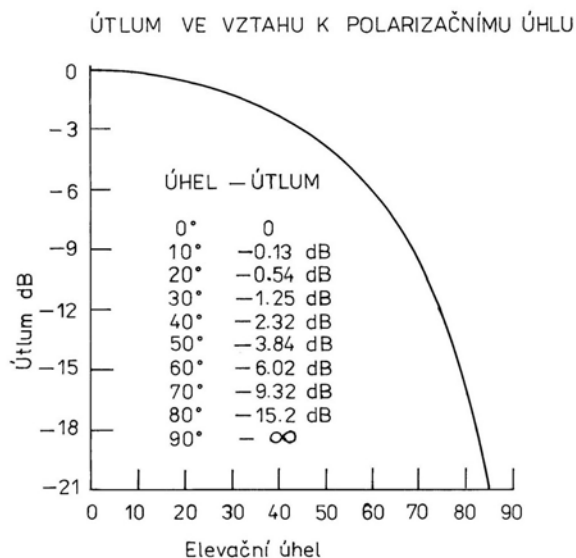


Vážení příznivci. Dnes se setkáváme u poslední z hlavních kapitol série článků „Začínáme s EME“. Dnešní kapitolu jsem příznačně nazval

## Co se děje se signálem

Již jsme si v minulých článcích napsali, co všechno musí signál při cestě ze Země na Měsíc a zpět podstoupit. Dneska si shrneme všechny pojmy v hlavní kapitole týkající se polarizace. Takže pro seznámení začneme s vlivy, které mají podstatnou roli na změnu polarizační roviny elektromagnetické vlny.

**Polarizační efekty** se minimálně uplatňují v nejlepší době pro EME jako je perigeum (*perigeum = bod na trajektorii Měsíce nebo umělé družice obíhající kolem Země, v němž je těleso nejbližší k Zemi.*), s vysokou deklinací Měsíce (*deklinace = úhlová vzdálenost objektu od světového rovníku, měřená kladně k severnímu světovému pólu, záporně k jižnímu. Deklinace je jednou z rovníkových souřadnic první i druhé rovníkové souřadnicové soustavy*), dalším v EME používaným pojmem je apogeum (*apogeum = bod na oběžné dráze Měsíce kolem Země, ve kterém je od středu Země nejdále*).



Ani nízká šumová hladina oblohy nám mnoho nepomůže není-li polarizace mezi stanicemi uspořádána tak, aby obě stanice vysílali a přijímali signál se shodnou polarizací. Je to dost značný problém, jelikož když si celou situaci modelově představíte na míči jako Zemi a tenisáku jako Měsíci zjistíte, že signál vysílaný z Evropy horizontálně přichází do Japonska či Ameriky vertikálně. Již tento fakt znamená dalších 25dB ztráty. Graf 2 ukazuje vliv změny polarizace na velikosti útlumu. Prostorová polarizace se dá lehko vypočítat a tak, máme-li k dispozici anténní systém s natáčením polarizační roviny, antény předem do této polohy otočit. Velmi detailně zpracoval tuto problematiku **G3SEK** ve svém článku "**Změna polarizace antény - více stanic na 432 MHz**" v časopise DUBUS. Nechci slibovat plné věci, ale bude-li chvíle času článek přeložím a opublikuji zde. Souhlas od Iana jsem již obdržel.

Druhým efektem je Faradayova rotace viz předešlá pokračování. Toto je skutečné otáčení rádiových vln v prostoru, a je způsobeno elektrickými náboji v ionosféře Země. Na 1296 MHz a výše se však tato rotace již neuplatňuje. Je to dáno použitím kruhové polarizace, jelikož jak bylo zmíněno výše, jsou zde používány paraboly a feedhorns s kruhovou polarizací. Jak bylo dohodnuto na EME konferenci 2002 v Praze, bude se kruhová polarizace používat až do kmitočtu 24 GHz. Cestu by měl otevřít feedhorn se septumpolarizačním transformátorem. O tomto však také jindy a na jiném místě.

