

Začínáme pracovat na mikrovlnách

Matěj Petržílka, OK1TEH

www.ok2kkw.com

60.Zjazd PK UKF
Zieleniec 2022



**Aneb proč a jak úspěšně (dlouhodobě) pracovat
na frekvencích nad 1 GHz (mimo EME)?**

Co jsou mikrovlny?

- Jako mikrovlny jsou nazývány elektromagnetické vlny o vlnové délce od cca 30cm až do 1 mm, což odpovídá frekvencím v rozmezí od 1 do 300 GHz

Electromagnetic spectrum			
Name	Wavelength	Frequency (Hz)	Photon energy (eV)
Gamma ray	< 0.01 nm	> 30 EHz	> 124 keV
X-ray	0.01 nm – 10 nm	30 EHz – 30 PHz	124 keV – 124 eV
Ultraviolet	10 nm – 400 nm	30 PHz – 750 THz	124 eV – 3 eV
Visible light	400 nm – 750 nm	750 THz – 400 THz	3 eV – 1.7 eV
Infrared	750 nm – 1 mm	400 THz – 300 GHz	1.7 eV – 1.24 meV
Microwave	1 mm – 30cm	300 GHz – 1000 MHz	1.24 meV – 1.24 µeV
Radio	≥ 30cm	≤ 1000 MHz	≤ 1.24 µeV

- Radioamatérům je přiděleno 11 radioamatérských pásem – 1,3GHz, 2,3 GHz, 3,4 GHz, 5,7 GHz, 10 GHz, 24 GHz, 47 GHz, 76 GHz, 122 GHz, 134 GHz, 242 GHz
- Každé z těchto GHz pásem má své jedinečné charakteristiky!



- šířka přidělených pásem umožňuje dostatečný prostor pro experimenty

Proč se věnovat mikrovlnám?



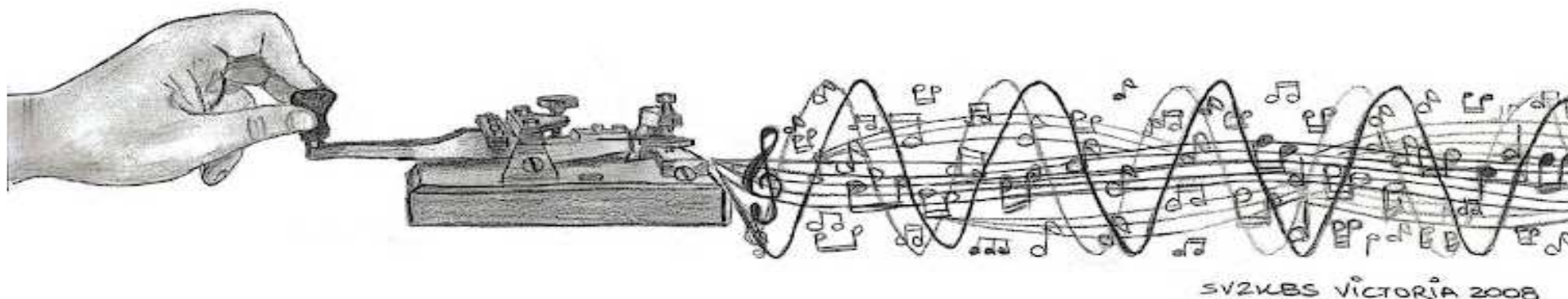
- Nejen z toho důvodu, že na nich máme jako radioamatéři bohatý frekvenční příděl, ale také z důvodu, že:
- dosažení dobrých výsledků není jednoduché – jedná se o výzvu,
- je to příležitost zkusit něco nového a zatím zde téměř „neřádí“ provoz na FT8..
- je to oblast, kde neustále dochází k novým objevům a poznatkům,
- práce na mikrovlnách vrací radioamatéry zpět ke kořenům, tj. především k „experimentování“ a konstruktérské činnosti,
- Efekt úměrnosti výsledků - tj. pokud vynaložíme dostatečné úsilí k vybudování dobré stanice a budeme používat vhodnou kótu, vynaložené úsilí bude v drtivé většině případů úměrné vynaloženému úsilí (viz protiklad např. 2m Es). Nicméně toto pravidlo pochopitelně neplatí vždy a absolutně.
- Mikrovlny jsou zcela jiným světem, než například KV. Tím nechci v žádném případě hanět KV, jen nelze srovnávat hrušky a jablka. Např. význam co je termín „DX“ či „QRP“ na 14 MHz vs. např. 76 GHz. V pásmu 122 GHz je QRO např. i pouhý 1mW (!).
- A mimochodem - nevyskytují se zde v tak hojné míře narušení jedinci, kteří by vás jak je např. častým zvykem na 2m úmyslně rušili, protože většinu zařízení (zejména od 13cm výš) nelze komerčně koupit jako hotový celek a k výrobě jak antén tak i dalšího zařízení jsou třeba dostatečných znalostí a zkušeností..

Časté omyly příchozích z nižších pásem

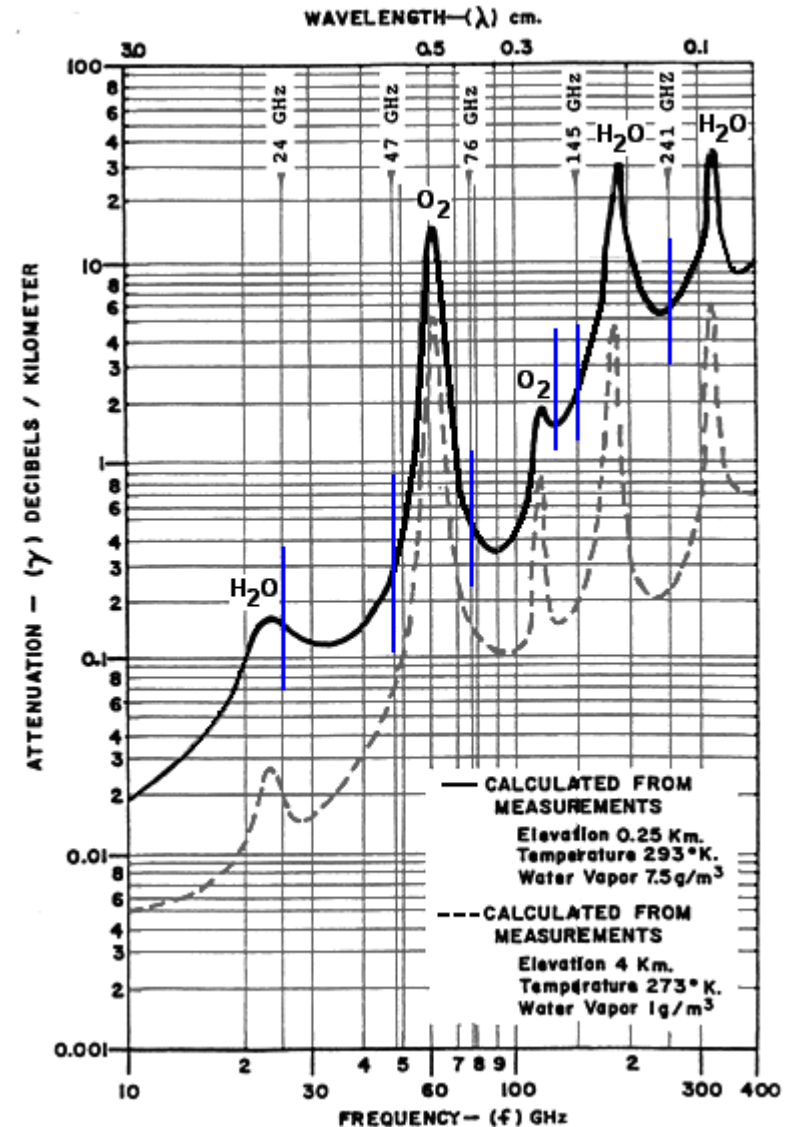
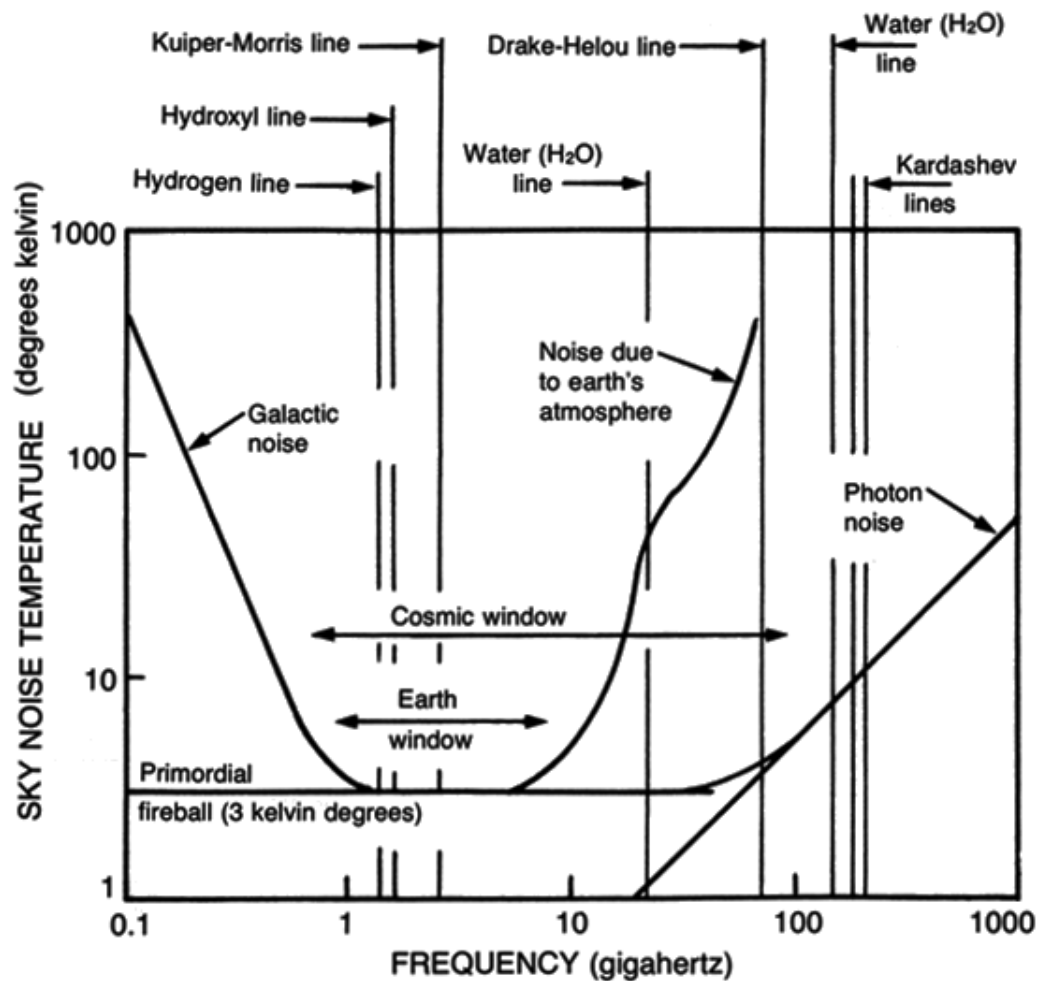
- **Mikrovlny se šíří pouze na přímou vzdálenost** – ač se zde již neuplatňuje šíření pomocí ionosféry, je zde možné využít řady různých odrazů, rozptylů a lomů. Nejedná se pouze o EME, ale například i o troposférické vlnovody či odrazy od letadel umožňující překlenout značné vzdálenosti v řádů několika stovek km.
- **Na MW pásmu nikdo není (není koho dělat)** – ač je celkový počet stanic pracujících na těchto kmitočtech jistě nižší než např. na 2m, je nutné pamatovat, že díky směrovým anténám je i při závodech slyšet většinou pouze toho, kdo na nás anténu přesně otočí. Díky této skutečnosti je zde velmi důležité používat mikrovlnné chaty či nižší VKV pásma pro domluvu kmitočtu či nasměrování. Tím ovšem není zcela vyloučen provoz Random, tj bez domluvy viz například RainScatter v pásmu 10 GHz.
- **Podvádění na chatech** - nemusíte mít strach, že by kvůli použití chatů docházelo k podvodům jako je třeba předávání RST, mikrovlnní radioamatéři mají velkou provozní kázeň a komunikace na ON4KST chatu je dohledatelná. Mimochodem na rozdíl od nižších pásem je zde vcelku běžné dostat report např. 419 či 56.
- **Nemá smysl investovat peníze do pořízení zařízení, které bude stát neúměrné množství peněz a na které se pak udělá pouze pár QSO** – v pásmech nad 1 GHz nelze přepočítávat peníze na QSO. Je zde nutné přijmout jinou filozofii, totiž že cílem je cesta a výsledné QSO je již pouze pomyslnou třešničkou na dortu. Ostatně je třeba pamatovat, že větší finanční částka je pouze daní za chybějící čas, znalosti či drahou měřicí techniku.

