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

(20.10.2025)

JÄRELEVALVEMENETLUSE MENETLUSTOIMINGU PROTOKOLL

Menetlustoiming:
paikvaatlus

Menetlustoimingu tegemise aeg ja koht:
Kuupäev: 20.10.2025, kellaaeg: 11:00 … 15:00.
Mõõtepunktide asukohad:

1. Metsakalda, Aseriaru küla, Viru-Nigula vald, Lääne-Viru maakond, koordinaadid 59.465555, 26.855263
2. Aseriaru tee, Aseri alevik, Viru-Nigula vald, Lääne-Viru maakond, koordinaadid 59.455833, 26.855556
3. Porru, Aseriaru küla, Viru-Nigula vald, Lääne-Viru maakond, koordinaadid 59.466413, 26.837019
4. Kaasiku, Oru küla, Viru-Nigula vald, Lääne-Viru maakond, koordinaadid 59.460417, 26.804272
5. Oru tee, Oru küla, Viru-Nigula vald, Lääne-Viru maakond, koordinaadid 59.442097, 26.816724
6. 1 Tallinn-Narva tee, Koogu küla, Viru-Nigula vald, Lääne-Viru maakond, koordinaadid 59.440477, 26.822993
7. 13104 Rannu-Aseri tee, Aseri alevik, Viru-Nigula vald, Lääne-Viru maakond, koordinaadid 59.450021,26.858445
8. Aseriaru tee 1, Aseri alevik, Viru-Nigula vald, Lääne-Viru maakond, koordinaadid 59.455529,26.858839

Menetlustoimingu läbiviijad: Valter Õunapuu (TTJA Sideosakonna sagedushalduse büroo peaspetsialist), Henry Sarapuu (TTJA Sideosakonna sideteenuste osutamise ja raadiosageduste kasutamise järelevalve spetsialist)

Menetlusosalise andmed:
Mõõtmised teostatakse kaheksas erinevas mõõtepunktis. Mõõtmiste sisuks on kolme mobiilsideoperaatori mobiilsidevõrkude 4G LTE ja 5G NR downlink ehk vastuvõetava signaali tugevuste mõõtmine ning üles- ja allalaadimiskiiruste mõõtmised 4G LTE võrkudes menetlusaluse Aseriaru tuulepargi ümbruses, hindamaks pargi koosseisu kuuluvate tuulegeneraatorite võimalikke mõjusid mobiilsidevõrkudele. Projekti finantseeritakse Euroopa Liidu taasterahastu NextGenerationEU vahenditest.

Menetlusalused objektid:

Aseriaru tuulepark (keskpunkti koordinaadid 59.455745, 26.823988), mille valdajaks on Enefit Green AS (registrikood 11184032), mille koosseisu kuulub 8 WinWindi tuulegeneraatorit, koguvõimsusega 24 MW:

1. Lagendiku tuulik 6, koordinaadid 59.461381, 26.818702, katastritunnus 15401:001:0293, kaardil T1
2. Lagendiku tuulik 7, koordinaadid 59.460498, 26.825706, katastritunnus 15401:001:0294, kaardil T2
3. Serva tuulik 5, koordinaadid 59.456828, 26.828221, katastritunnus 15401:001:0301, kaardil T3
4. Serva tuulik 4, koordinaadid 59.452177, 26.825456, katastritunnus 15401:001:0299, kaardil T4
5. Tammearu tuulik 8, koordinaadid 59.44938, 26.837015, katastritunnus 15401:001:0297, kaardil T5
6. Nurme tuulik 2, koordinaadid 59.447207, 26.820475, katastritunnus 15401:001:0289, kaardil T6
7. Nurme tuulik 3, koordinaadid 59.446684, 26.829054, katastritunnus 15401:001:0295, kaardil T7
8. Põllu tuulik 1, koordinaadid 59.448741, 26.812511, katastritunnus 15401:001:0287, kaardil T8

Joonis 1 Aseriaru tuulepark, mille koosseisus on 8 tuulegeneraatorit (T1-T8). Kaardil tähis KP tähistab Aseriaru tuulepargi keskpunkti.

Menetlustoimingu käigus kasutatud tehnikavahendid:

- Autonoomne mobiilivõrguskänner R&S TSMA6
- Lairiba mobiilivõrkude mõõteantenn R&S HK056
- Mõõtetarkvaraga akutoitel mõõtemobiiltelefonid Sony Xperia 1 MarkIII, 3tk.

Joonis 2 Mõõtebuss 4.mõõtepunktis.

Menetlustoimingu eesmärk ja õiguslik alus:

Teostada Viru-Nigula vallas, Lääne-Viru maakonnas mobiilse andmeside vastuvõetava signaali tugevuse ja üles-allalaadimiskiiruste mõõtmised, hindamaks Aseriaru tuulepargi võimalikke mõjusid mobiilse andmesidele.
Mõõtepunktid asuvad tuulepargi ümbruses, tuulepargi keskpunktist erinevates suundades. Mõõtmised mõõtemobiiltelefonidega ja mobiilivõrgu skänneriga on teostatud statsionaarselt, mõõteauto katusel paikneva antenniga.
Antud mõõtmistel mõõdetavate signaali tugevuste piirväärtuste aluseks on võetud Soome Traficomi esitletud piirväärtused: https://tieto.traficom.fi/sites/default/files/media/file/TIKU_Maaritelmadokumentti_EN.pdf
Mõõtepunktide ja nende kauguste esitlemiseks tuulegeneraatorite ning tugijaamade suhtes on kasutatud Maa- ja Ruumiameti kaardisüsteemi X-GIS: https://xgis.maaamet.ee/xgis2/page/link/FtesyTnt
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.

Mõõtekeskkonna meteoroloogilised andmed:

Riigi Ilmateenistuse Kunda vaatluskoha andmete põhjal oli mõõteperioodil antud mõõtepiirkonnas ilm poolpilves, välistemperatuur 7,3-10,8ºC, tuule kiirus 4,7-6,4m/s, tuule suund jäi 210-230º vahemikku. Suhteline õhuniiskus 57-84%, õhurõhk 1016,2-1016,7hPa.