Na 144 MHz může vlivem Faradayova rotace během cesty signálu ze Země na Měsíc a zpět dojít až k sedmi i více otáčkám o 360°. Když k Faradayově rotaci připočteme ještě prostorovou rotaci vlivem odrazu od měsíčního povrchu, mohou nastat tyto čtyři případy:

- 1) obě stanice se slyší navzájem bez problémů a dělají QSO, vlastní odrazy jsou velmi špatné**
- 2) stanice A slyší stanici B a stanice B neslyší stanici A, vlastní odrazy tak na 50%**
- 3) stanice B slyší stanici A, a stanice A neslyší stanici B**
- 4) nikdo neslyší nic ale vlastní odrazy jsou excelentní.**

Na 144 MHz může tento efekt trvat dlouhé hodiny a potom je možno bez problému spojení navázat. Je proto potřeba dohodnout při skedu několik termínů pro pokusy s rozdílem i dvě nebo tři hodiny. Vzpomínám jak mi po jednom EME kontestu na 144 MHz říkal Dan OK1DIG, že se najednou pásmo vylidnilo jako když otočíš vypínačem a po stanicích nebylo ani vidu ani slechu. To je právě ten efekt, kdy polarizace od protistanice přichází na vertikálně polarizovanou anténu stočená o 45, nebo až 90°. Mnozí z vás to znají i z Es, MS nebo tropo spojení do Itálie, kdy se na signálu objevují silné úniky.

Na 432 MHz může tento jev trvat rovněž řádově hodinu. Z vlastní zkušenosti mohu potvrdit že poslech stanice **JA5OVU** byl někdy možný s horizontální a někdy jen s vertikální polarizací. Na tomto pásmu je však již možno použít bez větších problémů rotační feed v parabole, jak jsem již psal na jiném místě.

Jak již bylo uvedeno výše, na 23 cm je normou provozu použití kruhové polarizace. Tento fakt je dán tím, že je snadné vyrobit fázovací článek, který slouží pro posun fáze o 90° a následně jsou v ozařovači proti sobě o 90° pootočený vysílací dipólky. Tato konstrukce umožní pomocí koaxiálního relé používat směr na TX jako

pravotočivý a směr RX jako levotočivý. Díky tomuto systému nedochází k žádnému úniku stáčením polarizační roviny, pouze se uplatní únik vlivem librace měsíce. Takovýto únik dosahuje hodnoty 6 – 9 dB.

Se zlepšováním konstrukčního provedení a designu antén bylo možno konstruovat stále větší anténní systémy, které svým ziskem jsou schopny překonávat ztráty útlumu vlivem stáčení polarizace. Vývoj těchto antén má vliv na možnost budovat systémy ne rozměrnější než v minulosti, ale účinnější tak, že dnešní systém stejné velikosti jako v minulosti má cca o 5 až 6 dB větší zisk. To umožňuje v podstatě se stejně velkým systémem dělat daleko větší množství stanic. Na 432 MHz a nižších pásmech se ustálilo používání systémů sestavených s Yagi antén. Ačkoliv použití antén s kruhovou polarizací by se jevilo jako řešení problému stáčení polarizace, není tomu tak zcela. Měsíc je v tomto smyslu brán jako velké těleso, a jak je známo z fyziky, elektromagnetické vlny se odrážejí od takovéhoho tělesa s obráceným smyslem otáčení. Tj. pravotočivá polarizace odražená od Měsíce se změní na levotočivou a na Zem se takto obrácená i vrátí. Hned je o problém postaráno, jelikož by bylo nutné konstruovat dva systémy a to jeden pro pravotočivý a druhý levotočivý pro příjem a vysílání. Snadnou cestou se rovněž jevilo řešení použitím zkřížených Yagi a přepínání fáze pro TX a RX. Ovšem při použití výkonů, které jsou pro tento druh provozu potřeba se jedná opět o věc řešitelnou jen s vypětím všech sil.

Při konstrukci systému je nutno mít na mysli že při použití lineárních Yagi antén nesmí ráhno pro přichycení antén zasahovat mezi prvky antény. Je to jedna z chyb které se začínající nadšenci dopustí a pak se diví že systém šilhá. Proto je dobré zpočátku začít s jednodušším systémem. Nebude zpočátku problém pracovat s dobře vybavenými stanicemi, které jsou většinou již vybaveny systémem na otáčení v polarizační rovině. Je potřeba si uvědomit, že tento efekt stačí použít jen u jedné ze stanic. Až získáte jistotu a zkušenost s jednoduchým anténním systémem jistě přijde na řadu systém sice opět malý, ale již třeba ze šestnácti 10ti prvkových Yagi s polarizačním otáčením.

