

Prijem ELF-VLF elektromagnetskih pojava na području srednje i zapadne Istre

Najprije da ukratko opišem VLF područje radiofrekvencijskog spektra.

Izvan svih standardnih komunikacijskih opsega, imamo područje veoma niskih frekvencija koje obuhvaća ove frekventne pojaseve:

- 3 Hz do 30 Hz - ELF - (Extremely low frequency)
- 30 Hz do 300 Hz - SLF - (Super low frequency)
- 300 Hz do 3000 Hz - ULF - (Ultra low frequency)
- 3000 Hz do 30 000 Hz - VLF - (Very low frequency)

Makar nam u početku izgledalo kao relativno prazni i nezanimljivi dio elektromagnetskog spektra, čim malo "poslušamo" sa odgovarajućom antenom i uređajima, vidimo da je situacija sasvim drukčija od očekivanoga. Možemo zabilježiti brojne prirodne pojave elektromagnetskih zračenja.

S napretkom tehnologije, postalo je jednostavno detektirati i analizirati ovaj dio EM spektra, ali istovremeno, razvitak elektroenergetske mreže, donio nam je i nova zagađenja u ta područja, tako da je u gradovima i u blizini visokonaponskih vodova postalo nemoguće primati prirodne radio valove jer ih jako brujanje 50 Hz struja iz vodova napajanja potpuno "pokrije" i priguši, što ću u narednim spektrogramima i pokazati. Iz tih podataka možemo dobiti uvid u ponašanje našeg prirodnog okruženja iz još jednog zanimljivog kuta promatranja.

Uz prirodne radio izvore primamo na 76 Hz i 82 Hz komunikaciju s američkim i ruskim podmornicama, koja se sastoji od kratkih kodiranih poruka specijalnom vrstom spore telegrafije, zatim Alpha signale za navigaciju od 11Khz-14khz, te frekvenciju horizontalnog otklona TV sustava 15 625 Hz, osobito ako vam radi koji tv-prijemnik u blizini. Ali ovdje se nećemo baviti s umjetno proizvedenim EM signalima, makar nam se nameću iz svih strana svijeta.

Najčešće prirodne radio-pojave u području veoma niskih frekvencija:

Nabrojane su po imenima koje se koriste u stranoj literaturi, jer kod nas još nisu definirani nazivi za ove prirodne fenomene.

Sferic - Ime je nastalo skraćanjem naziva atmosferik- atmosferska pojava, radio val koji zvuči kao jedan jači klik, prilikom „bliskog“ udara groma do udaljenosti 4000-5000 Km. Što je udar udaljeniji to se glavni klik razbija na više klikova, na AM radiju ih često imate priliku čuti, zvuči kao da netko gricka čips, a prostiru se kroz široki spektar frekvencija..

Tweeks - Udari gromova, vrlo udaljeni, do nekih 20 000 Km, tako da je val stigao do nas sa više ionosferskih odbijanja. Prilikom dužeg putovanja, dešava se disperzija radio-signala, tako da više frekvencije stižu do nas ranije nego niže, ali s međusobnom razlikom od koje milisekunde. To je dovoljno da primjetimo veoma kratki zvižduk pri kraju signala.

Whistlers - To su isto tweeks, ali koji su prošli kroz zemljinu ionosferu, proputovali s jedne strane zemaljske kugle do druge putujući po zemljinim magnetskim silnicama, te kroz vodljive kanale plazme koji se stvaraju prilikom sudara sunčevog vjetra sa zemljinom magnetosferom. Magnetsko polje zemlje s položajem suprotnim od sunca, može biti izduženo čak do dvostruke udaljenosti između zemlje i mjeseca, tako da whistler u nekim slučajevima može prijeći i više od milion kilometara do ponovnog povratka na zemlju. Pri tome se ponaša slično kao i radio val u valovodu. Pošto prelazi veliki put, pri prijemu se javlja velika vremenska razlika između viših i nižih frekvencija signala, tj. velika disperzija signala, tako da oni zvuče kao zvižduk padanja, najprije stižu više frekvencije zatim za njima sve niže, te čim signal je duže traje, to znači da je i whistler prešao veći put od svog nastanka.