Tuulegeneraatorite rootorite suund oli tuule suund, rootori kiirus keskmiselt 11rpm (pööret minutis).

Mõõtetulemuste graafikud:

Mõõtetulemused on esitletud igas mõõtepunktis mõõdetud minimaalse, keskmise ja maksimaalse RSRP ehk referentssignaali vastuvõetud signaali tugevustena ning üles- ja allalaadimise kiirustena megabitti sekundis, operaatorite ja sageduste kaupa. Legendis on välja toodud Soome Traficomi hinnangul 4G LTE ja 5G NR RSRP signaalitugevuse normatiivväärtused, mille järgi hinnata signaali tugevuse kvaliteeti.

1.mõõtepunkt: Metsakalda, Aseriaru küla, Viru-Nigula vald, Lääne-Viru maakond, koordinaadid 59.465555, 26.855263

Joonis 3 1.mõõtepunktist MP1 kaugus ja suund tuulepargi keskpunktini KP.

Joonis 4 1.mõõtepunktist MP1 kaugus ja suund tugijaamani TJ1.

Mobiilse andmeside üles-ja allalaadimiskiirused, signaali tugevuse väärtused 1.mõõtepunktis, mobiiltelefonidega:

Legend:

Roheline: Väga hea signaali tugevus, ≥ -90dBm
Oranz: Hea signaali tugevus, 4G puhul ≥ -110dBm, 5G puhul ≥ -120dBm
Punane: Mitterahuldav signaali tugevus, 4G puhul < -110dBm, 5G puhul < -120dBm

Operaator 1 LTE1800 4G	**Üleslaadimiskiirus Mbit/s**	**Allalaadimiskiirus Mbit/s**	**RSRP referentssignaali vastuvõetud signaali tugevus (dBm)**
Miinimum	2,57	44,7	-121
Keskmine	15,8	127,5	-101,1
Maksimum	23,2	253	-90

Operaator 1 LTE800 4G	**Üleslaadimiskiirus Mbit/s**	**Allalaadimiskiirus Mbit/s**	**RSRP referentssignaali vastuvõetud signaali tugevus (dBm)**
Miinimum	11,81	52,72	-106
Keskmine	16,5	73,86	-102,3
Maksimum	23,2	90,53	-95

Operaator 2 LTE2100 4G	**Üleslaadimiskiirus Mbit/s**	**Allalaadimiskiirus Mbit/s**	**RSRP referentssignaali vastuvõetud signaali tugevus (dBm)**
Miinimum	4,81	83,75	-108
Keskmine	14,98	170,8	-97
Maksimum	41,95	198,1	-91

Operaator 3 LTE1800 4G	**Üleslaadimiskiirus Mbit/s**	**Allalaadimiskiirus Mbit/s**	**RSRP referentssignaali vastuvõetud signaali tugevus (dBm)**
Miinimum	7,85	4,95	-108
Keskmine	21,2	132,48	-102
Maksimum	37,69	188,29	-96

R&S TSMA6 mobiilivõrguskänneriga teostatud 4G LTE signaali tugevuse mõõtmised ribade kaupa:

Operaator 1	**LTE700APT**	**LTE800**	**LTE1800**	**LTE2100**	**LTE2600-1**	**LTE2600-2**
Miinimum	-83.6dBm	-78.5dBm	-92.6dBm	-126.6dBm	-106.8dBm	-105dBm
Keskmine	-81.1dBm	-76.8dBm	-90.3dBm	-116.5dBm	-100.9dBm	-100.4dBm
Maksimum	-79.1dBm	-75.2dBm	-88.6dBm	-109.5dBm	-98.1dBm	-97.7dBm

Operaator 2	**LTE800**	**LTE1800**	**LTE2100**	**LTE2600**
Miinimum	-77.2dBm	-94dBm	-87.4dBm	-105dBm
Keskmine	-75.4dBm	-90.2dBm	-85.4dBm	-101.3dBm
Maksimum	-73.7dBm	-86.5dBm	-83dBm	-98.4dBm

Operaator 3	LTE800	LTE1800	LTE2100
Miinimum	-84.7dBm	-92.1dBm	-97.7dBm
Keskmine	-82.1dBm	-89.2dBm	-94.1dBm
Maksimum	-78.9dBm	-87.2dBm	-91.9dBm

R&S TSMA6 mobiilivõrguskänneriga teostatud 5G NR signaali tugevuse mõõtmised ribade kaupa:

Operaator 1	TD3500 5G N78-1	TD3500 N78-2
Miinimum	-139.9dBm	-139.8dBm
Keskmine	-128dBm	-125.4dBm
Maksimum	-122.2dBm	-117.4dBm

Operaator 2	700APT 5G N28	TD3500 5G N78-1	TD3500 5G N78-2
Miinimum	-81.2dBm	-117.9dBm	-141.7dBm
Keskmine	-78.7dBm	-113.7dBm	-131.3dBm
Maksimum	-76.6dBm	-110.5dBm	-126.4dBm

