

Solar Guide

version 3.

Sådan bruger du de geofysiske radioudsendelser

Der har i tidens løb været adskillige artikler i amatørbladene om udbredelsesforhold og forudsigelser af dem. Sidst som midtersider her i "OZ". Her bringer vi David A. Rosenthals nyeste vejledning; den er udarbejdet for den hollandske station Radio Netherlands som i mange år har sendt nyheder for DX-lyttere. Det er OZ8ABE der har fundet artiklen frem, og den er oversat og bearbejdet af OZ5RM.

Indledende bemærkninger

Denne vejledning er overvejende baseret på oplysninger, publiceret af USA's *National Oceanic and Atmospheric Administration's Space Environment Services Center* i Boulder, Colorado. Udsendelserne med geofysiske forudsigelser er først og fremmest beregnet på brugere i Nordamerika og Stillehavsregionen, for disse områder er det hvor radiostationerne WWV og WWVH lettest kan høres. Men udsendelsernes indhold kan bruges over hele verden, og udbredelsesforholdene gør ofte at man kan høre den ene eller begge stationer forbavsende godt over hele Jorden. Der er andre steder hvor man kan skaffe sig disse data. Mike Bird fortæller således hver torsdag på Radio Netherlands om de aktuelle forhold og giver samtidig en "vejrudsigt" i slutningen af programmet *Media Network*. Den tyske amatørstation DK0WCY sender lignende data, opsamlet mere lokalt, på 10.144 kHz og sidst på eftermiddagen på 3.568 kHz. DK0CWY sender dog udelukkende på CW.

De geomagnetiske rapporter som Radio Netherlands udsender, gælder mest for de nordlige breddegrader (centreret om 45 gr. nord) og passer derfor udmærket for os danskere.

En af de letteste og billigste måder at danne sig et overblik over de øjeblikkelige udbredelsesforhold er at lytte til de geofysiske meldinger der udsendes 18 minutter over hver hele time via WWV (Colorado) og 45 minutter over hver hele time via WWVH (Hawaii). Stationerne sender på præcis 2.5, 5, 10 og 15 MHz, WWV tillige på 20 MHz. Udsendelserne kan derfor også bruges til at kalibrere en modtager.

Hver sending varer 45 sekunder og beskriver den aktuelle tilstand i rummet mellem Sol og Jord som det rapporteres fra et netværk af målestationer både på Jorden og i rummet. Alene ved at lytte om WWV "går ind", kan man danne sig et begreb om udbredelsesforholdene. Prøv 15.000 kHz. I tiden mellem udsendelsen kl. H+18 kan man høre om WWV går igennem ved at lytte efter stationens sekund-tik. Hvert hele minut annonceres klokkeslettet, efterfulgt af en tone til at angive "00 sekunder". WWVH høres sjældent her. Den kan genkendes på en kvindestemme. I øvrigt ligger der 7 forskellige tids- og frekvensnormalstationer på samme frekvens.

Når man først bliver fortrolig med de forskellige

slags oplysninger fra WWV, kan man få en forbavsende god indsigt i de naturfænomener der danner grundlaget for langdistance radiokommunikation på HF, både lige nu og i den nære fremtid.

Stoffet opdateres hver tredje time, regnet fra 0000 UTC, og drejer sig især om de to vigtige former for samspil mellem Sol og Jord: Elektromagnetisk stråling og geomagnetiske aktivitet (der påvirkes af Solens sub-atomiske partikeludstråling). Disse to faktorer og deres virkning beskrives nedenfor.

Elektromagnetisk stråling

Solens elektromagnetiske udstråling spænder over et enormt bredt spektrum, omfattende ikke alene infrarøde, synlige og ultraviolette, men også radio-, røntgen- og andre bølger.

Videnskabsmændene holder især øje med visse dele af Solens energispektrum, for de kan angive hvornår vigtige begivenheder indtræffer. Udstrålingen fra Solen er af elektromagnetisk art, og det vil sige at den bevæger sig med lysets hastighed. Begivenheder der indtræffer på Solen, begynder at påvirke Jordens omgivelser ca. 8 minutter senere.

