

T1-modulen

Lektionerna 25-27

Radioamatörkurs
© OH6AG - 2011

Bearbetning och översättning: Thomas Anderssen, OH6NT
Original: Heikki Lahtivirta, OH2LH
Tiiti Kellomäki, OH3HNY
Marjo Yli-Paavola, OH3HOC

Band och användningsområden - HF

- ◆ **160 m** (1.8 MHz), kallas "top band" → längsta våglängden(?)
 - lider dagtid av dämpning → markvåg dagtid, korta avstånd
 - DX på natten
- ◆ **80 m** (3.5 MHz)
 - mindre dämpning → markvåg, hem- o. grannländer dagtid
 - Europa, ev. DX på natten
- ◆ **40 m** (7.0 MHz)
 - hem- och grannlandsband dagtid, lider av solfläcksminimum
 - Europa och DX på natten
- ◆ **20 m** (14.0 MHz): Dagtid Europa, DX morgon/kväll, ev. tyst på natten, men öppet vid bra solaktivitet
- ◆ **15 m** (20.0 MHz): Dagtid Europa, DX på natten
- ◆ **10 m** (28.0 MHz): DX även med sämre utrustning men känslig för konditionerna, stängt vid låg solaktivitet (minimum), öppet morgon och någon timme efter solnedgången

Band och användningsområden: VHF

- ◆ **6 m** (50 MHz): Vid solfläcksmaximum DX via jonosfären, även sporadisk E, annars troposcatter. Oftast öppet vår och försommar till Europa på eftermiddagar.
- ◆ **4 m** (70 MHz): Blandning mellan 6/2 m, lite erfarenhet
- ◆ **2 m** (144 MHz): Troposfärducting 2000 km, sporadisk E, även andra konstiga utbredningsformer, aurora, EME...

Antenner

- ◆ För att bygga en bra antenn måste man veta på vilken våglängd den skall arbeta.
- ◆ Våglängden kan beräknas ur formeln:
 - $\lambda \text{ [m]} = 300 / f \text{ [MHz]}$
- ◆ Formeln i grundform är:
 - $\lambda \text{ [m]} = c/f$ där $c = 3 \times 10^8$ m/s och $[f] = \text{Hz}$
- ◆ Halvvågens längd fås genom att dela våglängden med två.
- ◆ Vid en teoretisk granskning bör antennen befinna sig i fritt rum, långt från andra föremål.

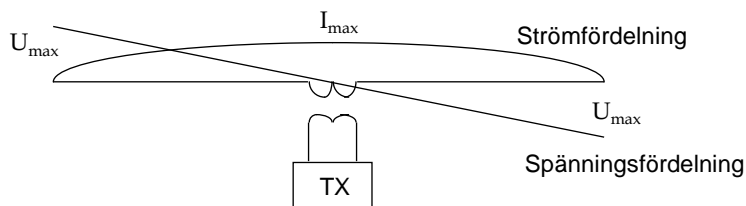
Antenner

- ◆ Antennen är den del av en radiostation där den högfrekvensenergi från sändaren omvandlas till elektromagnetisk strålning, och där inkommande elektromagnetisk strålning omvandlas till en svag högfrekvent växelström till mottagaren.
 - Antennen är oftast fysiskt en öppen resonanskrets.
 - Induktansen i antennen bildas av ledarens induktans och kapacitansen av strökapacitanserna omkring ledaren.
- ◆ Antennens polarisation avser riktningen på det elektromagnetiska fältet som den producerar/tar emot.
 - Sändaren och mottagarstationen borde använda samma polarisation, t.ex. vågrät och vågrät.

5

Antenner

- ◆ Grundtyper är dipolen och halv vågsdipolen
 - I det följande beskrivs hur det magnetiska och elektriska fältet bildas i en halv vågsdipol.



- Bilden visar att strömmen i en halv vågsdipol är störst i mitten och spänningen å sin sida störst i ändarna.

6

Antenner

- ◆ När man betraktar impedansen i dipolens mittpunkt kan man få en uppfattning om impedansens storlek genom att placera in ström och spänning i Ohms lag:

$$Z = \frac{U}{I} = \frac{\text{Liten spänning}}{\text{Stor ström}} = \text{Liten impedans}$$

7

Antenner

- ◆ Även antenner som inte är i resonans är möjliga, t.ex. långa trådanter (long wire), V-beam- och Rhombic- antenner
- ◆ Fysiskt kan man förkorta antennens resonansvågländ med hjälp av spolar, t.ex. i trapp- och helicalantenner.
- ◆ Den kortaste ledaren som kan vara i resonans är en halv vågländ lång, och dess fysiska längd är beroende av den elektromagnetiska strålningens utbredningshastighet, som är ca. 300 000 km/s samt av den använda frekvensen.

