

# SPORADIK-E

## INTERESANTNA TEHNIKA

### DX RADA NA 144MHz



Ž. Stevanović  
YU1MS

#### U V O D

Sporadic-E, ili **Es**, kao prirodni fenomen, u amaterskoj zajednici, je poznat već više od 70 godina. Međutim, do danas nije uspostavljena jedinstvena, sveobuhvatna i konzistentna teorija koja bi objasnila sve njegove varijacije kao i osvetlila mehanizme koji ga produkuju.

Naučnici su putem sondažnih raket utvrdili da se ovaj prirodni fenomen formira u jonsferskom E sloju, na Karmenovoj liniji (100km od površine Zemlje), u obliku jednog ili više manjih **Es** oblaka. Unutar njih jonizacija je veća i po nekoliko puta od ambijentalne što dovodi do refleksije radio-talasa frekvencija od 20 do 220MHz.

Danas je poznato da se on pojavljuje svake godine krajem proleća i početkom leta, za severnu Zemljinu hemisferu to je period od polovine maja pa do polovine avgusta, sa izraženim sezonskim maksimumom od 1. juna do 31. jula. Takođe, uočena je i dnevna varijacija tj. maksimum je oko lokalnog podneva.

Takođe, do danas je utvrđeno da se **Es** pojavljuje u više zona, ka npr: severna auroralna, severna srednje-širinska, ekvatorijalna, južna srednje-širinska i južna auroralna zona 1.

Dugogodišnjim praćenjem ove pojave na 144MHz, uočio sam da je jedini proces u atmosferi, čija se sezonska varijacija poklapa sa sezonskom varijacijom **Es**, zimsko aktiviranje antarktičkog polarnog vrtloga kao i prolećni ciklus destrukcije ozona na severnoj zemljinoj hemisferi.

Međutim, na osnovu toga još uvek se ne može predvideti dnevna varijacija **Es**.

Zbog toga sam izvršio prezentaciju rezultata YU amatera, koji već više od 30 godina sistematski prate pojavu **Es** u zoni planina Alpi.

Dobijeni rezultati pokazuju izvesnu mogućnost predviđanja mesečne i sedmične varijacije. Takođe, nedvosmisleno ukazuju i na povezanost **Es** sa FAI, odnosno na činjenicu da su pri pojavi **Es** istovremeno osvetljene i neke FAI tačke.

U nastavku će prvo biti prikazana analiza QSO-a evropskih stanica iz juna i jula 2006. godine, realizovanih na 144MHz i preko **Es**, a potom će u nastavcima ovog serijala biti date i teorijske opservacije o prirodnom fenomenu poznatom kao **Es**.

#### I Deo

##### Analiza veza ostvarenih preko Es na 144MHz, u srednješirinskoj zoni, za period jun-jul 2006.

Radio-amaterskim operatorima na 2m bandu je, uglavnom, poznata činjenica da se pri pojavi **Es** mogu raditi DX radio-veze čija je daljina oko 2700km. Međutim, svedoci smo da su mnogi radio-amateri iz Europe, pa i naše zemlje, radili veze čiji je QRB bio i do 4000km da bi 25.06.2006. stанице EA8AVI i YO4FNG postavile nov rekord 1. Regionala IARU sa fantastičnih 4285km!!! [14] i [20].

I ove godine sezona sporadika je već otpočela dana 12.05, kada je registrovano prvo otvaranje na 144MHz. Pozicije **Es**



Jutro  
u mom  
voljenom  
gradu.  
Beograd  
se budi ...  
Vreme je za  
sporadic-E

oblaka, projektovane na Zemljinu površinu, (odnosno velika polja Univerzalnog QTH lokatora) bile su skoro identične sa nekim od ranijih tj. sa otvaranjima od prošle i nekima od prethodnih godina, što će u nastavku ovog članka biti detaljnije objašnjeno i opisano.

Analizom ostvarenih QSO-a i lokatora, kako naših tako i stanica iz Evrope, uočljive su izvesne zakonitosti koje bi ubuduće mogle da olakšaju rad operatorima [20]. Zbog toga sam i odlučio da napišem ovaj članak sa ciljem upoznavanja mlađih (i potsećanja starijih) operatora sa ovom, relativno starom, DX tehnikom rada na 144MHz.

U pripremi su još dva nastavka o **Es**, kao interesantnom prirodnom fenomenu, u kojima sam, pored interpretacije do-sadašnjih teorija, pokušao da pronađem korelaciju između njegovog pojavljivanja i nekih drugih procesa u atmosferi.

Obzirom da je sezona rada preko **Es** već otpočela redosled objavljuvanja nastavaka iz ovog serijala je malo izmenjen utoliko što će prvo, na početku, biti data analiza ostvarenih veza, a potom će slediti ostali nastavci o **Es**.

Takođe, ove članke treba posmatrati u svetlu činjenice da, i pored toga što je ova DX tehnika rada stara više od 70 godina, do danas nije uspostavljena jedinstvena, sveobuhvatna i konzistentna teorija koja bi objasnila mehanizme i uzroke nastanka ovog prirodnog fenomena kao i njegovu prirodu.

Treba potsetiti da su radio-amateri ovu pojavu uočili još 1933. godine, a da je prvu informaciju o prostiranju ovom tehnikom, na 56MHz, objavio J. A. Pierce, W1JFQ, na Harvardskom univerzitetu – kao studijsku analizu **Es**, septembra 1938. godine [19].

Posle II svetskog rata dalja ispitivanja ovog fenomena su nastavljena. Zbog toga možemo reći da je od 1957, u amaterskoj zajednici, o **Es** objavljen veći broj saopštenja, analiza, radeva i studija. Neke od njih, koje su mi bile dostupne, naveo sam u spisku literature pod: [1], [2], [3], [4], [5], [13], [14], [15], [16], [17], [18], [19], [20], [25], [26] i [27].

Pored radio-amatera i istraživači iz pojedinih instituta i drugih ustanova vršili su proučavanje ovog prirodnog fenomena i o tome, takođe, objavili saopštenja, članke, radeve i studije. Deo te literature naveden je pod: [6], [7], [8], [9], [10], [11] i [12].

Takođe, kod objašnjavanja pojedinih oblasti iz meteorologije, aeronomije, astrofizike i prostiranja radio-talasa koristio

sam još i sledeću literaturu: [21], [22], [23], [24], [28], [29], [30], [31], [32], [33], [34], [35], [36], [37], [38] i [39].

U drugom delu ovog serijala izložio sam kratku teorijsku obradu procesa ionizacije u atmosferi sa posebnim osvrtom na E sloj. Potom sam u revijalnom obliku prikazao sistem teorija o Es i izvršio njihovu podelu po vremenskoj skali tj. po godini pojavljivanja, i tako dobio sažetu istorijsku retrospektivu ovih teorija. U trećem delu sam izložio svoje objašnjenje o uzročno-posledičnim vezama i procesima u atmosferi koji bi mogli imati uticaja na pojavu Es.

Važno je uvek imati na umu da su ideje koje su ovde iznete još uvek samo u domenu hipoteza, teorija i posmatranja radi daljeg ispitivanja jer je još uvek nepoznata priroda Es, kao i mehanizmi koji dovode do njegovog formiranja i pojave na 144MHz.

Takođe, njegovo predviđanje unapred je još uvek nepoznato radio-amaterima na našim geografskim širinama. Pored toga, kad god pomislite da su uočene korelacije i ispitivanja koja ste obavili postali fakti, Es će vas uvek "priyatno" iznenaditi sa nekim neobjašnjivim rezultatom (HI)!

Zbog toga su napori koje ulažu radio-amateri u ispitivanja kao i pokušaj konačnog definisanja ove pojeve skopčani sa mnogim problemima. Zato je na ovom mestu važno napomenuti da je svaki vaš izveštaj o urađenim vezama preko ovog prirodnog fenomena dragocen pa je zbog toga i potrebno da ga pošaljete na Internet adresu:

<http://www.vhf-contest.com/?id=2>

Svi ovi podaci, koji se prikupljaju na ovaj način, ulaze u jedinstvenu evropsku VHF bazu podataka i predstavljaju osnovu za dalje studije i proučavanje fenomena zvanog Es. Za sve one koji nemaju iskustva, a žele da na neki način "predu" put starijih operatora napominjem da mogu uvežbavati monitoring MUF-a na klasičan način [17] i [18].

Pored toga, ovaj serijal treba da podstakne na razmišljanje mnoge operatore koji su uočili izvesne zakonitosti, radeći u ovoj tehnici dugi niz godina. Nemojte nikad zaboraviti da je sve jednostavno i jasno kada se otkrije. Moguće je da se objašnjenje za ovu pojavu krije baš u detalju koga ste vi odavno, već uočili, a ne pridajete mu značaj jer mislite da to nije bitno. Hi! U teorijskim spekulacijama, a i ljudima koji se bave određenim analizama i studijama o prostiranju radio-talasa, poznato je, da mogu biti važni baš oni detalji kojima mi "obični" operatori ne pridajemo mnogo značaja. U prilog ove teze iznosim i sledeće: "Stariji će se sigurno setiti perioda, početak 80-tih godina, kada je grupa YU amatera ispitivala pojavu prostiranja na 144MHz, koja je tada bila poznata kao "Trans-Alpsko-Prostiranje" ("TAP") ili "Side Scatter" (kasnije je ovaj mod rada na UKT dobio ime "FAI"). U to vreme bilo je dosta UKT "eksperata" i skeptika koji su vrteli glavom i tvrdili da je nemoguće raditi stanice iz Francuske ili Španije sa antenom okrenutom prema Alpima ili zapadnoj Švajcarskoj (Ženevsko jezero). Međutim, uporni operatori su uspeli da dokažu da je to ipak bilo moguće, i ova nova DX tehnika rada u "inat UKT eksperata", bar što se YU stanica tiče, vrlo brzo je dobila pravo građanstva" (HI)!

Sve zainteresovane za ovu vrstu propagacije upućujem na literaturu pod [21] i [27] ili na Internet adresu:

<http://www.qsl.net/ic8fax/>

## 1. Analiza Es QSO-a na 144 MHz za period juni-juli 2006. u srednješirinskoj zoni

### 1.1. Uvod

Već dugi niz godina, preko Interneta, pratim veze evropskih amatera na 144MHz, ostvarene u Es tehnici rada. Naž-

lost, na samom početku ističem da je broj izveštaja YU stаницa neopravданo mali. Kada kažem da je broj izveštaja YU stаницa neopravданo mali onda mislim na činjenicu da priličan broj operatora učestvuje u otvaranjima na 144MHz, ali o svojim vezama ne šalju izveštaje. To se najbolje može videti kroz izveštaje evropskih stаница које су радиле са овим YU amaterima! što se tiče naših komšija, situacija ni kod njih nije ništa bolja. Međutim, i ovaj nivo poslatih izveštaja omogućava određena proučavanja i analize.

Nažalost dobijeni rezultati nam još uvek ne mogu pružiti odgovor na fundamentalno pitanje: **"Kada i gde će biti formiran Es oblak?"** Drugim rečima, još uvek ćemo morati da bаратамо са ovakvim analizama као и подацима о monitoringu MUF-a, sve dотле dok ne буде pronađen odgovor на malopredašnje pitanje.

Od interesantnijih sajtova где можете видети prijavljene Es veze i poslati vaše izveštaje, за sada, navodim samo:

<http://www.vhf-contest.com/?id=2>

Svakodnevno, vaše informacije о vezama, у виду спота, можете слати или видети преко DX klastera. Ovom prilikom поминjem само par najpoznatijih:

<http://oh2aq.kolumbus.com/dxs/> ili

<http://sm6.sector.nu/cluster/?band=2m&limit=25&&&skin=0>

Kao što je poznato ovim DX klasterima se može pristupiti i преко Paket-radija ili путем mobilног телефона (postoji опција у којој се могу само прими извеštaji тј. "spotovi", што је јеftinija варијанта!).

У сваком случају било која анализа коју планирате да урадите данас је незамисљива без Interneta и огромних база података које вам, као нормалном кориснику (без "hakerisanja"), стоје на raspolaganju. Jedna од takvih је сигурно и база од OM Gabriel, EA6VQ, која се налази на Internet адреси:

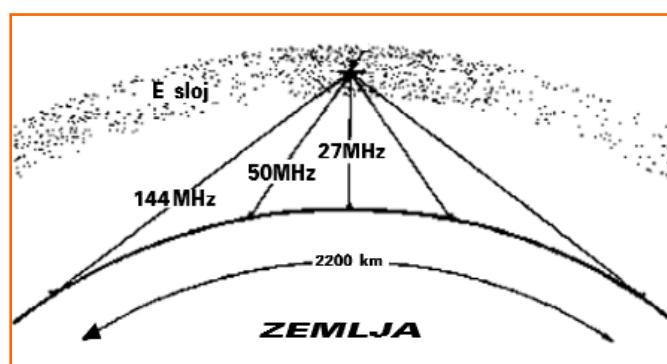
<http://www.vhfdx.net/>

На kraju ističem i jedan od најпопуларнијих Evropskih sajtova на коме можете neposredno dogovarati testove за rad преко EME, MS, Iono-scatter itd, или међусобно четовати и разменјивати информације из домена radio-amaterizma, а уједно, преко посебног прозора, пратити стање на DX klasteru (**OH2AQ.kolumbus**). Adresa ovog sajta је:

<http://www.on4kst.com/chat/start.php>

### 1.2. Opšti pojmovi o Sporadiku-E

Sporadična ionizacija u visini jonosferskog E sloja, по које je inače i dobila име Es,javlja se svake godine u letnjim mesecima tj. od maja do avgusta sa izraženim maksimumom u periodu juli-juli, a ređe u zimskim mesecima. Ovo je tzv. **sezonska varijacija Es**, dok je dnevna varijacija izražena oko lokalnog podneva. Na Sl. 1. јематски је приказана pozicija formiranja Es oblaka u visini jonosferskog E sloja.



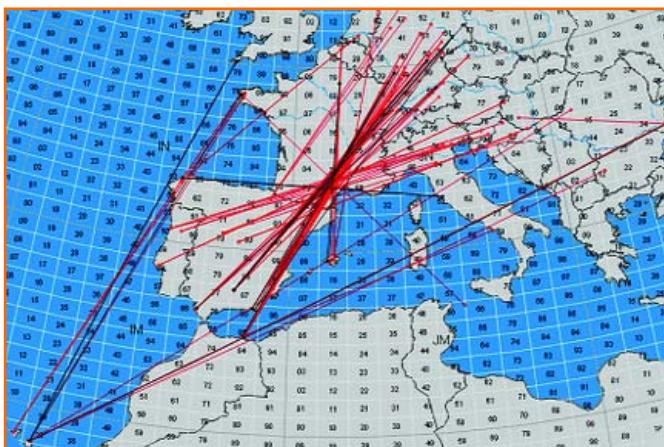
Sl. 1.  
Pozicija Es oblaka na visini 100km od Zemljine površine [1]

Ovom prilikom ističem da će u ovoj analizi biti tretirane samo veze koje su, kao što se vidi na slici, rađene preko jednog odbijanja ("Single hop"). To su veze do 2200km, sa manjim brojem onih u intervalu od 2200 do 2800km. Ovakva podela je urađena iz praktičnih razloga jer ne postoji čvrsta granica koja definije do kog QRB-a su ove veze [1] i [8].

Takođe, ističem i činjenicu da mnogi autori u organizaciji elektronske baze o **Es** vezama na 144MHz prave podelu na veze koji su ostvarene preko jednog odbijanja i na one veze čiji je QRB ostvaren sa višestrukim odbijanjem ("Multy hop") [14].

Takođe, kod **Es** se koristi izvorni pojam "**Skip**" (skok) uz dodatak E, tako da se dobija kratica "**E-skip**".

Na Sl. 2. prikazan je primer karte otvaranja od 25.06.2006, preuzete sa [VHF-Contest.com](http://VHF-Contest.com), sa kojom je jednostavno izvoditi i vršiti sve potrebne analize veza.



Sl. 2. Primer karte Es otvaranja od 25. juna 2006. godine

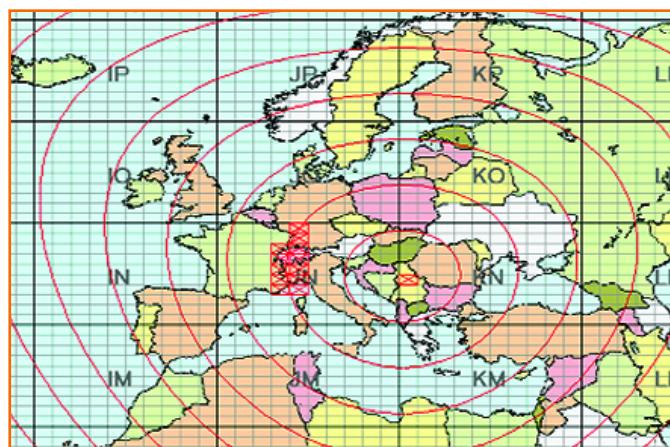
Ona sama nije precizna pa se na osnovu nje ne može izvršiti procena da li je **Es** stvarno i bio iznad površine najvećeg broja preseka azimuta (zbog toga što je kompjuter odnosno njegov program vršio direktno ucrtavanje azimuta od matičnog QTH stanice koja je poslala izveštaj o **Es** vezama, pa do QTH polja korespondenta). Međutim, i pored toga, ona i u ovom stepenu tačnosti u potpunosti zadovoljava potrebama analize koju vrše radio-amateri.

Takođe, u cilju tačnog lociranja **Es** oblaka naučnici i profesionalci koriste mnoge elektronske uređaje (radari, jonosondi, GPS i sateliti, itd.) koji radio-amaterima nisu, u potpunosti, dostupni.

Međutim, kada bi raspolagali sa podacima o azimutima od recimo 4 ili 5 amaterskih stanica, raspoređenih po unapred izabranoj osnovici, onda bi bili u poziciji da tačnije odredimo lokaciju **Es** oblaka. Neki proračuni koje su radili YU amateri ukazuju da je centralno područje iznad koga se obično formira **Es** oblak u širem rejonu Alpa a obuhvaćeno područje je definisano sa QTH poljima: JN33 do 37; JN43 do 49, Sl. 3. Neke poznatije tačke iz FAI komunikacija, a koje se nalaze u ovoj zoni bile bi: JN36, 48 i 49. To praktično znači da bi npr. amaterske stanice iz Budimpešte, Beograda, Rumunije, Sofije i Grčke trebale da usmeravaju svoje antene, ka pomenutim tačkama. Iz praktičnih razloga lakše im je da se usmeravaju samo ka JN36 ili JN48.

### 1.3. Es QSO-i iz juna-jula 2006.

Aktivnost stanica u Evropi u periodu maj-avgust, svake godine, naročito je velika zbog toga što amateri pored Tropoa, FAI, Iono-Scatter, MS, EME, Satelita i dr, željno očekuju i **Es**.



Sl. 3. Karta sa Centralnim QTH poljima za zonu "ALP" iz KN04et, koja je dobijena iz programa amatera Gabriela, EA6VO: "VQLog 3.0"

U ovoj DX tehnici rada na UKT realizuje se na hiljade veza, što u krajnjem pruža veliko zadovoljstvo operatorima i pokazuje onu najlepšu stranu ovog našeg hobija. Za one operatorе koji žele da pronađu podatke o otvaranjima u godinama i pre 2006., dajem adresu sajta gde to mogu da ostvare

<http://www.vhfdx.de/>

Pored toga, interesantno je napomenuti da je u popularnom VHF Biltenu DUBUS (izlazi u Nemačkoj), još prošle godine, analizu **Es** "Double hop" QSO-a napisao poznati amater Volker DF5AI, koji se godinama bavi studijama prostiranja talasa a posebno Sporadikom-E. Pomenuti članak možete videti na Internet adresi

<http://www.df5ai.net/>

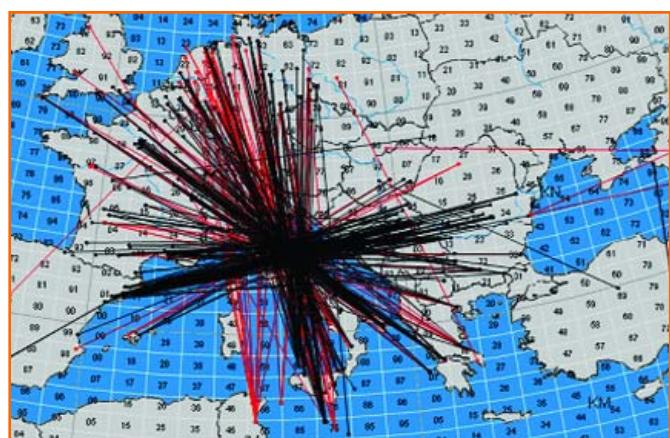
Pored ovoga sajta vašoj pažnji preporučujem i stranicu na Internetu od poznatog amatera DK5YG Udo, gde možete pronaći podatke o vrlo ozbiljnim studijama prostiranja UKT. Adresa je

<http://www.vhfdx.de/index.html>

Pri opredeljivanju, kod izbora materijala za analizu, jedini kriterijum za selekciju je bio da li je otvaranje na 144MHz bilo upotrebljivo za stanice iz Beograda (sa centralnim QTH poljem KN04ET; zbog efekta diverziti prijema) ili ne.

#### 1.3.1. Analiza veza i karata

Prvo otvaranje u 2006. godini, što se tiče YU stanica, registrovano je u subotu 03.06.2006, od 09:18 do 14:11 UTC. Međutim, za analizu je uzeto **Es** otvaranje od 04.06.2006. godine, čija je karta data na Sl. 4.



Sl. 4. Otvaranje od 4. juna 2006. godine

Kako je dobijena karta prikazana na Sl. 4?

Svi izveštaji UKT stanica iz Evrope koji pristignu neposredno po završenom otvaranju, na pomenutu Internet adresu (<http://www.vhf-contest.com/?id=2>) koju uređuje i vodi Stefan DM2SR) automatski se unose u bazu i putem kompjuterskog programa vrši se njihova obrada. Za sve stанице učravaju se rađena QTH polja. Potom kompjuter vrši iscrtavanje azimuta tako što povlači linije iz matičnog QTH, svake stанице koja je poslala izveštaj o rađenim Es vezama na 144MHz, prema QTH poljima korespondenata. Pored toga, za nas je ovo bitno da uočimo rejone na zemljici tj. tačke preseka azimuta (mesta gde se većina azimuta ucrtanih na karti ukršta tj. preseca) odnosno rejone iznad kojih se QTH polja Es oblak nalazio i u kom pravcu se kretao.

Ovde upućujem čitaocu da pogledaju članke OM Volkera DF5AI, koji je kod analize dvostrukog odbijanja u Es vezama i projektujući dobijene tačke preseka azimuta na površini Zemlje, pronašao da se talasi uglavnom odbijaju od većih vodenih površina ili istaknutijih reljefnih objekata (na pr. planine) [4], [5] i [20].

