

Ionosfærisk spredning på 144 MHz

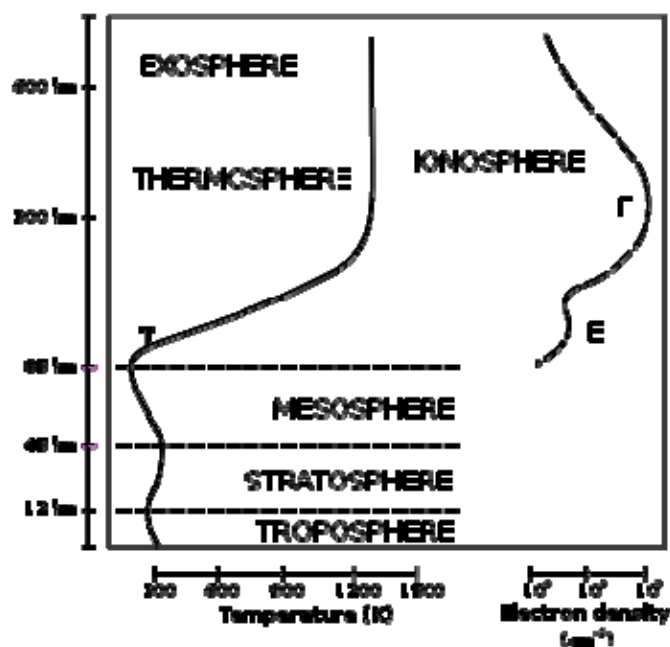
Av Stefan Heck LA0BY, e-post la0by@nr1.net

På VHF eller høyere frekvenser kommer de fleste kontakter i stand via troposfærisk spredning. Troposfæren er den delen av atmosfæren som ligger nærmest jordoverflaten, og strekker seg opp til 10-12 km høyde. Det meste som har med været å gjøre skjer innenfor troposfæren; her finnes det høytrykk og lavtrykk, samt skyer og nedbør av forskjellige slag. Men spredning av VHF radiobølger er mulig også via ionosfæren, slik det er vanlig på kortbølge (HF), og da øker rekkevidden en god del.

Denne artikkelen skal gå gjennom spredningsmåter via Ionosfæren som er relevante for 144 MHz i Norge. Siden noen av disse fremmes av høy solaktivitet kan vi forvente å få ekstra gode muligheter for DX kontakter på 144 MHz via ionosfærisk spredning.

Hva skjer i ionosfæren?

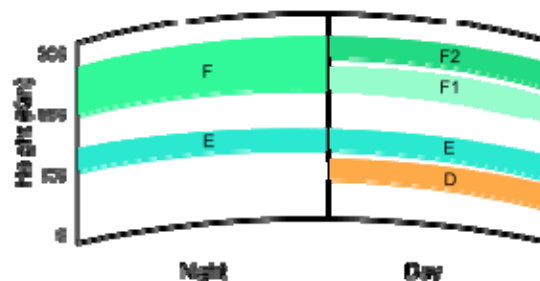
Som grunnlag kan vi ta en liten titt på hva ionosfære er for noe og hvorfor den er viktig for spredning av radiobølger. Ionosfæren er som troposfæren en del av jordens atmosfære og strekker seg fra ca 85 km til over 600 km over bakken. Trykket og tetthet av partikler er mye lavere enn i atmosfæren, men likevel ikke null.



Bilde 1: Oppbygging av klodens atmosfære

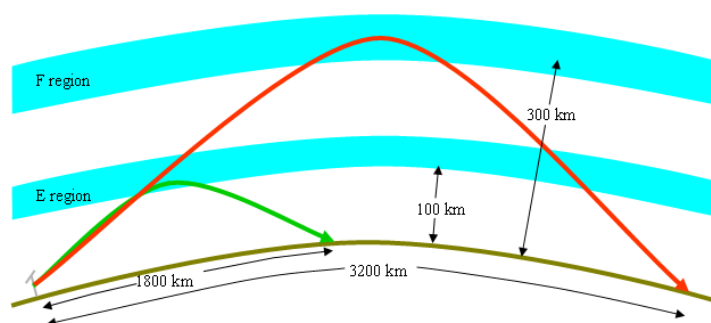
Ionosfæren er relevant for refleksjon av radiobølger fordi den rommer lag eller skyer av elektrisk ladete partikler, også kalt ioner. For det meste er det frie elektroner, men også andre partikler kan forekomme. Tettheten av elektroner hhv. ioner er vanligvis høyest i F-laget, slik det er fremstilt også i Bilde 1, og danner da et såkalt plasma. Plasmaskyer virker nærmest som metalliske speil. Avhengig av bølgelengde, struktur og intensitet av ioniseringen (dvs.

elektronenes eller ionenes tetthet) skjer refleksjon fra overflaten av skyen eller bøyning fra et begrenset volum. Ionosfæren kan deles opp i flere lag med ulike egenskaper, slik som vist i Bilde 2.



Bilde 2: Ionosfærens oppdeling i ulike lag

Lagenes høyde og intensitet forandrer seg litt mellom dag og natt, fordi ioniseringen påvirkes av solstråling. F- og E-laget har mest betydning for spredning av kortbølge. D-laget dannes under solens påvirkning kun på dagtid, men finnes antakelig i arktiske strøk pga. midnattssol også om natten. D-laget virker ofte dempende på mellombølge og lave HF bånd. Refleksjon av høyere frekvenser, for eksempel VHF, skjer i disse lagene kun under spesielle omstendigheter, når ioniseringens intensitet går langt utover det vanlige.



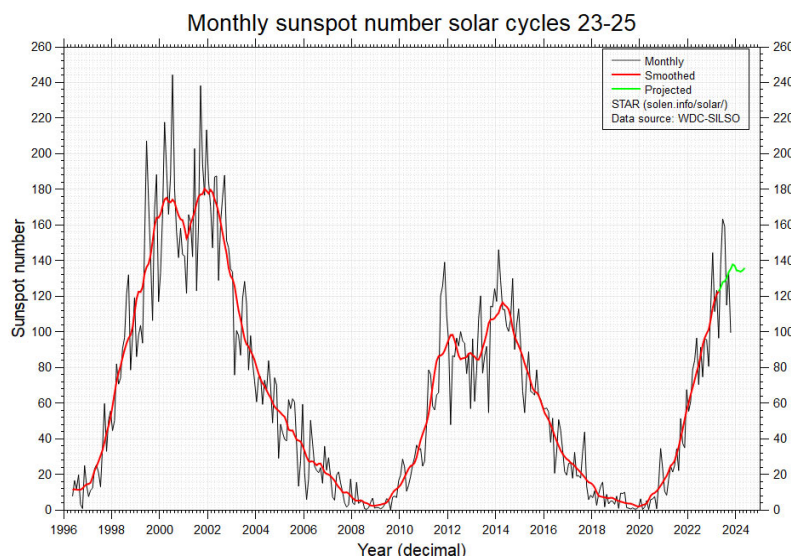
Bilde 3: Enkel refleksjon av radiobølger fra E- og F-lagene

Bilde 3 viser hvordan rekkevidden av et enkelt hopp er avhengig av det reflekterende lagets høyde over bakken. E-laget gir typisk hopp opptil litt over 2000 km mens hoppet via F-laget går langt over 3000 km. Også utvidete hopp der bølgene forplanter seg over større distanser innenfor et lag (såkalte «chordal hops») eller multi-hopp er mulig.