### **Kalkulace předpokladu spojení EME:**

Při provozu EME si můžeme sílu odraženého signálu vypočítat. Jedná se o několik rovnic, nebo použití programu VK3UM, W5UN, F1FHI, který kromě tohoto výpočtu je schopen ještě předikovat polohu Měsíce a dalších nebeských těles včetně okamžitého odečtu polohy Měsíce a výpočtu Dopplerova posunu. Většina používaných parametrů je operátorovi stanice známá. Celková síla odrazu se dá snadno kalkulovat pro předpokládanou ztrátu vlivem útlumu trasy Země-Měsíc-Země.

### **Vzorce pro výpočty:**

#### **Výpočet poměru signál/šum:**

$$\frac{S}{N} = P_0 - L_t + G_t - P_1 + G_r - P_n$$

Kde:

$P_0$  = vysílaný výkon (dBW)

$L_t$  = útlum kabelu vysílací strany (dB)

$G_t$  = Zisk vysílací antény (dBi)

$P_1$  = totální útlum trasy (dB)

$G_r$  = Zisk přijímací antény (dBi)

$P_n$  = šumový výkon přijímače (dBW)

#### **Šumový výkon přijímače je možno stanovit takto:**

$$P_n = 10 \log_{10} K B T_s$$

Kde:

$K = 1,38 \times 10^{-23}$  (Boltzmannova konstanta),  $B$  = šířka pásma mf filtru (Hz) a  $T_s$  = šumová teplota přijímače (K)

#### **Šumová teplota přijímače:**

$$T_s = T_a + (L_r - 1) T_1 + L_r T_r$$

Kde:

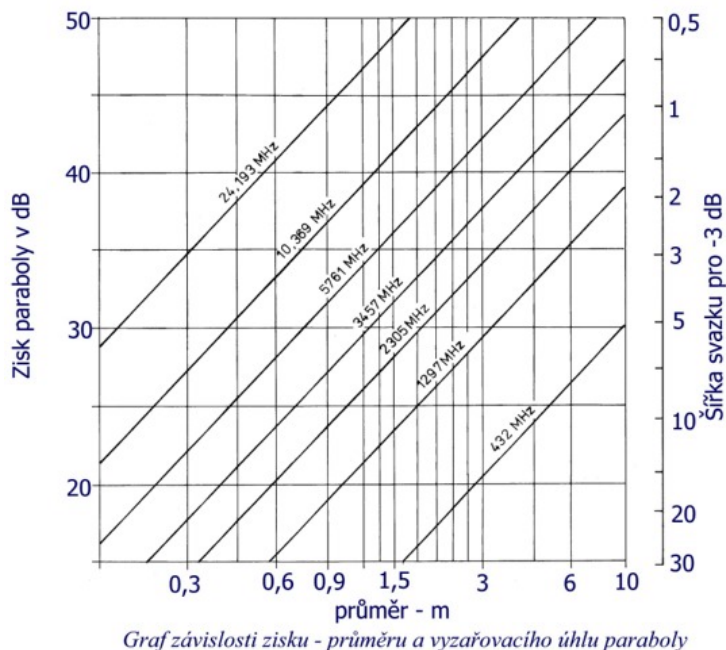
$T_a$  = teplota antény (K),  $L_r$  = útlum vedení přijímací trasy,  $T_1$  = fyzikální teplota fázovacího vedení ( normálně 290K),

$T_a$  = šumová teplota přijímače

### **Příklad výpočtu pro trasu 432 MHz:**

$P_0 = +30\text{dBW}$  (1000W)  
 $L_t = 1,0\text{ dB}$   
 $G_t = 26,4\text{ dBi}$  (8x6,1- $\lambda$  22-el Yagi)  
 $P_1 = 262\text{ dB}$   
 $G_r = 23,5\text{ dBi}$  (5 m parabola)  
 $P_n = -1888,5\text{ dB}$   
 $T_a = 60\text{ K}$   
 $L_r = 1,02$  (0,1dB předzesilovač u antény)  
 $T_1 = 290\text{ K}$   
 $T_r = 35,4\text{ K}$  (NT = 0,5dB)  
 $T_s = 101,9\text{ K}$

**S/N = +5,4 dB z toho vyplývá že vlastní signál uslyšíme +5,4 dB nad úrovní šumu.**



Z výše uvedeného výpočtu vyplývá, že zde není místo pro kompromis. Dokonce velmi kvalitní stanice nemá na první pohled moc vyhráno. **Graf č. 1** přináší ukázkou zisků kvalitně provedených parabolických antén. Proto je nutné nezapomenout v případě kalkulací odečítat útlum fázovacího vedení a účinnost parabolické antény, která není-li „profil“ může vykazovat hodnoty kolem 60-70%.

