TARBIJAKAITSE JA TEHNILISE JÄRELEVALVE AMET

Rahastanud Euroopa Liit NextGenerationEU

Eesti tuleviku heaks

Haldusorgan: Tarbijakaitse ja Tehnilise Järelevalve Amet (TTJA)
Registrikood 70003218
Endla 10 A , 10142 Tallinn
tel 667 2000
info@ttja.ee

(14.10.2025)

JÄRELEVALVEMENETLUSE MENETLUSTOIMINGU PROTOKOLL

Menetlustoiming:
paikvaatlus

Menetlustoimingu tegemise aeg ja koht:
Kuupäev: 14.10.2025, kellaaeg: 11:00 … 16:00.
Mõõtepunktide asukohad:

1. 5200012 Vanaküla-Kivimäe tee, Vanaküla / Gambyn, Lääne-Nigula vald, Lääne maakond, koordinaadid 59.115481, 23.589626
2. 5200005 Metskonna-Höbringi tee, Höbringi küla / Höbring, Lääne-Nigula vald, Lääne maakond, koordinaadid 59.139722, 23.575833
3. 5200010 Höbringi-Aulepa tee, Vanaküla / Gambyn, Lääne-Nigula vald, Lääne maakond, koordinaadid 59.115159, 23.586447
4. Hara küla / Harga, Lääne-Nigula vald, Lääne maakond , koordinaadid 59.089205, 23.523726
5. Hara-Kudani tee, Kudani küla / Gutanäs, Lääne-Nigula vald, Lääne maakond, koordinaadid 59.072611, 23.504642
6. Juurika tee, Telise küla / Tällnäs, Lääne-Nigula vald, Lääne maakond, koordinaadid 59.054167, 23.453056
7. Suurekivi, Sutlepa küla / Sutlep, Lääne-Nigula vald, Lääne maakond, koordinaadid 59.057984, 23.603405

Menetlustoimingu läbiviijad: Valter Õunapuu (TTJA Sagedushalduse büroo peaspetsialist (SHB), Veikko Tunnel (TTJA sagedushalduse büroo televisiooni ja satelliitside ekspert (SHB))

Menetlusosaliste andmed:

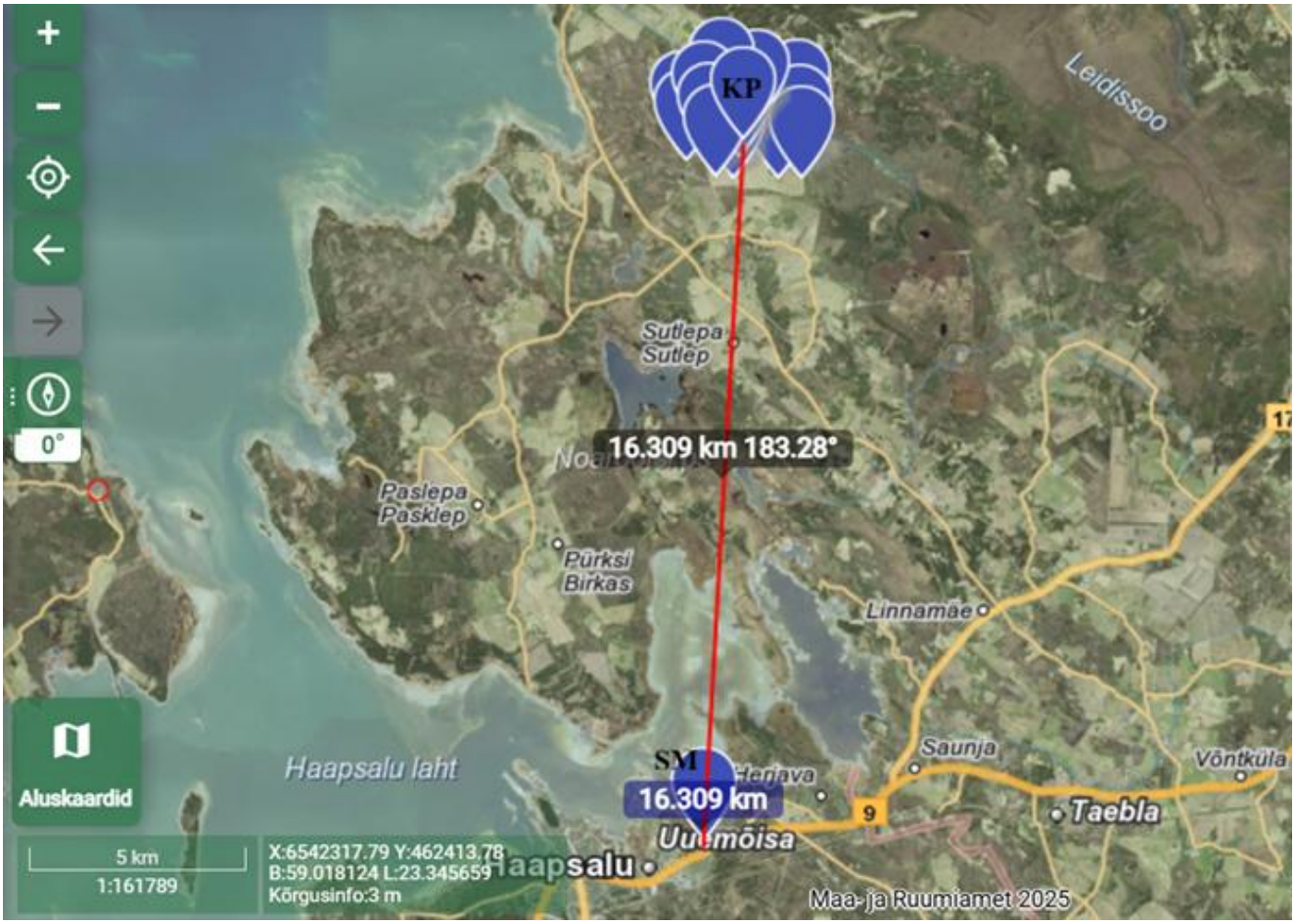
Mõõtmised teostatakse eelnevalt kirjeldatud seitsmes mõõtepunktis menetlusaluse Enefit Green AS´ile kuuluva Aulepa tuulepargi ümbruses. Mõõtepunktid ning menetlusalused objektid on märgitud Maa-ja Ruumiameti kaardirakendusse X-GIS: https://xgis.maaamet.ee/xgis2/page/link/dZttUGFU. Projekti finantseeritakse Euroopa Liidu taasterahastu NextGenerationEU vahenditest.

Menetlusalused objektid:
Aulepa tuulepark**:** (keskpunkti koordinaadid 59.090236, 23.608723), mille valdajaks on Enefit Green AS (registrikoodiga 11184032). Pargi koosseisu kuulub 16 tuulegeneraatorit [1], koguvõimsusega 48 MW. [2] Tuulegeneraatori masti kõrgus on 90 meetrit, rootori läbimõõt 100 meetrit (laba pikkus ca. 50 meetrit).[3]

Joonis 1 Aulepa tuulepark 16 tuulegeneraatoriga T1-T16 ning märgitud pargi keskpunkt KP.

Haapsalu Uuemõisa ringhäälingu saatemast**:**
Koordinaadid 58.945589, 23.587992. mille valdajaks on AS Levira (registrikoodiga 10203566). Edastatavad hinnatavad programmid:
Multipleks MUX1, kanal E28, kesksagedus 530MHz, kanalid DVB-T standardis ETV, ETV2 ja ETV+ SD formaadis. Saateantenni kõrgus 117 meetrit, peakiire suund ring, kiirgusvõimsus 0,3kW, polarisatsioon horisontaalne. [4]
Multipleks MUX7, kanal E42, kesksagedus 642MHz, kanalid DVB-T2 standardis ETV, ETV2 ja ETV+ HD formaadis. Saateantenni kõrgus 112 meetrit, peakiire suund ring, kiirgusvõimsus 0,7kW, polarisatsioon horisontaalne. [5]

[1] https://et.wikipedia.org/wiki/Aulepa_tuulepark
[2] https://tuuleenergia.ee/tuuleenergia-eestis/
[3] https://et.wikipedia.org/wiki/Vanak%C3%BCla_tuulepark *Märkus: Aulepas kasutusel identsed WinWindi tuulegeneraatorid.*
[4] Levira Digilevi saatejaamad 01.07.2025.xlsx
[5] Levira DTT programmid 18.08.25.xlsx



Joonis 2 Haapsalu Uuemõisa saatja SM ning kaugus ja suund mõõdetuna Aulepa tuulepargi keskpunktist KP.

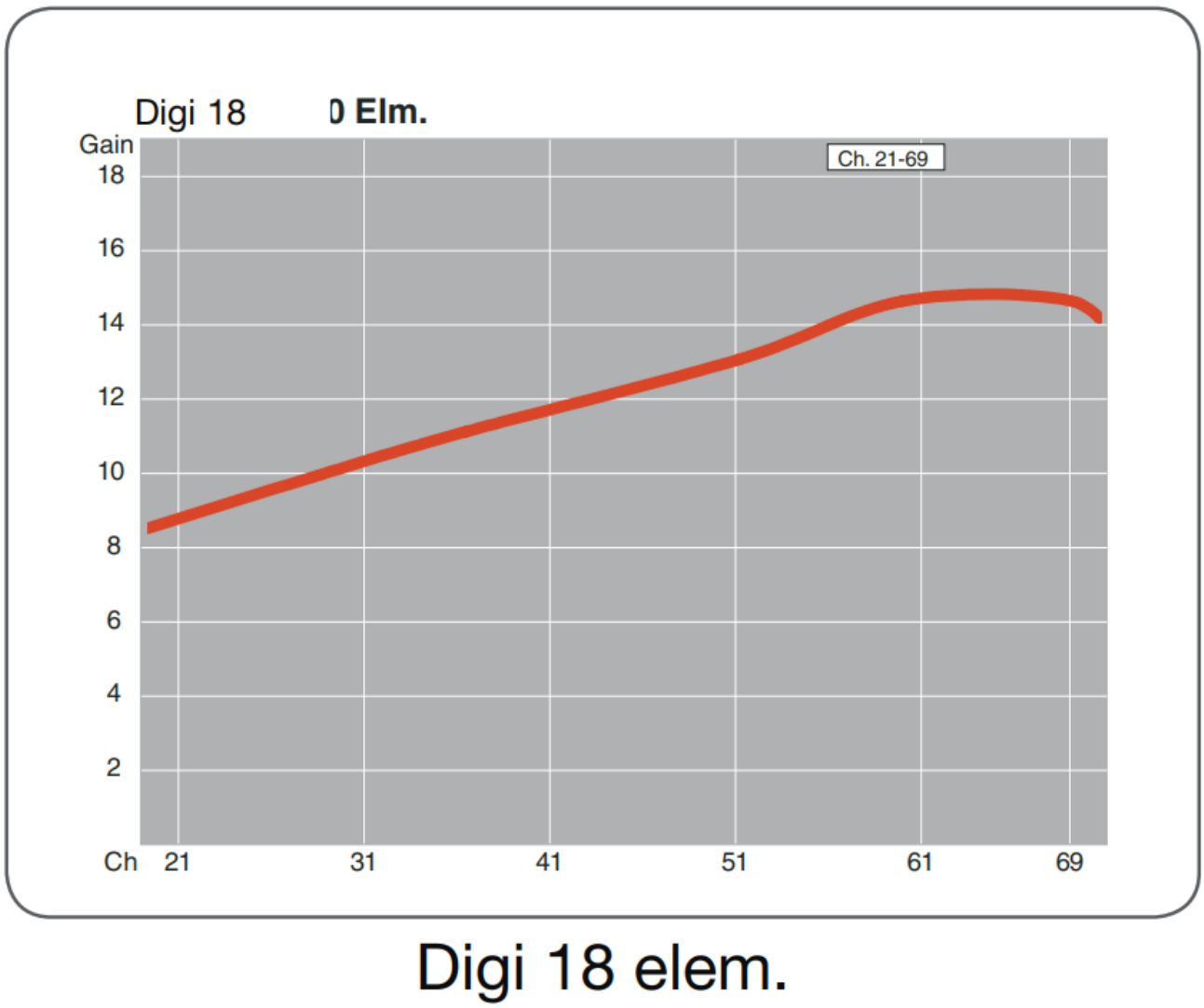
Menetlustoimingu käigus kasutatud tehnikavahendid:

- Akutoitega TV mõõtevastuvõtja Sefram TV Analyser 7885
- Akutoitega lairiba raadiovastuvõtja R&S ESMD (kalibreeritud 15.02.2022, tunnistuse number 0001-300632842)
- UHF TV mõõteantenn Triax Digi 18W UHF 108361
- Lairiba mõõteantenn R&S HL040

Mõõteseadmete seadistused:

Televisioonianalüsaator:
Edastusstandard DVB-T/DVB-T2
Raadiospektri ribalaius 10MHz
Detektor: RMS (root mean square)
Mõõteaken (resolution bandwidth RBW) 8MHz
Attenuaator: vaikimisi automaatne (0dB)

Raadiovastuvõtja:
Detektor: RMS (root mean square)
Trace mode: Clear Write
Raadiospektri ribalaius: vaikimisi 10MHz, suurendatuna kuni 80MHz
Mõõtefiltri ribalaius (resolution bandwidth RBW) 120kHz
Attenuaator: vaikimisi automaatne (0dB)
Demodulatsioon: FM (sagedusmodulatsioon)



Joonis 3: Mõõteantenn Triax Digi 18W antennifaktor kanalitel 21-69 (470-862MHz)[6]

[6] https://www.sahkonumerot.fi/7500124/doc/catalogue/

Joonis 3 Mõõtebussi foto 1. mõõtepunktis, antenn suunatud tuulepargi ja saatja poole, horisontaalse polarisatsiooniga.

Menetlustoimingu eesmärk ja õiguslik alus:

Teostada Haapsalu Uuemõisa ringhäälingusaatjast edastatava digitaaltelevisiooni vastuvõtu kvaliteedinäitajate (elektriväljatugevus, signaal-müra suhe, bitiveamäär, pildi ja heli kvaliteet) mõõtmine Läänemaal, Lääne-Nigula vallas, Aulepa tuulepargi ümbruses seitsmes mõõtepunktis eesmärgiga hinnata võimalikke tuuleparkidest tingitud mõjusid digitaaltelevisiooni vastuvõtule.
Mõõtepunktid on paigutatud eramajade vahetuslähedusse, eesmärgiga luua kodukasutajaga samasugused televisiooni vastuvõtutingimused, kasutades kodukasutaja TV väliantenni 10 meetri kõrgusele tõstetuna, et antenni kõrgus oleks võrreldav elamu katusel paikneva väliantenniga.
Elektroonilise side seaduse (ESS) § 133 lg 1 kohaselt teostab elektroonilise side valdkonna riiklikku järelevalvet Tarbijakaitse ja Tehnilise Järelevalve Amet (edaspidi TTJA), kes on ühtlasi korrakaitseorganiks korrakaitseseaduse (KorS) § 6 lg 1 tähenduses.

Mõõtemetoodika:
Kvaliteedinäitajate ning mõõtemetoodika aluseks on võetud kehtivad ITU-R avaldatud alusdokumendid:
Recommendation ITU-R BT.1368-13 Planning criteria, including protection ratios, for digital terrestrial television services in the VHF/UHF bands
Report ITU-R BT.2254-5 Frequency and network planning aspects of DVB-T2
Recommendation ITU-R SM.1682-1 Methods for measurements on digital broadcasting signals

DVB-T UHF kvaliteedinäitajate kvaasiveavaba kvaliteetse vastuvõtu lävendväärtused[7]

Modulatsioon	Elektriväljatugevus (dBµV/m)	Veaparandus koodimäär (FEC code rate)	vBER (peale Viterbi veaparandust)	C/N (dB) (Ricean channel)
16-QAM	39	2/3	<2E-4 (0.0002)	14
64-QAM	45	2/3	<2E-4 (0.0002)	20

DVB-T2 UHF kvaliteedinäitajate kvaasiveavaba kvaliteetse vastuvõtu lävendväärtused[8]

Modulatsioon	Elektriväljatugevus (dBµV/m)	Veaparandus koodimäär (FEC code rate)	Bitiveamäär peale veaparandust	C/N (dB) (Ricean channel)
64-QAM	50,1	2/3	< 2E-7 (0.0000002)	16,4

Mõõtekeskkonna meteoroloogilised andmed:

Riigi Ilmateenistuse Haapsalu ja Dirhami vaatluskoha andmetel oli mõõtekeskkonnas mõõtmiste vältel välistemperatuur 6-7,5º C vahemikus, vahemikus 11:00...12:00 ilm sajune, hiljem valdavalt pilvine. Tuule kiirus 5-8,6 m/s, tuule suund 335-353º, õhurõhk 1016,8…1017,4hPa, õhuniiskus 79%-94%.

Tuulegeneraatorid Aulepa tuulepargis valdavalt pöörlesid, välja arvatud 2, kaardil märgitud tuulegeneraatorid T2 ja T12. Tuulegeneraatorite pöörlemiskiirus oli ≈10rpm(pööret minutis), tuulegeneraatorite rootorite suund ühtis tuule suunaga.

[7] https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/bt/R-REC-BT.1368-13-201706-I!!PDF-E.pdf tabel 53
[8] https://www.itu.int/dms_pub/itu-r/opb/rep/R-REP-BT.2254-5-2021-PDF-E.pdf tabel 14 ja tabel punkt 3.3.1

Mõõtetulemuste graafikud:

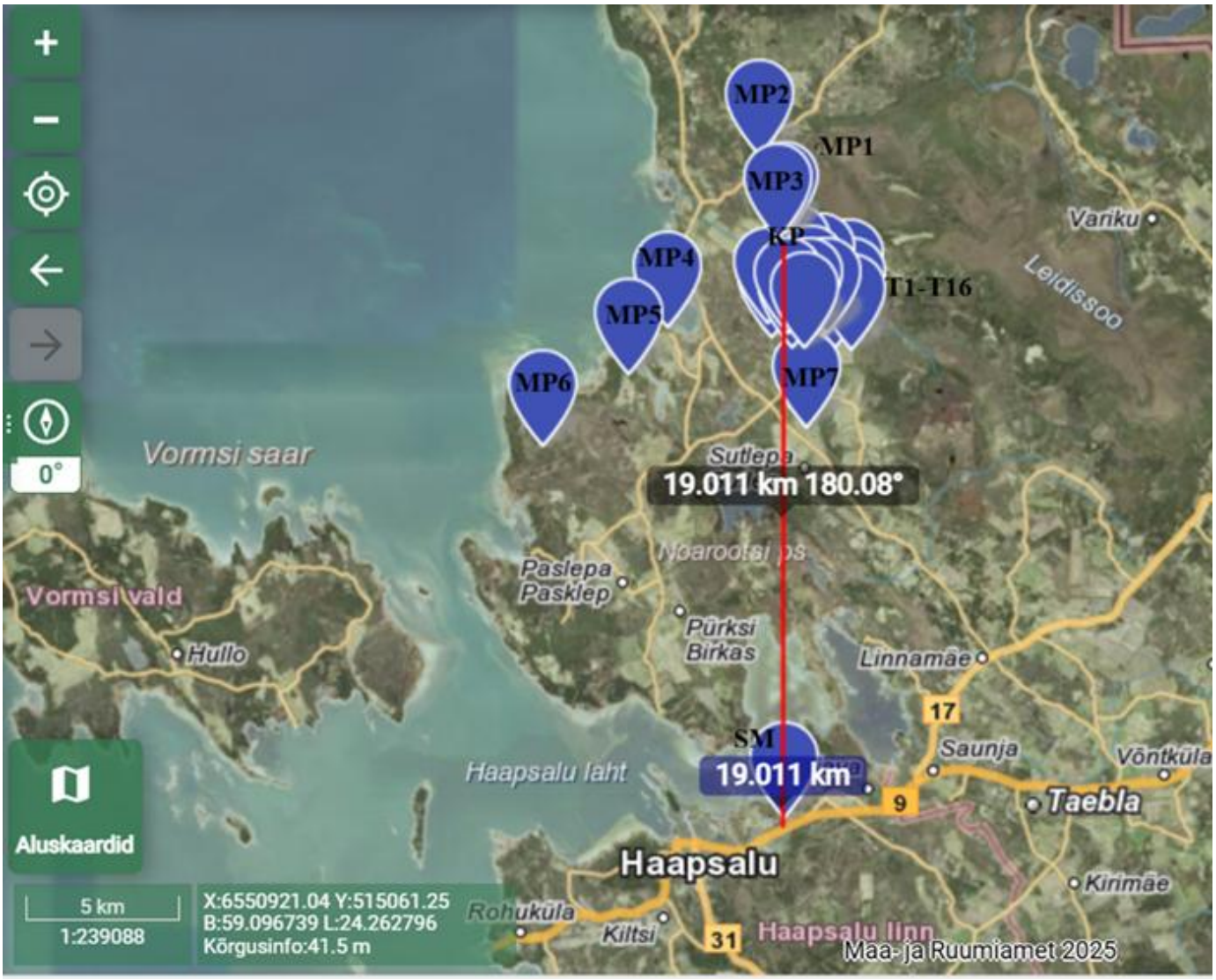
Mõõtetulemused on esitletud TV-mõõtevastuvõtja kuvatõmmiste näol, kus on kuvatud kvaliteedinäitajad reaalajas ning kanali impulsskoste graafikud, kus on kuvatud otse vastu võetud signaaliga võrreldud viitega vastu võetavad signaalid ja teised samal sagedusel televisioonisignaali edastavad saatjad. Ühtlasi on esitletud valikuliselt mõõte-raadiovastuvõtja raadiospektrogrammi sagedus- ja ajadomeeni kuvatõmmised. Mõõtmised igas mõõtepunktis on teostatud valikuliselt, saamaks esmane ülevaade mõjudest. Täiendavad mõõtmised võivad olla vajalikud. Juhime tähelepanu, et mõõte-raadiovastuvõtja ja TV-analüsaatori raadiospektri kuvatõmmistel esitletud väljatugevustele ei ole antennifaktorit arvestatud. Mõõdetud elektriväljatugevus ja piirväärtustele vastavus on välja toodud iga mõõtepunkti tulemuses.
Elektriväljatugevus arvutatakse valemiga e=k+v+ac, kus:

e-väljatugevus dBµV/m k-antennifaktor dB/m v- vastuvõtja sisendpinge dBµV

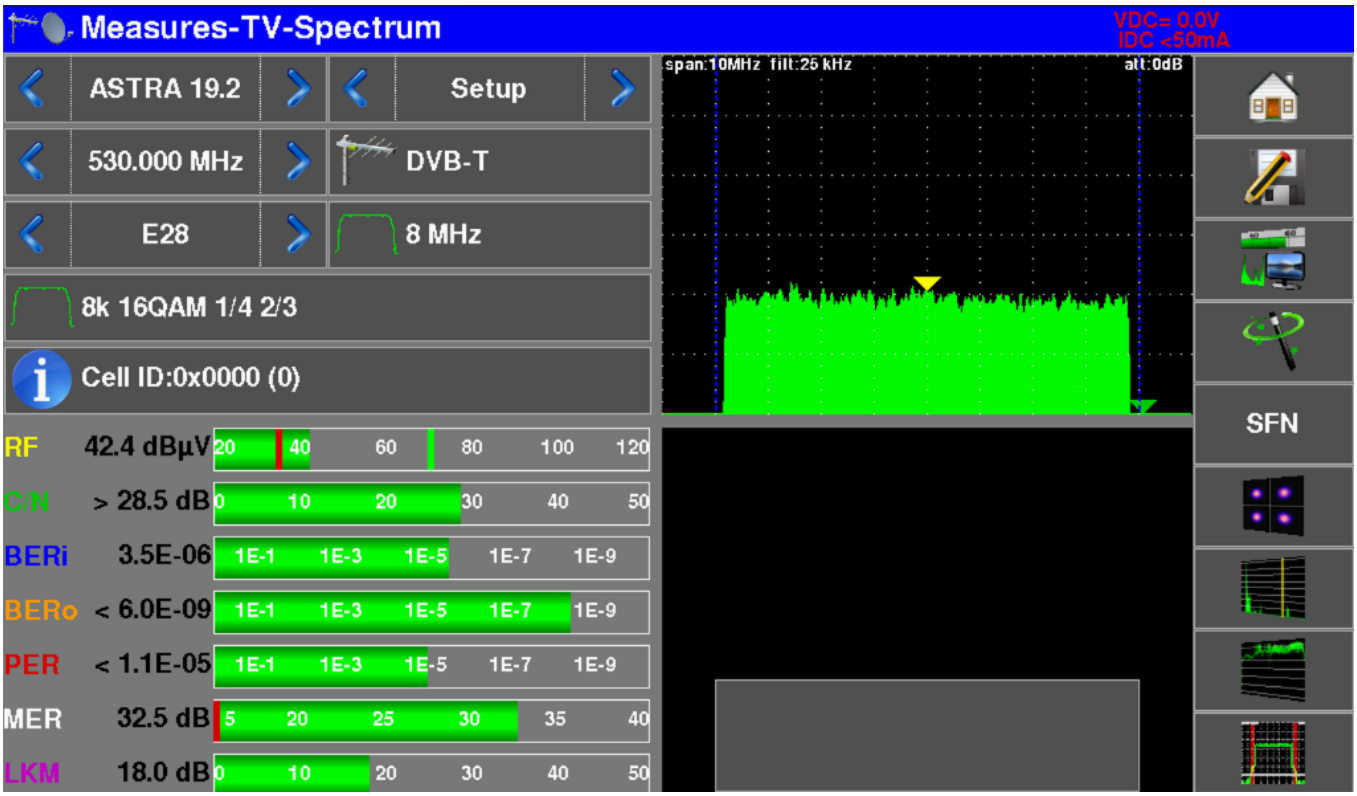
ac-mõõtekaabli sumbuvus mõõdetaval sagedusel, dB