Solens påvirkning av ionosfæren

Solen er den naturlige drivkraften og kilden for energi for det meste som skjer på jordkloden. Dette gjelder også ionosfæren. Det er stråling fra solen som er opphav til solvinden og dens stadige strøm av høyenergetiske partikler som er hovedårsaken til at det finnes skyer av ladete partikler i ionosfæren.

Solens aktivitet er imidlertid ikke konstant, men den følger en syklus som har sitt opphav i endringer i solens struktur og magnetfelt. Syklusen gjentar seg omtrent hvert 11. år og kjennetegnes gjennom variasjon i antall solflekker som blir observert på soloverflaten. Solflekker er mindre områder på solens overflate som har lavere temperatur enn resten, men sender ut mye ultrafiolett stråling. Bilde 4 viser antall solflekker målt over tre sykler siden januar 1996.



Bilde 4: Solflekktall fra januar 1996 til desember 2023

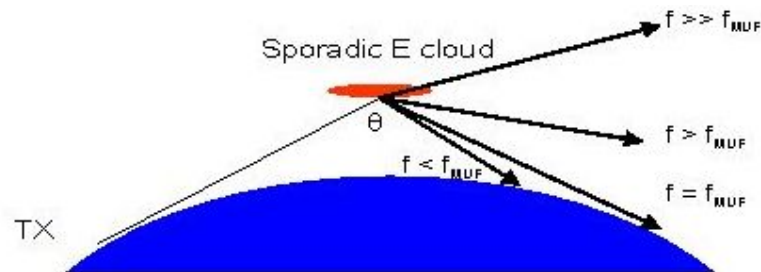
Ionosfærens egenskaper mhp spredning av radiobølger endrer seg altså med solens syklus, og det er i årene rundt maksimum vi opplever noen av de mest spennende spredningsfenomener på VHF. Nåværende syklus 25 vil antakelig nå sitt maksimum i årene 2024-2025.

Sporadisk-E

Ved spesielle tilfeller kan tettheten av ladete partikler bli superhøy i E-laget, og da kan vi oppleve vi en spredningsmåte som radioamatører kaller for Sporadisk-E (forkortet som Es). Dette skjer fortrinnsvis om sommeren, fra mai til juli på den nordlige halvkulen, når intensitet og påvirkning av solstråling er maksimal. Skyer av ladete partikler fungerer som solide speil, og reflekterer radiobølger tilbake til jordens overflate. Disse skyene kan være små og ustabile, og mulighet for kontakter vil da være begrenset til mindre områder på bakken. Siden E-laget strekker seg fra 90-110 km i høyden så vil distansen for kontakter via Sporadisk-E ligge mellom ca 800 km til litt over 2000 km. Lengre avstander er unntaksvis mulig, men innebærer da multi-hopp mellom E-laget og bakken eller innenfor E-laget. Kontakter over distanser opptil 5000 km har på den måten blitt gjennomført på 144 MHz.

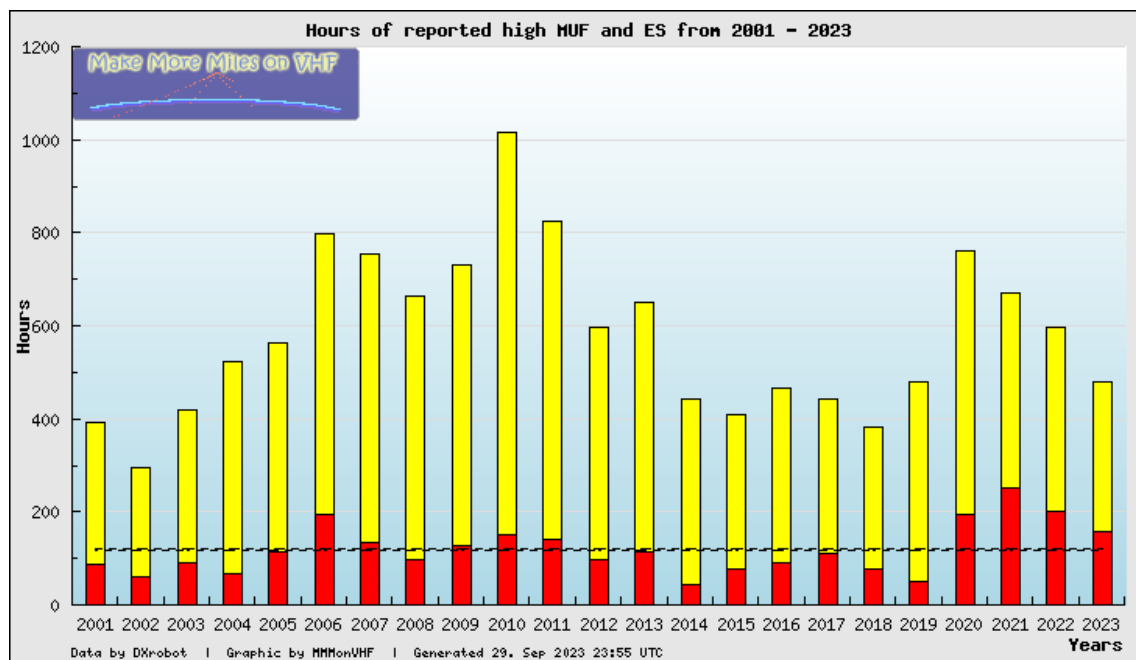
Maksimal frekvens som kan reflekteres ned mot bakken er relatert til ioniseringens intensitet (altså tetthet) samt radiobølgenes propagasjonsretning i forhold til utstrekning av det reflekterende laget. Dersom vinkelen blir for bratt, så går bølgene rett gjennom E-laget og forsvinner i verdensrommet. Radioamatører beskriver intensiteten av ionisasjonsskyen i E-laget derfor gjennom maksimal brukbar frekvens (maximum usable frequency, MUF). Ved

bruk av frekvenser lavere enn MUF vil radiobølgene reflekteres ned mot bakken igjen. Refleksjon av radiobølger med lavere frekvens krever mindre intensitet i ioniseringen, og derfor opplever vi spredningsforhold via Es først på HF, så på 50 MHz (6 m) og 70 MHz (4 m), før det eventuell når helt opp til 144 MHz (2 m). Dette er visualisert i Bilde 5.