Zásadní věci ovlivňující úspěch práce na mikrovlnách

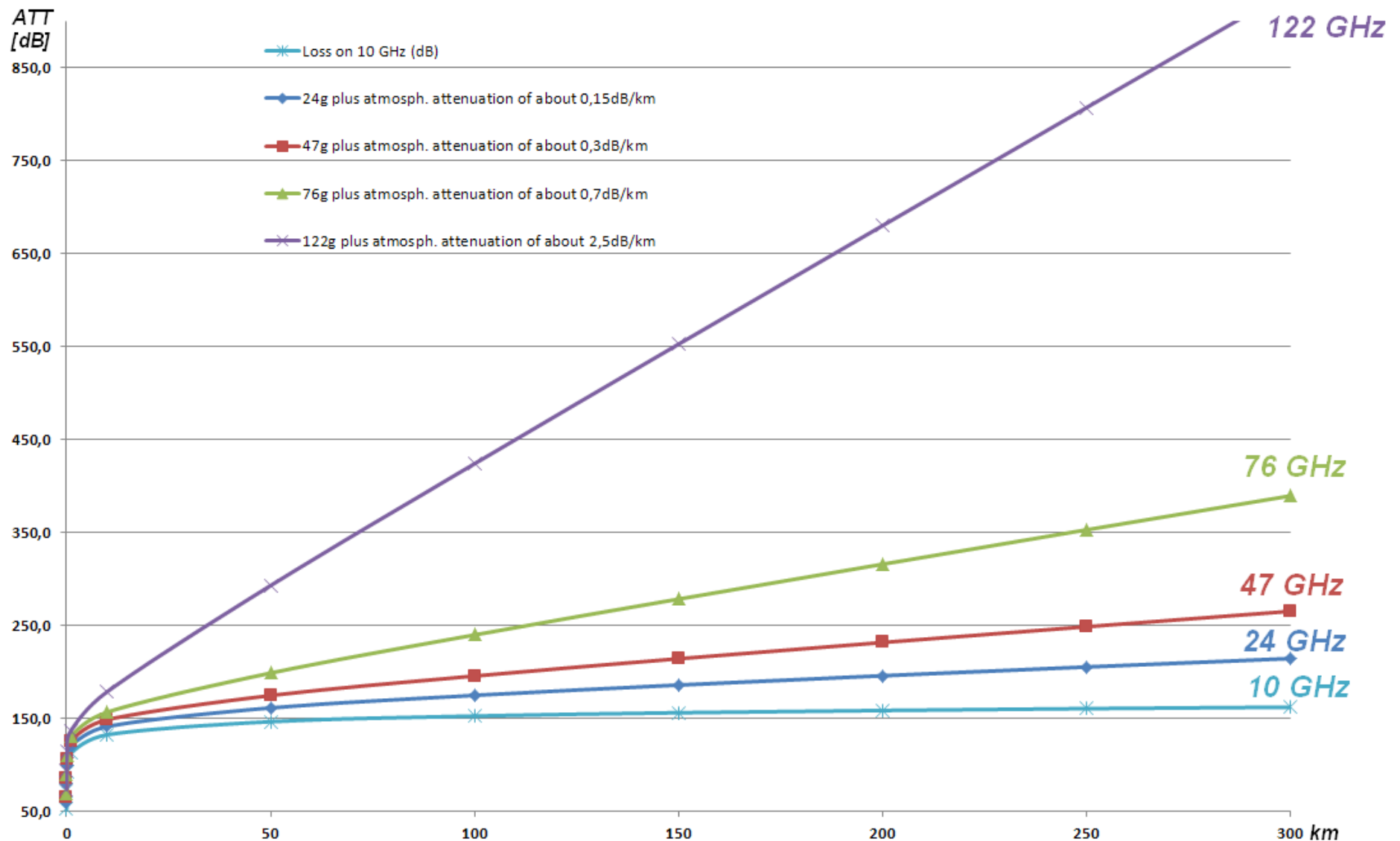
- Zvládnutí podmínek šíření a jejich specifik – tropo, RS/SSB, AP, EME, ...
- Dostupnost použitelného QTH a znalost jeho možností – výška, poloha, rušení
- Rozdílný význam majáků proti nižším VKV či KV pásmům
- Požadavky na zařízení včetně antén a transvertorů – LIFE IS TOO SHORT FOR QRP!
- Znalost termínů soutěží a jejich pravidel, přezkoušení zařízení před výjezdem na /P
- Znalost telegrafu a znalost práce s mikrovlnným chatem a Internetem obecně
- A především VELKÁ TRPĚLIVOST !!



Podmínky šíření v mikrovlnných pásmech – vliv atmosféry



Podmínky šíření na EHF a SHF atmosféra + volný prostor



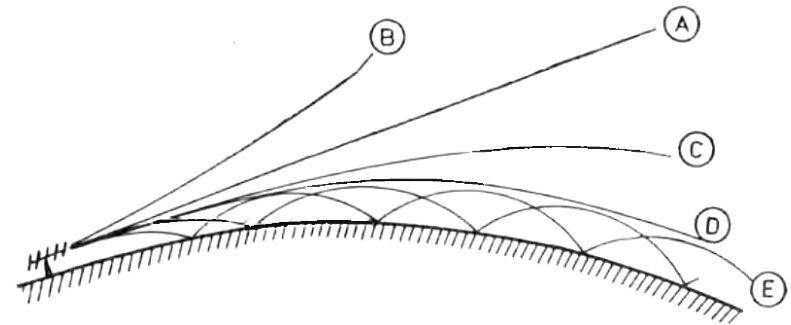
Podmínky šíření atmosféra + volný prostor = co to v praxi znamená např. na 122 GHz?