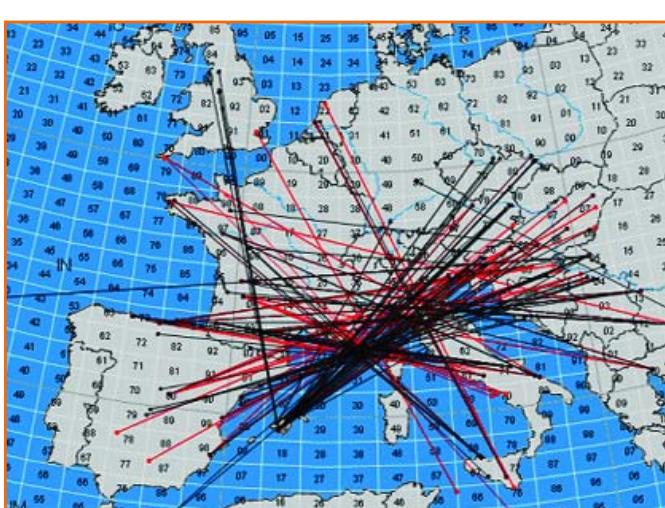
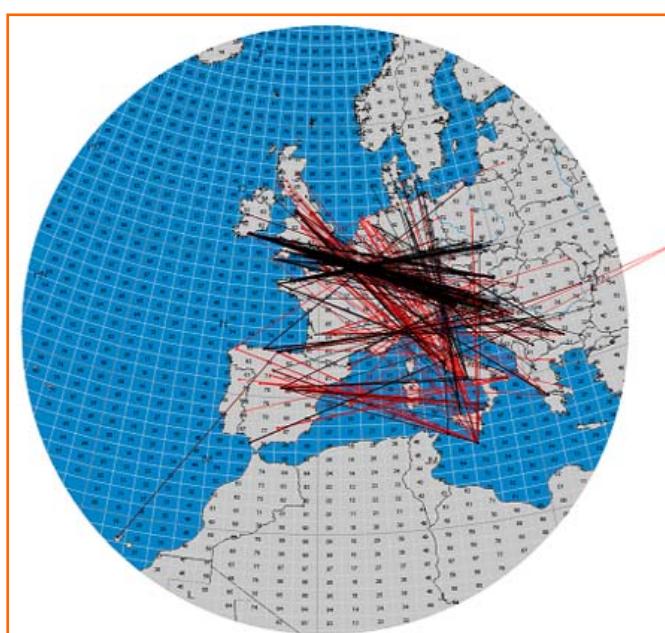
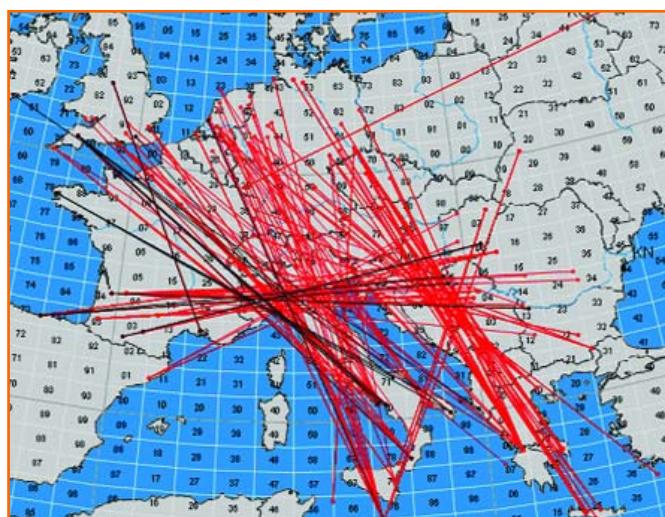
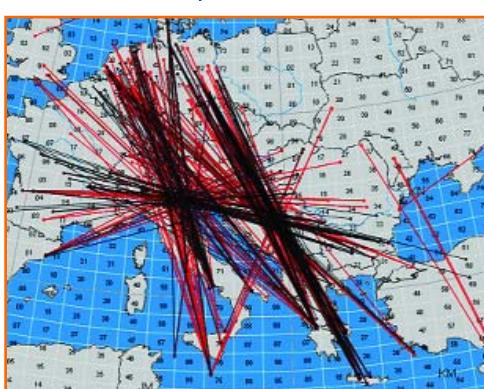
Daljom analizom prikazane karte, Sl. 4. može se videti da je dobijena površina preseka azimuta oivičena sledećim poljima: JN 52, 53, 54–62, 63, 64, 65–73, 74, 75 i moguće delom nad poljem 76. Takođe, vidljivo je i par veza između jedne: Izraelske i Ruske stанице; potom jedne Turske i Mađarske stанице odnosno jedne stанице iz Ukrajine sa stanicom iz Francuske. Azimuti od ovih veza odstupaju od glavnog snopa i u ovom momentu neće ni biti analizirani.

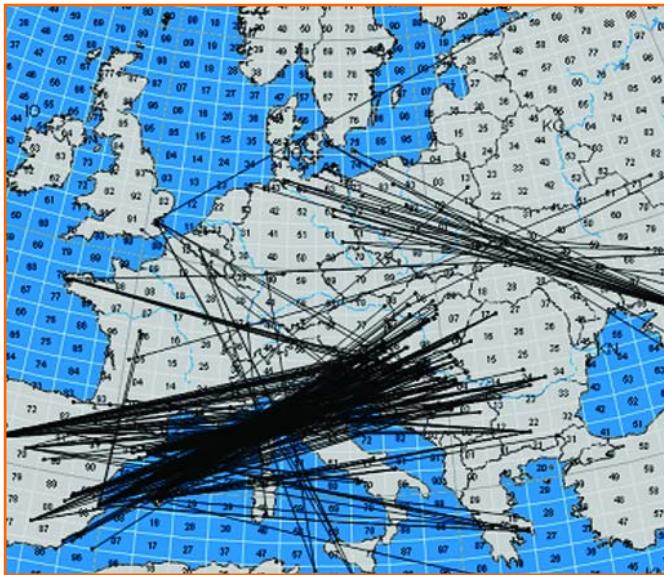
Na Sl. 5. do 5k, prikazane su karte otvaranja iz 2006. na kojima možemo videti da se tačke preseka azimuta i obuhvaćena QTH polja u velikoj meri poklapaju kao i kod karte na Sl. 4. Datumi ovih otvaranja su: 05.06., 06.06., 07.06., 20.06., 24.06., 09.07., 10.07., 11.07., 12.07., 14.07., 16.07. i 26.07. 2006. godine.

Pored toga navodim podatke da su se od 2001. do 2005. dešavala slična otvaranja, a datumi za ove sporadike su bili: 02.07.2001., 07.07.2001., 03.06.2002., 08.06.2002., 03.07.2002., 24.06.2004., 27.06.2004., 02.07.2004., 06.08.2004., 28.04.2005., 30.05.2005., 07.07.2005., 15.07.2005. i 01.08.2005. godine. Međutim, kako predmet ove analize nije period od 2001. ovi podaci su navedeni samo kao primer i dokaz da se ova otvaranja ponavljaju iz godine u godinu!

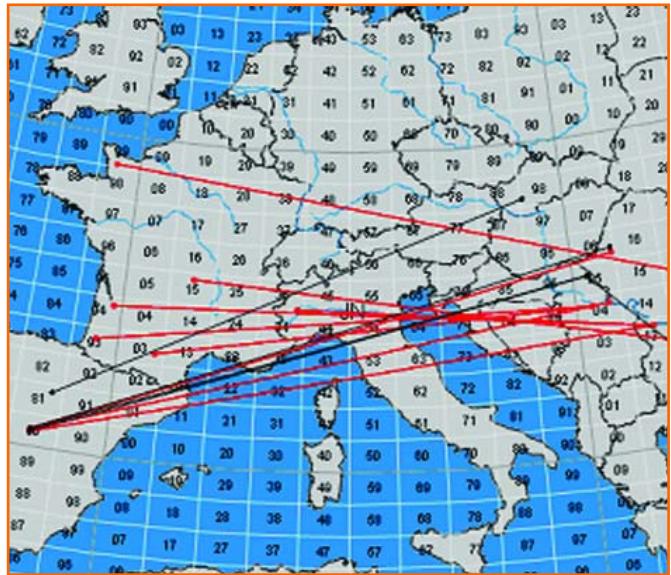
Pošto su datumi otvaranja za zonu "ALPI" već pomenuti upućujem čitaocu da pogledaju vremena za njih na adresi <http://www.vhfdx.net/>

Takođe, na ovom sajtu mogu pogledati i vremena za otvaranja iz 2001. i 2002. godine, za datume koji su već pomenuti. Za ostale godine odnosno za: 2003., 2004. i 2005. to mogu učiniti na [http://www.vhfdx.de/sporadic\\_e.html](http://www.vhfdx.de/sporadic_e.html)

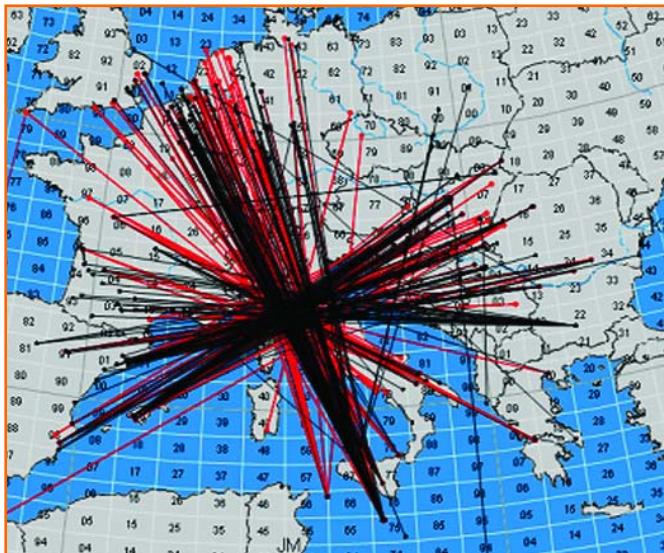




Sl. 5d. Otvaranje od 24. juna 2006. godine



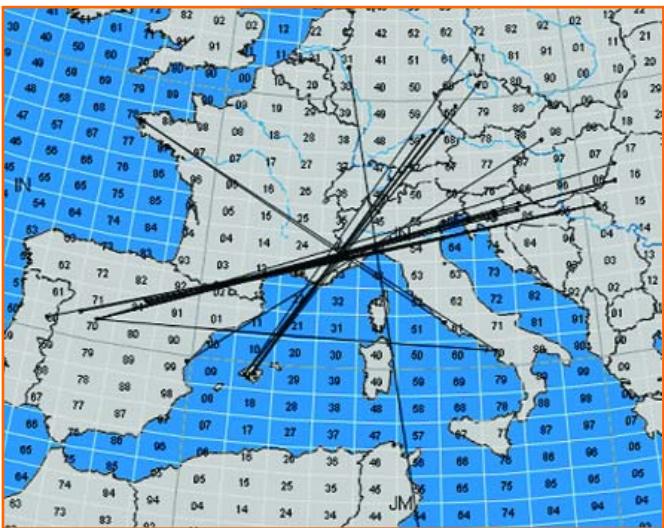
Sl. 5g. Otvaranje od 11. jula 2006. godine



Sl. 5e. Otvaranje od 9. jula 2006. godine



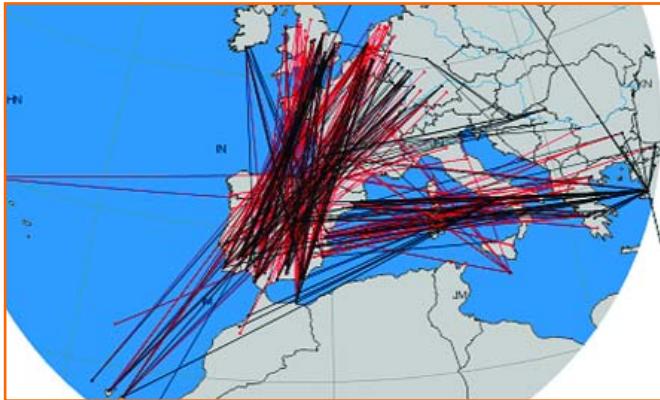
Sl. 5h. Otvaranje od 12. jula 2006. godine



Sl. 5f. Otvaranje od 10. jula 2006. godine



Sl. 5i. Otvaranje od 14. jula 2006. godine



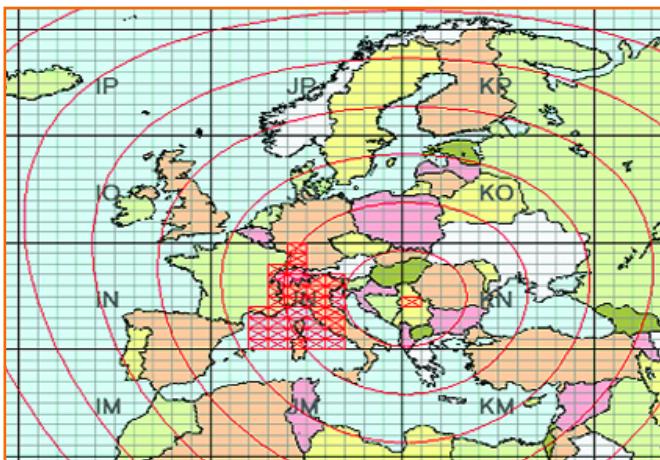
Sl. 5j. Otvaranje od 16. jula 2006. godine



Sl. 5k. Otvaranje od 26. jula 2006. godine

Kada se uporede rezultati, Sl. 4. i Sl. 5. do 5k, a dobijene tačke preseka azimuta projektuju na QTH polja, može se zaključiti da je ovako dobijena površina sada znatno šira, i konačno je definisana sa sledećim poljima: JN 20, 21, 22, 23, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 72, 73, 74, 75 i 76.

Ova površina prikazana je na karti, Sl. 6, a zbog lakšeg praćenja njenog opisa nazvao sam je kao zonu: "ALPI".



Sl. 6.

Karta sa QTH poljima koja obuhvata zonu "ALPI" iz KN04et

Ovdje još treba reći da se u okviru nje nalaze, pored već pomenućih i sledeća QTH polja koja "osvetljava FAI", i to: JN41 i JN42 (ostrva Sardinija i Korzika) [21], [24] i [27].

- nastaviće se -

## LITERATURA

- [1] Emil Pocock, W3EP: "Sporadic-E propagation at VHF", The UKSMG Six News Archives <http://www.uksmg.org/sporade.htm>
- [2] Mel Wilson, W2BOC: "Midlatitude Intense Sporadic-E Propagation", QST, December 1970. and March 1971.
- [3] Bob Gyde, ZL3NE/1: "Predicting Propagation on 2 and 6 meters", November 03, 2005. <http://www.mycom.co.nz/shack/zl3ne/bobz3ne.htm>
- [4] Volker Grassman, DF5AI and Udo Langenohl, DK5YA: "Very Long Distance Propagation in the 144MHz Band", Discussion of the May 20, 2003 DX opening.
- [5] Volker Grassman DF5AI, Sabine Cremer DL1DBC, Udo Langenohl DK5YA, Allard Munters PE1NWV, Gabriel Sampol EA6VQ, Joachim Kraft DL8HCZ: "Thunderstorm effects on Sporadic E Propagation in 144 MHz", "Dubus", 1/9-44, 2005.
- [6] Cander R. Ljiljana: "Morfološka studija F oblasti jonsfere i njena primena", Doktorska disertacija, Elektrotehnički fakultet, Beograd, 1984.
- [7] Dr Ljiljana R. Cander, dipl.inž. i m. Desanka M. Šulić, dipl.inž.: "Jonsfersko-magnetosferske karakteristike i prostiranje elektromagnetskih talasa", "Radio-amater" 10-12/1987, NIRO "Tehnička knjiga", Beograd.
- [8] Michael Hawk: "Mid – Latitude Sporadic (Es)", A Review, "The AM and FM DXer's resource", 2001. <http://www.amfrdx.com>
- [9] G.Neil Spokes Ph.D: "Cometary origin of Sporadic E", Annual Meeting of the Society of Amateur Radio Astronomers-Green Bank, WV, July 15, 1996.
- [10] Y. V. Kuzyurov: "On the Spectrum of Mid-latitude Sporadic-E Irregularities", Main Astronomical Observatory NASU Kiev – 127, 03680, Ukraine, 2000.
- [11] Maja S. Mitić: "Promene u Atmosferi i Jonsferi izazvane solarno-geomagnetskom aktivnošću za područje Beograda", Magistarski rad, Rudarsko-geološki Fakultet, Beograd, 2001.
- [12] Atila Komjathy: "Global Ionospheric Total Electron Content mapping Using the global positioning system", Technical report No.188, Department of Geodesy and Geomagnetics Engineering University of New Brunswick, P.O. Box 4400, Fredericton, N.B. Canada E 3B5A3, September 1997.
- [13] The DK5VA VHF Page/Sporadic "E", TEP, FAI Web site, Langenohl U. [http://www.vhfpx.de/sporadic\\_e.html](http://www.vhfpx.de/sporadic_e.html)
- [14] The "VHF DX" web site, Sampol G., EA6VQ <http://www.vhfpx.net/statsec.html>
- [15] Dr Božo Metzger: "Radio-priručnik za amatore i tehniciare", NIRO "Tehnička knjiga", Beograd, 1988.
- [16] Momčilo Bulatović YU1EV (ex.YU1NPW), Privatna prepiska iz 1979.
- [17] Momčilo Bulatović YU1EV (ex.YU1NPW): "Rad preko Es", "YU VHF/UHF biltan", broj 4, Beograd, 1980.
- [18] Goran Grubišić YU2RVS: "Proračun MUF-a pri pojavi sporadičnog E-sloja", "Radio-amater", broj 7/8, str. 265, Beograd, 1980.
- [19] Živica Jovanović YT1AU: "Magični band ...", "Radio-amater", januar 1987, Beograd, 1987.
- [20] Volker Grassman DF5AI: "Very long distance propagation in the 144MHz band".
- [21] Ludovico Scaroni, I3LDS: "FAI Propagacije", Radio-amater, broj 7-8 1986., Beograd (preveo Ivan Mastilović YU1LA).
- [22] <http://www.spaceweather.com/>
- [23] <http://www.N3KL.org/sun/NOAA.html>
- [24] <http://www.QSL.net/IC8FAX/page4.html>
- [25] Momčilo Bulatović YU1EV, Privatna prepiska iz 1977, 1978 i 1979. O sporadičku E.
- [26] Ernest K. Smith, Ph.D: "Worldwide Occurrence of Sporadic E", 1957.
- [27] Volker Grassman, DF5AI: "Is there a FAI-scatterer above Budapest?", DUBUS magazin 2/88.
- [28] W. Dean Pesnell: "Predictions of Solar Cycle 24", NASA, Goddard Space Flight Center, Greenbelt, Maryland, prepared April 16, 2007.
- [29] Space Weather Workshop, April 24–27, 2007 Boulder, Colorado <http://www.sec.noaa.gov/sww/>
- [30] News from NOAA; Next Solar storm Cycle will start late Experts Split Over Intensity <http://www.sec.noaa.gov/SolarCycle/SC24/PressRelease.html>
- [31] The Northern Hemisphere Stratosphere in the 2004/05 Winter; SCOUT-03
- [32] S.O.S. info – glasnik br. 5 <http://www.sigmacentar.hr/broj5/strana4.html>
- [33] Centre for Atmospheric Science; University of Cambridge <http://www.atm.ch.com.ac.uk/tour/>
- [34] Earth's atmosphere [http://en.wikipedia.org/wiki/Earth%27s\\_atmosphere](http://en.wikipedia.org/wiki/Earth%27s_atmosphere)
- [35] Ionosphere <http://en.wikipedia.org/wiki/Ionosphere>
- [36] Ion <http://en.wikipedia.org/wiki/Ions>
- [37] Plasma [http://en.wikipedia.org/wiki/Plasma\\_%28physics%29](http://en.wikipedia.org/wiki/Plasma_%28physics%29)
- [38] Stratospheric Ozone [http://www.ccpo.odu.edu/SEES/ozone/oz\\_class.htm](http://www.ccpo.odu.edu/SEES/ozone/oz_class.htm)
- [39] Kako nastaje vjetar [http://ees.etf.bg.ac.yu/Predmeti/EG50E/3\\_9\\_1%20Kako%20nastaje%20vjetar.htm](http://ees.etf.bg.ac.yu/Predmeti/EG50E/3_9_1%20Kako%20nastaje%20vjetar.htm)

# SPORADIK-E INTERESANTNA TEHNIKA DX RADA NA 144MHz (2)



Ž. Stevanović  
YU1MS

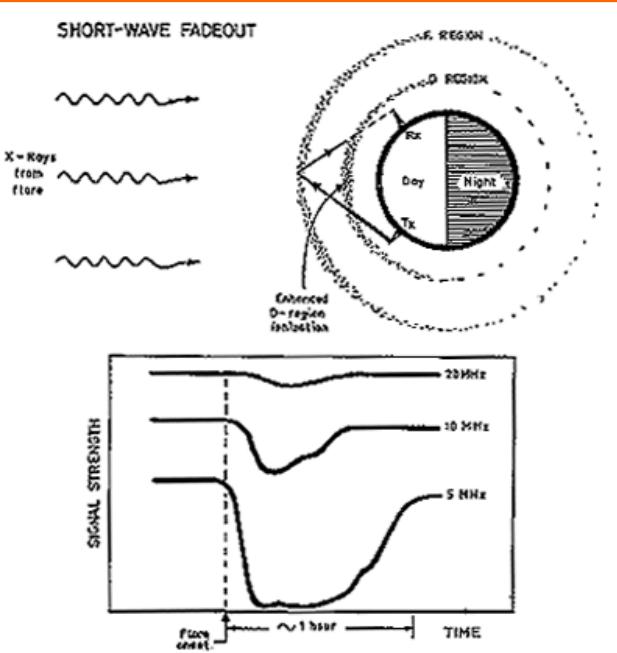
Pored toga, osamdesetih godina prošloga veka, među amaterima koji su bili aktivni u ovoj tehnici rada diskutovalo se i o FAI tački iznad polja JN49 (tadašnja Zapadna Nemačka). Pored toga, noviji podaci ukazuju da se "povremeno" aktiviraju i tačke u rejonima: JO20 i JO32. Sigurno je da u cilju ispitivanja na ove podatke treba obratiti pažnju i pratiti šta se dešava pri usmeravanju antene ka njima i to kako u Es radu tako i u FAI otvaranjima!

Ove podatke iznosim ciljno zbog toga što mnogi autori, među radioamaterima, i dalje čvrsto veruju da postoji bliska veza između FAI i Es. Među YU operatorima, koji dugo rade preko FAI-a, takođe vlada uverenje da se odmah posle Es otvaranja javlja FAI.

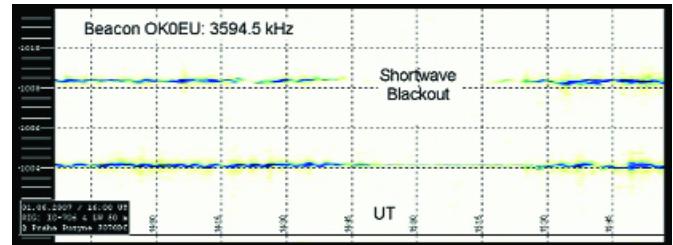
Međutim, bilo je slučajeva da se FAI pojavi i pre Es otvaranja. Moje mišljenje je da se u jonsferi, između sloja D i E, dešavaju intenzivni procesi ionizacije gde Sunčev zračenje i Sunčev vjetar imaju dominantan uticaj. Takođe, jaka turbulentna kretanja, između ostalog izazvana i dejstvom Antarktičkog polarnog vrtloga ("Antarctic vortex"), aktiviraju pritisak veta na jone [5] i [8] i doprinose njihovom uzgonu u više slojeve i ionizaciji. Ovaj efekat je naročito važan za "dugoživotne metalne jone" ( $\text{Fe}^+$  i  $\text{Mg}^+$  pored  $\text{O}_2^+$  i  $\text{NO}^+$ , obično najbrojnijih jona u sloju E) [5].

PORED TOGA, NEPOTPUNI PODACI KOJE SAM PRIKUPIO, UKAZUJU I NA MOGUĆNOST EVENTUALNOG PREDVIĐANJA POJAVE Es OBLAKA. MEĐUTIM, ONI NE OBEZBEDUJU I POUZDANU PROCENU ZONE TJ. QTH POLJA IZNAD KOJIH ĆE SE POJAVITI JONIZOVANI OBLAK/OBLACI.