Bilde 5: Refleksjon av radiobølger på Es avhengig av frekvens

Signaler som blir reflektert fra E-laget er ofte sterke og fine, uten noen som helst forvrengning. Kontakter vis Es krever ikke spesielt mye utgangseffekt eller store antenner. Noen ganger lykkes Es kontakter med under 10 W effekt og en rundstrålende pisk som antenne. Det er ofte overraskende og alltid morsomt når Es skjer på 2 m, fordi det kan opptre så plutselig som om noen hadde vridd om en bryter, og fordi rekkevidden blir da så mye høyere enn ved vanlig troposfærisk propagasjon.

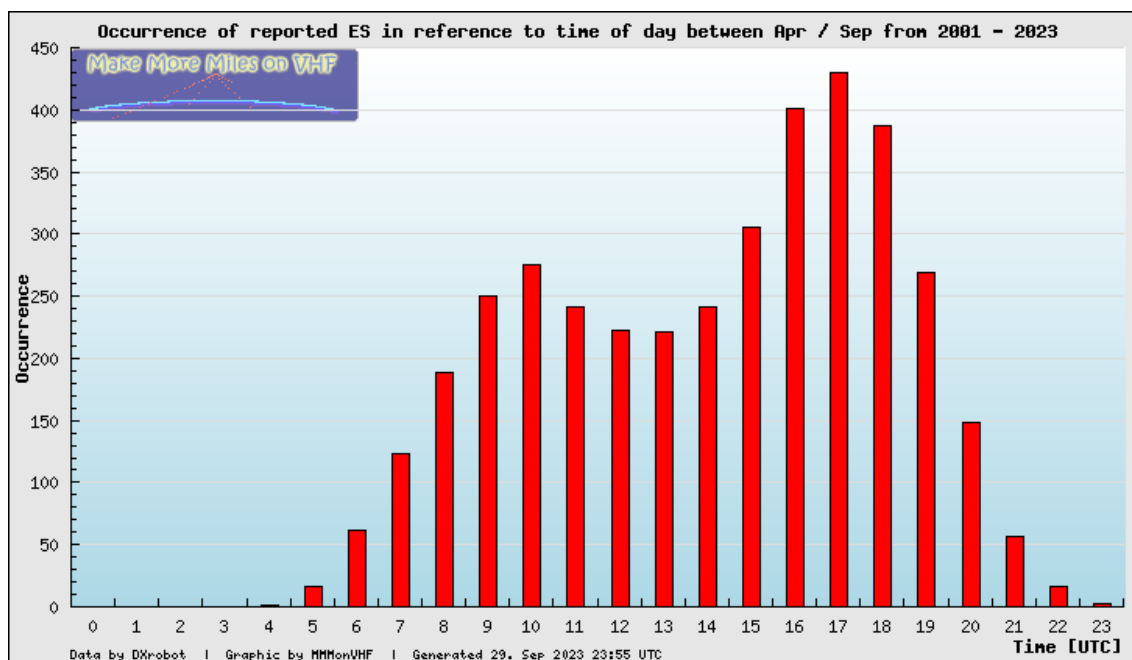


Bilde 6: Antall timer med Es på 144 MHz fra 2001-2023 (kilde MMonVHF)

Forekomst av Sporadisk-E forhold på 144 MHz er ikke entydig korrelert med solsyklus, se Bilde 6. Det kan faktisk virke som at hyppigheten av Es er høyest rundt et solflekkeminimum. Sesongen 2023 var faktisk ganske dårlig på Østlandet, og verre kan det kanskje bli.

Hyppigheten for Es avtar også med stigende breddegrad. Erfaringen tilsier at en radioamatør i Trondheim vil ha mulighet for Es på 144 MHz i gjennomsnitt kanskje kun en gang pr år, mens en radioamatør i København vil i samme tidsrom kunne oppleve dette 10 ganger.

Når på dagen kan man så forvente å få med seg en Es-åpning på 144 MHz? Også for dette finnes det god og relevant statistikk laget med bakgrunn i rapporterte kontakter, se Bilde 7.



Bilde 7: Tidspunkt på døgnet der Es ble observert på 144 MHz fra 2001-2023 (kilde MMonVHF)

Hovedsesong for Sporadisk-E på 144 MHz er altså fra medio mai til begynnelsen av august. Men det har også blitt observert Es åpninger utenfor denne perioden, til og med på vinteren. Så da er det bare å glede seg til sesongen starter i mai.

Meteorscatter

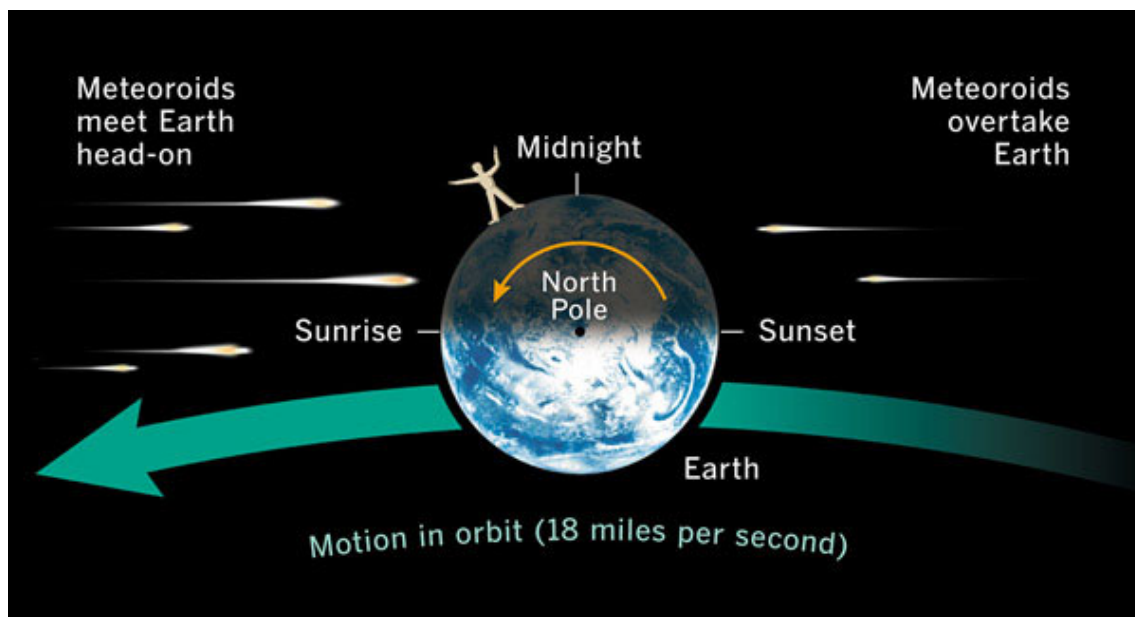
Grunnlag for Meteorscatter (MS) er kortvarige ioniseringer i E-laget som oppstår som følge av at kosmisk støv fanges opp av jordens gravitasjonsfelt. Partiklene i støvet kalles for meteoritter og brenner opp på dens vei ned mot bakken når atmosfæren blir tettere. Dette fører til dannelse av plasmaskyer som radioamatører bruker som speil for å oppnå kontakter over distanser fra 600-2400 km.

