





ZERO RADIO CLUB

RADIATORS

OH0K OH4A OH0V



Antennin desiBeli hävikki

SRAL kesäleiri 2023

Vierumäki

Jukka OH6LI

Tekninen sparraus Reino OH3mA

Paljonko desiBeli on ?

http://www.ab7e.com/weak_signal/6_5_4_3_2_1_0_db.mp3

Perjantai aamun tarina

- Keskitytään antenniin
 - ei syöttöjohtoon
- Ajatukset antennin tekemisessä
- Antennin asentamisessa
- Antennin ylläpitämisessä

- Millä muutoksella syntyy desiBeli hävikkiä

Toimet



- Määritellään malliantenni
- Määritellään rakenteen muutokset
- Mallinnetaan ja ajetaan simulaatiot
- Kirjataan simulaatiotulokset
- Haetaan yhden desiBelin vahvistus hävikki

Malliantenni

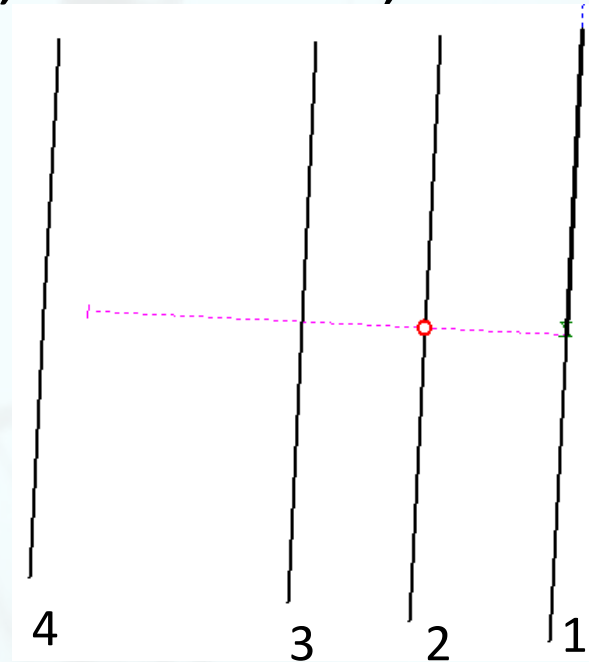
- Valinta: 10m 4 elementtinen yagi
- Taajuudet: 28000, 28400, 28800
- Rakenne häviötön, kiinnitystä ei huomioida

	Paikka	2,5cm halkaisija
Heij	0	264
Syöttö	121	253
Suunt1	228	242
Suunt2	450	232



Malliantenni

	28000	28400	28800
Gmalli (dBi)	9,1	9,2	9,3
SWRmalli	1,6	1,3	1,5



Malliantenni

	28000	28400	28800
Gmalli (dBi)	9,1	9,2	9,3
SWRmalli	1,6	1,3	1,5

Malliantennin geometriaan tehdään muutoksia ja tutkitaan paljonko vahvistus muuttuu