TO PREDVIĐANJE ZASNIVA SE NA POZNATOJ POJAVI KADA NA KT OPSEGU DOLAZI DO POVREMENIH "RUPA" U PRIJEMU, NAROČITO NIŽIH FREKVENCIJA TJ. DO KRATKOTALASNOG PREKIDA ("SHORT-WAVE FADEOUT") ČJA JE SKRAĆENICA: "SWF", IZAZVANOG POVEĆANOM JONIZACIJOM U SLOJU "D". NJEGOVIM UPIJANJEM TALASA NIŽE FREKVENCIJE. NA PRILOŽENIM SKICAMA VIDI SE KAKO SUNČEV ZRAČENJE VRŠI JONIZACIJU SLOJA "D" I MANIFESTACIJU UPIJANJA TALASA NIŽE FREKVENCIJE.



POSLE UOČENIH PREKIDA, A NAJVİŞE ZA 24 ČASA, DOLAZI DO POJAVE SPORADIKA-E. KAO PRIMER NAVODIM SLUČAJ OD 1. JUNA, KADA JE U 16:00h REGISTROVAN PREKID PRIJEMA DA BI SE POSLE 24 SATA POJAVIO JEDAN OD "JAČIH" (MISLI SE NA JONIZACIJU Es OBLAKA) SPORADIKA: 2. jun od 16:15 časova, po lokalnom vremenu (otvaranje prema Španiji), Sl. 7.



Sl. 7. – Prikaz prekida prijema na KT dana 1. juna 2007. od 16:00h (UT) ("SWF") [22]

ובהISPITIVANJA KOMBINOVAO SAM, TAKODE, I SA KONTROLOM RADIO-FAROVA NA 28MHz. PRI POJAVI KRATKOTALASNOG SKIPA ("SHORT SKIP") EVIDENTIRAO SAM VREME DO EVENTUALNE POJAVE OTVARANJA NA 144MHz. OBZIROM DA SVE OVO RADIM IZ ČISTO AMATERSKIH POBUDA, OVIM PUTEM BIH ZAMOLIO OPERATORE, KOJI ŽELE DA SE "IGRAJU" MONITORINGA DA MI SE JAVE KAKO BI ZAJEDNIČKIM SNAGAMA PROVERILI JOŠ NEKE DETALJE VEZANE ZA OVO ŠTO SAM VEĆ POMEMUO!

Sve ovo što je do sada rečeno o karti, azimutima i tačkama njihovog preseka treba shvatiti uslovno jer, kao što je već napomenuto, karta je dobijena tako što su se azimuti iscrtavali direktno. Zbog toga su ove karte samo u funkciji grafičkog predstavljanja sporadika. Međutim, precizinji podaci, za one operatore koji to žele, bili bi iz sledeće matrice:

a) **Azimut antene** u stepenima, ali ne prema korespondentu već, prema tački najbolje čujnosti (Esoblaku);

b) **Elevacija antene**, u stepenima;

c) **Čujnost korespondenta**, po "S" metru;

d) **Opis signala korespondenta**;

e) **QSB, da ili ne**;

f) Posle približnog lociranja tačke najbolje čujnosti tj. Es oblaka, uz pomoć rotiranja antene, probati sa njenim direktnim usmeravanjem ka korespondentu sa opisom reperkusije (na pr. da li se potpuno izgubio ili povećao nivo primanog signala, itd), i

g) Napomena gde bi trebalo da se navede što je prethodilo sporadiku, osim podataka za MUF ukoliko su vam raspoloživi. Znači, ukoliko ste preslušavali opseg pre otvaranja onda za sebe napravite zabelešku u smislu ponašanja opsega, npr. na toj i toj frekvenciji primene su "smetnje" u vidu zviždećih signala, potom navesti ocenu čujnosti za njih. Dalje, navesti azimut za najbolju čujnost ovih signala u vašem QTH. Ukoliko niste čuli ovaku vrstu signala onda navedite što ste primetili. Na pr. od 16:15 UTC od 144.200 do 144.500 pojačan šum i "pocketanje" na opsegu; ove "smetnje" su najjače iz pravca 285° stepeni (za KN04et), itd.

Ovakvi zapisi (ukoliko uspete sve ovo da zabeležite; npr. neke pojave je najbolje zapamtiti pa ih naknadno pribeležiti) se obično prave u tzv. post varijanti tj. odmah po završetku otvaranja (osim podataka o azimutima, elevacijama antene i čujnosti). Međutim, vremenom i kada se izvežbate ove pribeleške će vam omogućiti da se vrlo brzo pristupi osnovnih podataka o svakom proteklom otvaranju. Takođe, ukoliko ih budete slali na dalju obradu, na primer na neki od pomenu-

tih sajtova, predstavljajući osnovu za dalje analize kao i za izradu preciznije karte za svako dotično otvaranje. Ukoliko je broj izveštaja veći i dobijeni podaci će biti precizniji, tako da će biti olakšano zaključivanje o pravcima kretanja Es oblaka.

Kao primere kratkih ali vrlo dragocenih izveštaja navodim:  
5. juna 2006. izveštaj je poslala stanica F1AFJ iz JN06HT:

RIG:

ODX:

Comment:

Sporadique to day:

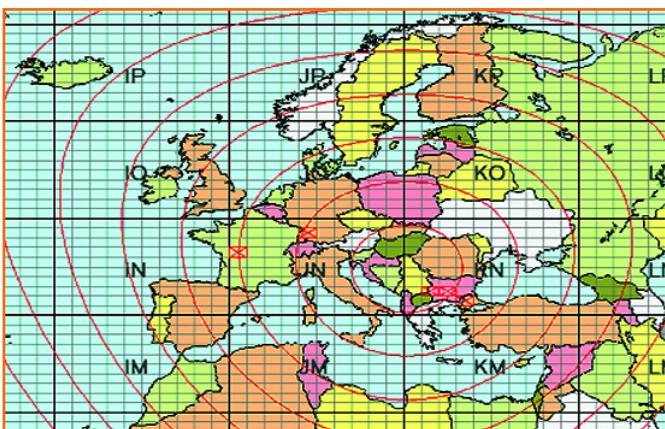
LZ1AG 11.32 59 59 KN22IG  
LZ1KJ 11.35 53 55 KN31CS  
LZ1UQ 11.37 55 55 KN12PQ

Strange QTF for max signal: 70?, normal QTF: 98?  
73 qro J-P afj

Operator je primetio da najjači signal prima iz pravca od  $70^\circ$ . Međutim pita se zašto maksimalni signal nije iz pravaca korespondentna sa kojima je radio tj. iz pravca  $98^\circ$ ?

Ovde nedostaju podaci o pravcima antena za stanice iz Bugarske dok su radili sa ovom Francuskom stanicom. Međutim, povezujući podatke o FAI tačkama ("FAI scatter") kao i na osnovu pravca antene od stanice iz Francuske može se zaključiti da je u ovom otvaranju za njega i njegove korespondente bila osvetljena FAI tačka iznad JN48. U blizini ovog polja je već pomenuta, i od ranije poznata, FAI tačka JN49. Za stanice iz Bugarske pravac antena bi bio oko  $306^\circ$  za tačku JN48, dok bi za stanicu iz Francuske on bio  $70^\circ$ .

Takođe, ovakvi podaci omogućavaju izvođenje preciznijeg zaključka tj. dokazivanja povezanosti FAI tačaka sa Sporadikom-E, tako da se toplo nadam da će ih u budućnosti biti u većem broju. Za ovaj primer urađena je i karta koja je prikazana na Sl. 8.



Sl. 8. Pregled rađenih QTH polja stанице F1AHJ preko FAI tačke JN48 za vreme Es otvaranja od 5. juna 2006. godine

Kao drugi primer izveštaja navodim:

7. juna 2006. izveštaj je poslala stanica IW0GPN iz JN62FB:

RIG:

ODX:

Comment:

Few km south of me in Rome town worked G GM GW  
GI but not on my QTH

Heard/Wkd only these stations:

17.55 Z G1AOZ IO84SN

17.56 Z M0JKQ IO84SN

I still need GM&GI as new one

73 Alex

U ovom izveštaju može se zaključiti da se radi o pojavi tzv. Divizorija prijema, kada zbog turbulentnih kretanja i gibanja Es oblaka dolazi do nejednakog osvetljavanja antena, tako da se i u krugu od svega nekoliko kilometara pojavljaju razlike u prijemu (ovo gibanje Es oblaka izaziva zapravo varijaciju tzv. izlaznog ugla talasa). To znači da su talasi, koji su se reflektovali o Es oblaku, "preskakali" antenu od stанице IW0GPN i dopirali do njegovih komšija.

Kod rada preko Es ovaj efekat je naročito izražen i u kasnijim člancima biće mu posvećeno više pažnje.

### 1.3.2. Analiza dobijenih podataka

U periodu od 30 godina prikupljeni su podaci za zonu "ALPI" i kretanje Es oblaka od istoka ka zapadu [25]. Na ovom mestu će biti dat kratak opis mogućeg scenarija:

"Kod Sporadika-E meteorološki faktori, pored ostalih, imaju dominantan uticaj. Dobijeni podaci ukazuju na tri glavne zone, u Evropi, u kojima dolazi do formiranja Es oblaka a to su: zona Istok, srednja zona ("Alpi") i zona zapad.

U ovim zonama i u blizini istaknutih objekata na reljefu (planinski masivi), najčešće se vrši dodir hladne i tople vazdušne mase pri čemu dolazi do pojave turbulencija. U kasnijim nastavcima će biti detaljnije opisano kakve su "posledice" ovih pojava, dok će sada biti navedeno samo par primera u cilju prezentacije prikupljenih podataka i kraćih objašnjenja oko pravaca kretanja Es oblaka, sa težištem na zoni "Alpi".

U tom kontekstu ako se na pr. prati Es oblak od: JN 85, 86, 75, 76, 65, 66, 55, 44 i 45, pa sve do polja JN36 onda se može videti njegova zavisnost u kretanju od nastalih turbulencija i vetrova koji duvaju iz pravca Rumunije (od planine Karpati) ka Jadranskom moru (planine Vlašić, Velebit i Triglav) odnosno dalje ka Alpima i zapadnoj Švajcarskoj.

Pored toga, pomenuta polja preko kojih se kreću sistemi Es oblaka skoro stoprocentno se uklapaju u scenario osvetljavanja QTH polja od strane FAI-a, sa centralnom tačkom u JN36 i subtačkama u JN41, 42, 48 i 49, bar kada je reč o zoni "ALPI".

TAKODE, U DISKUSIJI SA AMATERIMA KOJI SE OVOM TEHNIKOM DX RADA NA UKT BAVE PREKO 40 GODINA NIJE IZDEFINISANA DILEMA DA LI SE ZBOG TURBULENCIJA VAZDUHA FORMACIJE I SISTEMI Es OBLAKA PREMEŠTAJU OD ISTOKA KA ZAPADU ILI SE IZNAD POMENUTIH "FAI" POLJA, IZ DO SADA NEUTVRĐENIH RAZLOGA, FORMIRAJU Es OBLACI POD DEJSTVOM SUNČEVOG ZRAČENJA, ZEMLJINOG MAGNETIZMA KAO I ODREĐENIH PROCESA U ATMOSFERII?

MEDUTIM, ČINJENICA JE DA SE Es OBLACI STVARNO PREMEŠTAJU I U NASTAVKU ĆE BITI OPISANO PAR PRIMERA ZA ODREĐENE PRAVCE KRETANJA.

Pored toga, treba pomenuti da je zapaženo kretanje Es oblaka od tačke JN36 ka: JN25, 26, 15, 16, 18, 04, 05, a potom i dalje ka poljima: IN 94, 95, 96, 97, 73 odnosno ka Atlantiku (od zapadne Švajcarske se, najverovatnije zbog smera duvanja vetrova, izdvajaju dva pravca i to jedan (I) ka Limožu i Bordou i dalje ka Atlantiku, odnosno drugi (II) ka Le Manu i Brestu i opet ka Atlantiku) [20]. Bilo je i slučajeva kada su se Es oblaci zadržavali iznad Biskajskog zaliva te se na taj način otvarala mogućnost, za stanicu iz CT i južne Španije, da rade sa Ircima i Englezima.

Treći pravac kretanja Es oblaka bio bi od JN36 ka granici Francuske i Španije tj. ka planini Pirineji, o kome će biti više reči u nekom od nastavaka ovog serijala.

Analizirajući pomenute karte uočeno je da se više puta ponovio slučaj da su se Es oblaci kretali od ostrva Sardinije (JN40) ka ostrvima Baleari i dalje ka kopnu, da bi, verovatno zbog smera strujanja vazduha (vetrova) od Španije produžili ka Portugaliji i dalje jugozapadno ka Atlantiku (upravo na ovaj način CT3 i EA8 rade Francuze, Engleze, Nemce, itd). Obzirom da je leti najveći upad hladne vazdušne mase iz pravca jugozapada onda je najverovatnija pretpostavka da se ona širi ili ka ostrvima Baleari ili ka kontinentu tj. ka planini Pirineji. Zbog turbulencija koje se šire vertikalno (u vis i ka višim slojevima jonsfere) dolazi do aksijalnog kretanja Es oblaka.

Takođe, usled dejstva zemljinog magnetnog polja i drugih faktora na geografskoj širini od  $35$  do  $55^\circ$  Severne zemljine hemisfere formira se koridor kroz koga se kreću pomenuti Es oblaci, od istoka ka zapadu.

Ovde je interesantno napomenuti da se dobijeni podaci uklapaju u činjenicu da na oko  $30^{\circ}$  geografske širine na obe hemisfere Koriolisova sila sprečava vazduh da se kreće dalje. Kao što je poznato vazduh se diže sa ekvatora i pomera ka severu i jugu, I VIŠIM ATMOSFERSKIM SLOJEVIMA. Na pomenutoj geografskoj širini je oblast visokog vazdušnog pritiska, pošto vazduh počinje ponovo da se sleže. Kako se vazduh uzdiže sa ekvatora postoji oblast niskog pritiska na površini Zemlje privlačći vетar sa severa i juga. U kasnijim nastavcima ovog serijala biće objašnjeno šta je to Koriolisova sila i biće dati pravci duvanja vetrova. Ovde je interesantno napomenuti da se koridor kretanja Es oblaka upravo poklapa sa pomenutom zonom dejstva ove sile.

Na kraju napominjem da je vršeno poređenje broja sunčevih pega sa statističkim parametrima (datumi pojavljivanja Es) pri čemu nije uočena njihova direktna povezanost. Primer: dana 04.06.2006. prijavili Es, tzv. "Sun spot (SSN)" tj. broj Sunčevih pega bio je: "0" (nula)! [22]. Međutim, prethodne godine Sunce je ušlo u tzv. "produženi minimum aktivnosti", [28], [29] i [30], pa su zbog toga podaci o Sunčevim pegama i bili takvi. U maksimumu Sunčeve aktivnosti podaci su drugačiji, kao na pr. za 04.06.2002. kada se takođe pojavio Sporadik-E, podatak za "SSN" je bio 208!!! Ove vrednosti potvrđuju poznatu činjenicu da ciklična promena Sunčeve aktivnosti (period od 11 godina) ima uticaja na pojavu Sporadika-E ali ne po logici da direktno povećanje broja pega izaziva sigurnu pojavu Es. Na primer: 04.06. 2005. kada je "SSN" bio: 55 do Sporadika-E nije uopšte došlo!!! [22]. Pojedini autori kod praćenja Sporadika-E razmatraju i podatke o sledećim indeksima: "SFI", "A" kao i "Kp" [14], sve u cilju preciznijeg predviđanja pojave otvaranja.

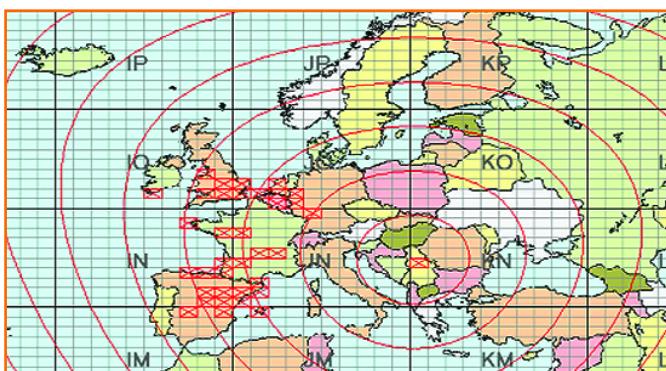
U delu u kome će biti prikazana teorijska interpretacija nastanka ionizacije u jonsferi, a naročito u E sloju o svemu ovome biće data celovitija analiza. Međutim, na ovom mestu ističem da se kod E sloja pokazuju jaka zavisnost elektronske gustine od sunčevog zenitskog ugla i sunčeve aktivnosti tako što se dnevni maksimum elektronske gustine stvara u periodu lokalnog podneva, a sezonski maksimum u toku leta [11].

### 1.3.3. Pregled radeñih QTH lokatora preko zone "ALPI" iz KN04et

Karta na Sl. 9. prikazuje rađena polja preko zone "ALPI" sa Yagi antenom od 5el koja je bila fiksirana u pravcu severo-zapada (na oko  $286^{\circ}$ ), za period: jun-jul 2006.godine. Autor je zbog provere nekih prepostavki ovakvo pozicioniranje izvršio na osnovu određenih proračuna kao i zbog provere FAI tačke iznad QTH polja: JN36 odnosno poteza od polja JN40 do JN49. Obzirom na upotrebljene antene i njihove horizontalne uglove zračenja ovakvo usmeravanje je bilo zadovoljavajuće. Međutim, u narednom periodu automatsko pozicioniranje antene prema maksimalnom prijemu, u realnom vremenu, će najverovatnije dati takve rezultate na osnovu kojih će biti moguće još preciznije praćenje Es oblaka. Takođe, ljubaznošću Mome YU1EV, ovi podaci su već bili dostupni autoru ali zbog kratkog vremena u pripremi ovog serijala, trenutno neće biti prikazani.

### 1.3.4. Širina pokrivanja Es "ALPI"

Ako se pogledaju priložene karte za zonu "ALPI" može se zapaziti pomeranje tačke najvećeg broja preseka azimuta u okviru QTH po-



Sl. 9. Pregled QTH polja radeñih preko zone "ALPI" od stanice YU1MS (KN04et) za period jun-jul 2006. godine

lja koje pokriva ova zona. Zbog toga je i različit broj zemalja koje užimaju učešće u pojedinim otvaranjima. Međutim, može se reći da sa istočne strane uglavnom rade stanice iz sledećih zemalja: Italije, Grčke, Turske, Bugarske, Rumunije, Srbije, BiH, Hrvatske, Mađarske, Češke, Slovačke, Poljske i Slovenije ... Kao što se može videti nisu pomenuta ostrva u Mediteranu tj. Korzika, Sardinija i Sicilija, sa kojih u otvaranjima ima aktivnosti. Isto tako sa zapadne strane mogu se uključiti stanice iz: Španije, Portugalije, Maroka, Alžira, Francuske, Irske, Engleske, Holandije, Belgije, Danske, Nemačke i ostrva Baleari i Malta.

Zbog efekta Diverziti prijema nije uvek moguće uključivanje svih stanica iz pomenutih zemalja. Na primer u otvaranju od 14.07.2006. stanice iz Rumunije i Bugarske nisu mogle raditi preko Es, dok su stanice iz Srbije i Mađarske normalno radile. I pored toga amateri strpljivo prate prilike i monitorišu MUF u sezoni Sporadika-E, jer ne žele da eventualno propuste priliku za DX rad.

Pored toga, primećeno je da se oko zone "ALPI" naizmenično, i po neutvrđenom pravilu, rotiraju mesta iznad kojih se formiraju Es oblaci. Međutim, zbog obima ovog serijala o ovim pojавama biće prodiskutovano u nekim kasnijim nastavcima.

## ZAKLJUČAK

Na kraju ove analize treba reći da se potvrdila prepostavka naučnika [27], [28] i [29], da će minimum sunčeve aktivnosti biti produžen i na prvu polovinu 2008. godine (plus-minus 6 meseci; to praktično znači od septembra 2007. do septembra 2008. se očekuje da bude minimum, posle koga počinje novi ciklus, tj. 24. ciklus Sunčeve aktivnosti). Zbog toga je, u odnosu na prošlu sezonu u 2006., ove godine u junu počelo sa manjim brojem otvaranja, bar što se tiče stanica u YU1. Takođe, videćemo da li će u sezoni 2008. broj otvaranja biti isti kao i 2006. godine!?

Međutim, već je pomenuto da su pojedini autori zapazili da je maksimalna aktivnost sporadika upravo u godinama sunčeve minimalne aktivnosti [1]. Takođe, ovom prilikom ističem da će nam ova i sledeća godina pružiti dovoljno podataka za zaključak o pomenutoj aktivnosti, bar što se nas tiče odnosno QTH lokatora KN04.

U cilju izrade preciznije karte za svako naredno otvaranje bilo bi dobro da stanice koje šalju svoje izveštaje navedu podatke za QTF iz kojih su imali maksimalni prijem korespondenta. Ovo bi naročito bilo važno za zonu "ALPI" odnosno za stanice iz sledećih zemalja: Srbija, Mađarska, Hrvatska, BiH, Rumunija, Bugarska, Makedonija i Grčka.

Takođe, bilo bi korisno dalje ispitivanje FAI tačaka kod pojave Es oblaka, jer se iz navedenog primera vidi da su i one bile "osvetljene". Mislim, da je interakcija između Es otvaranja na 144MHz i pojave FAI-a mnogo intenzivnija nego što to mi u ovom trenutku pretpostavljamo. U narednom periodu, nadam se da će nam ostvareni rezultati potvrditi ovu pretpostavku!

Pored toga, za sve one koji nemaju mogućnost pristupa Internetu niti su u stanju da vrše monitoring (a takođe nemaju ni mobilni telefon), a žarko žele da rade u ovoj DX tehnici preporučujem da svoje vreme organizuju na sledeći način:

- Na osnovu statističkih podataka koji su prikazani u ovom članku, kada otpočne sezona Es, planirati vreme monitoringa centralne pozivne SSB frekvencije (144.300MHz).
- Antena neka bude u pravcu severozapada.
- Povremeno, treba prekontrolisati i čujnost bikon stanica [40].
- Ne pozivati bespotrebno i naterati sebe na strpljenje u slušanju i praćenju situacije na centralnoj SSB pozivnoj frekvenciji, jer i to je lepota našeg hobija. Uvek će neko od "Big gunova" da prozove "QRZ DX" i automatski ćete znati da li je otvaranje krenulo ili ne! Jednom rečju uvek se trudite da u radu vaše stanice "HAM SPIRIT" bude na zavidnom nivou!!!
- TRUDITE SE DA NE PITATE KOLEGU ŠTA ON TO RADI!? SLUŠAJTE I VRLO BRZO ĆETE I SAMI BITI U TOKU, JER KAO ŠTO VI VOLITE OVAJ HOBI TAKO I VAŠ KOMŠIJA UŽIVA U NJEMU I NEMOJTE GA OPTEREĆIVATI SA BESPOTREBNIM PITANJIMA. MLAĐI OPERATORI TREBA ODMAH NA POČETKU DA NAUČE DA SE U OVOJ DX TEHNICI RADA NA 144MHz KONZUMIRA VEOMA VISOK STEPEN STRPLJENJA I TOLERANCIJE (ALI NE PO SVAKU CENU!!!).

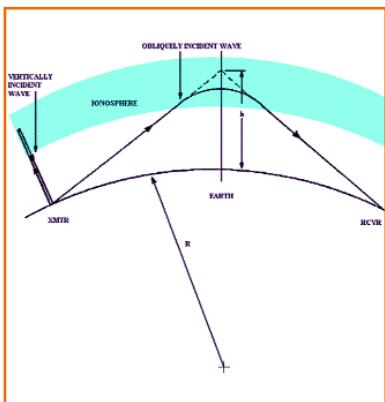
Nadam se da će ovi kratki saveti pomoći mlađim operatorima koji počinju da rade u ovoj interesantnoj DX tehnici rada na 144MHz.