Forhold for MS påvirkes ikke av solaktiviteten. Kontakter via MS kan gjennomføres året rundt, på alle døgnetstider. På bestemte tidspunkt suser jordkloden gjennom rester av tidligere kometer og da blir antall partikler uvanlig høy og forhold for MS ekstra gode (se Tabell 1).

Shower	Radiant (and its rough direction)	Morning of maximum	Peak zenithal hourly rate	Parent comet or asteroid
Quadrantids	Boötes (NE)	Jan. 3	25-110	2003 EH ₁
Lyrids*	Lyra (E)	April 22	10-20+	Thatcher (1861 I)
Eta Aquariids	Aquarius (E)	May 5, 6	50	1P/Halley
Delta Aquariids	Aquarius (S)	Jul 20 - Aug 15	15	96P/Machholz
Perseids	Perseus (NE)	Aug. 12	100	109P/Swift-Tuttle
Orionids*	Orion (SE)	Oct. 21, 22	20	1P/Halley
Taurids	Taurus (overhead)	Oct. - Nov.	5-10	2P/Encke
Leonids*	Leo (E)	Nov. 18	10-20	55P/Tempel-Tuttle
Geminids*	Gemini (E)	Dec. 13, 14	120	3200 Phaethon
Ursids	Ursa Minor (N)	Dec. 22	10	8P/Tuttle

Tabell 1: Meteorittsvermer som kommer igjen hvert år (kilde Sky & Telescope)

Når kloden ikke er inne i en slik meteorittsverm snakker man om sporadiske meteoritter. Da vil som regel refleksjonene være best på morgenen, fordi jordkloden snur seg da i retning mot partiklene og dens antall og hastighet blir høyere enn på kvelden. I tilfelle meteorittsverm vil dens opphav bestemme tidspunkt og retning for beste kontaktmulighet.



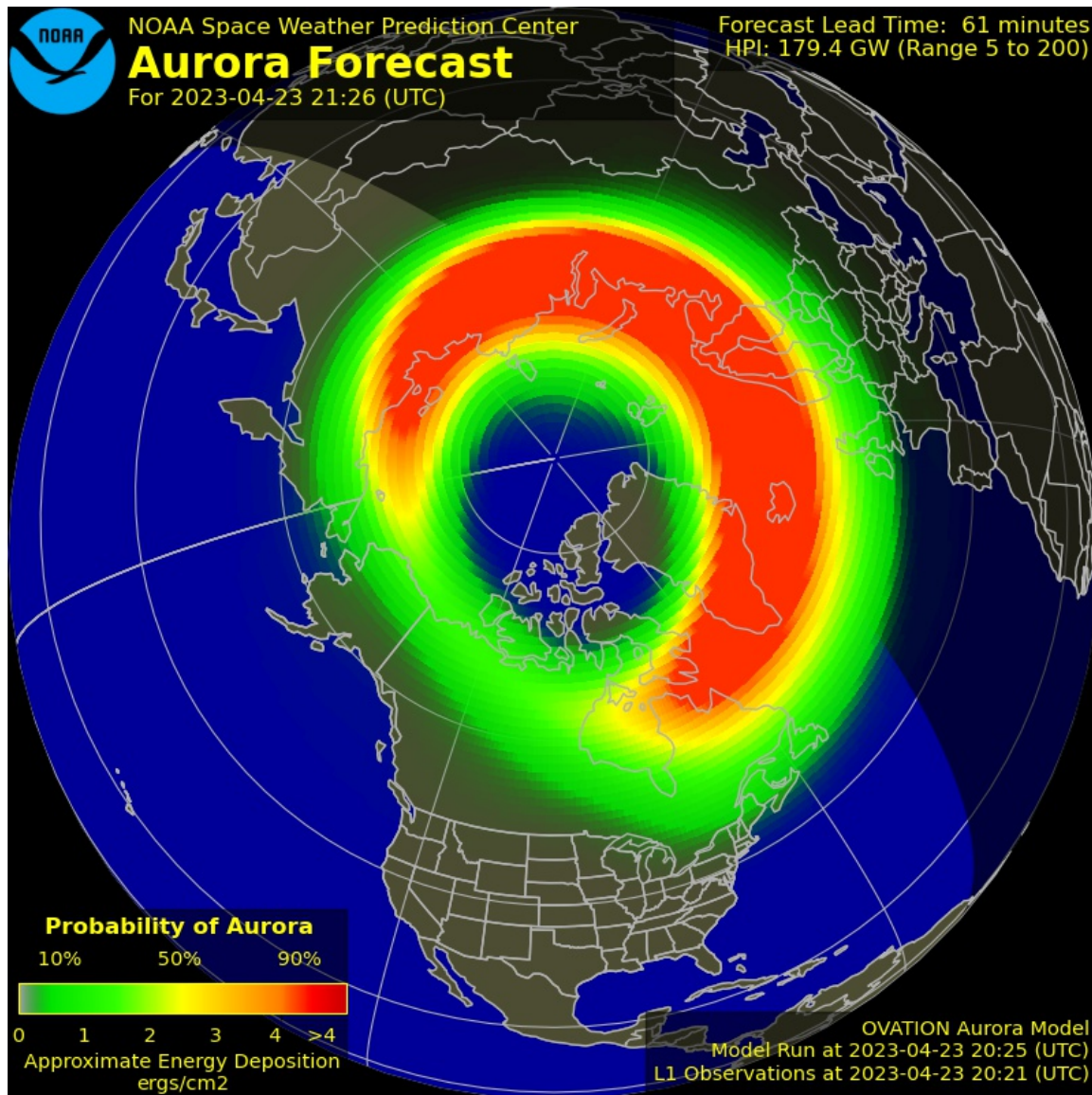
Bilde 8: Kosmisk støv fanges opp av jordkloden (kilde Sky & Telescope)

Signalene som reflekteres ved MS er ikke forvrengte, men kan være beheftet med Dopplerskift. Bruk av SSB som modulasjon fungerer fint når signalstyrken er høy og varigheten av refleksjonen er minst flere sekunder. De fleste kontakter gjennomføres i dag imidlertid i digitale modes som MSK144 og FSK441, som er mest effektiv ved svake signaler og kortvarige refleksjoner. Hver dag gjennomfører radioamatører kontakter via MS på alle VHF bånd, og i gode meteorittsvermer til og med på 70 cm. Også mange norske radioamatører benytter seg av MS.

