TUULIKUTEST TULENEVA MÜRA MODELLEERIMINE

INSPIRING
ENVIRONMENT

2026

Nimetus	Tuulikutest tuleneva müra modelleerimine
Versioon	Esitamiseks
Aeg	18.08.2026
Tellija	Tartu Ülikool
Kontaktisik	Hans Orru

Koostajad

Estonian, Latvian & Lithuanian Environment OÜ
Registrikood 10705517
Aadress: Tõnismägi 3A-15, 10119 Tallinn
Telefon: +372 611 7690
E-post: elle@environment.ee

Estonian, Latvian & Lithuanian Environment SIA
Registrikood 40003374818
Aadress: Vīlandes iela 3-6, Centra rajons, Rīga, LV-1010, Läti
Telefon: +371 6724 2411
E-post: elle@environment.lv

Autorid

S. Lind, MSc
T. Kaljurand, MSc
O. Beikulis, MSc
A. Tora, MSc
K. Siliņa, MSc

Kasutustingimused

© Käesolev aruanne on koostatud ja esitatud kasutamiseks tervikuna. Aruandes ja selle lisades esitatud kaardid, joonised, arvutused on autoriõiguse objekt ning selle kasutamisel tuleb järgida autoriõiguse seaduses sätestatud korda.

SISUKORD

SISSEJUHATUS 3
1 MODELLEERIMISE METOODIKA 4
1.1 Välisõhus leviv kuuldav müra 4
1.2 Madalsageduslik müra 5
1.3 Modelleerimise eeldused ja piirangud 7
2 MODELLEERIMISE TULEMUSED 8
2.1 Ojaküla uuringuala 9
2.2 Aseriaru ja Viru-Nigula uuringuala 12
2.3 Sopi-Tootsi uuringuala 15
2.4 Paldiski ja Pakri 18
2.5 Virtsu ja Esivere-Tooma uuringuala 21
2.6 Nasva uuringuala 24
2.7 Saarde uuringuala 27
3 Modelleerimistulemuste võrdlus mõõtmistulemustega 30

SISSEJUHATUS

Käesolev töö on koostatud riigihanke „Tuulikutest tuleneva müra modelleerimine“ (viitenumber 306876) raames, mille tellija on Tartu Ülikool. Töö eesmärk on modelleerida valitud uuringualadel tuuleparkidest lähtuva kuuldava ja madalsagedusliku müra levikut ning koostada tulemuste põhjal teadusuuringus kasutatavad standardiseeritud müraga kokkupuute hinnangud. Modelleerimine võimaldab käsitleda uuringualasid ühtse metoodika ja võrreldavate lähtetingimuste alusel. Töö ei hõlma olemasolevate tuuleparkide nõuetele vastavuse hindamist ega modelleerimistulemuste võrdlemist müra normtasemetega.

Kuuldava ja madalsagedusliku müra modelleerimine viidi läbi järgmistel uuringualadel: Ojaküla, Aseriaru/Viru-Nigula/Aseri, Sopi–Tootsi, Paldiski/Pakri, Virtsu/ Esivere/Tooma, Nasva ning Saarde.

Töös kasutatava metoodika põhineb eelnimetatud riigihanke tehnilises kirjelduses, kliendi poolt hanke käigus täpsustatud nõuetel ja osaliselt tuuleparkide keskkonnamõju hindamise juhendis[1] välja toodud metoodilistel nõuetel ja soovitustel.

Töö teostamiseks ehk modelleerimise läbiviimiseks vajalikud sisendandmed esitas üldjuhul tellija. Sisendandmetena kasutati uuringualade tuuleparkide tehnilisi andmeid, sealhulgas tuulikute tüüpi, paiknemist ja kõrgusparameetreid. Lisaks kasutati modelleerimisel tuulikute helivõimsustasemete andmeid. Helivõimsustasemete andmed olid uuringualade lõikes erineva detailsusastmega ning kõigi tuulikute puhul ei olnud kättesaadavad sagedusribade kaupa esitatud müraemissiooni andmed.

Aruanne koosneb kuuldava ja madalsagedusliku müra metoodika peatükkidest, milles kirjeldatakse kasutatud modelleerimise metoodikat, modelleerimise eeldusi ja piiranguid ning esitatakse modelleerimise tulemused uuringualade kaupa. Lisaks sisaldab aruanne modelleerimise valideerimist mõõtmistulemustega.

[1] Kliimaministeerium, 2025. Tuuleparkide keskkonnamõju hindamise juhend. Müra, vibratsioon, varjutamine.

1 MODELLEERIMISE METOODIKA

1.1 Välisõhus leviv kuuldav müra

Elektrituulikude (edaspidi tuulikud) kuuldava müra arvutusliku hindamise läbiviimiseks kasutati tarkvara IMMI 2025-1. Tegemist on Wölfel Engineering GmbH & Co. KG poolt arendatud modelleerimise ja müra leviku arvutamise tarkvaraga.

Kuuldava müra modelleerimiseks valmistati ette kartograafilised alusmaterjalid kasutades selleks ArcGIS tarkvara. Kasutades Maa- ja Ruumiamet kättesaadavaid ruumiandmeid, koguti iga tuulepargi ümber kuni 10 km raadiuses andmed maapinna kõrguse, maakasutuse tüübi ja hoonete paiknemise kohta. Ettevalmistatud andmed imporditi tarkvarasse IMMI ning nende põhjal koostati müra mudeli alus.

Modelleerimisel kasutati tuulikute tootjate või tuuleparkide operaatorite poolt esitatud müraemissiooni andmeid. Sõltuvalt tuulikumudeli kohta kättesaadavatest lähteandmetest olid helivõimsustasemed esitatud, kas 1/3-oktaavriba, oktaavriba või summaarse A-korrigeeritud helivõimsustasemena (L_{WA}). Kuna kasutatud emissiooniandmete detailsus erines uuringualade lõikes, tuleb arvestada ka lähteandmetest tuleneva määramatuse võimaliku erinevusega.

Müratasemete arvutamisel kasutati rahvusvahelist standardit ISO 9613-2: „Akustika – heli nõrgenemine levimisel välitingimustes – 2. osa: üldine arvutusmeetod". Antud standard on keskkonnamüra direktiivi[2] soovituslik standard tööstusmüra modelleerimiseks riikides, kus pole kohalikku meetodit kehtestatud. Standardi lisa D käsitleb täpsemalt tuulikute müra modelleerimist.

Modelleerimine viidi läbi kahe stsenaariumi kohta:

1. aastakeskmine müratase öötundidel (22.00–07.00) johtuvalt aastakeskmisest ilmastikust;
2. halvim müra levikuolukord öötundidel (22.00–07.00), kui tuule suund on tuulepargi poolt ning tuule kiirus on 8 m/s.

See tähendab, et aastakeskmise stsenaariumi korral kasutati tuulikute aastakeskmisele töörežiimile vastavaid helivõimsustasemeid ning modelleerimisel arvestati aasta keskmisi meteoroloogilisi tingimusi. Halvima müra levikuolukorra stsenaariumi korral kasutati tuulikute maksimaalsele töörežiimile vastavaid helivõimsustasemeid ning allatuule levikut kirjeldavaid tingimusi.

Aastakeskmise stsenaariumi meteoroloogiliste sisendandmetena kasutati tuule suuna ja tuulekiiruse andmeid rummu kõrgusel. Juhtudel, kus tellija poolt esitatud andmetes tuulesuuna statistika puudus, kasutati pikaajalisi NORA3 andmeid 10 aastase perioodi kohta. NORA3 on kõrge ruumilise lahutusvõimega Põhjamaade atmosfääri analüüsi andmestik, mis sisaldab ajaloolisi meteoroloogilisi andmeid.

Modelleerimisel kasutatud peamised teised parameetrid on esitatud tabelis (Tabel 1).