Geomagnetisk aktivitet

Ved siden af den elektromagnetiske stråling udsender Solen konstant stof i form af atomare og subatomare partikler (sub = mindre end). Disse luftarter, bestående typisk af elektroner, protoner og heliumkerner, accelereres pga. Solens omdrejning til hastigheder der overgår dennes tiltrækningskraft og bevæger sig således udad i Solsystemet. Den samlede betegnelse for luftarterne og partiklerne der danner dem, er "solvind". Solens omdrejningsperiode på omtrent 27 dage bevirker altså at skyer slynkes udad i en bestandig større spiral, og når den har tilbagelagt afstanden til Jorden, indhenter den Jorden bagfra på dennes bane.

Inden disse skyer møder Jorden, forhindrer dennes eget geomagnetiske felt og dens atmosfære dog direkte sammenstød. Den gensidige magnetiske påvirkning mellem solskyerne og det geomagnetiske felt får solvindpartiklerne til at fare uden om feltet så det antager form som en muslingskal med Jorden i centrum. Hulningen, der kaldes Jordens magnetosfære, er nærmest formet som en komet med et hoved pegende ind mod solvinden og halen den

modsatte vej. Når der ikke er nogen særlig solaktivitet, blæser solvinden jævnt med en hastighed på ca. 400 km/sek. Under disse forhold antager Jordens magnetosfære en forholdsvis stabil form i verdensrummet.

Når der indtræffer uro på Solen, kan nogle skyer med solpartikler skydes ud med voldsom hastighed. Ved mødet med Jordens magnetosfære bringer de den ud af balance og ændrer Jordens magnetfeltstyrke og retning, svarende til en vejrhane der drejer for vindens stød. Desuden kan pludselige ændringer i solvindens intensitet og hastighed forårsage stærke geomagnetiske forstyrrelser og kaldes SI (*sudden impulses*).

Den geomagnetiske aktivitet, herunder ændringer i det geomagnetiske felt forårsaget af solpartikler, følges nøje af instrumenter både på Jorden og i rummet. En høj geomagnetisk aktivitet forringer indirekte jonosfærens evne til at tilbagekaste HF radiosignaler. Derfor er målingerne af interesse for dem der bruger denne del af frekvensspektret.

De geofysiske radiomeldinger

Disse består af tre afsnit der beskriver situationen i forholdet mellem Sol og Jord: Først de nyeste målinger, så en kort beskrivelse af de sidste 24 timers aktivitet og til sidst en udsigt for det næste døgn. Selve ordlyden i hvert afsnit af udsendelsen gengives nedenfor med en kort beskrivelse af hvad det står for.

WWV's meldinger indeholder et begrænset ordforråd, og når man først kender det, er det ikke svært at følge med i hvad der bliver sagt.

De seneste målinger

"Solar-terrestrial indices for (UTC, date) follow: Solar flux (number) and (estimated) Boulder A-index (number). Repeat, Solar flux (number) and (estimated) Boulder A-index (number). The Boulder K-index at (UTC) on (date) was (number) repeat (number)."

-Eller i oversættelse: "Sol-Jord indexerne for (tid, dato) følger: Solflux (et tal) og (anslået) Boulder A-index (et tal). Gentager, Solflux (tal) og (anslået) Boulder A-index (tal). Boulder K-indexet klokken (tid) den (dato) var (tal), gentager (tal)."

Eftersom det endeligt beregnede A-index ikke er tilgængeligt før 0000 UTC, bruges ordet "*estimated*" for meldingerne fra kl. 1800 og 2100 UTC.

Solflux

Solflux er et udtryk for styrken af Solens stråling på frekvensen 2800 MHz. Målingen foretages i Ottawa, Canada, med et radioteleskop. Det kaldes også for 10,7 cm flux. Det har vist sig at der er et direkte forhold mellem flux og antallet af solpletter. Derudover er styrken af Solens ultraviolette- og røntgenstråling den direkte årsag til joniseringen af den yderste del

af Jordens atmosfære, og netop disse joniserede lag bestemmer hvorledes kortbølge-radiosignaler udbreder sig over lange afstande.