Aurora

Radioaurora, eller kort Aurora, er en backscatter spredning i nedre F-laget. Sterk solvind tilfører jordkloden mye energi, og høyenergetiske partikler som flyr langs magnetfeltlinjer kan utløse en ionisering i F-laget mellom 120-400 km høyde. Denne ioniseringen er opphav til nordlys, men har også evne til å reflektere VHF radiobølger. Nordlyset ligger som kjent som en oval eller et belte rundt polene, og følger feltlinjene til jordens magnetfelt (dvs. strukturen skråner litt mot ekvator). Jo kraftigere solvinden blåser, jo mer blir klodens magnetfelt forstyrret, diameter av nordlysovalen øker og nordlyset når da lengre sydover.

Det er størrelse av variasjonen i den horisontale komponenten av magnetfeltet som gir et uttrykk for mulighet for Aurora, og den er representert gjennom en lokal K-indeks. Skalaen går fra 0 til 9, hvor verdier fra 5 og oppover indikerer en geomagnetisk storm. Verdien til K-indeksen bestemmes av gjennomsnittlig magnetfeltendringen R målt over 3 timer. Det tas hensyn til beliggenhet av målestasjonen ($k = 9$ krever f.eks. en variasjon på 1500 nT i Godhavn på Grønland mens det holder med 500 nT i Kiel). K_p -indeksen representerer et globalt gjennomsnitt for K-indekser målt på ulike steder. K og K_p er verdier som gjelder et tidspunkt på døgnet. I tillegg bruker man A-indeks for å beskrive daglig gjennomsnitt for lokal geomagnetisk aktivitet basert på K-indeks, samt A_p -indeks som global indikator.



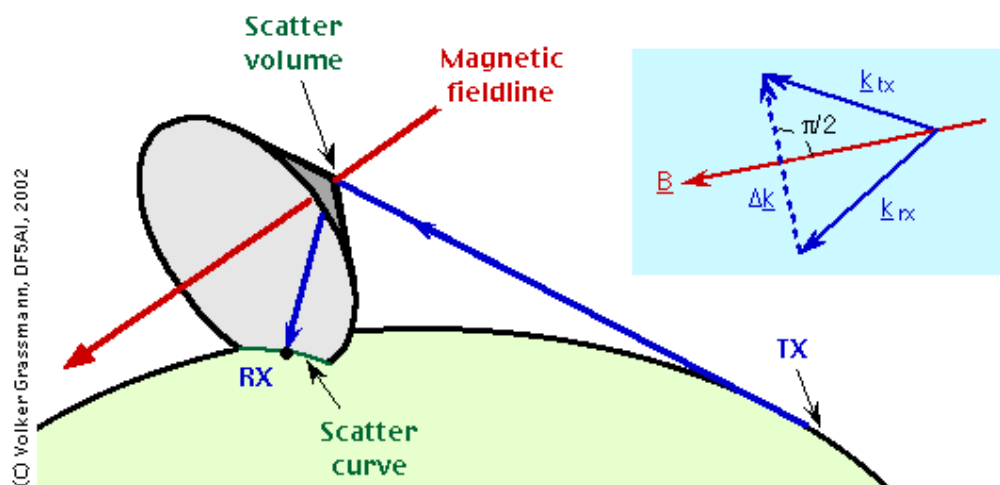
Bilde 9: Prediksjon av sannsynlighet for Aurora (kilde NOAA)

Bilde 9 viser en prediksjon for sannsynlighet av Aurora, hhv. K-indeks, basert på modeller som er foret med data for solvind målt fra satellitter. Gule eller røde områder indikerer høy sannsynlighet. Slike prediksjoner og mye mer relevant informasjon om solens aktivitet er tilgjengelig på websiden <https://www.solarham.net/>.

Spredning via Aurora fungerer fra HF opptil 70 cm, men et fåtall av kontakter har blitt kjørt også på 23 cm. Aurora fungerer imidlertid best og har størst betydning på VHF bånd, og da særlig 144 MHz. Refleksjon av radiobølger skjer fra flere områder som er i bevegelse samtidig og signalene omtales derfor som inkohrente. Man kan oppleve Doppler-forskyvning som resulterer i at man blir kalt over eller under frekvensen man selv kaller på. Forskyvningen kan utgjør noen hundre Hz på 144 MHz, men opp til 2-3 kHz på 70 cm. Inkoherent refleksjon innebærer at det er mye sus på modulasjonen som gjør det svært

vanskelig å forstå SSB. Men CW fungerer bra og dette er da en god grunn hvorfor alle med entusiasme for VHF bør kunne morsekoden.

Refleksjon fra nordlyset som følger feltlinjene i jordens magnetfelt fungerer i hht fysikken som gjelder bi-statisk radar. Dette betyr at differansevektor Δk mellom TX vektor k_{TX} og RX vektor k_{RX} må være loddrett ift feltlinjen. Dette fører til at mottakeren av et signal som er reflektert fra et avgrenset volum må befinne seg langs en linje på bakken («scatter curve»), som vist i Bilde 10.



Bilde 10: Geometrien for spredning fra nordlyset (kilde DF5AI)

Dersom nordlysfronten ligger i øst-vest retning så må begge stasjonene som skal ha kontakt via Aurora være syd for aurorafronten for at signalene kan reflekteres tilbake til bakken. Stasjoner som ligger langt nord for nordlyset kan ikke ha kontakt med stasjoner som ligger sør for nordlyset. Når jeg som bor på Østlandet opplever en meget sterk Aurora så ligger fronten kanskje over eller syd for Oslo og da blir det veldig stille på båndet hos meg. Norske radioamatører er godt kjent med Aurora, og derfor bør dette holde som beskrivelse.

Ionoscatter

Ionoscatter er en betegnelse for to eller flere spredningsfenomener som radioamatører har observert og benyttet seg av i lengre tid. Ionoscatter er ikke like godt kjent som Sporadisk-E og Aurora. Mange kan ha opplevd Ionoscatter uten å være klar over hva som egentlig skjedde.

Tim Fern, G4LOH, har nylig skrevet en meget interessant artikkel om Ionoscatter i DUBUS magasinet [1], som gjorde spredningsmekanisme for Ionoscatter litt klarere for meg, og inspirerte meg til å skrive denne artikkelen. Han skiller nemlig mellom to ulike fenomener, **Ionospheric Forward Scatter (IFS)** og **Mesospheric Summer Echoes (MSE)**.

Ionoscatter, da sannsynligvis i form av IFS, har blitt observert av radioamatører på 144 MHz da flere fikk etablert gode antenner og hadde tilgang til forsterkere med høy utgangseffekt. Man kunne da av og til oppnå kontakter over opptil 2000 km avstand i Mellom-Europa. Kontakter ble gjennomført på CW, og de senere år også med digital modulasjon. Palle OZ1RH har holdt en del foredrag om Ionoscatter, og påpeker at denne spredningen var mye brukt på 60-70 tallet av kommersielle og militære aktører. Tim G4LOH mener at IFS opptrer

året rundt, men at IFS er mest relevant for stasjoner som er velutstyrte (dvs. som har antenner og effekt som for EME).