8

Antenner

- ◆ I praktiken kan inte antennen placeras i ett helt fritt rum. Därför påverkas antennen och dess egenskaper av omgivningen (resonansfrekvens, induktans, kapacitans).
- ◆ T.ex. växer kapacitansen hos en dipol på grund av omgivningen, varför induktansen måste minskas, dvs. ledarna måste kortas av från de beräknade längderna, så att man på nytt uppnår resonans.
- ◆ I praktiken bör en halvvågsdipol kortas av ca. 5% av den beräknade längden.

9

Antenner

- ◆ Den slutliga finjusteringen av längden kan göras först då antennen är uppsatt på sin slutliga plats genom att mäta resonansfrekvensen med en Grid-Dip-mätare, SWR-mätare eller en antennanalysator (VNA).
- ◆ Märk att längdjusteringen görs symmetriskt på dipolens båda halvor.



10

Antenner

- ◆ I radioamatörverksamheten används tre sorters antenner: resonanta, bredbandiga och icke-resonanta antenner.
- ◆ En resonant antenn fungerar (är i resonans) på en viss frekvens f_0 (och i en relativt liten del av frekvensbandet i närheten av denna frekvens).
- ◆ Resonansfrekvensen är den frekvens på vilken man bäst kan "mata in" effekt i antennen.
- ◆ Då antennen är kopplad till sändaren ser den ut som en belastning, en impedans - som ett motstånd.

11

Antennen som belastning

- ◆ Antennens inimpedans och därmed dess SWR (SVF) beror starkt på den använda frekvensen.
- ◆ En icke-resonant antenn har i allmänhet storlek (längd) i klass med frekvensens våglängd, men är inte i resonans på någon frekvens, "inte avstämd" någonstans. Då behöver man en antennavstämningseenhet (tuner).
- ◆ Antennens bandbredd kan bestämmas t.ex. med hjälp av dess SWR; antennen får reflektera bara lite effekt – SWR skall helst vara bättre än 2.
- ◆ Bredbandiga antenner kan användas över ett brett frekvensområde.

12

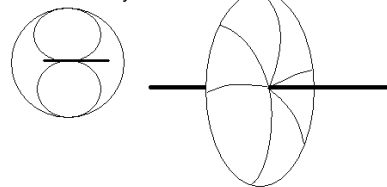
Antennen som belastning

- ◆ En antenn kan karakteriseras med hjälp av många egenskaper:

- strålningsbild
- riktverkan
- förstärkning
- impedans
- bandbredd
- polarisering
- symmetri

Dipolens strålningsbild är som en munkring, som man har trätt på dipolen. Dipolen strålar alltså inte nämnvärt i ändarnas riktningar.

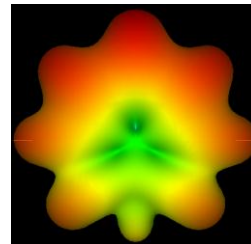
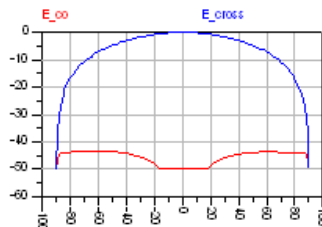
En dipol i ett cirkelkoordinatsystem



13

Antenners egenskaper

- ◆ Strålningsdiagrammet beskriver hur antennen strålar i olika riktningar (vågrätt eller lodrätt plan).
- ◆ En "isotropisk antenn" strålar lika mycket åt alla håll.
- ◆ Antennens riktverkan berättar hur mycket antennen strålar i den maximala riktningen, i allmänhet jämfört med en isotropisk (helt rundstrålande) antenn (dBi).
- ◆ Riktverkan kan även jämföras med en halvvågsdipol. 0 dBd \approx 2 dBi.