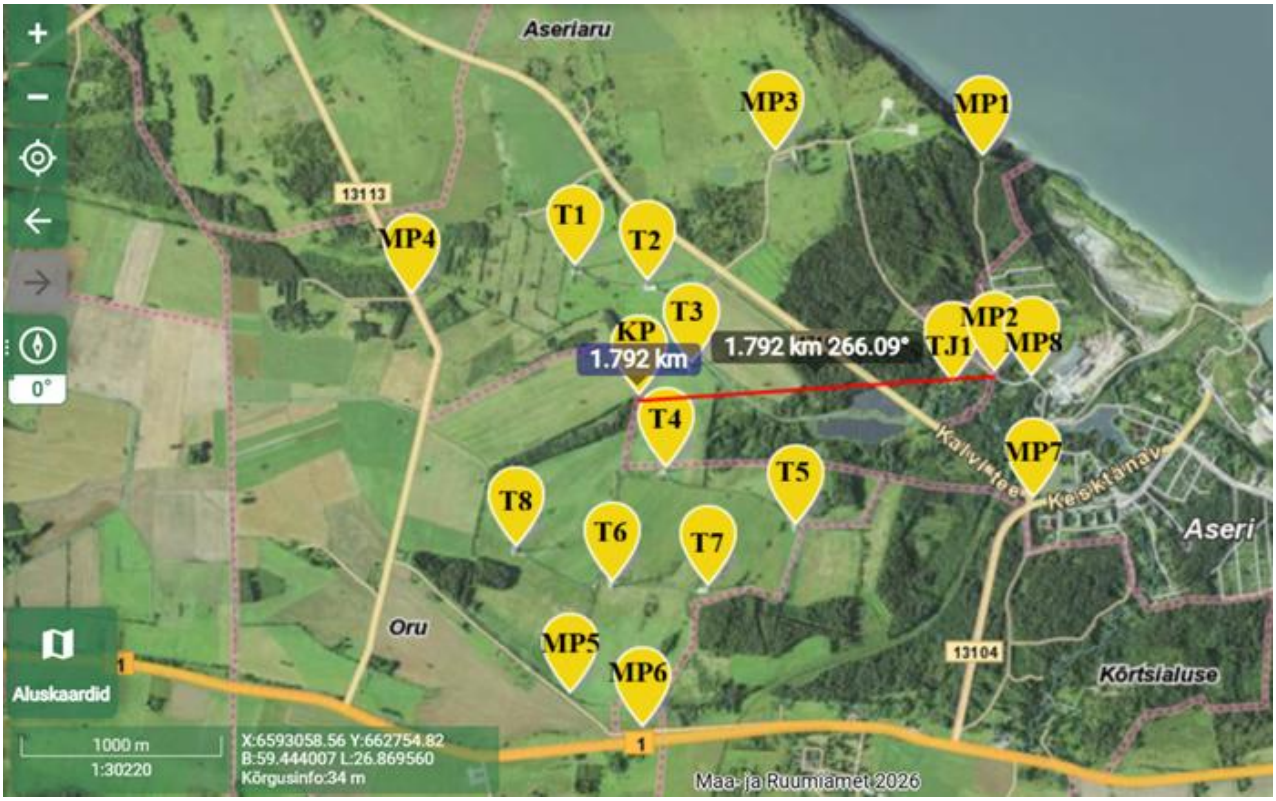
Operaator 3	700APT 5G N28	TD2300 5G N40
Miinimum	-144.7dBm	-142.1dBm
Keskmine	-98.7dBm	-136.3dBm
Maksimum	-88.1dBm	-130dBm

1.mõõtepunkti kokkuvõte:

1.mõõtepunktis asudes territooriumi valdaja loal eramaal tuulepargist kirdesuunas, olid kõigil operaatoritel 4G võrkudes signaali tugevused väga head või head, ning üles-ja allalaadimiskiirused madalamad, kui teistes mõõtepunktides, kuid siiski head. Võrdlemisi madalad ja kõikuvad üles-ja allalaadimiskiirused selles mõõtepunktis on tõenäoliselt tingitud mõõteasukoha paiknemisest tiheda lehtmetsa servas, mistõttu vastuvõetav signaal on läbi metsa sumbunud, mistõttu tulemustel puudub seos tuulepargist tingitud peegelduste või signaali sumbumise mõjudega.

5G võrkudes olid signaali tugevused Operaator 2 ja Operaator 3 puhul head, Operaator 1 puhul mitterahuldavad. See võib olla tingitud mõõtepunkti paiknemisest kohas, kus levitingimused ei ole lähedal asuva tiheda metsa tõttu piisavalt head.

2.mõõtepunkt: Aseriaru tee, Aseri alevik, Viru-Nigula vald, Lääne-Viru maakond, koordinaadid 59.455833, 26.855556



Joonis 5 2.mõõtepunktist MP2 mõõdetuna kaugus ja suund tuulepargi keskpunktini KP.

Joonis 6 2.mõõtepunktist MP2 mõõdetuna kaugus ja suund Operaator 1/2/3 tugijaamani TJ1.

Mobiilse andmeside üles-ja allalaadimiskiirused ja signaali tugevuse väärtused 2.mõõtepunktis, mobiiltelefonidega mõõdetuna:

Operaator 1 LTE1800 4G	**Üleslaadimiskiirus Mbit/s**	**Allalaadimiskiirus Mbit/s**	**RSRP referentssignaali vastuvõetud signaali tugevus (dBm)**
Miinimum	13,93	651,9	-83
Keskmine	122,8	766,2	-83
Maksimum	133,5	856,4	-83

Operaator 2 LTE2100 4G	**Üleslaadimiskiirus Mbit/s**	**Allalaadimiskiirus Mbit/s**	**RSRP referentssignaali vastuvõetud signaali tugevus (dBm)**
Miinimum	43,93	702,75	-97
Keskmine	52,39	746,60	-92
Maksimum	78,30	807,37	-87

Operaator 3 LTE2100 4G	**Üleslaadimiskiirus Mbit/s**	**Allalaadimiskiirus Mbit/s**	**RSRP referentssignaali vastuvõetud signaali tugevus (dBm)**
Miinimum	61,18	38,07	-74
Keskmine	68,94	191,60	-72
Maksimum	74,95	237,78	-71

R&S TSMA6 mobiilivõrguskänneriga teostatud 4G LTE signaali tugevuse mõõtmised ribade kaupa:

Operaator 1	**LTE700APT**	**LTE800**	**LTE1800**	**LTE2100**	**LTE2600-1**	**LTE2600-2**
Miinimum	-78,1	-73,2	-78,4	-122,3	-98,9	-93,6
Keskmine	-75,1	-71	-75,1	-114,6	-93,1	-86,1
Maksimum	-72,3	-69	-72,8	-106,5	-88,3	-82,4