#### **Podmínky příjmu:**

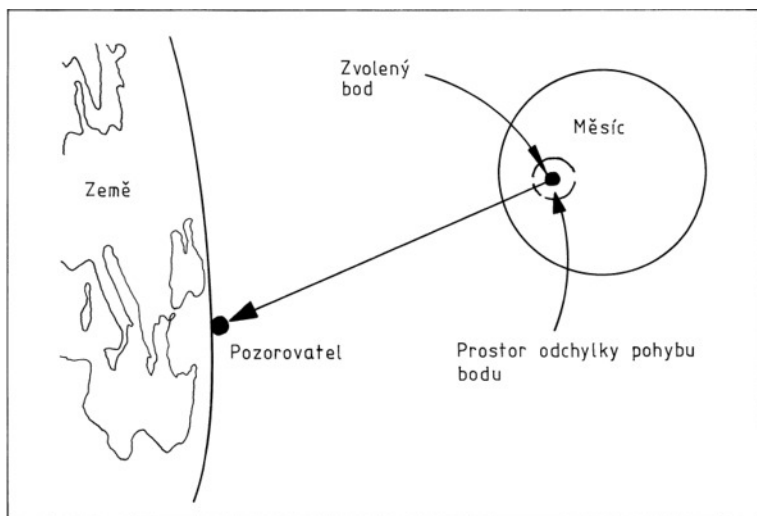
Dokonalé nastavení nízkosumové přijímací cesty je stěžejní záležitostí pro úspěšnou práci EME. Mnoho signálů, které na pásmu objevíte budou na hranici slyšitelnosti v porovnání se šumem, který se vám bude zdát neuvěřitelně silný a zbytečný. Špatně provedená anténní soustava, se špatným fázovacím vedením a předzesilovačem se naopak může stát zdrojem šumu a zahlcovat

vlastní přijímač. Proto všemu co se této věci týká, věnujeme úzkostlivou pozornost. Ať se jedná o kabely, konektory ale i o jejich dokonalou izolaci proti navlhání. Předpokládáme-li všechny tyto věci jako dobře provedené, můžeme hovořit o šumovém čísle soustavy okolo 0,5 dB nebo 35°K. Takovýto systém je již dobře použitelný v pásmu 144 MHz. Šumová teplota tak zvané studené oblohy je v pásmu 432 MHz okolo 15°K a 5°K v pásmu 1296 MHz. Takováto úroveň šumu je na těchto pásmech žádoucí. V případě vyšší hladiny tohoto šumu, nebo šumové teploty, je závada v přišumování země do anténní soustavy, nebo jiný zdroj šumu, který je žádoucí nalézt a pokud možno odstranit. Dnešní velké anténní systémy budou mít šumovou teplotu okolo 30°K kde nadbytečný šum produkuje fázovací vedení nebo transformační články, konektory a relé. Dokonce jsou na 432 MHz známi případy, kdy pro dosažení optimálního šumového čísla používají někteří „specialisté“ kapalně Helium jako chlazení předzesilovače. Nynější technologie GaAs fetových předzesilovačů však poskytuje dostatečně nízkou úroveň šumových čísel. Na 432 MHz dosahují hodnoty 0,3 dB a na 1296 MHz dokonce 0,2 dB. Fyzikální teplota měsíce je okolo 210° K. To znamená, že právě jako Země, je také Měsíc jakési černé zářící těleso. Tento dodatečný zdroj šumu je vlastně odraz slunečního šumu od měsíčního povrchu. Právě jako úplněk odráží sluneční světlo na zemi, dochází i k odrazu všech zbývajících složek slunečního spektra elektromagnetického vlnění.