122G

QRB:	výkon:	1. anténa:	2. anténa:	úroveň RX:	S/N
150 m	1 mW	otevřený vlnovod	otevřený vlnovod	-107 dBm	5 dB
13 km	1 mW	otevřený vlnovod	40 cm	-107 dBm	5 dB
100 km	1 mW	40 cm	40 cm	-107 dBm	5 dB
132 km	1 mW	121 cm	47 cm	-107 dBm	5 dB
150 km	1 mW	121 cm	121 cm	-107 dBm	5 dB
200 km	25 mW	121 cm	121 cm	-107 dBm	5 dB
220 km	100 mW	121 cm	121 cm	-107 dBm	5 dB
250 km	1 W	121 cm	121 cm	-107 dBm	5 dB
250 km	100 W	40 cm	40 cm	-107 dBm	5 dB

Podmínky šíření - troposférické dukty (superrefrakce)

- základním prvkem určující elektrické vlastnosti prostředí je dielektrická konstanta (permitivita prostředí = ϵ), s tou je přímo úměrná hodnota indexu lomu $N = \epsilon^{1/2}$
- vertikální gradient indexu lomu (g) charakterizuje změnu indexu lomu v závislosti na změně výšky, které ovlivňuje vlhkost vzduchu a teplota
- v normální troposféře index lomu plynule klesá s narůstající výškou



Kladná refrakce (situace kdy je $g < 0$):

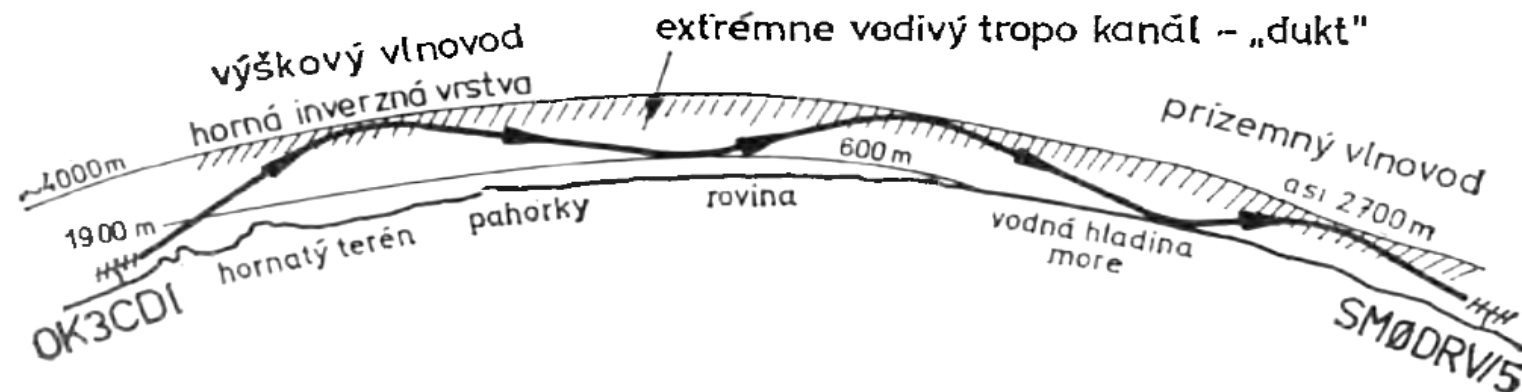
1) **standardní** - šíření lehce přesahuje optický dosah (radiový poloměr Země)

2) **kritická** - index lomu klesá s výškou rychleji. Při hodnotě vertikálního gradientu indexu lomu $g = -1,57 \cdot 10^{-7} \text{ m}^{-1}$ nastávají podmínky, při kterém ekvivalentní poloměr zakřivení dráhy VKV je shodný s poloměrem Země

3) **nadkritický lom - superrefrakce** - vznik vlnovodného kanálu. V tomto případě je poloměr zakřivení VKV menší než poloměr Země - vlny se vracejí k zemskému povrchu.

Spojení na vzdálenost přes 1000km lze navazovat v pásmech 70 MHz až 10 GHz.

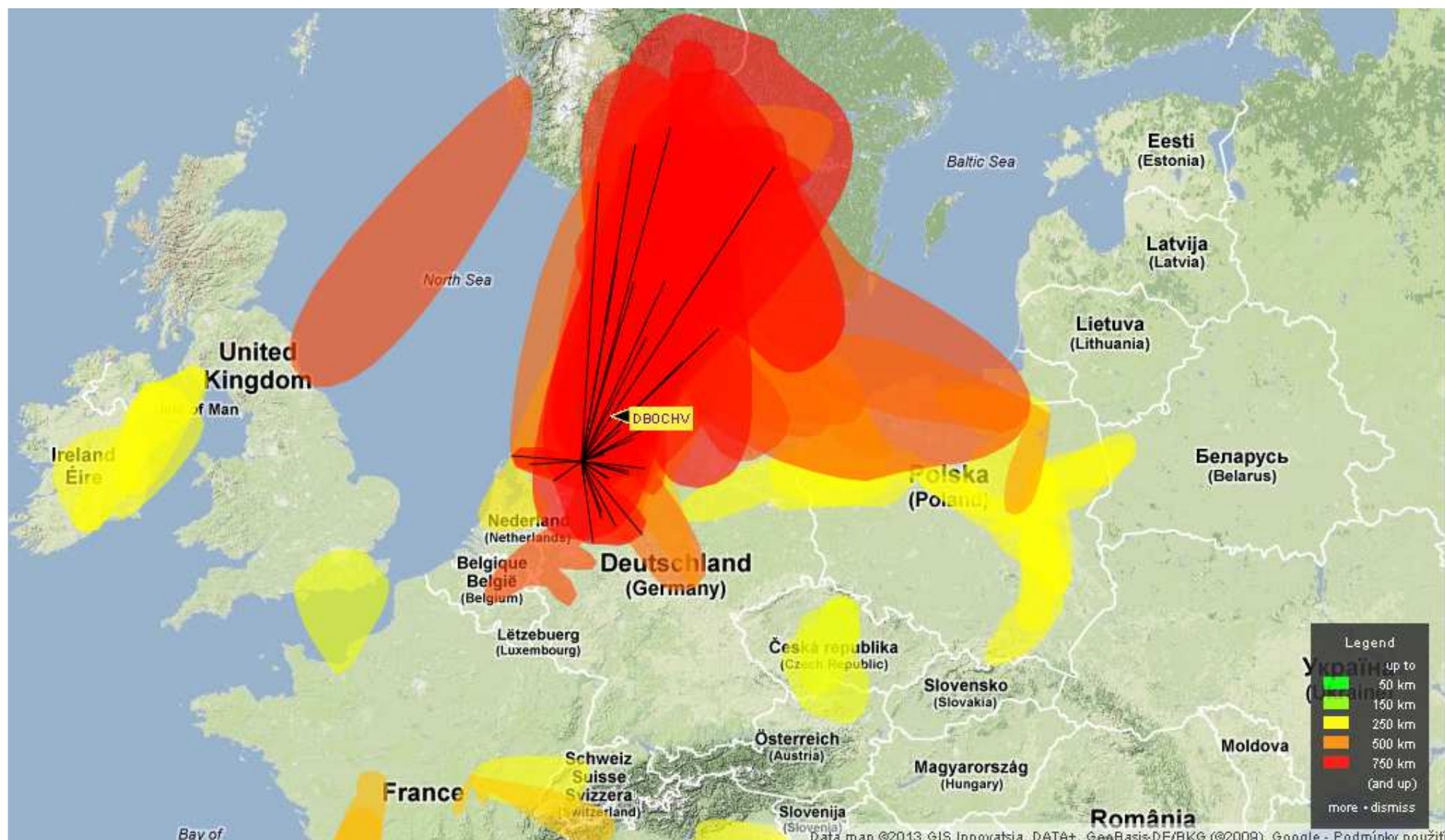
Podmínky šíření - troposférické dukty (superrefrakce)