Operaator 2	**LTE800**	**LTE1800**	**LTE2100**	**LTE2600**
Miinimum	-68,6	-98,8	-97,8	-89,4
Keskmine	-65,4	-88,8	-91,1	-85,1
Maksimum	-63,6	-82,4	-85,1	-81,3

Operaator 3	LTE800	LTE1800	LTE2100
Miinimum	-72,8	-95,9	-85,4
Keskmine	-70,9	-90,3	-83,1
Maksimum	-69,1	-84,9	-80,2

R&S TSMA6 mobiilivõrguskänneriga teostatud 5G NR signaali tugevuse mõõtmised ribade kaupa:

Operaator 1	TD3500 5G N78-1	TD3500 N78-2
Miinimum	-107,2	-109,3
Keskmine	-96,7	-85,5
Maksimum	-90,9	-79,9

Operaator 2	700APT 5G N28	TD3500 5G N78-1	TD3500 5G N78-2
Miinimum	-74,3	-120,2	-127,1
Keskmine	-70,4	-100,9	-113,7
Maksimum	-68,1	-88,7	-105,4

Operaator 3	700APT 5G N28	TD2300 5G N40
Miinimum	-120,9	-141,1
Keskmine	-71,1	-135,1
Maksimum	-65,3	-128,8

2.mõõtepunkti tulemus:

Antud mõõtepunktis tuulepargist ida pool paiknedes olid kõigi 3 operaatori 4G LTE võrkudes signaali tugevused väga head, ja seeläbi ka olemas eeldused suureks võrgu läbilaskevõimeks ja suurematekss üles-allalaadimiskiirusteks.

5G võrgus oli kõigil operaatoritel signaalitugevus väga hea või hea. Head signaalitugevused ja allalaadimiskiirused antud mõõtepunktis olid tõenäoliselt tingitud tugimasti lähedal paiknemisest. Tuulepargist tingitud mõjusid sellistel vastuvõtutingimustel ei ilmnenud, kõrge signaalitugevuse tõttu ei ilmne peegeldustest tingitud häiringuid.

3.mõõtepunkt: Porru, Aseriaru küla, Viru-Nigula vald, Lääne-Viru maakond, koordinaadid 59.465924, 26.830199

Joonis 7 3.mõõtepunktist MP3 mõõdetuna kaugus ja suund tuulepargi keskpunktini KP.

Joonis 8 3.mõõtepunktist MP3 mõõdetuna kaugus Operaator 1 ja 2 tugijaamast TJ1 (1.461km, 142,52°) ja Operaator 3 tugijaamast TJ2 (8,232km, 237,57°)

Mobiilse andmeside üles-ja allalaadimiskiirused, signaali tugevuse väärtused 3.mõõtepunktis, mobiiltelefonidega mõõdetuna:

Operaator 1 LTE1800 4G	**Üleslaadimiskiirus Mbit/s**	**Allalaadimiskiirus Mbit/s**	**RSRP referentssignaali vastuvõetud signaali tugevus (dBm)**
Miinimum	80,06	338,7	-90
Keskmine	84,54	360,8	-90
Maksimum	89,34	377,8	-90

Operaator 2 LTE2100 4G	**Üleslaadimiskiirus Mbit/s**	**Allalaadimiskiirus Mbit/s**	**RSRP referentssignaali vastuvõetud signaali tugevus (dBm)**
Miinimum	58,07	204,21	-94
Keskmine	64,26	226,01	-93
Maksimum	78,30	247,79	-91

Operaator 3 LTE2100 4G	**Üleslaadimiskiirus Mbit/s**	**Allalaadimiskiirus Mbit/s**	**RSRP referentssignaali vastuvõetud signaali tugevus (dBm)**
Miinimum	52,24	63,86	-97
Keskmine	60,12	183,31	-95
Maksimum	67,67	238,44	-85

R&S TSMA6 mobiilivõrguskänneriga teostatud 4G LTE signaali tugevuse mõõtmised ribade kaupa:

Operaator 1	**LTE700APT**	**LTE800**	**LTE1800**	**LTE2100**	**LTE2600-1**	**LTE2600-2**
Miinimum	-77,3	-82,7	-81,8	-98,2	-86,4	-86,3
Keskmine	-76,7	-81,3	-80,5	-96,2	-85,1	-85,1
Maksimum	-75,9	-79,3	-79,6	-94,8	-84,1	-83,7

Operaator 2	**LTE800**	**LTE1800**	**LTE2100**	**LTE2600**
Miinimum	-81,1	-74,5	-79,1	-120
Keskmine	-78,7	-73,8	-77,6	-111,9
Maksimum	-77,3	-73	-76,4	-108,1

Operaator 3	LTE800	LTE1800	LTE2100
Miinimum	-73,6	-78	-82
Keskmine	-72,5	-76,8	-80,6
Maksimum	-71,2	-76	-79,6

R&S TSMA6 mobiilivõrguskänneriga teostatud 5G NR signaali tugevuse mõõtmised ribade kaupa:

Operaator 1	TD3500 5G N78	TD3500 N78
Miinimum	-131,9	-134,8
Keskmine	-124,1	-124,6
Maksimum	-121,6	-121,8

Operaator 2	700APT 5G N28	TD3500 5G N78	TD3500 5G N78
Miinimum	-88,3	-125	-123,1
Keskmine	-75,6	-119,1	-112,7
Maksimum	-73,6	-114,7	-110,7

Operaator 3	700APT 5G N28	TD2300 5G N40
Miinimum	-88,5	-151,2
Keskmine	-75,7	-130,84
Maksimum	-73,6	-120,9

3.mõõtepunkti tulemus:

Antud mõõtepunkt paiknes tuulepargi servas, tuulepargist põhjas. 4G võrgus olid mõõtepunktis kõikidel operaatoritel mõõdetud signaalitugevus väga head või head ja stabiilsed, kõikumised signaali tugevuses minimaalsed. Samuti üles-ja allalaadimiskiiruste kõikumised olid minimaalsed.