14

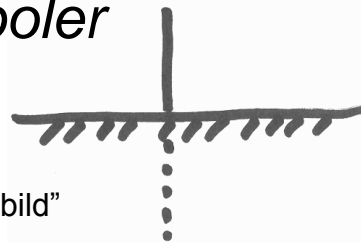
Dipoler



- ◆ Halvvågsdipolen är en mycket enkel antenn.
- ◆ Dipoler används allmänt på HF (< 30 MHz).
- ◆ Dipolen är balanserad. Den ska matas med balun, annars kan matarledningen stråla (och ta emot störningar).
- ◆ Ingångsimpedansen hos en vågrät halvvågs-dipol är 73Ω , men den kan utan bekymmer kopplas till en radio med impedansen 50Ω .
- ◆ Bandbredden är tillräcklig för de flesta HF-band.
- ◆ Förstärkningen är $2 \text{ dBi} = 0 \text{ dBd}$ (ganska liten).
- ◆ Dipolen kan också vara en hel våglängd lång eller två...

16

Monopoler



- ◆ Monopolen består av en halv dipol och ett jordplan.
- ◆ Monopolen och dess "spegelbild" i jorden bildar en dipol.
- ◆ Vanliga mått är $1/4 \lambda$ ("kvartvågspinne", 0 dBd) och $5/8 \lambda$ (förstärkning 2 dBd). Ju längre monopole, desto större förstärkning.
- ◆ Monopoler används på HF (vanligen de övre banden), och på VHF/UHF i handapparater.
- ◆ Monopolen är osymmetrisk. Jordplanet kopplas till koaxialens mantel. En monopole kan man göra av koaxialkabel och ett par metallpinnar

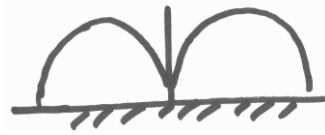
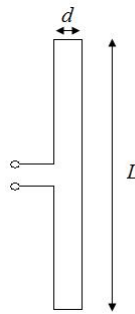
17

Bilder av mono- och dipoler

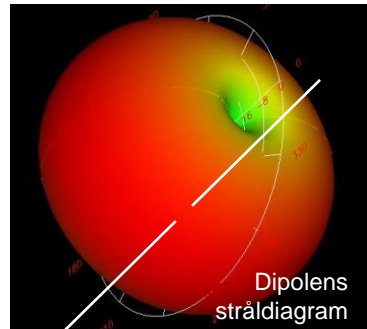
$5/8 \lambda$ stråldiagram



Vikt dipol,
 300Ω



$\lambda/4$ stråldiagram



18

OH6AG



Överkurs!

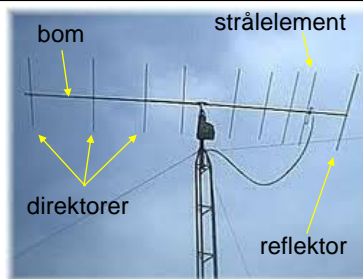
Loop-antennor

- ◆ Den vanligaste loopen är en halvågsloop.
- ◆ Loopen strålar i "hållets" riktning.
- ◆ Loopar används på HF. De sätts vanligen upp i plan med jorden (vågrätt) ganska nära marken. På grund av markens inverkan blir strålningsriktningen mot horisonten.
- ◆ En loop kan ha vilken form som helst, men ju fler hörn, desto bättre antenn (cirkeln är den bästa).
- ◆ Helvågsloopen har liten förstärkning, 1 dBd.
- ◆ Loopen är en symmetrisk antenn.

19

OH6AG

Yagi-antenn



- ◆ Yagi-Uda-antennen är en dipol, som omges av andra dipoler.
- ◆ En halv vågsdipol i matningspunkten strålar. Bakom den finns en längre reflektor och framför finns en eller flera riktelemt (direktorer).
- ◆ Yagin är en riktantenn, förstärkning 2–20 dBd.
- ◆ Förstärkningen kan ökas genom att lägga till fler element.
- ◆ Ju större antenn, desto mer förstärkning.



20

Yagi-antenn

- ◆ Yagis används från 7 MHz upp till 1200 MHz.
- ◆ Yagin måste konstrueras ordentligt, speciellt matningen.
- ◆ Två eller flera yagis kan kopplas ihop, eller "stackas".
 - Om de placeras sida vid sida smalnar strålloben i vågplanet.
 - Placeras de på varandra, smalnar strålen i lodriktningen.



Fyra stackade 2m antenner och två 70 cm antenner.



21

Reflektorantennor

- ◆ Parabolor används när man vill ha verkligt stora förstärkningar.
- ◆ Parabolens diameter måste vara flera våglängder.



- Används på mikrovågsfrekvenser, SHF.
- Förstärkning upp till 30 dBd.



