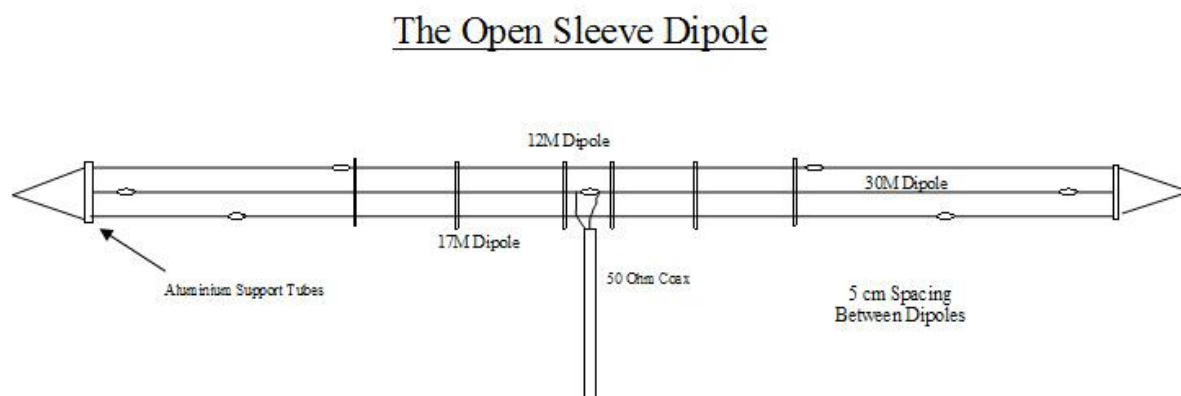


NVIS-antenne for 2 bånd

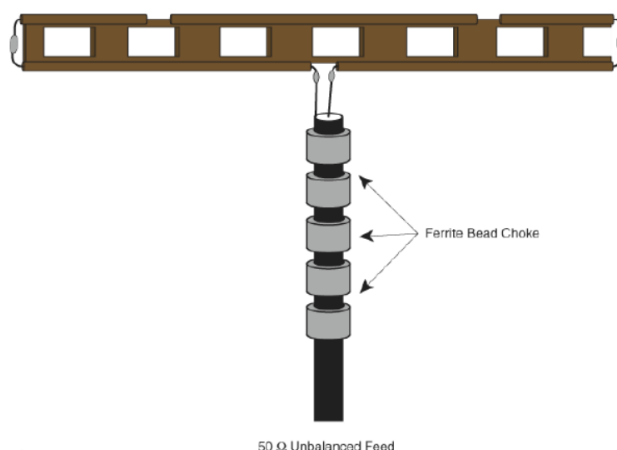
Denne tekniske artikkelen inneholder litt teori og bakgrunnsinformasjon om en antenne som dekker to bånd og er effektiv. Det er vanskelig å realisere en antenne, uten f.eks. traps, som er i resonans på både 80m og 60m. Denne antennen er det. Videre gis en til dels detaljert beskrivelse på hvordan man kan lage en slik antenne og trimme den.

Internett er et fantastisk sted å finne informasjon. Jeg har tilbrakt mange stunder i med å søke etter den «ultimate» antennen. Har ikke funnet den ennå, men jeg kommer stadig over ting som fanger min interesse. Jeg kom over en presentasjon laget av Bill Shanney – W6QR – «HF Update April 2020». Presentasjonen har et avsnitt om en 2-bånds antenne. Den bruker prinsippet som ofte kalles «Open Sleeve»- eller «koblet resonator»-antenne. Man kan ha f.eks. 3 halvbølgedipoler som legges parallelt ved hjelp av avstandsstykker, se Bilde 1. Jeg har forsøkt meg med slike antenner tidligere, og det har litt lett for at de forskjellige trådene vikler seg i hverandre og skaper problemer. Det er bare en av dipolene (den for den laveste frekvensen) som fødes, de andre dipolene «kobles» til den dipolen som er fødet, ved å ha en bestemt avstand mellom trådene. Laveste SWR for de enkelte bånd, justeres inn ved å variere avstand og lengde. Justeringene påvirker hverandre, og det kan fort bli en lang og kjedelig økt for å få trimmet det hele. Jeg forsøkte meg på en for 8 bånd, men det ble bare kaos – for mange ledninger og vanskelig å trimme for tilpasning på alle bånd!