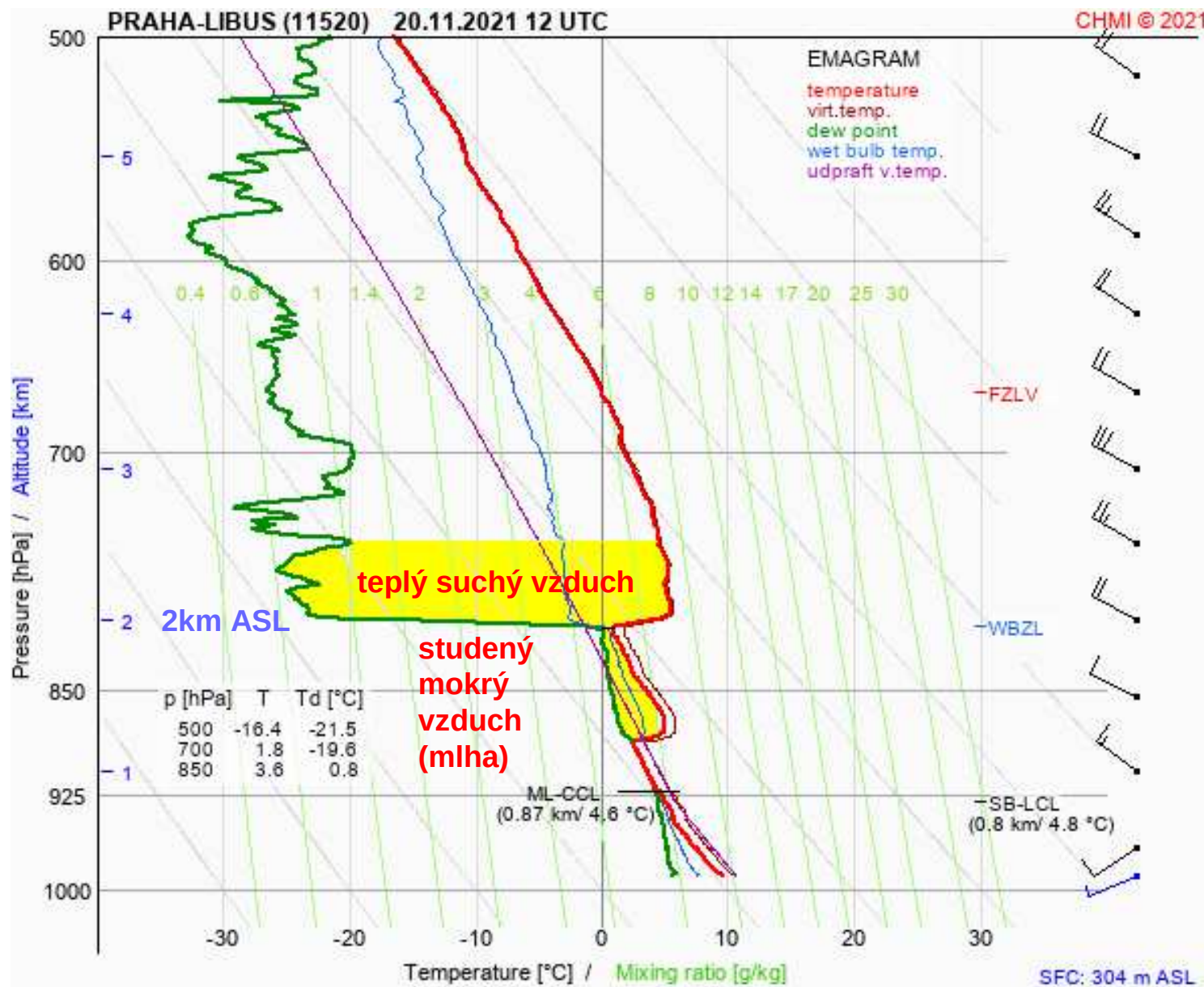
- Tloušťka vlnovodu ovlivňuje použitelnou frekvenci, může se snadno stát, že například duct funguje na 23cm a ne na 2m. Extrémně úzké vlnovody použitelná nad pásmo 13cm jsou velmi vzácné až na speciální výjimku šíření 3cm v blízkosti mořské hladiny.
- Nevýhodná poloha ČR, častější šíření nad jezery a nížinami např. z SP do G, OH, SM
- **Zásadní je dostupnost použitelného QTH přes cca 700m ASL, ideálně přes 1000m ASL**
- Sledování poklesu hranice vstupu do vlnovodu v nočních hladinách – větší šance pro nižší QTH.
- Využitelnost inverzního počasí pro pásma nad 24 GHz – suchý vzduch = nízký útlum!
- Předpověď podmínek šíření – Hepburn, F5LEN, synoptické mapy, pravidelné sledování majáků, DX clusteru, frekvencí pro FT8 a sítě APRS – méně falešných detekcí