Najvažnije je da kada dobijete informaciju da se na difuziji, čuju stanice iz Španije, Vi odmah okrenete antenu u tom pravcu i da počnete da osluškujete SSB pozivnu frekvenciju (144.300MHz). Povremeno preslušavajte opseg od 144.200 do 144.350MHz, a možete, takođe, povremeno kontrolisati i Bikon stanice. Isto pravilo važi i za sve ostale pravce. Takođe, nemojte se razočarati ako se MUF ne podigne do 2m banda, jer jedno je sigurno: BIĆE JOŠ PRILIKAI!!!

## II DEO

### Teorijski prikaz procesa ionizacije u jonsferi sa posebnim osvrtom na sloj E i revijalni prikaz teorija o Sporadiku-E

Poznata je činjenica da jonsfera ima fundamentalnu ulogu u telekomunikacijama a naročito u radio-komunikacijama. Bez njenog uticaja na prostiranje radio-talasa, ne bi se ni moglo uspostavljati radio-veze na veće udaljenosti i to kako na KT tako i na UKT područjima tj. pri pojavi Sporadike-E. Međutim, zbog specifičnog prostiranja KT planiranje ovih radio-veza je, možemo reći, već postala rutina dok kod Es veza na UKT to nije slučaj – Sl. 10.



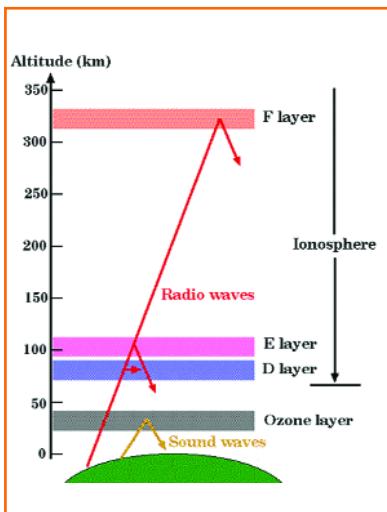
Sl. 10.

Skica jonsfere i primer KT refleksije

<http://www.skywaves.info/index.php?entityType=HTML&id=16#>

Za naučnike i profesionalce naročito je veliki izazov priroda pojava, poznata pod nazivom Sporadična ionizacija u jonsferskom "E" sloju ili Es, koja, kao što je poznato, omogućava ostvarivanje dalekih radio-veza na UKT opsezima, u periodu maj-avgust svake godine.

Na Sl. 11, može se videti skica slojeva u jonsferi i refleksija talasa o njih, a preuzeto je sa sajta:



Sl. 11.

Jonsferski slojevi i refleksija radio-talasa u njima

praviti granicu između činjenica koje su postale fakti o Sporadiku-E i nekih ličnih razmišljanja i zaključivanja vezanih za njega, koje su još u sferi hipoteza.

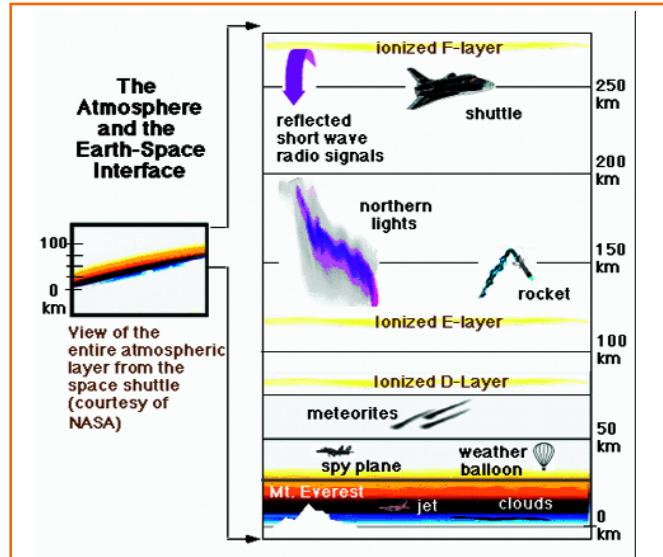
Isto tako, važno je napomenuti da će uvek

## 2. ATMOSFERA

### 2.1. Opšti pogled na atmosferu

Zemljina atmosfera je omotač (sloj) sastavljen od gasova koji okružuju našu planetu Zemlju, a njihove mešavine skraćeno nazivamo vazduhom. Atmosfera obezbeđuje život na Zemlji tako što upija štetno ultravioletno sunčevu zračenje i redukuje ekstremne razlike temperature između dana i noći.

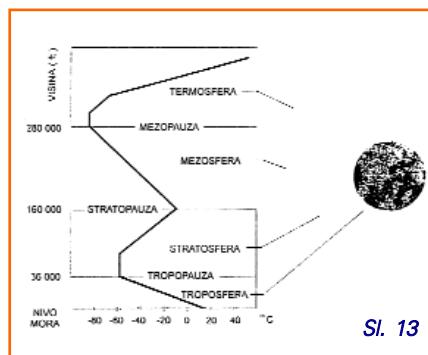
Ne postoji strogo definisana granica između atmosfere i spoljnog svemira. Sloj atmosfere se polako stavlja i gubi u svemirskom prostoru. U opticaju su tri podele visina u atmosferi. U SAD ljudi koji su putovali i boravili iznad 80.5km od Zemljine površine, nazivaju se astronautima, Sl. 12.



Sl. 12. – Prirodne pojave i čovekove aktivnosti u atmosferi (slika je preuzeta sa sajta: [http://www.windows.ucar.edu/spaceweather/images/atoms\\_layers\\_new\\_gif\\_image.html](http://www.windows.ucar.edu/spaceweather/images/atoms_layers_new_gif_image.html))

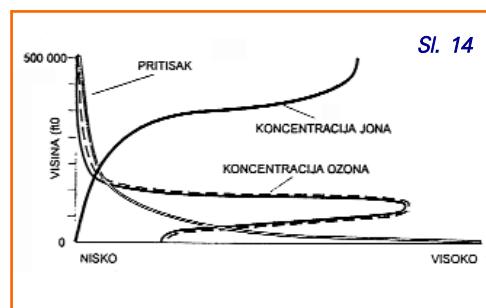
Na visini od 120km više se ne oseća uticaj atmosfere. Karmanova linija, na 100km, je takođe vrlo čest naziv za oblast između atmosfere i spoljnog svemira [34].

#### 2.1.1. Podela atmosfere



Podela atmosfere izvršena je prema temperaturi. Poznato je da temperatura opada sa visinom i da postoji matematička funkcija između temperature i visine koja varira između različitih atmosferskih oblasti (Sl. 13).

U odnosu na vertikalnu raspodelu temperature, atmosfera se može podeliti i prema koncentraciji ozona, jona i pritiska takođe, po visini, Slika 14.



– nastaviće se –

# SPORADIK-E INTERESANTNA TEHNIKA DX RADA NA 144MHz (3)



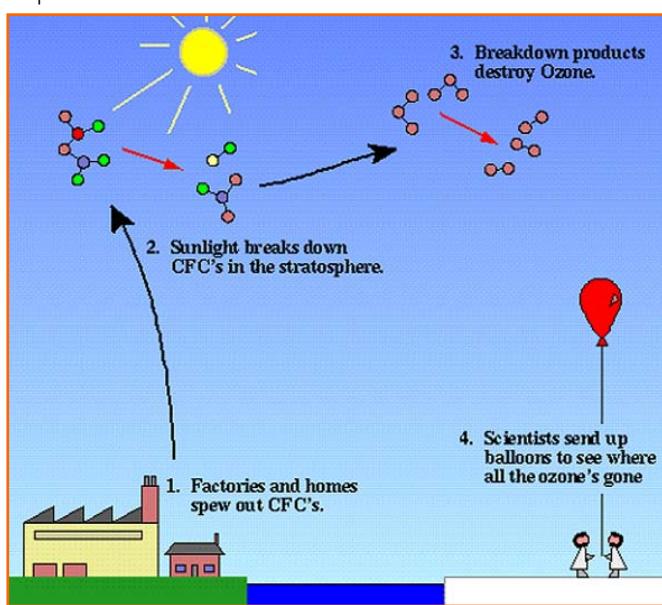
Ž. Stevanović  
YU1MS

Troposfera i stratosfera nazivaju se nižom atmosferom, a njihove bitne karakteristike prate se i izučavaju u **meteorologiji**. Oblasti iznad stratosfere nazivaju se **viša (gornja) atmosfera** i istražuju se uglavnom u domenu **aeronomije**. Treba shvatiti da su ove podele izvedene iz terminoloških potreba i razloga, jer slojevi u atmosferi nisu striktno izolovani niti čvrsto međusobno podeljeni [11].

## 2.1.2. Aero polucija

Aero polucija je degradiranje i nasilno, od strane čoveka, modifikovanje prirodnih karakteristika atmosfere. Ona predstavlja hemijski, fizički i biloški akcident izazvan čovekovim delovanjem što dovodi do narušavanja ravnoteže u **ozonskom omotaču (krajem 70-tih godina XX veka naučnici su otkrili pojavu ozonskih "rupa")**, a za posledicu ima pojačan **efekat staklene baštne**.

Takođe, Aero-polucija je vezana za sagorevanje fosilnih goriva, a obzirom da se ogromna postrojenja za proizvodnju energije (termoelektrane) i druga (fabrike, toplane, itd), ne mogu isključiti preko noći, naučnici upozoravaju da se ova postrojenja bar moraju staviti pod kontrolu. Najveće zagadenje Atmosfere potiče upravo od ovih emitera i njihove enormne emisije polutanata (najviše gase  $\text{CO}_2$ ) pa tek onda od rashladnih uređaja i raznih vrsta sprejeva (koji ispuštaju gas FREON). Najkraće rečeno ovi gasovi vrši destruktiju ozonskog omotača u Stratosferi i doprinose njegovom povećavanju u troposferi.



Primer zagadenja troposfere i stratosfere ... [33]

Procene su da će ovaj problem mučiti čovečanstvo još najmanje 50 do 60 godina, dok se ne iscrpe rezerve fosilnog goriva!

Perspektiva čovečanstva je u prelasku na nove oblike proizvodnje energije, pored nuklearnih elektrana (rezerve Uraniju-

ma su takođe ograničene) konstrukcija i upotreba pogona za nuklearnu fisiju. Na ovaj način čovečanstvo bi dobilo najčistiju, do sada poznatu, energiju.

## 2.1.3. Ozonski omotač

Svedoci smo enormnog zagađenja atmosfere tako da je to, naročito poslednjih 30 godina, postalo globalni problem i "noćna mora" čovečanstva. Emisija štetnih polutanata u atmosferu čovečanstvu stvara velike probleme i svakodnevno se pojavljuju sve sumorniji scenariji za dalju perspektivu života na planeti Zemlji. Najnoviji Kjoto sporazum predviđa da se do 2050. emisija štetnih gasova u atmosferu stavi pod totalnu kontrolu i da se do određenog nivoa obnovi ozonski omotač.

Naučnici su danas saglasni da je nagla industrijalizacija (koja je počela 1800. sa ogromnim zamahom od 1850.) i intenzivna primena fosilnih goriva, prirodna katastrofa tj. erupcija vulkana "Krakatu" (Indonezija, krajem XIX veka) nagla motorizacija i nekontrolisana primena gasa freona u industriji i domaćinstvima (krajem 50-tih i početkom 60-tih godina XX veka) doprinela drastičnom smanjenju debljine ozonskog omotača, otkrivenog 1979. godine. Ovo smanjenje se inače naziva **"ozonska rupa"**.

Ozonski omotač se nalazi u sloju koji je na visini od 20 do 25km, od površine Zemlje. On štiti ljudе od prodora, na površinu Zemlje, štetnog zračenja sa Sunca [32].

Zbog zagađenja atmosfere sa štetnim gasovima, dolazi do pojačanog efekta staklene baštne, globalnog zagrevanja, porasta globalne temperature na Zemlji, topljenja i sve većeg smanjenja Arktika (Severnog pola) kao i sve većeg štetnog uticaja UV zračenja sa Sunca na ljudе (porast malignih oboljenja i raka kože).

Najkraće rečeno poremećena je biološka ravnoteža života na planeti Zemlji, jer je promena klime neminovna, a samim tim i temperature na Zemlji.

Danas razvijene zemlje ulažu ogromne napore i sredstva da se ovi efekti na globalnom nivou što više smanje, tako da je borba za zdravu atmosferu otpočela a vremenski "taksimetar" prati ove napore ljudi.

Zbog potreba kasnijeg izlaganja na ovom mestu ću se osvrnuti na kraći opis proizvodnje i razlaganja (degradacije) ozona u atmosferi.

Do 1985. godine dokazana je činjenica o dramatičnom gubitku ozona u stratosferi, preko BAS (Britanska Antarktička Stanica koja je prva uočila gubitak ozona) na južnom polu. Naučnici su zapravo prvu uzbunu imali 1979. godine kada su dobijene vrednosti nagovestavale gubitak ozona u nižim delovima stratosfere. Zbog toga su krenuli sa intenzivnim ispitivanjima i traženjem uzročnika za sezonske gubitke ozona, naročito u proleće i početkom leta.

Devedesetih godina XX veka objašnjenje je pronađeno u stvaranju **POLARNIH VRTLOGA** za vreme zime odnosno u hemijskoj reakciji spojeva koji sadrže HLOR ( $\text{Cl}_2$ ), hlorovodoničnu kiselinu ( $\text{HCl}$ ) i zaledenu vodu ( $\text{H}_2\text{O}$ ).

Zapadno strujanje koje postoji u stratosferi nad Antarkticom ima znatno smanjeni poluprečnik, pa se pretvara u tzv. **Polarni vrtlog**, za vreme polarne zime. U polarnom vrtlogu nastaju oblaci u kojima je temperatura izuzetno niska, a sadrže zaledenu hlorovodoničnu kiselinu i vodu, koja je u obliku ledenih čestica. Na njihovoј površini vrlo brzo reaguju (inače u drugim uslovima slabo aktivni) spojevi koji sadrže HLOR. Pritom se hlor oslobođa kao gas a hlorovodonična kiselina ostaje zaledena i dalje. Budući da se na nju vežu spojevi "**Nox**" (zajednički naziv za **NO** i  **$\text{NO}_2$** , koji potiču od mikrobioloških procesa u tlu i morima i okeanima) ozon ostaje zaštićen (Nox bi ga uništavali samo kao gasovi). Dakle, zimi je nad Antarkticom koncentracija ozona velika jer ne postoji ništa što bi ga uništavalo: HLOR je u molekularnom stanju ( $\text{Cl}_2$ ), a Nox nisu u gasnom stanju [32].

Međutim, dolaskom proleća "u igru" ulazi novi faktor: **sunčev zračenje**. Ono daje energiju za cepanje molekula hlora na **vrlo aktivne atome hlora**.

Naglo oslobođeni aktivni hlor (koji se u obliku molekula nakuplja cele zime) počinje uništavati molekule ozona. To se događa toliko dugo dok se ne "isprazne zalije" nagomilanog hlora, **što obično traje oko 6 nedelja**.

Ako u atmosferu posredstvom freona dospe više hlora, onda se pomenuto razdoblje produžava sve dotle dok se ne razgradi i poslednji molekul hlora! **Posle toga uspostavlja se prirodna ravnoteža izgradnje i razgradnje ozona** [32].

Ovaj proces obično traje od 21. marta pa do 15. maja, svake godine.

## 2.2. JONOSFERA

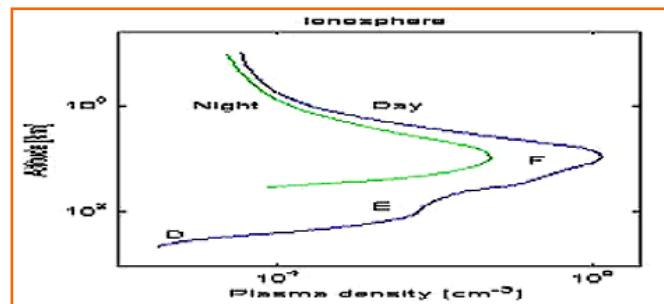
### 2.2.1. Opšti pogled na Jonosferu

Jonosfera je region Zemljine Atmosfere, koja je dobila ime po imenima, čija je koncentracija velika (čak do  $10^6 \text{ cm}^{-3}$ ) [11].

Jonosfera počinje od 50km i proteže se do 600km iznad Zemljine površine. Osnovni izvori jonizacije su: sunčeva kratkotalasna elektromagnetska radijacija (EUV radijacija i X-zraci), korpuskularna radijacija i meteorska jonizacija, sunčeva ekstra-ultravioletna radijacija (175–17nm) i X-zraci (17–0.1nm), koji nastaju u različitim oblastima sunčeve atmosfere, procesima fotojonizacije [11].

Zajednička i veoma bitna karakteristika svih ovih izvora ionizacije jesu njihove prostorne i vremenske varijacije. Prostorne varijacije u smislu promena veličine i lokacije aktivnih regiona u sunčevoj plazmenoj masi, kao dominantnom izvoru ionizacije, i vremenske u smislu kratko periodičnih, višegodišnjih i dugoperiodičnih varijacija [11].

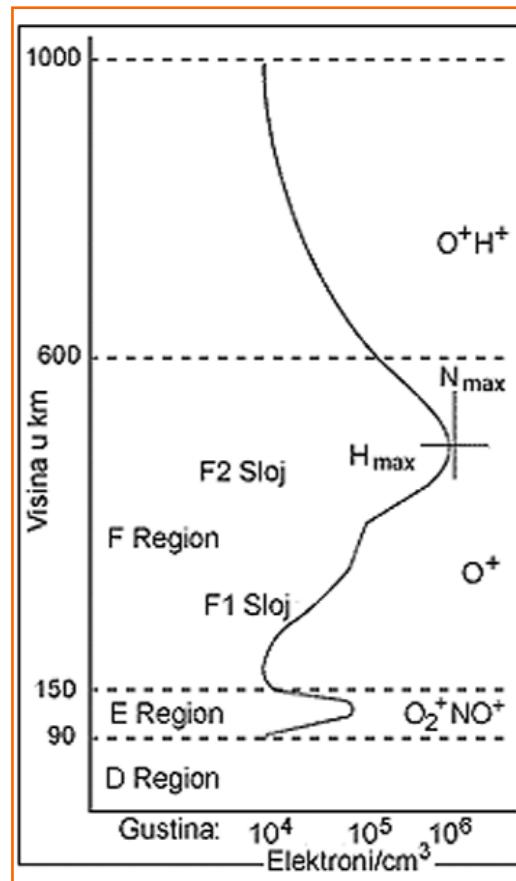
Treba reći još da formiranje ionizovanog medijuma uvodi u niz veoma različitih fenomena koji se u osnovi mogu podvesti pod hemijske procese i procese prenosa čestica u plazmi [11]. Na Sl. br. 15, prikazane su varijacije gustine plazme u jonosferi u zavisnosti od doba dana i noći.



Sl. 15. – Gustina plazme u jonosferi za vreme noći i dana

### 2.2.2. Podela jonosfere

Jonosfera je sastavljena od ionizovanih slojeva (Sl. br. 16), koji su obeleženi slovima abecede, počev od prvog i najnižeg koji je ujedno i prvi otkriven – Sloja D. Potom su otkriveni slojevi E i F. Ova dva zadnja se mogu podeliti na sub-slojeve. Kriterijumi za podelu su bili visina i stepen jonizacije. Ispitivanjem ovih slojeva radio-amateri i naučnici su otkrili kritičnu (fo+dotični sloj) i maksimalno upotrebljivu frekvenciju (MUF) o čemu će kasnije biti više reči.



Sl. 16. – Pregled jonosferskih slojeva u funkciji visine (preuzeto sa <http://www.sec.noaa.gov>)

#### 2.2.2.1. Sloj D

Sloj D je pozicioniran u Jonosferi od 50 do 90km visine. Sa porastom visine elektronska koncentracija u ovom sloju raste. Takođe, elektronska koncentracija pokazuje karakteristične dnevne, sezonske i solarno-ciklične varijacije. Zbog relativno velike gustine neutralne Atmosfere, elektronska koliziona učestanost je visoka (reda  $2 \times 10^6 \text{ xs}^{-1}$  na 75km), što mu daje ulogu **upijača (absorbera)** elektromagnetnih talasa (EMT) [11].

## 2.2.2.2. Sloj E

Sloj E je pozicioniran na visini iznad D sloja tj. od 90 do 140km od Zemljine površine i sastoje se od E1, E2 i Sporadičnog Es sloja, kao potpuno nezavisnog fenomena [11]. Ova gornja vrednost za visinu, po nekim autorima, može dostići i vrednost od 160km [8].

Vrlo je tanak i elektronska gustina (jonizacija) veoma je zavisna od sunčevog zenitnog ugla i sunčeve aktivnosti. Za vreme dana elektronska gustina (mera stepena jonizacije) može dostići vrednost i do  $10^5 \text{ el/cm}^3$ . Noću, kada nestane sunčevog zračenja jonizacija pada na  $10^3 \text{ el/cm}^3$ . Ova gustina jonizacije je transparentna za normalne uslove, izuzev pri pojavi Sporadika-E [8].

## 2.2.2.3. Sloj F

Ova oblast je složeni sistem koga određuje sveukupnost fotohemijskih, magnetnohidrodinamičkih i elektrodinamičkih procesa. Prostire se od približno 150km do gornje granice Jonosfere. U okviru njega razlikujemo dva sloja: F1 koji se pojavljuje do visine od 210km i drugi F2 koji je viši. Glavni elektronsko-jonski izvor u F oblasti jeste fotojonizacija neutralnih čestica EUV radijacijom iz opsega talasnih dužina do 102.7nm. Kako, gotovo ne postoje negativni joni, ovde je elektronska koncentracija definisana sumom jonskih koncentracija, pod uslovom kvazineutralnosti plazme F oblasti.

I ovde vlada visoka zavisnost procesa jonizacije od sunčevog zenitskog ugla i broja sunčevih pega. Noću, a zimi ponekad i tokom dana, F1 sloj nestaje i postoji samo jedinstvena F oblast. Dinamički procesi koji se odvijaju u F oblasti dovode do vremenskih promena fundamentalnih parametara ove oblasti koji traju od nekoliko minuta pa do desetina godina.

Visina iznad 1000km se može smatrati granicom jonosfere, mada ne postoje, kao što je već rečeno realne granice između plazme u jonosferi, plazmasfere i magnetosfere [11].

## 2.3. GLAVNI GEOGRAFSKI REGIONI JONOSFERE

Postoje tri glavna regionalne raspodele jonosfere. To su ekvatorijalni, srednje-širinski i visoko-širinski region.

### 2.3.1. Ekvatorijalni Region

Ekvatorijalni region se odlikuje veoma gustom koncentracijom elektrona. Kombinovani efekti visoke radijacije od Sunca, električnih i magnetnog polja Zemlje rezultira ovoj velikoj koncentraciji elektrona i njihovom kretanju uzduž horizontalne linije magnetnog polja: ovaj fenomen je nazvan fontana efekat. Elektroni se kreću unutar geomagnetskih širina, od 10 do  $20^\circ$  izazivajući veliku koncentraciju, koja je opet poznata pod imenom **ekvatorijalna anomalija** [12].

### 2.3.2. Srednje-širinski Region

Ovo je Region bez naročitih promena u odnosu na druge Regione. Horizontalno magnetno polje ima svojstva kao i ekvatorijalno. U ovom regionu je postavljeno najviše instrumenata i uređaja za ispitivanje jonosfere [12].