[2] Euroopa Liidu Müradirektiiv (Directive 2002/49/EC of European Parlament and of Council of the June 2002 relating to the assesment and management of environmental noise)

Tabel 1. Tuulikute müra hajumise modelleerimisel kasutatavad parameetrid (ISO 9613-2 meetodiga)

Parameeter	Kirjeldus
Hinnatav sagedusvahemik	20–10 000 Hz
Müraallika tüüp	Tööstusmüra punktallikas
Müraallika kõrgus	Punktallika kõrguseks määratakse tuuliku rummu (*hub*) kõrgus.
Tuuliku müraemissioon	Aastakeskmise stsenaariumi korral aastakeskmisele töörežiimile vastav väärtus, halvima müra levikuolukorra stsenaariumi korral maksimaalsele töörežiimile vastav väärtus (LwA).
Tuule suuna korrektsioon	Halvima müra levikuolukorra stsenaariumi korral allatuule tingimus (C_{met}=0)
Maapinna neelduvuse korrektsioon	0,5 – maismaa, akustiliselt neelduvad pinnad; 0 – veekogud, rannikuala, akustiliselt peegeldavad pinnad[3]
Arvutuskõrgus	4 m
Arvutusvõrgu täpsus	10 x 10 m
Atmosfääris hajuvuse korrektsioonid	Vaikeväärtused 10°C, 70% õhuniiskust

Kuna Eestis on küllaltki tasane reljeef, siis kasutati modelleerimisel sisendandmetena Maa-ameti kõrgusandeid (1 m eraldussammuga). Modelleerimisel on arvestatud otseselt müra levikut takistavate objektidega nagu kõrgemad puud ja metsaalad. Samuti on määratud olemasolevad hooned müralevikut takistavateks objektideks.

Müra leviku kohta vormistati mürakaardid, kus esitati A-korrigeeritud ekvivalentse helirõhutaseme $L_{pA,eq,T}$ arvsuurused detsibellides 1 dB sammuga. Müra hajumise levikut modelleeriti tuulepargist kõikides suundades kuni 10 km kaugusele.

1.2 Madalsageduslik müra

Tuulikute madalsagedusliku müra arvutuslikuks hindamiseks kasutati tarkvara WindPRO, mis on välja arendatud Taani ettevõtte EMD International A/S poolt. Täpsemalt kasutati modelleerimiseks tarkvara moodulit „Decibel“ ja selle seadistust „Danish 2024 low-frequency noise**“,** mis rakendab Taani keskkonna- ja soolise võrdõiguslikkuse ministeeriumi 26.08.2024 määruses nr 995[4] ning Taani keskkonnakaitseameti juhendis[5] kirjeldatud arvutusmetoodikat.

[3] Vastavalt ISO 9613-2 lisa D, kuna tavapärase neelduvuse korrektsiooni G=0-1 ja neelduva pinnase puhul G=1 kasutamine tuulikute puhul alahindab müra hajumist, tuleb tuulikute puhul kasutada neelduva pinnase puhul väärtust G=0,5

[4] BEK no 995 of 26/08/2024 Bekendtgørelse om støj fra vindmøller

[5] Miljøstyrelsen, 2021. Støj fra vindmøller, Miljøstyrelsens fra vejledning

Madalsagedusliku müra modelleerimine algas kartograafilise alusmaterjali ettevalmistamisega ArcGIS tarkvaras. Selleks koondati Maa- ja Ruumiameti ruumiandmed maapinna kõrguse kohta ning Eesti topograafia andmekogu (ETAK) ruumiandmed elu- ja ühiskondlike hoonete paiknemise osas. Eraldi väljatoomist väärib, et ETAK andmeid kasutati vaid hoonete paiknemise määramiseks ehk eraldi ei hinnatud hoonete tegelikku kasutusotstarvet Ehitisregistri andmete alusel. Ettevalmistatud andmed imporditi tarkvarasse WindPRO ning nende põhjal koostati mudeli alus.

Modelleerimisel kasutati võimalusel tuuliku tootja või tuulikupargi operaatori poolt esitatud 1/3 oktaavridade helivõimsustasemeid. Antud andmed olid olemas tuulikumudelite Enercon E-92 ja Vestas V150-4 osas. Ülejäänud juhtudel ja kui tootja ega operaator ei olnud esitanud sagedusribapõhiseid emissiooniandmeid, kasutati WindPRO tarkvaras generaatori suurusel põhinevat tüüpilist sagedusribajaotust vastavalt Taani mürasoovitusele. Tüüpiline (genereeritud) sagedusjaotus ei pruugi täpselt kirjeldada konkreetse tuulikumudeli tegelikku madalsagedusliku müra emissiooni, mistõttu kaasneb selliste lähteandmete kasutamisega suurem määramatus.

Vastavalt Taani metoodikale modelleerib WindPRO müratundlike hoonete enim mõjutatud fassaadidel välisõhu helirõhutasemed ning rakendab seejärel hoonetüübist sõltuvad heliisolatsiooni korrektsioonid, mille tulemusena leitakse siseruumide A-korrigeeritud madalsagedusliku müra tase (LpALF). Seejärel summeeritakse sagedusribade tulemused logaritmiliselt.

Madalsagedusliku müra modelleerimisel kasutati kõikide eluhoonete puhul Taani metoodikas määratletud hoonetüüpi „tavaline eluruum“ (ingl *regular dwelling*). Taani metoodikas kasutatakse ka hoone tüüpi „suvila piirkonnad“ (ingl *cottage zones*), kuid see hõlmab üksnes ametlikult määratletud suvilapiirkondades paiknevaid hooneid ja kuna Eestis puudub Taani metoodikale vastav suvilapiirkondade määratlus ning hinnatavad hooned on ETAK andmete alusel klassifitseeritud eluhoonete või ühiskondlike hoonetena, kasutati modelleerimisel kategooriat „tavaline eluruum“. Tavalise eluhoone heliisolatsiooni korrektsioonid on välja toodud tabelis (Tabel 2).

Tabel 2. Taani metoodikas kasutatud madalsagedusliku müra heliisolatsiooni korrektsioonid (ΔLσ) hoonetüübile tavaline eluruum

Sagedus (Hz)	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160
Heliisolatsiooni korrektsioon ΔLσ (dB)	4,9	5,9	4,6	6,6	8,4	10,8	11,4	13	16,6	19,7	21,2	20,2	21,2

Erinevalt kuuldava müra modelleerimisest ei kasutata Taani madalsagedusliku müra metoodikas asukohapõhiseid meteoroloogilisi andmeid ega tuulesuuna statistikat. Vastavalt metoodikale modelleeritakse madalsagedusliku müra tase standardtingimustel:

1. tuule kiirusel 6 m/s;
2. tuule kiirusel 8 m/s.

Modelleerimisel kasutatud peamised parameetrid on esitatud tabelis (Tabel 3).

Tabel 3. Tuulikute madalsageduslikumüra hajumise modelleerimisel kasutatavad parameetrid (Taani metoodika kohaselt)

Parameeter	Kirjeldus
Hinnatav sagedusvahemik	1/3 oktaavrea sagedusvahemik 10–160 Hz.
Müraallika kõrgus	Punktallika kõrguseks määratakse tuuliku rummu (*hub*) kõrgus.
Tuuliku müraemissioon	Tootja poolt esitatud 1/3 oktaavridade helivõimsustasemed (LwA) tuule kiirustel 6 m/s ja 8 m/s. Tootja poolt esitatud sagedusribapõhiste andmete puudumisel kasutatati WindPRO tarkvaras generaatori suurusel põhinevat tüüpilist sagedusjaotust (vastavalt Taani mürasoovitusele).
Arvutuskõrgus	1,5 m maapinnast
Arvutuslikud tuule kiirused	6 m/s ja 8 m/s taandatuna 10 m kõrgusele
Atmosfääri hajuvuse korrektsioon	Taani metoodikas määratud õhu neeldumistegurid (10 °C, suhteline õhuniiskus 80% korral).

Madalsagedusliku müra tulemused esitati lähimate (10 km raadiuses paiknevate) eluhoonete kohta. Tulemused esitati iga elu- või ühiskondliku ruumi kohta Taani metoodika kohaselt arvutatud siseruumide A-korrigeeritud madalsagedusliku müra tasemetena (LpA,LF) tuulekiirustel 6 m/s ja 8 m/s.

Taani Keskkonnakaitseameti juhendi kohaselt on kasutatud metoodika eeldatav arvutusmääramatus ±2 dB, mis hõlmab mõõtmiste, arvutuste ning keskkonnatingimustest tulenevat varieeruvust.