1.Mõõtepunkt: 5200012 Vanaküla-Kivimäe tee, Vanaküla / Gambyn, Lääne-Nigula vald, Lääne maakond, koordinaadid 59.115481, 23.589626

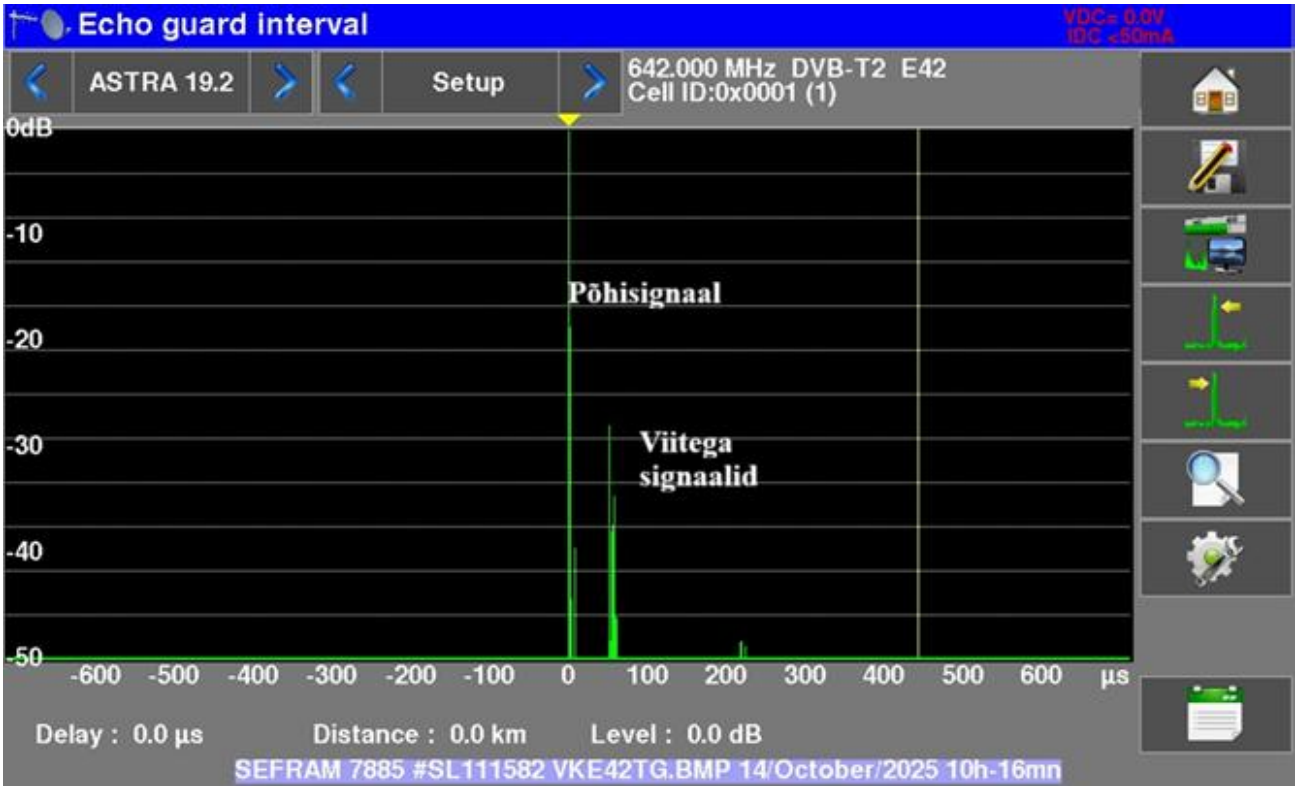
Joonis 4 1.mõõtepunktist MP1 mõõdetud suund ja kaugus tuulepargi keskpunktini KP.



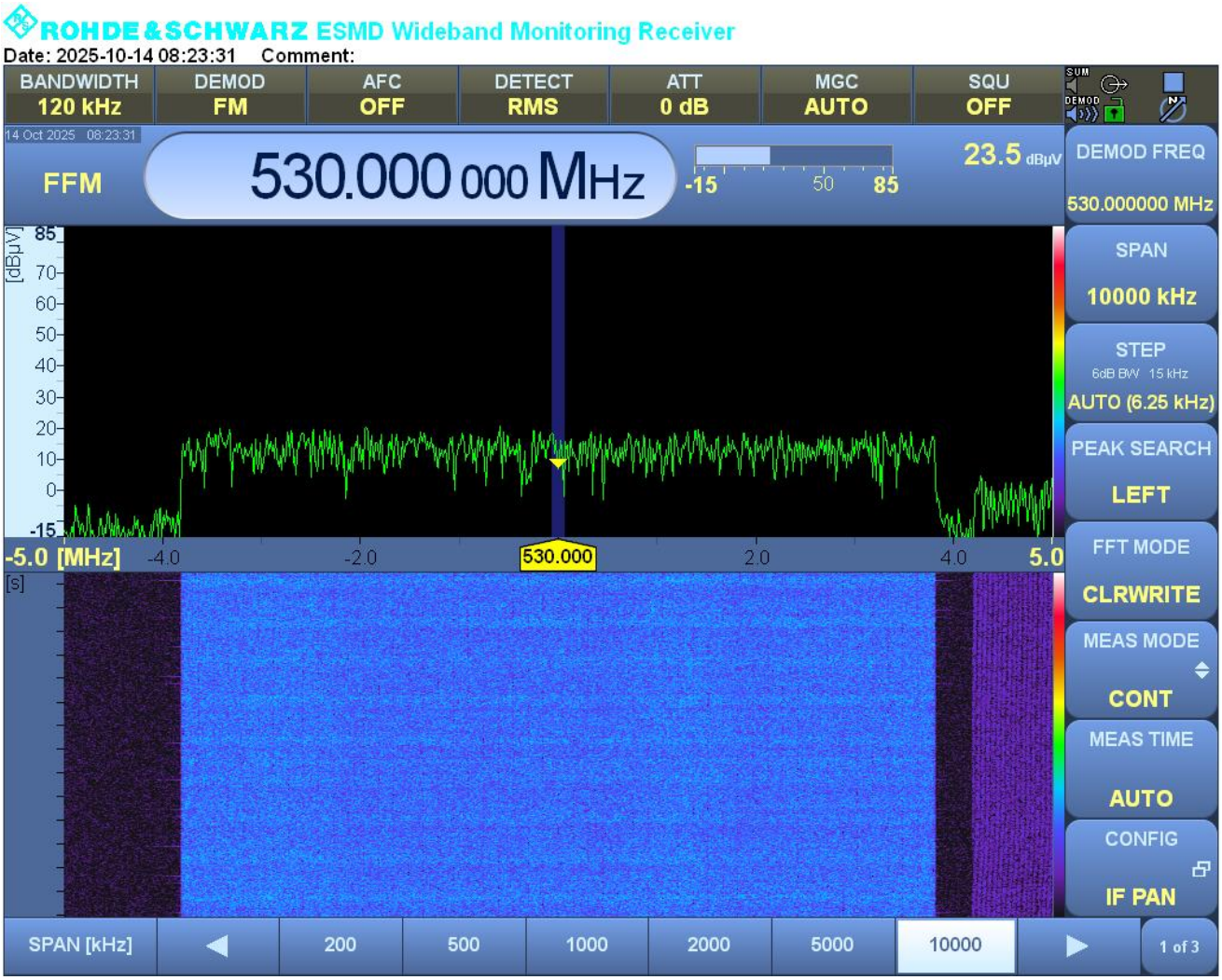
Joonis 5 1.mõõtepunktist MP1 mõõdetuna saatja SM suund ja kaugus.



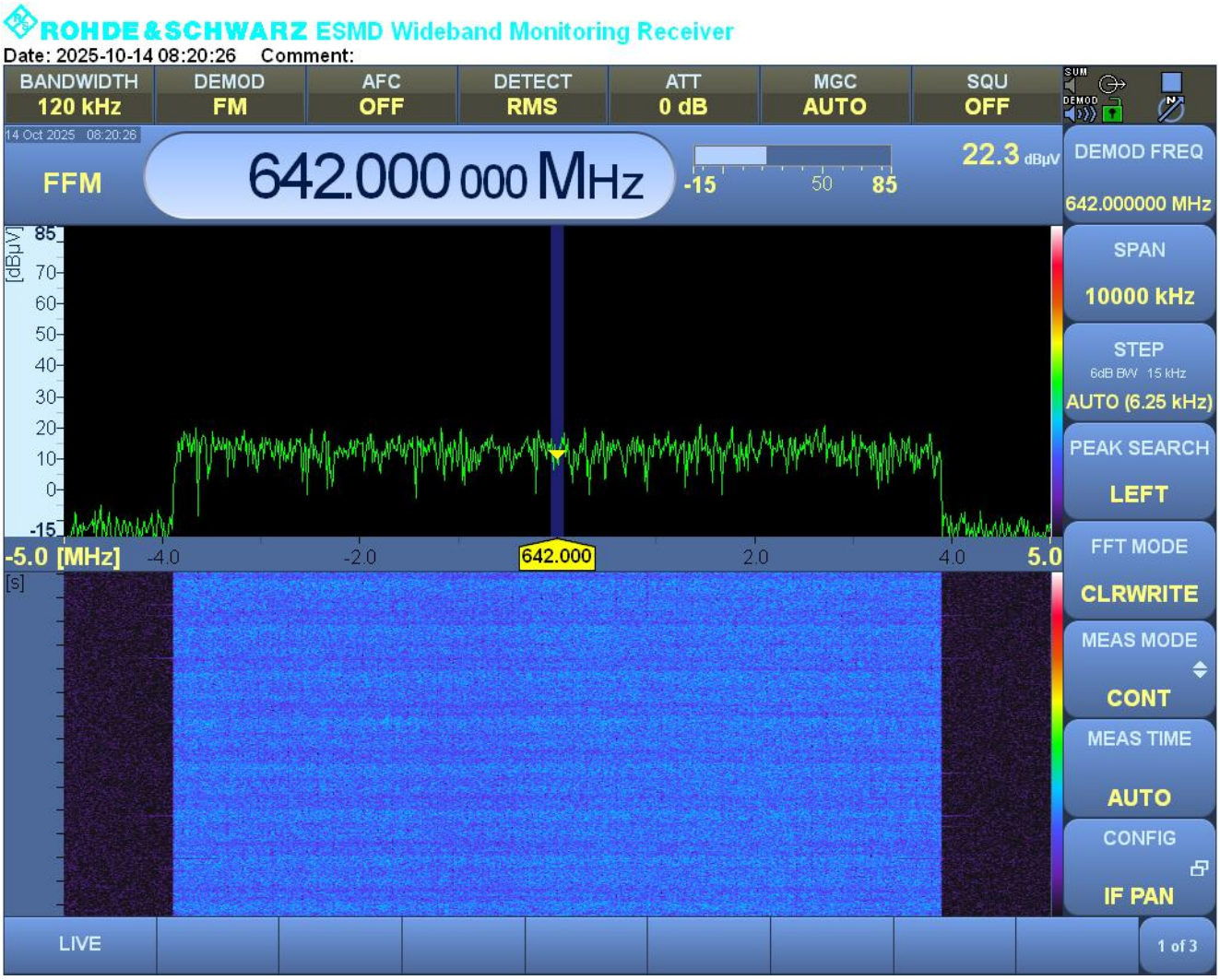
Joonis 6 1.mõõtepunktist mõõdetuna MUX1 E28 kvaliteedinäitajad, antenn saatja/tuulepargi poole suunatud.



Joonis 8 1.mõõtepunktist mõõdetuna MUX7 E42 kanali impulsskoste, antenn saatja/tuulepargi poole suunatud.



Joonis 9 1.mõõtepunktist mõõdetuna E28 MUX1 spektrogramm , antenn saatja/tuulepargi poole suunatud.



Joonis 10 1.mõõtepunktist mõõdetuna E42 MUX7 spektrogrammi kuvatõmmis, antenn saatja/tuulepargi poole suunatud

1.mõõtepunkti tulemus:

Legend:

Roheline: vastab ITU-R sätestatud piirväärtustele

Punane: ei vasta ITU-R sätestatud piirväärtustele

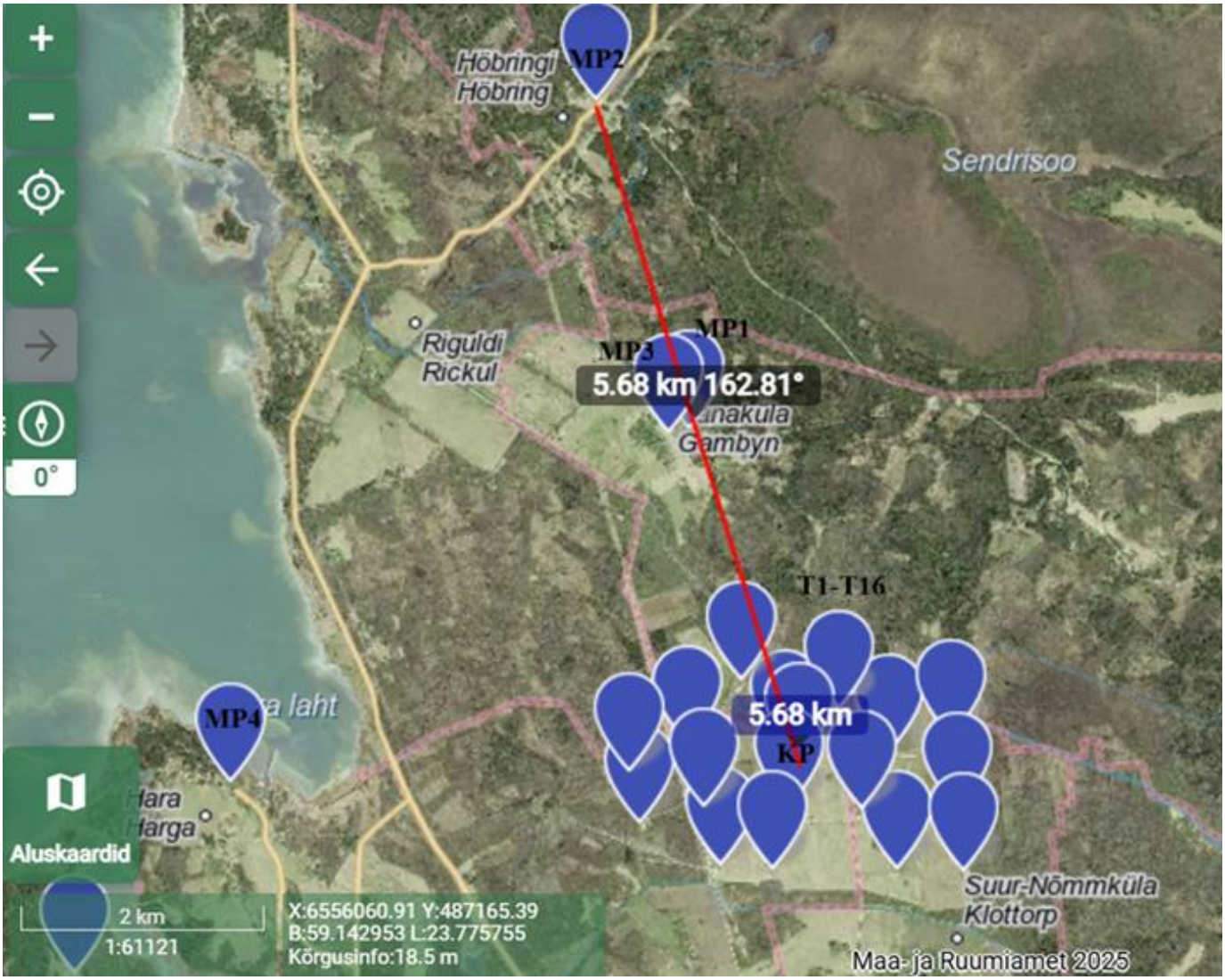
Mõõdetud sagedus	**Mõõdetud vastuvõtja sisendpinge (dBµV)**	**Antennifaktor mõõdetud sagedusel (dB/m)**	**Mõõdetud elektriväljatugevus (dBµV/m)**	**Signaal-müra suhe (C/N)**
530MHz saatja suunas	42,4 (Sefram) 23.5 (ESMD)	4,25 (Sefram+Triax) 17,8 (ESMD+HL040)	46,65 (Sefram) 41,3 (ESMD)	28.5
642MHz saatja suunas	22,3 (ESMD)	19,5 (HL040)	41,8 (ESMD)	-
530MHz tuulepargi suunas	42,4 (Sefram) 23.5 (ESMD)	4,25 (Sefram+Triax) 17,8 (ESMD+HL040)	46,65 (Sefram) 41,3 (ESMD)	28.5
642MHz tuulepargi suunas	22,3 (ESMD)	19,5 (HL040)	41,8 (ESMD)	-

Esimeses mõõtepunktis teostati mõõtmised tuulepargi rootoritest eespool ehk vastuvõtuolukorras, kus televisioonisignaal läbis enne vastuvõtjasse jõudmist tuuleparki. Mõõtepunktis tuulepargi poole keeratud antenniga, pöörlesid tuulegeneraatorite rootorid otse antenni poole, tuule suunas.

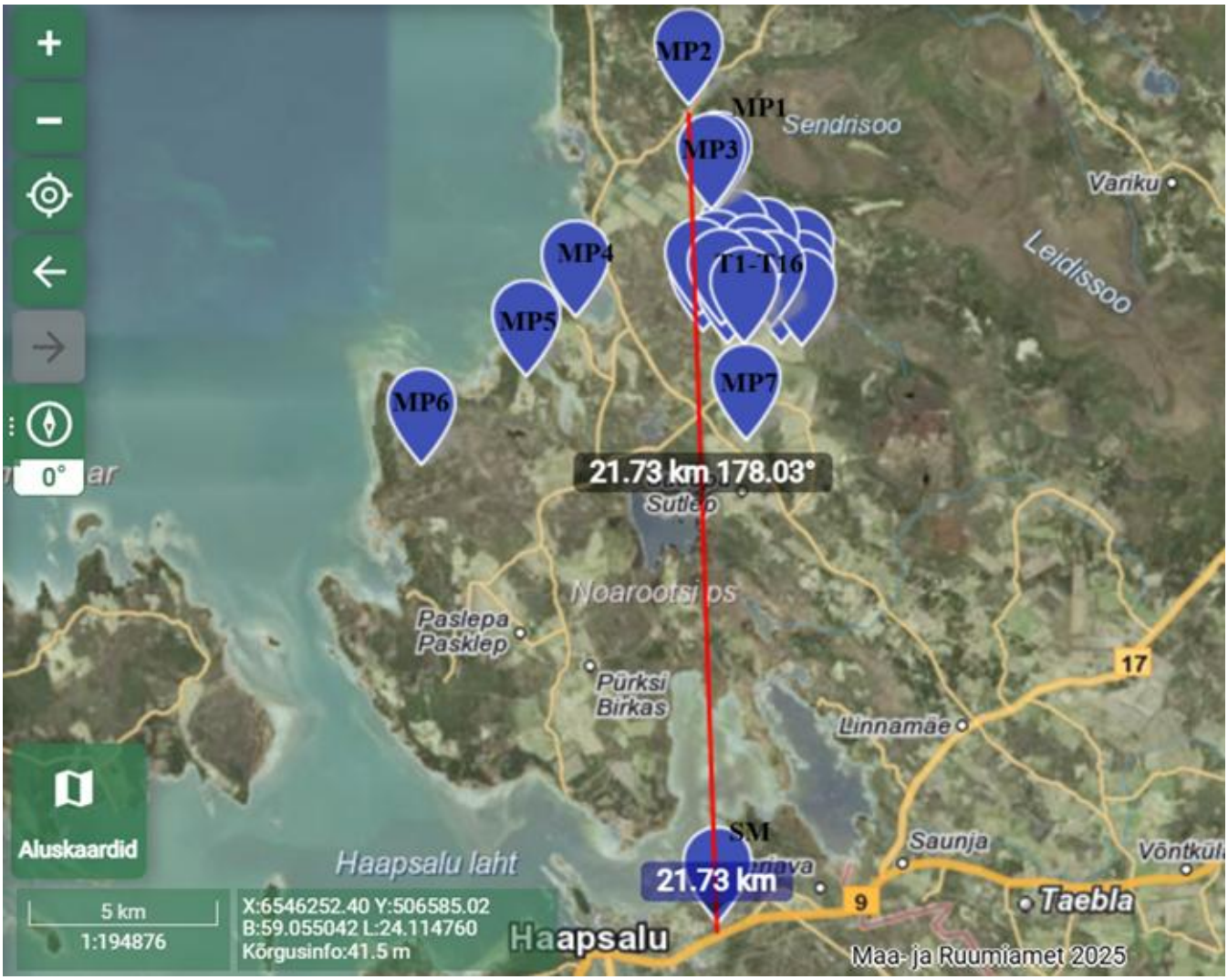
Selle mõõtepunkti mõõtetulemustest võib järeldada, et olukorras, kus otse vastuvõetav signaal võib läbida ka osaliselt tuuleparki, on võimalik võtta vastu kvaliteetse pildi ja heliga ning heade kvaliteedinäitajatega televisioonisignaali, nii saatja poole kui ühtlasi tuulepargi poole suunatud väliantenniga. Joonistel 7 ja 8 on esitletud viitega, põhisignaalist -15 kuni -20dB madalama amplituudiga peegeldunud signaale ja 60µs viitega põhisignaalist -27dB madalama amplituudiga signaal, mille allikaks on tõenäoliselt samal sagedusel edastav Ellamaa saatja, 34km kauguselt mõõtepunktist. Antud juhul kanali impulsskoste graafikutel kujutatud viitega signaalid televisioonisignaali vastuvõtule ei avaldanud televisioonipildi- ega helikvaliteedile mõju, tänu DVB-T/DVB-T2 standardite puhul kasutatavate vigaste pakettide veaparandustega.

Joonistel 9 ja 10 on kuvatõmmise hetkel antenn suunatud tuulepargi ning saatja poole. Nendel joonistel on näha raadiospektrogrammil väljatugevuste varieerumist kindlate intervallidega, sünkroonis tuulegeneraatori tiiviku labade pöörlemisega. Spektrogrammil näha olevad horisontaaljooned viitavad tuulegeneraatori pöörlevatelt labadelt peegeldunud signaalidele, mille tulemusel signaali tugevus varieerub, aga mitte selliselt, et televisioonisignaali vastuvõtt oleks oluliselt mõjutatud, tänu tõhusale signaali veaparanduskoodile.

