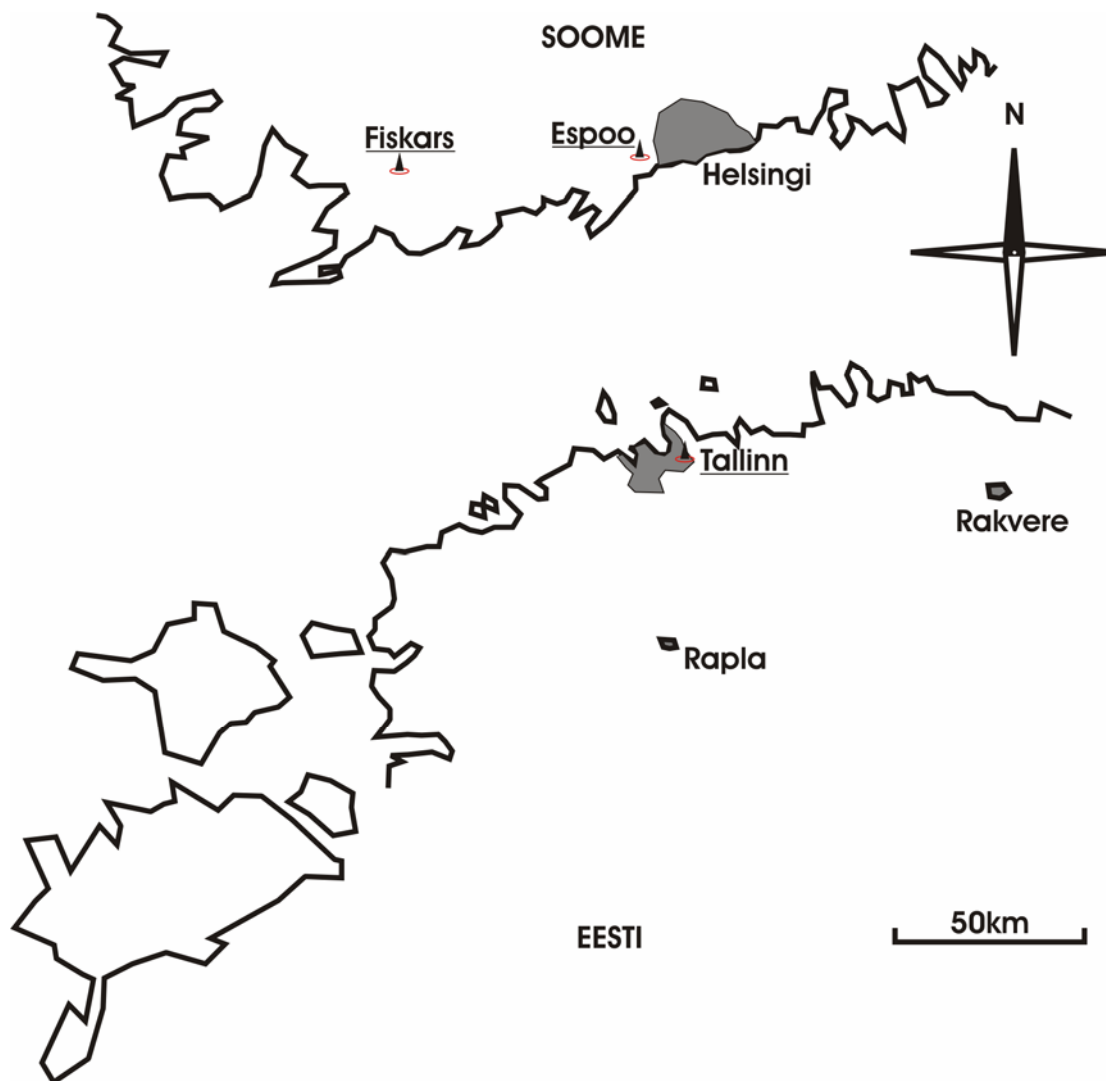


Digi-TV vastuvõtuks Soomest on võimalik kasutada Espoo ja Fiskars saatjate signaali. Kuna Espoo signaal on üldjuhul tugevam, siis kasutatakse vastuvõtuks põhiliselt just Espoo saatjat.