Podmínky šíření – troposférické dukty - APRS

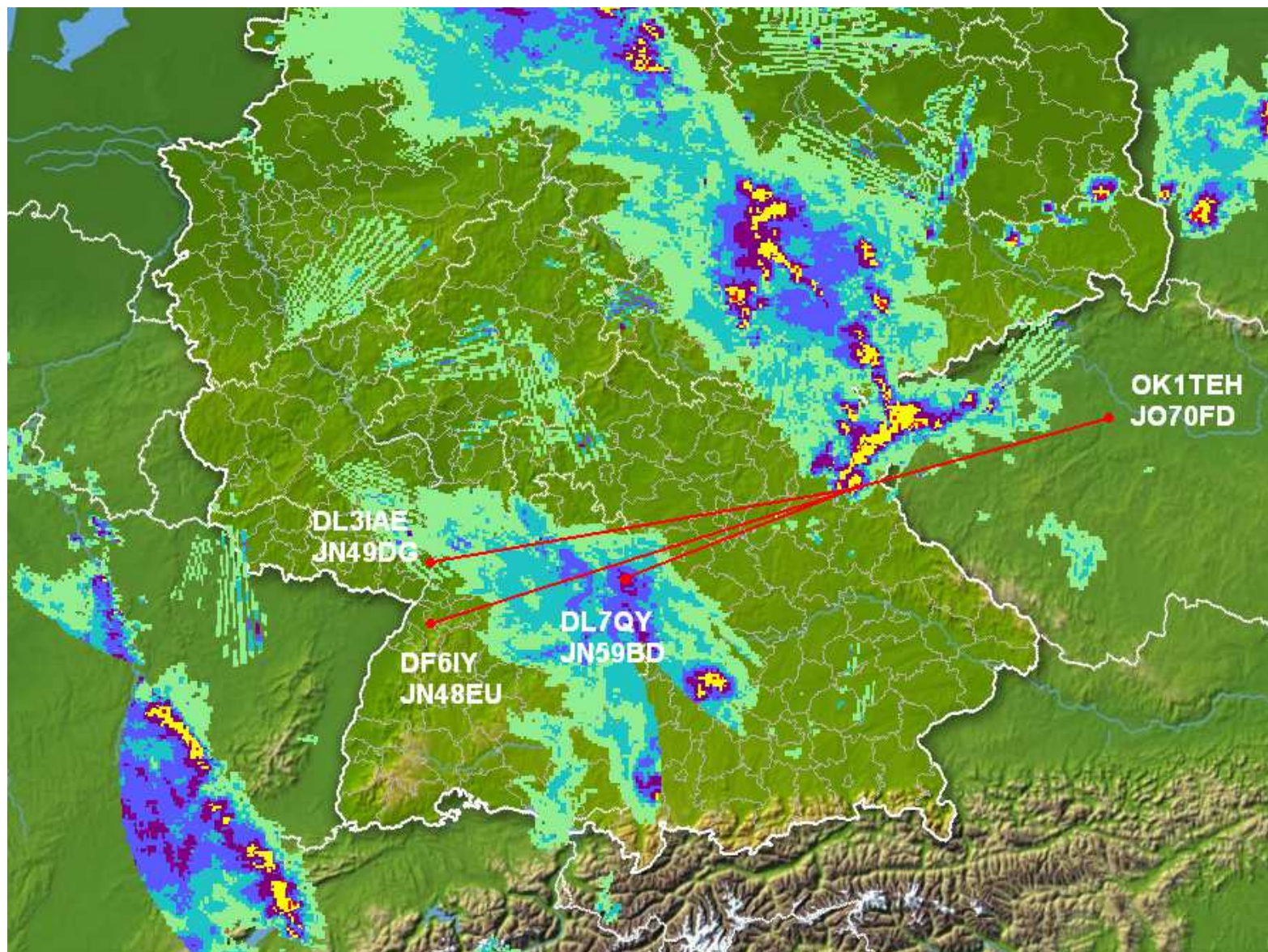
<http://aprs.mennolink.org>



Podmínky šíření – troposférické dukty – profil troposféry



Podmínky šíření v mikrovlnných pásmech – RS, SS

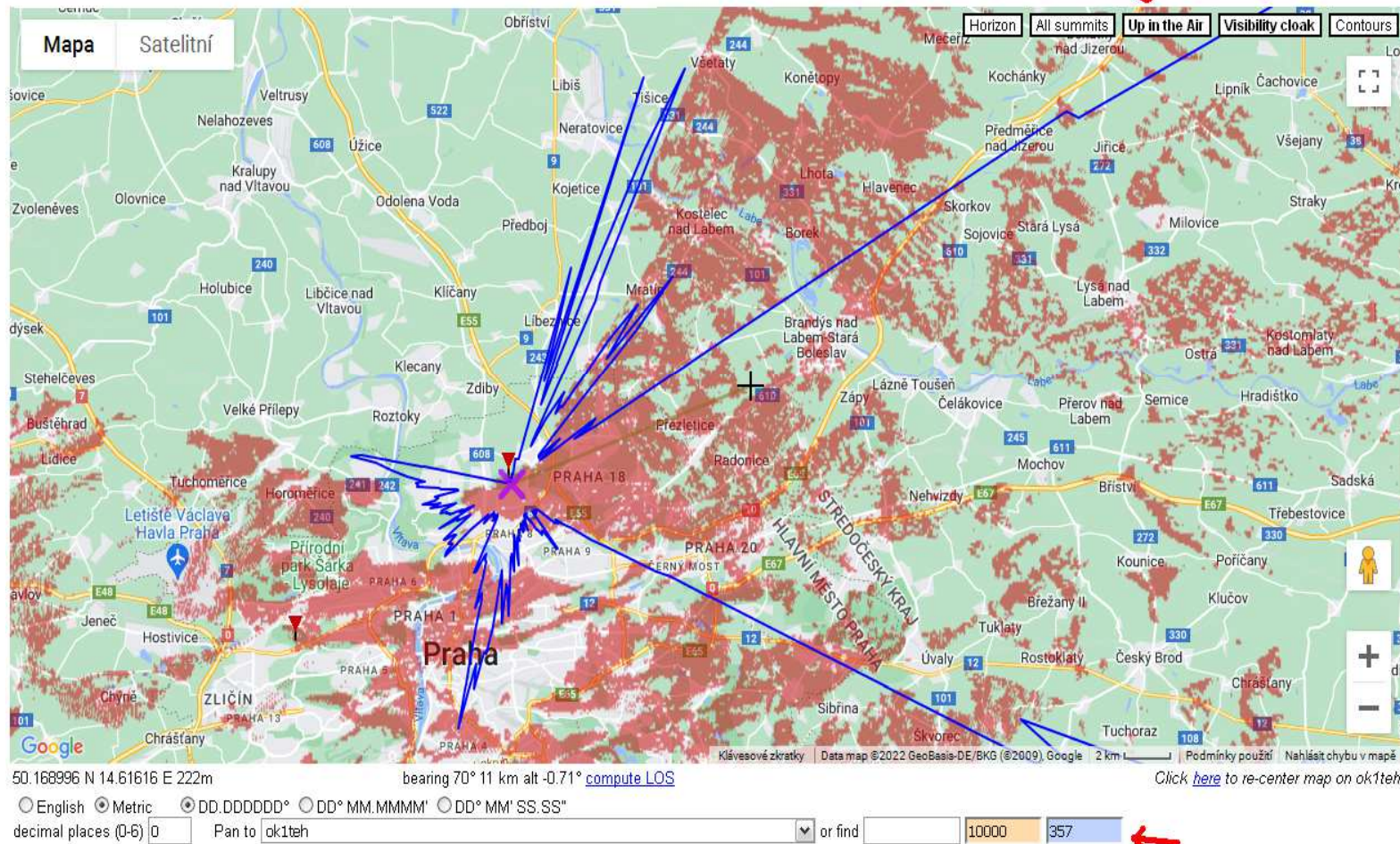


Podmínky šíření v mikrovlnných pásmech – RS, SS

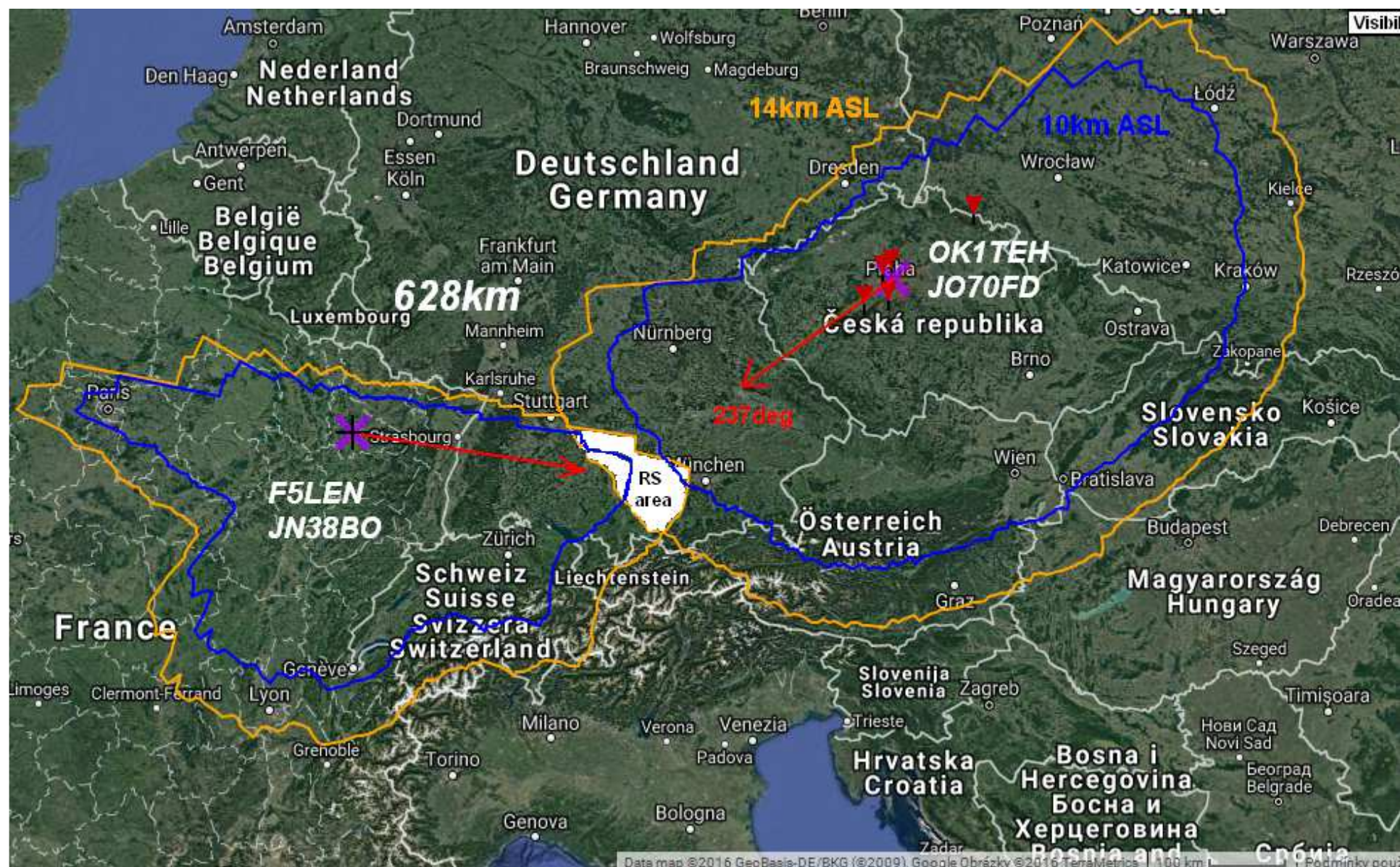
- RS – RainScatter - rozptyl na vodních kapkách velmi dobře funguje v pásmech 2,3 GHz až 24 GHz a ve výjimečných případech i v pásmech 23cm, 47 a 76 GHz. Nejvhodnějším pásmem je pásmo 10 368 MHz.
- SS – SnowScatter - rozptyl na sněhových vločkách – výhoda pro pásma 24 GHz a výše, jeho využití brání na vyšších GHz pásmech zatím obtížně generované výkony v řádu několika wattů
- Rozlišujeme 2 základní dělení vzniku bouřek:
 1. Frontální vznik bouřek - bouřkový systém postupuje na čele studené fronty a jeho výskyt je možný předpovědět s předstihem několika dnů. Pokud předpověď počasí vydá výstrahu na výskyt bouřek na určitý den, pro dlouhá RS spojení je nejvýhodnější zkusit aktivitu již o den dříve, kdy jsou bouřky ještě na západě DL.
 2. Konvektivní vznik bouřek – „vznik bouřek z tepla“ – mraky Cumulonimbus - jedná se často o nejsilnější bouře zasahující vysoko do stratosféry, které umožňují spojení na maximální vzdálenosti. Bouře tohoto typu vznikají zejména nad či v blízkosti vysokými horských masivů Alp a Karpat v poledních a odpoledních hodinách. Z hlediska RS se jedná často o lokálně ohraničený odrazný bod (SCP) a výhodou je absence dalších přidružených mraků fronty, které by způsobovaly útlum na trase. Nevýhodou je obtížná předpověditelnost přesného výskytu. Tento typ bouřek se vyskytuje především v období od konce května do půlky srpna.