Chorus - kod nas rijetka pojava, najviše u doba jake sunčeve aktivnosti, javlja se prilikom izlaska i zalaska sunca, zvuči kao da se nalazimo u nekoj bari ili jezeru u kojoj se čuje mnogo žaba koje krekeću i uz pratnju zborskog pjeva ptica. U stvari, radi se o strujama čestica koje putuju po zemljinim magnetskim silnicama (protoni i elektroni), inače u sjevernim krajevima, chorus se može čuti i tokom cijelog dana a nazivaju ga Auroral chorus.

Uz te najčešće nabrojane pojave, stalno je prisutna i **Šumanova rezonancija**, na 7,8 Hz koja nastaje kao posljedica stalnih udara gromova i el. pražnjenja. To je rezonantna frekvencija šuplje kugle veličine planeta zemlje, kojoj su granične plohe ionosfera i površina zemlje. Uz osnovnu, prisutne su i harmoničke frekvencije na 14 Hz i 28 Hz. Sve te frekvencije nisu stalne vrijednosti, nego variraju ovisno o aktivnosti sunca i stanju ionosfere.

Stalnim ispitivanjima utvrđeni su i radio izvori geološkog porijekla sa frekvencijama između 0,5 i 100 Hz, koji nastaju prilikom geoloških pomicanja tla, te postoje i neke teorije o mogućnosti predviđanja potresa tako da se izvode mjerenja ponašanja i osobine VLF signala na nekom geološki nestabilnom području.

Uređaji upotrijebljeni za snimanje VLF-a

Za prijem signala koristio sam magnetsku petlju, takozvanu Octoloop antenu, promjera 1m, sa namotanih 200m izolirane bakrene žice 0,75 mm². Kao uređaj za snimanje koristio sam mikrofonski ulaz u prijenosno računalo, te često i prijenosni kazetofon, tako da sam signale snimao na običnu audio kazetu te ih kasnije preslušao i pregledao s programom Spectrum lab.