Radiovågornas utbredning

Marjo Yli-Paavola, OH3HOC

26.10.2010

(Översatt med tillstånd, OH6NT - 2011)



Radiovågornas utbredningsätt

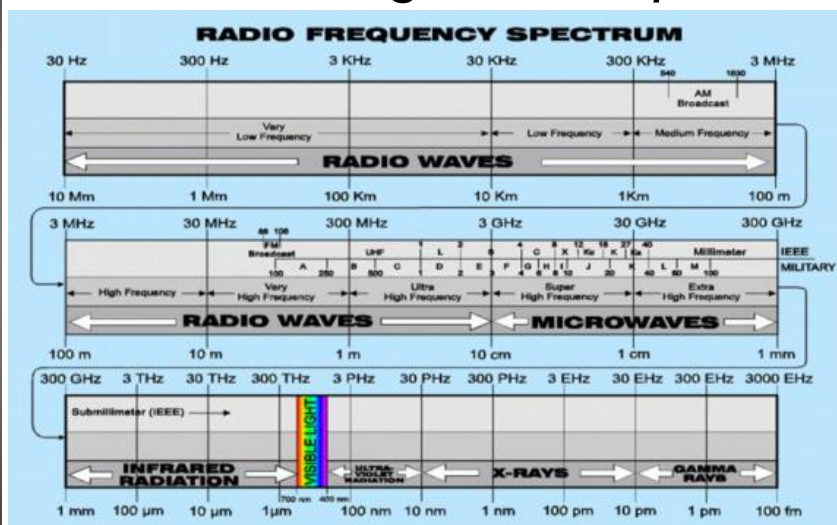
- ◆ Utbredning i jonosfären
- ◆ Utbredning i troposfären
- ◆ Markvåg
- ◆ Mer speciella utbredningsformer
- ◆ I allmänhet beror utbredningen på bl.a.
 - frekvensen
 - ämnet som utbredningen sker i
 - solens aktivitet, tid på dygnet, årstid, radioföret



OH6AG

26

Elektromagnetiska spektret



OH6AG

27

Utbredningssätt med avseende på spektret

Band	Frekvenser	Huvudsakliga utbredningssätt
VLf	3-30 kHz	Markvåg, jonosfären
LF	30-300 kHz	Markvåg, jonosfären
MF	300-3000 kHz	Markvåg, jonosfären (E-skiktet)
HF	3-30 MHz	Jonosfären (E, F1, F2, Es)
VHF	30-300 MHz	Troposfären, Es, meteorscatter, aurora
UHF	300-3000 MHz	Troposfären
SHF	3-30 GHz	Troposfären

Endast ungefärliga gränser.
(Anpassat ur boken Radio Propagation Principles and Practice)

28

Utbredning i jonosfären: Solen

- ◆ Strålar elektromagnetisk strålning och partiklar som påverkar utbredningen av radiovågor på HF
- ◆ Rotation: 24 d/ekvatorn, 30 d/polerna. Medelvärde 27 dygn, då goda konditioner kan återkomma
- ◆ Solfläckarna kraftiga center för magnetfält
- ◆ Solfläckar och strålningsnivå varierar beroende på solfläckscykeln, (7..17 år, i genomsnitt 11 år), nu nr. 24, se <http://www.sidc.oma.be>
- ◆ Maximum ger goda utbredningsförhållanden upp till och över 50 Mhz