Používané systémy mají dnes pro 144 MHz šířku svazku okolo 14 – 15°. Na 432 MHz okolo 8 – 10°. Při úhlového stupně velký objekt, jak se Měsíc ze Země jeví, je ovšem v takovémto úhlu anténního diagramu zanedbatelným tělesem. Avšak na 1296 MHz při úhlu okolo 3° se jeví jako vydatný zdroj šumové energie. Typická je hodnota 5 dB v úplňku. Stanice aktivní od 2320 MHz a výše, již dokonce šum Měsíce používají jako maják ke směrování systému, popřípadě jako zdroj šumu k nastavování anténní soustavy. Používání různých speciálních NF a DSP filtrů rovněž zdomácněla již u celé řady operátorů. Není dnes již problém používat špičkové DSP softwarové programy, které detekují signál na úrovni -20 dB pod hladinou šumu. Nejznámějším je **AF9Y**, který již umožní obrazově detekovat signál odražený od Měsíce při použití paraboly **6m a výkonu 8W!** V době psaní tohoto článku, byl na konferenci prezentován digitální komunikační systém JT44 a detekční systém SM5BSZ. Je to dnes opravdová špička a digitální komunikace se stala i předmětem dohody a vytvoření doporučení pro tyto provozní na EME konferenci Praha 2002. Pokusím se provést překlad jak nové dohody o spojení EME tak tohoto zajímavého druhu

provozu, který jak doufám velmi brzy zdomácní i u Měsíčanů. Můžete se podívat na [www.emecz.cz](http://www.emecz.cz) kde najdete veškeré dostupné informace o uvedené konferenci. Zpět ale k našemu provozu.

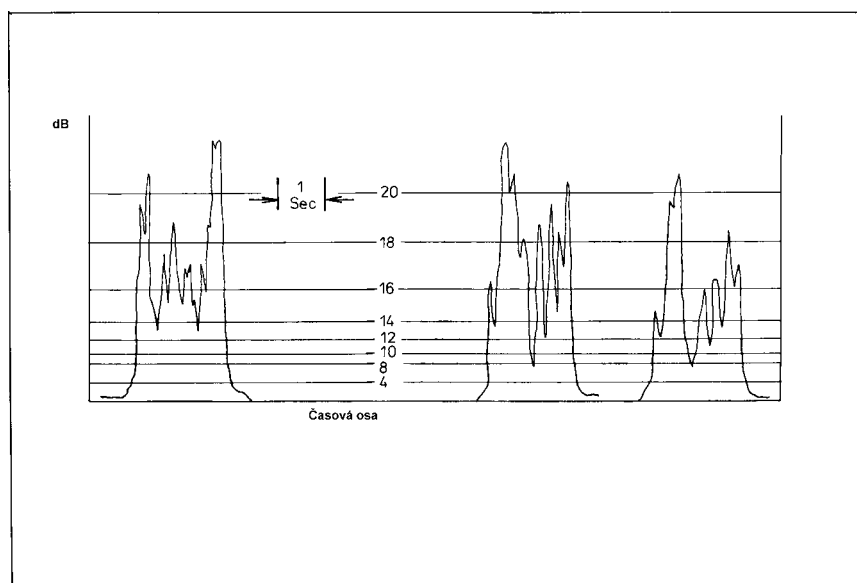
### Librace a únik signálu:



Jedním z velkých problémů práce EME je příjem odražených signálů od Měsíce při enormním útlumu trasy, Faradayově rotaci, Dopplerově posuvu a krátkodobým únikem signálu vznikajícím librací měsíce. V anglickém jazyce je pro tento druh úniku zaužíván výraz „fading“. V této části článku však budeme hovořit hlavně o libraci, jejích důvodech a efektech. Je pravděpodobné, že začínajícím hamům, bude právě tato kombinace poruch příjmu činit ty největší problémy. Librace viz obr.1 a jejím důsledkem vznik úniku se projevuje obvykle jako třepetání signálu. Jeví se jako nepravidelné kolísání rádiového signálu nikoliv nepodobné unikům, které vznikají rozptylem v atmosféře a krátkovlnní radioamatéři tomu říkají „klepat se jako kalifornák“. Únik může být

tak velký, že jeho hodnota se v maximu pohybuje okolo -20 dB i více a jeho velikost bude přímo odvislá od používaného kmitočtu. Jedná se vlastně o doplňkový Dopplerův jev, který vzniká kýváním Měsíce. Na 1296 MHz se pohybuje hodnota úniku okolo 10 Hz v maximu. Co je to librace se dočtete v následující definici.