Bilde 1. Open Sleeve Dipole

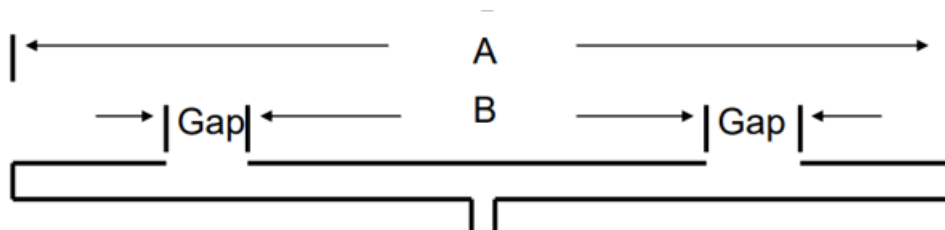
I presentasjonen, finner vi et par sider som omtaler en slik sleeve-antenne, men kun for to bånd. Den er laget med 450-flatkabel, og som Bilde 2 og Bilde 3 viser, så er dette en enkel antenne å lage.



Bilde 2 2-bånds dipolantenne

Vi ser at dipolen for det laveste båndet er foldet, dette gjør at antennen ikke blir så lang. I endene er bare de to lederne loddet sammen. Det kuttes ut to små biter av den øverste lederen for å få til to dipoler. Det er bare den nederste lederen som er kuttet i fødepunktet. Det er, som ved andre balanserte antenner, viktig å få på plass en strømbalun («current choke») i fødepunktet for å stoppe «common mode current» og hindre uønsket utstråling fra fødekabelen.

Jeg hadde bare noen stumper med egnet flatkabel, og jeg ville derfor først prøve å lage en antenne for 15m/10m. Jeg omregnet tabellen i presentasjonen fra W6QR til metriske mål, og kuttet kabelen etter følgende mål: Total lengde (A) lik 6,1m, dipol for 10m (B) lik 4,66m og med et «GAP» på 11cm. Kortslettet endene.



Bilde 3 Dipolantenne med flatkabel

Antennen ble målt med LiteVNA 64 og prøvd i praksis. Målingene var omtrent som forventet, men måtte finjusteres for å treffe i de frekvensene jeg ønsket. Tabellen som finnes i presentasjonen kan brukes som et utgangspunkt dersom man ønsker å lage antennen for andre båndkombinasjoner – vær forberedt på mye cut-and-try!

Innledende forsøk.

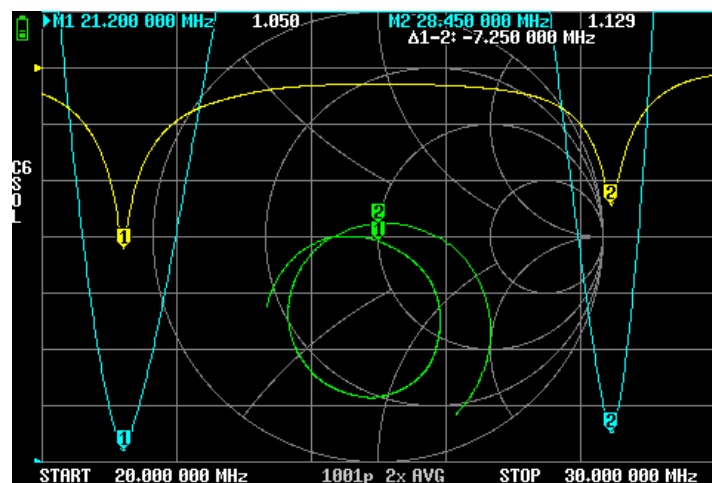
Som allerede fortalt, så ville jeg prøve en antenne for 15m/10m. Jeg kuttet kabelen til 6,13m, avisolerte 1,5cm i hver ende og loddet dem sammen. Så kuttet jeg den ene av lederne på midten, dette er fødepunktet. For å skille de to dipolene, så skal det være et gap på hver legg på 11cm. Jeg kuttet hver halvdel på $4,66/2 + 0,11/2 = 2,39\text{m}$ fra midten. Lag bare ett kutt og brett lederen ut. Grunnen til at jeg kutter midt i gapet, er at jeg vil ha mulighet til å justere litt på lengdene for å plassere resonanspunktet på ønsket sted. Hvis jeg havner for høyt i frekvens, så er det bare å lodde på en liten ledningsstump. Det var en del kutt i små porsjoner for å få riktig tilpasning.

Bilde 4 av current choke og fødepunkt taler for seg selv. Platen for montering er selvfølgelig printet i ABS med en 3D printer.



Bilde 4 Fødepunkt og current choke.