Dostupnost použitelného QTH & znalost jeho možností

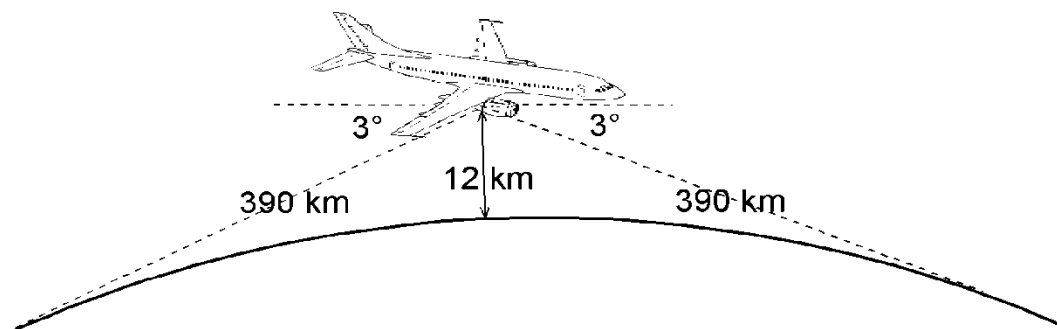
heywhatsthat celebrating ten years on the web



Dostupnost použitelného QTH & znalost jeho možností

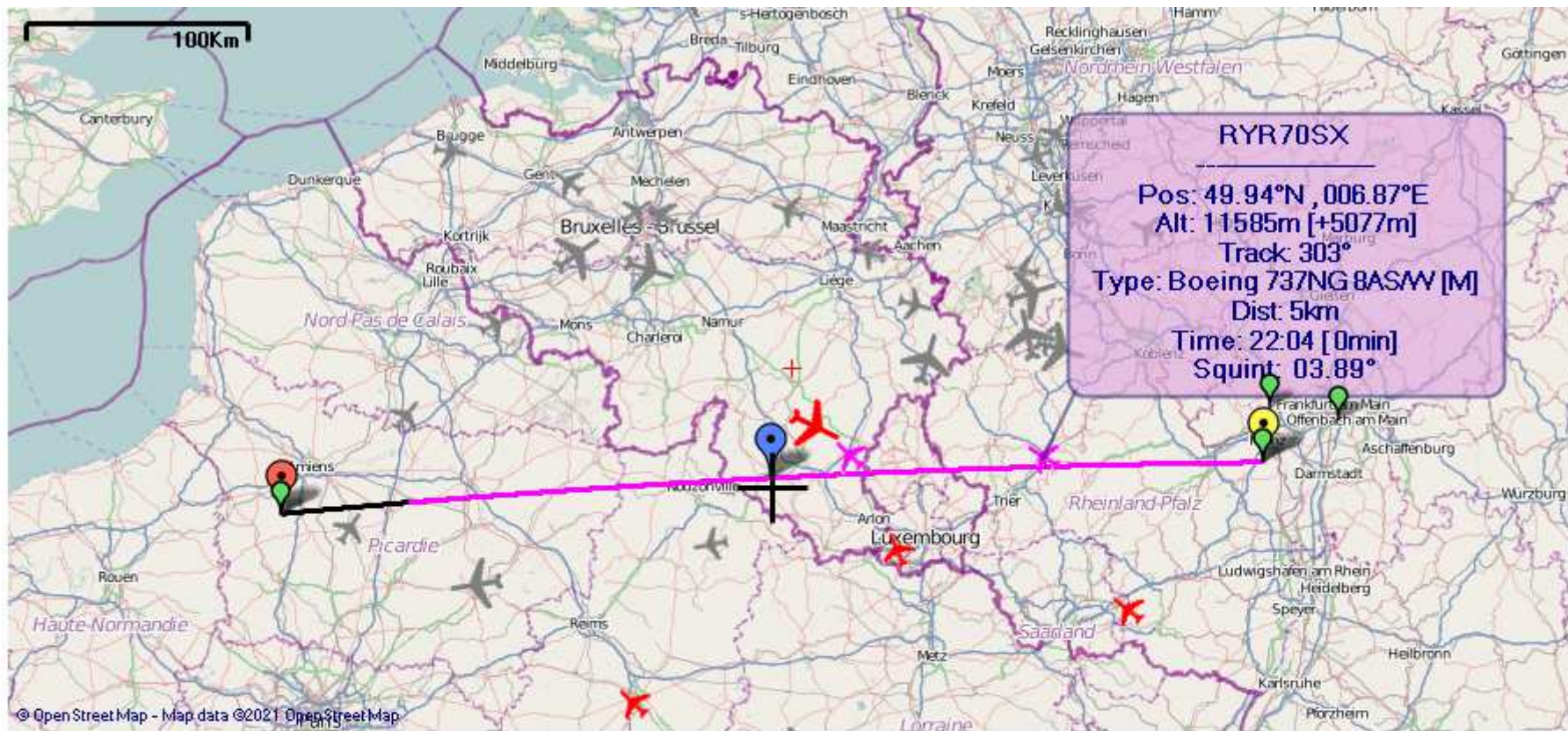


AP = Spojení odrazem od letadel



- AP – Airplane Scatter – nejedná se však o rozptyl („scatter“), ale o odraz
- maximální vzdálenost je určena maximální cestovní výškou dopravních letadel ve výškách kolem 10-13km ASL ve středu dráhy, potom je možné navazovat spojení do vzdálenosti cca 900km, velkou výhodou je vysoké QTH umožňující velkou dohlednost. Výška odrazného bodu je obdobná výskytu bouří > RS, proto dosah je obdobný.
- odrazy fungují velmi dobře již od cca 50 MHz až po vysoké GHz kmitočty, nejdelší odrazy v řádu desítek vteřin nastávají, pokud letadlo letí podél trasy spojení
- nejlepší odrazy dávají velká letadla s co největší odraznou plochou „Radar Cross-Section“, tj. například A-380, B-747, MD11, A330, B-777, naopak poměrně slabé odrazy dávají letadla s velkým podílem kompozitních materiálů typu B-787
- zásadní je používat software DL2ALF AirScout <http://www.airscout.eu>, který umožní vypočítat vhodnou dobu pro SKED. Kvůli velmi krátké době trvání odrazu je nutná vysoká provozní kázeň a minimum chyb při klíčování. Vhodné je QSO předem nacvičit například během menšího závodu typu NAC.

AP = Spojení odrazem od letadel



Pathinfo [SATM3] | Spectrum | Analysis



Rozdílný význam majáků proti nižším pásmům

- Na KV slouží pouze pro sledování podmínek (zpravidla MUF) a časem dochází k jejich nahrazení automatickými sledovacími systémy
- Na VKV a mikrovlnných pásmech slouží kromě sledování podmínek hlavně k rektifikaci anténních rotátorů a k rektifikaci přesného kmitočtu
- Správný maják musí mít dostatečný výkon, tj. musí být slyšet a musí pracovat stabilně, aby bylo možné se na něj spolehnout
- Význam sledování DX clusterů
- Pozor na podcenění logaritmické stupnice Smetru TRXu, pro rektifikaci antény je výhodné používat attenuátor
- Aktualizovaný seznam majáků viz:
<https://www.ok2kkw.com/okombeacons.htm>

OE5LJM	10368810.0	DB0ANU/B	JN77DX (RS) JN59GG	53s	1730	18	Aug
OE5LJM	10368910.0	SR6XHC/B	JN77DX (RS) J080JG	51s	1729	18	Aug
OE5LJM	10368060.0	S55ZRS/B	JN77DX (RS) JN76MC	53s	1728	18	Aug
OE5LJM	10368870.0	OK0EK/B	JN77DX (RS) JN89VJ	53s	1727	18	Aug
OE5LJM	10368880.0	OE1XGA/B	JN77DX (RS) JN88EG	55s	1725	18	Aug
OE5LJM	10368930.0	OE3XAC/B	JN77DX (RS) JN78SB	51s	1724	18	Aug
OE5LJM	10368980.0	HG1BSB/B	JN77DX (RS) JN87FI	55s	1722	18	Aug
IK6CAK	10368040.0	I3CLZ/B	JN72DJ (TR) JN55OQ	599	0857	18	Aug
IK6CAK	10368960.0	I3ZNI/B	JN72DJ (TR) JN55UU	579	0849	18	Aug
IK6CAK	10368950.0	IR3UFD/B	JN72DJ (TR) JN65AW	599	0752	18	Aug
IK6CAK	10368930.0	IK3TCH/B	JN72DJ (TR) JN55NO	589	0714	18	Aug
IK6CAK	10368840.0	IQ6AN/B	Reflection on Oil platforms		0647	18	Aug
IK6CAK	10368800.0	IQ3UD/B	JN72DJ (TR) IQ3UD	599	0643	18	Aug
IK6CAK	10368860.0	I3EME/B	JN72DJ (TR) JN55WT	599	0639	18	Aug
IK7UXW	10368862.0	I3EME/B	579		0515	17	Aug
IK7UXW	10368930.0	IK3TCH/B	539 QSB		0512	17	Aug
IK7UXW	10368930.0	IK3CTH/B	539		0509	17	Aug
G4RGK	10368960.0	GB3LEX/B	I091NQ (RS) I092IQ	57s	1839	16	Aug
IK7UXW	10368952.0	IR3UFD/B	599		1617	16	Aug
G0API	10368750.0	GB3CAM/B	I080XS (RS) I092WI	53s	1614	16	Aug
IK7UXW	10368863.0	I3EME/B	559		1613	16	Aug
G0API	10368960.0	GB3LEX/B	I080XS (RS) I092IQ	53s	1608	16	Aug
G0API	10368870.0	GB3KBQ/B	I080XS (RS) I080LX	59s	1314	16	Aug
G3LTF	10368910.0	GB3SCX/B	I091GG (RS) I080UU	53s	1314	16	Aug
G4RGK	10368940.0	GB3GCT/B	I091NQ (RS) I091IJ	59s	1142	16	Aug
G0API	10368450.0	GB3PKT/B	I080XS (RS) J001MT	53s	0936	16	Aug