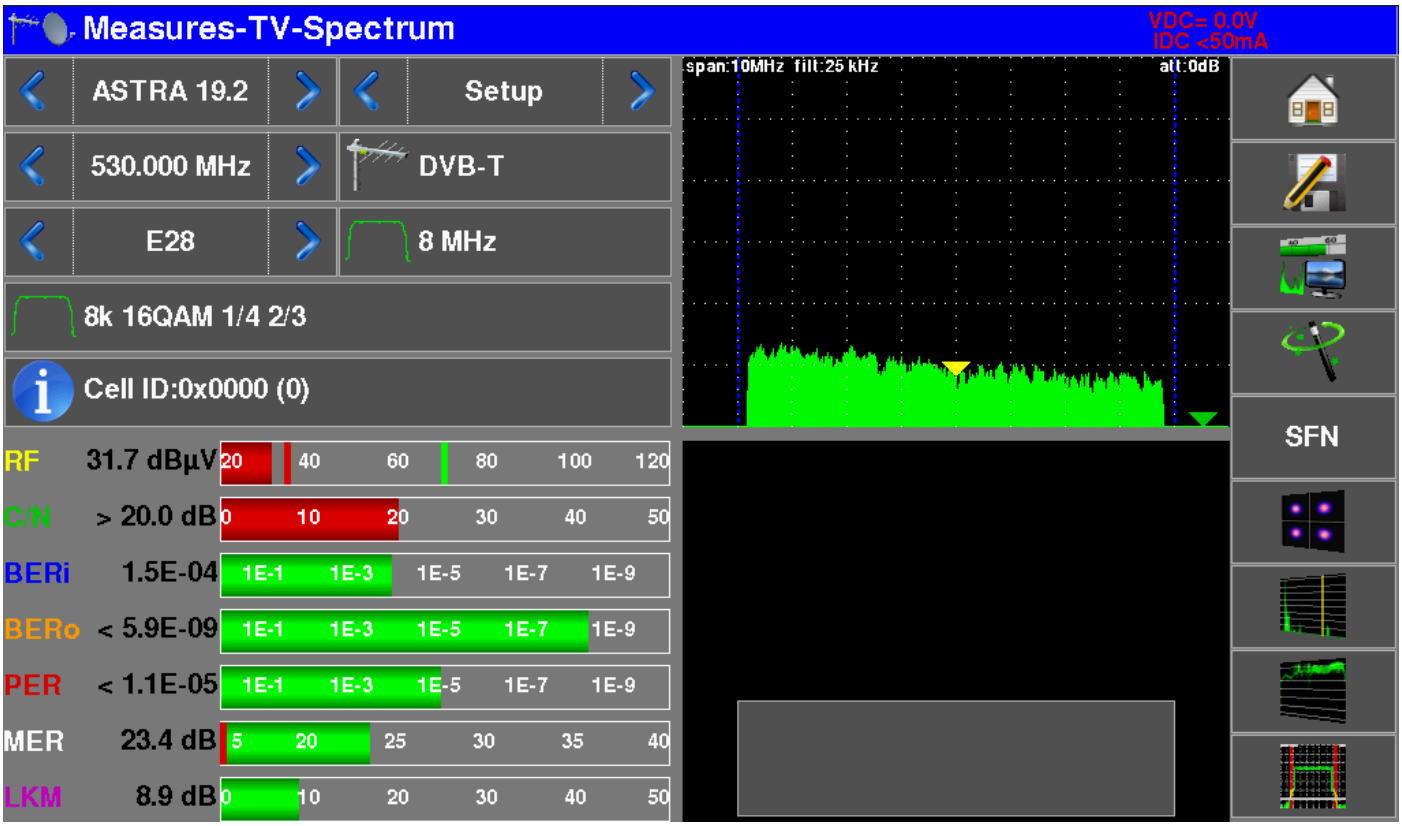
2.mõõtepunkt: 5200005 Metskonna-Höbringi tee, Höbringi küla / Höbring, Lääne-Nigula vald, Lääne maakond, koordinaadid 59.139722, 23.575833



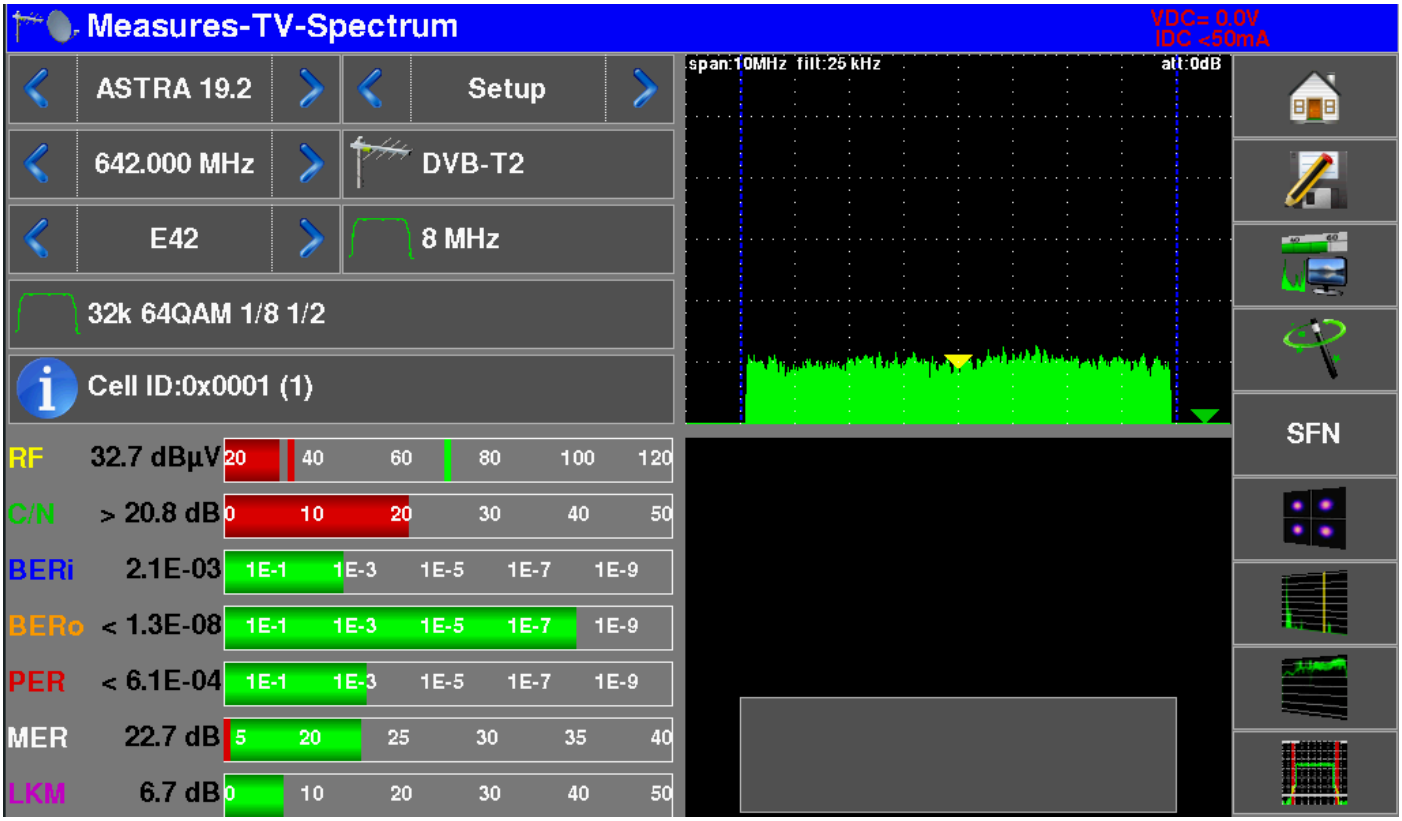
Joonis 11 2.mõõtepunktist MP2 mõõdetuna kaugus ja suund tuulepargi keskpunktini KP.



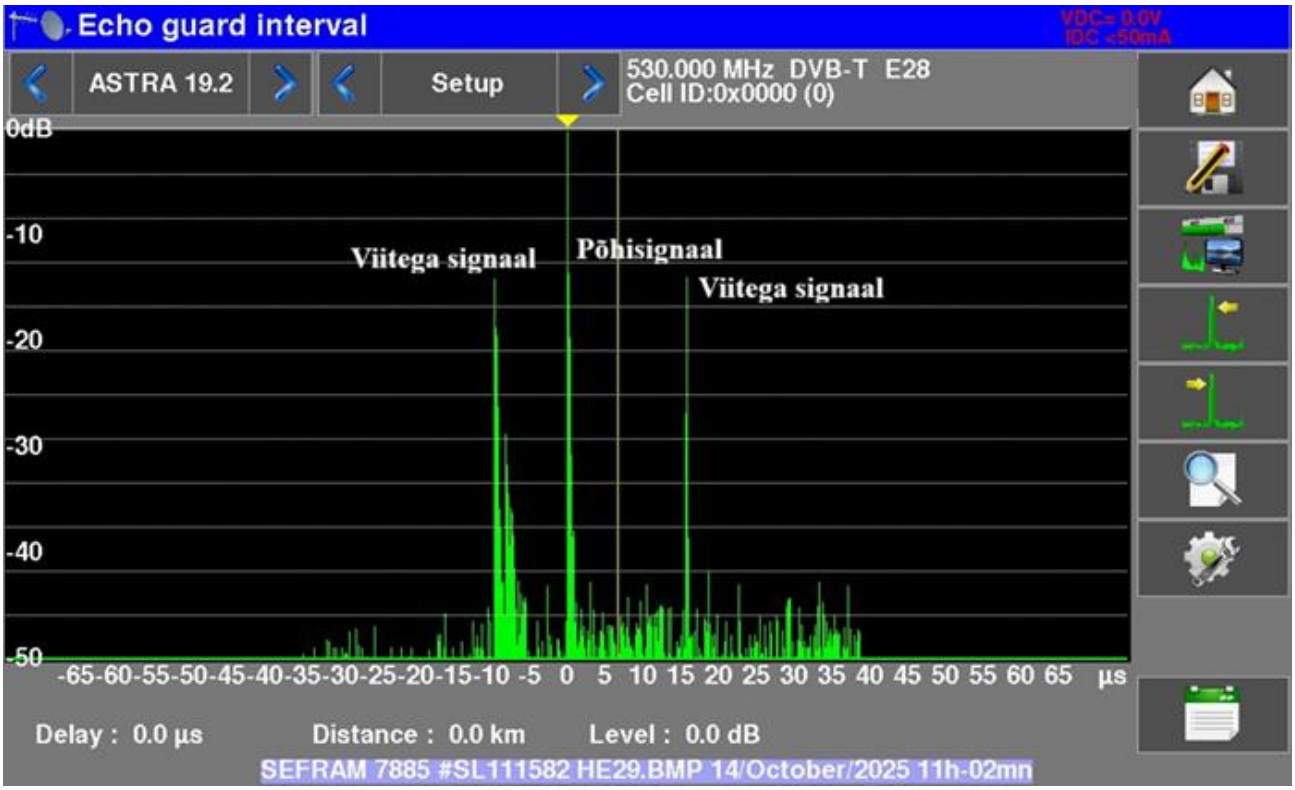
Joonis 12 2.mõõtepunktist MP2 mõõdetuna suund ja kaugus saatjani SM.



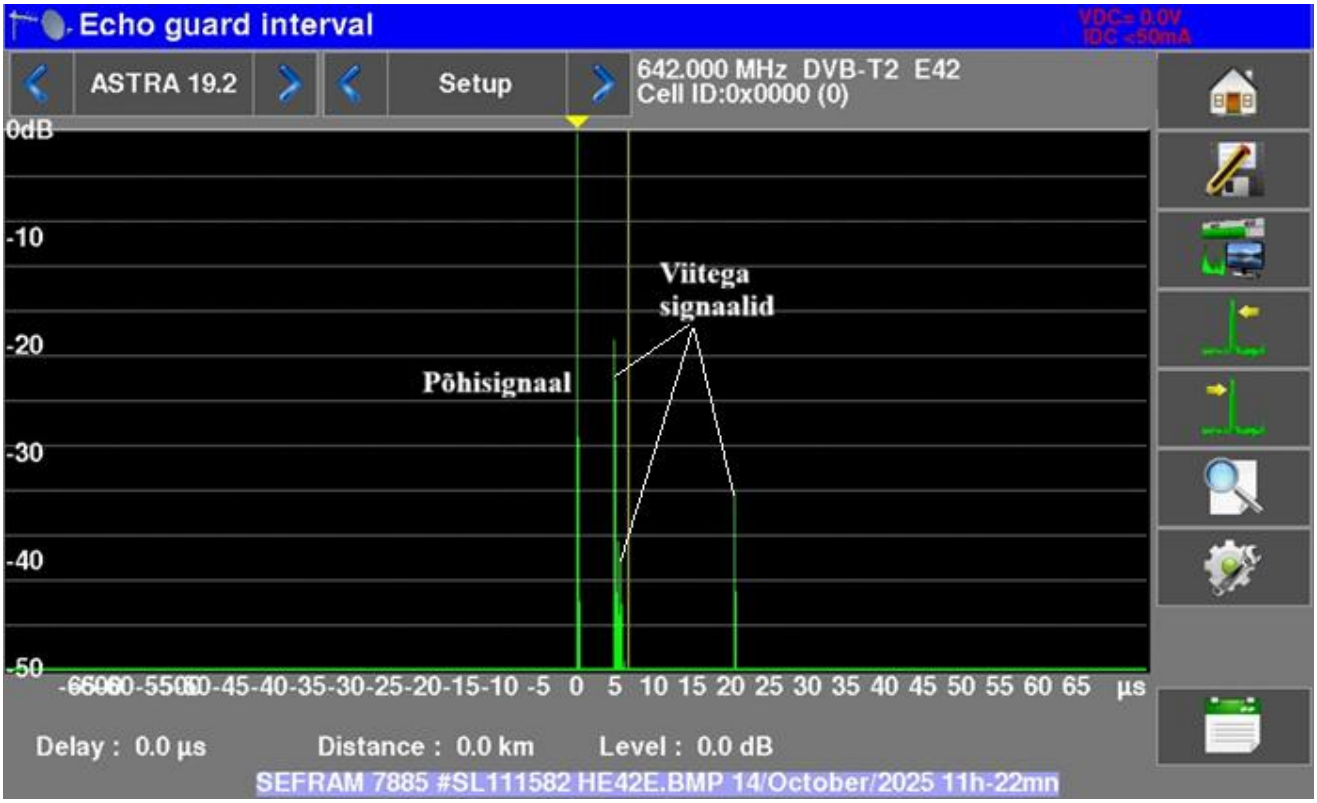
Joonis 13 2. mõõtepunktist mõõdetuna E28 MUX1 kvaliteedinäitajad, antenn saatja/tuulepargi poole suunatud.



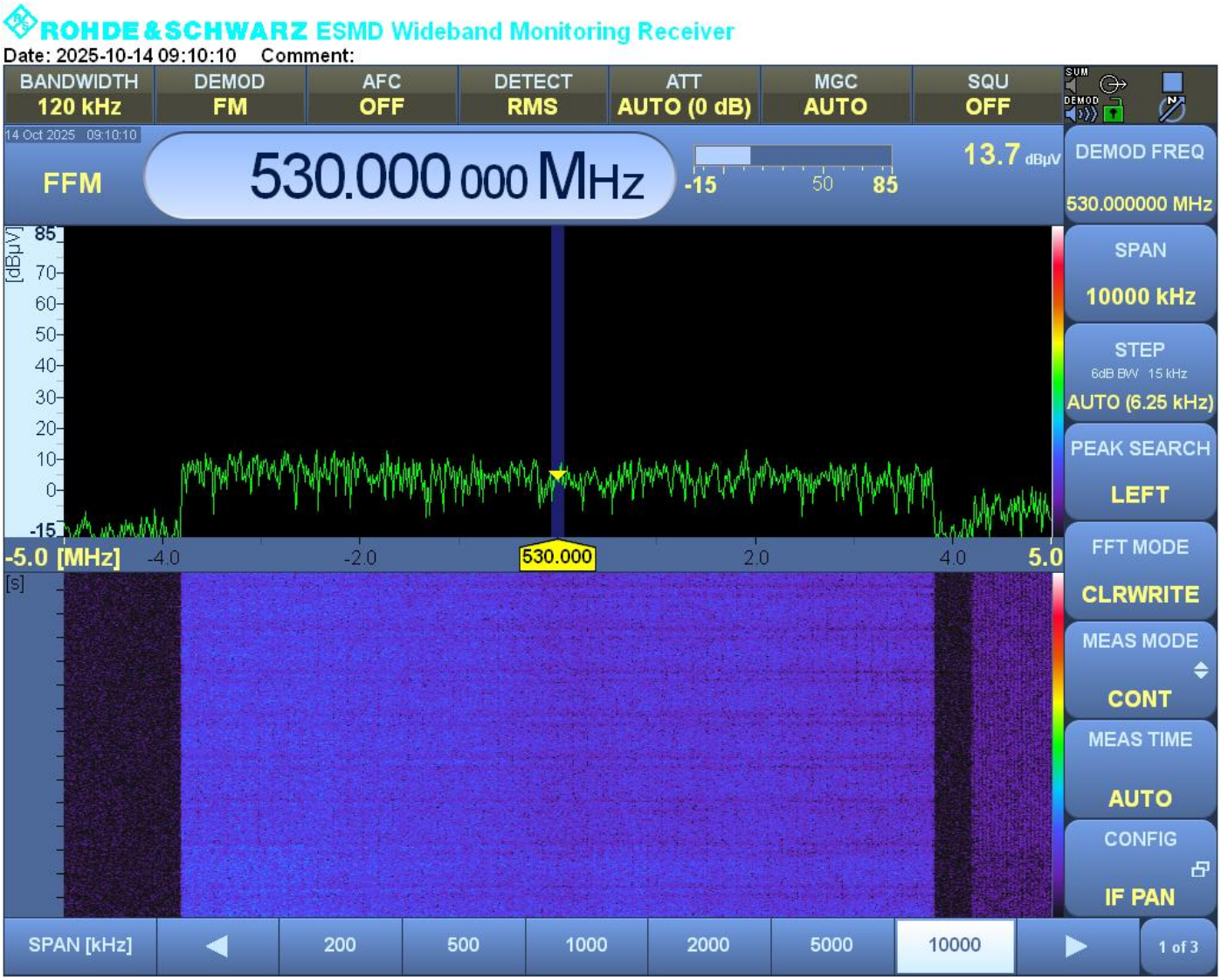
Joonis 14 2.mõõtepunktist mõõdetuna E42 MUX7 kvaliteedinäitajad, antenn saatja/tuulepargi poole suunatud.



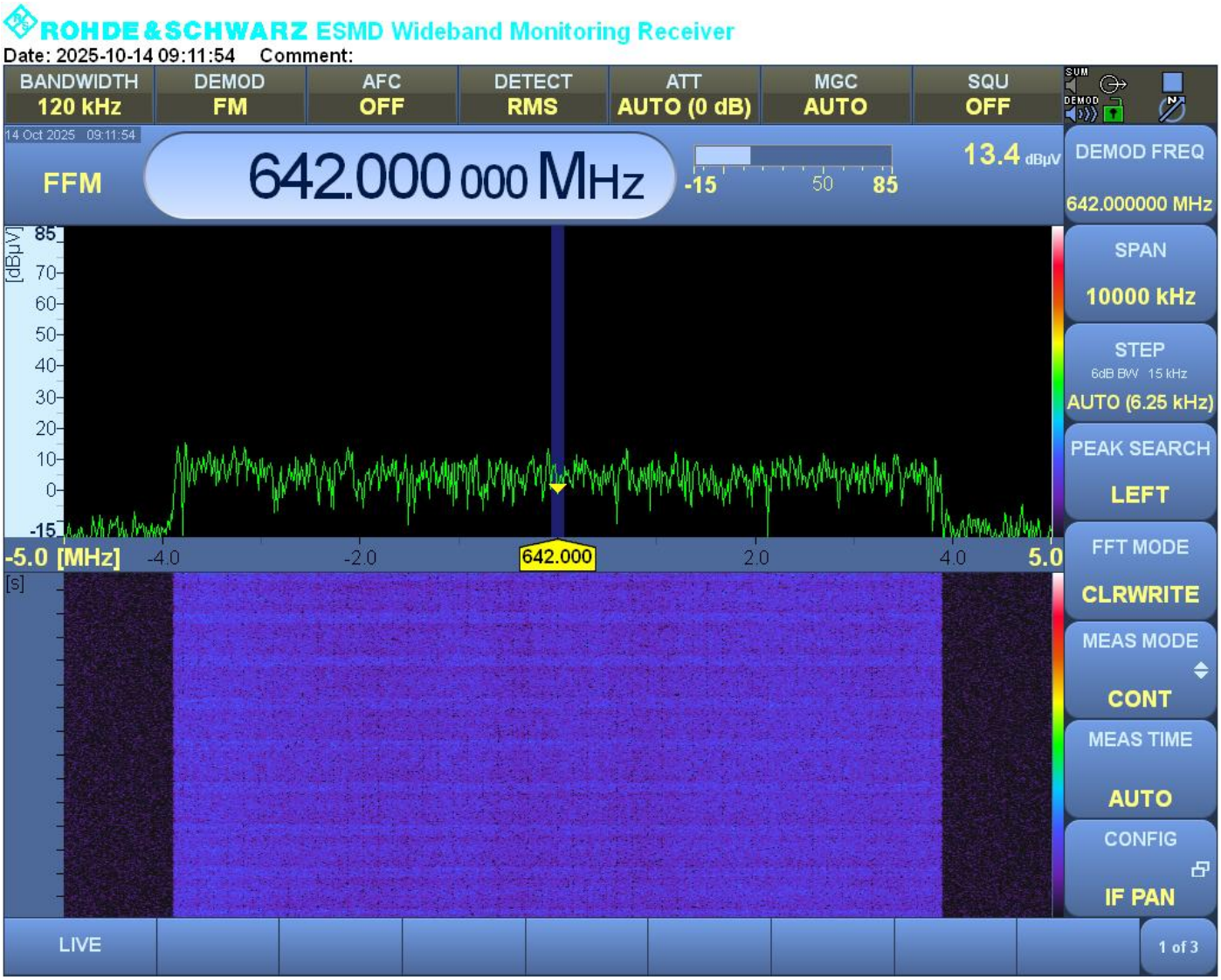
Joonis 15 2.mõõtepunktist mõõdetuna E28 MUX1 kanali impulsskoste, antenn saatja/tuulepargi poole suunatud



Joonis 16 2.mõõtepunktist mõõdetuna E42 MUX7 kanali impulsskoste, antenn saatja/tuulepargi poole suunatud.



Joonis 17 2. mõõtepunktist mõõdetuna E28 MUX1 spektrogrammipilt, antenn saatja/tuulepargi poole suunatud.



Joonis 18 2.mõõtepunktist mõõdetuna E42 MUX7 spektrogramm, antenn saatja/tuulepargi poole suunatud.