### 2.3.3. Visoko-širinski Region

Ovaj region poznat je po čestoj pojavi Aurore, i proteže se od  $60^\circ$  severne geografske širine pa na više, ka severnom polu.

## 2.4. OSNOVNE KARAKTERISTIKE SPORADIKA-E

### 2.4.1. Opšti pogled na Sporadic-E (Es)

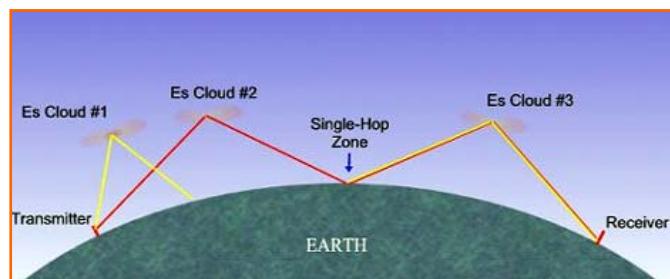
Sporadic-E (Es) je vrlo tanak sloj, sa ekstremnom ionizacijom, koji se povremeno pojavljuje u E sloju a mogu ga izazvati vrlo kompleksni mehanizmi sa širokim spektrom karakteristika. Zbog toga, do danas, nije ni formirana konzistentna i sveobuhvatna teorija o ovom prirodnom fenomenu.

Mnogi autori koji se bave proučavanjem jonosfere tumače Sporadic-E kao prolazni, ograničeni, visoko-jonizovani deo u jonosferskom sloju E koji je u stanju da reflektuje UKT radiotalase. Sporadic-E se može pojaviti po danu ili po noći, što zavisi od geografske širine. Njegova pojava se može dovesti u vezu sa olujom tj. grmljavinom, meteorskim rojevima, solarnom aktivnošću kao i geomagnetskom aktivnošću [8].

Prilikom primene ovih teorija i pokušaja definisanja Sporadic-E javljaju se određeni problemi koji praktično ne omogućavaju objašnjenja dnevnih karakteristika Es. Definicije se kreću između teorije o oluji i grmljavini, kao uzrocima nastanka Sporadic-E i meteorskih rojeva. Zadnjih godina je bilo ozbiljnijih pokušaja definisanja veze između pojave grmljavina i pojave Es, u amaterskim krugovima [5]. Veze između pojave Sporadic-E i meteorskih rojeva se još uvek ispituju [9]. Detaljniji opis pomenutih mehanizmima, kao mogućim uzrocima za nastanak Es, biće dat u nastavku ovog članka.

Možemo reći da je Sporadic-E **ANOMALNA** [7] jonizacija koja nastaje u "E" sloju, u vidu jonizovanog ili jonizovanih oblaka, na visinama od 90 do 120km, i koja omogućava refleksiju UKT uz pomoć mehanizma koji se razlikuju od uobičajenih dnevnih refleksija u "E" sloju [5]. Kada se pojavi može potrajati od nekoliko minuta pa do nekoliko časova i obezbeđuje odbijanje UKT na velike daljine [35].

Radio-amaterima su danas dostupni i neki od rezultata naučnih ispitivanja koja su vršena sa raketama i direktnim merenjima u Es oblaku. Jedan od rezultata je i podataka da je uobičajena visina ovog oblaka bila na **Karmanova linija** (u nekim slučajevima zabeleženo je odstupanje od 5km tj.  $K + 5\text{km} = 105\text{km}$ ), Sl. 17.



Sl. 17. – Formacija Es oblaka na visini od 100km od Zemlje (Karmanova linija – preuzeto sa: <http://www.qsl.net/g0isw>)

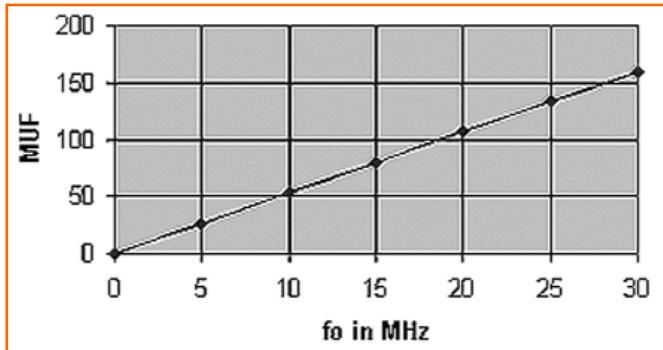
### 2.4.1.1. Jonizacija Es

Pošto još nije otkriven uzrok formiranja Es oblaka činjenica je da i oni, obzirom da se formiraju u jonosferskoj E oblasti, sadrže iste komponente kao i ambijentalna sredina. Uglavnom se sastoje od jona: O<sub>2</sub>+, O+, NO+, kao i nekih metalnih jona.

Pošto sloj "E" spada u nižu jonsferu (do 100km), glavni faktori u formirajućem ionizovanog medijumu jesu **Fotohemski procesi**. Slobodni elektroni i jonski parovi, nastali u procesu ionizacije, nestaju ili se pojavljuju sa novom raspodelom na elektrisanja kroz hemijske reakcije **REKOMBINACIJE** i to: **ELEKTRONSKU REKOMBINACIJU RADIJATIVNOG I DISOCIJATIVNOG TIPA, JONSKU REKOMBINACIJU U KOJOJ JONI INTERAGUJU SA NEUTARLNIM ATOMIMA I/ILI MOLEKULIMA I DRUGE RAZLJITE REAKCIJE STVARANJA NEGATIVNIH JONA** [11].

Gustina ionizacije se preko dana povećava i dostiže već pomenutu vrednost za sloj "E" ( $10^5 \text{ el/cm}^3$ ). Međutim, prilikom pojave sporadične ionizacije tj. **Es**, gustina ionizacije može da postigne i dvostruko višu vrednost od uobičajene.

Poznato je da se kod proračuna daljine i analize puta **KT** primenjuju matematičke formule u kojima figurira, pored ostalih parametara, i gustina ionizacije tj. broj elektrona/m<sup>3</sup>. Takođe, uz pomoć automatizovanih uređaja tzv. "jonosondera" vrši se svakodnevno snimanje stanja jonsfere u cilju egzaktnog merenja "kritične frekvencije" (to je ona minimalna frekvencija koja se još uvek može reflektovati o jonsferski "E" sloju; kada bi i dalje povećavali frekvenciju predajnika više ne bi bilo refleksije!). Drugim rečima za svaku gustinu jonsfere, pored kritične frekvencije (**fo**), postoji i kritični ugao refleksije tako da ukoliko ona raste onda raste i vrednost za kritični ugao! Kritična frekvencija i kritični ugao su u funkciji stepena ionizacije. To drugim rečima znači da ukoliko nam je poznat podatak za kritičnu frekvenciju ili kritični ugao možemo izračunati **MUF**. Možemo reći da je skoro linearan odnos između kritične (**fo**) i Maksimalno upotrebljive frekvencije (MUF), Sl. 18.



Sl. 18. – Odnos između kritične frekvencije (**fo**) i Maksimalno upotrebljive frekvencije (MUF) [8]

Kod pojedinih autora može se videti i egzaktan podatak za odnos između kritične i maksimalno upotrebljive frekvencije tj. navode da je **MUF** veći od (**fo**) tačno 5,3 puta [1].

Takođe, ukoliko je poznata vrednost elektronske gustine, koja se obično obeležava slovom "**N**" (el/m<sup>3</sup>), može se lako izračunati vrednost za kritičnu ili maksimalnu upotrebljivu frekvenciju, po sledećem: **fo=9** puta koren iz "**N**"; **MUF=48** puta koren iz "**N**" [8].

Najveću ulogu u refleksiji **UKT** od **Es** oblaka imaju tzv. **dugogivotni i magnezijumski joni koji su njegovi sastavni delovi**.

Takođe, ispitivanjem **Es** oblaka sa raketama došlo se do podatka da su ovi oblaci uglavnom veličine od 50 do 100km u prečniku i da su debljine od 2 do 4km; visine na kojima se formiraju u jonsferskom "E" sloju kreću se u intervalu od 95 do 115km [1]. Međutim, kao što je to već pomenuto uobičajena im je visina u zoni **Karmanove linije**.

#### 2.4.1.2. Pojam MUF

Poznata je činjenica da jonsfera kontinuirano obezbeđuje uspostavljanje radio-veze između udaljenih tačaka na Zemlji. Dnevne, sezonske i ciklične promene ionizacije, u većem delu, vezane su za Sunčeve zračenje kao i uticaj drugih faktora. Na osnovu dnevnih merenja jonsfere vrši se matematičko proračunavanje kritične frekvencije (**fo**), kritičnog ugla i maksimalno upotrebljive frekvencije (MUF).

Osnovni parametar koji se dnevno meri je elektronska gustoća, koja se obično obeležava sa slovom "**N**" (osnovna jedinica je elektrona po metru kubnom).

Za određeno stanje nekog ionizovanog sloja postoji kritična frekvencija kod koje je još moguće postići refleksiju radio-talasa. Obeležava se sa "**fo**" uz obavezan dodatak slova za dotični sloj, kao na pr. za sloj "E" oznaka za kritičnu frekvenciju bi bila: "**foE**".

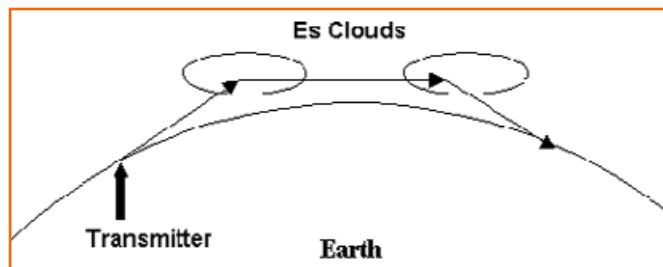
Poznavanje maksimalne frekvencije, koja bi nam u određenom momentu mogla poslužiti za radio-vezu sa stanicom na određenoj daljini, takođe je veoma važno, naročito za profesionalne telekomunikacione službe. Ova frekvencija se obeležava kraticom **MUF** (Maksimalno Upotrebljiva Frekvencija) [15].

#### 2.4.1.3. Mogući QRB kod Es veza na 144MHz

Već je pomenuto da se kod **Es** razlikuju veze koje su ostvarene preko jednog odbijanja (QRB do 2700km) i veze koje su ostvarene preko višestrukog odbijanja ("**Multy hop**"; QRB od 2700km pa na više).

Preko zone ALPI uglavnom se mogu realizovati veze sa jednim odbijanjem ("**Single hop**") do 2350km, jer je visina **Es** oblaka od 100 do 105km. Međutim, usled gibanja **Es** oblaka dolazi do njihovog vertikalnog pomeranja. Podaci ukazuju da su zabeležene maksimalne visine do 120km. Na ovaj način je moguće objašnjenje QRB do 2350km, međutim razlike kod autora nastupaju u objašnjenju **Es** veza od 2350km pa na više. Uslovno rečeno u prvu grupu autora spadaju oni koji postignute QRB tumače kao veze sa jednostrukim odbijanjem, sve do 2700km [14].

U drugu grupu spadaju oni koji ove daljine tumače kao **Es** veze preko dva oblaka [8] – Sl. 19.



Sl. 19. – Formacija od dva Es oblaka (preuzeto sa <http://www.amfmidx.net-propagation/Es.html>)

Međutim, kod ovih autora postoje dva gledišta. Jedno je već pomenuto i prikazano na prethodnoj slici, a drugo je da su ovi QRB postignuti preko formacije iskošenih **Es** oblaka ("Tilted E clouds") [1].

U treću grupu spadaju autori koji ove **Es** veze tumače kao veze koje su ostvarene preko dvostrukog odbijanja ("**Double hop**") [4] i [20].

Za zonu "ALPI", iz raspoloživih podataka o ostvarenim ve-

zama, može se videti da je maksimalni QRB bio 2.613km [14].

Međutim, kada se formira **Es** oblak u zoni planine Pirineji, koji nije upotrebljiv za stanice iz YU, onda je za očekivati QRB i do 3.642km [14].

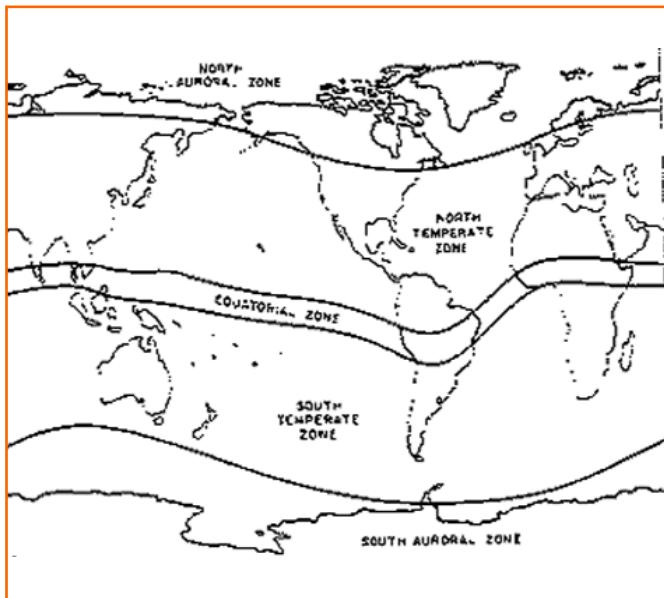
Međutim, dva maksimalna QRB su postignuta 25. juna (QSO: EA8AVI, stanica sa ostrva Kanari i YO4FNG) sa daljinom od 4285 Km, i 12. jula (QSO: CT1HZE i RA6DA) sa daljinom 4.080km [20].

#### 2.4.1.4. Kretanje Es oblaka

Već je pomenuto da se **Es** oblaci formiraju najčešće na Karmanovoj liniji, sa malim odstupanjem i to obično u plusu (od 5 do 10km; izuzetno se dešava da **Es** može postići i veću visinu, ali ne preko 120km!?). Na tim visinama je vrlo jako strujanje vazduha (od istoka ka zapadu) što dovodi do kretanja ovih oblaka. Uobičajene brzine kretanja **Es**-a su od 20–130 m/s. Zbog kretanja oblaka dolazi do pojave Doplerovog efekta.

Pojedini autori kretanje **Es** dovode u direktnu vezu sa parametrima klime [2] i [3]. Ja sam u prvom delu, kod opisa kretanja **Es** oblaka, već pomenuo geografske zone. Na ovom mestu još ističem: Prostorna raspodela parametara klime uslovljena je geografskim položajem, reljefom i lokalnim uticajem, kao rezultatom kombinacije reljefa, raspodele vazdušnog pritiska većih razmara, ekspozicijom terena, prisustvom rečnih sistema, vegetacijom, urbanizacijom itd. Od geografskih odrednica koje karakterišu bitne sinoptičke situacije značajne za vreme i klimu, naznačenih zona, treba spomenuti istaknutije planinske vrhove, morske zalive, veće reke, određene nizije i doline kao i brdovito planinske delove sa kotlinama i visoravnima. Međutim, pošto bi takav opis predstavljao obimniju studiju odlučio sam da za potrebe ovog serijala iznesem samo fragmentalne delove radi lakšeg shvatanja mehanizama koji utiču na kretanje formacija **Es** oblaka [39].

Na osnovu iznetog može se videti da faktori klime u geografskoj širini od 30 do 60 stepeni utiču na vetrove koji se pojavljuju sa jugozapada [39] i pri tome stvaraju vertikalna turbulentna kretanja vazduha i tako doprinose efektima pritiska vetra na jone ("The Wind Shear theory") [8].



Sl. 20. – Raspored Es zona [1]

#### 2.4.2. VARIJACIJE Es

##### 2.4.2.1. Geografska, sezonska, mesečna i dnevna varijacija

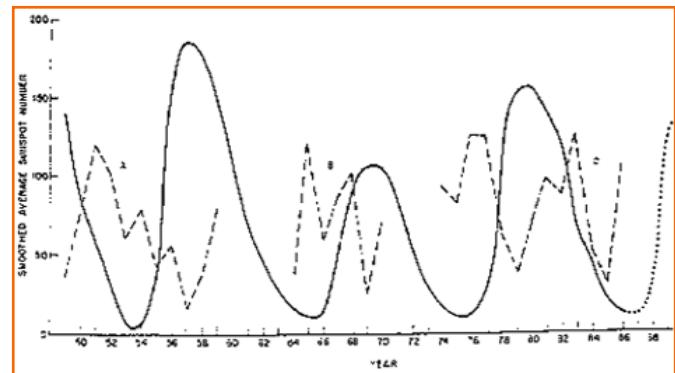
Pojedini autori iznose da je do sada, u proučavanju Sporadič-E, utvrđeno pet geografskih zona u kojima se on pojavljuje, Sl. 20.

U severnoj umerenoj zoni **Es** se može pojaviti u bilo koje vreme, ali dugotrajnim istraživanjima utvrđeno je da se najčešće pojavljuje, kao što je to već i pomenuto, u periodu od sredine maja pa do sredine avgusta, nego u periodu od sredine decembra pa do sredine januara.

U srednješirinskoj zoni mnogo češće je pojavljivanje Sporadič-E od 08:00 do 12:00 i od 19:00 do 23:00h, po lokalnom vremenu, što zavisi od godišnjeg doba, sa pikom u letnje podne i u ponoć što opet zavisi o kojoj je Zemljinoj hemisferi reč. Takođe, mnogo je češća pojava Sporadič-E u zoni zapadnog Pacifika, Kini i jugoistočnoj Aziji (Indija) nego u zoni Severnog Atlantika i severoistočnom delu Severne Amerike. Na južnoj Zemljinoj hemisferi **Es** se pojavljuje u kasno proleće i rano leto (od polovine novembra pa do polovine februara). U ekvatorijalnoj zoni Sporadič-E je skoro svakodnevna pojava u trajanju od 8 časova i obično se javlja u periodu od 18:00 do 24:00h, sa malim godišnjim oscilacijama.

##### 2.4.2.2. Sezonska varijacija Es

Već je pomenuto da se Sporadič-E na UKT pojavljuje svake godine u kasno proleće i rano leto odnosno od maja (mada je bilo slučajeva da se pojavljuje i zadnje nedelje aprila) do avgusta. Maksimum je u periodu 1. jun–31. jul, svake godine. Međutim, zapaženo je da se u pojedinim ciklusima Sunčeve aktivnosti **Es** pojavljuje maksimalno kada je Sunce bilo u minimumu aktivnosti – Sl. 21. [1].



Sl. 21. – Prikaz ciklusa aktivnosti Sunca, u periodu od 1950. do 1986. godine i maksimuma Es [1]

##### 2.4.2.3. Mesečna varijacija Es

Dugogodišnjim praćenjem **Es** utvrđeno je da se on mnogo češće pojavljuje u leto nego u zimu, a ovo je u uskoj vezi sa solsticijem. Frekvencija pojavljivanja **Es** u leto je 5 do 8 puta veća nego zimi. Opisujući pojavljivanje **Es** kao "letnje" i "zimsko" onda možemo videti da je pik i na južnoj hemisferi u letnjim mesecima, ali kada je na severnoj hemisferi zima.

##### 2.4.2.4. Dnevna varijacija

Već je pomenuto da se **Es** pojavljuje u letnjim mesecima sa dva maksimuma od kojih je jedan oko lokalnog podneva a drugi u rano ili kasno popsle podne [14]. Njegova pojava nije jednostavna i zavisi od mnogo faktora. Jedan od najvažnijih je

sigurno i nivo jonizacije u jonasferi a naročito u **E** sloju koji se, kao što je već pomenuto, prati dnevno. Mi radio-amateri ga pratimo preko MUF-a. Ako se pogledaju podaci o jonizaciji za mesece jun-jul onda se može videti vrlo česta pojava MUF-a do 100MHz tj. manji broj puta je došao i do 150MHz, kada je i registrovano otvaranje na 144MHz, a ovi podaci se mogu pronaći na: <http://www.gooddx.net/>

Takođe, ovde se može i postaviti pitanje zašto sva registrirana otvaranja od 12. maja pa do 17. juna 2007. nisu bila upotrebljiva za YU stanice? Odgovor je delimično dat već u prvom delu ovog serijala, a ovde će proširiti ovo pitanje sa podpitanjem: Ako već sva otvaranja na 144MHz nisu bila upotrebljiva za stanice iz Srbije, zašto se onda u većini FAI otvaranja moglo raditi i iz YU? Zadnji primer je i **Es** od 16. juna 2007. kada za naše područje nije bio upotrebljiv, a onda se od 19:21UTC pojавio FAI kada su radile stanice YU1EV i RZ6BU.

Iz navedenog primera se vidi koliko je kompleksno pitanje obrade dnevne varijacije za Sporadic-E kao i njegovo dovođenje u finkciju sa nekim manifestacijama u jonasferi. Zbog toga je potrebno da svi oni koji žele da prate pojavu **Es** vrše monitoring MUF-a, ukoliko za to imaju mogućnosti [17] i [18].

## 2.5. POZNATE TEORIJE O Es

### 2.5.1. Uvod

I pored toga što se fenomen poznat pod imenom Sporadic-E proučava od 1938. godine, najnovije raketne tehnologije, jonsosondera, osmatranja jonasfere iz svemira i drugih tehnologija, do danas nisu otkriveni osnovni pokretački mehanizmi koji dovode do pojave **Es**.

U nastavku ovog serijala biće pomenute neke teorije koje objašnjavaju moguće mehanizme nastanka Sporadika-E na 144MHz. Uvek treba imati u vidu da je osnovni sastavni deo svakog mehanizma, koji eventualno, dovodi do stvaranja **Es** oblaka Sunčevo zračenje.

Kao što je već pomenuto osnovni kriterijum za klasifikaciju ovih teorija je bila godina nastanka, tako da će opis početi od najranije teorije.

### 2.5.2. Teorije o olujama i drugim pridruženim fenomenima

Teorija o olujama, kao prirodnim pojавama u troposferi, sa drugim pridruženim fenomenima i faktorima koji utiču na pojavu Sporadika-E. Ovo je najstarija teorija, a originalni naziv joj je: "Thunderstorms and Associated Phenomena" [4], [5], [8], [9] i [13].

### 2.5.3. Teorije o drugim troposferskim pojavama

Teorije o drugim troposferskim pojavama u meteorološkom smislu, kao mogućim činiocima koji bi mogli imati uticaja na pojavu **Es** [2] i [3].

### 2.5.4. Teorije o pritisku vetra, vertikalnom kretanju jona i njihovoj rekombinaciji

Jedna od vodećih iz ove oblasti je i: "The wind shear theory of Sporadic-E formation" [1], [2], [5], [8] i [11].

Ova teorija je generalno kreirana od strane J.D.Whitehead sa Kvinslendskog Univerziteta iz Australije (University of Queensland, Australia). Osnova ove teorije su vetrovi u jonasferskom **E** sloju koji duvaju od istoka ka zapadu. Oni su uzrok

da se gravitacioni talasi kreću vertikalno, pri čemu se vrši sabijanje jone u jedan vrlo tanak i visoko jonizovani sloj. Istovremeno im se pridružuju i metalni joni (**Fe+** i **Mg+**), jer im je stepen rekombinacije veći nego kod ostalih molekula jona. Ovi metalni dugoživotni joni sastavni su deo već pomenutog visoko-jonizovanog sloja.