Vahvistus =

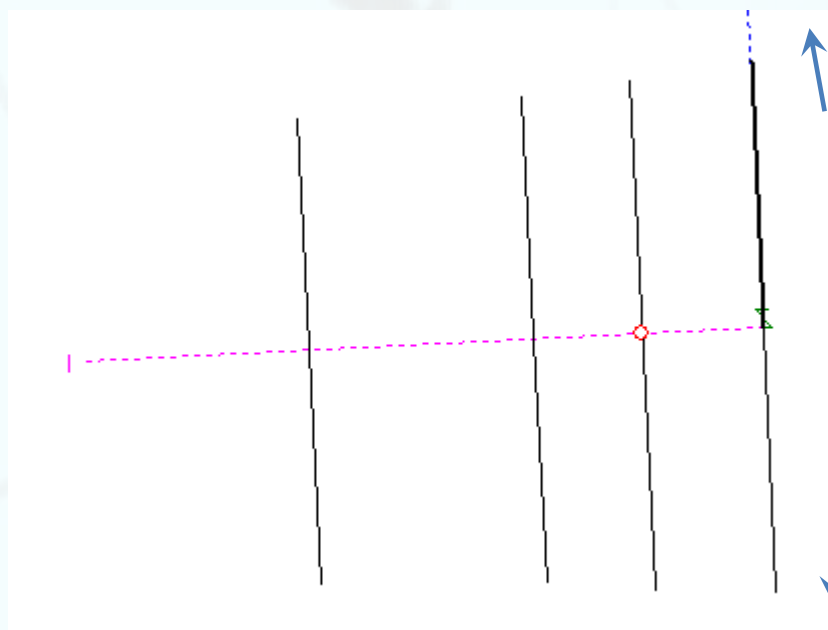
Antennin vahvistus - sovitushäviöt

Rakenteen muutokset

- Elementin pituus
- Elementin paikka
- Elementin vaakasuoruus
- Elementin vinous
- Puomin kierous
- Puomin roikkuminen

Heijastajaan +*cm ja +*cm

	28000	28400	28800
Gmalli (dBi)	9,1	9,2	9,3
SWRmalli	1,6	1,3	1,5



Muutetaan
heijastajan
pituutta

Heijastajaan +3cm ja +3cm

	28000	28400	28800
Gmalli (dBi)	9,1	9,2	9,3
SWRmalli	1,6	1,3	1,5
1G+3+3	9,0	9,1	9,2
1SWR+3+3	1,4	1,2	1,5

6cm pituuden lisäys ei saa aikaan juurikaan muutosta vahvistukseen

Heijastajaan +6cm ja +6cm

	28000	28400	28800
Gmalli (dBi)	9,1	9,2	9,3
SWRmalli	1,6	1,3	1,5
1G+6+6	8,9	9,0	9,2
1SWR+6+6	1,3	1,2	1,5

Vasta 12cm pituuden lisäys saa aikaan mitattavissa olevan muutoksen vahvistukseen

Heijastajaan -6cm ja -6cm

	28000	28400	28800
Gmalli (dBi)	9,1	9,2	9,3
SWRmalli	1,6	1,3	1,5
1G-6-6	8,9	9,2	9,3
1SWR-6-6	2,1	1,5	1,6

12cm lyhentäminen saa aikaan käytännössä mitattavan ja lähes merkittävän muutoksen bandin alkupäähän

Heijastajaan -6cm ja 0cm

	28000	28400	28800
Gmalli (dBi)	9,1	9,2	9,3
SWRmalli	1,6	1,3	1,5
1G-6-0	9,1	9,2	9,3
1SWR-6-0	1,8	1,3	1,5

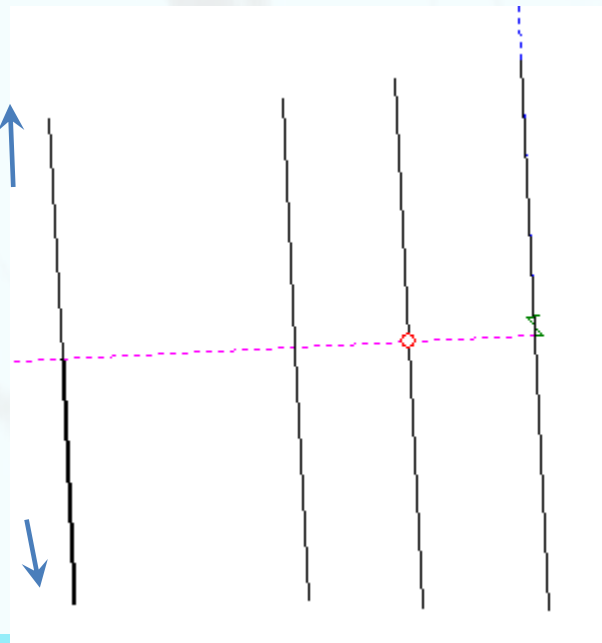
Tässä elementti on lyhennetty 6cm ja siirretty 3cm sivuun keskikohdastaan

Muutos saa aikaan havaittavissa olevan muutoksen bandin alkupäähän

2 suuntaajaan +*cm ja +*cm

	28000	28400	28800
Gmalli (dBi)	9,1	9,2	9,3
SWRmalli	1,6	1,3	1,5

2 suuntaajan
 pituuden
 muutos



2 suuntaajaan -3cm ja -3cm

	28000	28400	28800
Gmalli (dBi)	9,1	9,2	9,3
SWRmalli	1,6	1,3	1,5
4G-3-3	8,9	9,0	9,1
4SWR-3-3	1,7	1,4	1,7