2.mõõtepunkti tulemus:

Legend:

Roheline: vastab ITU-R sätestatud piirväärtustele

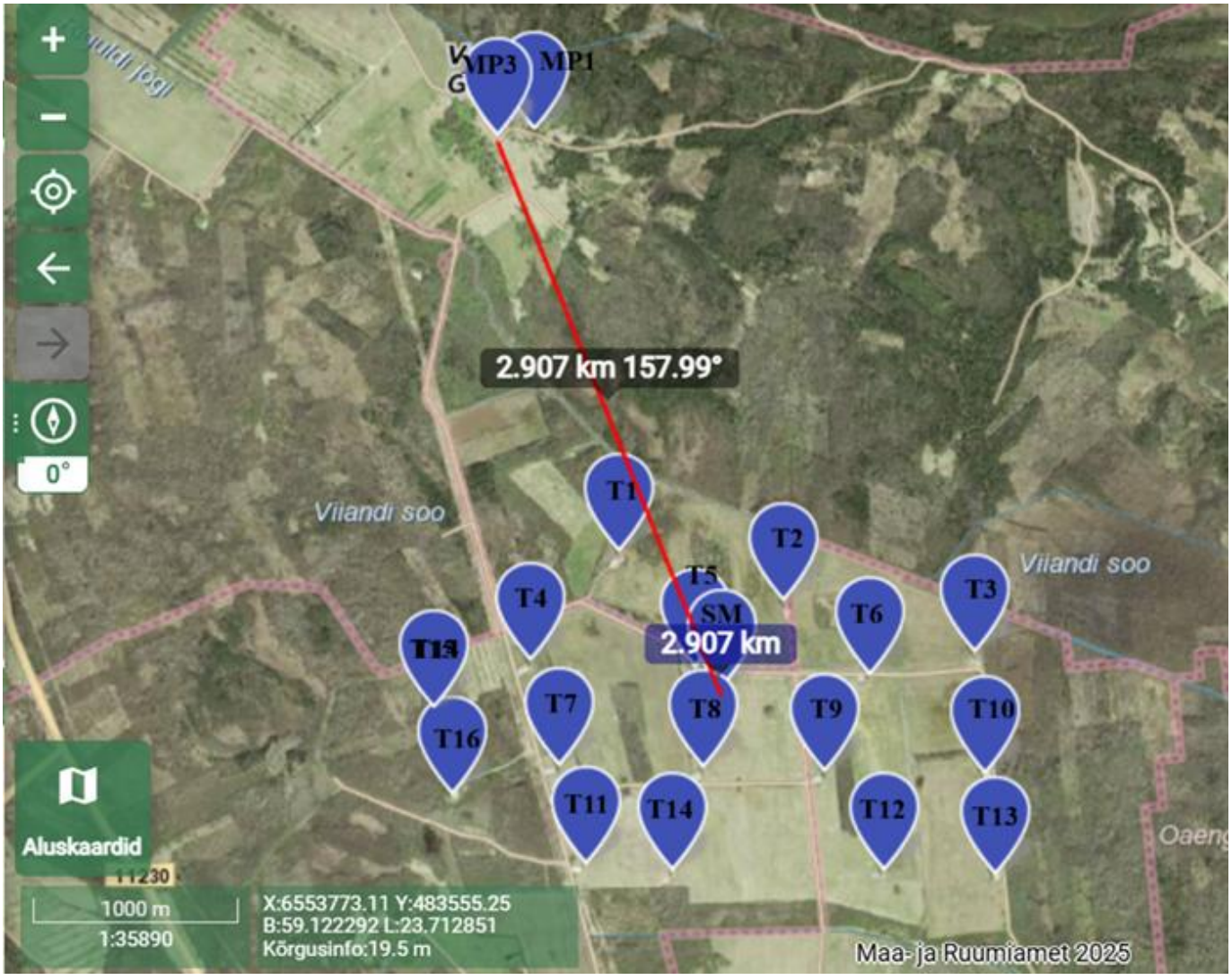
Punane: ei vasta ITU-R sätestatud piirväärtustele

Mõõdetud sagedus	**Mõõdetud vastuvõtja sisendpinge (dBµV)**	**Antennifaktor mõõdetud sagedusel (dB/m)**	**Mõõdetud elektriväljatugevus (dBµV/m)**	**Signaal-müra suhe (C/N)**
530MHz saatja suunas	31,7 (Sefram) 13,7 (ESMD)	4,25 (Sefram+Triax) 17,8 (ESMD+HL040)	35,95 (Sefram) 31,5 (ESMD)	20
642MHz saatja suunas	32,7 (Sefram) 13,4 (ESMD)	6 (Sefram+Triax) 19,5 (HL040)	38,7 (Sefram) 32,9 (ESMD)	20,8
530MHz tuulepargi suunas	31,7 (Sefram) 13,7 (ESMD)	4,25 (Sefram+Triax) 17,8 (ESMD+HL040)	35,95 (Sefram) 31,5 (ESMD)	20
642MHz tuulepargi suunas	32,7 (Sefram) 13,4 (ESMD)	6 (Sefram+Triax) 19,5 (HL040)	38,7 (Sefram) 32,9 (ESMD)	20,8

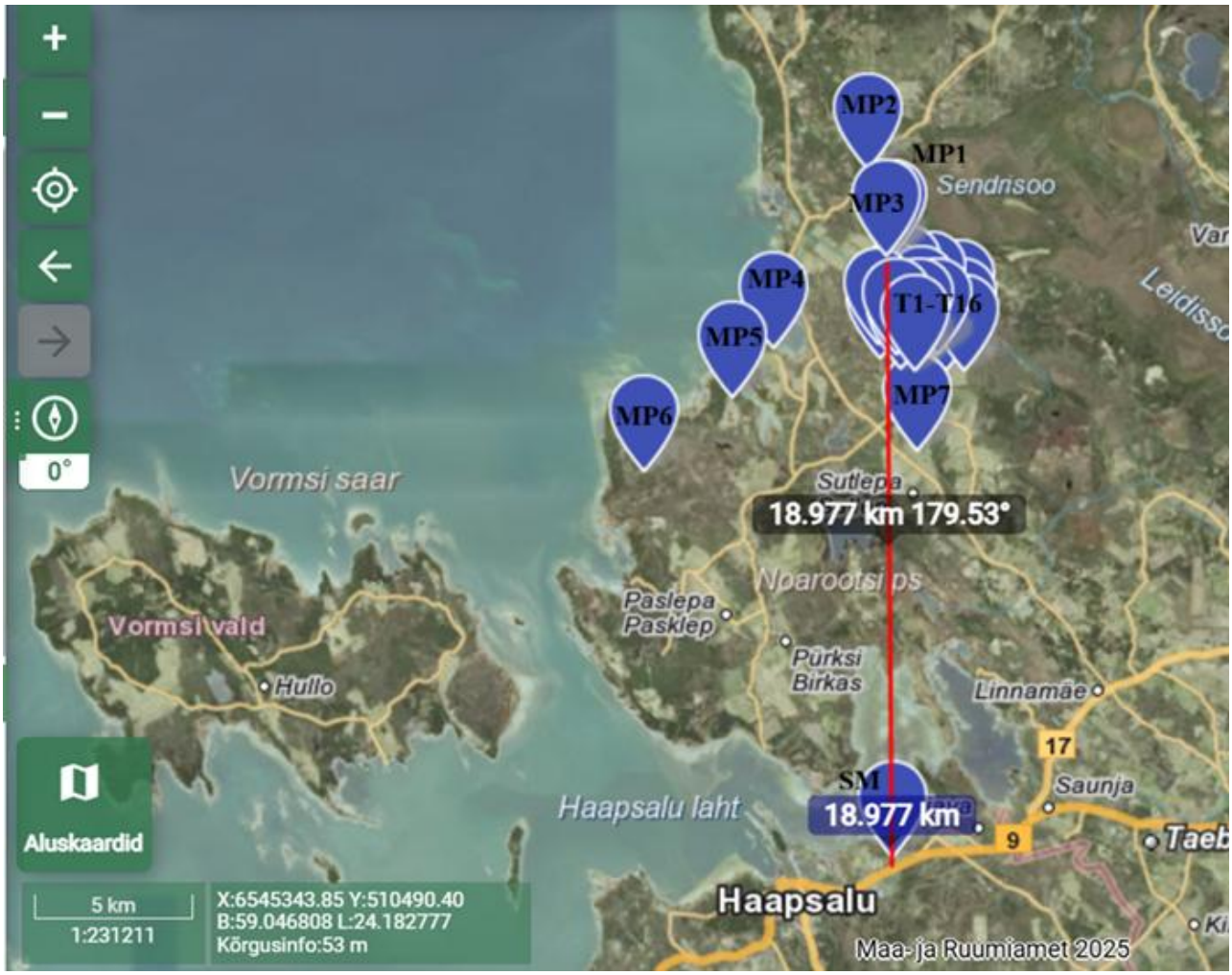
2.mõõtepunktis läbis televisioonisaatja ja vastuvõtja vaheline otsenähtavusjoon tuuleparki. Selles mõõtepunktis olid mõõdetud elektriväljatugevused madalamad tingituna mõõtepunkti ja saatja vahelise distantsi pikenemisega, võrreldes eelmise mõõtepunktiga. Televisioonisignaali vastuvõtt antud mõõtepunktis oli võimalik kirjeldatud vastuvõtutingimuste korral ka madalamate kvaliteedinäitajatega. Arvestades vastuvõtjasse tulnud signaali kõrget bitiveamäära BERi, suutis vastuvõtja tänu veaparandustele vigased andmepaketid parandada selliselt, et vastuvõtjas bitiveamäär BERo oli aktsepteeritavalt madal, võimaldades esitleda väga head televisioonipilti ja heli. (vt. joonised 13 ja 14). Joonistel 15 ja 16 on näha kanali impulsskoste graafikutelt, põhisignaalist -15dB kuni -20dB madalama amplituudiga, 5-15µs ajalise viitega signaale.

Joonistel 17 ja 18 on näha eelmises mõõtepunktis mõõdetuga võrreldes nõrgemat, kuid raadiovastuvõtja spektrogrammis eristatavat väljatugevuse varieerumist kindlate intervallidega, mis on tingitud saatjast kiirgunud signaali tuulegeneraatorite liikuvate labade läbimisest.

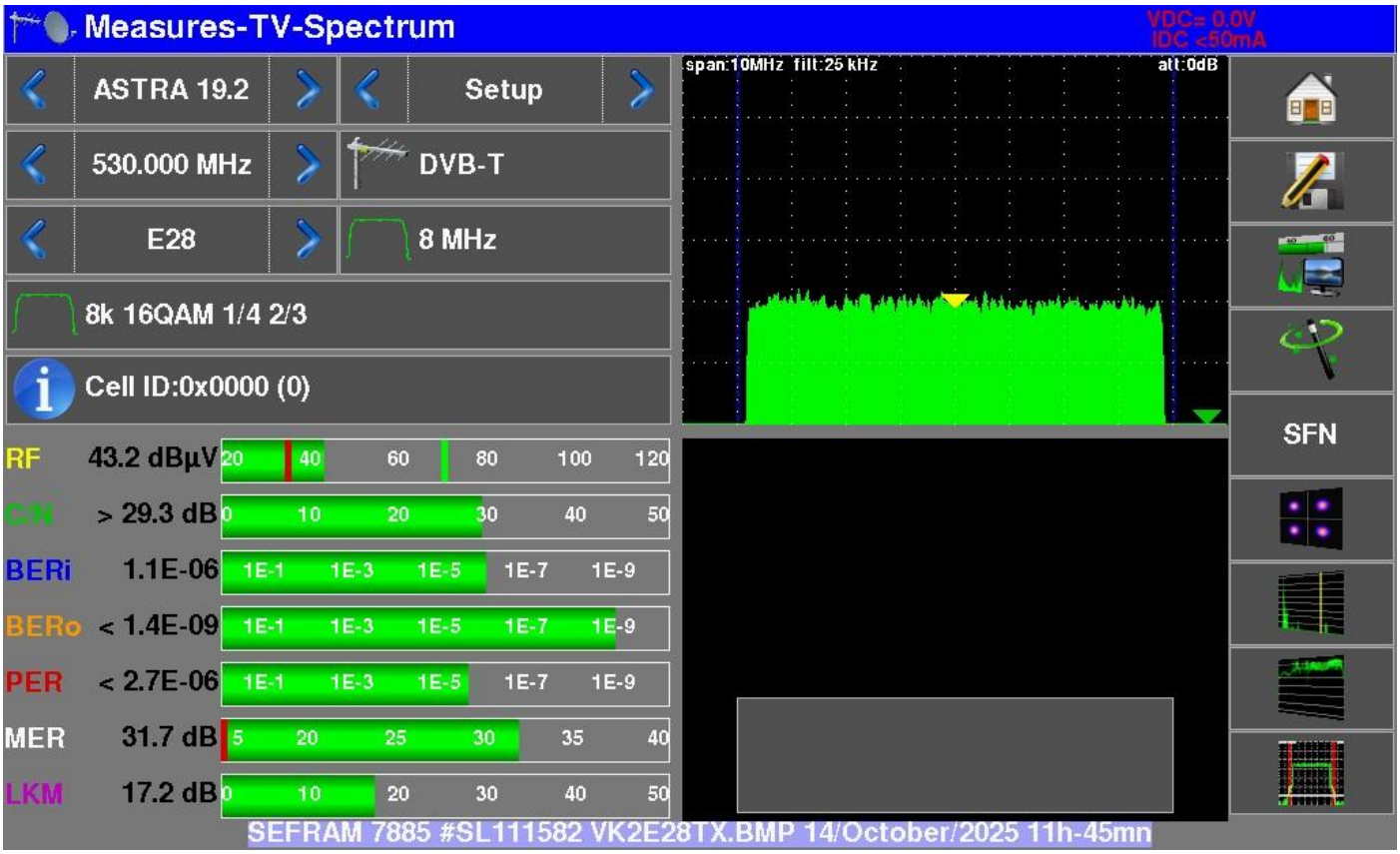
3.mõõtepunkt 5200010 Höbringi-Aulepa tee, Vanaküla / Gambyn, Lääne-Nigula vald, Lääne maakond, koordinaadid 59.115159, 23.586447



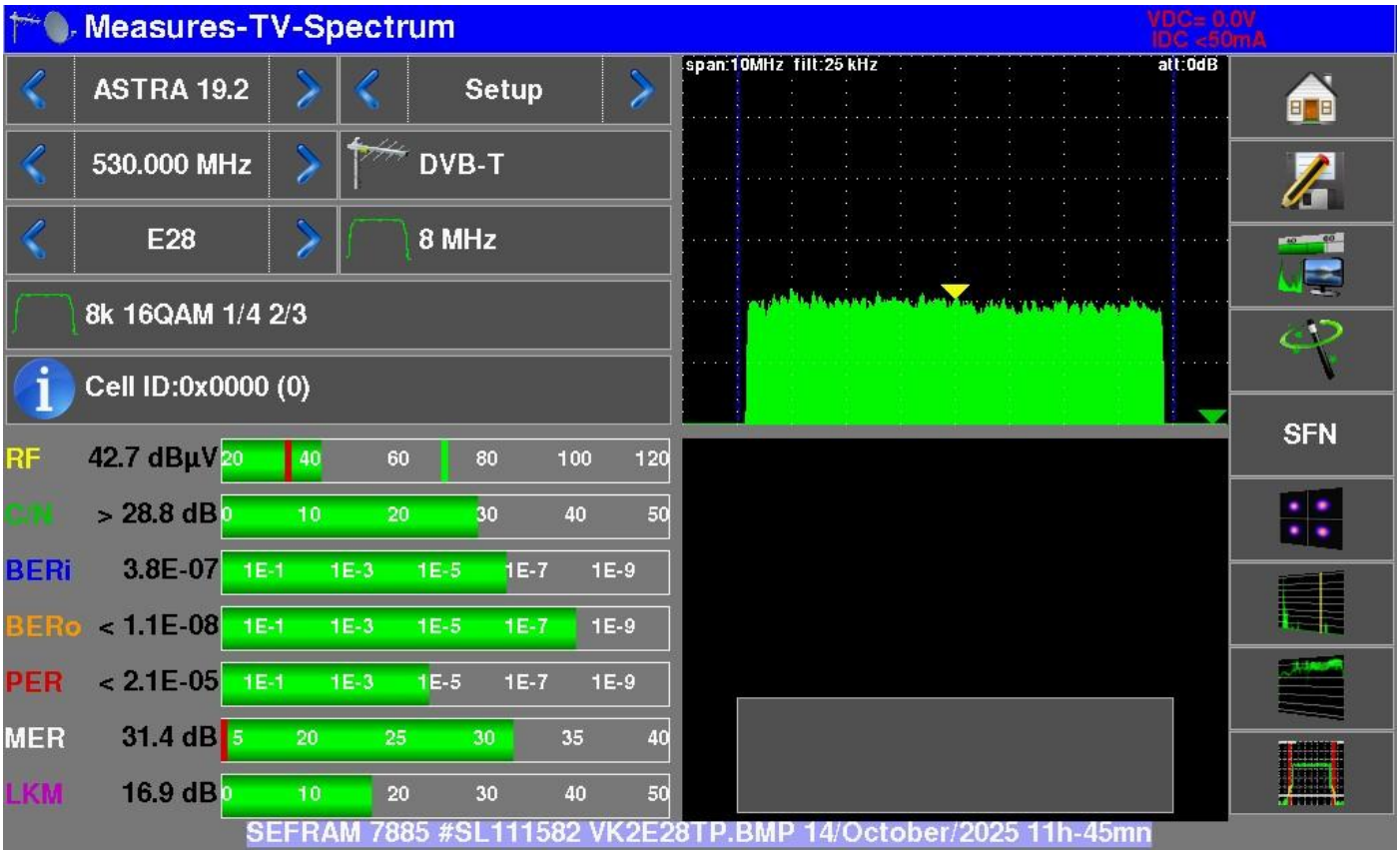
Joonis 19 3.mõõtepunktist MP3 mõõdetuna kaugus ja suund tuulepargi keskpunktini KP.



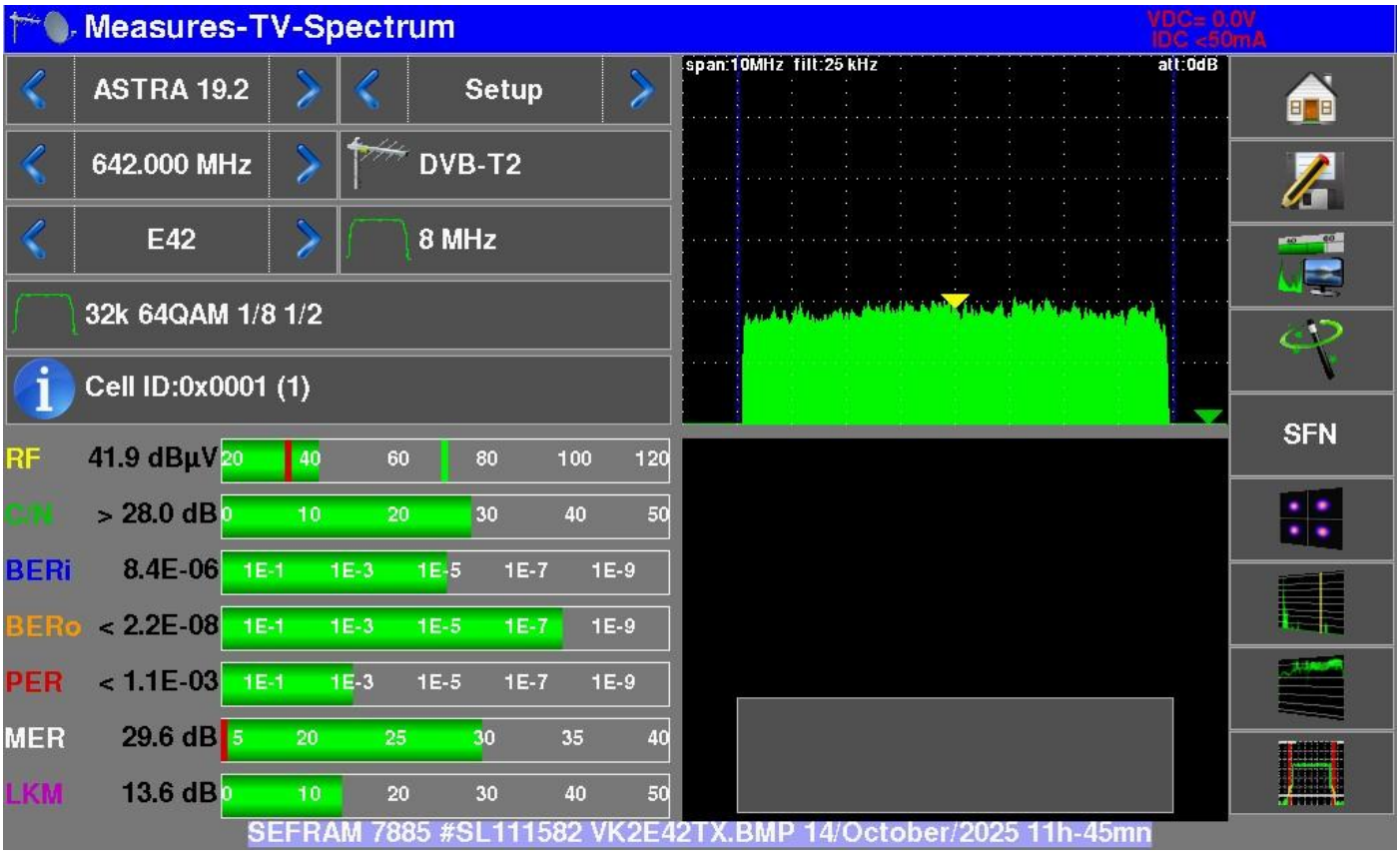
Joonis 20 3.mõõtepunktist MP3 mõõdetuna saatja SM kaugus ja suund.



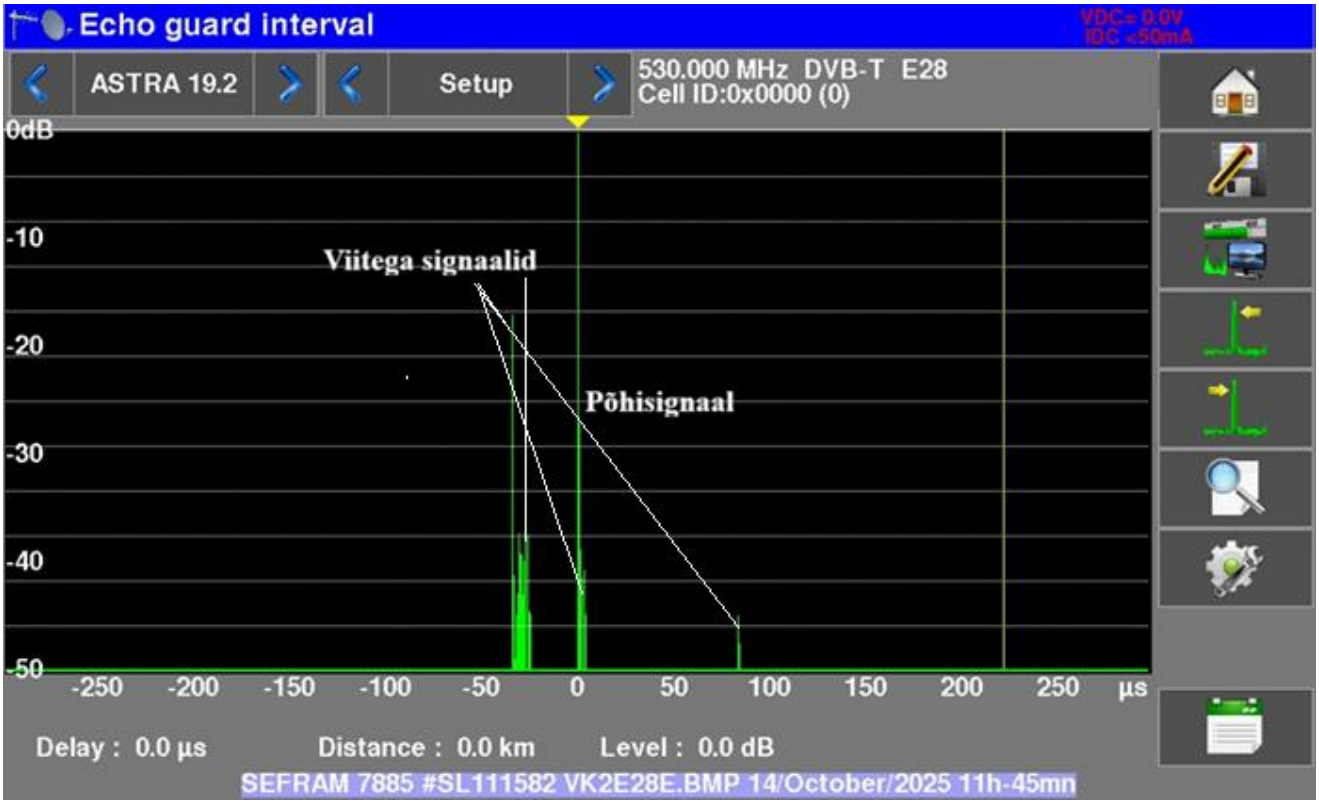
Joonis 21 3.mõõtepunktist mõõdetuna MUX1 E28 kvaliteedinäitajad, antenn saatja poole suunatuna.



Joonis 22 3.mõõtepunktist mõõdetuna MUX1 E28 kvaliteedinäitajad, antenn tuulepargi poole suunatud.



Joonis 23 3.mõõtepunktist mõõdetuna MUX7 E42 kvaliteedinäitajad, antenn saatja poole suunatud.



Joonis 24 3.mõõtepunktist mõõdetuna E28 MUX1 kanali impulsskoste, antenn saatja poole suunatud.

