

Breibåndsantenner for HF

På jakt etter "HF-ANTENNA"

– Ei antenne for alle bånd (2 - 30 MHz)

• Med:

- Lågt VSWR
- Høg virkningsgrad
- Diagram tilpassa sambandstrekket

– Finns den?

Av og med Helge Dommarsnes LA1DGA

Kvifor treng me breibåndsantenner på HF

- **Mest for militært radioutstyr**
 - Viktig for utstyr med følgjande eigenskapar
 - ALE (Automatic Link Establishment)
 - ACS (Automatic Channel Selection)
 - SFH (Slow Frequency Hopping)
- **Brukes til kort distanse HF-samband, også kalla NVIS - Samband**
(NVIS-Near Vertical Incident Skywave)

Kva krav må ein stille til ei NVIS antenne

- Vertikal utstråling mellom 40 og 90 grader, få minima i dette området
- VSWR bedre enn 3.5:1 i området 2 - 20MHz
- Låge tap
- Små fysiske dimensjonar, og være lett å rigge (mest for militær bruk)

Kva alternativer har me?

- Loop antenner
- Horisontale dipoler og folda dipoler
- Viftedipoler
- Dipoler med last
- Delta loop
- Logperiodiske antenner

Me ser av det overståande at vertikal antenner ikkje er tatt med. Dette av di dei har får låg utstrålingsvinkel for NVIS-samband. T.d. Discone antenne kan brukes på HF, men den blir litt stor...

Loop med areal mellom 2 - 6 kvadratmeter

Kan brukes. Har gunstig strålingsdiagram. Smalbånda. Må ha tilpassingsnettverk. Dette blir svært dyrt viss det skal være hurtig nok til frekvenshopping.

Horisontale dipolar og folda dipolar

I utgangspunktet smalbånda, kan øke båndbredden med å bruke "feitare" elementer. Kan v.h.a elektroniske avstemningseinheiter brukast over eit ganske stort frekvensområde. Problemet her er igjen kompleksitet og kostnad. Folda dipolar har vore brukt med større hell. Det er oppnådd gode breibåndsegenskaper med terminerte folda dipoler, men effektiviteten er lågare enn ynskjeleg.

Viftedipoler

Desse er også populære til NVIS-samband. Mange utgåver med og uten last. Prinsippet med "feite" elementer gjev betre båndbreidde, med R-laster aukar båndbreidda endå meir

Dipolar med last

Resistiv eller reaktiv last for å auke båndbreidda, kan også kombinerast med viftedipoler

Delta loop

Denne er også smalbånda i utgangspunktet, men ein kan auke båndbreidda ved å innføre R-laster. Antenna blir da ein kryssing mellom halvrombeantenna og den terminerte folda dipolen.

Logperiodiske antenner

Er utvilsomt den beste antenna for faste samband. (LPDA-log periodic dipol array) har god effektivitet, stabilt strålingsdiagram og impedans. Problemet med LPDA'en er at den tar stor plass og kan ikkje transporterast på normalt vis

Kan stor båndbredde kombinerast med god effektivitet?

• Tja...

- » Så lenge antenne ikkje blir for kort i forhold til bølgelengden.
- » $FBW = \Delta f / f_0 = 1/Q$ Er kun gyldig dersom $Q \gg 1$
- » Det er ikkje mogleg å oppnå 100% effektivitet på breibåndsantenner ($Q \sim 1$) som er under $1/2$ bølgelengde. Jfr. Chu-Harrington grensa

Chu - Harrington grensa:

Grenseverdi for kor stor effektivitet det er mogleg å oppnå med ei "lita" antenne (antenne $< 1/2$ bølgelengde), og som samtidig skal ha stor båndbreidde ($Q \sim 1$)

Jordforhold påvirker impedans og effektivitet

- Ved HF oppfører jorda seg som eit dielektrikum med mykje tap
- Dårlig jord gir dårligare effektivitet
- Dårlig jord gir betre VSWR
- Jorda påvirker strålingsdiagrammet. Diagrammet "løfter" seg ved dårlig jord

I LF / MF området er jorda reint resistiv.