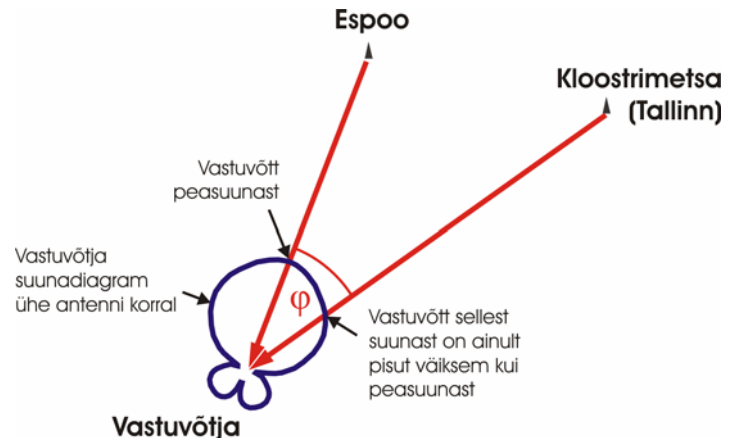


Joonis 1 – Fiskars, Tallinna ja Espoo saatjate asukohad

Mõlemad saatjad töötavad samal sagedusel (kanalid 32, 44 ja 46). Signaal, mis jõuab Eestisse üle Soome lahe, on küllaltki nõrk ning selle vastuvõtul on suureks häireks Tallinna teletorni signaal 45. kanalil, mis on siin tunduvalt suurema võimsusega kui Soome saatjate oma. Teoreetiliselt oleks võimalik kasutada filtrit, mis vastuvõetavast signaalist 45. kanali välja filtreerib, kuid filtri kalded peaks olema väga järsud – sellist filtrit pole praktiliselt võimalik teha.

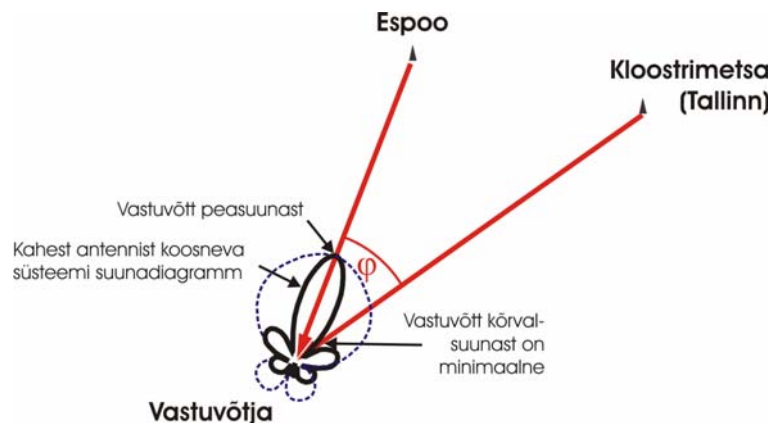
Seetõttu tuleb võtta kasutusele teistsugused meetmed, mis võimaldavad vastuvõttu Espoo saatjast, kuid samal ajal oleks signaali vastuvõtt Tallinna teletornist minimaalne. Mõistlikuks lahenduseks on kahest antennist koosneva antennisüsteemi kasutamine.

Tavalisel antennil on suunadiagramm on suhteliselt lai ja samas saatjate vaheline nurk φ on väga kitsas (vt joonis 2). See tähendab, et antenni võimendus mõlemate saatjate suunas on enam-vähem võrdne. Seega signaalide suhe (nõrk Soome ja tugev Eesti) jääb samaks või teiste sõnadega tavaline antenn ei võimalda ruumilist selektsiooni.