6cm pituuden lyhentäminen ei saa aikaan selkeästi mitattavaa muutosta vahvistukseen

2 suuntaajaan +3cm ja +3cm

	28000	28400	28800
Gmalli (dBi)	9,1	9,2	9,3
SWRmalli	1,6	1,3	1,5
4G+3+3	9,2	9,3	9,4
4SWR+3+3	1,5	1,1	1,7

2 suuntaajan 6cm pidentäminen saa aikaan laskennallisen parannuksen vahvistukseen

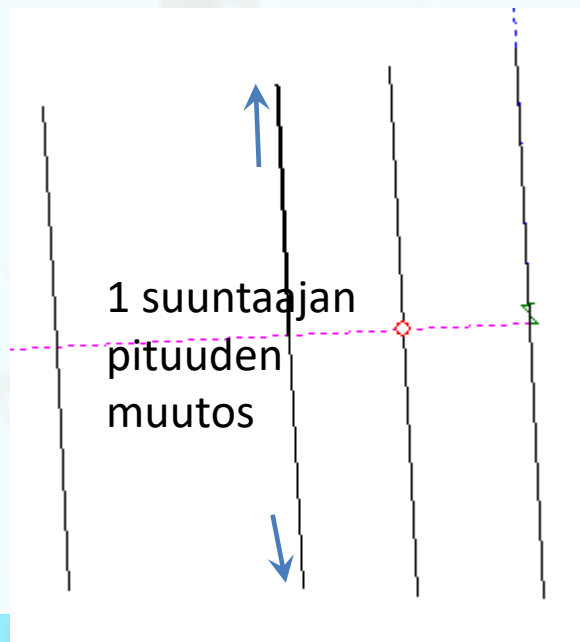
2 suuntaajaan +6cm ja +6cm

	28000	28400	28800
Gmalli (dBi)	9,1	9,2	9,3
SWRmalli	1,6	1,3	1,5
4G+6+6	9,4	9,5	9,5
4SWR+6+6	1,4	1,2	2,3

Toisen suuntaajan 12cm pidentäminen saa aikaan lähes mitattavan parannuksen vahvistukseen bandin alaosassa Yläosassa bandia vahvistus heikentyy hieman

1 suuntaajaan +*cm ja +*cm

	28000	28400	28800
Gmalli (dBi)	9,1	9,2	9,3
SWRmalli	1,6	1,3	1,5



1 suuntaajaan +3cm ja +3cm

	28000	28400	28800
Gmalli (dBi)	9,1	9,2	9,3
SWRmalli	1,6	1,3	1,5
3G+3+3	9,0	9,1	9,2
3SWR+3+3	1,8	1,8	3,2

Ensimmäisen suuntaajan 6cm pidentäminen saa aikaan selkeän heikennyksen bandin yläpäässä

1 suuntaajaan -3cm ja -3cm

	28000	28400	28800
Gmalli (dBi)	9,1	9,2	9,3
SWRmalli	1,6	1,3	1,5
3G-3-3	9,1	9,2	9,3
3SWR-3-3	1,7	1,4	1,1

Ensimmäisen suuntaajan 6cm lyhentäminen saa aikaan selkeän SWR parannuksen bandin yläpäässä

1 suuntaajaan -3cm ja 0cm

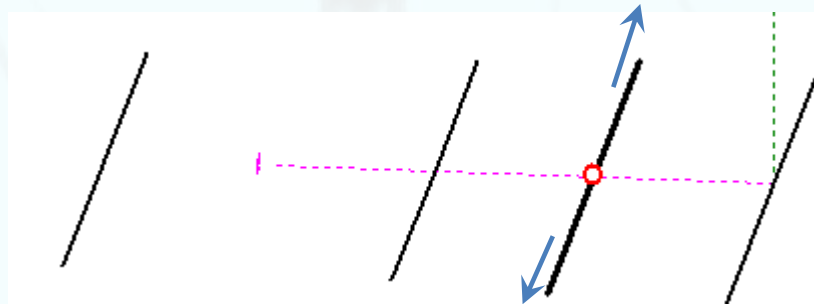
	28000	28400	28800
Gmalli (dBi)	9,1	9,2	9,3
SWRmalli	1,6	1,3	1,5
3G-3-0	9,1	9,2	9,3
3SWR-3-0	1,6	1,3	1,2