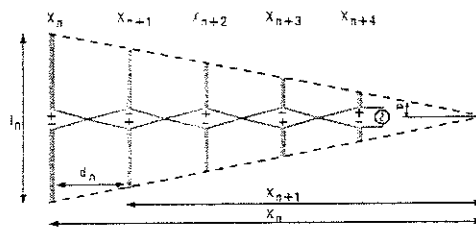
Ved HF optrer den som både resistiv og dielektrisk.

Ved svært kort bølgelender optrer den som eit reint dielektrikum.

Antennas nærfelt er innanfor ein avstand av $1/6$ av bølgelengden. Nærfeltet er eit kraftig reaktivt felt der energien ikkje stålar ut men blir returnert til antenna. Dersom det kommer noko inn i nærfeltet td. jord, vil tapet i dette matrialet påvirke effektiviteten for antenna.

LPDA - Logperiodic dipole array

- ⇒ Utvilsomt den beste antenna til faste installasjoner
- ⇒ Blir uhåndterleg ved låge frekvensar ($f < 10 \text{ MHz}$)
- ⇒ Ikkje særleg "transportabel"



Log. periodisk dipolantenne

Den logperiodiske dipolantenna er utvilsomt den beste breidbåndsantenna til HF-området. Einaste problemet er at den blir i største laget for dei lågare frekvensområda ($f < 10 \text{ MHz}$)

Antenna har resonante elementer for heile frekvensområdet som den er laga for, og har derav høg effektivitet.

Dersom antenna skal tilpassast eit bestemt sambandstrekk er det vanleg å tilte ned i forkant. Dette for å få samme avstand til jord, i bølgelengder, for det elementet som er i resonans for den aktuelle frekvensen. Derav får tilnærma samme "take off" vinkel for heile frekvensområdet.

$$f_2 = t f_1 \text{ og } f_3 = t f_2 \text{ eller } f_3/f_2 = t$$

viss me tar logaritmen av dette får me

$$\ln(f_2/f_1) = \ln(t) \text{ vidare at; } \ln(f_3/f_1) = \ln(t^2) = 2\ln(t)$$

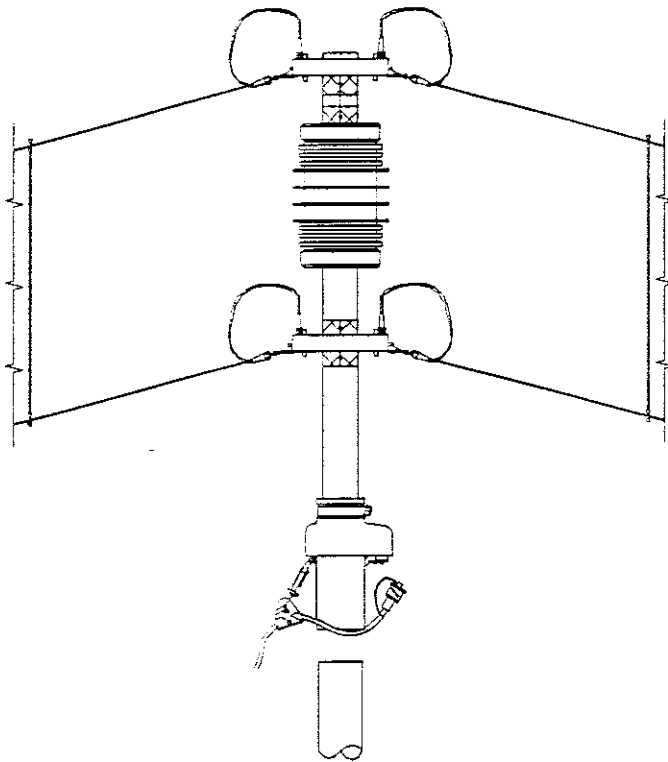
Av dette seier me at antenna er logaritmisk. 't' er skalafaktoren