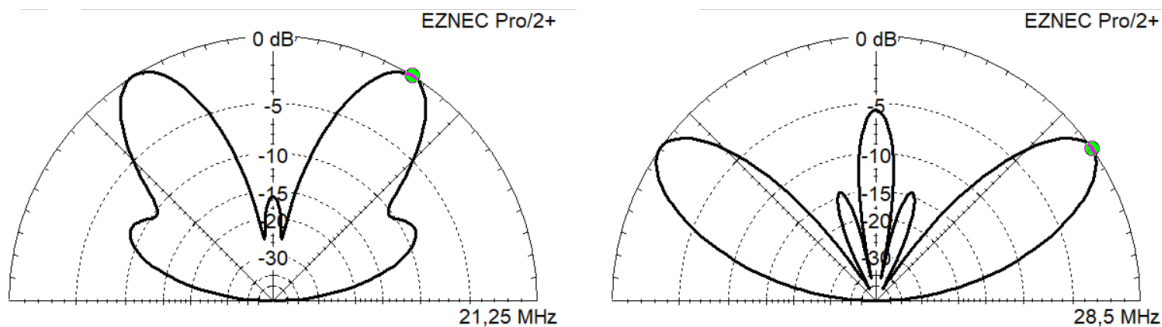
Trimming til rett frekvens var ganske enkelt. Med min LiteVNA 64 får jeg vist punktene for resonans, og tilpasningen kan man ikke klage på. 1,05:1 på 15m og 1,13:1 6m over bakken. Bilde 5 viser målingen for antennen.



Bilde 5 Måleresultat for antennen

Hvordan virker så antennen?

Jeg har ikke prøvd den mye, på sending har jeg bare prøvd 10m på lokalt samband. Det har fungert ganske brukbart. Jeg har forsøkt å lytte på den på begge bånd, og når det har vært forhold, så har den fungert ok på mottaking. Simulering i EZNEC med en høyde på 6m, viser i Bilde 6 strålingsdiagrammene i vertikal retning for begge bånd.



Bilde 6 Strålingsdiagram

Vi ser i diagrammene at utstrålingsvinkelen for begge bånd er relativt høy. Dette viser at antennen sannsynligvis ikke er så god på DX som f.eks. en vertikal antenne eller en horisontal retningsantenne. Jeg har ikke forsøkt å sette antennen vertikalt. Min hensikt var å se om jeg fikk en antenne som virker ok på to bånd nemlig for 80m og 60m, og det var greit å gjøre en prøve på et annet bånd med kortere kabler først.

Så var det å lage antennen for 80/60m. Jeg forsøkte med målene fra den originale tabellen. Etter masse prøving, så fikk jeg ganske bra tilpasning på 80m, rundt 1,2:1 ved 3,7MHz. På 60m var derimot resultatet ikke så bra, mer enn 2,5:1 ved ønsket frekvens. Jeg brukte flatkabel, og hadde ikke muligheten til å gjøre andre endringer enn å justere lengden. Dette innvirket ikke på SWR-forholdet på 60m.

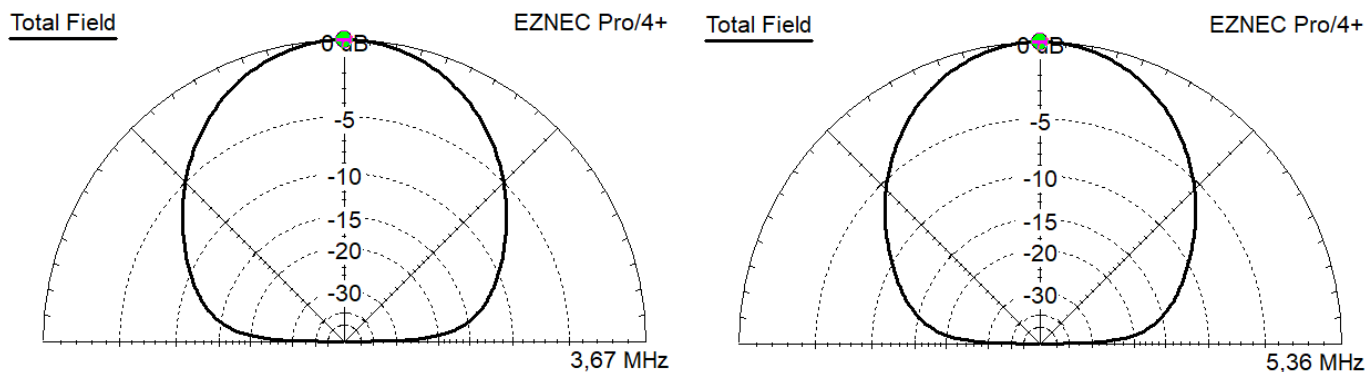
Denne typen antenner har vært beskrevet mange steder, bl.a. i flere utgaver av ARRL Antenna Handbook. I minst en av utgavene er det også formel for å beregne avstanden mellom trådene for at det skal virke optimalt. Disse formlene har jeg lagt inn i et lite program som beregner avstanden. Avstanden er avhengig av den høyeste frekvensen og diameter på ledningen som brukes. (Link til programmet finnes under «Kilder» på slutten av artikkelen.)