Ensimmäistä suuntaajaa on tässä lyhennetty 3cm ja siirretty 1,5cm sivuun puomilta

Muutos aiheuttaa mitattavissa olevan SWR parannuksen bandin yläpäässä

Säteilijään -*cm ja -*cm

	28000	28400	28800
Gmalli (dBi)	9,1	9,2	9,3
SWRmalli	1,6	1,3	1,5



Säteilijän lyhentämisen ja pidentämisen vaikutus

Säteilijään -3cm ja -3cm

	28000	28400	28800
Gmalli (dBi)	9,1	9,2	9,3
SWRmalli	1,6	1,3	1,5
2G-3-3	9,1	9,2	9,3
2SWR-3-3	1,8	1,4	1,8

Säteilijän lyhentäminen 6cm saa aikaan mitattavan heikennyksen bandin yläpäässä

Säteilijään +3cm ja +3cm

	28000	28400	28800
Gmalli (dBi)	9,1	9,2	9,3
SWRmalli	1,6	1,3	1,5
2G+3+3	9,0	9,2	9,3
2SWR+3+3	1,6	1,3	1,5

Säteilijän pidentäminen 6cm ei saa aikaan mitattavissa olevaa muutosta

Säteilijään +6cm ja +6cm

	28000	28400	28800
Gmalli (dBi)	9,1	9,2	9,3
SWRmalli	1,6	1,3	1,5
2G+6+6	9,0	9,1	9,3
2SWR+6+6	1,8	1,6	1,6

Säteilijän pidentäminen 12cm ei saa aikaan selkeästi mitattavissa olevaa muutosta

Puomi mutkalla alaspäin

	28000	28400	28800
Gmalli (dBi)	9,1	9,2	9,3
SWRmalli	1,6	1,3	1,5



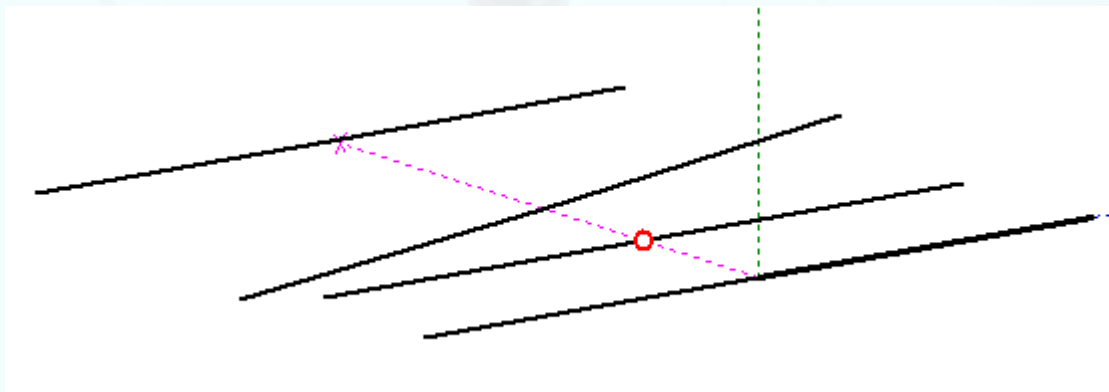
Puomi mutkalla alaspäin

	28000	28400	28800
Gmalli (dBi)	9,1	9,2	9,3
SWRmalli	1,6	1,3	1,5
Heijastaja -9cm, 2 suuntaaja -14cm alempana			
PuG-4-6	9,0	9,1	9,3
PuSWR-4-6	1,6	1,2	1,5

Selkeästi roikkuva puomi ei saa aikaan mitattavissa olevaa muutosta

1 suuntaaja kiertynyt *cm

	28000	28400	28800
Gmalli (dBi)	9,1	9,2	9,3
SWRmalli	1,6	1,3	1,5



Keskitytään 1 suuntaajaan. Kierretään elementtiä puomin ympäri. Elementti pidetään malliantennin mitassa

1 suuntaaja kiertynyt 15cm

	28000	28400	28800
Gmalli (dBi)	9,1	9,2	9,3
SWRmalli	1,6	1,3	1,5

1 suuntaajan kärjet -15 ja 15cm

3\G-15+15	9,0	9,1	9,2
3\SWR-15+15	1,6	1,2	1,4

Kierretään elementtiä puomin ympäri melko selkeästi.
Vahvistus ei muutu mitattavasti.