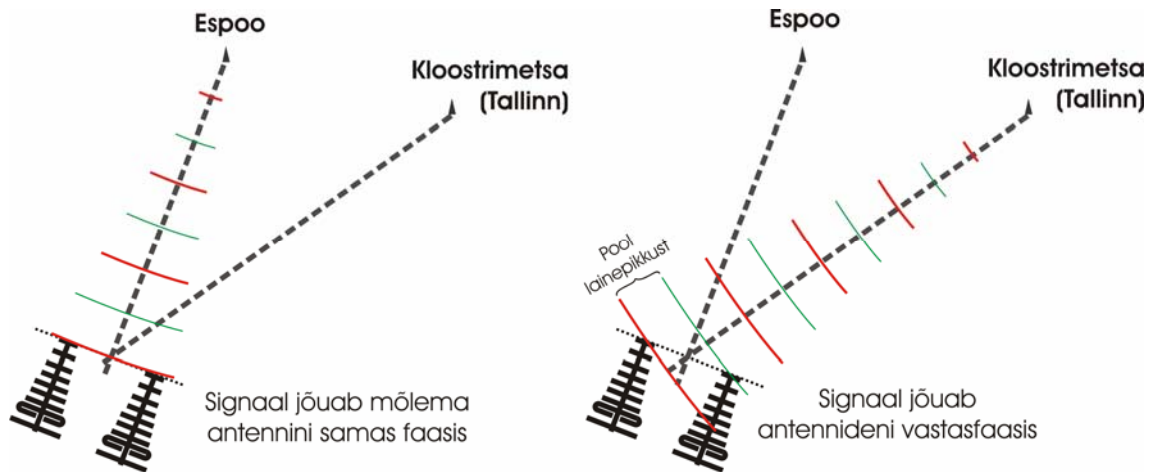
Joonis 2 – Digi-TV vastuvõtt ühe antenniga

Seetõttu tuleb kasutada teistsugust lahendust, mis tagab parema ruumilise selektsiooni. Ilmneb, et kahest antennist koosnev antennide struktuur võimaldab tagada kiirguse peamaksimumi ühe saatja suunas ja miinimumi teise saatja suunas (vt joonis 3).



Joonis 3 – Digi-TV vastuvõtt kahest antennist koosneva süsteemiga

Suunadiagrammi kujunemist selgitab joonis 4. Kui soovime vastu võtta Espoo saatja signaali, siis suunates antennisüsteemi Espoo suunas, jõuab Espoo signaal mõlema antennini samas faasis (ja kummagi antenniga vastuvõetud signaalivõimsused summeeruvad). Kui antennide vaheline kaugus on valitud õige, siis jõuab Tallinna saatja signaal (häiriv) antennideni vastasfaasis, sest üks antenn on saatjast poole lainepikkuse võrra kaugemal. Vastasfaasis signaalid kustutavad teineteist ning seetõttu vastuvõtjasse Tallinna saatja signaali jõuab palju nõrgemana. See tähendabki, et sellest suunast on vastuvõtt minimaalne ehk seal asub suunadiagrammi miinimum.

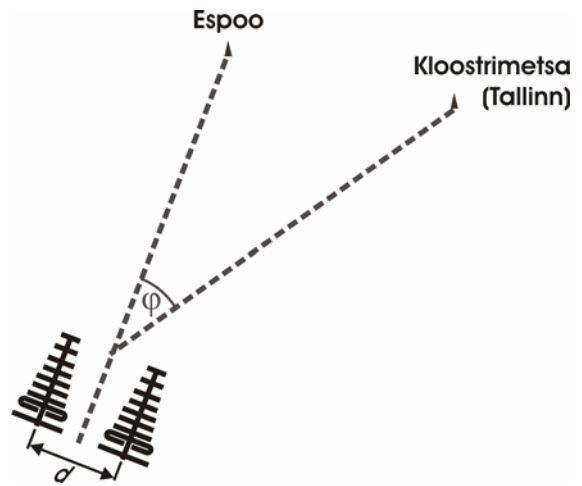


Joonis 4 – Signaali frondi jõudmine antennideni Espoo ja Tallinna saatjatelt.

