

## Já s písničkou jdu jako ptáček...

Nejspíš každý z nás zná tento nápěv z dnes již skoro zlidovělé písničky, kterou si zpíval muzikant v jedné krásné, české pohádce. Když mám dobrou náladu, tak si s chutí tuto melodii taky zapískám. Pravdou je, že když si někdo hvízdá, je to pro ostatní znamením, že má dobrou náladu. Ale málo kdo ví, že si „hvízdá“ i atmosféra. Možná, že píská, protože má dobrou náladu a nebo proto, aby nás upozornila, jak moc ji škodíme, ale o tom tady psát nechci.

Mnoho z vás zná jistě tu bolest, když vám při trhání jablek spadne jedno na hlavu, ale naštěstí tu byl v minulosti člověk, který hned nezačal nadávat, jakou bude mít velkou bouli, ale položil si prostou otázku – Proč? Tento příklad slouží za všechny ostatní. Spousta objevů vznikla pouhou náhodou. Do této skupiny se mohou hrdě zařadit i ony „zvuky z vesmíru“.

Observatořím, které poprvé zaznamenaly zvukový záznam hvízdů, připadal tento jev neuvěřitelný. Během první fáze výzkumu se stal tento pojem rájem pro reportéry, jejichž články nesly většinou název „Zvuky z dalekého vesmíru“, což rozproudilo spoustu lidí z celého světa, aby se podíleli na absurdních a ještě absurdnějších hypotézách o vzniku takto tajemných a nevysvětlitelných zvuků. Jeden dopisovatel dokonce napsal, že na výzkumu, který nyní probíhá v této oblasti, už on pracuje daleko delší dobu, neboť podobné zvuky jako jsou popsány v těchto vědeckých člancích slyšel i on sám a to bez výhod použití jakékoli speciální techniky. A navíc zjistil, odkud tyto zvláštní zvuky pocházejí - vysílají je lidé z Marsu. A přišly samozřejmě na řadu i další hypotézy spojující hvězdy a létající talíře. Ovšem pozvolna se přestala o tuto záležitost zajímat široká veřejnost a dopředu se mohla konečně vedrat obyčejná vědecká zvědavost, která podala z velké části vysvětlení. Ale nemohu přeskochit celou historii a alespoň v kostce se nyní o ní zmíním.

Začátky výzkumu hvízdů jsou zastřeny tajemstvím. První pozorování hvízdů je datováno do roku 1886 v Rakousku, kde na 22 kilometru dlouhém telefonním vedení byly slyšet hvízdavé a lupavé zvuky dokonce i bez zesílení. O necelých 10 let později britský vládní úředník popsal zajímavé hvízdavé zvuky, které slyšel při telefonním spojení. Zajímavostí bylo, že v tom samém dni byla pozorována polární záře a nebývalá sluneční aktivita. Článek, který popisoval „zajímavé zvuky“, bohužel neobsahoval jejich žádné kvalitativní vysvětlení. Až teprve článek Barkhausena (1919), který byl na frontě za I. světové války pověřen odposlechem telefonátů nepřítele pomocí zesilovače napojeného na telefon, se považuje za první a alespoň z části objasněné pozorování hvízdů. Tajemné hvízdavé zvuky, které se linuly z přijímače, byly nejdříve vojáky na frontě považovány za lety granátů, až teprve později vyšel článek, sepsaný právě Barkhausenem, o původu těchto zvuků, které měly za následek, že přístroj, který sloužil primárně k odposlechu nepřítele, se stal nepoužitelným, neboť nebylo slyšet nic jiného než hvízdání. Barkhausen ve svém článku předložil teorii, která spojovala hvězdy s bleskovými výboji.

Studiem šíření radiových vln se v pozdějších letech zabýval Eckersley, který předpověděl spojitost mezi hvizdy, magnetickými bouřemi a blesky a matematicky objasnil disperzi hvizdů (1935). Ve své práci také zmínil, jak unikají elektromagnetické vlny do vesmíru. V dalších letech se objevovaly další články popisující tuto tematiku.