1 suuntaaja kiertynyt 25cm

	28000	28400	28800
Gmalli (dBi)	9,1	9,2	9,3
SWRmalli	1,6	1,3	1,5

1 suuntaajan kärjet -25 ja 25cm

3\G-25+25	9,0	9,1	9,2
3\SWR-25+25	1,6	1,6	1,1

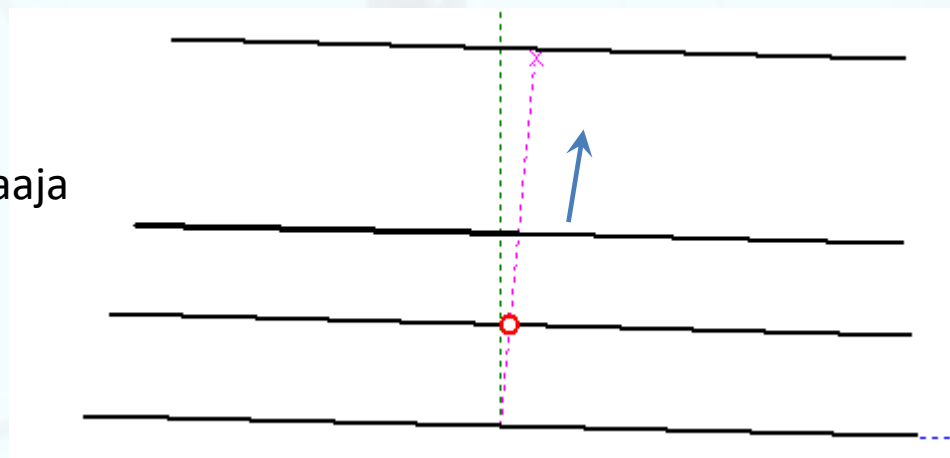
Kierretään elementtiä enemmän.

Saadaan aikaan mitattavissa oleva muutos.

1 suuntaajan paikka *cm

	28000	28400	28800
Gmalli (dBi)	9,1	9,2	9,3
SWRmalli	1,6	1,3	1,5

1, suuntaaja



Siirretään
 elementtiä
 puomilla

Keskitytään 1 suuntaajaan. Siirretään elementtiä puomilla.

1 suuntaajan paikka +3cm

	28000	28400	28800
Gmalli (dBi)	9,1	9,2	9,3
SWRmalli	1,6	1,3	1,5

1 suuntaajan paikka +3cm

3PaiG+3	9,1	9,2	9,3
3PaiSWR+3	1,7	1,3	1,5

Siirretään 1 suuntaajaa puomilla melko selkeästi.
Antennin vahvistus ei muutu mitattavasti.

1 suuntaajan paikka -3cm

	28000	28400	28800
Gmalli (dBi)	9,1	9,2	9,3
SWRmalli	1,6	1,3	1,5

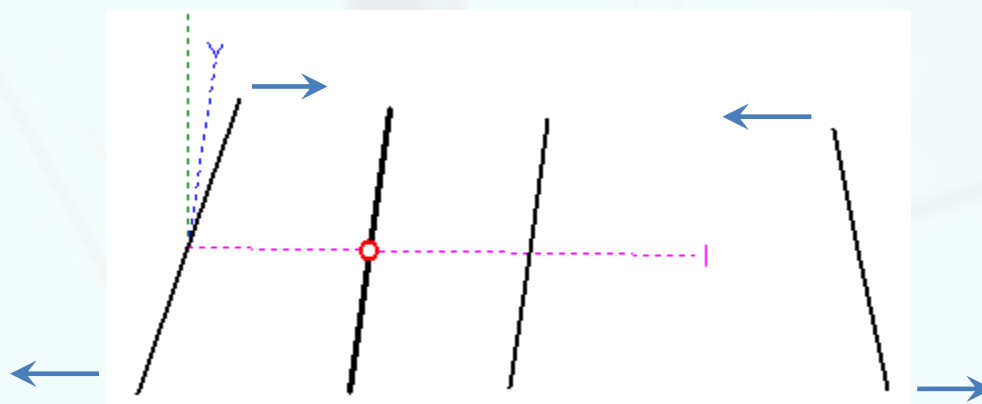
1 suuntaajan paikka -3cm

3PaiG-3	9,0	9,2	9,3
3PaiSWR-3	1,6	1,2	1,6

Siirretään 1 suuntaajaa puomilla toiseen suuntaan.
Antennin vahvistus ei muutu mitattavasti.