1.3 Modelleerimise eeldused ja piirangud

Modelleerimistulemuste tõlgendamisel ja edasisel analüüsil on lisaks eeltoodud peatükkides välja toodule oluline meeles pidada:

- Modelleerimine viidi läbi modelleerimise ajal kättesaadavate sisendandmete alusel. Olemasolevate tuuleparkide tehnilised andmed pärinevad tellija esitatud andmetest, Ehitisregistrist ning tuulikute tootjate tehnilisest dokumentatsioonist.
- Modelleerimisel eeldati, et kõik hinnatavad tuulikud töötavad samaaegselt modelleerimiseks valitud töörežiimil. Võimalikke müravähendusrežiime, seisakuid ning tootmispiiranguid modelleerimisel arvesse ei võetud.
- Modelleerimisel ei arvestatud ka müra ajutiselt suurendavaid tingimusi, nt tavapärasest tugevam tuulekiirus, muutuva õhutemperatuuri mõju, seadmete kulumisest tingitud kõrgem müratase.
- Eestis puudub tuulikute madalsagedusliku müra hindamiseks kehtestatud arvutusmetoodika. Seetõttu viidi modelleerimine läbi Taani keskkonna- ja soolise võrdõiguslikkuse ministeeriumi määruse nr 995 ning Taani Keskkonnakaitseameti juhendi kohaselt.
- Madalsagedusliku müra modelleerimisel kasutati eelistatult tuuliku tootja esitatud 1/3 oktaavrea helivõimsustasemeid. Juhul kui tootja poolsed sagedusreapõhiseid emissiooniandmed ei olnud kättesaadavad, kasutati WindPRO tarkvara poolt rakendatavat generaatori suurusel põhinevat tüüpilist sagedusreajaotust vastavalt Taani metoodikale.

2 MODELLEERIMISE TULEMUSED

Välisõhus leviva kuuldava müra modelleerimise tulemused on käesolevas aruandes esitatud ülevaatlike joonistena (alljärgnevalt). Mürakaardid kujutavad teadusuuringu jaoks koostatud müraga kokkupuute hinnanguid. Modelleerimisel kasutatud hindamisperiood ei vasta müra normtasemete rakendamisel kasutatavale ajavahemikule, mistõttu ei ole saadud tulemused normtasemetega otseselt võrreldavad ega võimalda hinnata nende täitmist või ületamist.

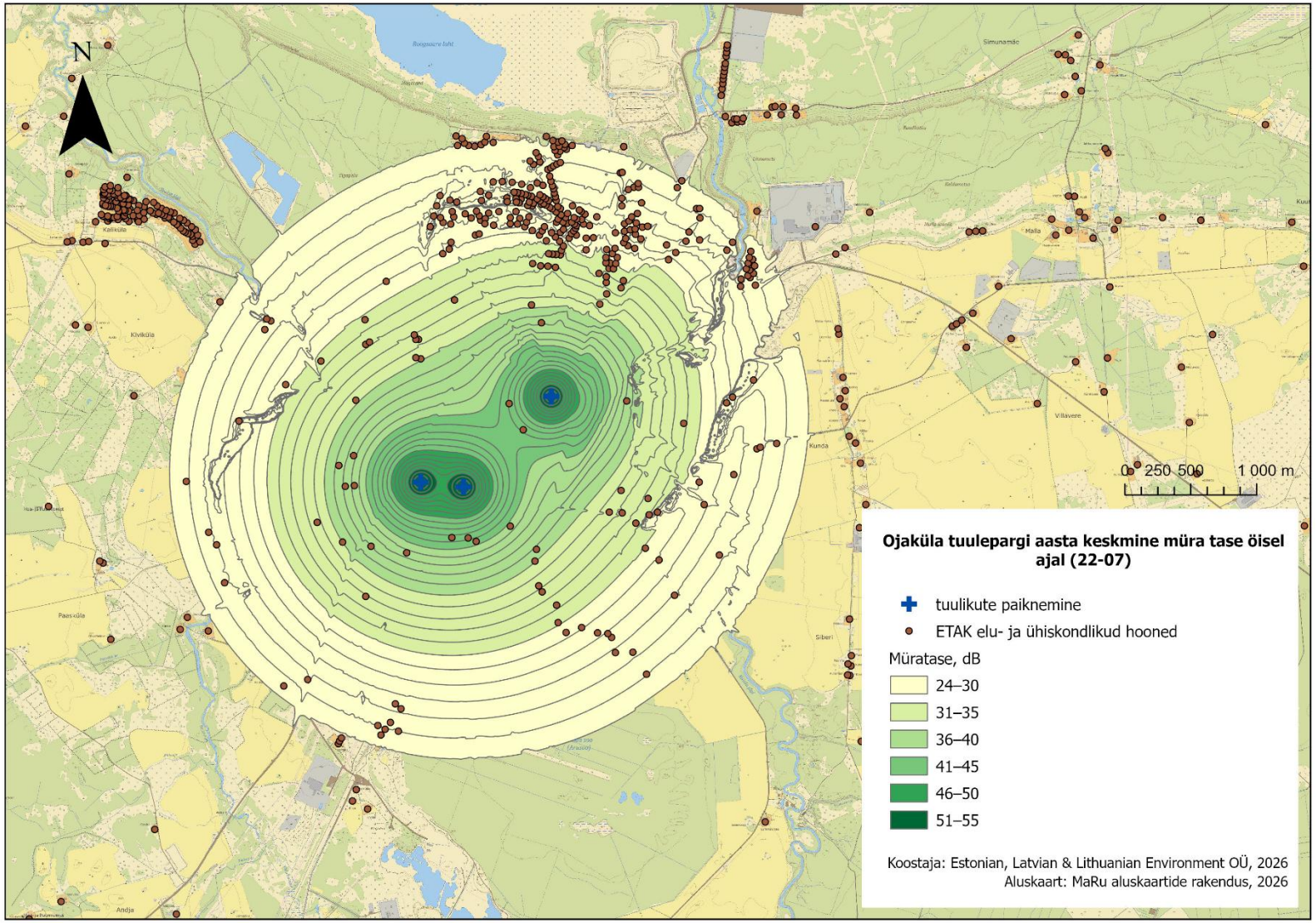
Lisaks esitati lisana kliendile välisõhus leviva kuuldava müra modelleerimise ruumiandmed (ESRI Shapefile) uuringualade kaupa.

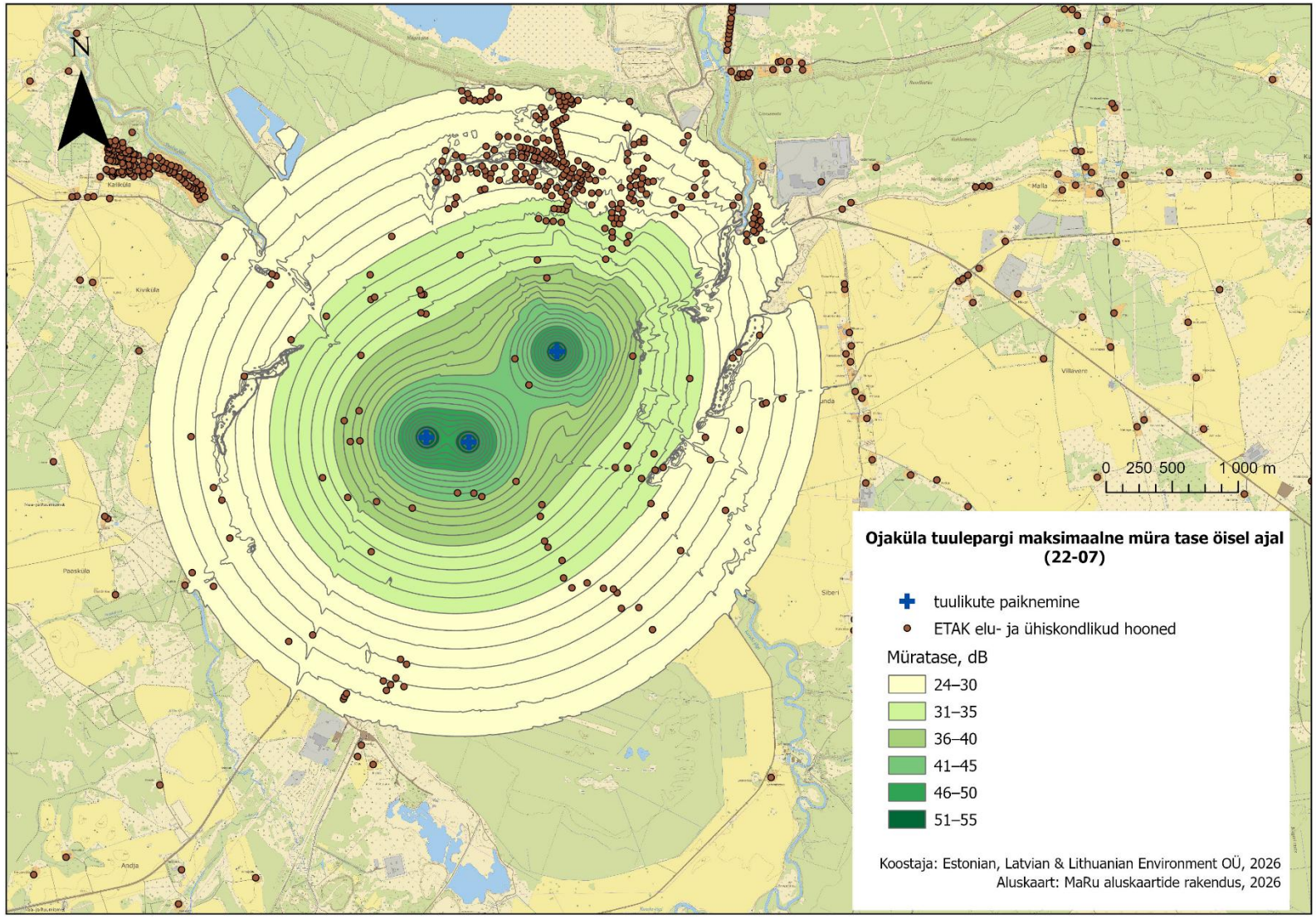
Madalsagedusliku müra modelleerimise tulemused on esitatud kliendile eraldi andmetabelitena, mis sisaldavad uuringualadest kuni 10 km raadiuses paiknevates elu- ja ühiskondlikes ruumides arvutatud madalsagedusliku müra tasemeid ning uuringualade kaupa koostatud ruumiandmetena (ESRI Shapefile).