Fra tidligere forsøk med denne antennen, så vet jeg at avstanden mellom ledningene bestemmer hvor god tilpasningen skal bli på det øverste båndet der antennen skal brukes. I følge beregningene i mitt program, så skal jeg ha en avstand på 88mm. Jeg har også funnet ut at denne avstanden må «trimmes» for å oppnå best resultat. Jeg valgte derfor avstandsstykker som ga en avstand på 90mm som et utgangspunkt. Ved å bruke teknikken til W6QR, så foldet endene på 80m-dipolen tilbake mot fødepunktet, slik at lengden ble ca. 2x17,5m.

Ved første forsøk fikk jeg resonanspunktene altfor lavt i frekvens, men det er jo lett å endre ved å kutte litt på lengden til begge dipolene. Det som skapte litt problem var å endre SWR-forholdet for 60m, slik at jeg fikk tilpasning.

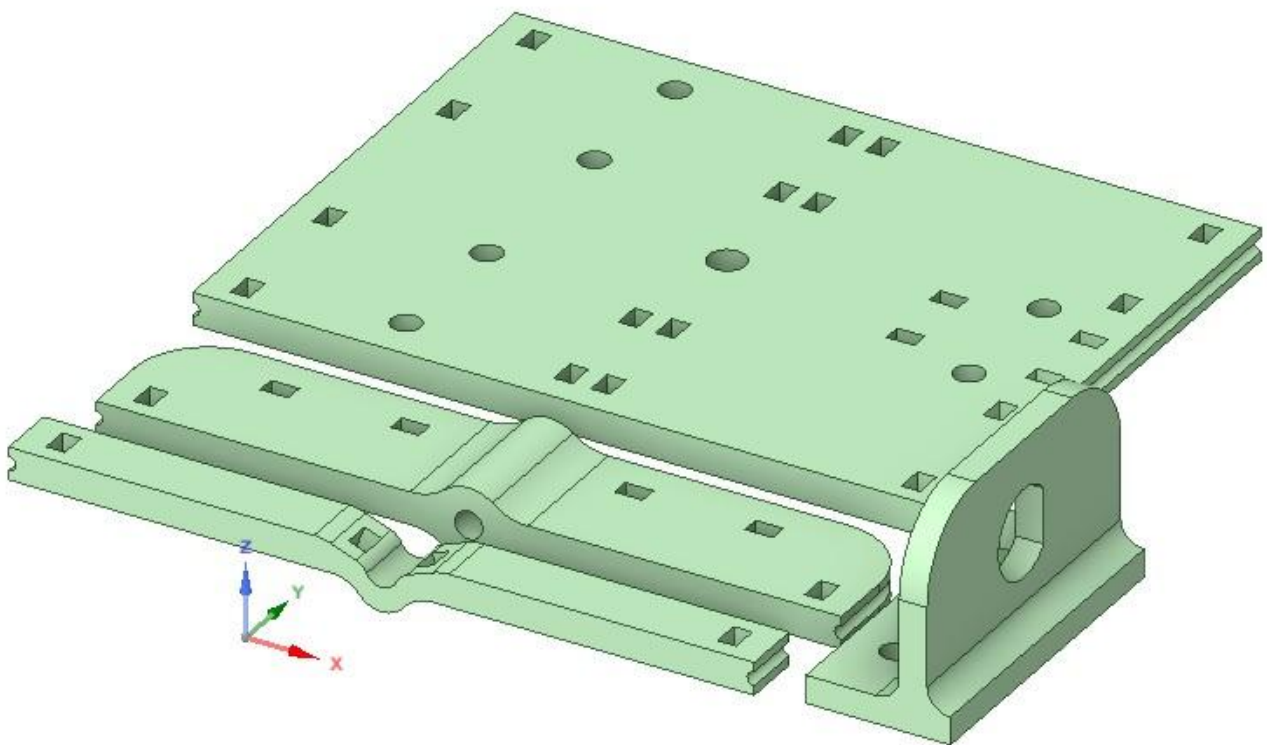
Detaljert beskrivelse.

Videre simulering, mekanisk konstruksjon og utprøving av antennen, har nå endt opp i en utgave med 80mm avstand mellom trådene, et eget midtstykke med current choke og BNC i tillegg til kraftigere endestykker som ender (Bilde 8).



Bilde 7 Vertikale utstrålingsdiagrammer

Det ga fin tilpasning på både 80m og 60m. Simulering av antennen viser at denne antennen har høy utstrålingsvinkel for begge bånd, og ser ut til å egne seg meget godt som en NVIS antenne.