**librace Měsíce**, obecně malé periodické výkyvy v rotaci Měsíce vzhledem k pozorovateli na Zemi. Librace jsou skutečné (fyzická librace) a zdánlivé (optická librace). Librace v délce vzniká rozdílem úhlových rychlostí pohybu Měsíce a jeho rotačního pohybu okolo osy. Librace v šířce je důsledkem sklonu rotační osy vzhledem k rovině pohybu. Paralaktická nebo denní librace vzniká změnou zorného úhlu, pod kterým je vidět Měsíc z povrchu Země. Fyzická librace je důsledkem gravitačního působení Země na nerovnoměrné a nesympetrické rozložení hmoty Měsíce. Vlivem librace lze pozorovat ze Země 59 % povrchu Měsíce.

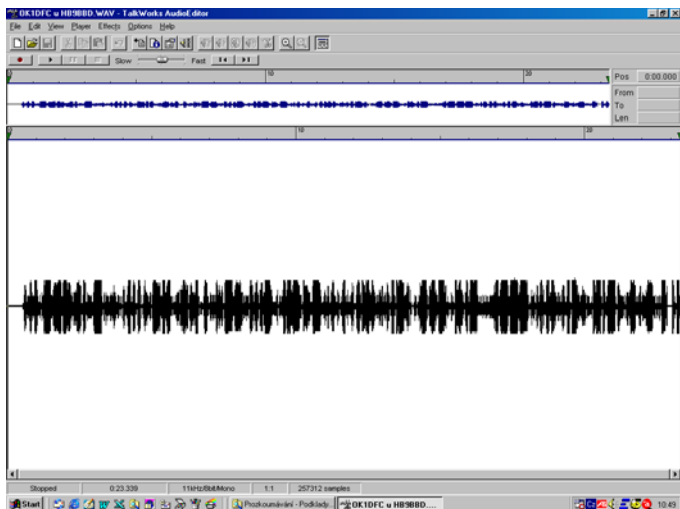


Tento efekt připomíná při poslechu signálu že protistanice nepravidelně klíčuje. Ve skutečnosti se právě při velmi pomalé telegrafii čárky, vlivem výše popsaného efektu, jeví při poslechu vlivem úniků jako tečky. Při poslechu velmi slabých signálů se jeví odrazy jako třepetavé zvonivé signály. Na obr.2 je záznam příjmu signálu na spektrografu, který provedla stanice W2FNA při příjmu vlastních odrazů. Jsou zde zobrazeny úniky signálu na odvysílaných čárkách. Stanice používá systém s anténním ziskem 44 dBi, výkon vysílače 400W a šumovou teplotu 400°K. Je možno registrovat velmi silné úniky, které se projevují hlubokým propadem na grafu a při poslechu se například druhá čárka

může jevit jako čárka a tři tečky rychlejším tempem telegrafie. Záznam byl limitován šířkou pásma nízkofrekvenčního filtru 40Hz a proto jsou úniky tak velké. Při efektu úniku vlivem librace dochází ke kmitočtovému posuvu jak bylo uvedeno výše a stanice nám tak vlastně vypadá z filtru. Odladuje se a zase se vrací zpět. Někteří začátečníci propadnou panice a snaží se ritem signál dohánět, což má ve finále za následek totální výpadek příjmu. Dalším obrázkem je spektrograf záznamu signálu stanice OK1DFC při poslechu u HB9BBD viz výše třepetání. Tato stanice používá parabolickou anténu o průměru 10m a předzesilovač 0,4 dB N/F.

Kruhová polarizace se začala při EME používat pro odstranění Faradayovi rotace a jejím vlivem ke kolísání úrovně rádiového signálu. Kromě toho jde ještě o změny úrovně signálu, zapříčiněné fázovým posuvem, který vznikne deformací roviny odražené vlny od povrchu měsíce jak ukazuje obrázek č.4. Na straně **A** přichází k Měsíčnímu povrchu rovina elektromagnetické vlny. Po odražení, na straně **B** získá roviny odrazné plochy. Kromě vlastního zakřivení a rozptýlnému odrazu dojde ještě k výše popsané deformaci což má za následek efekt, který jsme si popsali před chvílí. Dále je ještě nutno doplnit, že průměrná hodnota odraženého signálu od měsíčního