Märkus madalsagedusliku müra tulemuste kohta: Taani madalsagedusliku müra arvutusliku hindamise metoodika kohaselt esitatud A-kaalutud madalsagedusliku müra tase (LpA) võib üksikutes 1/3-oktaavribades ning madalate müratasemete korral ka summeeritud tulemusena olla negatiivne. Negatiivne dB(A) väärtus ei tähenda negatiivset helirõhku, vaid näitab, et arvutatud A-kaalutud helirõhutase on väiksem kui standardne võrdlushelirõhk 20 µPa, millele vastab 0 dB SPL. Selline tulemus on füüsikaliselt võimalik näiteks suure levikusumbumise, pika vahekauguse müratekitaja ja vastuvõtupunkti vahel ning hoone heliisolatsiooni koosmõjul. Seetõttu ei viita negatiivne väärtus arvutusveale, vaid väga väikesele A-kaalutud madalsagedusliku müra tasemele.

2.1 Ojaküla uuringuala

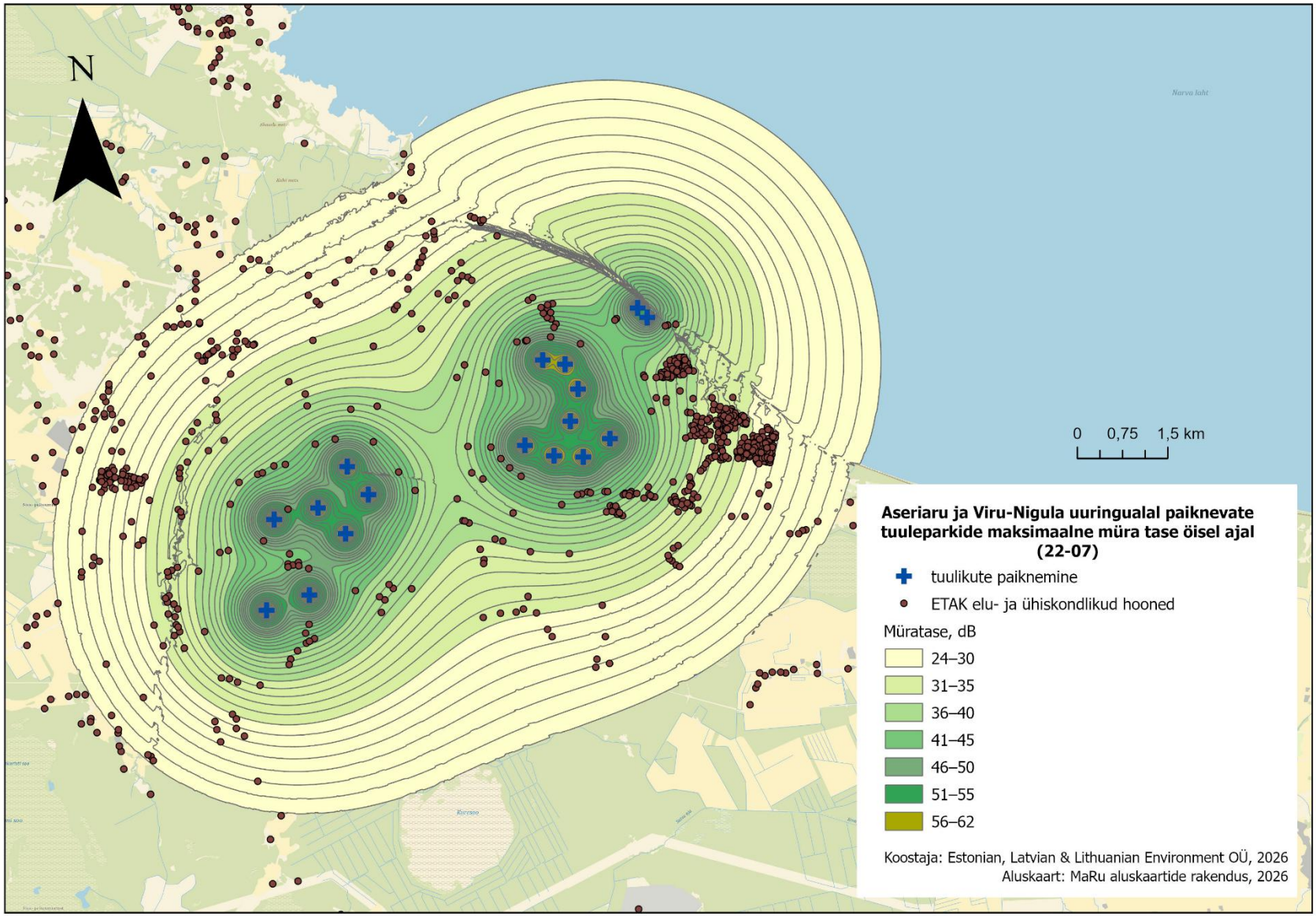
Uuringuala asub Viru-Nigula vallas Lääne-Virumaal. Alale jääb Ojaküla tuulepark, mis valmis 2013. aastal ning selle omanik on Enefit OÜ. Tuulepargis on kolm Enercon E-82 tüüpi tuulikut, millest igaühe võimsus on 2,3 MW. Tuulikute masti kõrgus on 98 meetrit, rootori läbimõõt 82 meetrit ning kogukõrgus 139 meetrit.