### 2.5.5. Teorije o meteorskom i kometskom poreklu Es

Jedna od vodećih teorija iz ove oblasti je: "COMETARY ORIGIN of SPORADIC-E" [9]

### 2.5.6. Teorije o geomagnetskoj aktivnosti

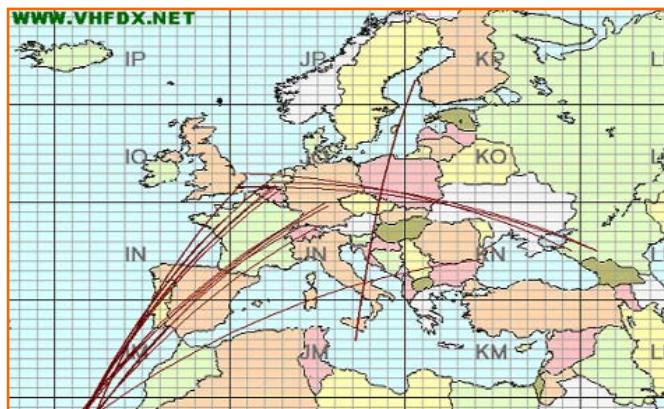
Korelacija između aktivnosti Aurore i auroralne zone Es je dokazana ali još uvek nije uočena kod **Es** koji se javlja u srednjim geografskim širinama [1] i [8].

## 2.6. FORMACIJA Es OBLAKA

### 2.6.1. Jedan Es oblak

Već je pomenuto u prvom delu, kod opisa **Es** oblaka u zoni "ALPI", da se u većini slučajeva pojavljuje samo jedan jonizovani sloj, sa navedenim karakteristikama. Njegova uobičajena visina je na "Karmanovoj liniji" sa mogućim odstupanjima tj. usled turbulencija moguće je njegovo gibanje do visine od 120km. Zbog toga se javljaju i razlike u postignutim QRB-ima (od 2350 do 2613km) što privlači mnoge operatore da učestvuju u ovim otvaranjima u nadi da će postići još bolji DX!

Takođe, već je pomenuto da u ovom serijalu nisam obrađivao zone pojave **Es** oblaka, koje nisu bile dostupne za YU stanice. Međutim, činjenica je da se i posle letnjeg solsticija tj. od 23. juna, mogu raditi veze i preko 2.800km, Sl. 22.



Sl. 22.– Karta Evropskih stanica koje su u Es od 23. juna do 31. avgusta 2006. godine radile veze sa QRB-om većim od 2800km

U ovom serijalu nisam se bavio analizom puta talasa jer su to, pre mene već uradili mnogi autori. Za sve one operatore koji žele da se detaljnije upoznaju sa ovim analizama dajem internet adresu gde to mogu da urade: <http://www.dfbai.net/> Ovde će samo ohrabriti sve operatore da ubuduće malo više obrate pažnju i na ovo pitanje, jer pravilno postavljena teza o putu radio-talasa kod **Es** veza pruža mogućnost za mnoga zaključivanja pa čak i ona o prirodi samog Sporadika-E. Neko će reći pa dobro šta da radim kada iscrpim sve mogućnost koje mi pruža **Es** u zoni "ALPI"!? Odgovor je vrlo jednostavan: "Ne postoji u napred mogućnost predviđanja zone QTH polja koja će da osvetli Sporadic-E. Upravo to pruža izazov da, po mogućnosti, nastojimo da budemo aktivni u svakom otvaranju, jer iznenadenja su moguća!"

- nastaviće se -

# SPORADIK-E INTERESANTNA TEHNIKA DX RADA NA 144MHz (4)



Ž. Stevanović  
YU1MS

## 2.6.2. Formacija dva Es oblaka

Na sl. 19, već je prikazan izgled formacije od dva **Es** oblaka [8]. Autori navode da se kod vrlo jake ionizacije, i kada je **MUF** izrazito visok, može desiti da se pojave dva ili više ionizovanih **Es** oblaka. Na taj način tumače ostvarene veze preko 2350km i ovu analizu ne treba mešati sa analizom veza preko dvostrukog odbijanja ("Double hop").

Ako bi smo ovu ideju primenili na analizu QSO-a između YO4FNG i EA8AVI, onda bi sa sl. 2, iz prvog dela ovog serijala, mogli da vidimo sledeće: **Es** oblak je bio iznad QTH polja JN12 u pravcu granice Španije i Francuske (u širem rejону Planine Pirineji) i da su preko njega uglavnom radile stanice iz: EA8, EB8, CT, CN8, EA, EA6, F i G, sa jedne strane, dok su sa druge strane ovog oblaka radile: ON, D, HB, OK, I, HA, S5 i 9A.

Takođe, u prvom delu ovog serijala već je pomenuto da se pri pojavi otvaranja na 144MHz vrlo često osvetljavaju QTH polja iznad ostrva Sardinija (JN40, 41 i 42), a u ovom slučaju (kod QSO-a između YO4FNG i EA8AVI) i QTH polje iznad JM49. Moguće je da je u ovom slučaju bio formiran i **Es** oblak iznad pomenutih polja kao i u rejону Ostrva Baleari. Znači radio-put od YO4FNG je išao ka Sardiniji, Balearima, i dalje ka Kanari-ma!?

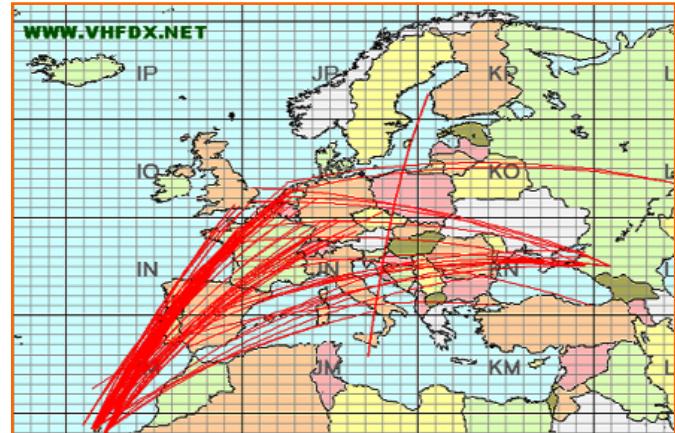
Već je pomenuto da pored jednostrukog odbijanja ("Single hop"), udvojenih oblaka postoji i pojava dvostrukog odbijanja [20] tj. "Double hop". Klasičan "Two-hop" [1], 2500km kontakt na 144MHz zahteva dva **Es** oblaka čija je ionizacija takva da može da obezbedi **MUF** 200MHz. Talas se prvo odbija od jednog oblaka pa se potom vraća na Zemlju i ponovo se odbija. Tako odbijen se ponovo elevira i vraća ka drugom oblaku od koga se reflektuje i stiže do antene korespondenta. Geometrija ovih oblaka daje delove puta od 1250km svaki.

Analizirajući veze na 220MHz (to je opseg koji nije dozvoljen u Evropi) pojedini autori prave analogiju sa 6m bandom i te veze objašnjavaju kao višestruko odbijanje (tri i četiri odbijanja) i prepostavljaju da su transkontinentalne veze i na 144MHz moguće [1].

U 2006. godini postignuto je dosta vrednih rezultata u **Es** na 144MHz, a kao prilog ovoj tvrdnji dajem kartu Evrope sa vezama čiji je QRB od 2800km pa do 4285km, sl. 23.

## 2.6.3. Formacija iskošenih ("Tilts") Es oblaka

**Es** oblak ne mora uvek da bude formiran kao relativno kompaktna sredina i u jednom sloju. Neka ispitivanja daju podatke da se **Es** oblaci mogu formirati i iskošeno u odnosu na zemlju, oko 10 stepeni, kao ogledala od kojih se reflektuju talasi [8]. Međutim neki autori navode da iskošenost oblaka može biti i do 30° [1]. Na ovaj način je moguće objasniti radio-put kod QSO čiji je QRB od 2200 do 3200km [1].



Sl. 23. Karta Evrope sa Es QSO-ima čiji je QRB veći od 2800km za 2006. godinu

## ZAKLJUČAK

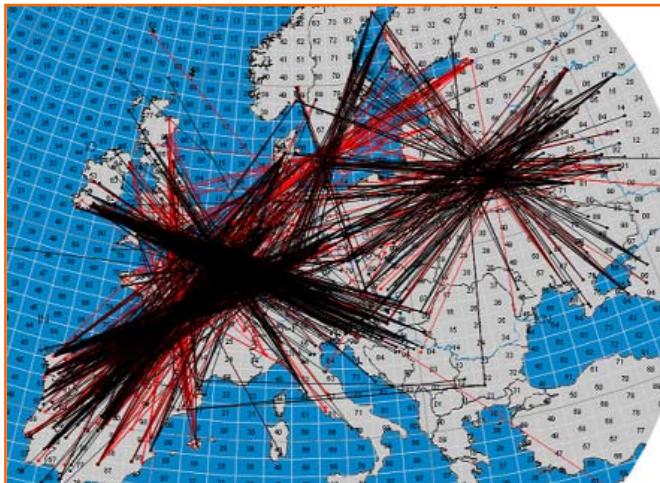
Na kraju ovog drugog dela potrebno je sumirati ono što je najvažnije za operatore koji žele jedino da rade DX na 144 MHz, u sporadicima, a posebno ih ne zanima analiza veza, teorija o Sporadiku-E ili njegovom nastanku!

Za ozbiljniji rad preko **Es** potrebna je kvalitetnija oprema i to pored kvalitetnog transivera (sa malim šumnim brojem) jedno malošumno prepojačalo. Snaga bi bila poželjna oko 300W, a antenski sistem treba da bude bar 15dBd pojačanja. Što se tiče same taktike u radu, to prepuštam svakom operatoru i nadam se da se neće više dešavati da po četiri ili više stanica, koje rade sa snagama od 300 do 1200W, istovremeno pozivaju! Šta ćemo mi "obični" operatori u takvim situacijama da radimo!? Znači, ponoviću zlatno pravilo dobrog DX operatora da se njegov rad, uglavnom, sastoji u slušanju i nešto malo pozivanja! (otprilike 80% je slušanje, a samo 20% pozivanje). Ako malo pažljivije budete pratili otvaranja i sami ćete se uveriti da je ovo tačno – naime, čućete "big-gunove" iz drugih zemalja kako "zasednu" na neku frekvenciju i pozivaju CQ! Pa šta bi bilo kada bi i naši "snagatori" istovremeno pozivali – verovatno po onoj narodnoj: "Zovu nji'ovi, al' bogami i naši se ne dadu!".

Kada se pojavi Sporadic-E na 144MHz nikad se ne zna koliko će trajati i dokle će **MUF** rasti. Zbog toga je potrebno biti maksimalno skoncentrisan i čestim okretanjem antene utvrditi iz kog pravca je maksimalna čujnost. Ako otvaranje potraje i ako utvrdite da je u pravcu zone "ALPI", onda možete probati i prema već pomenutim FAI tačkama: JN36, 48 ili 49, odnosno prema tačkama: JN40, 41 ili 42.

Kao primer za napred izneto navodim i otvaranje od 18. juna 2006. godine, koje se vidi na sl. 24.

Na prikazanoj karti se odlično vidi da su bila formirana dva **Es** oblaka i da je za pojedine stanice, npr. za YU, postojala



Sl. 24. Karta Es otvaranja od 18. juna 2006. godine

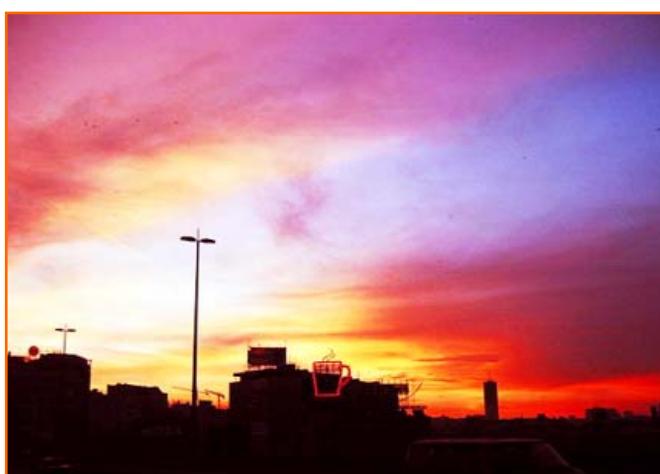
mogućnost da rade i preko jednog i preko drugog. Na ovaj način drastično se povećava mogućnost za DX rad sa stanicama iz različitih lokatora.

I na kraju, kao što je već pomenuto, ako imate mogućnost rotiranja antene za 144MHz, onda je obavezno usmeravajte prema azimutu iz koga trenutno imate najbolju čujnost. Takođe, ako raspolažete sa kvalitetnim antenskim prepojačalom možete ga koristiti po potrebi. Sve to treba da vam omogući veći komfor i kvalitet u vašem DX radu preko Sporadike–E.

Sve što je do sada izneto trebalo bi da vas dodatno motiviše i da u svakom Es otvaranju probate da postignete što bolje rezultate. Takmičite se sa "samim sobom", jer u ovom našem lepom hobiju čovek prvenstveno treba da uživa, a po mogućству i da nešto novo nauči!

### **III Deo: Objasnjenje prirodnih procesa u atmosferi i jonasferi koji možda dovode do pojave Sporadika – E na 144 MHz, u srednješirinskoj zoni**

U prethodna dva nastavka ovog serijala već je bilo reči o nekim činocima koji bi mogli imati uticaj na pojavu Sporadike–E u srednješirinskoj zoni. Međutim, pre prelaska na opis prirodnih procesa u jonasferi sada će nešto više reči biti o već pomenutim teorijama o Es.



Zalazak Sunca u Beogradu ... KN04

Kod Teorije o olujama i grmljavinama osnov je električno pražnjenje i njegov uticaj na jonasfreu. Međutim, problem je napraviti vezu u objašnjenju, jer, kao što je poznato, grmljvine se pojavljuju na visinama od 0–14km, u troposferi, a Sporadic–E u visini Karmanove linije (oko 100km). Ova teorija u amaterskim krugovima skoro da je bila narušena kada je grupa Evropskih amatera, 2003. godine, na čelu sa Volkerom DF5AI i Udoom DK5YG počela sa detaljnijim studijama ove pojave [5] i [13].

Takođe, otkriće interakcije između nižih i viših slojeva zemljine atmosfere i dalje oživjava ovu teoriju. U blizini E regiona otkriveni su optički fenomeni nalik na crvene "duhove" (slove), "red sprites" za vreme oluja, na visinama od 90 do 95km čija je dužina trajanja od 3 do 10 milisekundi (mereno sa brzim fotometrima). Mechanizmi njihovog nastanka još uvek nisu otkriveni.

Plavi mlazevi ("Blue Jets") su povezani sa grmljavinom i vidljivi su jedino sa TV sistemima. Oni mogu dostići visine od 45 do 50km.

Otkrića crvenih slojeva i plavih mlazeva, ranih 90-tih godina prošlog veka, pokazuju da postoje još neotkrivene interakcije između aktivnosti u troposferi i startosferi (kao i jonasferi).

Ovu teoriju podržavaju i najnovija otkrića "Elves" i "TIPPs–Trans Ionospheric Pulse Paris". "Elves" (Emission of Light and Very Low Frequency perturbations due to EMP Sources) [8].

Sva ova nova otkrića bacaju novi fokus na efekte vremena u jonasferi ali do danas nije otkrivena direktna ili indirektna veza između ovih događaja i Sporadike–E.

Kod teorije o pritisku vetra ("The wind shear theory of Sporadic–E formation") osnov je jako strujanje u zoni E sloja, koje se kreće od istoka ka zapadu i koje usmerava magnetske linije od gravitacionog polja Zemlje, tako da izaziva vertikalno pomeranje. Ono opet sabija jone u jedan tanak sloj izazivajući na taj način povećanu ionizaciju. Ovaj efekat uključuje i metalne jone čiji je stepen rekombinacije viši nego kod drugih jona.

Kada se ova teorija kombinuje sa Teorijom plime i oseke talasa, onda dobija na širini u objašnjenju Es [8] i [5].

Kod Teorije o meteorskom i kometskom poreklu polazi se od činjenice da se poklapaju vremena aktivnosti glavnih i sporedičnih meteorskih rojeva sa sezonom pojave Sporadike–E. Najnovija istraživanja potvrđuju da su mnogi metalni joni, koje su detektovale sondažne rakete u Es oblacima, meteorskog porekla [8] i [9].

Pored teorije o pritisku vetra, gravitacioni talasi sa troposferskim vremenom možda imaju nekog uticaja na Es. Mel Wilson W2BOC, je verovao da vreme igra glavnu ulogu u razvoju Sporadike–E. On je proučavao slučajeve kada se Es oblak pridruživao frontu sa nižim vazdušnim pritiskom [2] i [8].

Pored njega i Bob Gyde ZL3NE/1 je preko trideset godina proučavao frontove sa višim i nižim vazdušnim pritiskom i pratio njihovo kretanje u funkciji pojavljivanja Es [3] i [8].

Na osnovu ovih teorija izvršena je podela Sporadike–E po zonama pojavljivanja tj. na **Srednješirinsku, Ekvatorijalnu i Australnu**. Pored toga, svi Es koji nisu mogli biti svrstani u neku od navedenih kategorija bili su označeni kao: "**Tip n Es**" [8].

Ovo kratko ponavljanje pojmlja iz drugog dela bilo je u funkciji uvođenja čitalaca u problematiku radijacije Sunca u jonsferi kao i pokretanje određenih procesa, koji bi mogli da dovedu do pojave Sporadika-E.

Pre toga bih detaljnije opisao Polarne vrtložne vetrove ("Polar vortex") i njihov uticaj na određene meteorološke pojave u troposferi i stratosferi. Takođe, opisaću i određene hemijske procese u stratosferi sa mogućom reperkusijom na mehanizme koji su obuhvaćeni sa "Wind shear theory of sporadic-E formation" [4], [5] i [8]. Pored toga, izneću i lične poglеде na moguće mehanizme za nastanak Es tj. opisaću mogući scenario uticaja južnog polarnog vrtložnog vetra na kretanje elektrona iznad ekvatora tj. na poznatu pojavu "Fontana efekat" [12].

Procesi od interesa za ovaj rad su: Aktiviranje antarktičkog vrtložnog vetra (i njegov uticaj na kretanje hladnih vazdušnih masa ka ekvatoru kao i na kretanje elektrona iznad ekvatora – "TEC", što za reperkusiju ima pomeranje oluja i grmljavina od ekvatora ka severu [5]; na ovaj način stvaraju se ambijentalni uslovi za veći uticaj električnog pražnjenja na proces jonizacije (na visinama od 45 do 95km) i početak hemijskog procesa cepanja molekula hlor-a; degradacija molekula ozona i disocijativni zahvat elektrona na hloru u kontekstu stvaranja ambijentalnih uslova za intenzivniju jonizaciju kao i pojavu "NLCs" oblaka, na polovima.

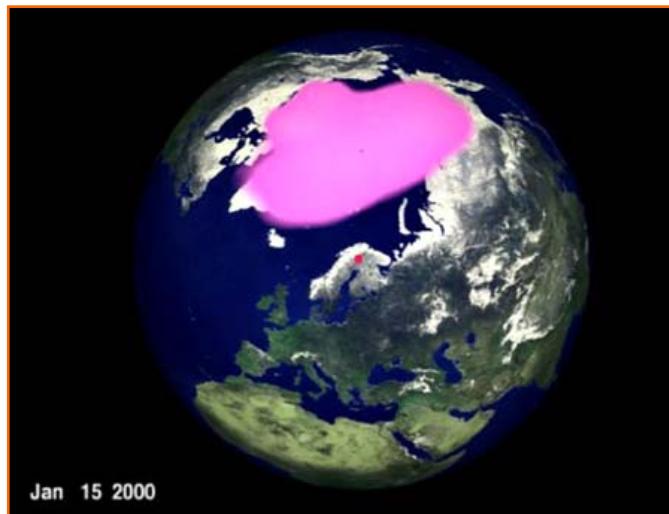
### 3. POLARNI VRTLOŽNI VETAR ("POLAR VORTEX")

#### 3.1. POJAM

Polarni vrtložni vетar je najpre otkriven na Južnom polu [33] u stratosferi, a kasnije i na severnom polu (iznad Arktika) [31].

Nastaje kao posledica zapadnog strujanja koje nad antarkticom ima znatno smanjen poluprečnik pa se pretvara u tzv. Polarni vrtlog ("Polar vortex"), za vreme polarne zime.

Zbog njega nastaju tzv. Polarni stratosferski oblaci ("Polar Stratospheric Cloud" – čija je skraćenica: "PSC") [31]. U njima je temperatura izuzetno niska, dostiže čak i (minus)  $-88^{\circ}\text{C}$ ! Iz tog razloga i većina hemijskih procesa je usporena. Glavni sastojci ovih oblaka su: Hlorovodonična kiselina (HCl) i Voda ( $\text{H}_2\text{O}$ ), u obliku malih ledenih čestica [32]. Polarni vrtlozi se stvaraju na obe hemisfere tj. Zemljina pola.



Sl. 25. Satelitski snimak polarnog vrtloga ("Polar vortex") na severnom polu

Na severnom polu polarni vrtlog svoj maksimum dostiže za vreme zime (22. decembra), sl. 25.

Intenzitet Antarktičkog polarnog vrtloga počinje da raste od 21. marta, kada na južnoj hemisferi nastupa jesen, a svoj maksimum dostiže 22. juna, kada počinje zima. Od avgusta njegov intenzitet slabi i to se produžava sve do 23. septembra kada nastupa proleće, za južnu zemljинu hemisferu (dok je za severnu hemisferu sve obrnuto).

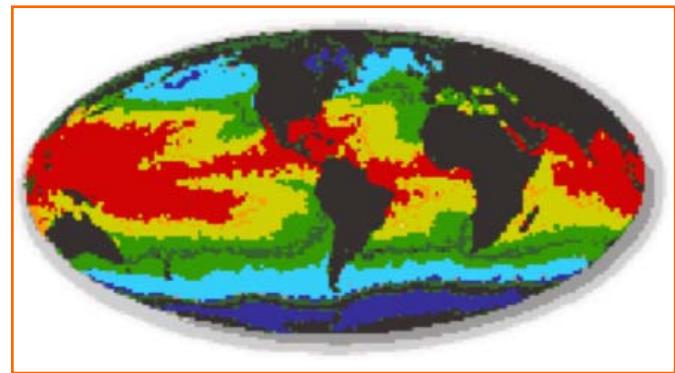
#### 3.2. ANTARKTIČKI VRTLOG ("ANTARCTIC VORTEX")

Do početka zime, na južnoj hemisferi Zemlje, polarni vrtlog iznad Antarktika [32] i [33] stalno dobija na snazi i njegovo dejstvo počinje da se sve više oseća u predelu ekvatora.

Zbog prorođenog ozonskog omotača, nad ekvatorom je viša temeperatura jer do površine Zemlje prodire više sunčevog zračenja.

Na sl. 26. može se videti da su ovi predeli sa toplim vazduhom naznačeni sa toplim bojama (crvena, žuta i narandžasta) na infracrvenom snimku temperature Zemlje koju je napravio NASA satelit 7. jula 1984. godine.

Topao vazduh je lakši od hladnjeg i podizade se sve dok ne dostigne visinu od oko 10km i prostiraće se na sever i na jug, i VIŠIM ATMOSFERSKIM SLOJEVIMA [39].



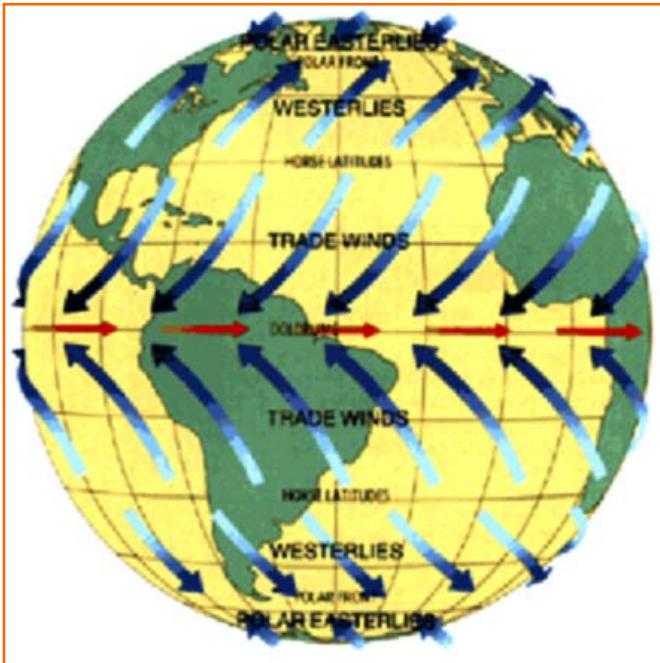
Sl. 26. Satelitski snimak temperature na površini Zemlje

Oko  $30^{\circ}$  geografske širine na obe hemisfere Koriolisova sila sprečava vazduh da se kreće dalje. Na ovoj geografskoj širini je oblast visokog pritiska, pošto vazduh počinje ponovo da se sleže.