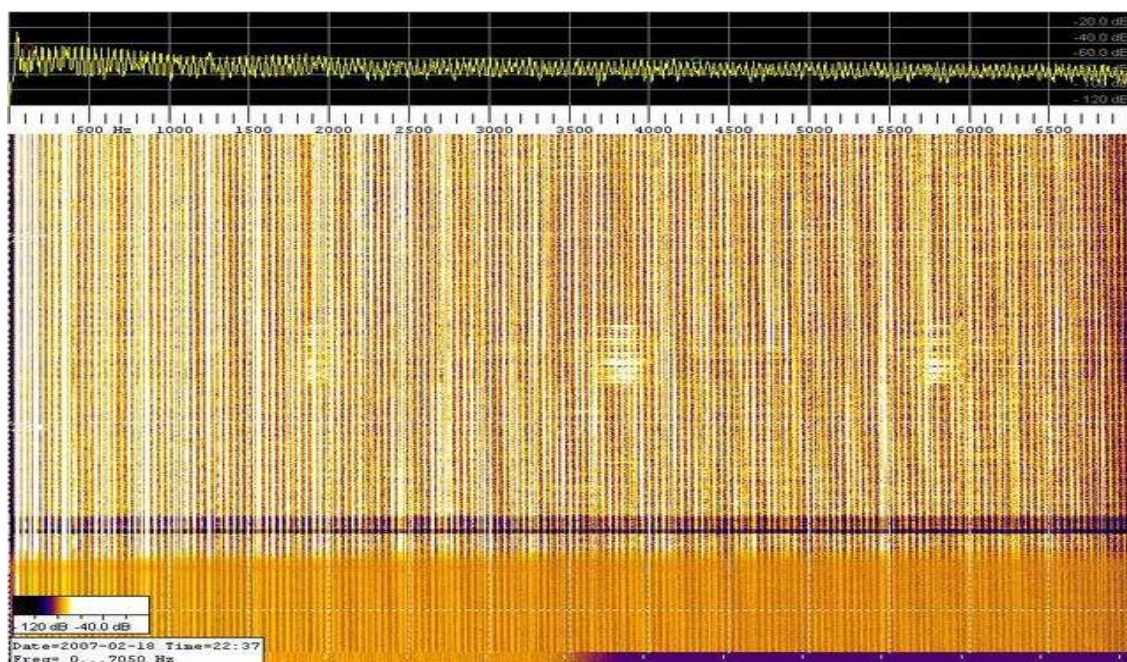


Octoloop antena
(prilikom uporabe izbjegavati blizinu stabala,
jer su dobri uzemljivači za EM signale)

Za snimanje jakih signala, za vrijeme bliskih udara gromova ili približavanja oluje do udaljenosti približno 200 Km, dovoljan vam je i komad bakrenog vodiča dužine par metara, ako bi u tom slučaju koristili osjetljivu antenu, dovodite se u situaciju da preopterete ulaz pojačala i izazovete njegovo pregorijevanje. Ne preporučam izlaganje praznim prostorima ili čistinama te usamljenim stablima za vrijeme grmljavinske oluje, time ne dovodite u opasnost samo uređaj nego i svoj život.

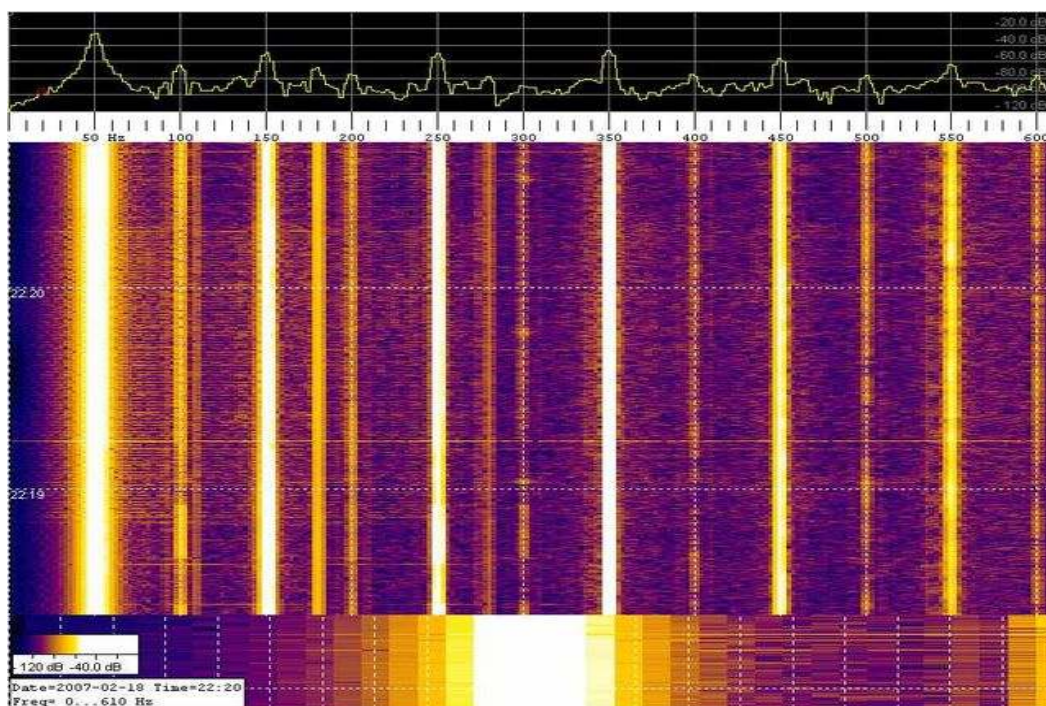
Snimanje signala izvršio sam na 3 pozicije, blizu Vrsara, QTH lokacija JN65UD, u samom gradu Pazinu, JN65XF, te lokaciji oko 5 km od Pazina, JN65XE, u svojevrsnoj „elektromagnetskoj zavjetrini“, pokušavajući se što više udaljiti od elektroenergetskih vodova, kako bi se izbjeglo zagušenje frekvencijom 50 Hz i njenim harmonicima.