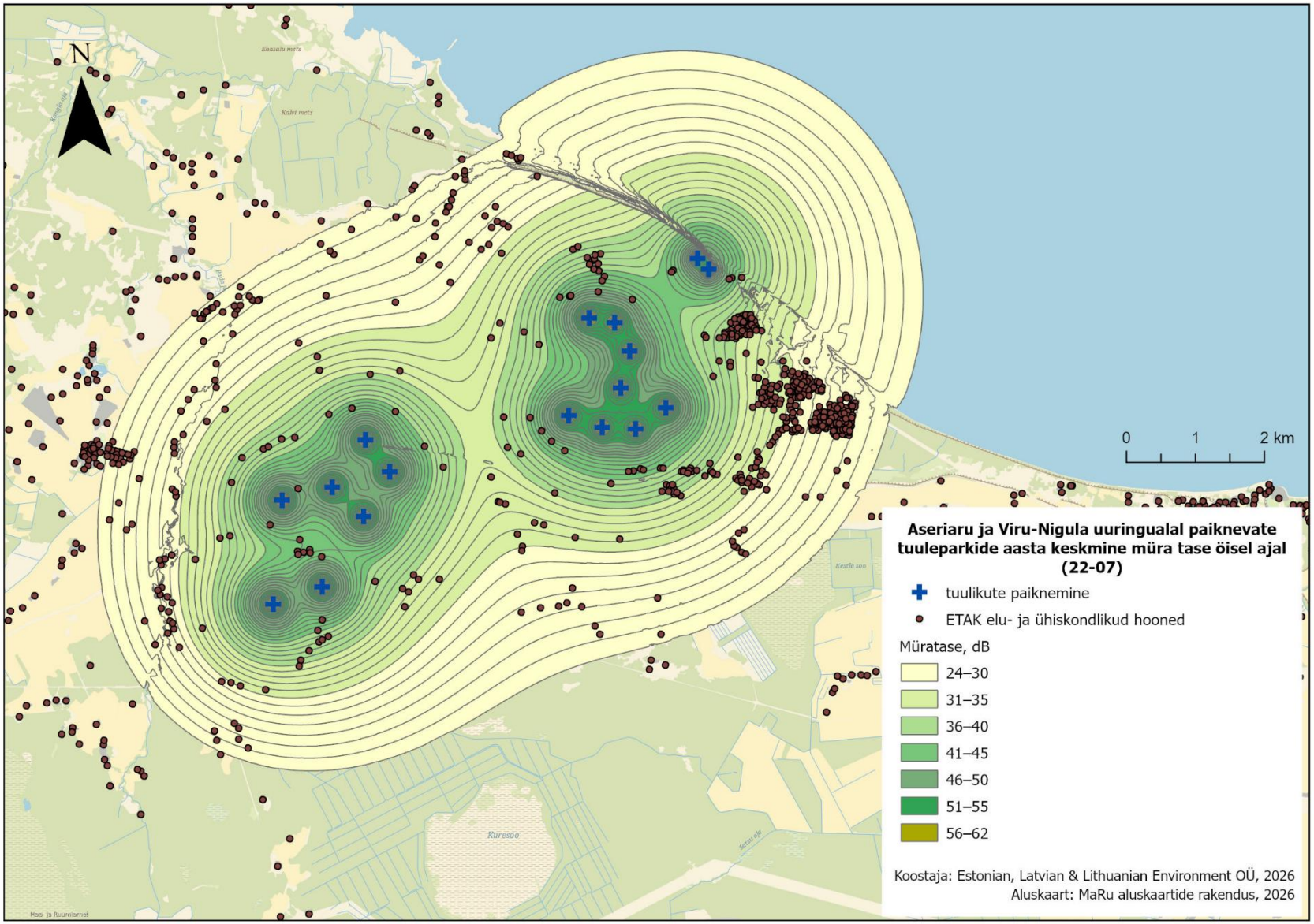

N
0 250 500 1 000 m
Ojaküla tuulepargi aasta keskmine müra tase öisel ajal (22-07)
tuulikute paiknemine
ETAK elu- ja ühiskondlikud hooned
Müratase, dB
24–30
31–35
36–40
41–45
46–50
51–55
Koostaja: Estonian, Latvian & Lithuanian Environment OÜ, 2026
Aluskaart: MaRu aluskaartide rakendus, 2026


N
0 250 500 1 000 m
Ojaküla tuulepargi maksimaalne müra tase öisel ajal (22-07)
tuulikute paiknemine
ETAK elu- ja ühiskondlikud hooned
Müratase, dB
24–30
31–35
36–40
41–45
46–50
51–55
Koostaja: Estonian, Latvian & Lithuanian Environment OÜ, 2026
Aluskaart: MaRu aluskaartide rakendus, 2026

2.2 Aseriaru ja Viru-Nigula uuringuala

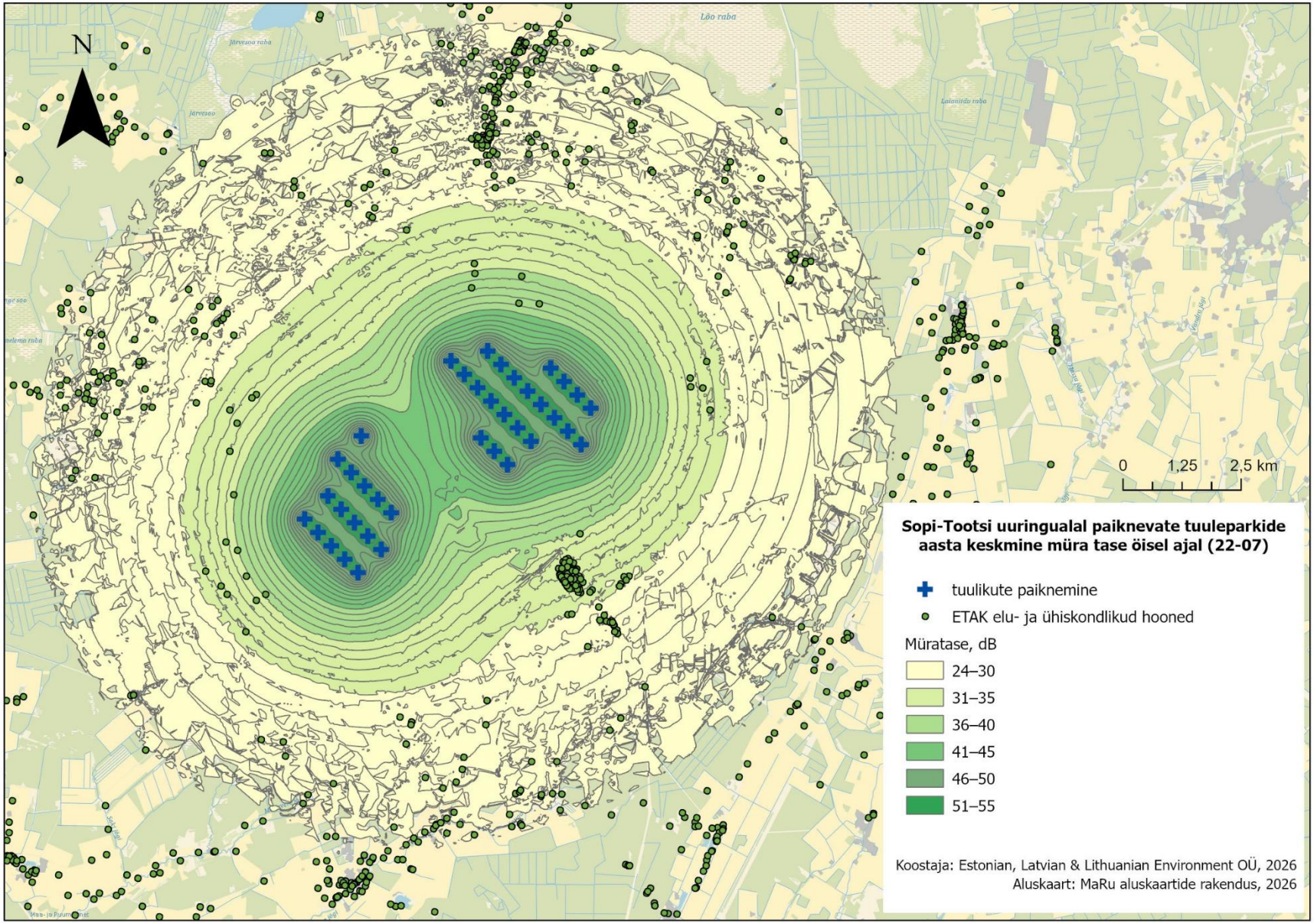
Uuringuala asub Viru-Nigula vallas Lääne-Virumaal. Alale jäävad Viru-Nigula, Aseriaru ja Aseri tuulepargid. Viru-Nigula tuulepark valmis 2007. aastal ning Aseriaru tuulepark 2011. aastal. Mõlema tuulepargi omanik on Enefit OÜ. Viru-Nigula tuulepargis on seitse ning Aseriaru tuulepargis kaheksa WinWind WWD-3-100 tüüpi tuulikut, millest igaühe nimivõimsus on 3 MW. Tuulikute masti kõrgus on 90 meetrit, rootori läbimõõt 100 meetrit ning kogukõrgus 140 meetrit. Uuringualale jääb ka 2024. aastal valminud Aseri tuulepark, mille omanik on Utilitas Wind OÜ. Tuulepargis on kaks Enercon E-92 tüüpi tuulikut nimivõimsusega 2,35 MW. Tuulikute masti kõrgus on 78 meetrit, rootori läbimõõt 92 meetrit ning kogukõrgus 124 meetrit