Kako se vazduh uzdiže sa ekvatora postoji oblast niskog pritiska na površini Zemlje privlačeći vетar sa severa i juga. Na polovima će preovlađivati visoki pritisak usled hladnjeg vazduha. Uzimajući u obzir Koriolisovu silu u pomenutoj geografskoj širini tj. od  $30$  do  $60^{\circ}$  severne geografske širine globalni vetrovi će duvati iz pravca JUGOZAPAD [39].

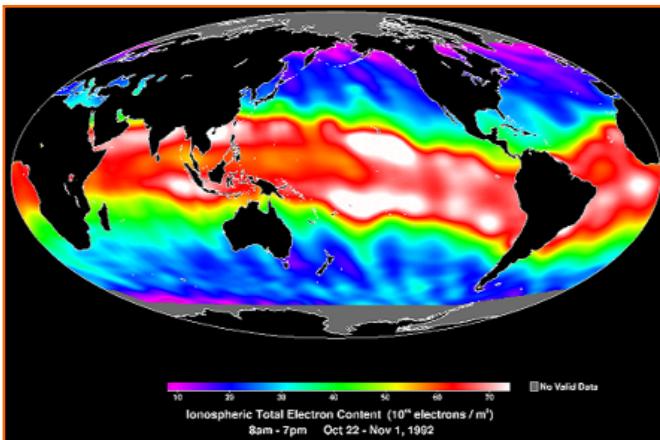
Od polovine maja pa do 1. juna, stvaraju se uslovi za jačan uticaj južnog polarnog vrtloga na kretanje elektrona oko ekvatora, sl. 28. i pomeranje linije dodira hladne i tople vazdužne mase, ka severu.

Reperkusija ovoga je veći broj olujnih oblaka sa grmljavinama [5], povlačenje elektrona ka višim slojevima jonsfere i jaka turbulentna kretanja veta iz stratosfere ka nižim slojevima mezofere odnosno termosfere. Možda bi ovo bio odgovor zašto su jaka strujanja veta na visini od 100km!?



Sl. 27. Raspored i vrste vetrova na severnoj i južnoj Zemljinoj hemisferi

Takođe, do 20. maja završeno je burno uništavanje nago-milanog hlora, iznad severnog pola, i stvoreni su ambijentalni uslovi za brzu ionizaciju a naročito po vertikali (od stratosfere ka nižim slojevima mezosfere i dalje ka termosferi), Sl. 29.



Sl. 28. Satelitski snimak ukupnog sadržaja elektrona ("TEC") u jonosferi

Na ovaj način se može odgovoriti na pitanje zašto je sezonski maksimum za Sporadic-E u periodu od 1. juna do 31. jula (za severnu srednješirinsku zonu), pored poznate činjenice da je solarni zenitni ugao u porastu, sve do 22. juna (kada je letnji solsticij).

Takođe, ovde je, po mom mišljenju, naročito važno i ponašanje jonosferskog sloja "D". Ukoliko su učestalije anomalije u prijemu farova na 80-metarskom bandu veća je mogućnost za pojавu Es (period od uočenog "SWF" pa do pojave Sporadika-E može biti i do 24 sata).

Što se tiče meteorskih rojeva dovoljno je reći da se, pored aktivnosti sporadičnih u ovom periodu, javlja i aktivnost STALNIH METEORSKIH ROJEVA [9].

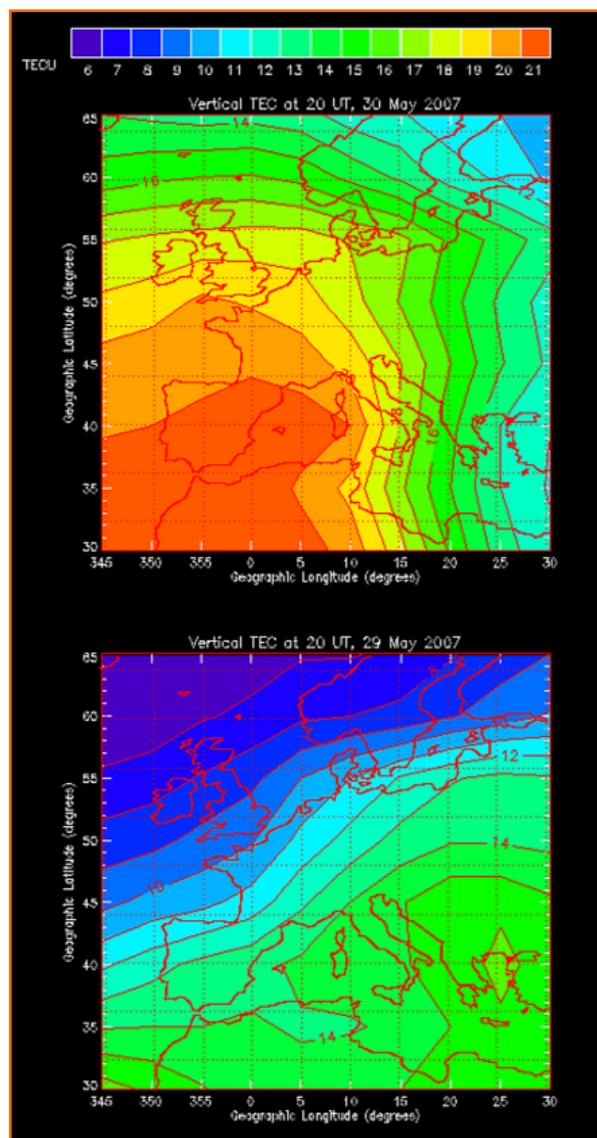
Kao potvrdu svega iznetog pominjem statističku analizu Es za period od 1987. do 2002. godine urađenu za severnu hemisferu Zemlje [14]. Pored toga, i analiza za period 2003–2006. godina daje iste rezultate [5], [13] i [20].

Isti scenario se ponavlja i za južnu zemljinu hemisferu s tom razlikom što se menjaju datumi (22. juna na ovoj hemisferi počinje zima i Antarktički vrtlog sve više dobija na snazi).

Takođe, određena ispitivanja ukazuju da su uočene razlike u snazi polarnih vrtložnih vetrova. Jedno od objašnjenja bi sigurno bilo i to da je razlika u snazi izazvana i činjenicom da je južni pol, za razliku od severnog, KOPNO (severni pol je zamrznuti led tj. voda a ne kopno). Dalja analiza ovih razlika nalazi u više prirodnih nauka što izlazi iz okvira ovog članka.

### 3.3. PRIRODNA PROIZVODNJA OZONA

Moje mišljenje je da pored uticaja polarnih vrtloga na pojačano vertikalno kretanje elektrona značajan faktor predstavlja i hemijski procesi u stratosferi odnosno proces prirodne proizvodnje ozona ( $O_3$ ).



Sl. 29. Koncentracija elektrona po vertikali, za 29. i 30. maj 2007. godine, u Evropi

Kao što je poznato, ozon u stratosferi, od 20 do 25km visine, nastaje delovanjem sunčeve radijacije pri čemu se molekul kiseonika ( $O_2$ ) cepa na dva atoma kiseonika. Zatim se atomi kiseonika spajaju sa molekulom kiseonika pri čemu se stvara gas ozon ( $O_3$ ). Ovaj prirodn proces se nastavlja dalje pa sada sunčeve zračenje vrši razgradnju ozona. Količina ozona u atmosferi zavisi od ravnoteže proizvodnje i raspadanja ovoga gasa.

Pored toga raspodela ozona u atmosferi zavisi i od kretanja slojeva proizvodnje i slojeva raspadanja a ona opet zavisi od vetrova koji dovode do dnevne, sezonske i godišnje razlike u koncentraciji ozona.

Neki podaci ukazuju da je najveća gustina ozona na visinama od 20 i 21km [32] mada ga ima (ali u znatno manjem procentu) i u drugim delovima atmosfere.

Najviše ozona nastaje fotohemijskim reakcijama u stratosferi, viših geografskih širina. Zbog toga najmanje ozona ima u tropskim predelima a ako se krećemo ka severu njegova se koncentracija povećava.

Od industrijske revolucije čovek je sve više ugrožavao ovu prirodnu ravnotežu jer je enormno povećavao upotrebu fosilnih goriva. Na ovaj način rasla je koncentracija ugljendioksida ( $CO_2$ ) u atmosferi, što je dovodilo do remećenja normalnog funkcionsanja reverzibilnih procesa (od Zemlje ka atmosferi). Ovo je opet dovodilo do pojačanja efekta staklene baštice tako što je energija bila trapirana na Zemlji. Na ovaj način došlo je do globalnog zagrevanja troposfere tj. do globalnog povećanja temperature na površini Zemlje. Posledice su poznate: otopljanje leda na severnom polu, povećavanje nivoa vode u morima i okeanima tj. desalinizacija (gubitak soli) i povećanje procenta slatkih voda i remećenja osnovne karike u ishrani – sve veći gubitak planktona! Kao što je već pomenuto, može se zaključiti da fundamentalna destrukcija atmosfere potiče od antropogenog faktora.

Ako se sada ponovo vratimo na pitanje proizvodnje ozona onda možemo reći da se pod pojmom "**Ozonska rupa**" podrazumeva drastično smanjenje debljine ozonskog sloja. Zbog toga u troposferu a istovremeno i do površine Zemlje, prodire sve veća količina sunčevog UV zračenja koja sve više šteti zdravlju ljudi.

#### 3.4. FOTOHEMIJSKE REAKCIJE U STRATOSFERI

Zapadno strujanje vazduha u stratosferi, iznad južnog pola, ima znatno smanjen poluprečnik te zbog toga njegovo strujanje prelazi u vrtložno. Tako je i dobio ime polarni vrtlog ("Polar vortex"). U njemu nastaju oblaci u kojima je temperatura izuzetno niska, a sadrže zaledenu vodu u vidu ledenih čestica ( $H_2O$ ) i hlorovodončnu kiselinu (HCl), kao produkt zagađenja. Na površini tih ledenih čestica vrlo brzo reaguju (u drugim uslovima slabo aktivni) spojevi koji sadrže hlor. Pri tom se hlor ( $Cl_2$ ) oslobođa kao gas, a hlorovodončna kiselina (HCl) ostaje zaledena. S obzirom da se za nju vezuju spojevi Nox (za jednički naziv za NO i  $NO_2$ , koji potiču od mikrobioloških procesa iz tla i mora) ozon ( $O_3$ ) ostaje zaštićen (Nox bi ga uništavali kao gasovi).

Dakle, zimi (od 22. juna do 23. septembra) je nad Antarktikom koncentracija ozona velika jer mu ne preti uništenje (ne postoji ništa što bi ga uništavalo): **HLOR** je u molekularnom stanju ( $Cl_2$ ), a Nox nisu u gasovitom stanju [32].

Međutim, dolaskom proleća na scenu stupa novi faktor: sunčeve zračenje.

Ono daje energiju za cepanje molekula hlor-a na vrlo aktivne atome hlor-a. Naglo oslobođeni aktivni hlor (koji se u obliku molekula nakupljača zime) počinje uništavati molekule ozona. To se događa tako dugo dok se ne isprazne zalihe namilanog hlor-a, što obično traje oko 6 nedelja.

Na severnoj hemisferi ovaj proces započinje 21. marta i završava se oko 4. maja. Međutim, ako u atmosferu posredstvom halokarbona, trgovacki naziv mu je "**FREON**", dospe više hlor-a onda se pomenuto razdoblje produžava (najviše za nedelju do dve) najkasnije do 22. maja, posle čega se uspostavlja prirodna ravnoteža izgradnje i razgradnje ozona [32].

Zašto u proleće?

Zimi je hlor u bezopasnom molekularnom stanju, a aktivira se tek početkom proleća jer se tada pojavljuje sunčeve zračenje koje ga pretvara u aktivne atome. Nakon što se ovi atomi potroše, novi molekuli hlor-a se neće stvarati sve do zime, jer nema ledenih čestica na kojima bi se odvijale hemijske reakcije koje stvaraju molekule hlor-a [32].

Ovde treba pomenuti i ispitivanja koja su radili fizičari još pre tridesetak godina, pod općim nazivom: "Disocijativni zahvat elektrona na hloru". Najkraće rečeno, dobijeni rezultati su pokazali da je presek na "0" energije bio oko 200 puta veći (to je oko dva reda veličine) nego na drugim energetskim oblastima. Ovo pokazuje da je to ogroman presek, ogromna verovatnoća koja daje velike mogućnosti (zarobljavanja) elektrona sa drugih molekula. To se zapravo i dešava u atmosferi. Znači, hlor zahvata elektron malih energija, a to je elektron sa drugog molekula koji ima termalnu energiju i veliki uticaj na ozonski omotač. Smatram da se ovaj ambijentalni proces širi i da uz pomoć turbulentnih strujanja ovi konstituenti dospevaju do mezofere (sloj D) i dalje ka Karmanovoj liniji (100km od površine Zemlje).

Udruženim delovanjem elektrona, pristiglih iz ekvatorijalnog pojasa, grmljavina (i električnih pražnjenja od 40 do 90km), meteorskih rojeva i geomagnetskom aktivnošću stvaraju se povoljni uslovi za pojačanu rekombinaciju dugoživotnih, metalnih jona.

"Formiranje ionizovanog medijuma uvodi niz veoma različitih fenomena koji u osnovi spadaju u domen hemijskih procesa prenosa čestica u plazmi. Slobodni elektroni i jonski parovi, nastali u procesu ionizacije, nestaju ili se pojavljuju sa novom raspodelom nanelektrisanja kroz hemijske reakcije rekombinacije i to: ELEKTRONSKU REKOMBINACIJU RADIJATIVNOG I DISOCIJATIVNOG TIPOA (podvukao autor) jonsku rekombinaciju u kojoj joni interaguju sa neutralnim atomima i/ili molekulima i druge različite reakcije stvaranja negativnih jona. Toplotu u jonsferi čini raspodela elektronske i jonske temperature, nastale: u procesu fotoionizacije i prenosa toplove kroz ionizovani medijum; zagrevanjem korpuskularnom radijacijom; Džulovom topotom usled prisustva električnih struja u jonsferi i zagrevanjem plazmom solarnog vetra kroz generisanje hidromagnetskih i akustičkih talasa. Proces prenosa čestica u plazmi takođe može biti dodatni izvor ionizacije (podvukao autor). Ostvaruje se putem ambipolarne difuzije, difuzije elektrona i jona kroz atmosferu u uslovima slabo ionizovane plazme jonsfere, kao i putem plazmenih driftova nastalih dejstvom elektrodinamičkih sila i termosferskih vetrova (podvukao autor)" [11].

Iz ovoga se može zaključiti da u nižu jonosferu (do Karmanove linije) zapravo spadaju niži slojevi termosfere tj. onaj njen deo u kome su glavni faktori u formirajuju ionizovanog sloja FOTOHEMIJSKI PROCESI. Granicu srednje jonosfere (od Karmanove linije pa do 170km) određuju JONIZACIONO-REKOMBINACIONI, TERMIČKI I DINAMIČKI PROCESI. Visoku ionosferu čini u stvari "F" oblast u kojoj značajnu ulogu ima prenos NAELEKTRISANIH ČESTICA U PLAZMI. Ovaj prenos nastao je pod uticajem ambipolarne difuzije, termosferskih vetrova i ionosfersko-magnetosferskih interakcija [11].

Smatram da se usled navedenih prenosa (u termosferi), oko Karmanove linije, (a naročito u periodu od 1. juna do 31. jula) javljaju više ili manje ionizovane zone u predelu srednjih geografskih širina, koje se kreću brže ili sporije (u zavisnosti od vetrova), od istoka ka zapadu. Upadom meteora u termosferu i njihovim prorodom kroz Karmanovu liniju dolazi do dodatnog ionizovanja gasova (na potezu od Karmanove linije do visine od oko 70km – gornji slojevi mezosfere, gde meteori usled trenja i visoke temperature potpuno sagorevaju. Međutim, veći komadi uspevaju da padnu i na površinu Zemlje. Sve ovo je već poznato i detaljno opisano u literaturi).

Pri tome se povremeno javljaju i električna pražnjenja koja pripomažu hemijskim procesima u kojima se stvaraju dugoživotni metalni joni. Kada njihova koncentracija dostigne određenu vrednost tada počinje da raste MUF. Kada dođe do otvaranja na dvometarskom bandu onda ovi oblaci postaju medijum od koga se talasi frekvencije 144MHz vrlo efikasno reflektuju (odbijaju) na veće daljine.

#### 4. ELEKTRIČNI PLAVI OBLACI ("NLCs CLOUDS")

##### 4.1. POJAM

Na specifičnim geografskim širinama, javlaju se atmosferski fenomeni, u vidu tankog snopa oblaka, električnih plavih oblaka, po imenu "Noctilucent Clouds" (NLCs).



Sl. 30. Snimak "NLCs" iznad Finske, preuzeto sa [http://science.nasa.gov/headlines/y2003/19feb\\_nlc.htm](http://science.nasa.gov/headlines/y2003/19feb_nlc.htm)

Po mišljenju profesora Gary Thomas [22], koji se inače bavi proučavanjem ovog prirodnog fenomena na Univerzitetu u Koloradu, ovi oblaci su posledica globalnog zagrevanja. Takođe, profesor Gary navodi da su ovi oblaci prvi put opaženi u XIX veku tj. 1885. godine, posle prirodne katastrofe kada je proradio vulkan Krakatau u indonežanskom regionu. Međutim, druga grupa naučnika je mišljenja da su ovi oblaci nastali od svemirske prašine [22].

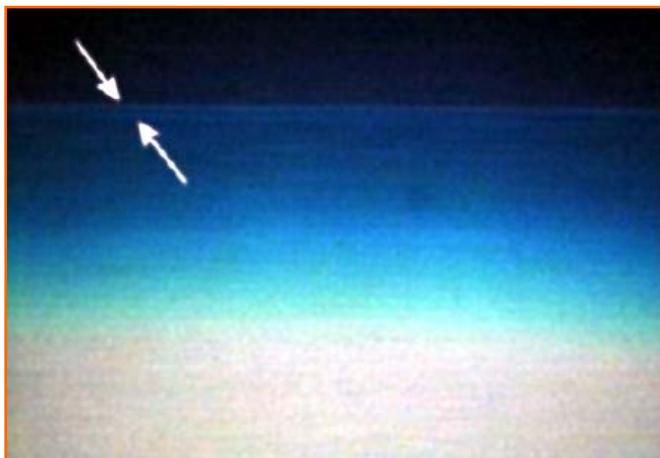
Takođe, i astronauti na Međunarodnoj svemirskoj stanici ISS, među kojima uvek ima i radio-amatera, zapazili su ovu pojavu više puta. Tako je astronaut dr. Donald Pettit napravio

snimak ovih oblaka, dok je kao član posade ISS boravio na dužnosti tokom 2002. godine, sl. 31.



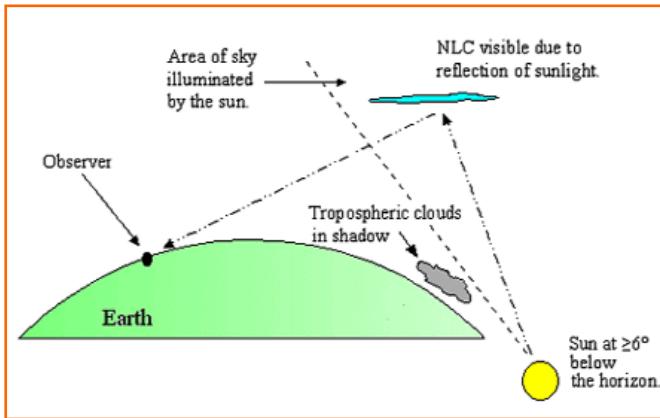
Sl. 31. Snimak NLCs oblaka iz svemirske stanice ISS

Astronaut Pettit pretpostavlja da je njihova visina od 80 do 100km od zemljine površine [22], a njihova debljina se može videti na sl. 32.



Sl. 32. Snimak "NLCs" sa ISS i prikaz debljine oblaka

Tokom letnjih meseci, gledajući ka zapadu, nekih 30 minuta posle zalaska sunca (kada ono zađe od 6 do 16° iza horizonta) moguće je videti NLCs oblake. Najbolja pozicija za posmatrača na Zemlji je na oko 40° severne geografske širine, sl. 33.



Sl. 33. Skica optimalnog ugla posmatranja NLCs za posmatrača sa Zemlje

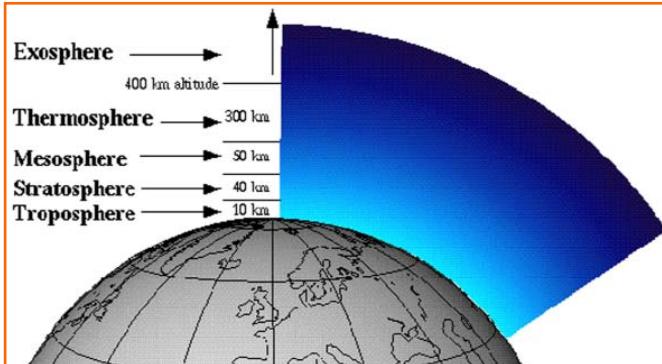
– nastaviće se –

# SPORADIK-E INTERESANTNA TEHNIKA DX RADA NA 144MHz (5)



Ž. Stevanović  
YU1MS

Na Sl. 34. može se videti vertikalna podela atmosfere po slojevima i oblastima visina.



Sl. 34. Vertikalna podela atmosfere na slojeve [33]

## 4.2. KRATKA ISTORIJA NLCs OBLAKA

NLCs su prvi put opaženi posle erupcije vulkana Krakatau (koja se desila 1883. godine) u Indonežanskom regionu.

Mnogi naučnici, koji proučavaju ovaj prirodni fenomen, diskutovali su zašto se NLCs nisu zapazili pre pomenute katastrofe tj. i pre 1885. godine. Jedinstveni su u oceni da je vulkanska erupcija, kao najveći prirodni akcident, izazvala pojavu ovih oblaka. Potom su zaključili da je za njihovu dalju budućnost odnosno pojavljivanje isključivo odgovoran antropogeni faktor odnosno intenzivan zamah industrijalizacije ljudskog društva kao i sve veća upotreba fosilnih goriva što opet izaziva sve veće zagađenje atmosfere.

## 4.3. VIDLJIVOST

NLCs su vidljivi za vreme letnjih meseci tj. od polovine maja pa do polovine avgusta, za severnu hemisferu, od 50 do 65 stepeni severne geografske širine. To isto važi i za južnu hemisferu ali od polovine novembra pa do polovine februara, od 50 do 65 stepeni južne geografske širine. Najbolje ih je posmatrati sa 57 stepeni severne odnosno južne geografske širine.

Ovi oblaci su takođe, kao što je to već pomenuto vidljivi i iz Svetmira. Ovako osmotreni nazivani su kao **Polarni Mezosferski Oblaci** ("Polar Mesospheric Clouds" tj. "PMC"). Neki istraživači kao na primer Thomas (1996) nazivali su ih zajedničkim imenom kao fenomenom: "**Mezosferski oblaci**" ili "**PMC/NLC**".