5G võrgus olid signaali tugevused väga head või head Operaator 2 ja Operaator 3 5G võrkudes. Operaator 1 5G võrgus olid signaali tugevused selles mõõtepunktis mitterahuldavad.

Tuulepargist tingitud mõjusid selles mõõtepunktis ei avaldunud ka Operaator 3 võrgus, kus mõõtepunkti ja tugijaama vaheline otsenähtavusjoon läbis tuuleparki.

4.mõõtepunkt: Kaasiku, Oru küla, Viru-Nigula vald, Lääne-Viru maakond, koordinaadid 59.460417, 26.804272

Joonis 9 4.mõõtepunktist MP4 mõõdetuna kaugus ja suund tuulepargi keskpunktini KP.

Joonis 10 4.mõõtepunktist MP4 mõõdetuna kaugus ja suund Telia/Elisa/Tele2 tugijaamani TJ1.

Mobiilse andmeside üles-ja allalaadimiskiirused, signaali tugevuse väärtused 4. mõõtepunktis, mobiiltelefonidega mõõdetuna:

Operaator 1 LTE1800 4G	**Üleslaadimiskiirus Mbit/s**	**Allalaadimiskiirus Mbit/s**	**RSRP referentssignaali vastuvõetud signaali tugevus (dBm)**
Miinimum	11,5	139,5	-104
Keskmine	20,09	289,2	-103,8
Maksimum	22,96	334,7	-102

Operaator 2 LTE2100 4G	Üleslaadimiskiirus Mbit/s	Allalaadimiskiirus Mbit/s	RSRP referentssignaali vastuvõetud signaali tugevus (dBm)
Miinimum	5,98	143,69	-99
Keskmine	7,14	169,92	-97
Maksimum	16,73	182,61	-94

Operaator 3 LTE800 4G	Üleslaadimiskiirus Mbit/s	Allalaadimiskiirus Mbit/s	RSRP referentssignaali vastuvõetud signaali tugevus (dBm)
Miinimum	22,15	34,27	-96
Keskmine	26,37	238,59	-94
Maksimum	29,90	254,96	-85

R&S TSMA6 mobiilivõrguskänneriga teostatud 4G LTE signaali tugevuse mõõtmised ribade kaupa:

Operaator 1	LTE700APT	LTE800	LTE1800	LTE2100	LTE2600-1	LTE2600-2
Miinimum	-86,8	-86,5	-105,4	-109,3	-113,2	-105,2
Keskmine	-84,9	-84,5	-100,2	-105,3	-107	-100,5
Maksimum	-82,8	-82,4	-95,7	-101,1	-102,7	-97,4

Operaator 2	LTE800	LTE1800	LTE2100	LTE2600
Miinimum	-89	-104,9	-101,7	-127,9
Keskmine	-86,2	-98	-97	-122,4
Maksimum	-84	-93,2	-92,9	-118,1

Operaator 3	LTE800	LTE1800	LTE2100
Miinimum	-93,3	-102,7	-106,3
Keskmine	-90,7	-97,2	-100,2
Maksimum	-86,8	-93,9	-93,5

R&S TSMA6 mobiilivõrguskänneriga teostatud 5G NR signaali tugevuse mõõtmised ribade kaupa:

Operaator 2	**700APT 5G N28**	**TD3500 5G N78**
Miinimum	-84,5	-143,7
Keskmine	-81,2	-126,8
Maksimum	-80,1	-117,1

Operaator 3	**700APT 5G N28**
Miinimum	-148,8
Keskmine	-99,9
Maksimum	-82,1

4.mõõtepunkti tulemus:

Antud mõõtepunktis asuti tuulepargist läänesuunas ning tuulegeneraatori rootorid olid suunatud mõõtepunkti poole. Mõõtetulemustest lähtudes olid 4G võrkudes üles-ja allalaadimiskiirused ning signaalitugevused kõikidel operaatoritel väga head või head. Võrreldes eelmise mõõtepunktiga, olid selles mobiilse andmeside üles- ja allalaadimiskiirused ning signaali tugevus nõrgem, tingituna tugijaamast kaugemal paiknemisega. Signaalitugevused olid kõikidel operaatoritel stabiilsed nii 4G kui 5G võrkudes. 5G võrgu signaali tugevus antud mõõtepunktis oli hea Operaatoril 2 ja Operaatoril 3. Operaator 1 võrgus 5G andmesideühendus puudus kõikidel sagedustel. Selles mõõtepunktis (vastuvõtja ja saatja vahele jääb tuulepark) võib teoreetiliselt eeldada tuulepargist tingitud häiringuid signaali sumbumise ja mitmeteekonnalisest vastuvõtust tingituna. Arvestades kõrgeid üles-ja allalaadimiskiiruseid, ning signaalitugevust, mis oli selles mõõtepunktis valdavalt väga hea, siis tulemustest lähtudes tuulepargist tingitud mõju 4G ja 5G mobiilsidesüsteemidele ei ilmnenud, ning seeläbi ei halvenda mobiilsideteenuste kvaliteeti.

5.mõõtepunkt: Oru tee, Oru küla, Viru-Nigula vald, Lääne-Viru maakond, koordinaadid 59.442097, 26.816724

Joonis 11 5.mõõtepunktist MP5 mõõdetuna kaugus ja suund tuulepargi keskpunktini KP.

Joonis 12 5.mõõtepunktist MP5 mõõdetuna kaugus ja suund Operaator 2/Operaator 3 tugijaamani TJ1 (2.483km, 50,75°) ja Operaator 1 tugijaamani TJ3 (3.03km, 272.27°).