Terminert folda dipol

- Originalt "Tilted Terminated Folded Dipole" T2FD (Utvikla å slutten av -40 åra av capt. G.L. Countryman)
- Folda dipole med matenettverk og termineringsmotstand
- Det finns mange varianter, originalen var utvikla primært for 7MHz, 300 Ohms matekabel og 400 Ohms terminering
- Comrod produserer i dag en versjon med lengde 50m, og termineringsmotstand 1200 Ohm

COMROD AH-51

Broadband HF-Dipole



Features:

- * 1.6 - 30 MHz
- * With load to obtain broad band characteristics
- * Permitting fast frequency shifts as it does not require adjustments
- * Easy to mount and dismount
- * Require only one mast 8 - 12 m high
- * Compact package for transportation

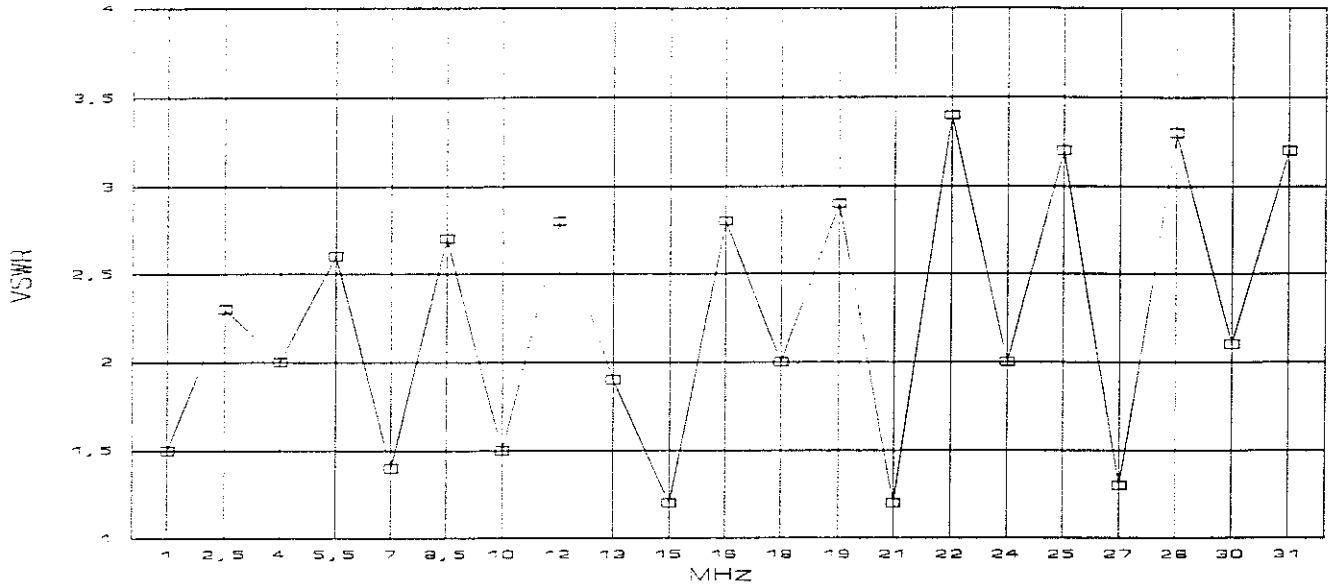
Electrical specifications:

Frequency range	1.6 - 30 MHz
VSWR	Better than 3.5:1 see diagram, overleaf
Nominal impedance	50 ohm
Power rating	400 W PEP
Radiation diagram (Pattern)	Like a dipole antenna, depends on mounting
Connector	Coaxial, custom specified