Šířka hlavního laloku parabol pro -3dB

m	432	1296	8400	10368	24048	47048	76032	122000
3,4	14,30	4,77	0,74	0,60	0,26	0,13	0,08	0,05
3	16,20	5,40	0,83	0,68	0,29	0,15	0,09	0,06
2,4	20,25	6,75	1,04	0,84	0,36	0,19	0,12	0,07
1,9	25,58	8,53	1,32	1,07	0,46	0,23	0,15	0,09
1,2	40,51	13,50	2,08	1,69	0,73	0,37	0,23	0,14
1	48,61	16,20	2,50	2,03	0,87	0,45	0,28	0,17
0,9	54,01	18,00	2,78	2,25	0,97	0,50	0,31	0,19
0,6	81,02	27,01	4,17	3,38	1,46	0,74	0,46	0,29
0,48		33,76	5,21	4,22	1,82	0,93	0,58	0,36
0,3		54,01	8,33	6,75	2,91	1,49	0,92	0,57

Metodika práce na mikrovlnách s ohledem na zařízení a antény

- Čím větší anténa, tím lépe, ale je třeba pamatovat na přesné směřování, zvláště ve větrném počasí, tedy použít dostatečně masivní stativy, přesnou indikaci azimutu i elevace. Někdy je výhodné použít antény s nižším ziskem typu HORN, zvláště na frekvencích nad 76 GHz, protože u nich odpadá problém s extrémně přesným směřováním antény, přesností povrchu paraboly a přesným ozářením povrchu. Velkou výhodou při směřování je používat více parabol na jednom stativu.
- Pro úspěšné spojení je nutné v rovnici eliminovat co nejvíce proměnných, těmi jsou u obou stanic: přesný kmitočet (výhoda GPSDO či majáků), přesné směřování antény v AZ i EL, spolehnout se na funkční RX i TX. Platí obecné pravidlo, že pokud jedna ze stanic zaslechne signál protistanice, tak je zpravidla vyhráno, protože potom již stačí pouze dosměrovat.
- Zvláštnosti v práci v pásmech 24 GHz a výš: pro domluvu slouží FM kanál v DL/OK1 145,400 a v OK2 145,525 MHz. Pokud pracujeme s QRPP stanicí která používá pouze směšovač, je praxí poslat zpět signál na 2m, takže pak můžeme dosměrovat parabolu na maximum signálu.
- Je vhodné před každým výjezdem na portable otestovat zařízení, zdali správně funguje přijímač či vysílač. Pokud nejsou k dispozici majáky, je možné zkusit připojit ke generátoru např. Shottky diodu a poslechnout její harmonickou. Změna frekvence MF generátoru bude úměrná změně frekvence na požadovaném pásmu.

Možnost používat více GHz pásem s jednou anténou

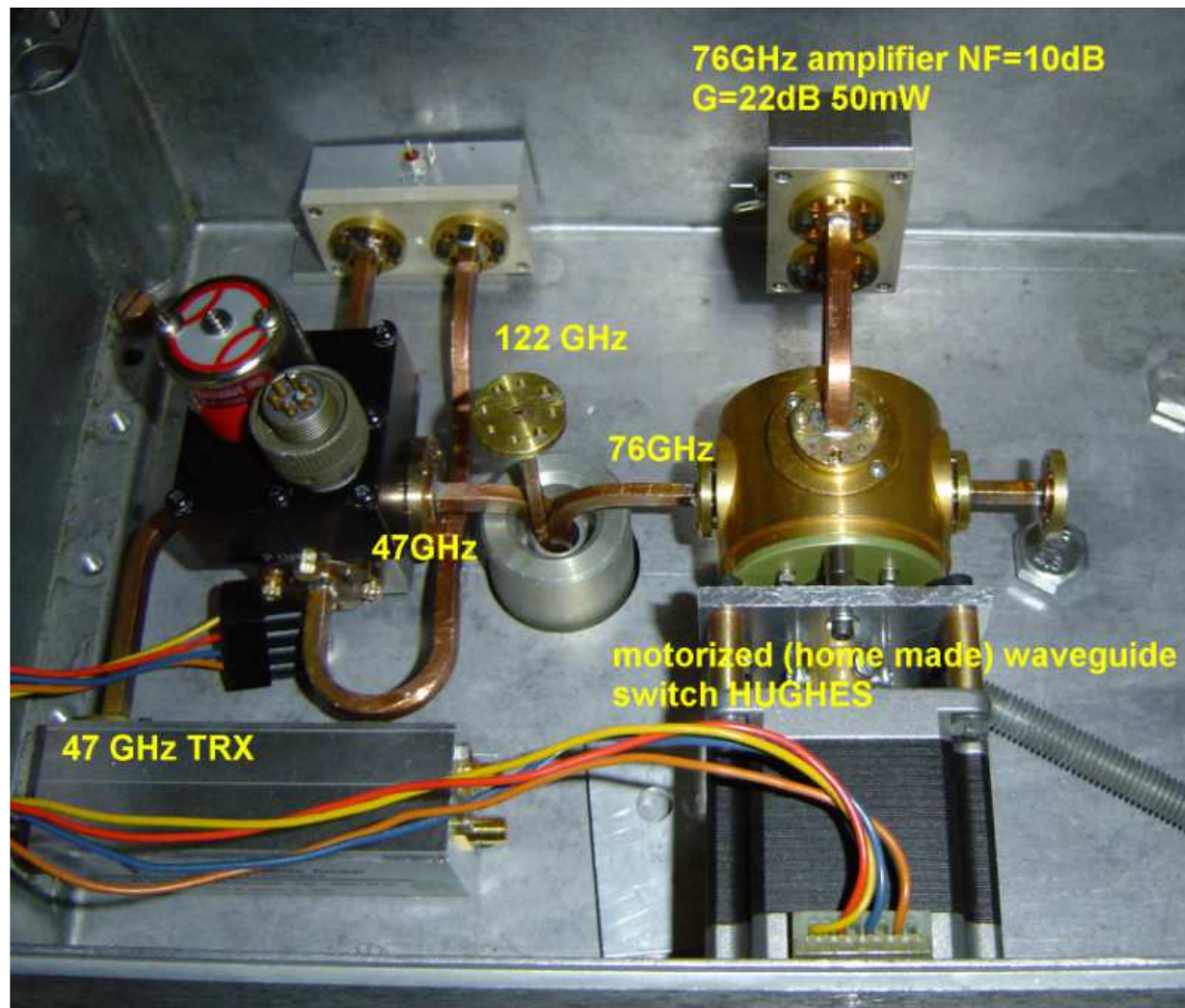
- Při práci v pásmech 24 GHz a výš bývá někdy nevýhodné použít více těžkých zařízení a parabol na více trojnožkách, což může znamenat problém při práci na portable. Existuje několik způsobů, jak jezdit na více pásmech s jednou parabolou, některé jsou kompromisním řešením a jiné nejsou vhodné pro paraboly s jiným poměrem F/D. Jinde zase hrozí při výměně pásma posunutí paraboly v AZ/EL. Některé způsoby:
- 1) systém ruky např. OE5VRL / OK1AIY – odklápění jednotlivých ozařovačů na jedné ruce do středu ohniska
- 2) systém DL7QY – kdy je použita pouze jedna parabola a využívá se faktu, že některé vlnovody například WR15 je možné používat jak pro pásmo 47 tak i pro pásmo 76 GHz. Nevýhodou je nutnost většího počtu drahých vlnovodných relé. Také je možné ozařovat terčik pseudocassegainu z více vlnovodů zároveň.
- 3) systém multi-ozařovače například OM6AA /OK1JHM /RA3WDK – v ohnisku použít kombinovaný ring-feed obsahující další ozařovač - např. pro 23-13-9cm , nebo ve středu umístit feedhorn pro vyšší pásma, nebo také systém multi-ozařovače s logaritmicko-periodickou anténou
- 4) různé variace systémů Cassegrain například W1GHZ / VK5ZD – v ohnisku je umístěno sekundární hyperbolické zrcadlo, které je ozařováno přes dno paraboly hornou, kterou je možné posouvat či zasouvat do díry dna.
- 5) systém RW3BP – posouvání RX či TX jednotek do ohniska offsetové paraboly, kdy není nutné WG relé.
- 6) systém OE5VRL/ OE2JOM/ OE3WOG – masivní držák ozařovače s protizávažím pro snadnou výměnu krabičky transvertoru - viz obrázky níže