Solfluxtallet rapporteres i solflux-enheder og registreres dagligt i Ottawa kl. 17 UTC hvorefter det sendes videre. Solfluxtallene går fra et teoretisk minimum på ca. 67 og oppefter. Der er faktisk målt værdier så høje som over 300. Lave solfluxtal er typiske for de laveste afsnit af Solens 11-års cyklus, og tallet stiger efterhånden som cyklen skrider frem; den gennemsnitlige solflux for fx en måned er en pålidelig indikator for hvordan Solen vil opføre sig på længere sigt.

A-index

Dette index er et gennemsnitligt, kvantitativt udtryk for geomagnetisk aktivitet og kræver en række fysiske målinger. Magnetometre måler ændringer i magnetosfærens øjeblikkelige orientering og sammenligner den med normale stille (*quiet*) forhold.

Helt så enkelt er det dog ikke hvis man vil forstå den fulde betydning af Boulder A-indexet i udsendelserne. Det angiver nemlig et gennemsnit for 24 timer, udregnet på grundlag af 8 af de K-indexer som Boulder registrerer hver 3. time (K-index: herom nedenfor). Videnskabsmændene danner sig et skøn over A-indexet kl. 1800 UTC ved hjælp af de 6 forudgående observationer og gætter sig så frem til de to følgende K-indexer. Først kl. 0000 UTC kan det virkelige A-index derfor udregnes. Så længe man ikke har alle 8 observationer at støtte sig til, bruges ordet *estimated* (skønnet).

Hensigten med begrebet A-index er at give et billede af den geomagnetiske aktivitet på længere sigt. A-indexet rummer en opsamling og justering af målinger på de enkelte stationer, spredt over Jorden og i rummet. På hver enkelt målestation aflæses et magnetometer, og det giver så en K-værdi; denne værdi justeres efter stationens geografiske position, og dette giver et a-index for den pågældende 3-timers periode. I Boulder beregnes så gennemsnittet af alle a-indexerne så vi får det endelige A-index.

A- og a-indexer varierer i værdi fra 0 til 400. Se K-index tabellen nedenfor.

K-index

Når magnetomålingerne på de forskellige stationer er foretaget, kompenseres der for det lokale områdes geomagnetiske forhold. K-skalaen er næsten logaritmisk, og K-værdien stiger efterhånden som det geomagnetiske felt bliver mere uroligt. K-værdierne går fra 0 til 9. WWV's udsendelser hviler især på målinger fra Table Mountain Observatoriet lige nord for Boulder. Der er ofte forskel på disse tal og dem fra fx DK0WCY. Der er følgende sammenhæng mellem 3-timers a-indexet for geomagnetisk aktivitet for den enkelte målestation (eller dem alle) og 3-timers K-indexet:

K: 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
a: 0 3 7 15 27 48 80 140 240 400

Forholdene i de sidste 24 timer

Den anden del af WWV's udsendelser lyder således:

"Solar-terrestrial conditions for the last 24 hours follow: Solar activity was (Very low, Low, Moderate, High, or Very high). The geomagnetic field was (Quiet, Unsettled, Active, Minor storm, Major storm, Severe storm)"... "Her følger forholdene mellem Sol og Jorden for de sidste 24 timer: Solaktiviteten var (meget lav, lav, middel, høj, meget høj). Det geomagnetiske felt var (stille, forstyrret, aktivt, mindre uvejr, større uvejr, alvorligt uvejr)."

Solaktivitet

Det er et udtryk for energiudladninger i solatmosfæren således som de observeres af røntgen-detektorer i satellitter i kredsløb om Jorden. Disse data er ikke det samme som de solfluxmålinger der svarer til en længere periode, men de udtrykker den røntgenstråling der overstiger gennemsnitsniveauet. De følgende 5 standardudtryk svarer til de anførte røntgenstrålings-niveauer der er blevet målt eller forventes inden for en 24 timers tidsramme:

Very Low	Røntgenstråling under klasse C
Low	Klasse C stråling
Moderate	1-4 røntgenudbrud af klasse M
High	5 eller flere klasse M5 udbrud eller 1-4 klasse X udbrud
Very High	5 eller flere M5-, evt. endnu større røntgenudbrud

Udbruddene/explosionerne klassificeres efter deres maximale intensitet (I), målt på Jorden ved bølglængder mellem 0.1 og 0.8 nm:

Klasse	Watt pr. kvadratmeter
B	I mindre end 10-6
C	I mellem 10-6 og 10-5
M	I mellem 10-5 og 10-4
X	I større end 10-4

Der anvendes en faktor til at angive niveauet inden for den enkelte klasse. Eksempel: M6 = 6 x 10⁻⁵ W/m²

Solens røntgenstråling sker over et bredt spektrum, men måles kun på bølglængder mellem 0.1 og 0.8 nm (1 nm = 1/1000.000.000 m). Store røntgenudbrud bevirker pludselig og udbredt jonisering af de nederste lag af Jordens jonsfære, og det kan føre til at KB signaler absorberes i stedet for at reflekteres. Når de indtræffer på den side af Jorden der vender mod Solen, kan disse pludselige jonsfæriske forstyrrelser forringe KB-kommunikation i perioder fra nogle minutter til mange timer (*shortwa-*

ve fadeouts). Det karakteristiske ved dem er at signalerne begynder at svinde bort på lave frekvenser, og så vandrer fænomenet opad i frekvens, sædvanligvis i løbet af mindre end en time. Sådanne afbrydelser af HF-kommunikationen om dagen forekommer hyppigere i årene omkring solcyklens maximum. Da solen drejer rundt om sig selv på 27 dage, vil sådanne forstyrrelser ofte vende tilbage efter et tilsvarende tidsrum.

Tommelfingerregel

Jo højere solaktiviteten er, jo bedre er forholdene på de høje bånd (14, 18, 21, 24 og 28 MHz). Under et røntgenudbrud på solen går det først ud over de lave bånd. Signaler der bevæger sig henover jordens dagslysside vil berøres mest. Hvis du hører meldinger fra fx Radio Netherlands eller WWV/WWVH om sådanne forstyrrelser, så prøv at skifte til de højere bånd; det er også dem der først kommer sig efter sådan et udbrud. Bemærk at dette er lige modsat de forstyrrelser der forårsages indirekte af geomagnetiske storme.

Geomagnetisk aktivitet

Til beskrivelse af de naturlige variationer i det geomagnetiske felt anvendes 6 standardbetegnelser baseret på det anslåede A-index for 24 timers perioden op til det tidspunkt hvor radioudsendelsen sidst blev opdateret:

Kategori	A-indexværdier
Quiet	0-7
Unsettled	8-15
Active	16-29
Minor storm	30-49
Major storm	50-99
Severe storm	100-400

Disse værdier svarer til dem der gælder for a- og A-indexerne. En forøgelse af den geomagnetiske aktivitet resulterer i stadig større uro i det geomagnetiske felt og hidrører altså fra ændringer i solvinden og kraftigere udstråling af solpartikler. Derefter påvirkes det geomagnetiske felt af den geomagnetiske aktivitet. For brugerne af KB-spektret betyder det at kommunikationsmulighederne forringes. Omkring nordlysområdet absorberes HF- energien mærkbart i jonsfærens D-lag (80 km oppe), især for de lave båndes vedkommende. Signaler der passerer gennem disse områder, kan blive ganske ubrugelige.

De samme forstyrrelser på de mellemste breddegrader kan mindske elektrontætheden i jonsfæren og således sænke den højeste anvendelige frekvens. Lange perioder med geomagnetisk aktivitet, kendt som geomagnetiske storme, kan vare i flere dage. Virkningen på udbredelsesforholdene i disse perioder afhænger af solfluxniveauet og aktivitetens styrke.

Under den slags uvejr kan det ske at det meste af jonosfæren ødelægges. Det kaldes jonosfæriske storme, og KB-kommunikation via F-laget (i ca. 300 km højde) kan blive påvirket. Under de samme omstændigheder forringes forholdene på de mellemste breddegrader, mens de forbedres i områderne omkring Ækvator. Disse jonosfæriske storme kan undertiden opstå efter geomagnetisk aktivitet, men det afhænger altså af aktivitetens styrke, dens udvikling og solfluxniveauet.