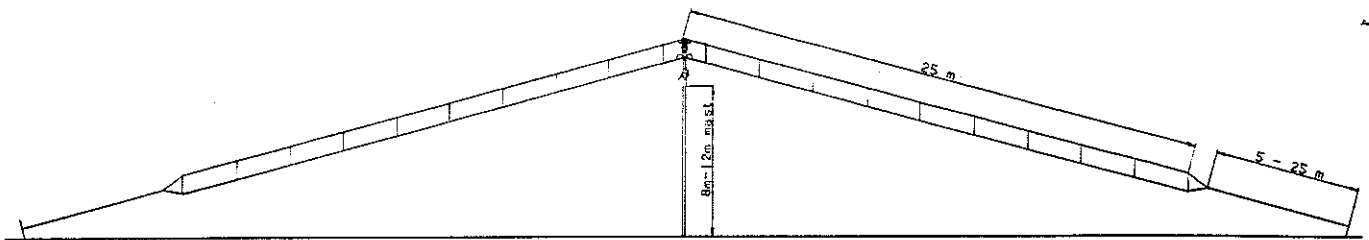
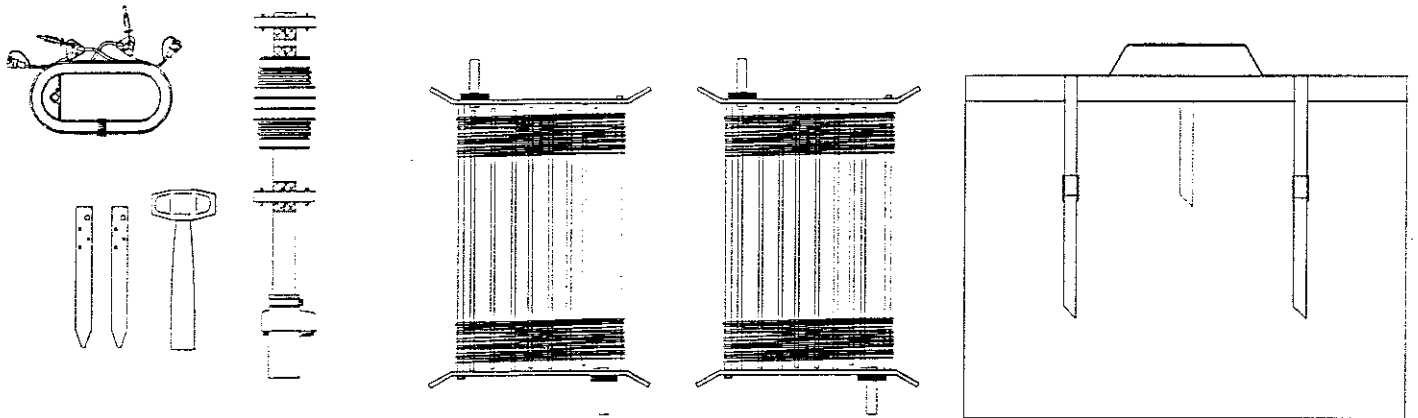
Mechanical specifications:

Design	Centre section with terminals, two dipole arms, a suspension line for each dipole arms and two winders.
Length, dipole arms	2 x 25 m
Length, suspension line	2 x 25 m
Weight, total	8.2 kg
Weight, centre section	4.5 kg

Standing Wave Ratio:



Parts:



Mounting:

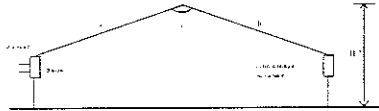
The antenna consists of a centre section with terminals, two dipole arms, a suspension line for each dipole arm and two winders. The centre section fits on a 50 mm mast top. It may be mounted as an inverted "V" with one mast, as a straight dipole with two masts or as a slanted dipole with one mast.

Halv rombic

1.8 - 30 MHz, VSWR < 2:1

Mateimpedans 600 Ohm, terminering R=600 Ohm

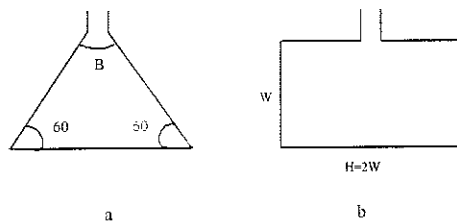
Lengde 30.5m (100 ft)



Radiobølgene vil breie seg denne som i ein "vandreboelgestruktur".
Energien vil breie seg frå balunen og fram mot lasta. Den energien som
ikkje er strålt ut som radiobølger når den når lasta vil bli brukt opp der.
Diagrammet "trekkes" mot lastresistansen etter kvart som frekvensen
aukar.

