Ω - 32,7 cm
G = 75Ω

OK1AIY 433 MHz ČTYRČE



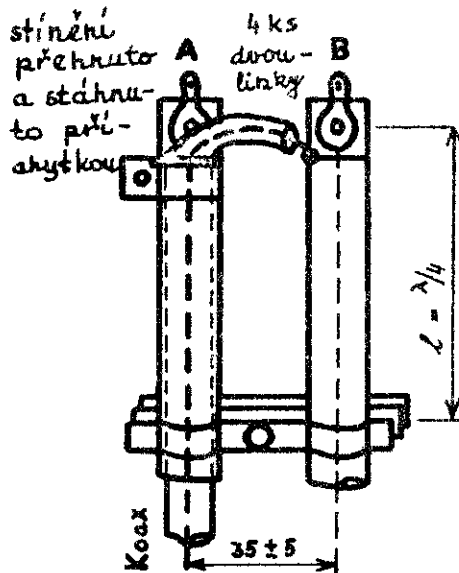
Základní anténa

OK 1 WCO

Délka jedné ant. - 1,35m

4 úseky dvoulinky
dlouhé jakkoliv,
ale všechny 4 stejné.

Symetrizátor z trubek
aby šel protáhnout
koax a celý je v
novodurovém krytu
proti námaže.

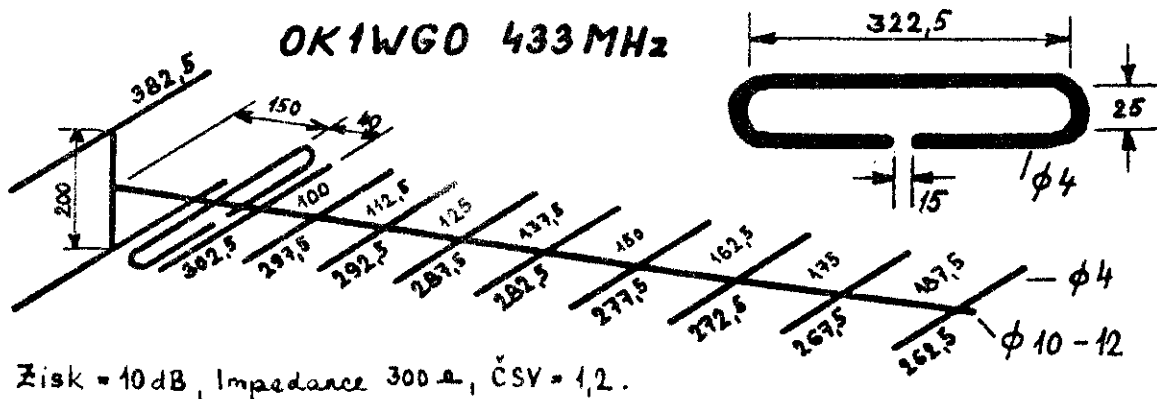


symetrizátor

Cu trubky ϕ 8-10 mm

cca 180 ± 20 mm na přesné nastavení
posuvným zkratem.

Posuvný zkrat, který se nastaví
v závěru reflektometrem na nejlepší
hodnotu PSV. Napáječ VFK 640 nebo
silnější.



Zisk = 10 dB, Impedance 300 Ω, ČSV = 1,2.

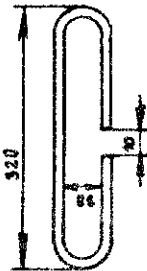
ANTÉNA 433 MHz F9 FT

R	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	
58	62	74	462	482	200	232	270	270	270	270	270	270	270	270	270	270	270	270	270	270

R	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11
360	325	315	305	305	305	305	300	298	290	290	290