Antennisüsteemi kuulub niisiis kaks antenni. Selleks, et tagada Tallinna või Espoo saatja suunal miinimumi, tuleb antennid paigutada üksteisest teatud horisontaalsele kaugusele (vt joonised 5 ja 6). See kaugus on arvutatav valemiga:

$$d = \frac{150}{F_{MHz} \sin \varphi}$$

kus d on kahe antenni vaheline kaugus [m],
 φ on Espoo ja Tallinna saatja vaheline nurk [°],
 F_{MHz} on häireallika sagedus megahertsides [MHz] (Tallinna saatja töötab 45. kanalil, mille sagedus on 666 MHz),



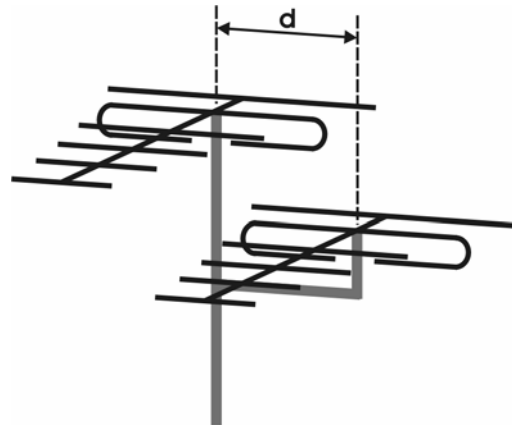
Joonis 5 – Antennide vahekaugus ja kaablite ühendamine võimendisse

Tabel 1 – Antennidevaheline kaugus sentrimetrites, kui häirivaks kanaliks on kanal 45 (666MHz)

Kanal 45	Vastuvõtuanennide vaheline kaugus d (cm)
	Sagedus (MHz)
Saateantennidevaheline nurk φ	666
60	26
58	27
56	27
54	28
52	29
50	29
48	30
46	31
44	32
42	34
40	35
38	37
36	38
34	40
32	43
30	45
28	48
26	51
24	55
22	60
20	66
18	73
16	82
14	93
12	108
10	130
8	162
6	215
4	323
2	645

Kõrvaltoodud tabelis on toodud antennide vajalik vahekaugus sõltuvalt nurgast ja sagedusest.

Tuleb tähele panna, et näiteks $F = 666 \text{ MHz}$, $\varphi = 40^\circ$ korral tuleb antennide vahekauguseks $d = 35 \text{ cm}$, mille saavutamiseks tuleb antennid vertikaaltasapinnas teineteisest erinevale kõrgusele tõsta nagu näidatud järgmisel joonisel.



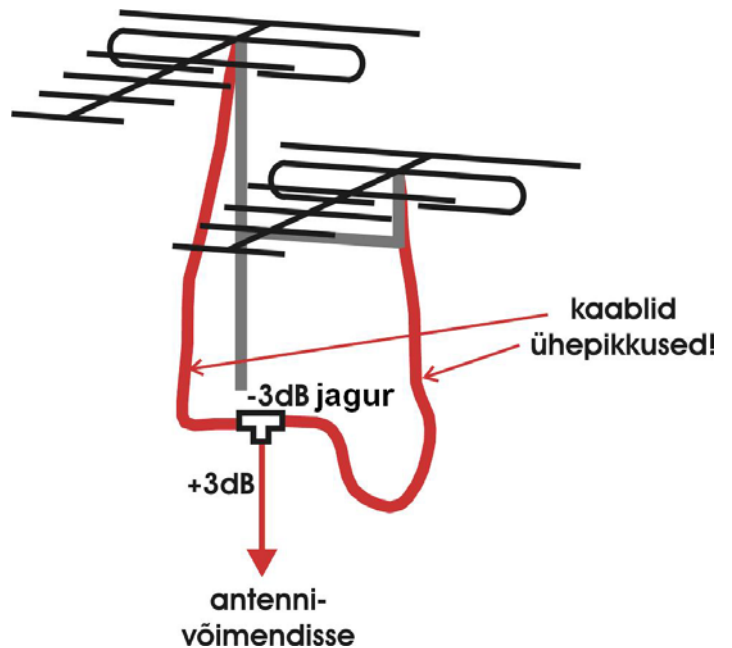
Joonis 6 – Antennide vertikaalne nihutamine