3.mõõtepunkti tulemus

Legend:

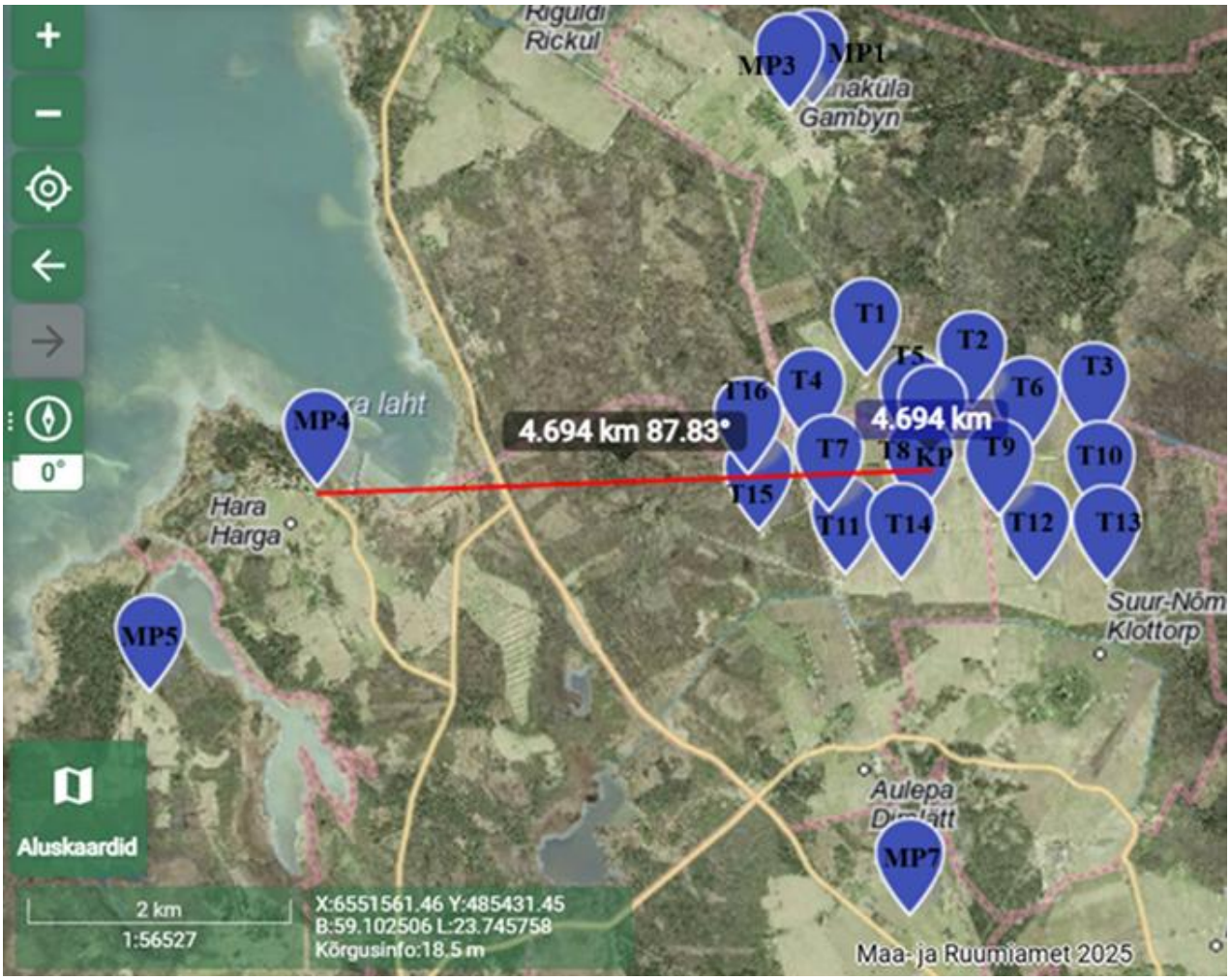
Roheline: vastab ITU-R sätestatud piirväärtustele

Punane: ei vasta ITU-R sätestatud piirväärtustele

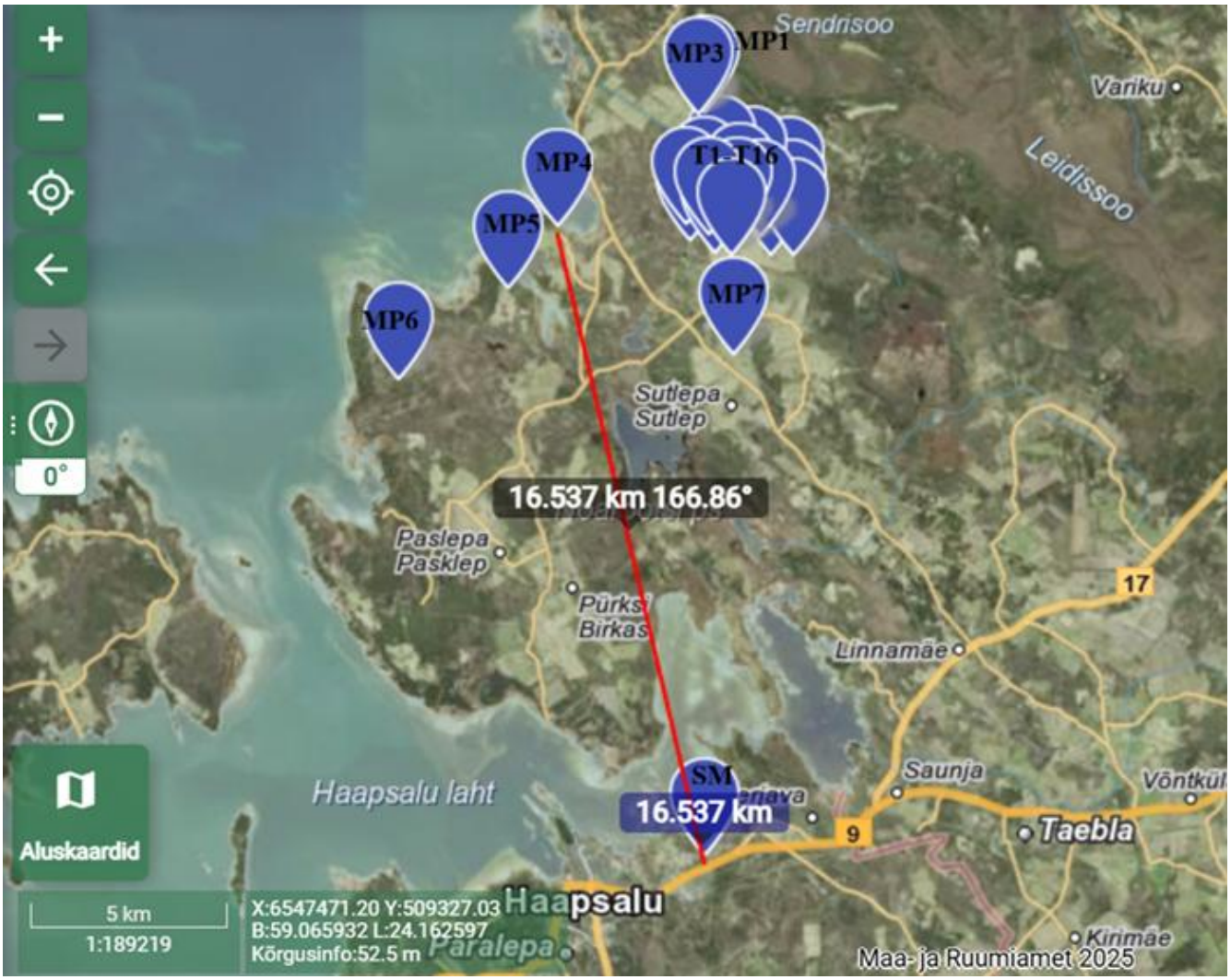
Mõõdetud sagedus	**Mõõdetud vastuvõtja sisendpinge (dBµV)**	**Antennifaktor mõõdetud sagedusel (dB/m)**	**Mõõdetud elektriväljatugevus (dBµV/m)**	**Signaal-müra suhe (C/N)**
530MHz saatja suunas	43,2 (Sefram)	4,25 (Sefram+Triax)	47,45 (Sefram)	29,3
642MHz saatja suunas	41,9 (Sefram)	6 (Sefram+Triax)	47,9 (Sefram)	28
530MHz tuulepargi suunas	42,7 (Sefram)	4,25 (Sefram+Triax)	46,95 (Sefram)	28,8

3.mõõtepunkt paiknes kohas, kus saatja ja vastuvõtja vaheline otsenähtavusjoon läbis osaliselt tuuleparki. Võrreldes eelmise mõõtepunktiga, olid selles mõõtepunktis mõõdetud elektriväljatugevused kõrgemad, tulenevalt saatjale lähemal paiknemisega. Antud mõõtepunktis olid kvaliteedinäitajad televisioonivastuvõtuks piisavalt head, arvestades vastuvõetavate pakettide bitiveamäära BERi ning bitiveamäära BERo peale veaparandust. Joonisel 25 kujutatud impulsskoste graafikul on näha põhisignaalist ≈-15dB madalama amplituudiga viidet, mis tõenäoliselt pärineb Ellamaa saatjast, ja samast allikast madalama amplituudiga, põhisignaalist ≈-20dB nõrgemaid viiteid.

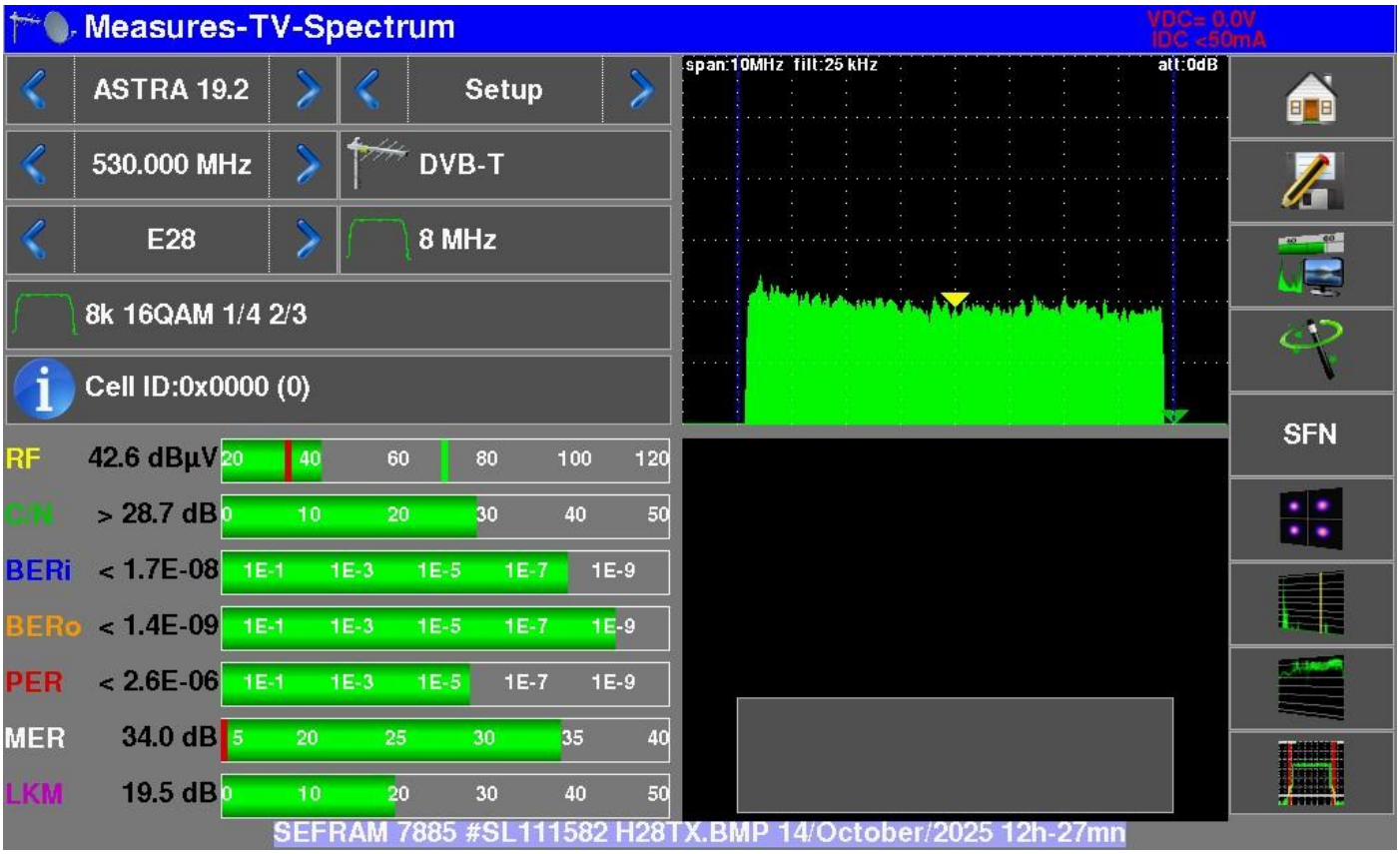
4.mõõtepunkt Hara küla / Harga, Lääne-Nigula vald, Lääne maakond , koordinaadid 59.089589, 23.523542



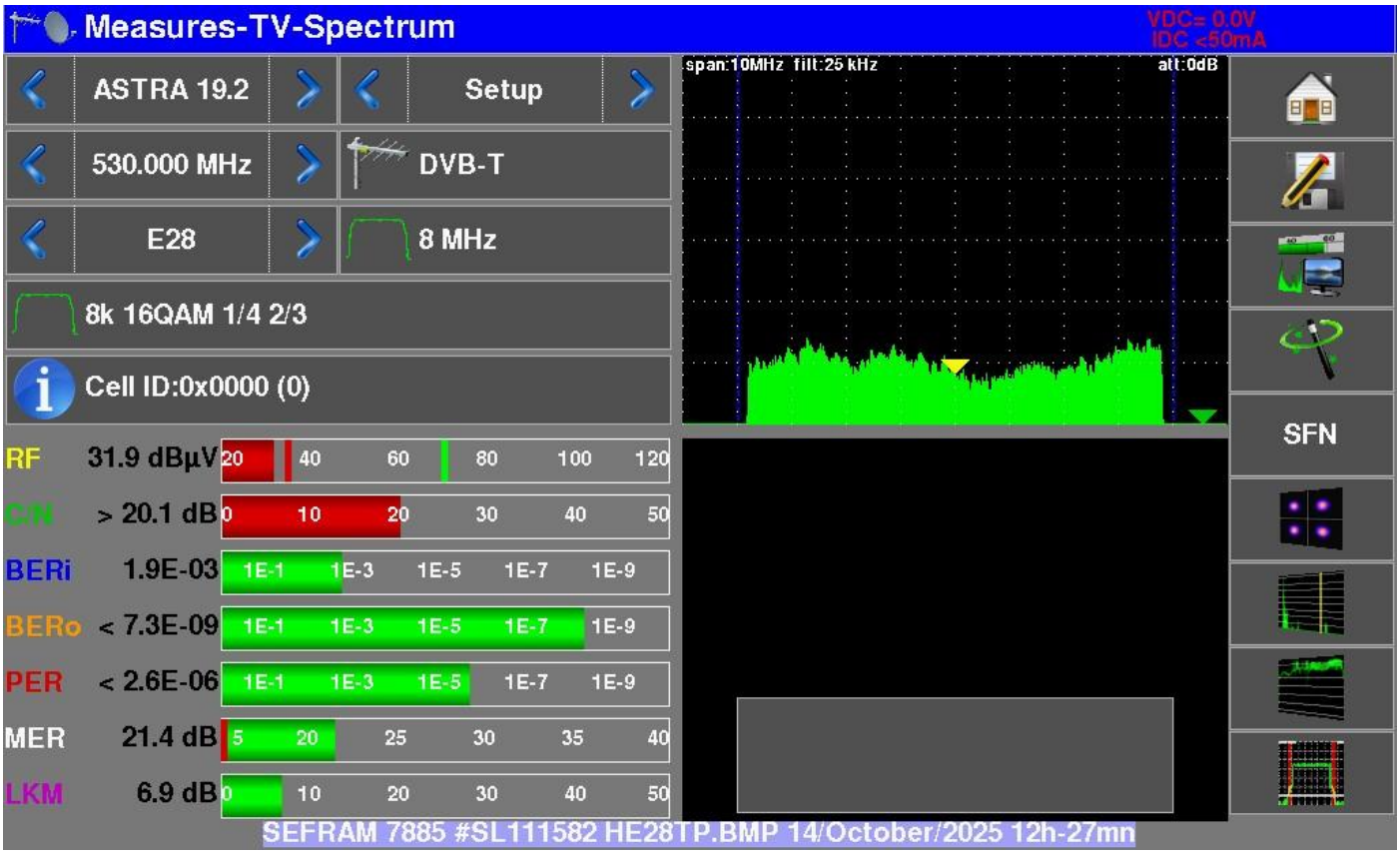
Joonis 25 4.mõõtepunktist MP4 mõõdetuna kaugus ja suund tuulepargi keskpunktini KP.



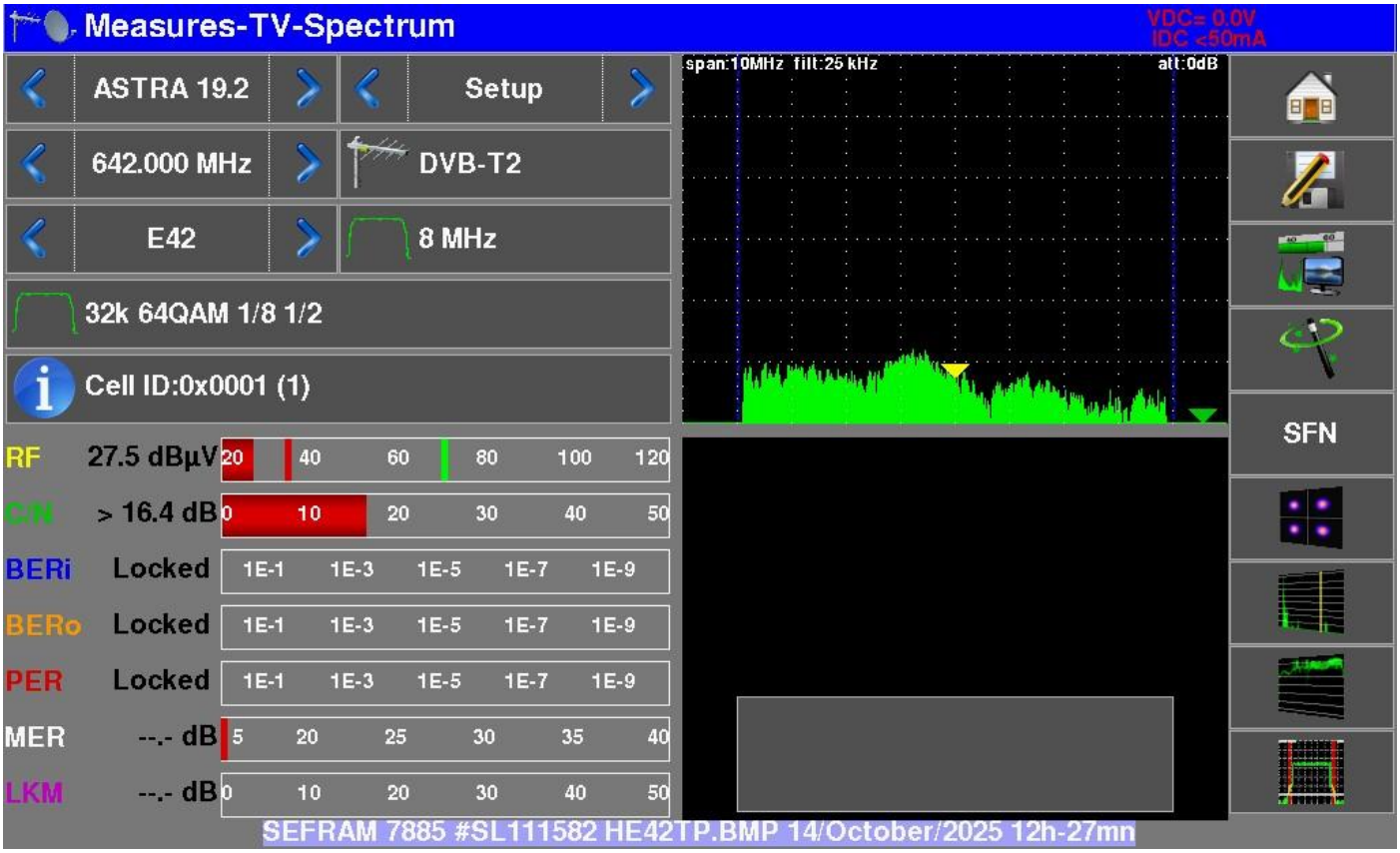
Joonis 26 4.mõõtepunktist MP4 mõõdetuna saatja SM kaugus ja suund.



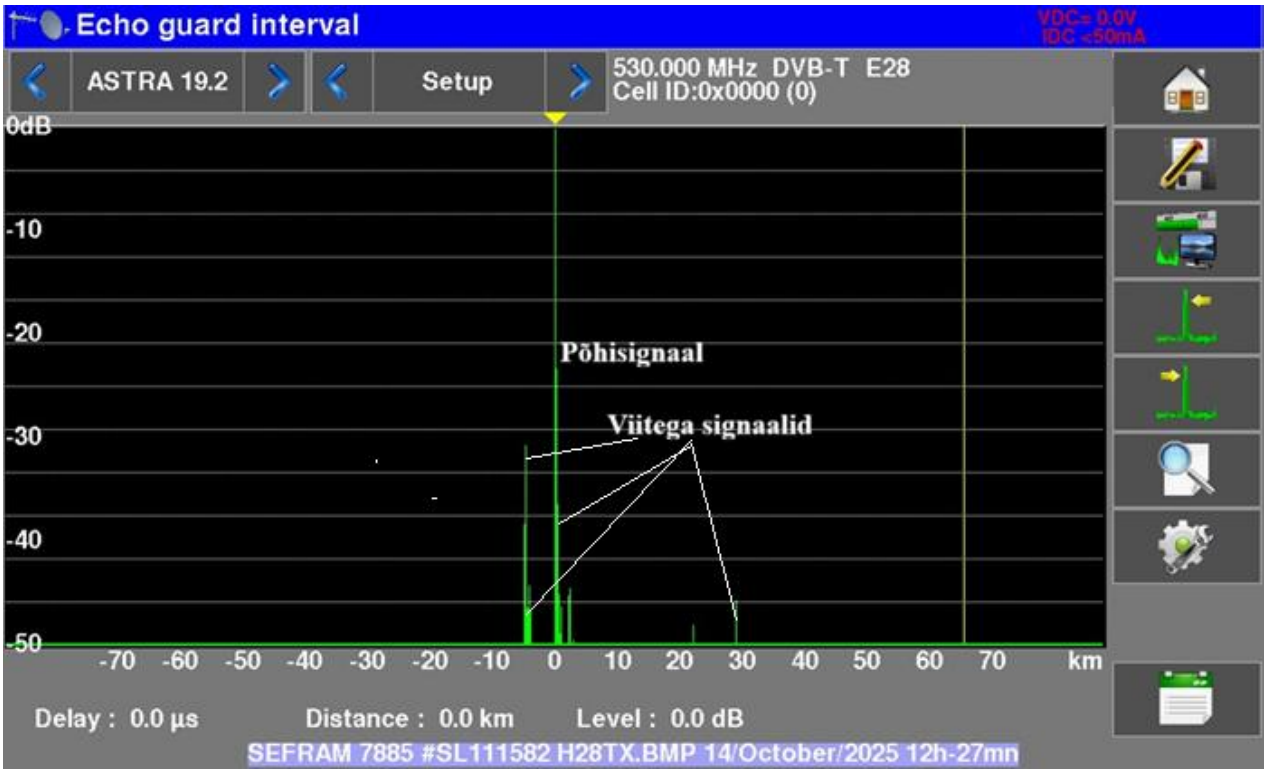
Joonis 27 4.mõõtepunktist mõõdetuna E28 MUX1 kvaliteedinäitajad, antenn suunatud saatja poole.



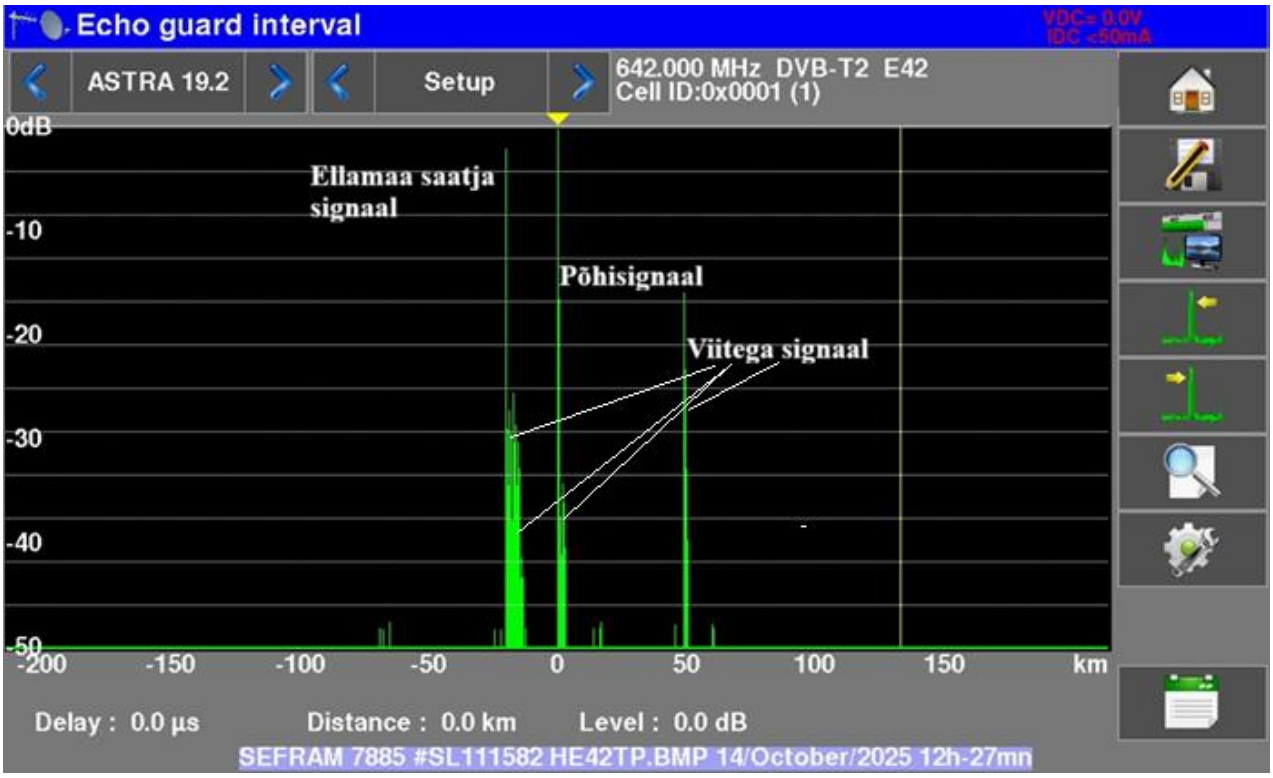
Joonis 29 4.mõõtekohast mõõdetuna E28 MUX1 kvaliteedinäitajad, antenn suunatud tuulepargi poole.