Spektrogram snimljen u gradu Pazinu, na otvorenom prostoru, najbliži vodič pod naponom je udaljen 15-tak metara od antene:



Kao što vidimo, cijeli spektar frekvencija od 0-7000 Hz, potpuno je prekriven harmonicima frekvencije mreže. Svjetlina boje označava jakost signala, horizontalno je predstavljen raspon frekvencija a vertikalno protok vremena. Možemo zamijetiti samo pojedinačne signale uključivanja i isključivanja el. trošila. Ovdje nema mjesta za slabe prirodne signale, tako da snimanje prirodnih EM valova u gradu možemo odmah zaboraviti.

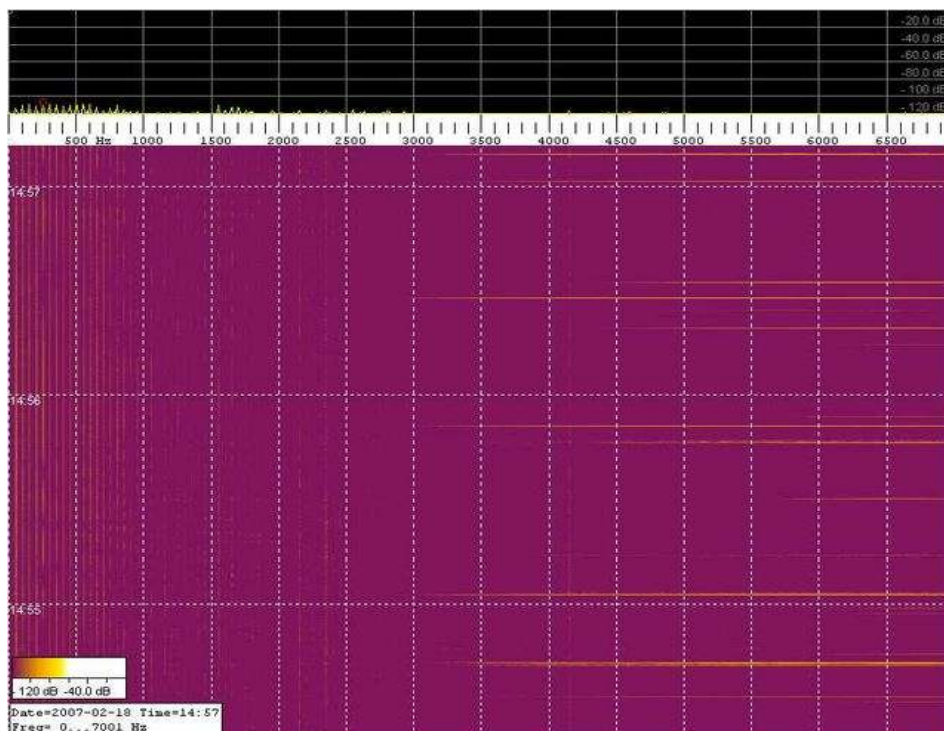
Evo još jedan spektrogram snimljen u Pazinu sa većom frekventnom rezolucijom:



U gornjoj slici vidimo bolje razlučene frekvencije, 50 Hz vidimo kao najjaču, zatim slabiji 2. harmonik na 100 Hz, te jaki 3. harmonik, dalje se redaju harmonici poput rešetke i tako se nastavlja do frekvencije od skoro 10 KHz.