Možnost používat více GHz pásem s jednou anténou – 1. systém OE5VRL



odklápění jednotlivých ozařovačů na jedné
ruce do středu ohniska

Možnost používat více GHz pásem s jednou anténou – 2. systém DL7QY

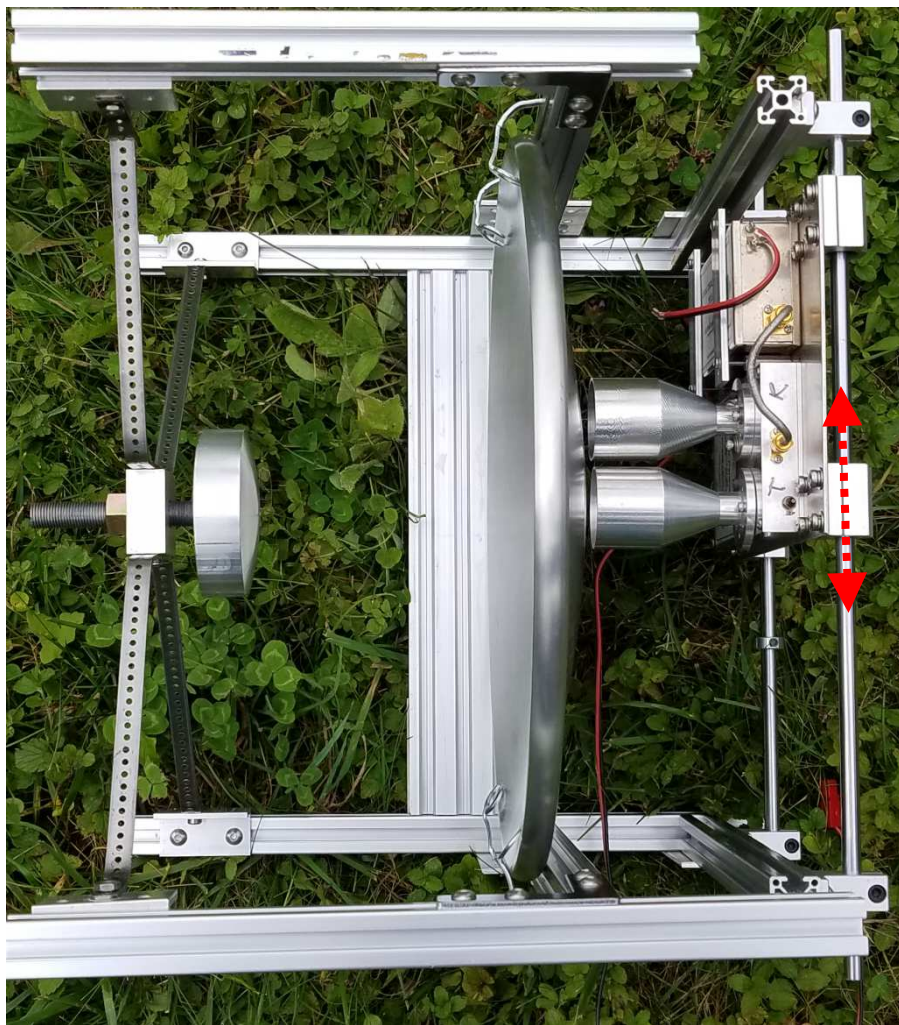


Možnost používat více GHz pásem s jednou anténou – 3. systém OK1JHM

RING FEED – multi-feed



Možnost používat více GHz pásem s jednou anténou – 4. systém W1GHZ, ...



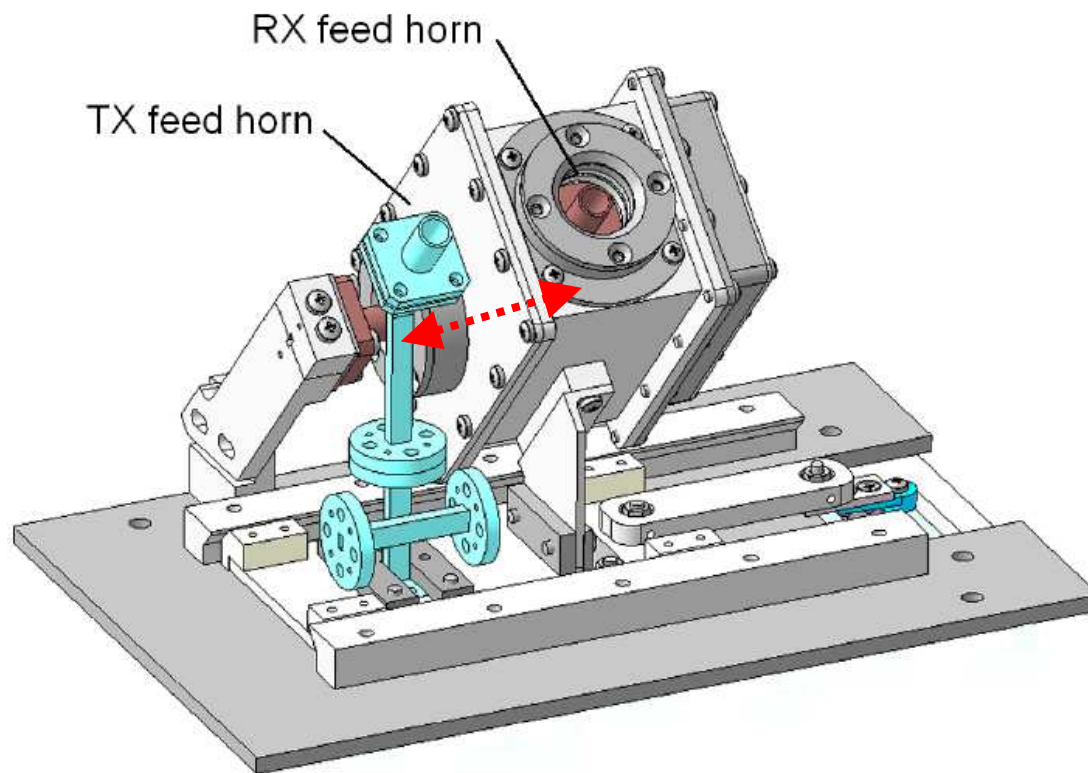
47 GHz cassegrain systém Paula, W1GHZ
pro přepínání RX/TX posuvem



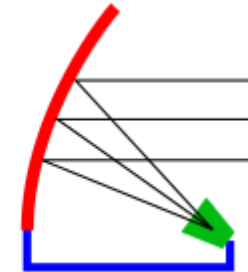
Systém VK5ZD pro snadnou výměnu pásem
prostým zasunutím požadovaného transvertoru

Možnost používat více GHz pásem s jednou anténou – 5. systém RW3BP

RX feed horn in focus point of Antenna



Offset feed



V offsetové parabole je možné posouvat do ohniska buď požadovaný RX nebo TX ozařovač jednoho pásma a tak obejít nutnost použít vlnovodné relé, či ozařovač pro jiné pásmo. Toto je vhodné zejména v případě 47/ 76 GHz EME, kde 0,4dB průchozího útlumu WG relé hraje již významnou roli.

U offsetové paraboly nehrozí, že by překlápěcí mechanismus v ohnisku narušoval vyzařovací charakteristiky antény a tedy i snižoval zisk.

Systém RW3BP pro 76 GHz EME

z přednášky RW3BP na EME Setkání: Swedish EME Meeting Orebro 2017.

Možnost používat více GHz pásem s jednou anténou – 6. systém OE2JOM, ...



Rudi, OE5VRL



Snadná výměna transvertoru
v ohnisku paraboly –
nevýhoda nutnost protizávaží
a masivní uchycení feedu

Minimální výkony a antény doporučené pro seriózní práci na mikrovlnách pro DX provoz (mimo EME)

Pásmo	PWR na feedu	parabola Ø	poznámka
1296 MHz	200 W	140cm	limit kvůli AP QSO
2320 MHz	50 W	120cm	limit kvůli AP QSO
3400 MHz	10 W	90cm	limit kvůli AP a RS QSO
5760 MHz	10 W	90cm	limit kvůli AP a RS QSO
10 GHz	5 W (lépe 10W+)	60cm	limit kvůli AP a RS QSO
24 GHz	1 W	48cm	limit kvůli útlumu H ₂ O
47 GHz	10 mW	30cm	limit kvůli útlumu atm.
76 GHz	1 mW	30cm	limit kvůli útlumu atm.
122-134-241 GHz	0,5mW (?)	20cm or horn(!)	limit kvůli extrémnímu útlumu atmosféry, QSO do pár km..

Doporučená přednáška G4LDR: <https://rsgb.org/main/blog/tonight-at-eight-archive/2021/02/01/1-february-starting-out-on-the-microwaves-bands-by-neil-underwood-g4ldr/>

Práce na mikrovlnách v průběhu roku

- Každé 3. úterý v měsíci NAC/IAC na 23cm a každé 4. úterý na 3cm-up
- OK/OM Provozní aktivity & DUR každou třetí neděli v měsíci 8-11 UTC
- Možnosti QSO ve 24h závodech: **23cm** >200 QSO, **13cm** >50 QSO, **9cm** >20 QSO, **6cm** >20 QSO, **3cm** >50 QSO TR & >80 QSO s RS, **24 GHz** >10QSO, **47 & 76 GHz** >10 QSO, **122/134/241 GHz** cca 1-5 QSO
- Velké závody během roku:
 - 1. subregionál v březnu – práce převážně od krbu
 - 2. subregionál v květnu – velká aktivita DL stanic

Mikrovlnný závod v červnu – vysoká aktivita, častý výskyt RS
ALPE ADRIA UHF Contest v červnu – častý výskyt RS
Polní den - výskyt RS a aktivita stanic v okolí Balkánu & méně DL stanic
IARU UHF Contest v říjnu – nejvyšší aktivita, vyšší šance pro TR ducty
- Pro kmitočty 47 GHz a výš je nejvhodnější doba roku březen a duben, kdy bývá nejsušší vzduch. RS sezóna začíná koncem dubna a končí koncem srpna.
- Nejvhodnější doba pro dlouhé tropo condx s výskytem TR duktů je od září do konce ledna.

Dotazy?

73

děkuji za pozornost