Mobiilse andmeside üles- ja allalaadimiskiirused, signaali tugevuse väärtused 5. mõõtepunktis, mobiiltelefonidega mõõdetuna:

Operaator 1 LTE1800 4G	**Üleslaadimiskiirus Mbit/s**	**Allalaadimiskiirus Mbit/s**	**RSRP referentssignaali vastuvõetud signaali tugevus (dBm)**
Miinimum	65,06	677	-106
Keskmine	84,72	763	-105,4
Maksimum	92,44	824,9	-104

Operaator 2 LTE2100 4G	**Üleslaadimiskiirus Mbit/s**	**Allalaadimiskiirus Mbit/s**	**RSRP referentssignaali vastuvõetud signaali tugevus (dBm)**
Miinimum	40,23	626,30	-94
Keskmine	44,28	667,53	-94
Maksimum	46,01	708,45	-94

Operaator 3	700APT 5G N28	TD2300 5G N40
Miinimum	-129,1	-137,2
Keskmine	-101,6	-131,8
Maksimum	-89,2	-124,3

Operaator 3 LTE1800 4G	Üleslaadimiskiirus Mbit/s	Allalaadimiskiirus Mbit/s	RSRP referentssignaali vastuvõetud signaali tugevus (dBm)
Miinimum	47,35	30,64	-91
Keskmine	67,26	209,64	-90
Maksimum	86,77	302,50	-82

Operaator 2	LTE800	LTE1800	LTE2100	LTE2600
Miinimum	-72,7	-83,1	-82,5	-111,6
Keskmine	-71,1	-80,1	-80,2	-109,4
Maksimum	-69	-78,7	-78,8	-108,2

R&S TSMA6 mobiilivõrguskänneriga teostatud 4G LTE signaali tugevuse mõõtmised ribade kaupa:

Operaator 1	LTE700APT	LTE800	LTE1800	LTE2100	LTE2600-1	LTE2600-2
Miinimum	-66,9	-66,7	-78,1	-91,4	-96,2	-94,1
Keskmine	-66,2	-65,8	-77,5	-88,8	-93,9	-91,5
Maksimum	-65,5	-65,2	-76,9	-86,8	-91,9	-89,9

Operaator 3	LTE800	LTE1800	LTE2100
Miinimum	-76,2	-85,4	-89,7
Keskmine	-74,7	-83,8	-87,5
Maksimum	-73,5	-82	-85

R&S TSMA6 mobiilivõrguskänneriga teostatud 5G NR signaali tugevuse mõõtmised ribade kaupa:

Operaator 1	TD3500 5G N78-1	TD3500 N78-2
Miinimum	-113,2	-130,7
Keskmine	-111,2	-119,2
Maksimum	-109,5	-112,5

Operaator 2	700APT 5G N28	TD3500 5G N78-1	TD3500 5G N78-2
Miinimum	-95,1	-122,5	-125,6
Keskmine	-86,9	-102,5	-107,6
Maksimum	-81,1	-92,8	-96,3

5.mõõtepunkti kokkuvõte:

Antud mõõtepunktis tuulepargist edelasuunas paiknedes olid 4G võrkudes kõigil operaatoritel signaalitugevused ning üles-allalaadimiskiirused head või väga head, võimaldamaks kiiret mobiilset andmeside läbilaskevõimet. Signaali tugevuse ja üles-allalaadimiskiiruste suuri kõikumisi ei täheldanud. 5G võrkudes olid antud mõõtepunktis kõikide operaatorite signaali tugevused head. Paiknedes tuulepargi küljel, tuulegeneraatorite rootorite suhtes küljel, ei ilmnenud tuuleparkidest tingitud häiringuid.

6.mõõtepunkt: 1 Tallinn-Narva tee, Koogu küla, Viru-Nigula vald, Lääne-Viru maakond, koordinaadid 59.440477, 26.822993

Joonis 13 6. mõõtepunktist MP6 mõõdetuna kaugus ja suund tuulepargi keskpunktini KP.

Joonis 14 6.mõõtepunktist MP6 mõõdetuna kaugus ja suund Operaator 1/2/3 tugijaamani TJ1.

Mobiilse andmeside üles- ja allalaadimiskiirused, signaali tugevuse väärtused 6. mõõtepunktis, mobiiltelefonidega mõõdetuna:

Operaator 1 LTE1800 4G	**Üleslaadimiskiirus Mbit/s**	**Allalaadimiskiirus Mbit/s**	**RSRP referentssignaali vastuvõetud signaali tugevus (dBm)**
Miinimum	44,28	451,1	-109
Keskmine	49,51	514,9	-108,2
Maksimum	53,74	551,1	-107

Operaator 2 LTE2100 4G	Üleslaadimiskiirus Mbit/s	Allalaadimiskiirus Mbit/s	RSRP referentssignaali vastuvõetud signaali tugevus (dBm)
Miinimum	37,61	553,52	-96
Keskmine	40,69	633,05	-95
Maksimum	63,02	878,93	-86

Operaator 3 LTE800 4G	Üleslaadimiskiirus Mbit/s	Allalaadimiskiirus Mbit/s	RSRP referentssignaali vastuvõetud signaali tugevus (dBm)
Miinimum	78,23	43,81	-82
Keskmine	84,93	291,53	-82
Maksimum	89,68	345,79	-78

R&S TSMA6 mobiilivõrguskänneriga teostatud 4G LTE signaali tugevuse mõõtmised ribade kaupa:

Operaator 1	LTE700APT	LTE800	LTE1800	LTE2100	LTE2600-1	LTE2600-2
Miinimum	-84,6	-79,4	-88,1	-98,2	-96	-94,1
Keskmine	-82,9	-78,1	-86,9	-95,3	-93,8	-91,5
Maksimum	-77	-75,5	-85,8	-93,7	-91,9	-89,9

Operaator 2	LTE800	LTE1800	LTE2100	LTE2600
Miinimum	-76,7	-78,8	-81,2	-117,9
Keskmine	-73,2	-77,5	-79,6	-109,3
Maksimum	-69,2	-76,5	-77,6	-106,5