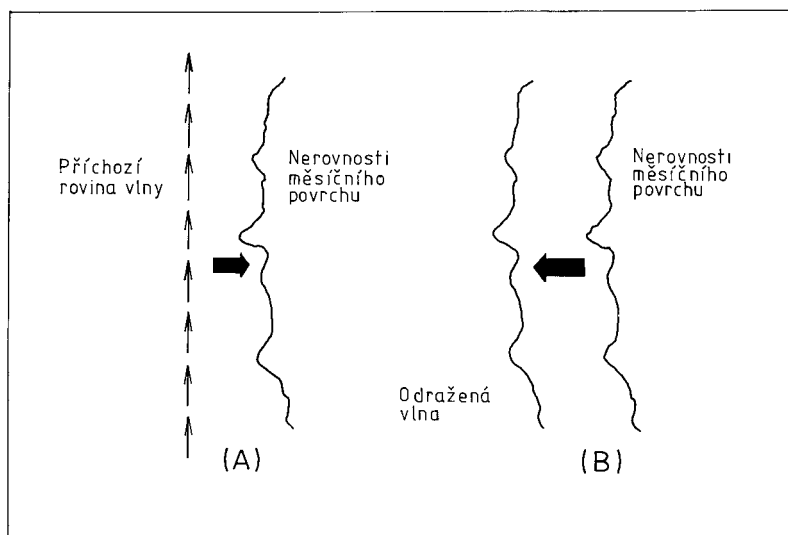




povrchu se pohybuje v hodnotách okolo +15 dB nad šumem u nejlepších stanic a procentuální hodnota odrazu od Měsíce činí 16-18% dorazivší energie. Je jasné že vystupňování úrovně příjmu signálu nad tuto hodnotu bude velmi patrně pozorovatelné. Tuto informaci by měli mít na mysli všichni ti, kdo se pokusí dosáhnout poslechu vlastního odrazu, nebo přijímat EME signály při použití běžného vybavení. Pravděpodobnost poslechu nějakého nahodilého signálu při špičce odrazu je docela možná, ale příjem takových signálů bude velmi nepravidelný. Nebude-li však úroveň odraženého signálu v hodnotě alespoň +10 dB na šumem není jisté zda vůbec nějaké odrazy uslyšíte. Nadšenci kteří se vrhnou bez potřebných znalostí a informací do tohoto podniku, většinou uslyší signály velmi dobře vybavených stanic, ale jsou zklamáni tím, že s nimi stanice spojení nenavážou.

### **Jaké jsou vlastně příčiny librace (kolísání) radiového signálu?**

Velmi jednoduše je tento jev možno popsat takto. Vznik je způsoben mnohonásobným rozptylem rádiových vln, odražených od velkého vzdáleného předmětu (Měsíce), s drsným povrchem, pohybujícím se v prostoru a přidruženým relativním pohybem mezi vysílající a odrážející plochou. Pro porozumění těmto efektům je nutno nejprve předpokládat že Země a Měsíc jsou nehybná tělesa, čímž nedochází k libraci. Dále že čelo plochy elektromagnetické vlny dorazí k měsíčnímu povrchu z vašeho pevného stanoviště zcela rovné a nedeformované, jak uvádí obrázek s rovinou vlny. Odražená vlna se však již skládá z mnoha rozptýlených příspěvků elektromagnetické vlny po odrazu od drsného povrchu Měsíce. Pro jednoduchost je potřeba si představit jako kdyby odraz pocházel z mnoha malých odrazných ploch celkového povrchu Měsíce, které odrážejí malé části (amplitudy) z energie přichozí vlny v různých směrech (přenosové cesty) a s různou délkou přenosové cesty (fáze). Na obrázku č.5 je řez Měsícem v rovině rovníku přivrácené části. Přichozí vlna se potom při příjmu v anténě zpět na Zemi jeví jako shromažďování malých vln (polí s různými vektory) různých amplitud a fází. Vektor jako souhrn všech těchto koherentních (téže frekvence) odražených vln je soustředěn do jednoho místa anténním polem, většinou do ozařovače parabolické antény. Úroveň konečného součtu signálu měřený přijímačem může pochopitelně vykazovat proměnnou hodnotu od nuly k nějakému maximu. Vzpomeňte si, že jsme v úvodu uvažovali, že Měsíc a Země jsou nehybná tělesa, což by znamenalo že konečný součet tohoto vícečetného signálu, který se vrátí z Měsíce bude jedna pevná hodnota. Podmínka nuly ve vzájemném pohybu mezi Zemí a Měsícem je velmi řídká událost a tento jev budeme diskutovat později.