Přelom nastal v roce 1953, kdy L.R.O. Storey zveřejnil svou práci zabývající se šířením elektromagnetických vln v plazmatu. Ukázal, že se hvizdy šíří podél magnetických siločar z jedné polokoule na druhou v plasmatickém módu, dnes zvaném hvizdovém. Storey byl první, který se touto problematikou zabýval do hloubky a vysvětlil spoustu dosud neobjasněných pojmů, které souvisely s šířením a vznikem vln hvizdového módu. Kromě toho, že bylo pořízena spousta audio nahrávek, tak na sebe nenechaly dlouho čekat ani frekvenční spektrogramy vykreslující hvizdy.

Přímé studium střídavých elektrických a magnetických polí hvizdových vln bylo poté prováděno od vypuštění prvních umělých družic, které mohly pozorovat šíření vln v plazmatu i z vnější strany ionosféry.

V dnešní době se přímým pozorováním elektromagnetických vln v plazmatu magnetosféry Země zabývá více družic. V posledních letech to byl systém čtyř evropských družic projektu Cluster



**Obr. 1.**

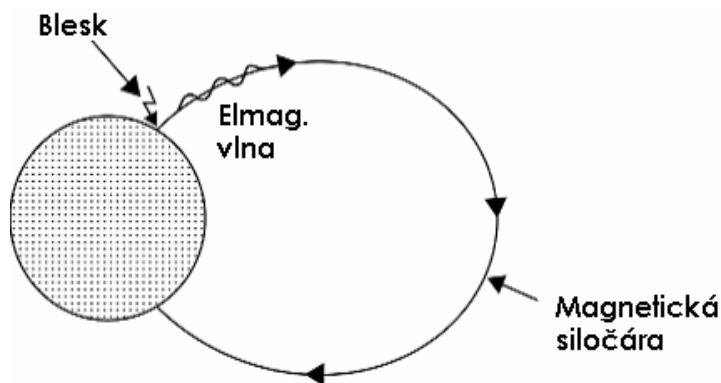
zabývající se analýzou vln a částic šířící se v zemské magnetosféře, francouzská družice Demeter zaměřená hlavně na měření změn ve vlastnostech plazmatu v ionosféře a česká družice Magion 5 zabývající se výzkumem a monitorováním zemské magnetosféry a ionosféry. Na všech těchto experimentech se podíleli i vědečtí pracovníci z České republiky. Z dat naměřených na Demeter vycházím i já. Spolupracuji s ionosférickou observatoří v Panské Vsi (obr. 1), kde je od předminulého roku nainstalovaná



**Obr. 2.**

magnetická anténa pro detekci hvizdů. Na výrobu antény byly potřeba kromě měděného drátku, z něhož se namotáním vyrobila cívka, a předzesilovače, pouze dva ráfky z horského kola. Takovou anténu si vlastně kdokoli může udělat i doma. Kruhové antény se nainstalují kolmo k sobě (obr. 2), díky čemuž pak můžeme zjistit směr odkud vlna přišla. V budoucnu bych chtěla vytvořit program zabývající se právě detekcí směru příchodu vlny na tyto magnetické antény. To mi potom spolu s daty z Demeter může prozradit něco o tom, jak hvězdy pronikají ionosférou, což ještě není úplně vyřešená záležitost. A v nynější době je to ten hlavní důvod, proč se studují hvizdy. Nuže, možná je pravá chvíle na to, abych prozradila něco více o tom, co vlastně hvizdy jsou a jak a kde vznikají.

Hvizdy vznikají disperzí širokopásmových elektromagnetických pulsů generovaných při bleskových výbojích ve vrchních vrstvách troposféry (kolem 7 km). Tyto pulsy cestují do ionosféry, kde interagují s volnými elektrony. Část energie z pulsů se formou šířící se vlny může dostat do magnetosféry, která již od výšky 1000 km obsahuje plasma. To zřejmě díky přítomnosti nabitých



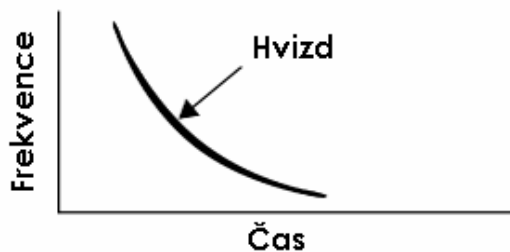
Obr. 3.