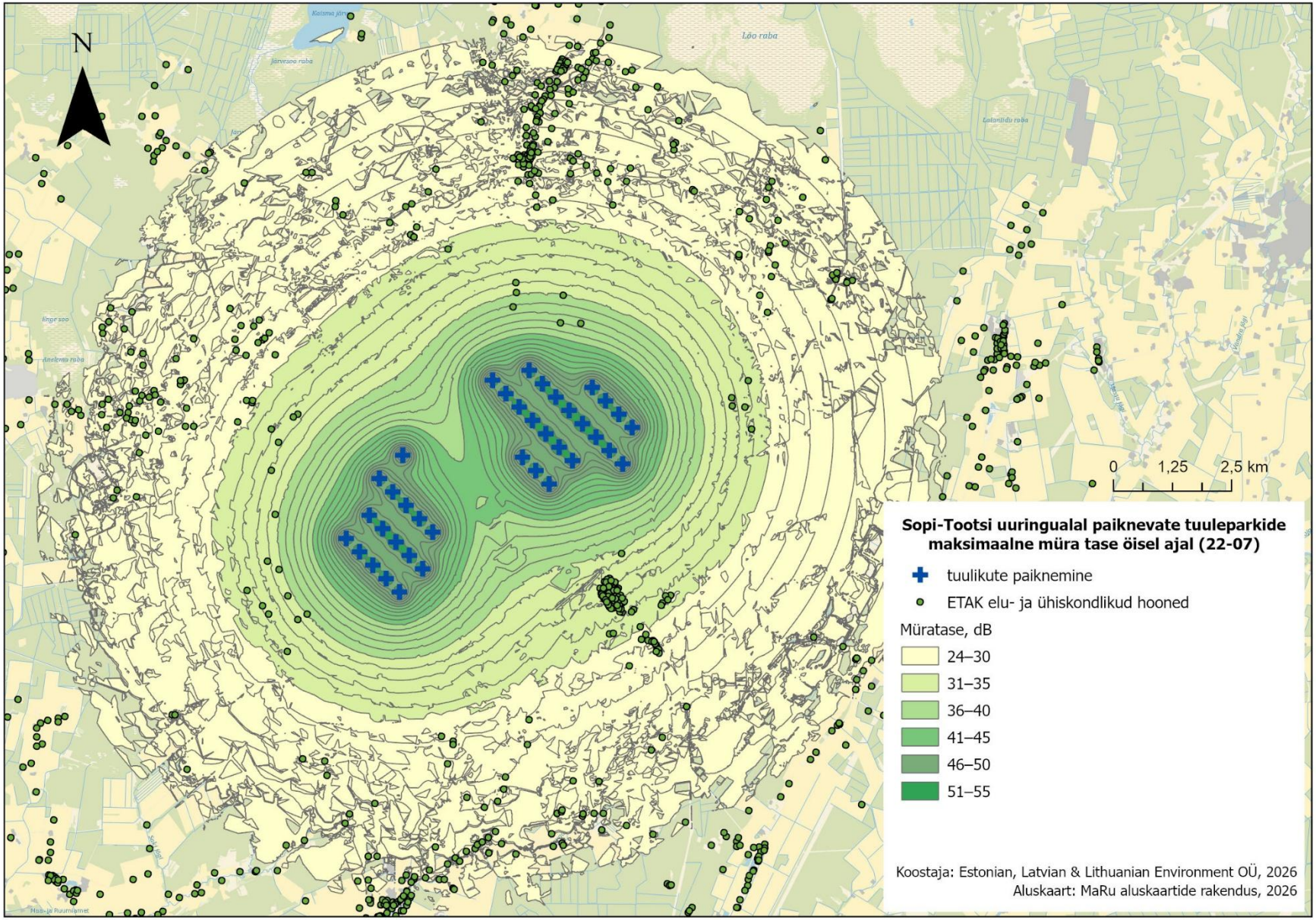

N
0 0,75 1,5 km
Aseriaru ja Viru-Nigula uuringualal paiknevate tuuleparkide maksimaalne müra tase öisel ajal (22-07)
tuulikute paiknemine
ETAK elu- ja ühiskondlikud hooned
Müratase, dB
24–30
31–35
36–40
41–45
46–50
51–55
56–62
Koostaja: Estonian, Latvian & Lithuanian Environment OÜ, 2026
Aluskaart: MaRu aluskaartide rakendus, 2026


N
0
1
2 km
Aseriaru ja Viru-Nigula uuringualal paiknevate tuuleparkide aasta keskmine müra tase öisel ajal (22-07)
tuulikute paiknemine
ETAK elu- ja ühiskondlikud hooned
Müratase, dB
24–30
31–35
36–40
41–45
46–50
51–55
56–62
Koostaja: Estonian, Latvian & Lithuanian Environment OÜ, 2026
Aluskaart: MaRu aluskaartide rakendus, 2026

2.3 Sopi-Tootsi uuringuala

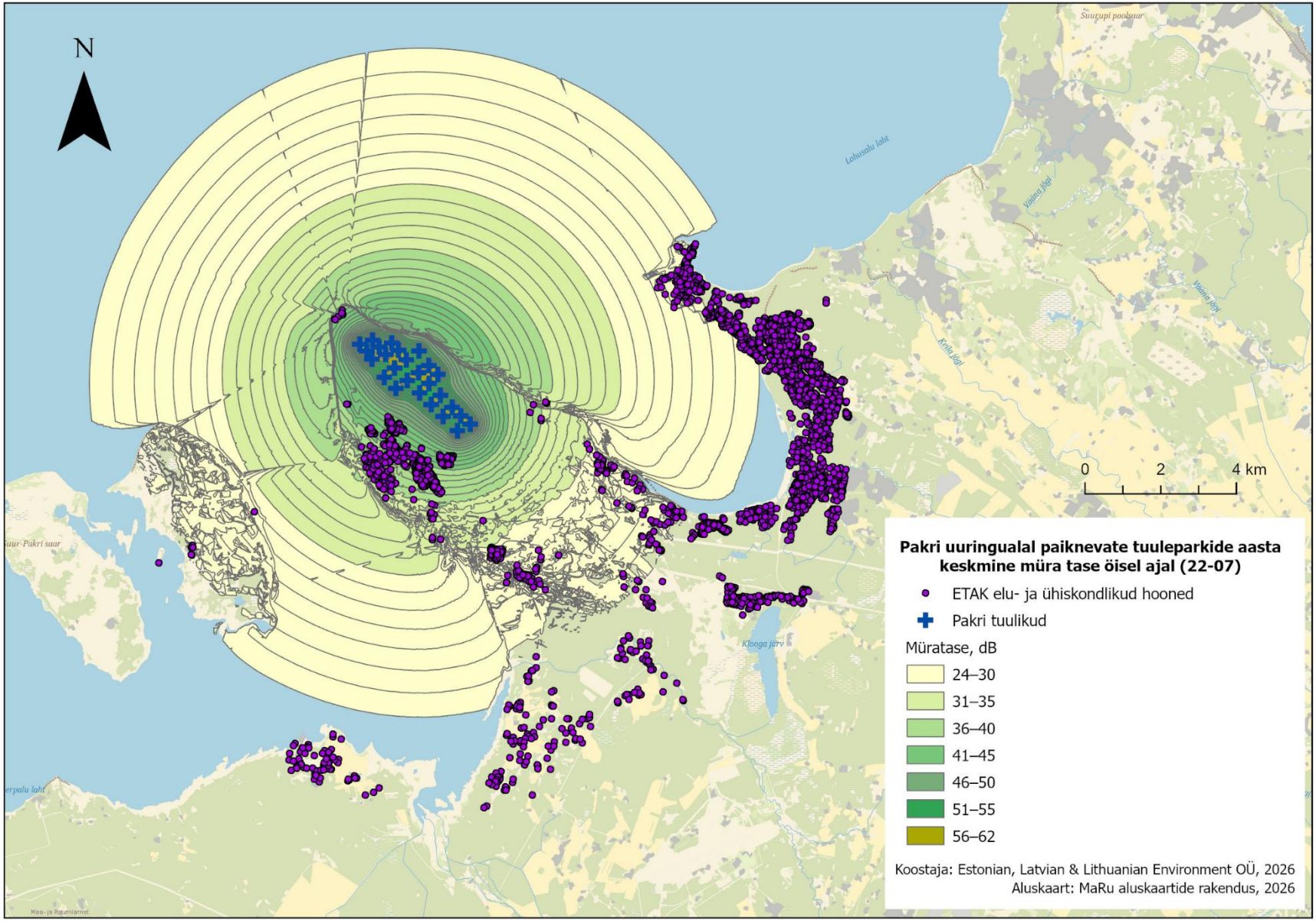
Uuringuala asub Põhja-Pärnumaa vallas Pärnu maakonnas. Alale jääb Sopi-Tootsi tuulepark, mis valmis 2024. aastal ning selle omanik on Enefit OÜ. Tuulepargis on 38 Nordex N163/6.X tüüpi tuulikut, millest igaühe nimivõimsus on 6,7 MW. Tuulikute masti kõrgus on 159 meetrit, rootori läbimõõt 163 meetrit ning kogukõrgus 241 meetrit.