Pošto u Pazinu zbog elektromagnetskog zagađenja, nema govora o mogućnosti detekcije prirodnih radio emisija, isprobao sam prijem na lokaciji u blizini Vrsara, najbliži vodovi pod naponom bili su udaljeni oko 250 m.

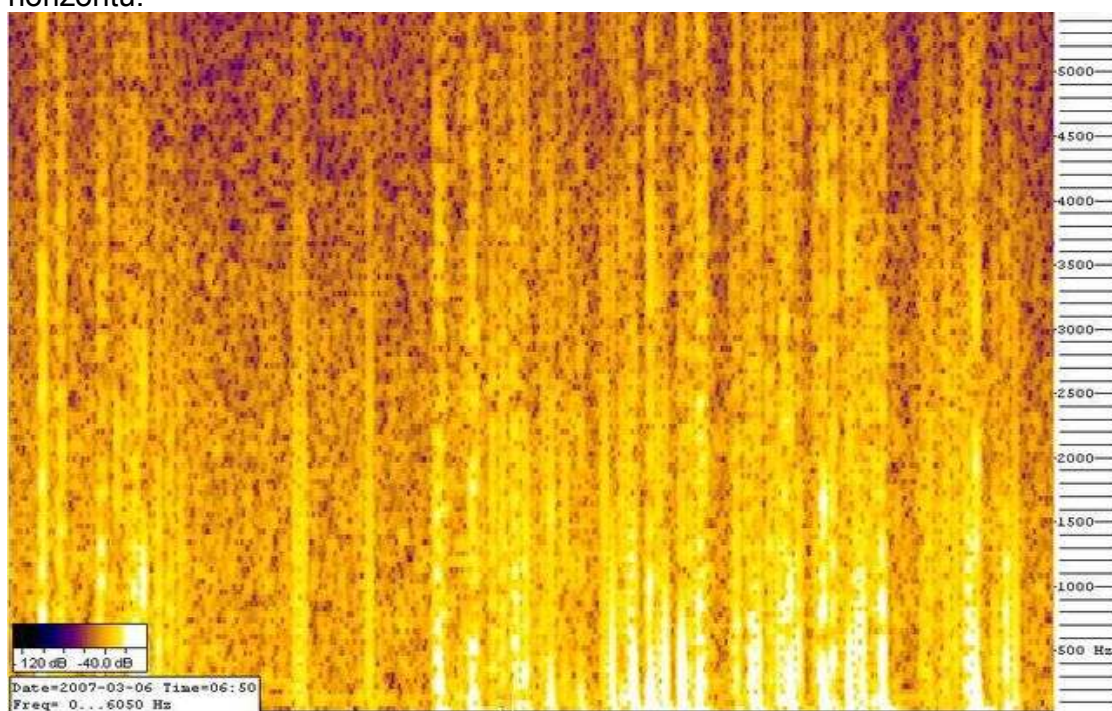
Spektrogram snimljen na poziciji JN65UD:



Odmah možemo primjetiti da je situacija puno bolja nego u Pazinu, 50 Hz harmonici primjećuju se do nekih 1000 Hz, na frekvencijama od 3000 Hz na više vidimo linije smetnji automobilskih motora koji su prolazili cestom na udaljenosti oko 200 m. primjećujem da bi se od frekvencije smetnji nastalih radom motora dalo procijeniti i broj okretaja motora u vozilu. No to još uvijek ne spada u prirodnu radio emisiju.