KĚRY V MM

R, D1-D18 $\phi 4$
Z $\phi 5$

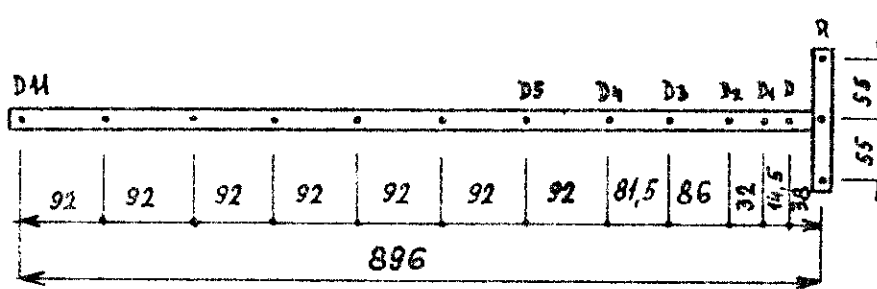


ZISK PROTI DIPÓLU 16,4 dB
ČÍMTEL ZPĚTNÉHO PŘÍJMU 16 dB
IMPEDANCE 75 Ω

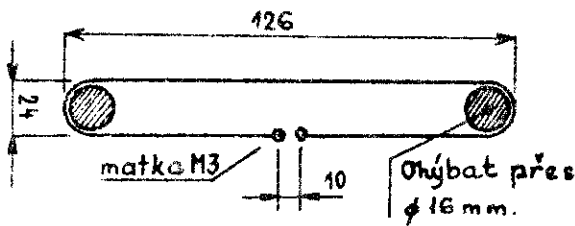
RAKNO 16,5 x 46,5 (PŘÍP. P 16) $\lambda = 4580$

ANTÉNA PRO 1296 MHz OK1KIR

NOSNÁ TYČ - OCEL. TRUBKA ϕ 12/10 mm. VŠECHNY PRVKY ϕ 4 mm.
VŠE SPÁJENO MOSAZÍ.



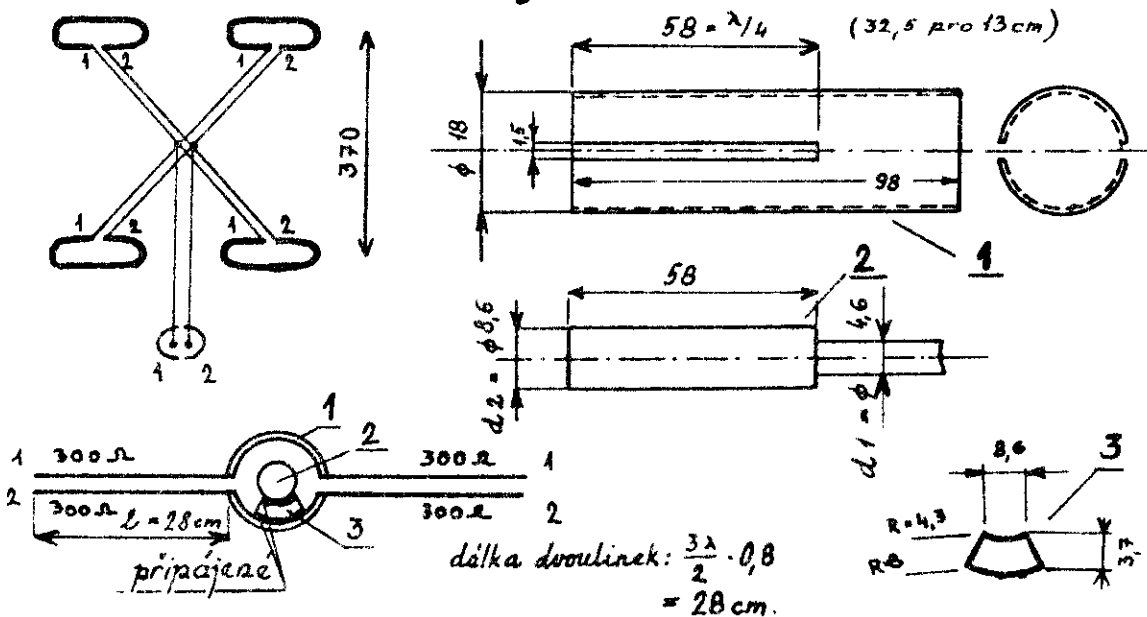
- Délky:
- R = 175
 - D = 126
 - D1 = 99,5
 - D2 = 95,5
 - D3 - D4 = 95
 - D5 - D8 = 94
 - D9 - D11 = 93