## 4.4. VISINA

Visine na kojima se NLCs pojavljuju su u intervalu od 80 do 85km, a najčešća je na 83km. Na ovoj visini temperatura u mezosferi je oko (minus)  $-123^{\circ}\text{C}$ .

Za sve one čitaoce koji se interesuju za ovu oblast dajem internet adresu gde se mogu, pored već pomenute literature, šire upoznati sa pojmom NLCs:

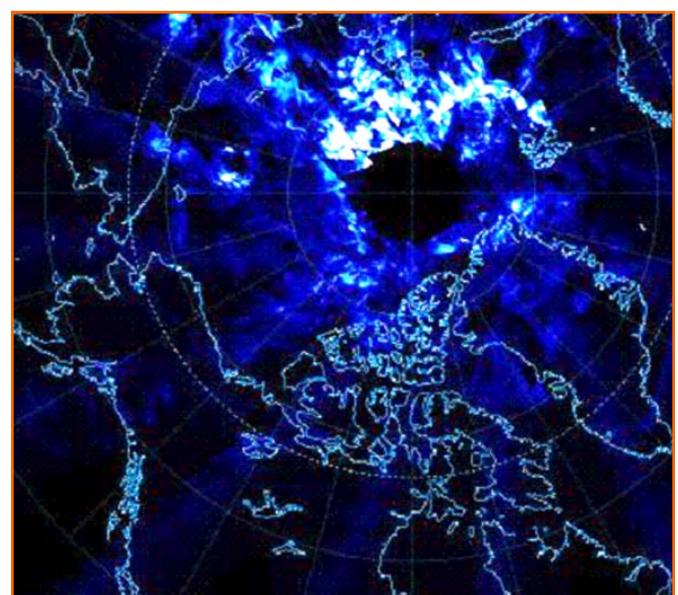
<http://www.freespace.virgin.net/eclipsing.binary/whatareanlc.html>

Interesantno je napomenuti da se od 50 stepeni geografske širine pa ka severu, Sl. 20, Severna Auroralna zona, dešavaju interesantni prirodni fenomeni. Pored **NLCs**, tu je i Polarna svetlost ("Aurora Borealis"), preko koje amateri sa ovih geografskih širina vrlo često rade DX veze. Takođe, zadnjih godina registrovan je i "Polarni Mezosferski eho" koji je u tesnoj vezi sa **NLCs**. Polarni mezoferski eho ("Polar Mesospheric Echoes – "PSME"), je vrlo snažni radarski eho koji se pojavljuje za vreme meseci kada je sezona i **NLCs**, od maja do avgusta sa izraženim maksimumom u periodu jun–jul. Odbijeni talasi se pojavljuju usled koncentracije plazme u atmosferi za koju se smatra da je posledica prekida ili nestanka gravitacionih polja (talasa) koji se prostiru na gore tj. naviše. Ovo je osnovna hipoteza za nastanak **NLCs** ali istraživači još diskutuju o njoj.

Sve ovo sigurno čini kompleksnu interakciju faktora i pojava na liniji dodira Severne Auroralne zone sa **Severnom srednjom zonom** ("North Temperate zone"), pa bi zbog toga izveštaji stanicu sa Severa takođe trebali biti uključeni u pomenutu Evropsku bazu podataka (i za AURORA i FAI QSO).

U prethodnom nastavku ovog serijala već je pomenut koridor kretanja za srednje–širinsku severnu zonu, od 30 do 50 stepeni severne geografske širine. Sada će ukratko biti pomenuti procesi koji utiču na pojavu **Es** u ovoj zoni.

Od 21. marta na severnoj Zemljinoj hemisferi počinje hemijski proces destrukcije ozona u stratosferi, sa vrlo aktivnim hlorom i uz pomoć Sunčevog zračenja. Zenitni ugao Sunca se sve više povećava a samim tim i intenzitet zračenja što utiče na pomenuti hemijski proces. Maksimum je 22. juna, u letnjem solsticiju, kada je i maksimalna vrednost za solarni ugao.



Sl. 35. Satelitski snimak NLCs iznad severnog pola sa orbite na oko 600km od Zemlje, 11. jun 2007. godine (snimio satelit z Programa 'AIM')

Takođe, već je pomenuto da je koncentracija molekula hlor-a u toku zime, na severnoj hemisferi, sve veća zbog globalnog zagadenja atmosfere sa štetnim polutantima, među kojima je i "FREON". Ova činjenica utiče na pomenuti proces "DISOCIJATIVNI ZAHVAT ELEKTRONA NA HLORU", što stvara uslove za intenzivnije vertikalno kretanje elektrona ka višim slojevima atmosfere.

Ovo su procesi u intervalu od 20 do 50km visine, od Zemljine površine. Po mom mišljenju takođe, do polovine aprila (severna Zemljina hemisfera), ovim turbulentnim kretanjima zahvaćen je i deo vode u vidu zaledenih čestica.

Međutim, u cilju tačnije opservacije NASA je lansirala satelit, 2006. godine, iz Programa "AIM", sa ciljem ispitivanja NLCs oblaka i porekla zaledene vode u njima. Njegova orbita je na 550km iznad Zemljine površine.

Sve zainteresovane čitaće upućujem da pogledaju sajt:  
<http://aim.hamptonu.edu/>

#### **4.5. MOGUĆA VEZA IZMEDU "NLCs" I ZONE NEUTRALNE JONOSFERE U SLOJU "D"**

U drugom delu ovog serijala, kod opisa jonosferskog sloja D, pomenuto je da je na visini od oko 75km relativno velika gustina neutralne atmosfere, reda  $2 \times 10^6 \text{ xs}^{-1}$ , što ovom sloju daje ulogu absorbera energije pri prostiranju EMT (elektromagnetskih talasa) [11].

Moguće je da je upravo ova ambijentalna sredina odgovorna za stvaranje uslova za povećanu ionizaciju, naročito pri pojavi geomagnetskih bura, jer setimo se da između ostalog i većina meteora upravo sagoreva na ovoj visini i pri tome se oslobađaju metalni joni. Takođe, ispitivanjima uz pomoć sondažnih raketa u "NLCs" oblacima utvrđeno je prisustvo nikla i gvožđa, glavnih sastojaka metalnih meteorita.

Pored toga, ova povećana ionizacija na visini gde se obično formiraju "NLCs" (od 80 do 85km), 83km, nije dovoljna za refleksiju viših UKT frekvencija. Smatram da upravo od visine 85km počinje jak uzgon formirane ionizovane zone ka "Karmanovoj liniji" (100km) uz podršku gravitacionih talasa i jakih strujanja vetrova (turbulencija). Ovde **Teorija pritiska vetr-a**, ("Wind shear theory") dolazi do punog izražaja i drastično utiče na formiranje sporadične ionizacije.

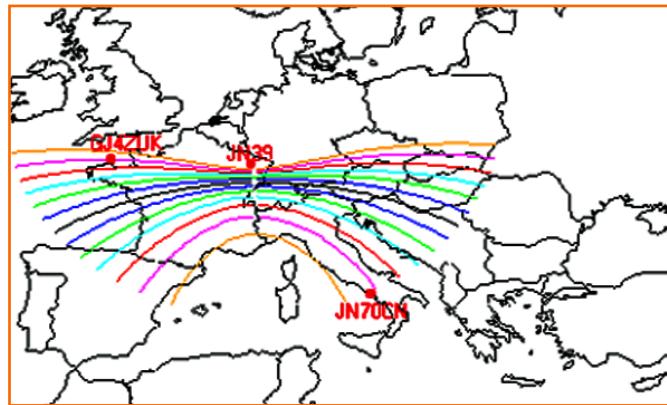
#### **5. MOGUĆI SCENARIJI ZA NASTANAK SPORADIČNE JONIZACIJE U JONOSFERSKOM SLOJU "E"**

Na osnovu svega što je do sada izneto moguća su dva scenarija za nastanak sporadične ionizacije u visini Karmanove linije tj. **ES**.

Prvi scenario je: da je sloj sa višom ionizacijom disperzovan na visini od 95 do 105km i da se, usled strujanja vazduha, kreće u koridoru od 30 do 50 stepeni severne geografske širine. Disperzija po vertikali je izvršena simultanim de-lovanjem više faktora, koji su ranije već pomenuti.

Iznenadno i pojačano strujanje vazduha dovodi do većeg sabijanja jona i pojave kompaktnejih celina tj. manjih ionizovanih oblaka. Kao što je već pomenuto, uzajamnim dejstvom više faktora u ovom oblaku ionizacija i dalje raste tako da se MUF vrlo brzo može popeti i do 100MHz. Potom, može nastaviti dalji rast ka 150MHz, 160MHz, ili višoj frekvenciji. Pojava **E-skipa** na 144MHz, u većini slučajeva traje samo neko-

liko minuta, jer jaki vetrovi na ovim visinama uglavnom raspršuju formirani oblak. Međutim, pri umerenijim jačinama vetrova moguće je da se ovi **Es** oblaci duže održe i onda imamo otvaranje od po nekoliko desetina minuta ili jednog i više časova!



Sl. 36.  
FAI tačka Ženeva kao subtačka geomagnetične anomalije

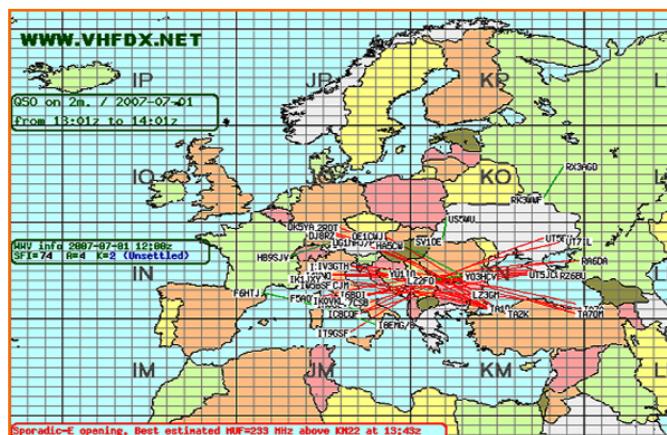
Drugi scenario: sloj sa višom ionizacijom je disperzovan na visine od 95 do 105km; usled vetrova kreće se od istoka ka zapadu; pri nailasku na **FAI tačke** dolazi do interakcije (najverovatnije da su ove subtačke na mestima geomagnetičnih anomalija; poznato je da postoje glavne tačke ovih anomalija tj. ekvatorijalna odnosno južnoatlantska, "**SAA**" – The South Atlantic Anomaly i azijska tj. "The Asian Anomaly", pa sam zbog toga FAI tačke i nazvao kao subtačke) između njih i visoko ionizovanih oblaka, pri čemu se javlja nagli skok **MUF**-a i potom dolazi do otvaranja 2m banda.

U većini slučajeva prvo se pojavljuje **Es** na 144MHz a tek potom FAI, mada je bilo primera istovremene aktivnosti i **Es** i određenih FAI tačaka.

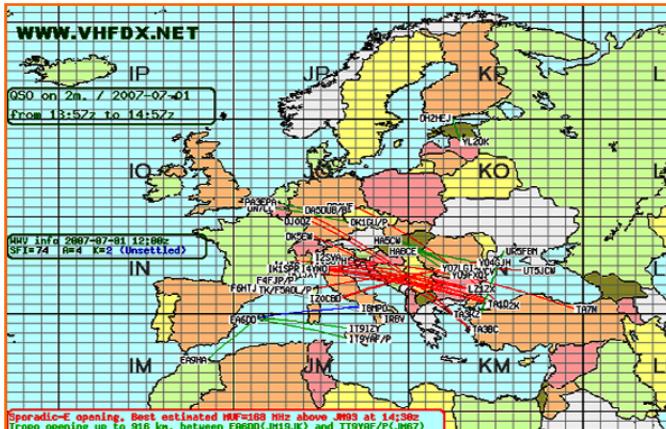
Međutim, analizom spotova na: <http://www.gooddx.net/> može se videti da se FAI aktivira iako nije bilo Es otvaranja na 144MHz.

Sve ovo se i dalje ispituje od strane amatera, pa se nadam da će posle ovog serijala i broj izveštaja biti veći?

Obzirom na značaj vremena kao meteorološke pojave za **Sporadic-E**, kao i na činjenicu da sam ga vrlo često pominjam u ovom serijalu, na ovom mestu želim da prikažem sate-litske snimke iznad zone "ALPI", za 1. jul 2007, od 16:42 UTC. Takođe, toga dana je bilo **Es** otvaranje na potezu od QTH polja KN22 ka JN93, od 13:06 do 17:06 UTC.



Sl. 37. Karta otvaranja na 144MHz od 1. jula 2007. godine, I deo



Sl. 37a. Karta otvaranja na 144MHz za 1. jul 2007. godine, II deo

FAI otvaranje je krenulo od 15:13 UTC, a prvi snimak je načinjen u 16:42 UTC. To je vreme kada je stanica LZ1ZX poslala spot da se MUF ponovo diže i da je "došao" do radio-difuzije (88–108MHz) pa se zbog toga čuju difuzne stanice iz: Italije, Francuske, Nemačke, Španije i Holandije (16:36UTC).



Sl. 37b. Satelitski snimak zone "ALPI" od 1. jula 2007. godine, u 16:42 UTC

Međutim, do ponovne pojave **Es** na 2m bandu nije došlo.

Sa ovim bih za sada završio a posle vaših sugestija, predloga i kritike pripremiću još članaka i o drugim interesantnim pitanjima vezanim za **Sporaduk-E**.

#### ZAKLJUČAK:

**Sporadik-E** je interesantan prirodni fenomen. U sezoni se mnogo češće pojavljuje na 6m (50MHz) i 4m (70MHz) bandu zato što MUF vrlo često varira između 30 i 80 MHz.

Međutim, nešto manji broj puta MUF "dolazi" i do radio-difuzije (88–109MHz) a nakon toga, kao što je to već pomenuto dostiže i 160MHz kada dolazi do otvaranja 144MHz.

Nešto ređe se pojavljuje na 1m (220MHz, amaterski opseg u SAD) bandu.

Pored toga, već je pomenuto da je ionizacija i stvaranje ionizovanog medijuma vrlo složen proces i da na njega, pored Sunčevog zračenja, utiče više hemijskih i drugih procesa u atmosferi.

Za **Es** oblake, koji su u stanju da reflektuju talase čija je frekvencija 144MHz, merenjima je utvrđeno da su njihovi glavni sastojci dugoživotni metalni – joni (Magnezijum). Delimično ih pri svom sagorevanju ispuštaju i meteori ali veći deo nastaje u procesu rekombinacije jona, na koju opet, i kao što je to već pomenuto, utiče više faktora.

Sigurno je da je jedan od fundamentalnih Sunčevog zračenje kao i interakcija plazme sa ambijentalnom sredinom u sloju **E** tj. sa ambijentalnom sredinom oko "Karmanove linije".

Upravo proces rekombinacije ovih dugoživotnih metalnih – jona [5] i [8], PO MOM MIŠLJENJU DRASTIČNO UTIČE NA POJAVU SPORADIKA-E NA 144MHz.

Mislim da bi se jedino daljim ispitivanjem procesa rekombinacije metalnih jona mogla definisati dnevna varijacija **Sporadika-E**. Na taj, način verovatno bi se mogle detaljnije obrazložiti i ciklična i sezonska varijacija **Es**.

Sve ovo što je do sada rečeno može se u najkraćem rekapitulirati po tačkama, i to:

A) Na Severnoj Zemljinoj Hemisferi, od 21. marta počinje proces destrukcije ozona u stratosferi; severni polarni vrtlog počinje da slablji a južni da ojačava; hemijski proces uništavanja ozona obično traje 6 do 7 nedelja, ali pošto je sve veće zagadnje atmosfere sa štetnim gasovima (ovde je pored ostalih od interesa gas FREON) pomenuti proces se može produžiti i do 22. maja.

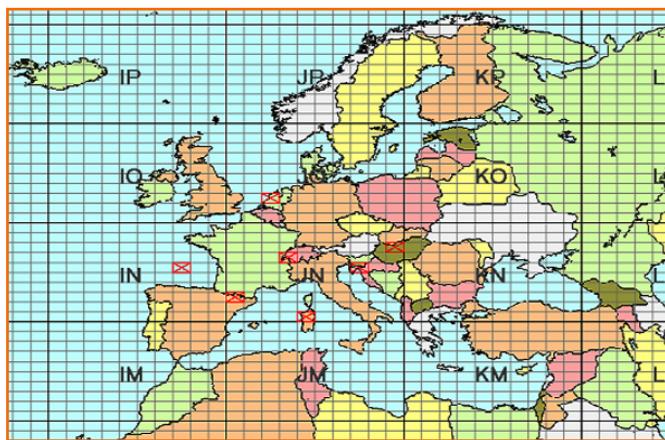
B) Po mom mišljenju ovaj hemijski proces stvara ambijentalne uslove za pojavu još jednog procesa tj. "DISOCIJATIVNI ZAHVAT ELEKTRONA NA HLORU". Smatram da se ovaj ambijentalni proces širi i da uz pomoć turbulentnih strujanja ovi konstituenti dospevaju do sloja **D** i dalje ka "Karmanovoj liniji" (100km od površine Zemlje). Pored toga mislim da značajno doprinose i procesima koji se odvijaju na potezu od 45 do 95km (pojava "blue jets" i "red sprites", pri električnim praznenjima, kao i pojava "NLCs" na 83km).

C) Na južnom polu polarni vrtlog sve više dobija na snazi tako da maksimum dostiže 22. juna, kada na ovoj Hemisferi počinje zima. Smatram da Antarktički vrtlog, svojom snagom, značajno pomera strujanje elektrona nad ekvatorom u vis odnosno ka višim slojevima mezosfere. Ovaj dodatni impuls kao i pojačano Sunčevu zračenje, nad Severnom Hemisferom, stvaraju ambijent za pojavu sporadične ionizacije tj. interakciju elektrona i jona sa ambijentalnom plazmom na visinama od 70 do 95km. Rekombinacijom se stvaraju dugoživotni metalni – joni, koji zahvaćeni jačom turbulentnjom počinju da se gibaju od 95 do 105km (vrlo retko dostižu i visinu od 120km) odnosno da se kreću od istoka ka zapadu.

D) Pojava "NLCs" na severnim širinama od 50 do 60 stepeni potvrđuje malopređašnju hipotezu, jer su satelitski podaci potvrdili da se oni najčešće javljaju na ovim visinama tj. precizno na 83km, i najverovatnije nastaju kao produkt sve većeg zagađenja atmosfere.

E) Pored toga, interakcija elektrona, plazme i geomagnetskog polja stvara uslove za enormno povećanje ionizacije na Karmanovoj liniji (100km od površine Zemlje). Najverovatnije da se na ovaj način stvaraju manje

formacije **Es** oblaka, koje se kreću u koridoru od 30 do 60 stepeni severne geografske širine (srednješirinska zona), od istoka ka zapadu. Nailaskom na FAI tačke ovi oblaci bivaju zahvaćeni, iz do sada još ne utvrđenih razloga, i dalje se, kao što je to već objašnjeno, odvijaju događaji po jednom ili drugom scenariju. Zbog definisanja veze između ove dve pojave vrlo je bitno voditi preciznu evidenciju o tome da li se FAI pojavio pre **Es** otvaranja, za vreme ili posle **Es** otvaranja. Takođe, vrlo je bitno voditi preciznu evidenciju o tome koja su QTH polja bila "OSVETLJENA". Nepotpuni podaci ukazuju na mogućnost da se, po još ne utvrđenom pravilu, rotiraju jonizovani oblaci oko centralne zone "ALPI" i to uglavnom iznad nekih FAI tačaka, Sl. 38. To bi prema zapadu bilo ka granici Francuske i Španije (pl. Pirineji); ka jugu ostrva Korzika i Sardinija; ka istoku, bliža zona od Venecijanskog zaliva ka kontinentu tj. QTH poljima JN 75 i 84; dalja zona ka Mađarskoj odnosno Rumuniji (pl. Karpati). Ovde treba reći da se ovo rotiranje širi i dalje ka istoku tj. ka Ukrajini odnosno Kaspijskom basenu, ali to će biti posebna tema u nekom od nastavaka ovog serijala; ka severu QTH polje JO22. I ovde se može uočiti povezanost FAI tačaka i QTH polja iznad kojih se pojavljuju **Es** oblaci!



Sl. 38.  
Karta Evrope sa nekim FAI tačkama oko centralne zone "ALPI"

F) Takođe, činjenica je da u sezoni **Sporadike-E** meteoriti vrlo često i u velikom broju sagorevaju tako što prolazeći Karmanovu liniju oni upadaju u gornju zonu jonosferskog "D" sloja (oko 70km). Prilikom njihovog sagorevanja oslobađaju se metalni joni, čije je prisustvo potvrđeno u **Es** oblacima. Na potezu od 85km pa do 100km dolazi do stvaranja dugoživotnih metalnih -jona!

G) Od 60 stepeni severne geografske širine i dalje ka severu, vrlo često se pojavljuje i "Aurora Borealis". Međutim, već je pomenuto da su vrlo složene sezonske varijacije **Es** koje se značajno menjaju na 60 stepeni geomagnetske širine, odnosno na granici Auroralne **Es** zone [7].

Ova kratka rekapitulacija baca svetlo na jednu novu sliku kompleksnih procesa koji u međusobnoj interakciji dovode do pojave različitih procesa u nižoj jonosferi

ri odnosno do pojave **Sporadike-E** na 144MHz.

Na ovom mestu treba još nešto reći i o jednoj novoj domaćoj anteni koja je u 2006. godini dizajnirana od strane Andre YU1QT. To je OBLONG antena sa kojom su mnogi YU amateri radili u otvaranjima na 2m bandu, a među prvima je bio i Aca YZ1JA (sa 6el Oblong antenom). Iskustva su odlična, a mnogi se i šale pa kažu da je ovo sporadična antena!? Ne ona NIJE SPORADIČNA VEĆ JE TO UFB ANTENA ZA SPORADIK!

Takođe, stalna neizvesnost oko QRB-a pri radu u **Es** na 2m bandu stalno budi nadu među operatorima da je u ovoj tehnici moguće QSO čija bi daljina bila i veća od 4285km, možda čak i 5000km!? Zbog toga je ovo jedna od najomiljenijih DX tehnika rada! Takođe, svaka nova godina i nova sezona daje novu šansu za operatore, DXere na 2m bandu. Pa srećno vam bilo i ne zaboravite na staro pravilo da se trud uvek isplati, ali sa dobrom antenom i pristojnom snagom predajnika, HI!

Na kraju ovog serijala želim da se posebno zahvalim Miletu YU1MD i Momu YU1EV na pomoći oko koncipiranja obima i sadržaja ovoga rada.

Pored toga, Moma mi je stavio na raspolaganje ličnu i bogatu statističku evidenciju o **Es** na 144MHz, koju sam, zbog kratkoće vremena, samo delimično proučio! OM Mile mi je predložio da se sa njegove vikend lokacije testira Diverziti prijem. Još jednom se zahvaljujem i nadam se da ćemo zajedničkim snagama sve to realizovati u budućnosti!

Svim ostalim čitaocima želim puno sreće u radu preko **Es** na 144MHz a svoje komentare mogu mi poslati na E-mail adresu: [misa.yu1ms@gmail.com](mailto:misa.yu1ms@gmail.com)

Na kraju ovog serijala dajem i fotografiju mojih pomoćnika tj. levo je najstariji sin (Viktor), programer i stručnjak za računarske komunikacije, a u sredini je najmlađi sin Stefan, čije su mi znanje grafike i ostalih "čaka" na kompjuteru mnogo pomogli u efikasnosti tehničke obrade ovog rukopisa. Desno na slici je autor ovog serijala YU1MS.



73, de Miša, YU1MS