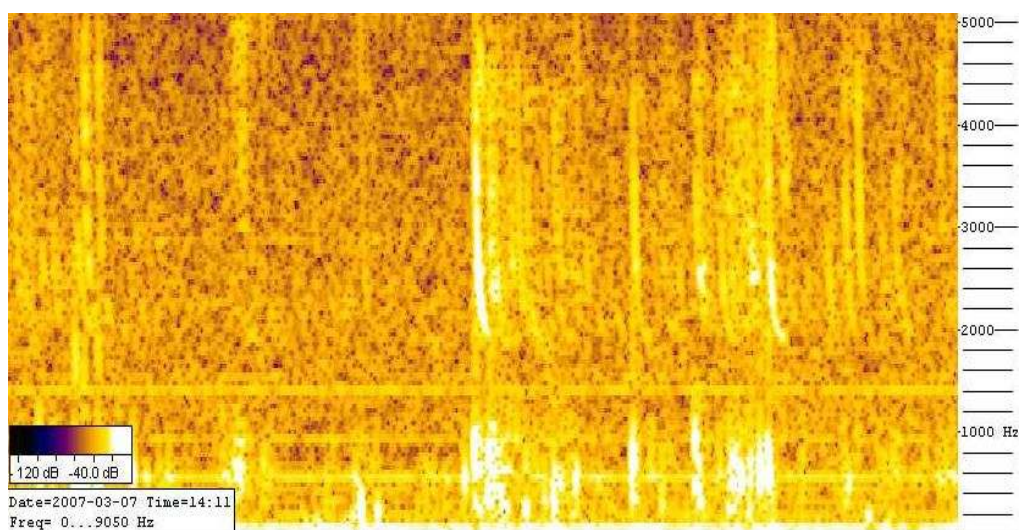
Da bih uspio detektirati „sferike“ i „tweake“, koristio sam predefinirano podešavanje spectrum laba, na opcijama „natural radio“ – „sferic and tweeks“, unaprijed su unutar programa podešavanja takva, da nam omogućavaju najbolji pregled ovih radio-pojava, bez potrebe za dubokim upoznavanjem sustava rada programa, koji postaje sve složeniji jer mu autori stalno dodaju nove mogućnosti.

Evo spektrograma sferika uhvaćenih iz oluje koja se nalazila na optičkom horizontu:



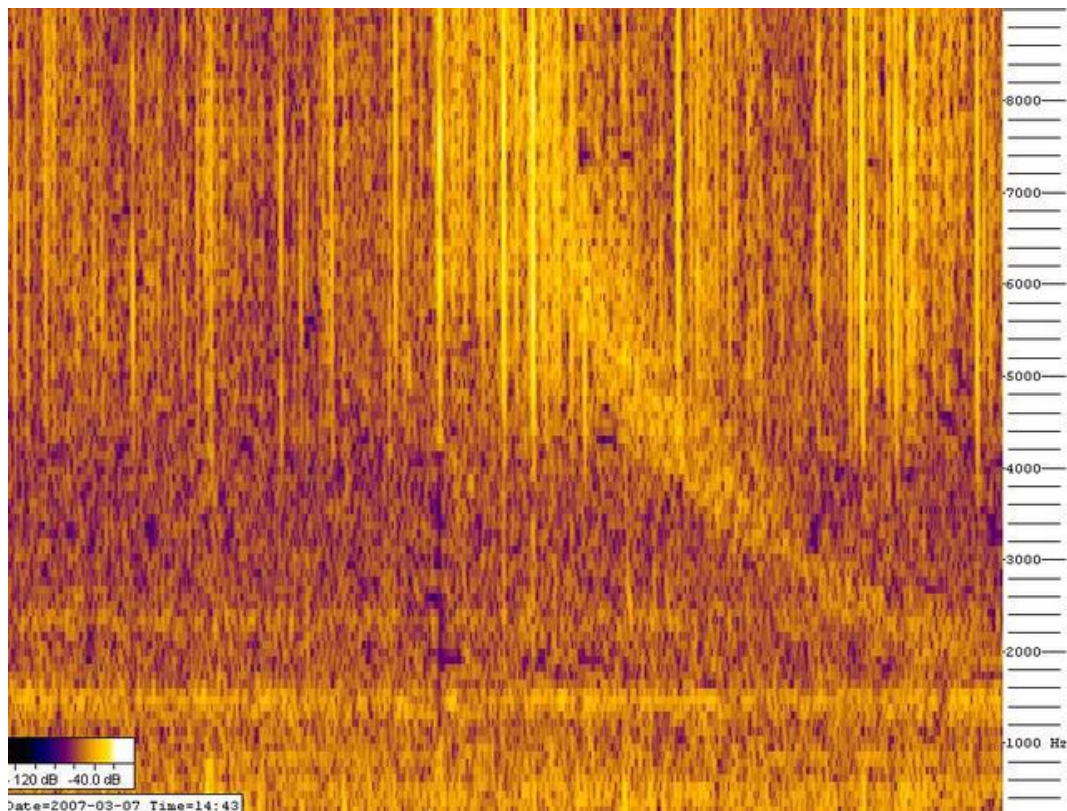
Da se električna pražnjenja dešavaju relativno blizu možemo zaključiti po ravnim crtama signala. Zbog kratkog prijeđenog puta jednostavno do primjetne disperzije signala još nije došlo. Očito se radi o direktnom prijemu bez ionosferskih odbijanja.