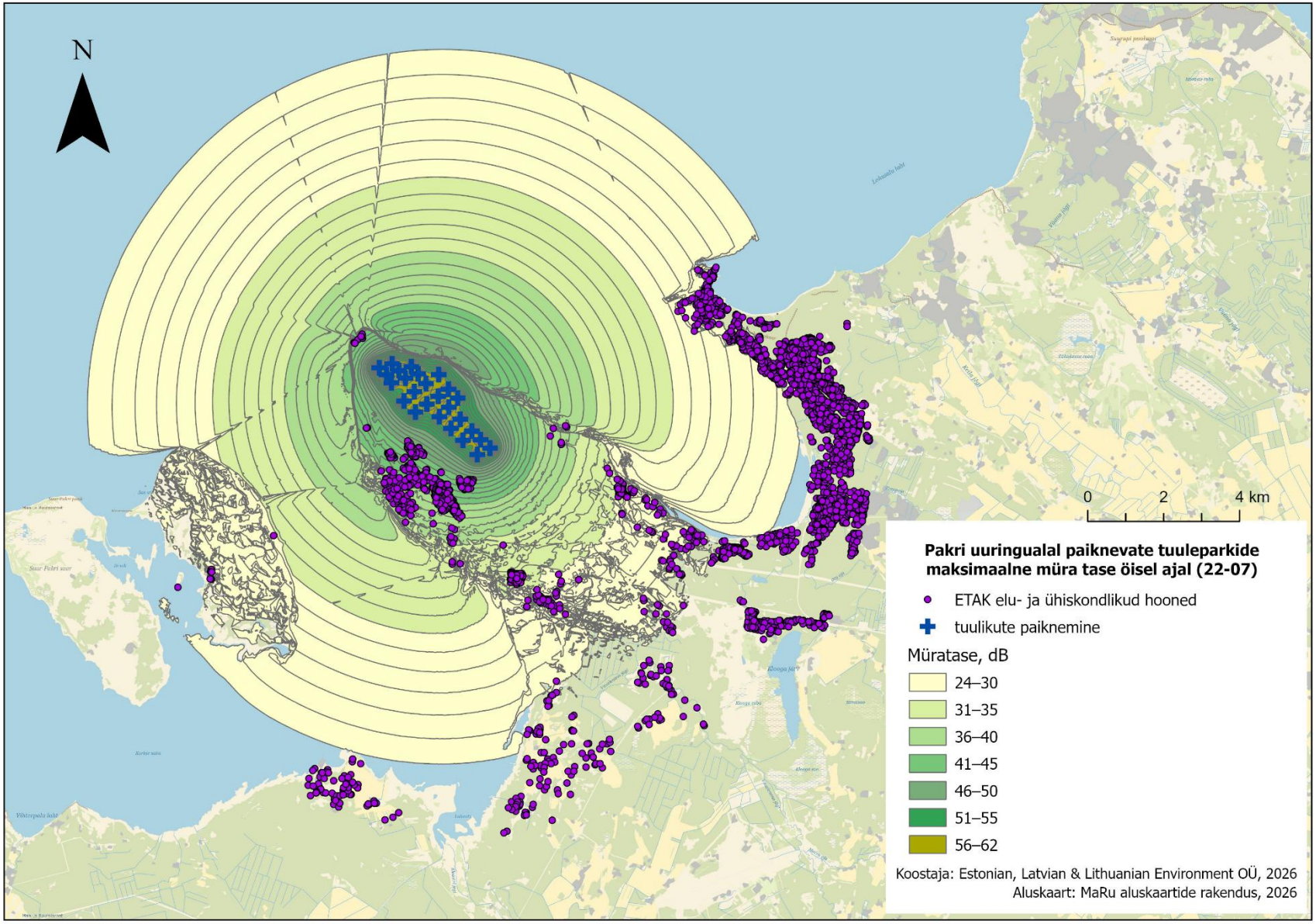

N
0
1,25
2,5 km
Sopi-Tootsi uuringualal paiknevate tuuleparkide aasta keskmine müra tase öisel ajal (22-07)
tuulikute paiknemine
ETAK elu- ja ühiskondlikud hooned
Müratase, dB
24–30
31–35
36–40
41–45
46–50
51–55
Koostaja: Estonian, Latvian & Lithuanian Environment OÜ, 2026
Aluskaart: MaRu aluskaartide rakendus, 2026


N
0
1,25
2,5 km
Sopi-Tootsi uuringualal paiknevate tuuleparkide maksimaalne müra tase öisel ajal (22-07)
tuulikute paiknemine
ETAK elu- ja ühiskondlikud hooned
Müratase, dB
24–30
31–35
36–40
41–45
46–50
51–55
Koostaja: Estonian, Latvian & Lithuanian Environment OÜ, 2026
Aluskaart: MaRu aluskaartide rakendus, 2026

2.4 Paldiski ja Pakri

Uuringuala asub Lääne-Harju vallas Harju maakonnas. Alale jäävad Paldiski ja Pakri tuulepargid, mille omanik on Enefit OÜ. Pakri tuulepark valmis 2004. aastal ning selles on kaheksa Nordex N-90 tüüpi tuulikut, millest igaühe nimivõimsus on 2,3 MW. Tuulikute masti kõrgus on 80 meetrit, rootori läbimõõt 90 meetrit ning kogukõrgus 125 meetrit. Paldiski tuulepark valmis 2012. aastal ning selles on 18 GE 2.5-100 tüüpi tuulikut, millest igaühe nimivõimsus on 2,5 MW. Tuulikute masti kõrgus on 85 meetrit, rootori läbimõõt 100 meetrit ning kogukõrgus 135 meetrit.


N
0
2
4 km
Pakri uuringualal paiknevate tuuleparkide aasta keskmine müra tase öisel ajal (22-07)
ETAK elu- ja ühiskondlikud hooned
Pakri tuulikud
Müratase, dB
24–30
31–35
36–40
41–45
46–50
51–55
56–62
Koostaja: Estonian, Latvian & Lithuanian Environment OÜ, 2026
Aluskaart: MaRu aluskaartide rakendus, 2026