Tommelfingerregel nr. 2

Man skal vogte sig for at simplificere de indviklede forhold der påvirker udbredelsesforholdene. Vi ved meget mindre om "radiovejret" end det almindelige vejr. Men generelt gælder det at til lytning efter DX på MB skal A-indexet være under 14 og solaktiviteten lav til moderat. Hvis A-indexet falder under 7 i nogle dage i træk (hyppigst under solpletminimum), kan man forvente virkelig gode forhold mellem kontinenterne, fx tværs over Atlanten.

Under mindre geomagnetiske storme påvirkes signaler fra områderne omkring Ækvator mindst. På "tropebåndene" 60, 90 og 120 meter kan man forvente at QRM fra andre stationer i Europa, Nordamerika og Australien bliver svagere, og det betyder ofte at selv svagere signaler fra troperne kommer igennem, skønt de måske påvirkes af flutter (meget hurtig QSB). Signaler på højere bånd er de første der svækkes under et geomagnetisk uvejr. Signaler, der bevæger sig omkring Nord- eller Sydpolen, forsvinder måske helt eller svækkes i lang tid.

Udsigt

"The forecast for the next 24 hours follows. Solar activity will be (Very low, Low, Moderate, High, or Very High). The geomagnetic field will be (Quiet, Unsettled, Active, Minor storm, Major storm, Severe storm)"... "Udsigt for de næste 24 timer følger. Solaktiviteten vill være (meget lav, lav, middel, høj, meget høj). Det geomagnetiske felt vil være (roligt, uroligt, aktivt, mindre uvejr, større uvejr).

Solaktiviteten

Målangivelserne i solaktivitets-udsigten er de samme som for den del af udsendelsen der hed "forholdene de sidste 24 timer", bortset fra at man anvender alle mulige målinger og materiale om udviklingstendenser så man kan give en velunderbygget udsigt. De vigtigste er antallet og størrelsen af solpletter, andre interessante dele af solens overflade og hvad der ellers er sket på soloverfladen den seneste tid.

Geomagnetisk aktivitet

Der anvendes de samme standardudtryk som i "forholdene de sidste 24 timer", og udsigten er hovedsageligt baseret på den øjeblikkelige geomag-

netiske aktivitet, begivenheder på solen den seneste tid der kan påvirke de geomagnetiske forhold og langtidsforhold der må tages hensyn til, såsom årstiden og det punkt vi befinder os på i solens cyklus.

Telefoniske oplysninger

Man kan også ringe og høre en båndoptagelse af den sidste udsendelse; det kan være nyttigt hvis man under dårlige forhold ikke kan aflytte WWV/WWVH på radio. Man taster 001 303 497 3235. Det tager kun ca. 45 sekunder, og med benyttelse af de tilbud der findes herhjemme om lav taxa til udlandet, kan det godt betale sig.

De samme oplysninger findes også på Internet. Denne artikel og andre oplysninger kan findes på bl.a. <http://www.mw/realradio/practical/html/solar.html>.

Space Environment Laboratory har en BBS på 001 (303) 497-5000 (300, 1200 eller 2400 Baud, 8N1). Denne BBS indeholder også et omfattende hjælpeafsnit. De oplysninger der findes her, hviler på praktiske erfaringer, indhentet de sidste timer, og solrapporter med endnu mere omfattende data om sol- og geomagnetisk aktivitet. Endvidere finder man forudsigelser om højeste brugbare frekvens (MUF) under hensyntagen til de forskellige egne på Jorden og solpletallet.

Bemærk at denne BBS bruger Bell standard toner, ikke fx CCITT.

Hvor finder man mere materiale?

Man kan selv stille spørgsmål om udbredelsesforhold ved at skrive til

Space Environment Services Center
NOAA/ERL R/E/SE2
325 Broadway
Boulder, Colorado 80303, USA eller
IPS Radio and Space Services
P.O.Box 702
Darlinghurst NSW 2010, Australia

Man kan også læse bogen "Proceedings 1991", redigeret af John Bryant, Fritz Mellberg et al. Forlag: Fine Tuning Special Publications, RRT #5, Stillwater OK 74074 USA. Pris: \$22,50 incl. porto til Danmark. 12 redaktører har udvalgt dybtgående artikler om bl.a. Tropical Band Propagation (90 og 120 m båndene) og antenner (T2FD og Beveridge, fx). **OZ**