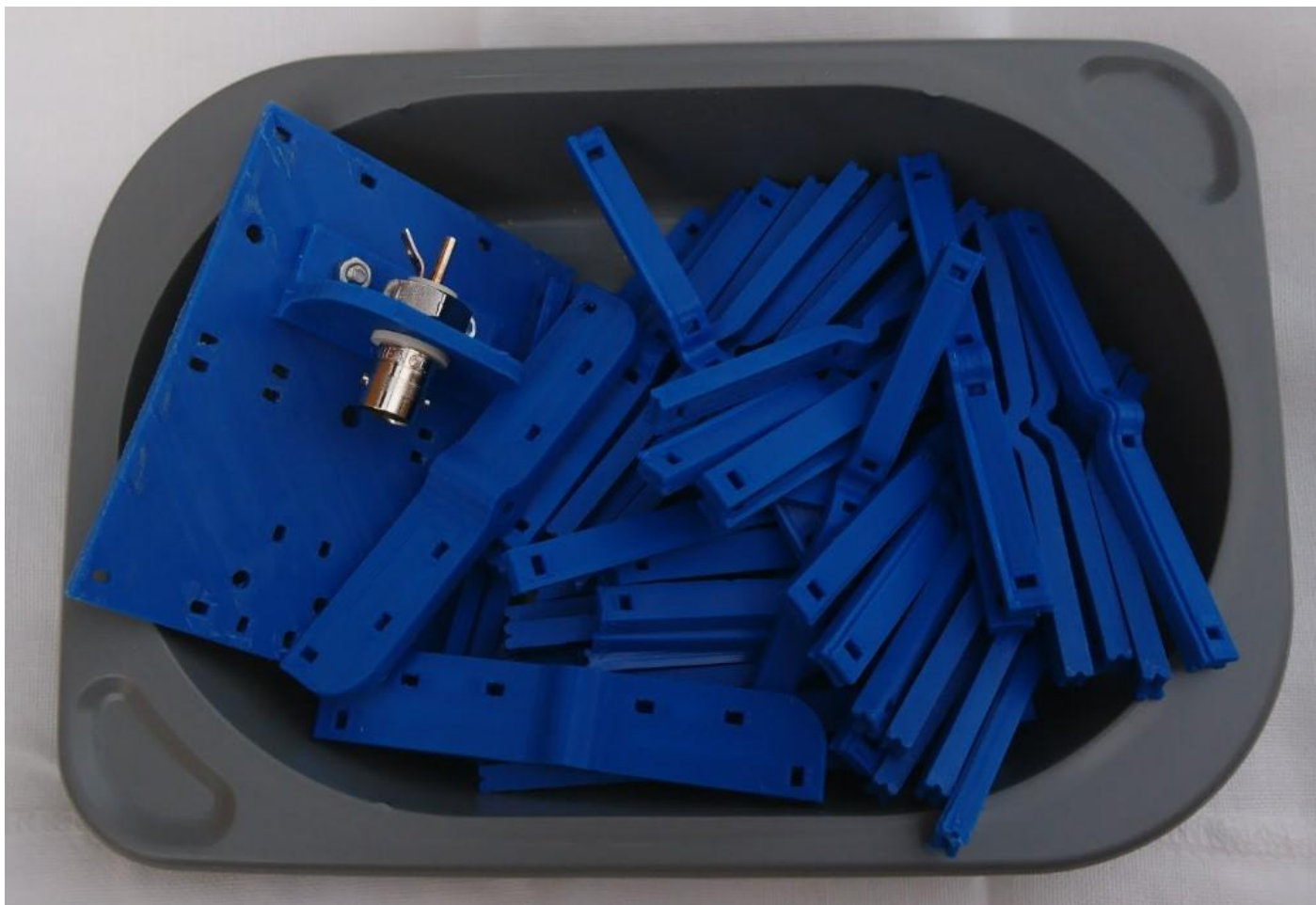
Bilde 8 3D-printede deler

Antennen i den følgende beskrivelsen vil jeg bruke i portable situasjoner, og jeg har derfor valgt å lage den med en tynn antenneråd fra Pneumabeam (se linker på slutten av artikkelen), den er ganske tynn og lett med aramid-fiber som gjør at den er relativt sterk og det viktigste av alt, at den ikke strekker seg.