Loopantenner

- ⇒ Følgande geometri gir best breibåndseigenskapar
 - ⋄ Strøm-minimaene ved antiresonans treffer hjørnene i loopen



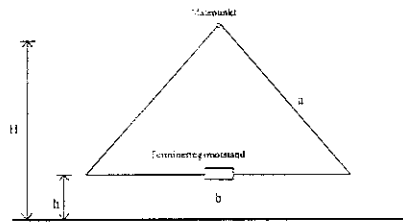
Breidbåndseigenskapane til loopantenner er avhengig av kvar strøm-minimaene havner for dei frekvensane der antenna ikkje er i resonans.

Viss ein ser på strømfordelinga for td. 1.5 bølgelengder ser ein at minimaene havnar i hjørnene av loopen. Dette er gunstig fordi det fører til at minimaene ikkje blir så djupe som ellers. Dette fører til mindre impedansutsving, o me kan dermed tilpasse antenna over eit større frekvensområde.

Toppmating gir minst tap då mindre av nærfeltet kommer ned i jorda (det stråler ut mest energi i nærheiten av matepunktet).

Terminert delta loop

- Kombinerer deltalooopen sine breidbåndsegenskapar med prinsippet for den terminerte folda dipolen

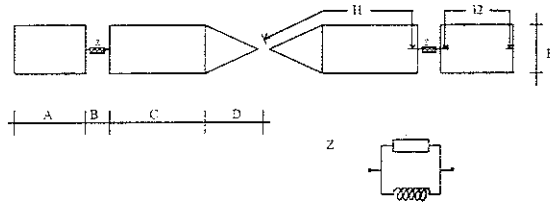


Terminert delta loop (TDL) $a=43.3\text{m}$, $b=24.75\text{m}$, $h=3\text{m}$, $H=15\text{m}$

Her utnyttar ein dei breidbåndsegenskapane ein får utfrå forma på loopen. I tillegg innføre ein terminering motstand som fører til ein betydeleg auke i båndbreidda.

Vandrebølgeantenner

- Bygger på prinsippet om å avslutte ei transmisjonslinje med sin karakteristiske impedans
- Dersom ein bruker ein 1/4 bølge stubb som avslutning vil delen innanfor denne virke som ei vandrebølgeantenne
- Den første antenna etter dette prinsippet var den "Australske dipolen"



Geurtiers[23] versjon av vandrebølgedipol, med 2 tråder.

$$l1=14.63\text{m,}$$

$$l2=8.20\text{m,}$$

$$A=6.4\text{m,}$$

$$B=0.45\text{m,}$$

$$C=12.2\text{m,}$$

$$D=1.25\text{m,}$$

$$E=1.8\text{m}$$

Mateimpedans ca 350 Ohm

Lastresistans: optimal verdi 240 Ohm

Virkemåten er ganske enkel.

Antenna har "feite" element, dette gir større båndbredde

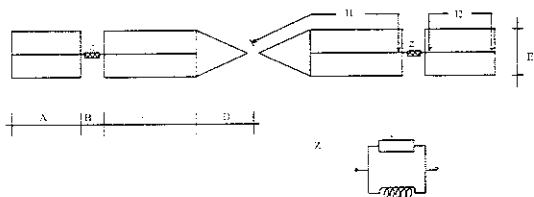
Den ytterste 1/3 virkar som ein 1/4 bølge transmisjonslinjestubb, og virkar dermed som ein "sugekrets" for dei innerste 2/3

Ein får då ein "vandrebølge-struktur" på radiosignalet for den innerste 2/3, medan me har ståande bølge på den ytterste 1/3

Mellom den innerste 2/3 og den ytterste 1/3 er det koplå inn ein krets med ein resistans i parallell med ein spole. Resistansen senkar Q-verdien (og derav økar båndbredden), og spolen betrar tilpassinga i den nederste delen av båndet

Vandrebølgeant. forts.