Joonis 30 4.mõõtepunktist mõõdetuna MUX7 E42 kvaliteedinäitajad, antenn suunatud tuulepargi poole.



Joonis 31 4.mõõtepunktist mõõdetuna E28 MUX1 impulsskoste, antenn suunaga saatja poole.



Joonis 32 4.mõõtepunktist mõõdetuna MUX7 E42 impulsskoste, antenn suunaga tuulepargi poole.

4.mõõtepunkti tulemus

Legend:

Roheline: vastab ITU-R sätestatud piirväärtustele

Punane: ei vasta ITU-R sätestatud piirväärtustele

Mõõdetud sagedus	**Mõõdetud vastuvõtja sisendpinge (dBµV)**	**Antennifaktor mõõdetud sagedusel (dB/m)**	**Mõõdetud elektriväljatugevus (dBµV/m)**	**Signaal-müra suhe (C/N)**
530MHz saatja suunas	42,6 (Sefram)	4,25 (Sefram+Triax)	46,85 (Sefram)	28,7
642MHz tuulepargi suunas	27,5 (Sefram)	6 (Sefram+Triax)	30,5 (Sefram)	16,4
530MHz tuulepargi suunas	31,9 (Sefram)	4,25 (Sefram+Triax)	36,15 (Sefram)	20,1

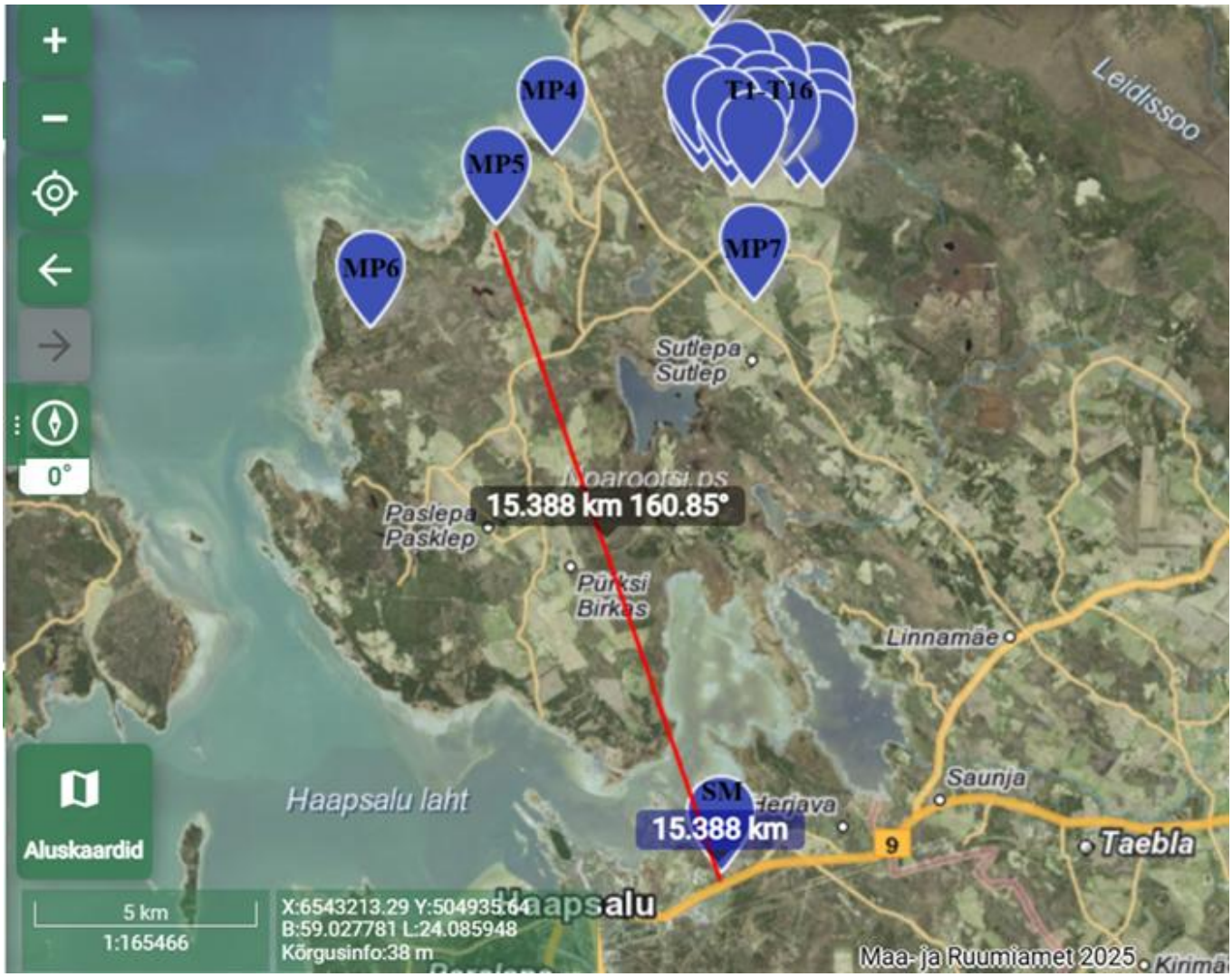
4.mõõtepunkt paiknes vastuvõtuolukorras, kus saatja ja vastuvõtja otsenähtavusjoon ei läbinud tuuleparki, vaid tuulepark jäi idasuunda, saatja kagusuunda. Selles mõõtepunktis olid mõõdetud signaalitugevused sama kõrged, kui eelmises mõõtepunktis, ka paiknedes saatjale lähemal. MUX1 E28 pealt edastatavaid programme oli võimalik vaadata kvaliteetselt ka antenniga tuulepargi poole suunatuna tänu efektiivsele signaali veaparandusele (vt. joonis 28), kuid MUX7 E42 pealt tulevaid programme tuulepargi poole suunatud antenniga ei olnud võimalik vaadata, tingituna liiga nõrgast signaalist ehk madalast elektriväljatugevusest (vt. joonis 29). Tuulepargi poole suunatuna polnud võimalik teha kindlaks vastuvõetud peegeldunud signaalide allikaid, sest tuulepargi suunda jäi ka Ellamaa saatja.

Saatja poole suunatud antenniga olid kvaliteedinäitajad väga head, ning impulsskoste graafikutel joonistel 31 ja 32 on näha, et saatja suunal on viitega signaale väga minimaalselt.

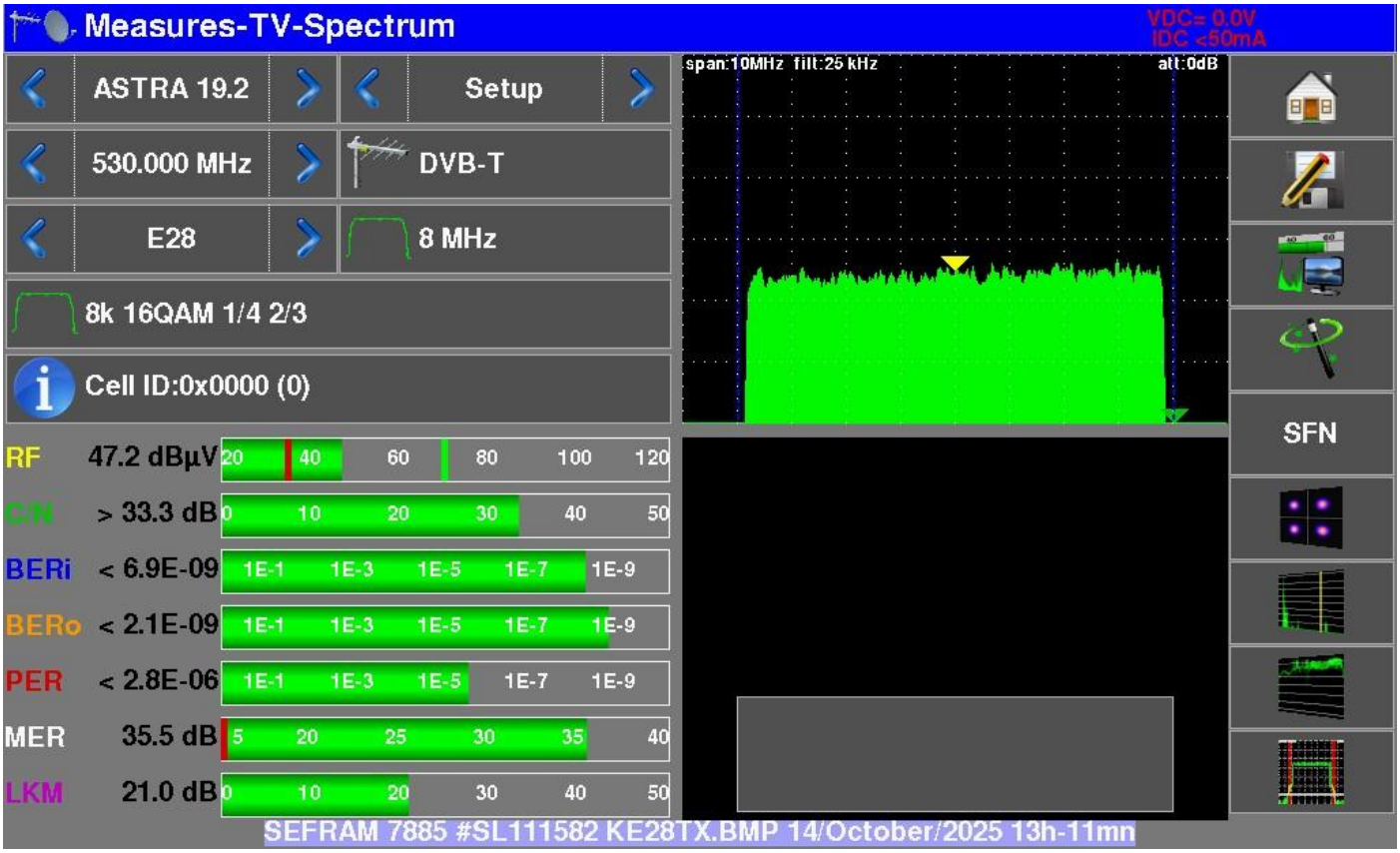
Joonisel 32 on näha ≈-2dB madalama amplituudiga viitega signaali, mille allikaks on tõenäoliselt Ellamaa saatja signaal, selle kõrval ≈-30dB madalama amplituudiga viitega signaalid, mis on tõenäoliselt Ellamaalt edastatud signaali peegeldused kõrgematelt objektidelt, mis võivad olla nii puud, postid, elektriliini mastid või ka tuulegeneraatorid.

5.mõõtepunkt Kudani küla / Gutanäs, Lääne-Nigula vald, Lääne maakond, koordinaadid 59.072634, 23.504655

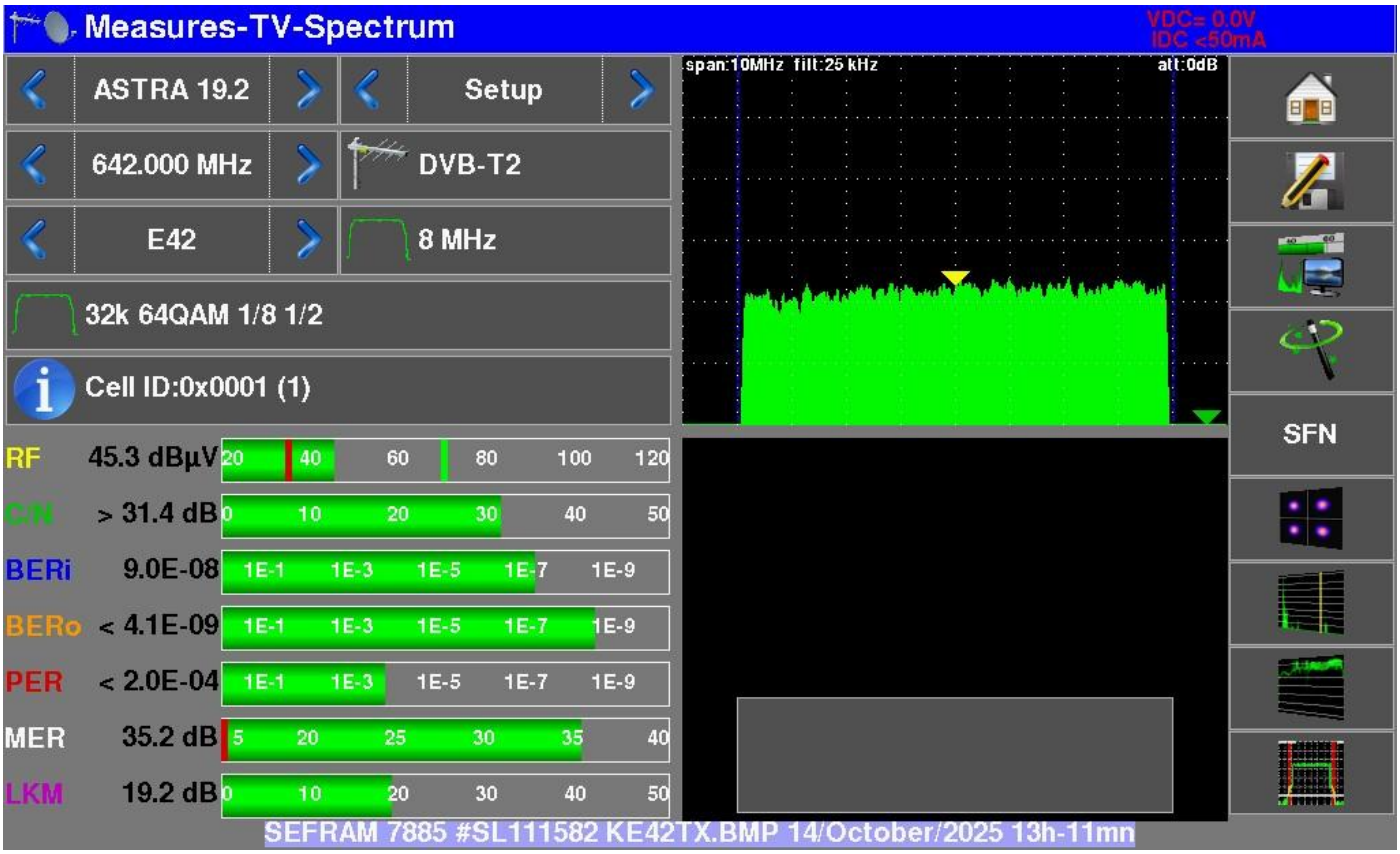
Joonis 33 5.mõõtepunktist MP3 mõõdetuna kaugus ja suund tuulepargi keskpunktini KP.



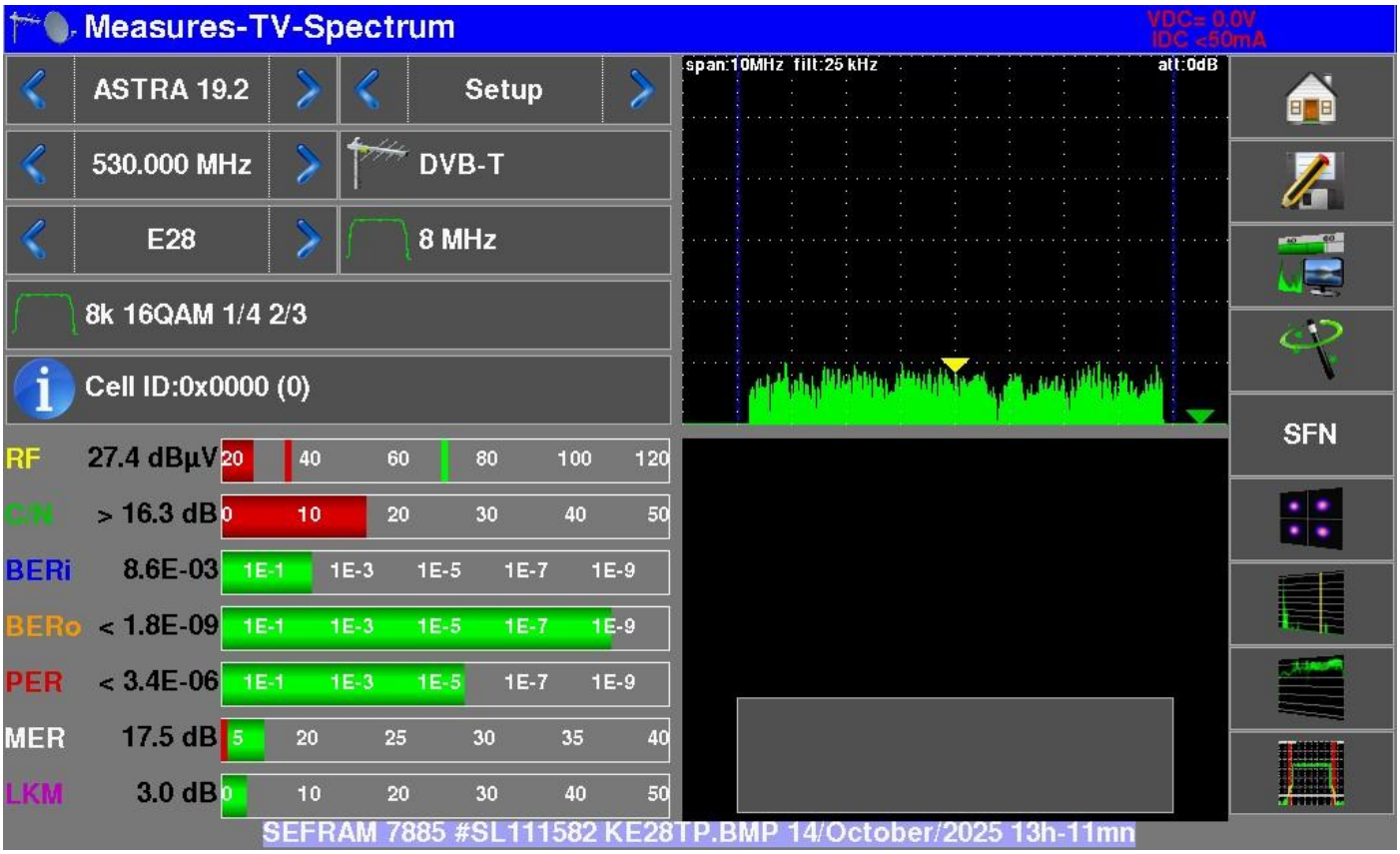
Joonis 34 5.mõõtepunktist MP5 mõõdetuna saatja SM kaugus ja suund.



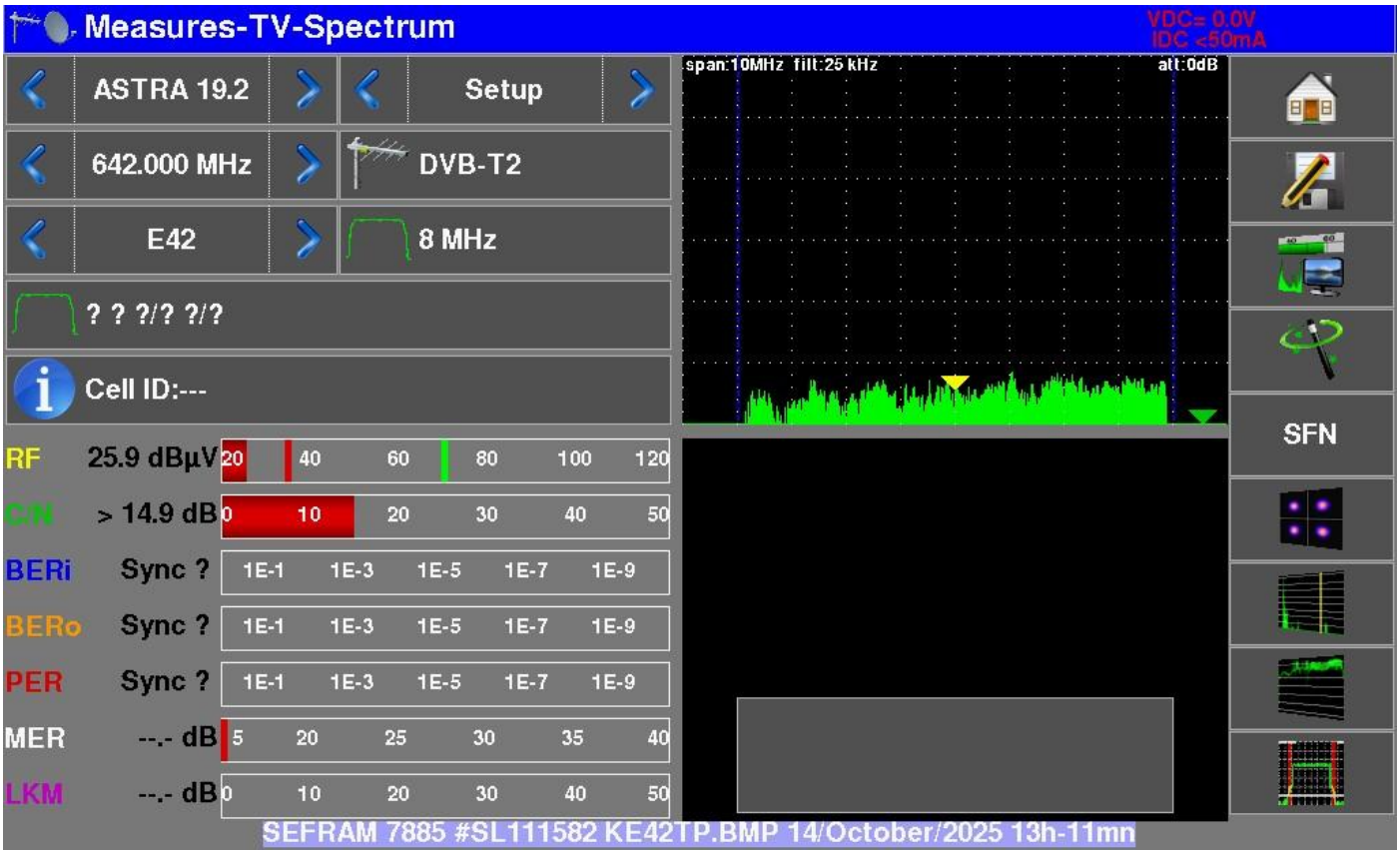
Joonis 35 5.mõõtepunktist mõõdetuna E28 MUX1 kvaliteedinäitajad antenn saatja poole suunatuna.



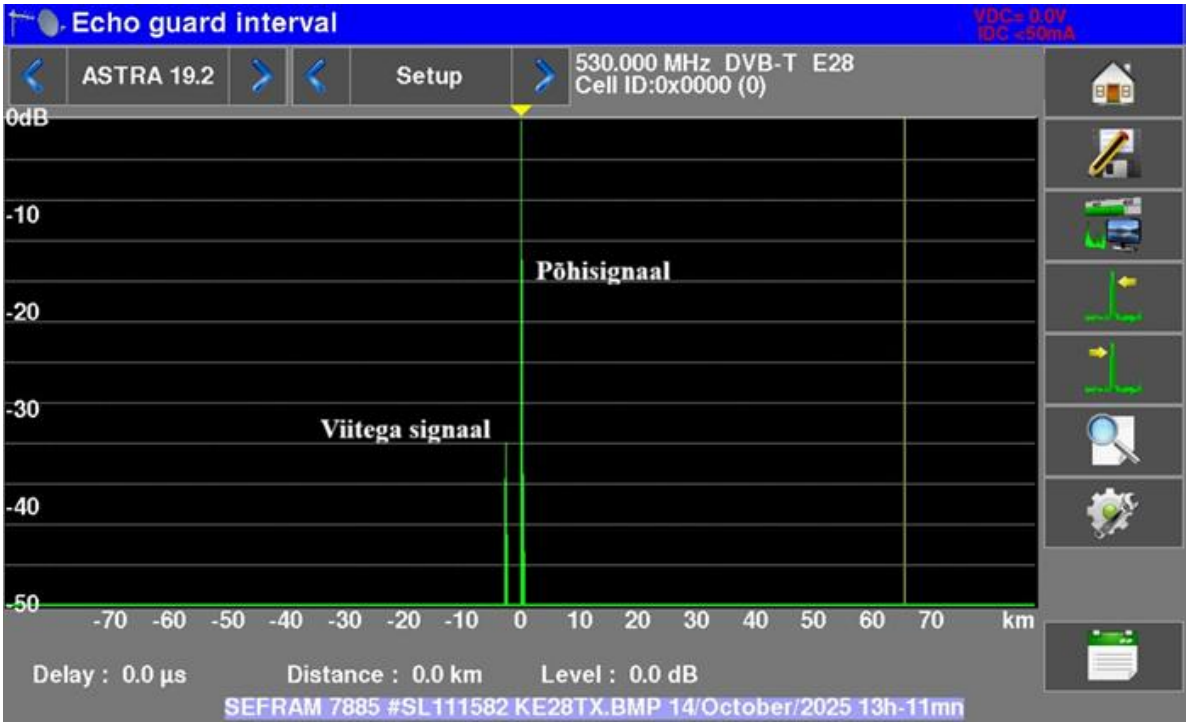
Joonis 36 5.mõõtepunktist mõõdetuna MUX7 E42 kvaliteedinäitajad, antenn saatja poole suunatuna.