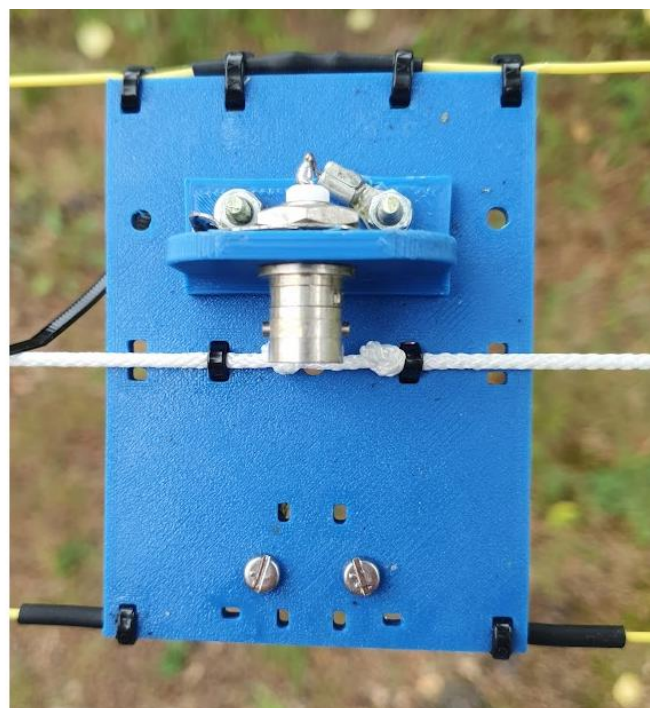
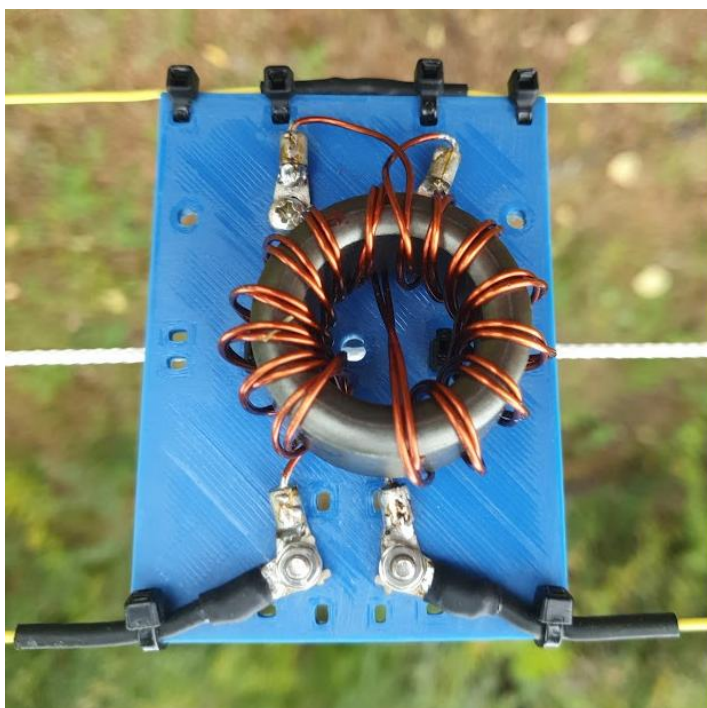
På Bilde 8 ser vi at avstandsstykkene har en grop på midten. I forbindelse med byggingen av antennen, så vil jeg strekke opp en lengde (35-40m) med Dyneema-line, også fra PneumaBeam (se linker på slutten av artikkelen). Det er fint å bruke liner og kabler som ikke strekker seg. Da spares man for at antennen kan endre seg over tid. De firkantede hullene passer for de minste, sorte stripsene som kan kjøpes hos Biltema (Art. nr. 62-715). Jeg vil bare feste avstandsstykkene midlertidig til Dyneema-linen fordi ledningen jeg bruker ikke vil strekke seg. Hvis man skal lage en antenne for mer permanent bruk, så kan man jo beholde Dyneema-linen og bruke vanlig kobbertråd. Et alternativ er jo også å bruke muligheten for å legge til et tredje bånd i det midterste festet, f.eks. 40m eller 30m.

PneumaBeam A/S har også en annen antenneråd som ikke strekker seg. Det er en mye kraftigere tråd med stålkjerne og kobbersjerm rundt. Den egner seg godt, men antennen blir jo en del tyngre!

Først må delene som trengs skrives ut på en 3D-printer. Det er jo nokså mange deler som skal skrives ut, og selve utskriften tar fra 10 til 20 timer, avhengig av utskriftshastighet og ønsket kvalitet. Jeg valgte å skrive ut delene med 100% «infill» som det heter (hel plast, uten luftrom). Det går jo med litt ekstra plast, øker kanskje den mekaniske styrken noe og det viktigste: mulighetene for «vanninntrengning» er minimale. Jeg bruker ca. 60 avstandsstykker, ett midtstykke og 2 endestykker. Bilde 9 viser delene.