Så kommer vi til MSE, som er kanskje den mest relevante Ionoscatter varianten for oss som bor i nord. Jeg vil først fortelle litt om bakgrunnen for hvorfor jeg tror MSE er interessant: På 80-tallet reiste flere radioamatører (DF5GX, OZ1DOQ, OZ1FDJ, OZ1FTU, SM4AXY, SM6CMU, SM0FSK, mv) rundt i Nord-Skandinavia med kapabelt 2 m utstyr og aktiverte lokatorruter, og rapporterte noen ganger om uvanlige kontakter via et fenomen som da ble kalt for Aurora-E. UA1ZCL (JP78TX) var aktiv fra Murmansk regionen, og kunne ved enkelte anledninger kjøre kontakter over mer enn 2000 km distanse. Hans kontakt med PA3COB (JO32MF) den 25.8.1987 over 2361 km er listet som distanserekord for Aurora-E i IARU Region 1.

Da jeg bodde i Nord-Norge aktiverte jeg selv sjeldne lokatorruter om somrene i årene 1990-1993, og kjørte mange kontakter på 144 MHz via Meteorscatter derfra. Ved flere slike anledninger ble jeg noen ganger kalt «på direkten» fra stasjoner som var altfor langt unna til at spredningen kunne ha skjedd på den vanlige måten via troposfæren. MS var det heller ikke, fordi signalene var konstant hørbare, men litt svake noen ganger. Til tross for at det ikke fantes DX-Cluster denne gangen pleide en del VHF-entusiaster få med seg disse forhold, antakelig fordi de fulgte godt med på aktiviteten min. Jeg ble i hvert fall overrasket hver gang det skjedde. Distansen for slike kontakter via kunne være opptil litt over 1800 km, se Tabell 2. Listen av kontakter gir også en indikasjon på tidspunkt på døgnet og signalstyrke for denne type spredning. Tidspunktet kan dog være påvirket av at jeg vanligvis var QRV for MS ofte på morgenen eller sent på kvelden. Det er mulig at forholdene var bedre midt på dagen, men at ingen oppdaget dette fordi det var få «signaler i luften».

Date	UTC	Call own	Loc own	Call DX	Loc DX	RST-S	RST-R	QRB
16.06.1990	06:03	LA0BY/p	JP89LB	DK1KO	JO53CT	439	319	1731 km
28.07.1990	20:44	LA0BY/p	JP68JC	SM5MIX	JO78HS	519	429	1042 km
28.07.1990	20:53	LA0BY/p	JP68JC	SM0ERR	JO89WJ	519	529	999 km
28.07.1990	20:57	LA0BY/p	JP68JC	SM4KYN	JO79BH	529	529	980 km
28.07.1990	21:03	LA0BY/p	JP68JC	OH2TI	KP20KE	429	429	1053 km
29.07.1990	09:01	LA0BY/p	JP68JC	DK1KO	JO53CT	529	319	1595 km
07.06.1991	23:22	LA0BY/p	KQ00BC	LA6HL	JO28TW	519	519	1414 km
08.06.1991	23:00	LA0BY/p	KQ00BC	SK4MPI/B	JP70NJ	519	hrd	1103 km
15.06.1991	08:31	OH9/DF9PY	KP38RK	SM5DCX	JO89OI	529	539	1124 km
15.06.1991	08:37	OH9/DF9PY	KP38RK	SM5MIX	JO78HS	519	429	1243 km
15.06.1991	08:42	OH9/DF9PY	KP38RK	SM0HAX	JO99FV	519	419	1043 km
15.06.1991	08:50	OH9/DF9PY	KP38RK	SM0KAK	JO89XK	519	419	1100 km
15.06.1991	08:54	OH9/DF9PY	KP38RK	OZ3GW	JO56BR	419	539	1564 km
15.06.1991	08:58	OH9/DF9PY	KP38RK	SM5IOT	JO99BX	529	549	1041 km
15.06.1991	09:00	OH9/DF9PY	KP38RK	SK4MPI/B	JP70NJ	529	hrd	1068 km
15.06.1991	09:20	OH9/DF9PY	KP38RK	OZ4VV	JO46QU	539	469	1572 km
15.06.1991	09:28	OH9/DF9PY	KP38RK	SM6AFH	JO66LQ	529	559	1494 km
15.06.1991	09:42	OH9/DF9PY	KP38RK	SM0/ES5MC	JO89	529	429	1111 km
15.06.1991	09:50	OH9/DF9PY	KP38RK	SM4POB	JP70WL	529	439	1041 km
15.06.1991	10:10	OH9/DF9PY	KP38RK	SM5MIX	JO78HS	529	439	1243 km
15.06.1991	10:25	OH9/DF9PY	KP38RK	SM1BSA	JO97DP	519	439	1283 km
15.06.1991	16:30	OH9/DF9PY	KP38RK	SK4MPI/B	JP70NJ	519	hrd	1068 km
14.08.1991	23:10	LA0BY/p	KQ31QB	SM5DCX	JO89OI	519	329	1381 km
14.08.1991	23:38	LA0BY/p	KQ31QB	SM5DCX	JO89OI	539	539	1381 km
14.08.1991	23:43	LA0BY/p	KQ31QB	SK4MPI/B	JP70NJ	419	hrd	1306 km
15.08.1991	00:02	LA0BY/p	KQ31QB	SM5BSZ	JO89IJ	529	539	1384 km
15.08.1991	00:19	LA0BY/p	KQ31QB	SM0HAX	JO99FV	519	429	1305 km
15.08.1991	00:50	LA0BY/p	KQ31QB	SK4MPI/B	JP70NJ	519	hrd	1306 km
16.08.1991	04:35	LA0BY/p	KQ41BC	GM4IPK	IO99IW	529	429	1805 km
10.07.1993	10:15	LA0BY/p	JQ90JA	GM4IPK	IO99IW	529	439	1452 km
10.07.1993	10:27	LA0BY/p	JQ90JA	GM4YXI	IO87WK	529	529	1718 km
10.07.1993	14:10	LA0BY/p	JQ90JA	GM4IPK	IO99IW	559	539	1452 km
10.07.1993	15:50	LA0BY/p	JQ90JA	OH5IY	KP30HV	529	529	1075 km
10.07.1993	16:00	LA0BY/p	JQ90JA	OH7PI/4	KP42HF	419	429	970 km
10.07.1993	16:27	LA0BY/p	JQ90JA	GB3LER/B	IP90JD	419	hrd	1430 km
10.07.1993	16:35	LA0BY/p	JQ90JA	SK6HD	JO68SD	319	hrd?	1344 km
10.07.1993	16:56	LA0BY/p	JQ90JA	LA2AB	JO59FV	529	529	1190 km
11.07.1993	06:50	LA0BY/p	JQ90JA	GM4IPK	IO99IW	539	539	1452 km
11.07.1993	08:50	LA0BY/p	JQ90JA	SK4MPI/B	JP70NJ	519	hrd	1083 km
11.07.1993	09:10	LA0BY/p	JQ90JA	GB3LER/B	IP90JD	419	hrd	1430 km

Tabell 2: Kontakter gjennomført av forfatteren via Ionoscatter fra Nord-Norge

Jeg trodde den gangen også at fenomenet som jeg opplevde var Aurora-E, men i ettertid ser jeg at det kanskje ikke var korrekt. Med Aurora-E refererer man nok til Aurora-indusert Sporadisk-E, men mine observasjoner kunne ikke alltid knyttes til Aurora. Etter at jeg hadde flyttet til Østlandet fikk jeg kun ved få anledninger med meg denne type spredningsforhold, men enkelte kontakter med SM2 eller Nord-Norge kunne jeg loggføre.