částic značně ovlivňuje šíření elmag. vln. Dochází zde k celé řadě vlnových jevů, pro jejichž vysvětlení je zapotřebí kromě teorie elektromagnetického pole použít i kinetický popis plazmatu. Elektromagnetická vlna se v magnetosféře šíří podél uzavřených magnetických siločar (obr. 3). Toto

anizotropní prostředí ovlivňuje disperi vln a má za následek, že z původního širokopásmového pulsu

zbude krátký tón klesající frekvence (obr. 4). To

je daleko lépe patrné po převedení elektrického signálu na zvukový, kdy můžeme slyšet charakteristické „hvízdaivé zvuky“, podle kterých dostal tento jev i svůj název. V naší zeměpisné šířce můžeme zachytit hvizdy pocházející od blesků na jižní polokouli. Z globálního sledování bleskové aktivity vyplývá,

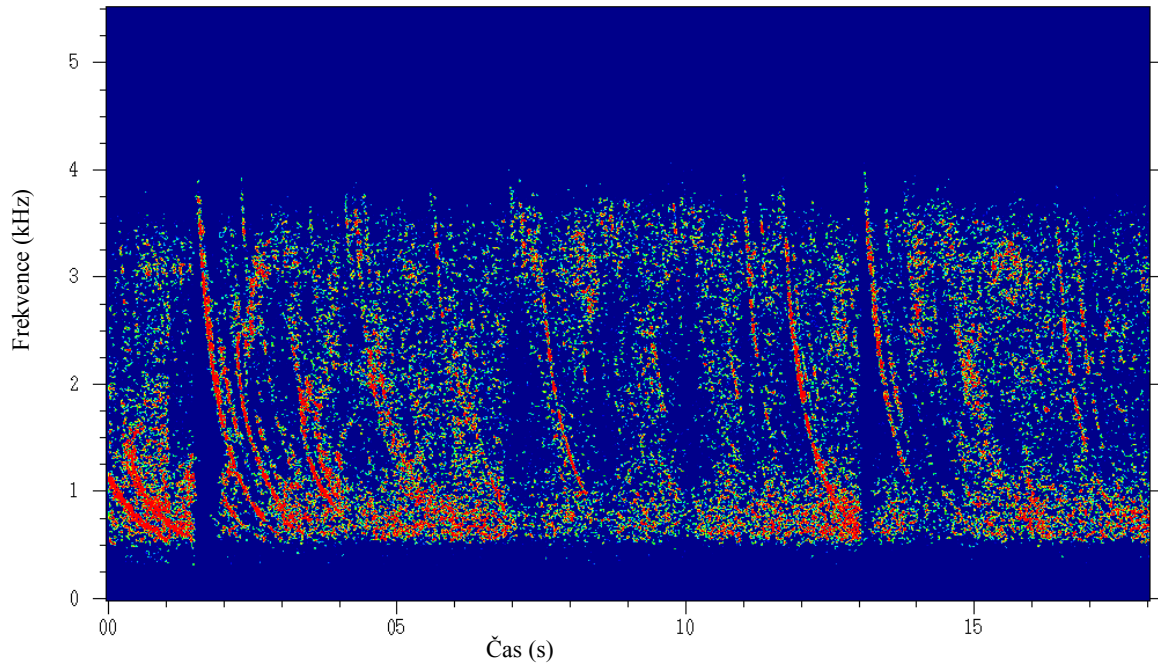


Obr. 4.