Da bi uhvatili tweaks-e, najprije moramo pogledati gdje sve ima grmljavinskih oluja na zemaljskoj kugli, ta ako ih ima u centralnom ili južnom djelu Afrike, velika je vjerojatnost da će i do nas stići za jednim ili dva odskoka od ionosfere. Evo spektrograma sa tweaksima:



Možemo uočiti kako im frekvencija počinje varirati, više ne izgledaju kao ravne crte, već su zakrivljeni na krajevima zbog disperzije, tako da viša frekvencija stigne do antene ranije od nižih. Zbog male disperzije možemo zaključiti da se ovdje radi o jednom do 2 odbijanja od ionosfere.

Ove dvije radio pojave vrlo su česte, dok su Whistleri mnogo rjeđi. Njihova pojava ovisi o 11 godišnjem sunčevom ciklusu te o trenutnom ponašanju sunčeve aktivnosti, kako bi se dovoljno pobudilo magnetosferu i plazmene pojaseve oko zemlje koji igraju bitnu ulogu u provođenju signala u zemljinoj okolini. Učestalost im se mijenja od 1-2 pojave dnevno do više desetaka u minuti. Često se dešava da koji neočekivano doputuje, pa nakon više sati snimanja signala bez whistlera, uspije se i uhvatiti koji pojedinačni. Najbolje je ostaviti opremu da snima pa kasnije na brzinu proanalizirati, uvijek ima šanse da se naleti na nešto zanimljivo. Evo spektrogram Whistlera neočekivano uhvaćenog:



Snimljeni whistler traje oko 1 sekundu, uz ostalo vidimo i dosta sferika. Moguće je da ga zamijenimo i sa smetnjom od nekog zemaljskog uređaja, ali s obzirom da je u doba snimanja bila aktivna aurora, velika je vjerojatnost da je to pravi whistler. Po velikoj disperziji vidimo da je prijeđen dugi put, vjerojatno više od 100 000 km.

Pošto smo zadnjih godina u ciklusu opadanju sunčeve aktivnosti automatski se smanjuje i brojnost prirodnih EM pojava. No vjerujem da će u narednim godinama, rasti

broj prirodnih fenomena u elektromagnetskom spektru, s obzirom na to da narednih godina ponovno ulazimo u ciklus rasta aktivnosti sunca. Samim tim povećat će se mogućnost češćeg prijema raznih pojava u zemljinoj magnetosferi, plazmenim pojasima i ionosferi.

Zanimljive hiperveze:

<http://www.vlf.it/>

<http://www.astro.hr/ucionica/>

<http://www.altair.org/>

<http://image.gsfc.nasa.gov/poetry/inspire/>

<http://www.qsl.net/dl4yhf/spectra1.html>

Uz „ugodno“ slušanje prirodnog šuma i elektromagnetskog zviždanja ☺

73 DE 9A5ARB – Radoš Branko