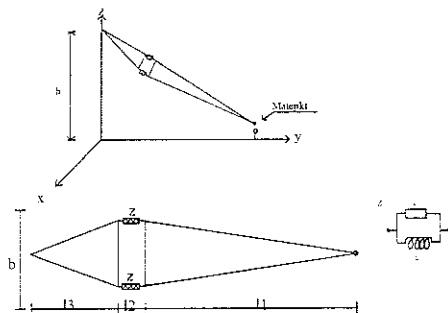
- Seinere kom det nye og forbedra versjonar



Harris[27] versjon av vandrebølgedipolen, 3 tråder. Målene er de samme som Geurtlers versjon

Vandrebølgeant. forts. monopolar

- Halve dipolarmen kan brukast til monopole, prinsippet er det samme. Denne blir kalla "Semi delta"



Figur 32 Semi delta antenna, skrå vandrebølgemonopol.

$$l_1 = 14.65\text{m,}$$

$$l_2 = 0.45\text{m}$$

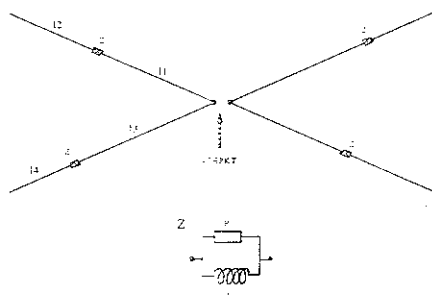
$$l_3 = 8.2\text{m}$$

$$b = 3\text{m,}$$

$$h = 12\text{m}$$

Forbetra viftedipol

- Denne antenna er ein kryssing mellom Australsk dipol og viftedipol



Forbedra vifedipol 23.1m

(FVD 23) $I_1=17.0\text{m}$, $I_2=6.1\text{m}$, $I_3=13.1\text{m}$ $I_4=10.0\text{m}$::

Forlenga versjon 30m

(FVD 30) $I_1=22.1$, $I_2=7.93$, $I_3=17.03\text{m}$, $I_4=13.0\text{m}$

Laster:

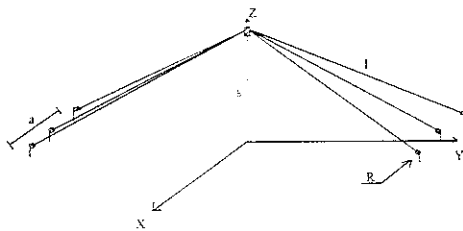
$R=600\ \text{Ohm}$ (7w metalfilm, 2 stk 1.2k i parallell)

$L=32\ \mu\text{H}$ ca 95 tårn 0.9mm spoletråd tettvikla på 25mm spoleform (elektrikker-rør)

Prinsippet er det samme som for den australske dipolen, men her har ein splitta dipolarmane. Ein har deretter innført ein kombinasjon av "stagger-tuning", viftedipol og resistive/induktive laster utover i antennestrukturen.

Terminert viftedipol

- Viftedipol "jorda" i enden med $1k$ motstander



Terminert viftedipol TVD. $l=25\text{m}$, $h=12\text{m}$, $a=10\text{m}$ $R=1k$

Viftedipolen utnyttar prinsippet om at "feite" element gir låg Q og stor båndbredde. Dersom ein jordar endepunktene gjennom ein lastmotstand aukar båndbreidda formidabelt, med ein aukar samtidig tapet i antenna.

Impedanstilpassing

- » Mateimpedans Forbetra viftedipol ca 450 Ohm
 - » Trenger 1:9 balun
 - » Forsøk viste at ein kombinasjon av ei strømbalun og ei spenningsbalun fungerte best
 - » Gunstig å bruke toroidkjerne med høg permabilitet

Oppsummering

- Antenner uten resistive ledd vil alltid gi høgst effektivitet. Dvs, LPDA vil alltid vere den beste breidbåndsantenna
- Det er ikkje mogleg å oppnå 100% effektivitet på ei antenne som er under $1/2$ bølgelengde og som samtidig skal vera breibånda
- Antenner med resistive laster kan vera gunstig der ein har krav om ei lita antenne med stor båndbredde. Antenner der lasta er fordelt utover i antennestrukturen er da å foretrekke.