Bilde 9 Ferdig utskrevne deler



Bilde 10 Midtstykke med current choke og BNC

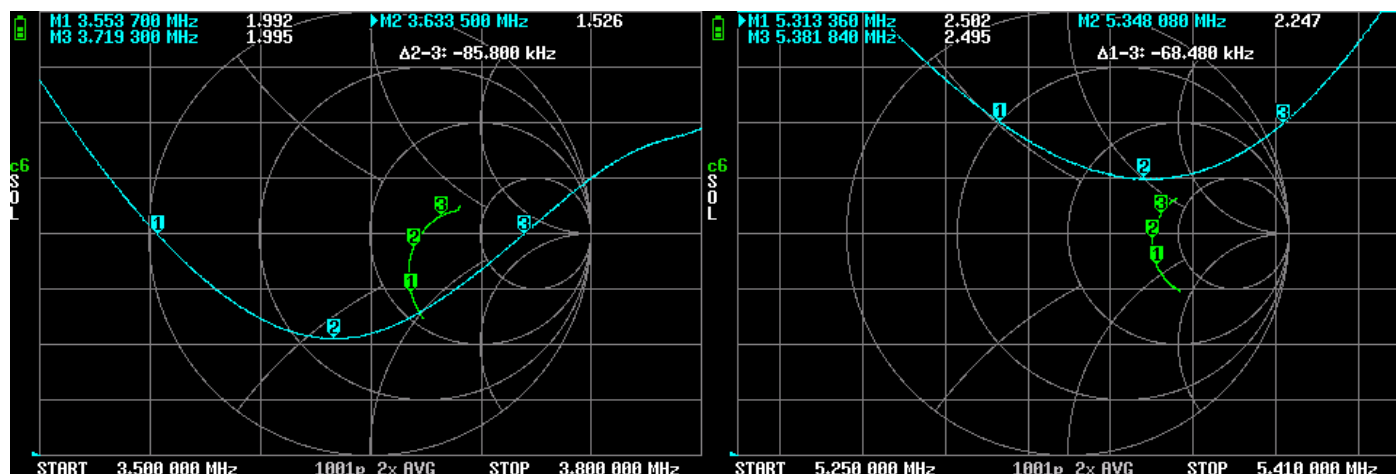
På Bilde 10 ser vi en hvit tråd som går i antennens lengderetning. Den er fra Bilterma og ble brukt under monteringen av antennen. Denne tråden strekker seg ganske mye, og jeg har gått over til å bruke Dyneema-line fra PneumaBeam A/S. Avstandsstykkene monteres bare midlertidig på Dyneema-linen. De bare «sys» fast til den med litt hyssing, for den skal fjernes etter at hele antennen er satt sammen og trimmet.

Så må man måle ut og kutte rette lengder på elementene i antennen. Jeg ville ha resonansfrekvenser på 3,68MHz og 5,36MHz. Etter trimming kom jeg frem til følgende lengder: Det er kanskje sikrest å legge på 10-20cm på hver av ledningene. Hvis man trimmer antennen i «ståhøyde», så vil resonansfrekvensene øke når vi heiser antennen opp i lufta. Jeg tok utgangspunkt i at jeg ville ha en antennehøyde på 6m.

Monteringen av trådene gjøres ved bruk av sorte strips fra Biltema. For å få det hele stabilt, både under montering og den ferdige antennen, så er det viktig at man har en tråd som binder endene på 80m dipolen sammen med 60m dipolen. Bruk gjerne antenneisolatorer og en line som ikke strekker seg. Den må heller ikke lede strøm. Hvis antennen skal brukes som en permanent antenne, så må man være klar over at om man bruker en tråd som suger vann, så vil dette kunne påvirke antennen i vått vær.