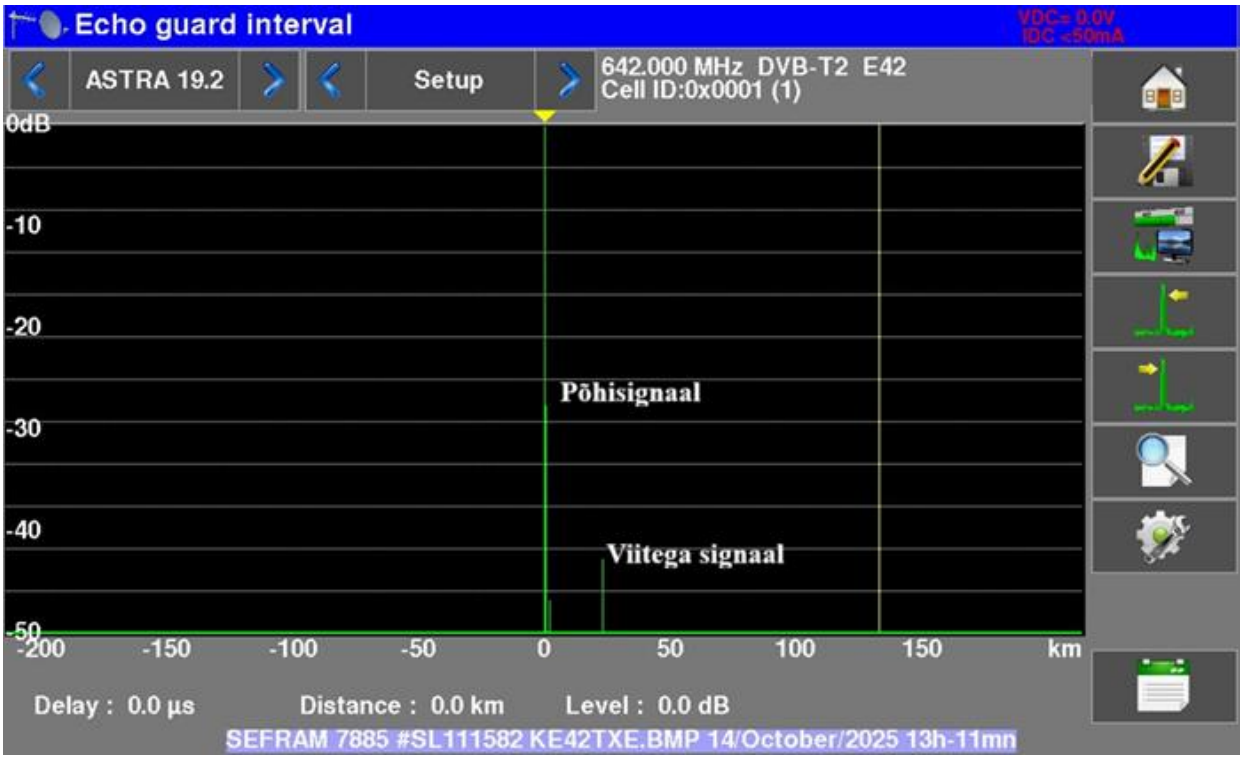
Joonis 37 5.mõõtepunktist mõõdetuna MUX1 E28 kvaliteedinäitajad, antenn suunatuna tuulepargi poole.



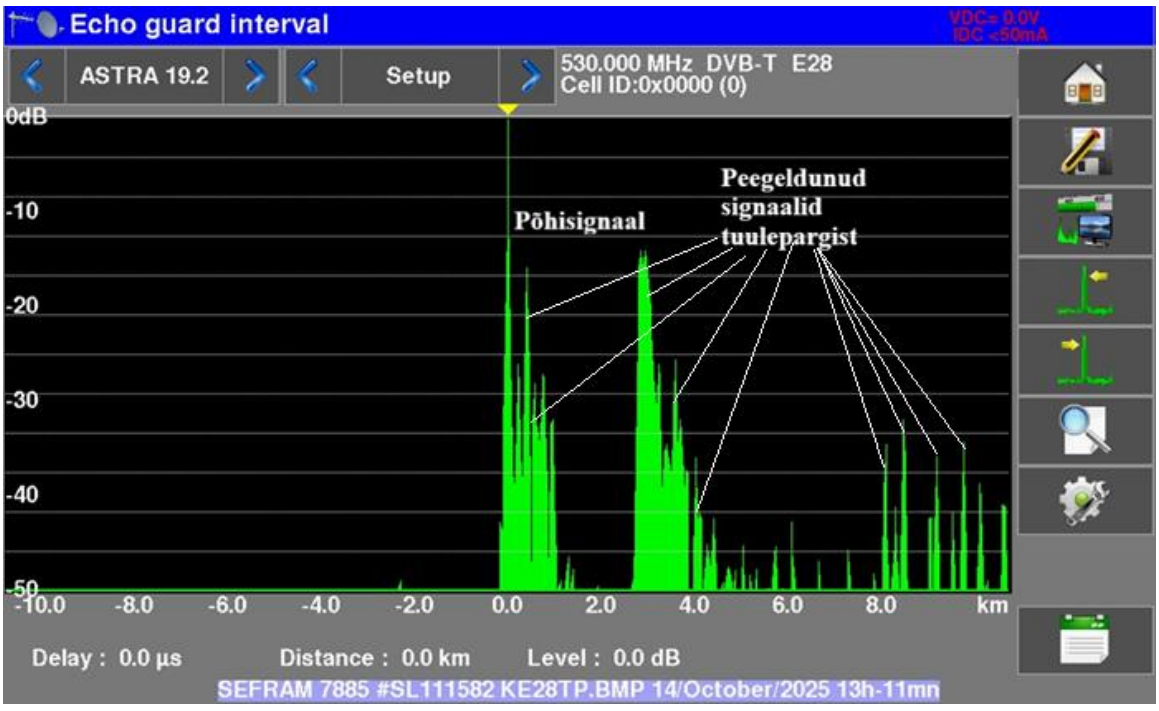
Joonis 38 5.mõõtepunktist mõõdetuna MUX7 E42 kvaliteedinäitajad, antenn suunatuna tuulepargi poole.



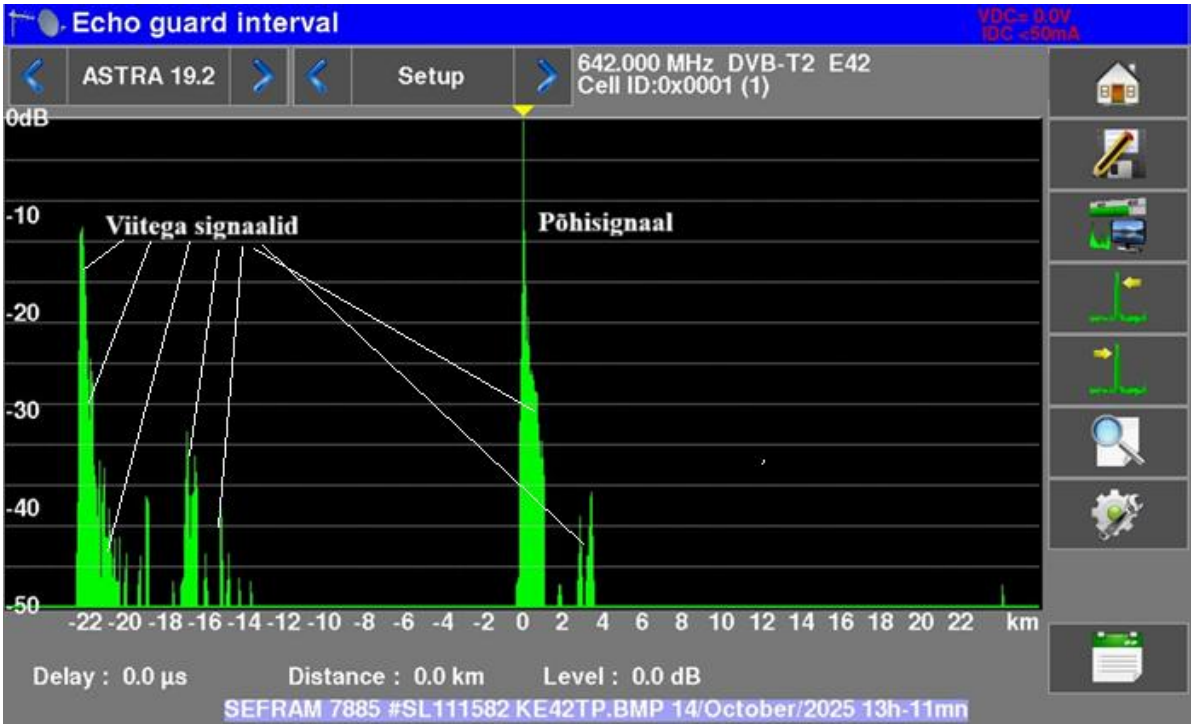
Joonis 39 5.mõõtepunktist mõõdetuna MUX1 E28 kanali impulsskoste, antenn saatja poole suunatuna.



Joonis 40 5.mõõtepunktist mõõdetuna MUX7 E42 kanali impulsskoste, antenn saatja poole suunatuna.



Joonis 41 5.mõõtepunktist mõõdetuna MUX1 E28 kanali impulsskoste, mõõteantenn suunatuna tuulepargi poole.



Joonis 42 5.mõõtepunktist mõõdetuna E42 MUX7 kanali impulsskoste, antenn suunatud tuulepargi poole.

5.mõõtepunkti tulemus:

Legend:

Roheline: vastab ITU-R sätestatud piirväärtustele

Punane: ei vasta ITU-R sätestatud piirväärtustele

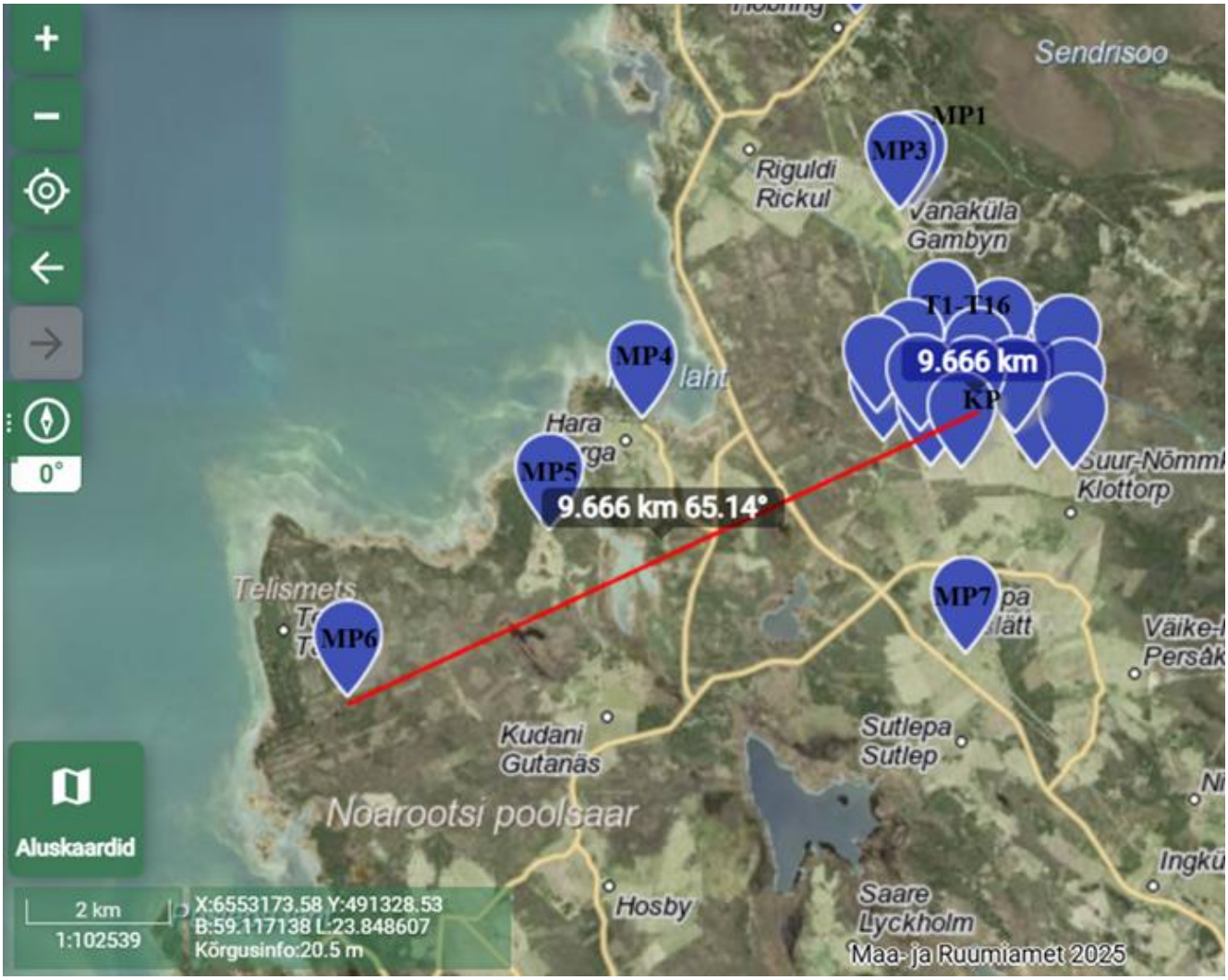
Mõõdetud sagedus	**Mõõdetud vastuvõtja sisendpinge (dBµV)**	**Antennifaktor mõõdetud sagedusel (dB/m)**	**Mõõdetud elektriväljatugevus (dBµV/m)**	**Signaal-müra suhe (C/N)**
530MHz saatja suunas	47,2 (Sefram)	4,25 (Sefram+Triax)	51,45 (Sefram)	33,3
642MHz saatja suunas	45,3 (Sefram)	6 (Sefram+Triax)	51,3 (Sefram)	31,4
530MHz tuulepargi suunas	27,4 (Sefram)	4,25 (Sefram+Triax)	31,65 (Sefram)	16,3
642MHz tuulepargi suunas	25,9 (Sefram)	6 (Sefram+Triax)	31,9 (Sefram)	14,9

Selles mõõtepunktis oli paiknemine saatja ja tuulepargi suhtes sarnane eelmise mõõtepunktiga, kuid mõõtekoht paiknes tuulepargist kaugemal, kui eelmises mõõtekohas.

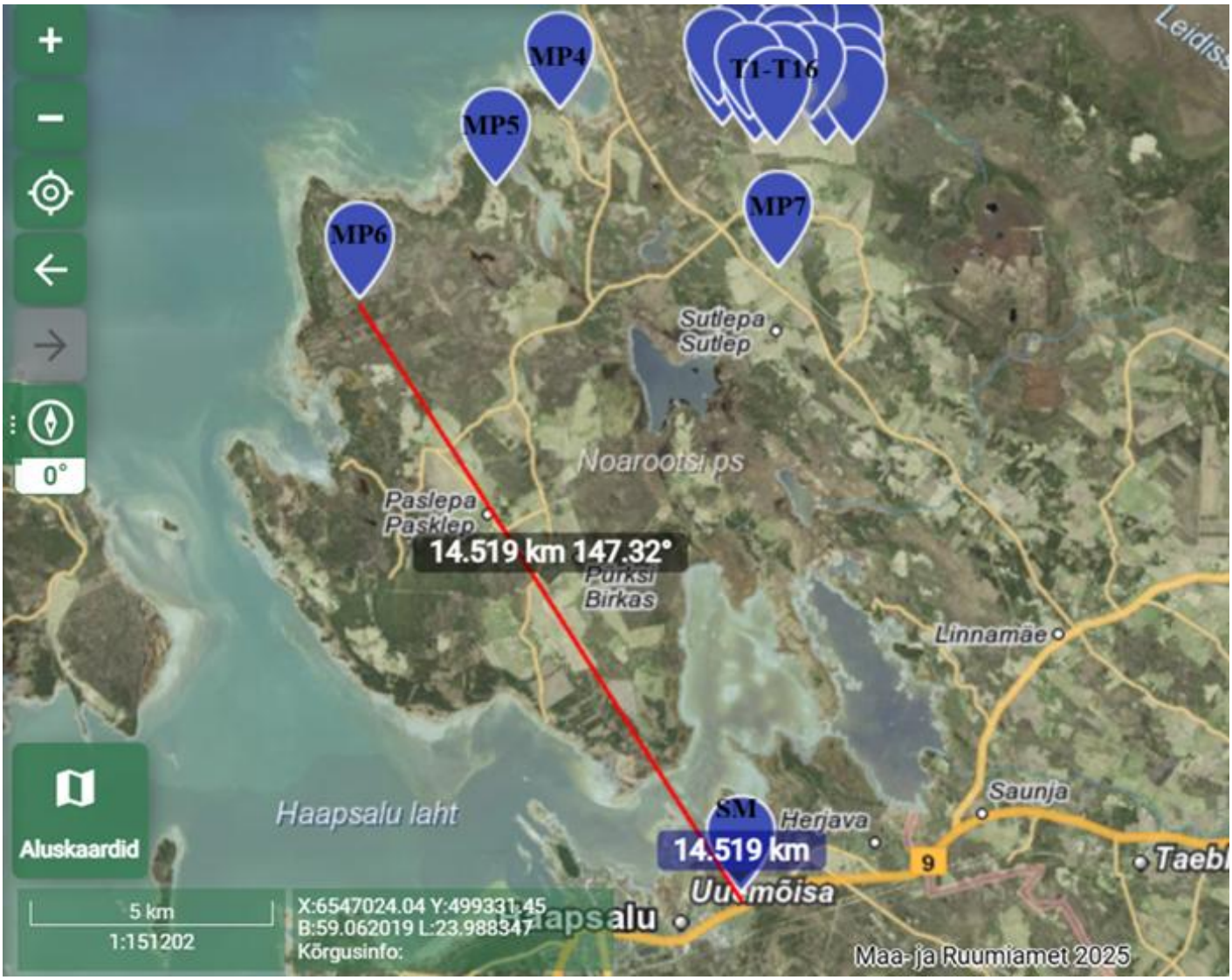
Saatja poole suunatud antenniga oli võimalik vastu võtta väga heade kvaliteedinäitajatega televisioonipilti (vt. joonised 35 ja 36). Kanali impulsskoste graafikutel (joonised 39 ja 40) saatja poole suunatud antenniga, on näha, et viitega signaale on väga minimaalselt, mis on kvaliteetse vastuvõtu mõistes ideaalne tingimus.

Tuulepargi poole suunatud antenniga on kanali impulsskoste graafikul (joonised 41 ja 42) näha mitmeid viitega signaale, mis on põhisignaalist madalama amplituudiga. Tuulepargi poole suunatud antenniga oli võimalik MUX1 E28 kanalilt kvaliteetset televisioonipilti ja heli, ka halbade kvaliteedinäitajatega, tänu efektiivsele signaali veaparandusele (joonis 37, vt. BERi vs. BERo). E42 MUX7 programmi polnud võimalik tuulepargi poole suunatuna vastu võtta, tingituna vastuvõtuks liiga halbadest kvaliteedinäitajatest (joonis 38).

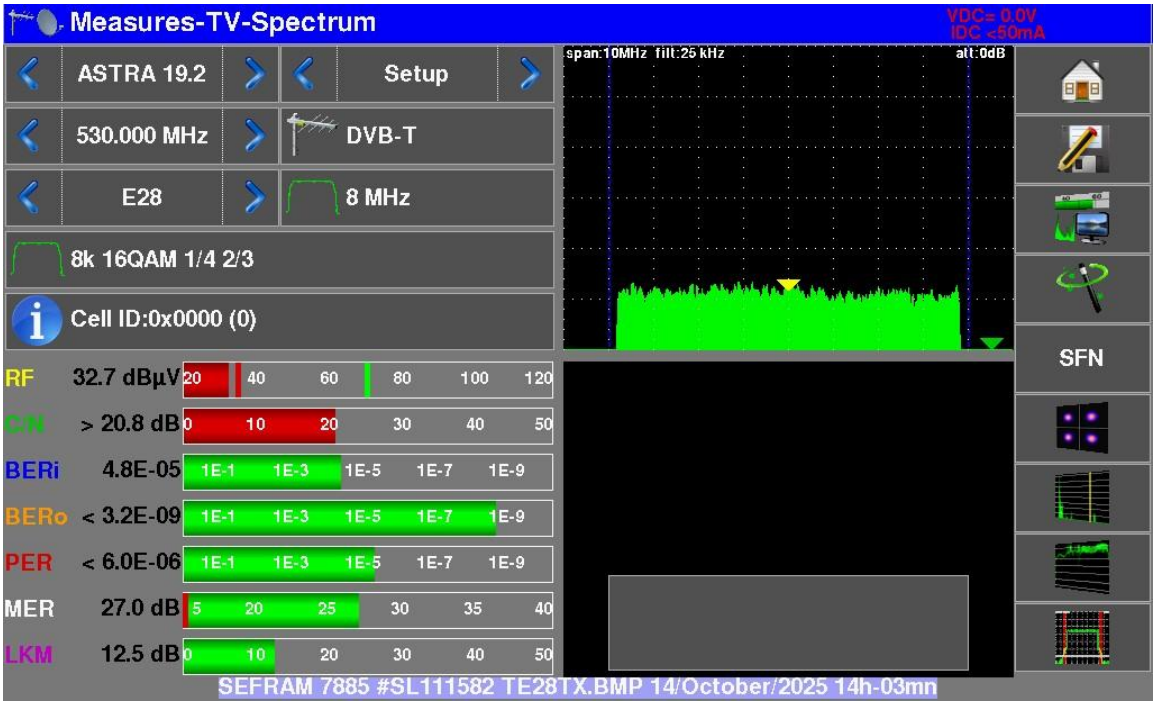
6.mõõtepunkt Juurika tee, Telise küla / Tällnäs, Lääne-Nigula vald, Lääne maakond, koordinaadid 59.054167, 23.453056



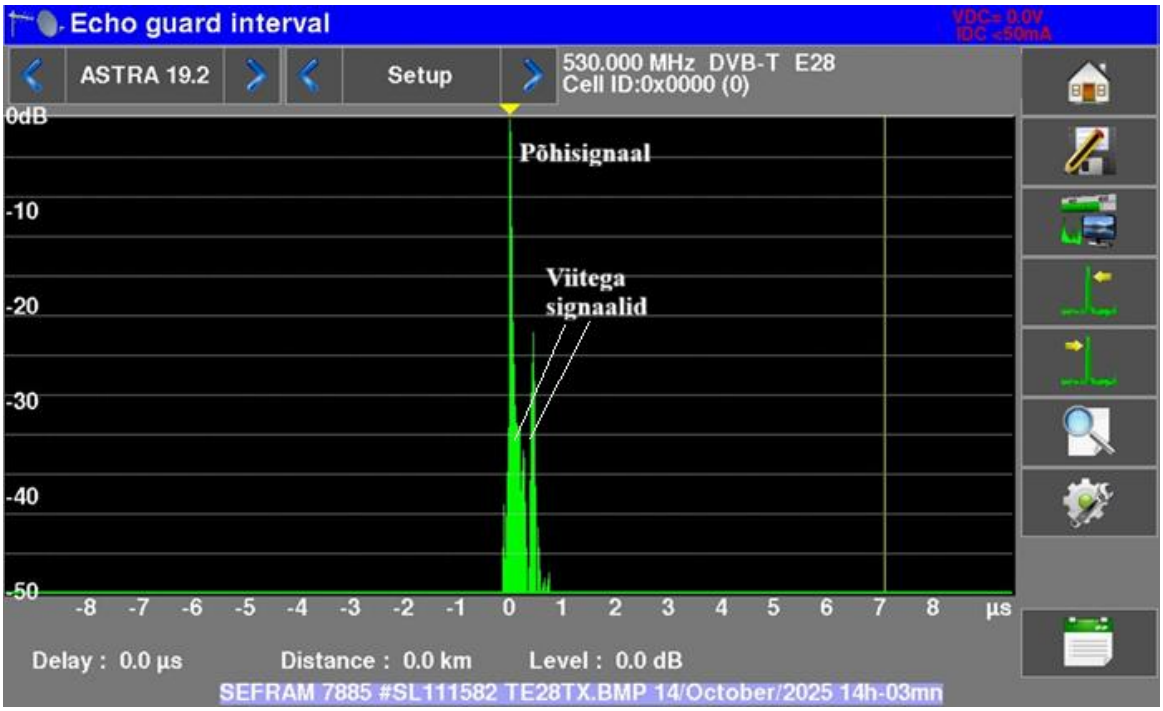
Joonis 43 6.mõõtepunktist MP6 mõõdetuna tuulepargi keskpunkti KP kaugus ja suund.



Joonis 44 6.mõõtepunktist MP6 mõõdetuna saatja SM kaugus ja suund.