Espoo ja Tallinna saatjate vaheline nurk sõltub vastuvõtja asukohast ning see tuleks määrata kaardilt malliga (kaardina võib kasutada joonist 1).

Antennisüsteem peab olema suunatud soovitud saatja suunal nagu näidatud joonisel 5 (soovitud saatja: Espoo). Sellisel juhul on antennisüsteemi suunadiagrammi maksimum Espoo suunal ja miinimum Tallinna saatja suunal.

Signaalide liitmine toimub -3dB jaguris ning kaablid antennist jagurini peavad olema täpselt ühepikkused (vt joonis 7), et tagada signaalide sünfaasne kokkuliitmine.

Sünfaasse liitmise korral kasvab kasuliku signaali võimsus jaguri väljundis $+3\text{dB}$, mis on sellise kahest antennist koosneva antennistruktuuri üheks oluliseks plussiks.



Joonis 7 – Kaablid antennist jagurini peavad olema täpselt ühepikkused

Täiendavad häireallikad

Lisaks Tallinna saatjale võivad häirijana mõjuda ka teised Soome digi-TV saatjad. Meie vastuvõttu puudutab neist enim Fiskars saatja, kuna mõlema signaal kostub ka Eestisse ning nii Espoo kui Fiskars töötavad samadel kanalitel: 44. ja 46. kanalil.

Kui viibida nendest saatjatest erineval kaugusel, võib vastuvõtt olla häiritud, kuna signaalid jõuavad vastuvõtjani ajalise nihkega. Kui saatjad on küllalt lähedal, siis see häiring probleeme ei põhjusta, kuna digitaaltelevisioonis kasutatavas OFDM-modulatsiooniviisis on sisse viidud nn ajalised kaitseintervallid, mis vähendavad ajaliselt nihutatud signaalide vastuvõtul tekkivaid häireid. Just seetõttu on Soomes vastuvõtt nii Espoo kui ka Fiskars masti juures hea ning digi-TV vastuvõtul probleeme pole.

Eesti asub mõlemast saatjast aga küllaltki kaugel ja seetõttu ei taga kaitseintervall enam piisavalt kaitset. Teise saatja signaal jõuab vastuvõtjani alles siis, kui esimese saatja ajalise kaitseintervall on lõppenud ja seega toimib teine saatja esimese suhtes hoopis häirijana. Järelikult on Eestis võimalik digi-TV signaali vastu võtta kas Espoo või Fiskarsi saatjast, mitte mõlemast korraga.

Selleks, et tagada signaali minimaalne vastuvõtt Fiskars saatjast, tuleks selle saatja suunale tekitada suunadiagrammi miinimum. Selle ülesande lahendamine on aga küllaltki keerukas, kuna antennisüsteemi struktuur (antennide vahekaugus) on Tallinna saatja nurgaga juba määratud ning seega struktuuri muuta ei saa. Olenevalt vastuvõtu asukohast asuvad kõik saatjad erineva nurga all (ja erinevas järjekorras), mistõttu ei saa siin anda universaalset lahendust.

Saatja	Multiplex A (kanal)	Kanali kesksagedus (MHz)	Multiplex B (kanal)	Kanali kesksagedus (MHz)	Multiplex C (kanal)	Kanali kesksagedus (MHz)
Espoo	32	562	44	658	46	674
Fiskars	32	562	44	658	46	674
Tallinn			45	666	59	778