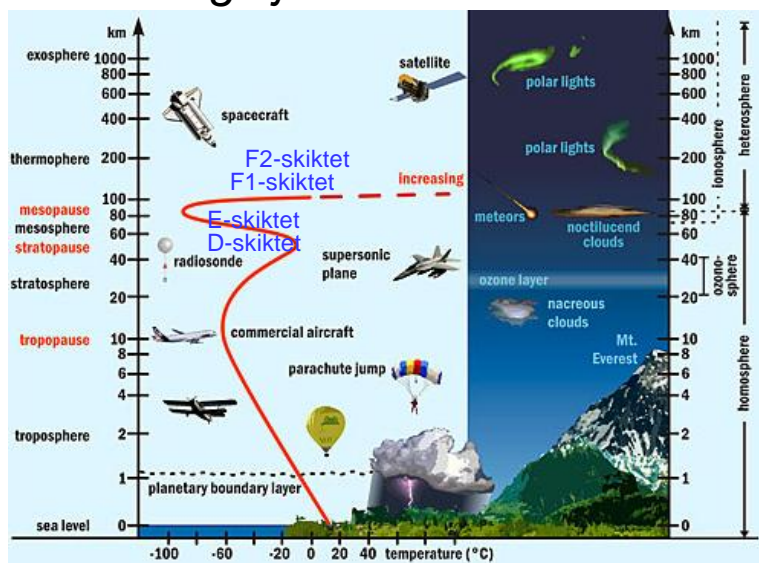
29

Utbredning i jonosfären: Solen

- ◆ Solfläckstalet (SF) beräknas med betoning på kluster av solfläckar i stället för enstaka solfläckar → ur tabellerna ser man ett maximum vart 11 år
- Bättre för bedömning av föret är solens radioflöde på 10.7 cm (2.8 GHz, observation av brusnivån), som beskriver den joniserande strålningens situation, se: <http://www.nwra.com/spawx/f10.html>
- ◆ Strålningen joniserar atomerna i jonosfären, atomer och molekyler → reflekterande ytor
- ◆ Minimum begränsar utbredning av höga HF-frekvenser (liten jonisering).

30

Utbredning i jonosfären: atmosfären



31

Utbredning i jonosfären: D-skiktet

- ◆ D-skiktet är det som börjar påverka radioföret
- ◆ Det lägsta reflekterande skiktet, 55..90 km höjd
- ◆ Existerar endast dagtid
- ◆ Dämpar, reflekterar bara på VLF-området
 - kan släppa igenom 7 MHz och 10 MHz signaler med hög utgångsvinkel, >10 MHz tränger lättare igenom
- ◆ Existerar inte nattetid, hindrar då inte trafik på 1.8 MHz och 3.5 MHz

När ingen annan utbredningsform fungerar, kan scatter via D-skiktet fungera i området 25..100MHz (mycket svag signalnivå).

32

Utbredning i jonosfären: E-skiktet

- ◆ Det mellersta skiktet, på 90..150 km höjd
- ◆ Även detta finns bara på dagen
- ◆ Kan reflektera något dämpande, maximalt hopp ~2000 km
- ◆ Intressant på grund av sina andra fenomen (sporadiskt E, aurora, meteororer)
- ◆ Kan eventuellt inte skiljas från reflektioner från F-skiktet.

33

Utbredning i jonosfären: F-skiktet

- ◆ Viktigast för HF-utbredningen
- ◆ Under den ljusa tiden på dygnet uppdelad i skikten F1 och F2 på ca. 300 km och 400 km höjd
 - F2 är den viktigare av dessa, saknas aldrig helt och hållet
 - kraftigaste jonisationsnivån av alla skikt
- ◆ ett hopp nästan 4000 km

34

Utbredning i jonosfären: Hopp

- ◆ Ett eller vanligen flera hopp, reflektioner från marken eller olika skikt
 - utgångsvinkeln skall vara låg för långa hopp
 - då det gäller antenner för DX eftersträvar man sådana med låg utgångsvinkel, t.ex. loopar och vertikaler.
- ◆ Signalen kan kretsa runt jorden vid goda förhållanden

35

Utbredning i jonosfären: Hopp

◆ Begrepp:

- Kritisk frekvens är den högsta rakt uppåt sända frekvens som reflekteras tillbaka (fås ur jonogram)
http://www.sgo.fi/Data/RealTime/ionogram_f.php
- MUF, maximum usable frequency beräknas ur den kritiska frekvensen och utgångsvinkeln. Den högsta användbara frekvensen, ökar med ökat avstånd
- LUF, lowest usable frequency, den lägsta användbara frekvensen. D-skiktet påverkar mest (ju lägre frekvens, desto mer dämpning). Mot solfläcksmaximum stiger LUF då D-skiktets jonisering ökar.

36

Utbredning i jonosfären: Hopp

◆ Begrepp:

- $MUF < LUF$: förbindelse via jonosfären kan inte fås på någon frekvens
- Greyline (gråzon vid gryning och skymning) påverkar 1.8 MHz och 3.5 MHz DX, se:
<http://dx.qsl.net/propagation/greyline.html>
- Backscatter: Stationerna för nära varandra för F-hopp = signalen "strös" tillbaka till F-skiktet t.ex. från havsytan
- Aurora (norrsken)

37

Utbredning i jonosfären: Störningar

- ◆ Solens störningar (geomagnetiska och jonosfäriska stormar):
 - Materia rymmer från koronan då solens magnetfält inte håller = solvind.
 - Flares → röntgenstrålning (8 min) eller protoner (15 min), plötslig ökning av D-skiktet (SID eller PCA) kan orsaka blockering av 2-30 MHz i timmar
 - CME (massautbrott i koronan) → F-skiktet minskar, D-skiktet förstärks, orsakar aurora, resultat som ovan (kan räcka dagar)