Joonis 45 6.mõõtepunktist mõõdetuna E28 MUX1 kvaliteedinäitajad antenn saatja poole suunatuna.



Joonis 46 6.mõõtepunktist mõõdetuna MUX1 E28 kanali impulsskoste, antenn saatja poole suunatuna.

6.mõõtepunkti tulemus:

Legend:

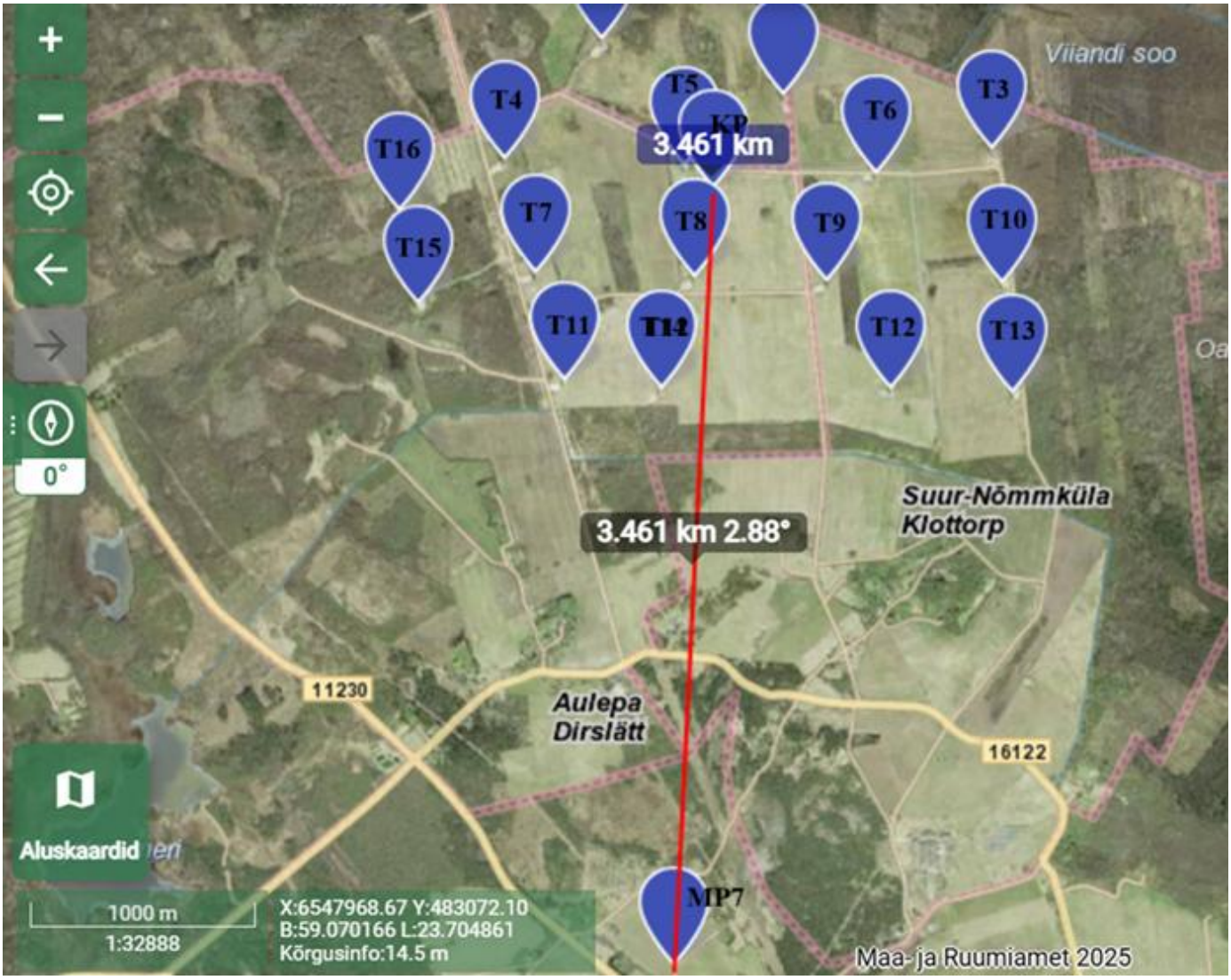
Roheline: vastab ITU-R sätestatud piirväärtustele

Punane: ei vasta ITU-R sätestatud piirväärtustele

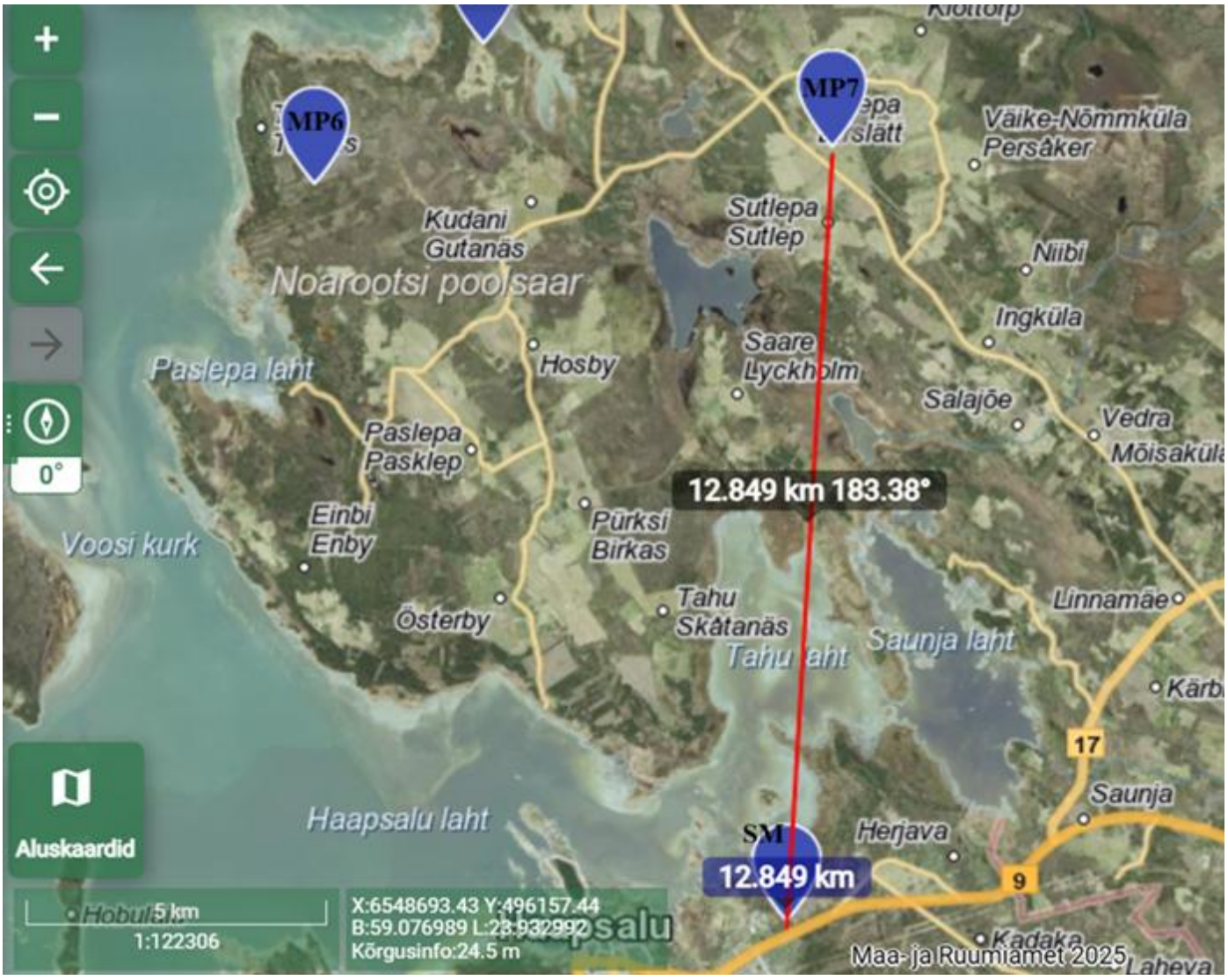
Mõõdetud sagedus	**Mõõdetud vastuvõtja sisendpinge (dBµV)**	**Antennifaktor mõõdetud sagedusel (dB/m)**	**Mõõdetud elektriväljatugevus (dBµV/m)**	**Signaal-müra suhe (C/N)**
530MHz saatja suunas	32,7 (Sefram)	4,25 (Sefram+Triax)	36,95 (Sefram)	20,8

Antud mõõtepunkt paiknes tiheda metsa vahelisel teel. Joonistel 48 ja 49 on näha, et hoolimata metsa sumbunud signaalist, on võimalik antud kohas kvaliteetset televisioonisignaali vastu võtta, kui antenn on saatja poole suunatud. Tuulepargi poole suunatud antenniga ei olnud võimalik vastu võtta ühegi MUXi pealt televisioonisignaali, tingituna signaali sumbumisest metsas selliselt, et antenni kõrvallehe suunalt vastuvõtt polnud võimalik. Joonisel 50 on ka näha mõõteantenni lähedal paiknevatelt puudelt peegeldusi, mis on vastuvõtjasse viitega jõudnud. Sellistes asukohtades on vastuvõtja antenni suunamine võimalikult täpselt saatja poole äärmiselt oluline, et tagada kvaliteetne televisioonipildi vastuvõtt.

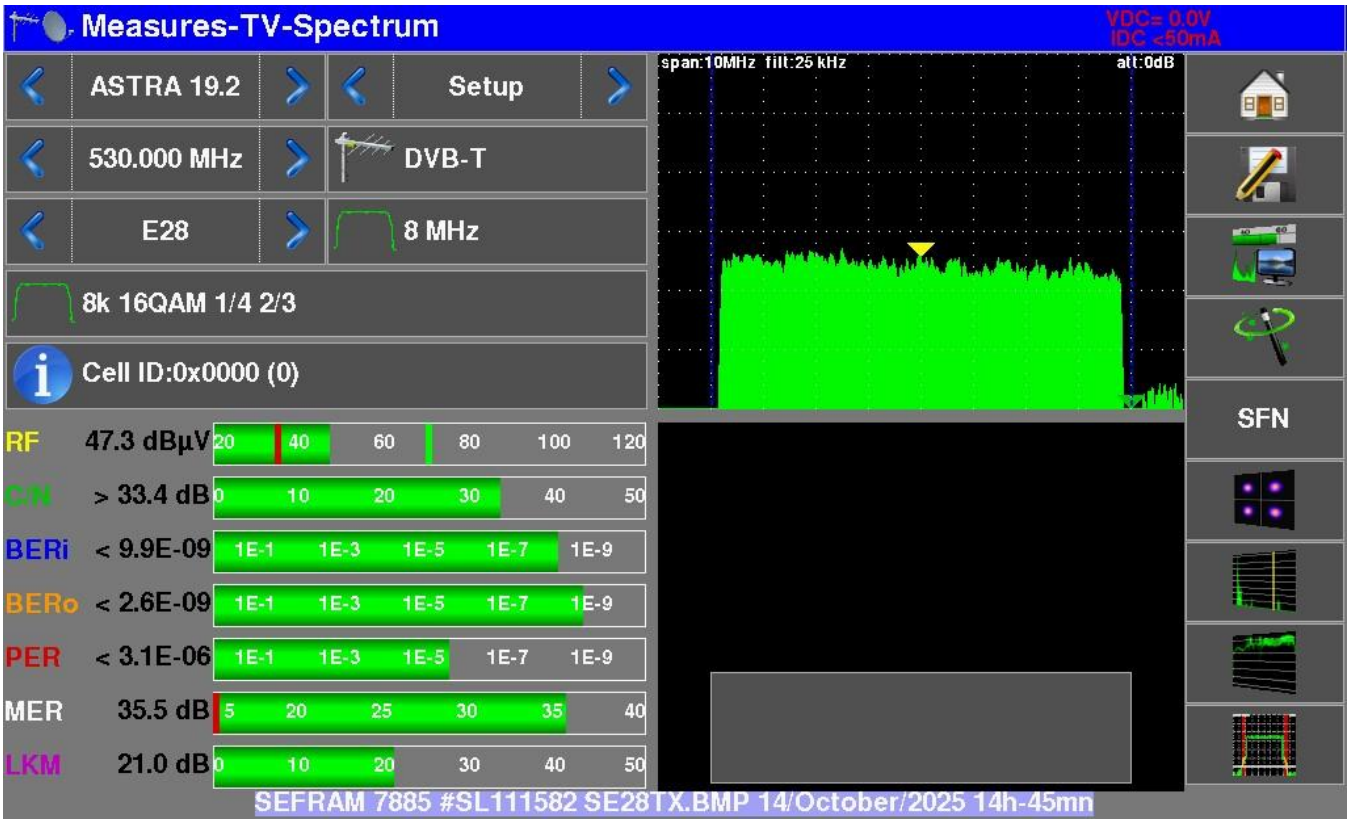
7.mõõtepunkt Suurekivi, Sutlepa küla / Sutlep, Lääne-Nigula vald, Lääne maakond, koordinaadid 59.064468, 23.602086



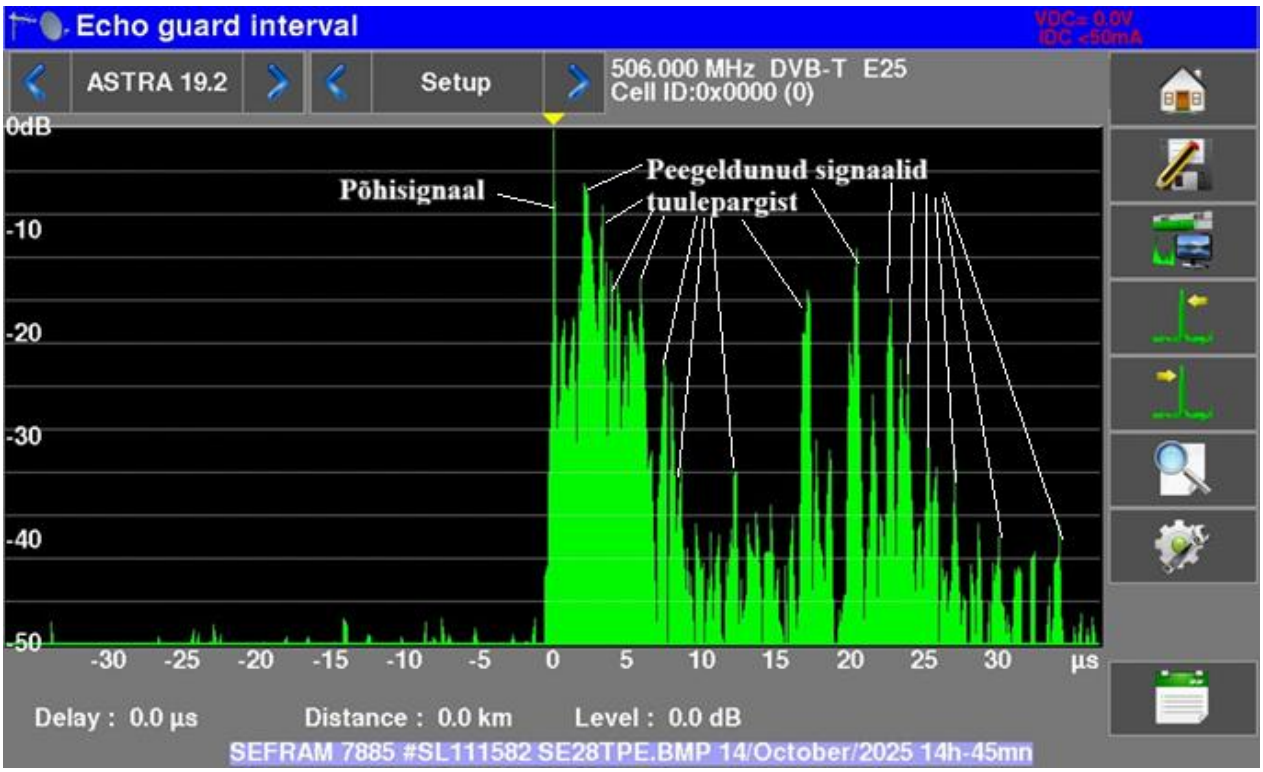
Joonis 47 7.mõõtepunktist MP7 mõõdetuna kaugus ja suund tuulepargi keskpunktini KP.



Joonis 48 7.mõõtepunktist MP7 mõõdetuna saatja SM kaugus ja suund.



Joonis 49 7.mõõtepunktist mõõdetuna E28 MUX1 kvaliteedinäitajad, antenn saatja poole suunatuna.



Joonis 50 7.mõõtepunktist mõõdetuna E25 MUX2 kanali impulsskoste, antenn tuulepargi poole keeratuna.

7.mõõtepunkti tulemus:

Legend:

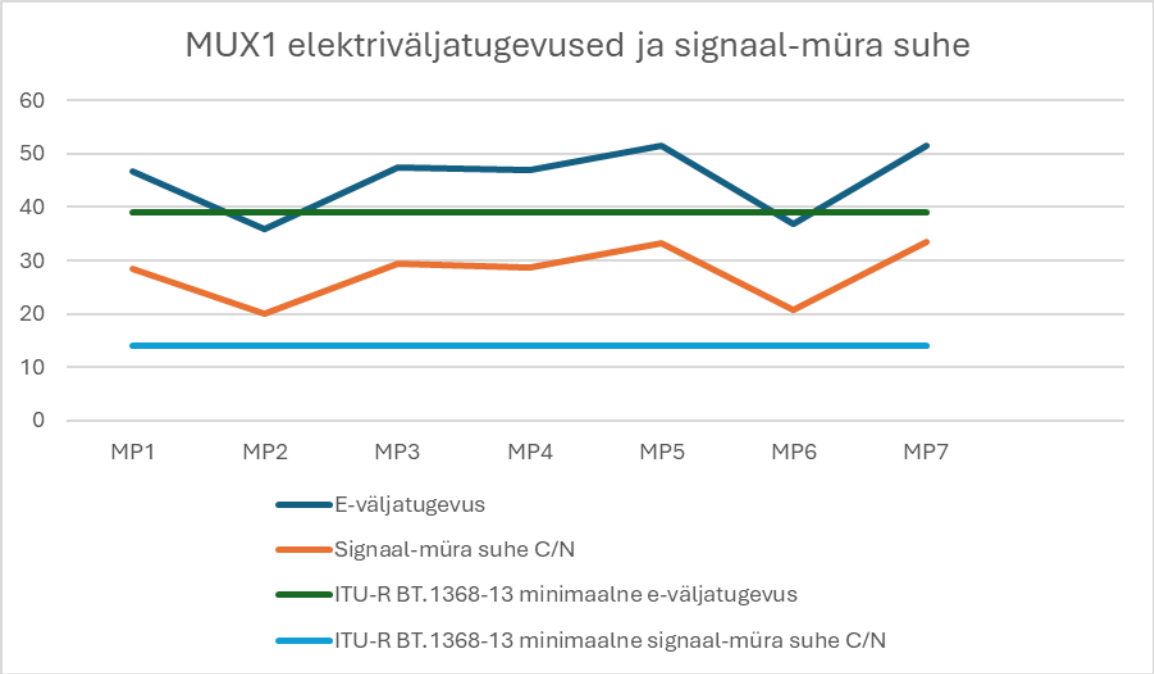
Roheline: vastab ITU-R sätestatud piirväärtustele

Punane: ei vasta ITU-R sätestatud piirväärtustele

Mõõdetud sagedus	**Mõõdetud vastuvõtja sisendpinge (dBµV)**	**Antennifaktor mõõdetud sagedusel (dB/m)**	**Mõõdetud elektriväljatugevus (dBµV/m)**	**Signaal-müra suhe (C/N)**
530MHz saatja suunas	47,3 (Sefram)	4,25 (Sefram+Triax)	51,55 (Sefram)	33,4

7.mõõtepunkt paiknes saatja ja tuulepargi vahel. Saatja poole suunatud antenniga oli võimalik vastu võtta televisioonipilti väga heade kvaliteedinäitajatega (vt. joonis 49). Tuulepargi poole suunatud antenniga oli võimalik võtta vastu televisioonisignaali heade kvaliteedinäitajatega, tänu efektiivsele signaali veaparandusele. Joonisel 50 on näidatud MUX2 E25 kanali impulsskoste, mõõteantenni suunaga tuulepargi poole, kus on kujutatud arvukalt viitega signaale, mis peamiselt on otse vastu võetud signaalist madalama amplituudiga. Kujutatud viitega signaalide rohkus on tingitud tuulepargis paiknevatelt tuulegeneraatoritelt tagasi peegeldunud signaalidest, arvestades antenni suunda tuulepargi poole ja muude kõrgemate objektide puudumist tuulepargi suunal.

Menetlustoimingu kokkuvõte:



Mõõtmised teostati 7 erinevas mõõtepunktis erinevates vastuvõtutingimustes ning potentsiaalsetes tuulepargi mõjupiirkondades, erinevatel kaugustel tuulepargist. Mõõtmiste käigus ilmnes, et kasutades saatja poole suunatud televisiooni vastuvõtu suundantenni, oli võimalik vastu võtta kõikides mõõtekohtades väga heade või heade kvaliteedinäitajatega televisioonisignaali. Signaali elektriväljatugevuse langus tuulepargist eemal paiknevates mõõtepunktides oli tingitud saatjast kaugemal paiknemisest. Saatja poole suunatud antenniga on kanali impulsskoste graafikutel viitega signaale väga vähesel määral ning madala amplituudiga või puuduvad üldse, kui vastuvõtja ja saatja vaheline otsenähtavusjoon ei läbinud tuuleparki. Mõõtmistel mõõtepunktides, kus saatja ja vastuvõtja vaheline otsenähtavusjoon läbis tuuleparki, ei takistanud kirjeldatud vastuvõtuolukord vastu võtmast heade kvaliteedinäitajatega televisioonisignaali, kuid võis täheldada viitega signaalide teekondade arvu tõusu, tingituna peegeldunud signaalidest tuulepargist.

Kõige madalamad mõõdetud MUX1 elektriväljatugevused ja signaal-müra suhtes registreeriti mõõtepunktides MP2 ja MP6. MP2 puhul on see tingitud saatjast kaugemal paiknedes, ning tuuleparki sumbunud signaalist. MP6 puhul on madalad mõõtetulemused tingitud tihedas metsas paiknemisest ja signaali sumbumisest metsas. Võrreldes tuulepargi ees paiknenud mõõtepunktiga MP7, oli tuulepargist tagapool paiknenud mõõtepunktis MP1 mõõdetud signaali elektriväljatugevus 5dB nõrgem, mis viitab signaali sumbumisele läbi tuulepargi. Viitega signaalid tuulepargist tingitud peegelduste näol ei halvendanud kvaliteedinäitajaid hinnates televisiooni vastuvõttu, tänu DVB-T/DVB-T2 vigaste pakettide veaparandustele, tänu millele on võimalik ka kõrge bitiveamääraga signaal parandada tagamaks kvaliteetne televisioonipildi ja heli esitlus vastuvõtjas. Kui vastuvõtja suundantenn oli suunatud tuulepargi poole, kuid ei olnud suunatud Uuemõisa televisioonisaatja poole, on võimalik võtta vastu ka Ellamaa televisioonisaatjast sama kesksagedusega televisioonisignaali nagu Uuemõisa saatjast. Seega, ei ole sellisel juhul täpselt teada, mis on peegeldunud signaalide algallikas. See probleem on tingitud DVB-T ja DVB-T2 standardile kohaselt ühe sageduse võrgust ehk SFNist. Samuti ei saa tuulepargist kaugemal paiknedes viitega signaalide järgi teha

kindlaks, kas peegeldused ja viitega signaalid pärinevad tuulepargist, või muudelt kõrgematelt peegeldavatelt objektidelt, milleks võivad olla nii teised sidemastid, korstnad, puud ja postid. Enim on potentsiaalselt tuulepargist tingitud mõjude (signaali sumbumine, peegeldunud signaalid) oodata vastuvõtukohtades, kus antenni suund kattub tuulepargi suunaga, ning vastuvõtja asub saatja levipiirkonna servas, kus levitingimused ei pruugi olla kvaliteetseks vastuvõtuks piisavad.

Mõõtmistulemustest võib järeldada, et kuigi tuuleparkide läheduses võib esineda televisioonisignaali peegeldusi tuulegeneraatorite osadelt, on televisioonipildi vastuvõtt siiski kvaliteetne tänu DVB-T/DVB-T2 veaparandustele ning seeläbi on mõju minimaalne. Parima televisiooni heli ja pildikvaliteedi tagamiseks ning mistahes kõrgematelt objektidelt peegeldunud signaalidest tingitud mõjude vältimiseks tuleks kasutada hea suunateguriga, televisiooni vastuvõtuks sobilikku UHF televisiooniantenni, mis on suunatud saatja poole.

Protokollija nimi ning ametikoht:

Valter Õunapuu
TTJA Sideosakond
Sagedushalduse büroo peaspetsialist