Operaator 3	LTE800	LTE1800	LTE2100
Miinimum	-73,5	-81	-86,5
Keskmine	-71,4	-79,9	-84,8
Maksimum	-70,4	-77,4	-82,4

R&S TSMA6 mobiilivõrguskänneriga teostatud 5G NR signaali tugevuse mõõtmised ribade kaupa:

Operaator 1	TD3500 5G N78-1	TD3500 N78-2
Miinimum	-135,8	-134,8
Keskmine	-112,2	-115,8
Maksimum	-110,3	-109,4

Operaator 2	700APT 5G N28	TD3500 5G N78-1	TD3500 5G N78-2
Miinimum	-88,1	-128,5	-133
Keskmine	-84,5	-102	-103,5
Maksimum	-77,2	-91,5	-92,3

Operaator 3	700APT 5G N28	TD2300 5G N40
Miinimum	-121,4	-137,8
Keskmine	-100,6	-125,6
Maksimum	-78,7	-120,3

6.mõõtepunkti kokkuvõte:

Antud mõõtepunktis tuulepargist lõunas paiknedes, olid kõikide operaatorite 4G võrkudes üles- ja allalaadimiskiirused väga head ning signaalitugevused head või väga head kõikidel sagedustel.

5G võrkudes olid signaalitugevused valdavalt head. Selles mõõtepunktis, sarnaselt eelmisele mõõtepunktile samas vastuvõtuolukorras tuulepargi suhtes, ei ilmnenud tuulepargist tingitud häiringuid signaali tugevusele ja mobiilse andmeside kiirustele.

7.mõõtekoht: 13104 Rannu-Aseri tee, Aseri alevik, Viru-Nigula vald, Lääne-Viru maakond, koordinaadid 59.450021,26.858445

Joonis 15 7.mõõtekohast MP7 mõõdetuna kaugus ja suund tuulepargi keskpunktini KP.

Joonis 16 7.mõõtepunktist MP7 mõõdetuna kaugus ja suund Operaator 1/2/3 tugijaamani TJ1.

Mobiilse andmeside üles- ja allalaadimiskiirused, signaali tugevuse väärtused 7. mõõtekohas, mobiiltelefonidega:

Operaator 1 LTE1800 4G	**Üleslaadimiskiirus Mbit/s**	**Allalaadimiskiirus Mbit/s**	**RSRP referentssignaali vastuvõetud signaali tugevus (dBm)**
Miinimum	94,66	669,2	-93
Keskmine	103,4	719,2	-90,6
Maksimum	108,6	883,7	-87

Operaator 2 LTE2100 4G	Üleslaadimiskiirus Mbit/s	Allalaadimiskiirus Mbit/s	RSRP referentssignaali vastuvõetud signaali tugevus (dBm)
Miinimum	54,26	348,25	-86
Keskmine	59,33	841,81	-86
Maksimum	63,02	906,44	-86

Operaator 3 LTE1800 4G	Üleslaadimiskiirus Mbit/s	Allalaadimiskiirus Mbit/s	RSRP referentssignaali vastuvõetud signaali tugevus (dBm)
Miinimum	54,87	38,41	-84
Keskmine	64,67	210,35	-83
Maksimum	72,59	286,69	-78

R&S TSMA6 mobiilivõrguskänneriga teostatud 4G LTE signaali tugevuse mõõtmised ribade kaupa:

Operaator 1	LTE700APT	LTE800	LTE1800	LTE2100	LTE2600-1	LTE2600-2
Miinimum	-68,1	-65,6	-85,2	-130,1	-92,2	-90
Keskmine	-65,7	-63,4	-81,9	-122,4	-86,4	-85,1
Maksimum	-63,5	-61,8	-77,5	-116,5	-83,4	-81,1

Operaator 2	LTE800	LTE1800	LTE2100	LTE2600
Miinimum	-60,5	-83,7	-78,7	-89
Keskmine	-58,7	-77,6	-76	-83,3
Maksimum	-57,4	-74,9	-73,4	-80,1

Operaator 3	LTE800	LTE1800	LTE2100
Miinimum	-68,9	-92,6	-98
Keskmine	-66,9	-88,5	-94,5
Maksimum	-64,9	-84,6	-89,4

R&S TSMA6 mobiilivõrguskänneriga teostatud 5G NR signaali tugevuse mõõtmised ribade kaupa:

Operaator 1	**TD3500 5G N78-1**	**TD3500 N78-2**
Miinimum	-109,7	-107,5
Keskmine	-100,3	-95,4
Maksimum	-94,8	-89,9

Operaator 2	**700APT 5G N28**	**TD3500 5G N78 -1**	**TD3500 5G N78 -2**
Miinimum	-69,1	-107,7	-121,1
Keskmine	-66,6	-87,3	-102,2
Maksimum	-65,1	-79,3	-98,5

Operaator 3	**700APT 5G N28**
Miinimum	-117,6
Keskmine	-78,6
Maksimum	-70,3

7. mõõtepunkti tulemus:

Antud mõõtepunktis tuulepargist idas paiknedes, oli kõikidel operaatoritel 4G võrkudes üles- ja allalaadimiskiirused ning signaali tugevused väga head, samuti 5G võrkudes olid kõikidel operaatoritel signaalitugevused head või väga head. Signaalitugevuste ja allalaadimiskiirused olid stabiilsed, kõikumised minimaalsed. Tuulepargist tingitud mõjusid sellises vastuvõtuolukorras ei ilmnenud, sest saatja paiknes vastuvõtja ja tuulepargi vahel ning sellises olukorras mitmeteekonnaline vastuvõtt ei avaldanud signaali tugevusele ning mobiilse andmeside kiirustele kahjulikku mõju.

8.mõõtepunkt: Aseriaru tee 1, Aseri alevik, Viru-Nigula vald, Lääne-Viru maakond, koordinaadid 59.450021,26.858445

Joonis 17 8.mõõtepunktist MP8 mõõdetuna kaugus ja suund tuulepargi keskpunktini KP.