- G = 13,5 dB
- ČZZ = 22 dB
- $\angle E = 33^\circ$
- $\angle H = 34^\circ$

360 **4 x 15 Yagi**

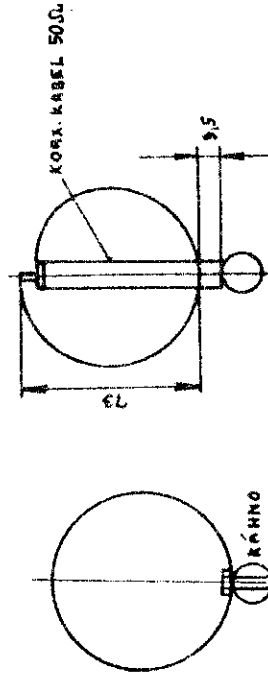
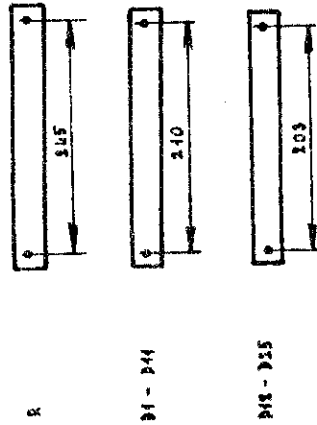
SYMETRIZÁTOR



ANTÉNA 1296MHz - LOOP YARI G3 JVL

MS	R	Z	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D20	D21	D22	D23	D24	D25	
79	34	285	21	45	45	51	59	90,5	90,5	172																	90,5	90,5

JEDNOTLIVÉ ELEMENTY JSOU TYČČENY
STOČENÝM PÁSKEM AL PLECHU 0,8+1 MM
DO KRUHU:



PŘÍPEVNĚNÍ R, D1+D25 ZÁŘIČ - ČU PÁSEK

KÁHNO Ø 12 (PŘÍP. 12x12)

D5 - REPLEKTOROVÁ STĚNA 120 x 120, PLECH AL
MĚRY V MM

IMPEDANCE ANTENY 50Ω

Sdružování antén G3JVL pro pásmo 1296 MHz, pomocí úseku $\lambda/4$

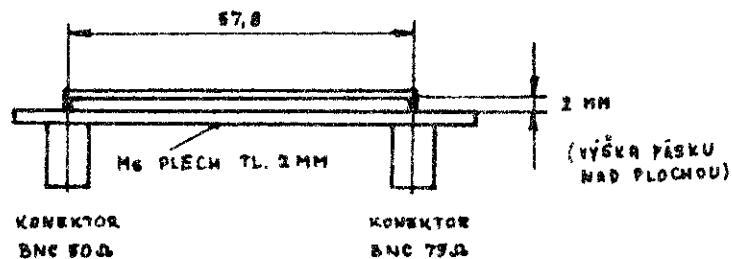
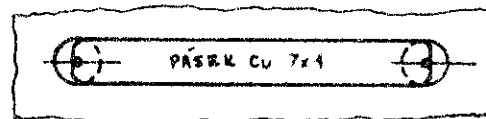
$Z_1 = 50 \Omega$ impedance anteny

$Z_2 = 75 \Omega$ impedance napáječe

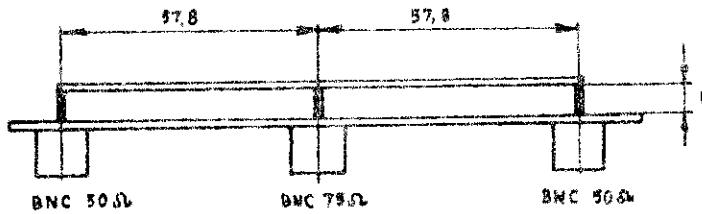
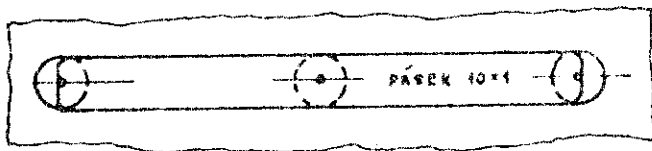
Z_0 impedance úseku $\lambda/4$

$Z_0 = \sqrt{Z_1 \cdot Z_2}$ 1296 MHz: $\lambda/4 = 57,82 \text{ mm}$

1. Přizpůsobení jedné antény



2. Přizpůsobení dvou antén



3. Přizpůsobení čtyř antén