Navnet Aurora-E er ikke en betegnelse som har sitt opphav i en vitenskapelig forklaring, men ble vel brukt fra radioamatører fordi noen mente at fenomenet gjerne oppstod mens eller etter

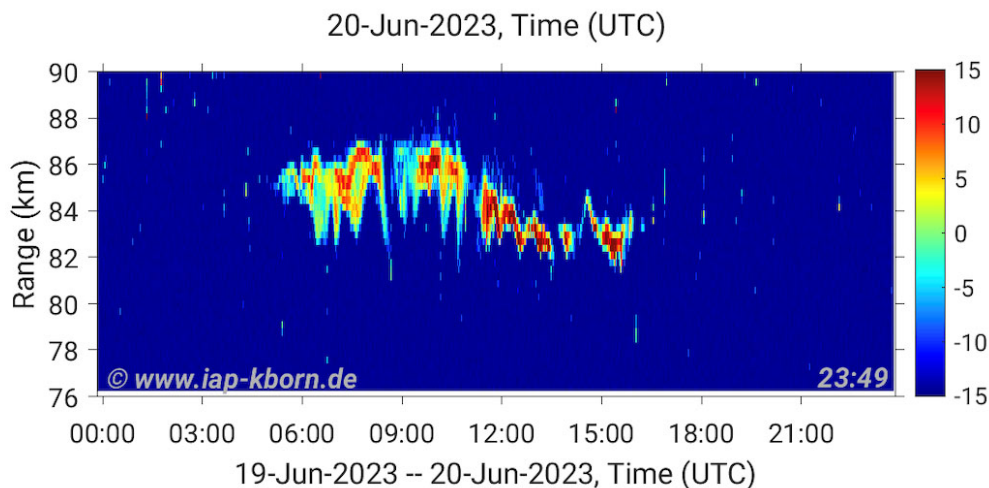
man hadde en radioaurora, altså ut fra en observasjon. Signaler som er spredt via Aurora-E hadde ikke den forvrengte lyden som er typisk for Aurora, men var klare og fine. De var dog ikke så sterke som man opplever med Sporadisk-E, og hørtes ofte litt skjelvende og tynne ut. Observasjonstidspunkt og signalementet korrelerer med hva ionosfæreforskere kaller for Polar Mesosphere Summer Echoes (PMSE). Forskere brukte EISCAT radaren ved Trømsø til å undersøke PMSE og registrerte tydelige radarekko fra 80-90 km høyde på utvalgte dager gjennom sommeren. Man antar at radarekkoer kommer fra skyer av små iskrystaller som dannes når temperaturen synker til ca -130°C , som merkelig nok skjer heller om sommeren enn på vinteren. Disse skyene kan under gunstig solbelysning også observeres med øyet, og kalles da for lysende skyer (Noctilucent Clouds, NLC).



Bilde 11: Noctilucent Clouds (kilde Google)

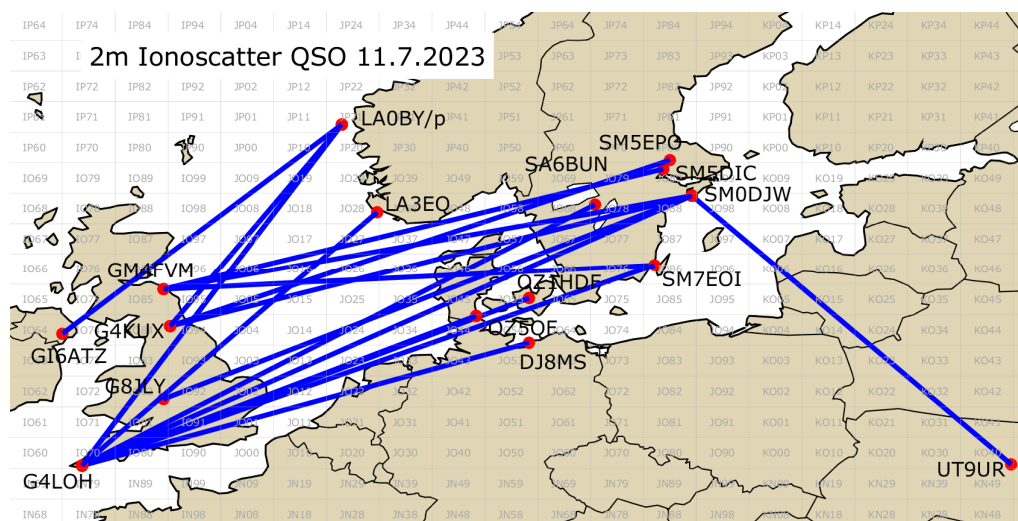
Tim G4LOH referer i sin artikkel også til PMSE, men bruker betegnelsen MSE for fenomenet, fordi det faktisk observeres ganske langt sør, ned mot breddegrad ca 50°N som er sentralt i Europa. Han bekrefter at MSE opptrer mest i ukene rundt sommersolverv (21. juni) og kan benyttes til å oppnå DX kontakter på 144 MHz av stasjoner som har heller moderat utstyr (f.eks. en yagi-antenne og 200-300 W utgangseffekt). G4LOH nevner også at temperaturen i mesosfæren kan de senere år ha blitt redusert med noen grader pga. lavere emisjon fra solen og endringer i atmosfæren [2], og at dette kan da øke mulighetene for MSE.

Nord i Tyskland, i nærheten av byen Rostock finnes det en rader til utforsking av ionosfæren som opererer på 54 MHz, som heter Ostsee-Wind-Radar (OSWIN). Bilde 12 viser en profil av ionosfæren for 20.7.2023 som ble laget ved hjelp av OSWIN. Det viser tydelig strukturer i 85-90 km høyde som antas å være NLC. Akkurat denne dagen har det faktisk vært gode MSE forhold og det ble gjennomført mange kontakter på 144 MHz mellom radioamatører i England og Skandinavia.



Bilde 12: OSWIN radarbilde av MSE den 20.6.2023 (kilde IAP)

Tre uker etter at OSWIN bildet ble tatt befant jeg meg på ferie på Vestlandet i lokator JP21HG, sammen med noen tyske radiovenner, for å kjørte radio på flere VHF bånd. Den 11. juli kunne jeg loggføre kontakter med G4LOH, G4KUX og GI6ATZ, antakelig via MSE. Kontaktene ble gjennomført i digitale modes Q65 hhv FT8.