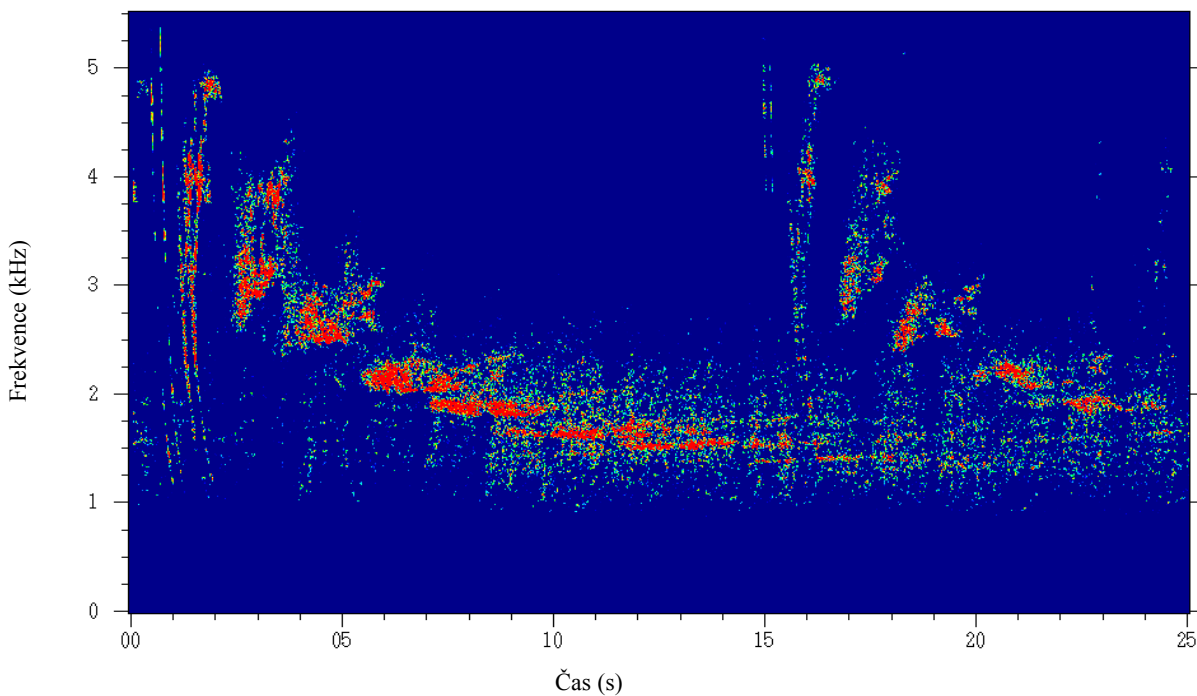
že k většině bleskových výbojů v troposféře dochází nad kontinenty či u pobřežím, zatímco jen málo jich je nad oceány. Hvizdy pozorované na našem území pocházejí z bleskových výbojů nad jižním cípem afrického kontinentu, jež je s námi spojen magnetickými siločarami. Tedy nejpříhodnější doba pro zachycení hvizdů je právě v zimě, kdy je daleko větší výskyt bouřek na jižní polokouli, a tedy i vyšší frekvence bleskových výbojů generujících pulsy.

Doba trvání hvizdu kolísá od sekundy až dokonce i po 15 sekundovou délku. Jak již bylo zmíněno, klesající frekvence signálu v čase je způsobena tím, že v plazmatu se elektromagnetické vlny

o vyšší frekvenci pohybují rychleji než ty s nižší frekvencí, a tím dochází k disperzi, jak je vidět na spektrogramu (obr. 5-6 ). Někdy, když se vlny přibližují k spodní části ionosféry, mohou být odraženy zpět. Tomuto se říká tzv. vícenásobně odražený hvizd, který způsobí dvakrát větší zpomalení nižších frekvencí oproti vyšším a hvizd má pak delší zvukový záznam.



**Obr. 5.** – Hvizd naměřený na Universitě v Iowě.



**Obr. 6.** – Vícenásobně odražený hvizd naměřený na Universitě v Iowě.

V ionosféře se v tzv. hvizdovém módu vyskytují nejen hvizdy samotné, ale i další elektromagnetické emise. Je to např. chorus, rovníkový šum a aurorální sykot. Chorus, jenž významně ovlivňuje dynamiku radiačních pásů, má velmi krátkou dobu trvání (řádově desetiny sekundy) a rychle se měnící frekvenci. Rovníkový šum je tvořen vlnami šířícími se v těsné blízkosti geomagnetického rovníku. Aurorálním sykotem nazýváme intenzivní širokopásmové emise, jež se projevují po převedení na akustický signál syčivým zvukem. Vyskytuje se zvláště v oblasti vzniku polárních září.

Jednou se mě můj učitel z angličtiny zeptal: „To jako když vyletím do vesmíru, tak ty zvuky uslyším?“ Musím říct, že mě tato otázka zaskočila a navíc já se svou chabou zásobou angličtiny jsem se nezmohla ihned na odpověď. Ovšem po zkoušce, kdy jsem jela tramvají domů, jsem se zadívala na slečnu poslouchající walkman a okamžitě mi došlo, že naše uši nemohou přijmout elektromagnetický signál, to jedině, že bychom měli na hlavách anténky. No kdo ví, jaké možné vědecké implantáty nás v budoucnu čekají.