Puomi mutkalla kierossa

	28000	28400	28800
Gmalli (dBi)	9,1	9,2	9,3
SWRmalli	1,6	1,3	1,5



Heijastaja sekä toinen suuntaaja ovat vinossa muihin elementteihin nähden + keskenään eri suuntiin vinossa.

Puomi mutkalla kierossa

	28000	28400	28800
Gmalli (dBi)	9,1	9,2	9,3
SWRmalli	1,6	1,3	1,5

Puomi mutkalla, 2suunt+-10cm, heij-+6cm

3PaiG-3	9,1	9,2	9,3
3PaiSWR-3	1,6	1,2	1,5

Elementit tasossa mutta selkeästi vinossa.
Antennin vahvistus ei muutu mitattavasti.



Se simulaatioiden tuloksista.
Lähestytään päätelmiä.



SWR
vaikutus

Sovitushäviöt

- Epäsovitus, SWR, aiheuttaa tehon heijastumista takaisin kohti lähetintä
- Suurempi SWR aiheuttaa suuremman heijastuman, suuremman vaimennuksen

- Netissä taulukoita ja laskimia

<http://www.oh1aj.fi/tekniikka/laskimet/swr-laskin.html> (OH1TV)

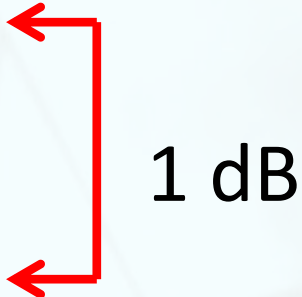
<https://www.everythingrf.com/tech-resources/vswr>

Sovitushäviöt

SWR	Heijastuva teho %	Vaimennus dB
1,0	0 %	0 dB
1,5	4 %	0,2 dB
2,0	11 %	0,5 dB
2,5	18 %	0,9 dB
3,0	25 %	1,2 dB
3,5	31 %	1,6 dB
...		
6,0	51 %	3,0 dB
9,0	64 %	4,1 dB

Sovitushäviöt

SWR	Heijastuva teho %	Vaimennus dB
1,0	0 %	0 dB
1,5	4 %	0,2 dB
2,0	11 %	0,5 dB
2,5	18 %	0,9 dB
3,0	25 %	1,2 dB
3,5	31 %	1,6 dB
...		
6,0	51 %	3,0 dB
9,0	64 %	4,1 dB



1 dB

Sovitushäviöt

- Analyysin muutamassa kohdassa SWR muutos oli niin suuri että aiheutuva heijastusvaimennuksen muutos suhteessa malliantenniin oli vähintään 0,3 dB
- 1 suuntaajaan tehdyt muutokset dominoivat selkeästi
- Selitys: 1 suuntaajassa kulkee suurin virta
 - suurempi kuin säteilijässä

1 dB – saavutettiin se?

- Analyysissä tutkittiin muuttamalla 4 elementtisen yagin rakennetta kokeellisesti, tavoitteena selvittää millainen poikkeama tarvitaan 1 dB muutokseen vahvistuksessa
- Vahvistukseen laskettiin antennin vahvistuksen muutos sekä sovitushäviö

1 dB huononnus - saavutus

- Ensimmäisen suuntaajan ja säteilijän mitassa 6 cm muutos, yli prosentin poikkeama, saa aikaan 1dB huononnuksen
 - Yli 1% poikkeama aiheuttaa 1dB huononnuksen
- Toisen suuntaajan, samoin heijastajan, mitassa 12 cm poikkeama sai aikaan vahvistukseen 1dB muutoksen
 - Yli 2% poikkeama aiheuttaa 1dB huononnuksen