Nyní si představme, že Měsíc a Země jsou navzájem se pohybující tělesa, udržující mezi sebou relativně stejnou vzdálenost. Kromě toho Měsíc obíhá Zemi a přitom se otáčí. Dalším pohybem je otáčení Země a obíhání kolem Slunce. Takováto kombinace pohybů je ta, která se v přírodě skutečně odehrává. K tomu je potřeba připočíst dopad čela elektromagnetické vlny na nerovný povrch Měsíce. Od nepravidelného měsíčního povrchu je tvar odražené vlny stejně nepravidelný, jak jsme si již ukázali na obrázku. Se změnou tvaru dojde rovněž ke změnám v šíři svazku elektromagnetických vln odražených a k posuvu fází. Výsledný součet proměnných vícečetných signálů v ohnisku přijímací antény vytvoří právě ten efekt, který se nazývá librace, nebo tzv.

kolísání radiového signálu odraženého od Měsíce. Termín librace je užíváný k popisu malých poruch v pohybu nebeských těles o kterém jsme hovořili v úvodu. Librace záleží hlavně na denním oběhu Měsíce. Librace Země a Měsíce jsou vypočitatelné hodnoty. Je tedy logické se zeptat, zda existuje tzv. nulová librace, nebo librace blízká nule. Odpověď zní ano. Tento fakt byl ověřen pravidelným radiolokačním měřením tohoto jevu. Existovaly období, kdy byla librace opravdu nulová, či se blížila hodnotě nuly. Predikce tohoto jevu je však velmi komplikovaná partie matematiky na bázi počítačových simulací výpočtu obrovských čísel v závislosti na malých změnách výsledků a je tedy pro praktické použití velmi nudnou záležitostí. Proto raději při EME okně budeme počítat s tím, že librace existuje a její minimum pro nás bude jen tím příjemnějším překvapením.

Tak si myslím, že už mě většina z vás bude považovat za opravdového magora, ale nedám vám odpočinout. Ještě je nutno pohovořit o posledním z vlivů na cestu signálu od stanice ke stanici via Měsíc a to je Dopplerův efekt. Definice zní

**(Dopplerův jev v astronomii = změna pozorované vlnové délky elektromagnetických nebo akustických vln vznikající vzájemným pohybem zdroje a pozorovatele. Při přibližování se vlnová délka záření zkracuje, při vzdalování prodlužuje (červený posuv). Posun spektrálních čar  $\Delta l$  je dán vztahem  $\Delta l / l = n/c$ , kde  $l$  je vlnová délka záření zdroje v klidu,  $n$  relativní rychlost zdroje vzhledem k pozorovateli a  $c$  je rychlost světla; ve fyzice = změna detekované frekvence vlnění při pohybu zdroje nebo detektoru vlnění.)**

Při přibližování zdroje a detektoru nastává zvětšení frekvence, při vzdalování zmenšení frekvence vlnění. Zatímco v optice závisí výsledná frekvence vlnění jen na vzájemném pohybu zdroje a detektoru, v akustice je nutno brát v úvahu také jejich pohyby vzhledem k prostředí. Na Dopplerově jevu jsou založeny např. přístroje pro měření rychlostí tzv. RAMR - POLICEJNÍ RADAR.

Jak Měsíc vychází a zapadá, přibližuje a vzdaluje se od stanice na Zemi. Tím vzniká posun signálu od skutečně vysílaného kmitočtu. Zavysílám-li na 1296,015 a vypočtený Doppler je +450 Hz, musím poslouchat o tento údaj na stupnici vlastní odraz výše. Obráceně poslouchám-li stanici na 1296,15450, musím ji volat na 1296,015. Na 144 MHz je Doppler maximálně 500 Hz. Na 432 MHz již 1,5 kHz a na 1296 je to až 2,8 kHz.

Změna kmitočtu je do plusu při východu měsíce a do mínusu při západu měsíce. Pouze v poloze 180° na jih od naší stanice je Dopplerův posun 0 Hz. Proto je nutno používat TRX s dvojitým přijímačem, nebo s RIT který je alespoň 5 kHz. Vyspělé stanice obvykle používají samostatný přijímač a samostatný vysílač. Má to kromě výše popsání efektu ještě výhodu v tom, že si obvykle do přijímací cesty nezavysíláte.

To by tedy bylo pro dnešek vše. Přeji příjemnou zábavu s EME a doufám s mnohými na slyšenou. Příště se pokusím o napsání článku s praktickým postupem při spojení a doporučeními týkající se EME skedu, QSO a věcí dotýkající se našeho hobby.