Bilde 13: Kontakter via MSE på 144 MHz den 11.7.2023

Bruk av digital modulasjon, som ligger i programvarer som MSHV og WSJT, gir økt følsomhet utover den som man er vant til med CW. Det har ført til at Ionoscatter har blitt tilgjengelig for et stadig større antall radioamatører. G4LOH anbefaler bruk av modulasjon Q65-15B til MSE. FT8 har dårligere effektivitet enn Q65, pga mindre forskjell mellom tonene i modulasjonen (dekoding fungerer da ikke alltid, til tross for tydelig signal). Jeg selv kunne også konstatere dette, ved at kontakter på Q65 ble gjennomført fortere enn de på FT8.



Bilde 14: Oppsett til LA0BY/p på Bulandet (kilde LA0BY)

MSE er altså den varianten av Ionoscatter som antakelig har størst betydning for de fleste radioamatører, fordi den stiller kun moderate krav til utstyr og oppstår ofte om sommeren. Mange av de kontaktene som ble tidligere tilskrevet Aurora-E har kanskje blitt gjennomført via MSE. Dersom noen av leserne har gjort egne erfaringer med Aurora-E, IFS eller MSE så er jeg interessert i å høre om det.

Andre spredningsfenomener

Det finnes flere spredningsmåter knyttet til Ionosfæren, men disse er antakelig ikke relevante for 2 m kontakter for oss som bor i nord. Jeg vil likevel nevne dem kort:

Field-aligned irregularities (FAI): Etter kraftige og langvarige Sporadisk-E åpninger kan FAI noen ganger observeres i Mellom- og Sør-Europa på 144 MHz. Dette er en inkohærent scattermåte fra områder i E-laget, der begge stasjonene må befinne seg sør for scatterpunktet. Signalene høres forvrengt ut og ligner veldig på Aurora. Det stilles kun moderate krav til utstyr. Jeg selv har kjørt FAI på 2 m fra Spania. Region 1 rekorden på 2 m er mellom CT1HZE og OE5XBL over 2164 km, mens verdensrekorden er på 2370 km mellom to US-stasjoner.

Trans-Equatorial Propagation (TEP): Dette er et spennende spredningsfenomen som muliggjør superlange DX kontakter på alle VHF-bånd. TEP observeres på 2 m dessverre ikke lengre nord i Europa enn til Alpene, men på 6 m kan det kanskje nå Sør-Norge. Spredningen skjer i nord-sør retning på tvers av ekvatoren, og begge stasjonene må ha omtrent samme avstand fra ekvator. Opphav til spredning er sterke plasmaskyer i F2-laget i 300 km høyde, når to slike skyer dannes på hver side av ekvatoren. Sannsynlighet for TEP er høyest i månedene mars eller september ved et solflekkmaksimum. Kontakter har blitt gjennomført på 144 MHz over distanser mellom 3000 og 8000 km mellom Sør-Europa og det sørlige Afrika,

mellom Australia og Japan, samt mellom Karibien og det sørlige Søramerika. Det stilles kun moderate krav til utstyr. Verdensrekorden på 2 m ligger på 7784 km mellom I4EAT og ZS3B. K9LA har laget en god beskrivelse av TEP [3].

F2: Spredning via F2 er mest utbredt på HF, men kan ved ekstrem kraftig ionisering nå opp til 50 MHz. Dette vil i så fall skje oftest på våren eller om høsten under et solflekkmaksimum. Jeg har selv observert F2 spredning på 50 MHz fra Nord-Norge en gang. Verdensrekord på 6 m ligger på 19924 km mellom EH7KW og ZL3VTV/1.

Oppsummering – er vi klare for mer DX på 144 MHz?

Høy solaktivitet under inneværende syklus 25 forventes for årene 2024-2027. Dette burde gi spennende muligheter for DX kontakter på 144 MHz, særlig via Aurora og MSE. Det hadde vært spesielt interessant med forsøk via MSE fra Nord-Norge. Alt som kreves er et noenlunde kapabelt oppsett med en eller flere lengre yagi-antenner og ca 200-300 W utgangseffekt. Dessverre finnes det nesten ingen radioamatører i Nord/Norge som driver med 144 MHz DX.

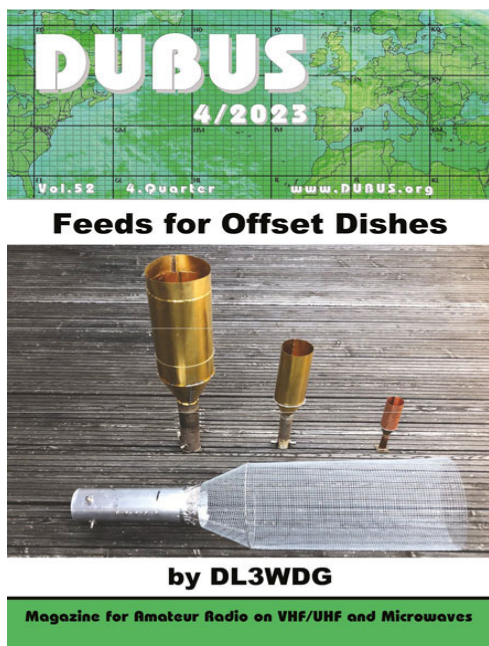
Vadim UA1ZFG er sporadisk aktiv på 2 m fra det nordvestlige Russland. Hans base er ved Murmansk i KP69NA men han drar noen ganger til andre ruter i nærheten.



Bilde 15: UA1ZFG Vadim med et portabelt oppsett i Murmansk regionen (kilde UA1ZFG)

Til deteksjon av MSE forhold hadde det også vært fint med et radiofyr på 2 m som befant seg et sted nord for polarsirkelen, med 50-100 W utgangseffekt i en yagi-antenne. Er det noen i Nord-Norge som tar utfordringen?

[1] Tim Fern, G4LOH, Ionoscatte by Mesospheric Summer Echoes (MSE) – A new annual DX season for 144 MHz stations, DUBUS 4-2023, side 71-93.



DUBUS magasinet dekker tekniske emner fra VHF til Mikrobølge på høyt faglig nivå. Mer info finnes på <http://www.dubus.org/>. Artiklene er skrevet tospråklig på tysk og engelsk.

Magasinet produseres av en internasjonal gruppe av radioamatører og publiseres fire ganger i løpet av et år. Et årsabonnement koster 34 EUR.

DUBUS magasinet kan bestilles i Norge via Kjell Syverud LA9CY (mobil 91 84 17 84, e-post kjell.syverud@gmail.com).

[2] Mlynchak, et al: Cooling and concentration of the Mesosphere and lower Thermosphere from 2002 to 2021 (<https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/2022JD036767>)

[3] Carl Luetzelschwab, K9LA Trans-Equatorial Propagation, https://k9la.us/Trans-Equatorial_Propagation.pdf