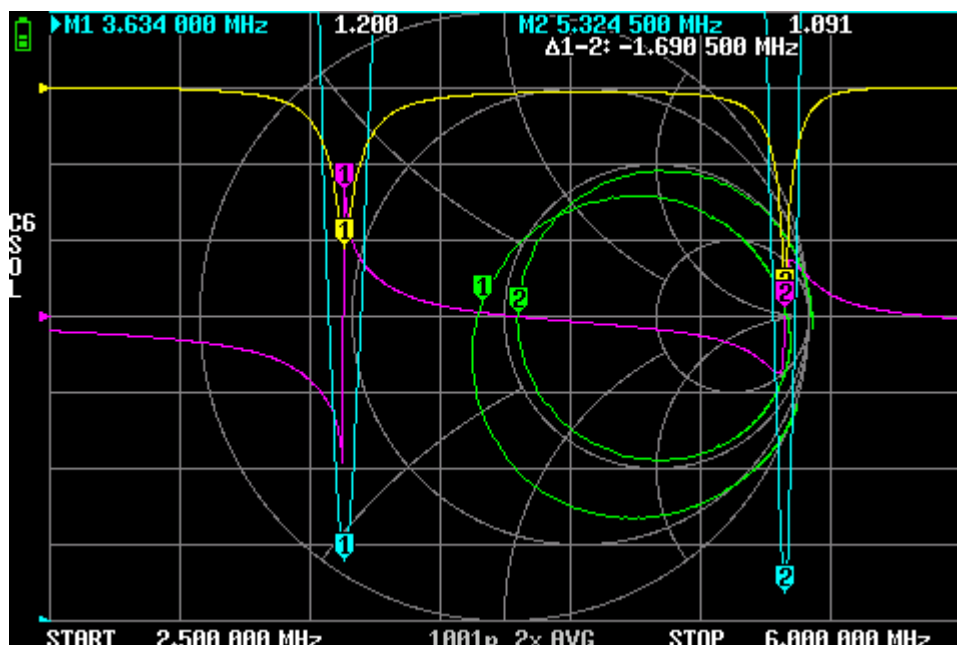
Måleresultater og erfaringer så langt

Antennehøyden under trimming er ca. 1,2m, og resonanspunktene legges lavere enn ønsket verdi fordi resonansen vil flytte seg oppover i frekvens når antennen kommer høyere opp. Måleresultatet vises i Bilde 11, SWR er den blå kurven. Her ser vi at tilpasningen på 60m kunne ha vært bedre. Jeg tror dette skyldes tråddiameteren. Jeg har tidligere laget en tilsvarende antenne, men med tykkere tråd, og der er måleresultatet vist i Bilde 12. Den antennen er også noe lenger, slik at avstanden mellom endepunktene på 60m dipol og 80m dipol (foldback enden) er noe større.



Bilde 11 Trimmet antenne – 80m til venstre og 60m til høyre

Ved å legge inn de målte verdier i programmet «Transmission Line Details» er det totale tapet (kabeltap + tap grunnet SWR) på -0,7dB for 3.65MHz og 25m med RG58 koaksialkabel. For 60m vil tapet være 0,9dB. Dette er akseptable verdier for begge bånd. (Impedanser i fødepunktet: 80m: 75,73-j11,47 og for 60m: 111,4-j12,91).



Bilde 12 Måleresultater for antennen med 1,5mm² tråd – 6m over bakken.

Jeg har testet denne typen antennen over litt tid, både portabelt og stasjonært og den ser ut til å fungere svært godt som en NVIS-antenne. Jeg har dessverre ikke direkte sammenlikninger med enkle dipoler for de to båndene. Plassen tillater ikke at jeg kan ha oppe flere halvbølgedipoler for de lave båndene samtidig. Skal man sammenlikne, så må man ha god avstand mellom antennene som sammenliknes, hvis ikke vil de innvirke på hverandre.

Helt til slutt, og kanskje det aller viktigste er målene hvis du har tenkt å lage en slik antenne. Jeg kan ikke garantere at de målene jeg har på min antenne vil være akkurat de samme for den du eventuelt lager. Mange forhold spiller inn, men her er målene som kan brukes som et utgangspunkt!

Antennens mål:

Avstand mellom dipolene : 80mm

Trådlengde på 60m dipol : 26,8m (13,4m + 13,4m)

Total trådlengde for 80m dipol : $2 \times (17,51 + 0,1 + 3,58) = 2 \times 21,19\text{m}$

Lengde på «fold back» for 80m dipol : 3,58m

Avstand mellom dipolenes endepunkter : 0,53m

Trådtykkelse : 6x0,25mm (0,3mm²)

Overnevnte mål tar ikke hensyn til det som går med av tråd til å feste i isolatorene.

Det går også an tune antennen med riggens interne tuner for båndene 30m til 10m. 40m har derimot for høyt SWR.

Som dere ser i teksten og av bildene av måleresultatene, så har jeg brukt et instrument som heter LiteVNA 64. Et fantastisk instrument som kan brukes mellom 50kHz og 6,3GHz. Vær oppmerksom på kloner!!! Zeenko Store er et trygt sted å handle – der er «originalen» fra Hugen.

Kilder og linker:

<https://w6trw.com/wp-content/uploads/2020/04/HF-Update-April-2020-Talk.pdf>

<https://www.zl2al.com/1558/multiband-sleeve-dipole/>

QST May, 2011 A folded skeleton sleeve dipole for 40 and 20meters, artikkel finnes i denne boka:

<http://radioaficionados.com.ar/revistas/Small%20Antennas%20For%20Small%20Spaces%20Projects%20and%20Advice%20for%20Limited-Space%20Stations.pdf>

<https://kj.skontorp.net/Antennas/ParasiticElementsSE.exe>

Link til filer for avstandsstykker: https://kj.skontorp.net/Antennas/2Band%20antenne_80mm.zip

ARRL Antenna Handbook 22nd Edition Chapter 10.5 «The Coupled-Resonator Dipole»

ARRL Antenna Handbook ??nd Edition Chapter 7-22 «The Coupled-Resonator Dipole»

(<https://dokumen.tips/documents/arrl-antenna-book-07pdf.html?page=1>)

<https://www.pneumabeam.no/categories/antennewire>

<https://www.pneumabeam.no/products/bardun-dyneema>

Link til «Transmission Line Detail»: <https://ac6la.com/tldetails1.html>

Link til Zeenko Store: https://zeenko.aliexpress.com/store/all-wholesale-products/5800447.html?spm=a2g0o.store_pc_home.pcShopHead_1053370924.1