1 dB pudotus – oletuksia

- Elementtien sijainnin, kiertymisen puomin ympäri tai elementtien suuntauksen reippaatkaan poikkeamat eivät saaneet aikaan merkittävää vahvistuksen laskua
- Jotkut poikkeamat tuottivat vahvistuksen suhteen tuloksia yli malliantennin
- Kokonaisuuteen kuuluu antennin suuntausominaisuuksia, joita tässä ei tutkittu

Päätelmiä

1 dB pudotus – käytännössä

- Amatöörit pitävät antennin rakennetta millilleen annettuna faktana, johon ei ole kajoamista
- Vahvistuksen kannalta, jos antennin perus suunnittelu on edes likipitäen kohdallaan, antenni tulee toimimaan varmasti
- Kukaan ei sahaa kahtakaan senttiä pieleen



Kommentteja, kysymyksiä ?

1 dB pudotus – käytännössä

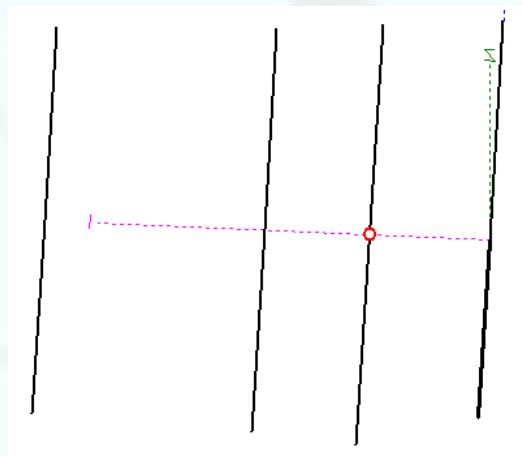
- Amatöörit pitävät antennin rakennetta annettuna faktana, johon ei ole kajoamista
- Vahvistuksen kannalta, jos antennin perussuunnittelu on edes likipitäen kohdallaan, antenni tulee toimimaan varmasti
- Kukaan ei sahaa kahtakaan senttiä pieleen
- Suuntakuvion muutoksista seuraavalla kerralla

Bonus: elementti rikkoutuu

- Elementin toisesta päästä putoaa puolen metrin pala

Heijastajaan -50cm ja 0cm

	28000	28400	28800
Gmalli (dBi)	9,1	9,2	9,3
SWRmalli	1,6	1,3	1,5



Heijastajaan -50cm ja 0cm

	28000	28400	28800
Gmalli (dBi)	9,1	9,2	9,3
SWRmalli	1,6	1,3	1,5
1G-50+0	5,3	5,6	5,1
1SWR-50+0	2,9	2,7	2,8

Tilanne on, että heijastajasta on pudonnut toiselta puolelta puolen metrin pala.

Muutos huonontaa antennina merkittävästi mutta antenni ei ole käyttökelpoton.

2 suuntaajaan -50cm ja +0cm

	28000	28400	28800
Gmalli (dBi)	9,1	9,2	9,3
SWRmalli	1,6	1,3	1,5
4G-50+0	8,1	8,2	8,4
4SWR-50+0	2,1	2,3	3,2

Toisen suuntaajan 50cm lyhentäminen saa aikaan selkeästi mitattavan muutoksen yli koko bandin

Antenni toimii vielä, joskin on heikentynyt merkittävästi

1 suuntaajaan -50cm ja 0cm

	28000	28400	28800
Gmalli (dBi)	9,1	9,2	9,3
SWRmalli	1,6	1,3	1,5
3G-50+0	9,1	9,1	8,9
3SWR-50+0	2,8	3,1	3,8

Ensimmäisen suuntaajan selkeä vaurioituminen tekee antennista käyttökelvottoman vähintään osassa bandia, mutta ei välttämättä koko bandilla

Säteilijään -50cm ja +0cm

	28000	28400	28800
Gmalli (dBi)	9,1	9,2	9,3
SWRmalli	1,6	1,3	1,5
2G-50+0	9,1	9,2	9,3
2SWR-50+0	9,8	7,4	8,6

Säteilijän lyhentäminen 50cm toisesta puoliskostaan tekee antennista käyttökelvottoman

A photograph of a person climbing a radio tower. The tower is a lattice structure with various cross-arms and cables. The person is silhouetted against a clear blue sky. The image has a cyan/blue tint.

ZERO RADIO CLUB

RADIATORS

OH0K OH4A OH0V