38

Utbredning i jonosfären: Störningar

- ◆ Solens störningar anges med olika index:
 - A-index (0-400) - medelvärde av magnetfältets styrka under dygnet
 - K-index (0-9) - förändring under 3 timmar av magnetfältet utgående från långt grundläge
 - ◆ Indikerar "vädret" i rymden och störningssituationen i magnetfältet
 - Stigande K → sämre HF-före, bättre aurora
 - Högt A → Ofta mycket brus
- Se <http://dx.qsl.net/propagation/>

39

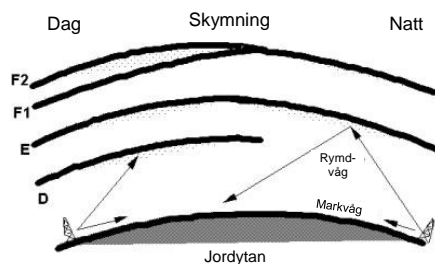
Utbredning i troposfären:

- ◆ VHF, UHF och mikrovågor
- ◆ Som rymdvåg, reflektioner dämpar
- ◆ Troposfärisk utbredning, "Tropo", kanalisering i inversionslager, ("ducting", luftlager med olika temperatur). VHF- och UHF-DX varma sommarkvällar
- ◆ Troposfäriskt scatter: ströreflektioner från regn eller snöfall, dimma, moln, damm, (flygplan) i troposfären

40

Markvåg

- ◆ Våg som breder ut sig som en front längs markytan, när bortom horisonten
- ◆ Beror på markens ledningsförmåga och form
 - vatten och fuktig jord bra, torr mark dålig
 - jämn yta bättre än ojämn
- ◆ Gäller främst låga frekvenser (LF och MF)



41

Andra knepiga utbredningsformer: Aurora

- ◆ Efter en CME (massautbrott i koronan) strömmar elektroner till jonosfären → E-skiktet joniseras
 - $K > 5$ → aurora (norrsken) i luften
 - DX, 28 – 423 MHz reflekteras, HF stockat
 - Molekyler i auroran: syre (blågult, rött) kväve: blått
 - Norrskenet har ojämn och rörlig reflekterande yta → signalkvaliteten försämras, även på VHF/UHF-banderna måste man använda CW (låter "susande")

42

Andra knepiga utbredningsformer: EME

- ◆ Earth-Moon-Earth (månen som "satellit")
- ◆ 50 MHz – 10 GHz frekvenser används
- ◆ Utmaningar: fria rummets dämpning, målet 0.5° stort, Doppler-förskjutning, Faraday-inversion, ojämn reflektionsyta...
- ◆ Krav: känslig mottagare med lågt brus, tillräcklig sändareffekt, noggrann antenneriktning, bra antenn (array)
- ◆ Månen måste synas



43

Andra knepiga utbredningsformer: Meteorscatter

- ◆ En meteor orsakar en joniserad svans när den förbränns i jordens E-skikt → räcker bra för ett kort QSO
 - Mycket snabb CW används
 - Meddelandet hopplockat av bitar
- ◆ 50 MHz, 144 MHz (28..432 MHz)
- ◆ 800 ... 2300 km höjd = DX-möjlighet
- ◆ Årliga meteorsvärmar (Perseiderna mfl.)

44

Andra knepiga utbredningsformer: Sporadiskt E

- ◆ Joniseringsnivån stiger ovanligt högt i E-skiktet i jonosfären
- ◆ Ett reflekterande "moln", som plötsligt kan uppträda, försvinna eller flytta på sig
- ◆ Uppträder på 28, 50, 144 MHz (VHF)
- ◆ Förekommer oftast kvällar eller morgnar under sommarmånaderna
- ◆ Möjliggör t.o.m. 2000 km hopp

45

Andra knepiga utbredningsformer: Satelliter

- ◆ "Repeaterstationer" i omloppsbanor
 - Vanligen av transpondertyp: hör ett frekvensområde och återutsänder samma område på ett annat band
 - VHF, UHF
 - Low Earth Orbit eller elliptiska banor → rör sig i förhållande till jorden (och amatören)
 - AMSAT-organisationen sköter de flesta satelliter
 - ◆ <http://www.rats.fi/rats/amsat-oh/>