Joonis 18 8.mõõtepunktist MP8 mõõdetuna kaugus ja suund Operaator 1/2/3 tugijaamani TJ1.

Mobiilse andmeside üles-ja allalaadimiskiirused, signaali tugevuse väärtused 8. mõõtepunktis, mobiiltelefonidega mõõdetuna:

Operaator 1 LTE2600 4G	**Üleslaadimiskiirus Mbit/s**	**Allalaadimiskiirus Mbit/s**	**RSRP referentssignaali vastuvõetud signaali tugevus (dBm)**
Miinimum	70,52	730,6	-90
Keskmine	79,68	793,7	-88,5
Maksimum	85,71	883,7	-87

Operaator 2 LTE2100 4G	**Üleslaadimiskiirus Mbit/s**	**Allalaadimiskiirus Mbit/s**	**RSRP referentssignaali vastuvõetud signaali tugevus (dBm)**
Miinimum	69,78	666,17	-71
Keskmine	76,98	759,82	-71
Maksimum	83,32	834,82	-71

Operaator 3 LTE2100 4G	**Üleslaadimiskiirus Mbit/s**	**Allalaadimiskiirus Mbit/s**	**RSRP referentssignaali vastuvõetud signaali tugevus (dBm)**
Miinimum	49,32	42,50	-86
Keskmine	68,95	188,15	-82
Maksimum	74,52	265,01	-75

R&S TSMA6 mobiilivõrguskänneriga teostatud 4G LTE signaali tugevuse mõõtmised ribade kaupa:

Operaator 1	**LTE700APT**	**LTE800**	**LTE1800**	**LTE2100**	**LTE2600**	**LTE2600**
Miinimum	-73,1	-66	-90,9	-121,9	-96,1	-97,2
Keskmine	-68,4	-62,3	-87,5	-117,1	-90	-93,3
Maksimum	-65,1	-59,9	-84,4	-112,1	-86,3	-89,3

Operaator 2	**LTE800**	**LTE1800**	**LTE2100**	**LTE2600**
Miinimum	-66,1	-83,1	-76,4	-79,9
Keskmine	-62,3	-78,2	-72,2	-77,7
Maksimum	-59,6	-76,3	-69,8	-75,6

Operaator 3	**LTE800**	**LTE1800**	**LTE2100**
Miinimum	-80,1	-94,1	-88,2
Keskmine	-72,8	-87,2	-85
Maksimum	-66,7	-84,3	-82

R&S TSMA6 mobiilivõrguskänneriga teostatud 5G NR signaali tugevuse mõõtmised ribade kaupa:

Operaator 1	**TD3500 5G N78 -1**	**TD3500 N78 -2**
Miinimum	-110,6	-117,7
Keskmine	-99	-95,2
Maksimum	-92,2	-85,3

Operaator 2	**700APT 5G N28**	**TD3500 5G N78 -1**	**TD3500 5G N78 -2**
Miinimum	-68,3	-106,3	-131,7
Keskmine	-62,4	-88,1	-115,1
Maksimum	-59,9	-73,4	-106,7

Operaator 3	**700APT 5G N28**	**TD2300 5G N40**
Miinimum	-120	-137,2
Keskmine	-80,9	-132
Maksimum	-72,5	-126,3

8. mõõtepunkti tulemus:

Antud mõõtepunkt paiknes tuulepargist kirdes. Mõõtetulemustest lähtuvalt olid kõikidel operaatoritel 4G võrkudes üles- ja allalaadimiskiirused ning signaali tugevused väga head, samuti 5G võrkudes olid kõikidel operaatoritel signaalitugevused head või väga head. Signaalitugevuste ja üles-allalaadimiskiiruste kõikumised olid minimaalsed.

Menetlustoimingu kokkuvõte:

Kaheksas erinevas mõõtepunktis tuulepargi erinevatelt külgedelt mõõdetuna, omandati piisav mõõtmistulemuste kogum. Kõikides mõõtepunktides oli kõige tugevam 4G LTE ja 5G NR signaal peamiselt Operaatoril 2, paiguti ka Operaatoril 1. Kõige madalamad signaalitugevused ja üles-allalaadimiskiirused olid kõigil operaatoritel 1. mõõtepunktis ja 4. mõõtepunktis. Mõõtepunktis 1 esinevad madalamad signaalitugevused ja andmesidekiirused on tingitud mõõtepunkti ja tugijaama vahele jäänud tiheda metsa servas paiknemisest, kus ei saa eeldada väga head signaalitugevust ja seeläbi ka andmeside kiiruseid. Operaator 1 ja Operaator 2 puhul oli 3. ja 4.mõõtepunkti 4G LTE signaalitugevuse ja andmeside kiiruste langus selgelt eristatav. Mõõtepunkt 3 paiknes tuulepargist põhjas, tuulegeneraatori labade külje peale jäädes. Mõõtepunkt 4 paiknes tuulegeneraatori labade ette jäädes. Mõõtetulemustele tuginedes ei tuvastanud TTJA tuulepargist tingitud mõjusid mobiilse andmeside kiirustele ning signaali tugevusele. Kõikides mõõtepunktides olid signaali tugevused ja mobiilse andmeside kiirused väga head või head, võimaldamaks kasutaja tasemel hea signaali tugevuse ning kõrgete üles-ja allalaadimis kiirustega internetiühendust kõigis mõõtepunktides ja nende lähiümbruses. Üles-ja allalaadimis kiiruste ja signaali tugevuste erinevus operaatorite ja mõõtepunktide vahel on tingitud tugijaama antennide sektorite erinevatest suundadest ja mõõtepunkti ning tugijaama vahele jäävatest takistustest tingitud levikadudest.

Protokollija nimi ning ametikoht:
Valter Õunapuu
TTJA Sideosakond, Sagedushalduse büroo peaspetsialist