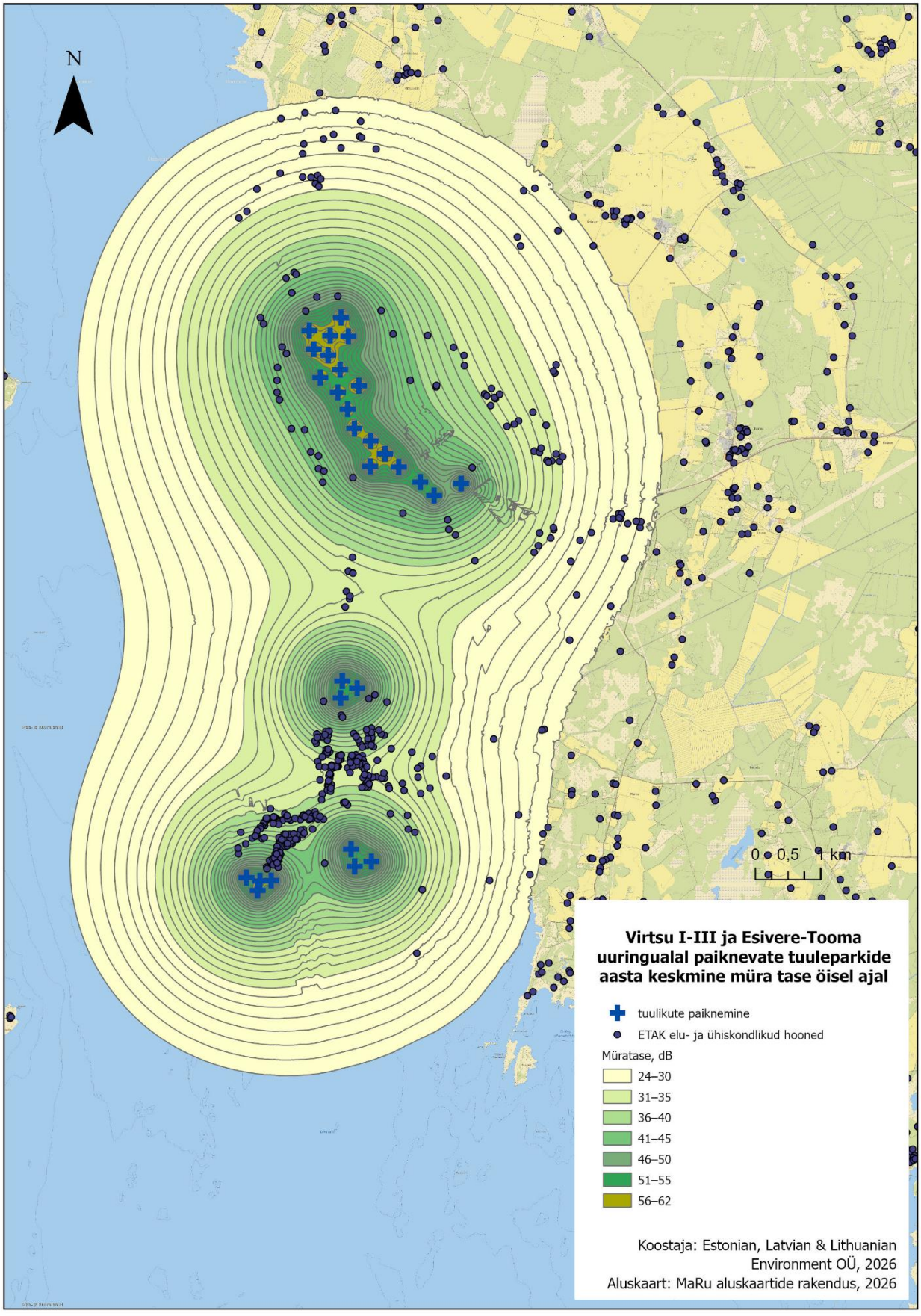

N
0
2
4 km
Pakri uuringualal paiknevate tuuleparkide maksimaalne müra tase öisel ajal (22-07)
ETAK elu- ja ühiskondlikud hooned
tuulikute paiknemine
Müratase, dB
24–30
31–35
36–40
41–45
46–50
51–55
56–62
Koostaja: Estonian, Latvian & Lithuanian Environment OÜ, 2026
Aluskaart: MaRu aluskaartide rakendus, 2026

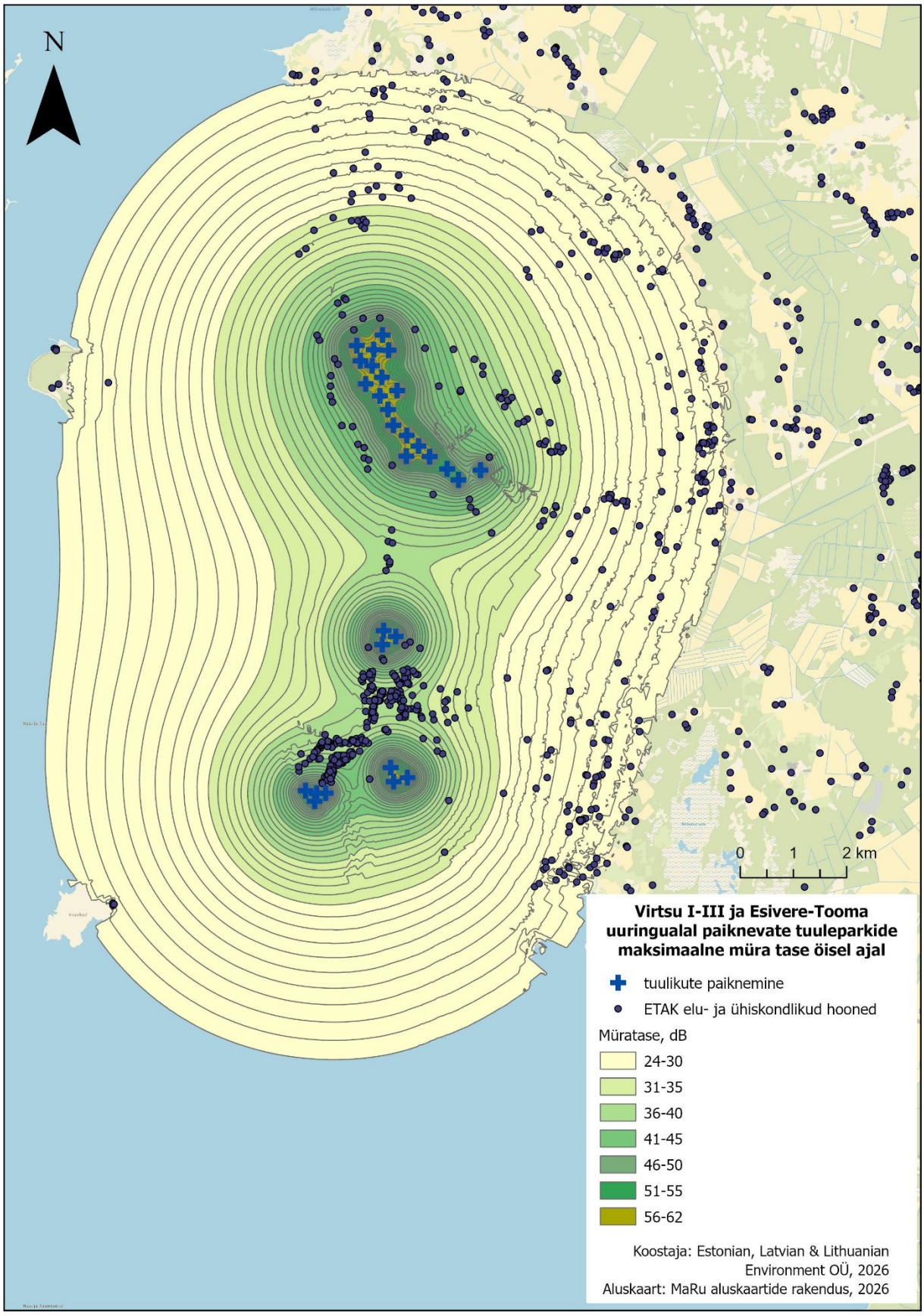
2.5 Virtsu ja Esivere-Tooma uuringuala

Uuringuala asub Lääneranna vallas Pärnu maakonnas. Alale jäävad Virtsu I–III ning Esivere ja Tooma tuulepargid.

Virtsu tuulepargid valmisid aastatel 2002–2010 ning nende omanik on Enefit OÜ. Virtsu I tuulepargis on kolm Enercon E-40 tüüpi tuulikut nimivõimsusega 0,6 MW ning üks Enercon E-40 tüüpi tuulik nimivõimsusega 0,8 MW. Virtsu II ja Virtsu III tuuleparkides on kokku kuus Enercon E-70 tüüpi tuulikut nimivõimsusega 2,3 MW. Enercon E-40 tuulikute masti kõrgus on 63–65 meetrit, rootori läbimõõt 44 meetrit ning kogukõrgus 85–87 meetrit. Enercon E-70 tuulikute masti kõrgus on 85 meetrit, rootori läbimõõt 71 meetrit ning kogukõrgus 121 meetrit.

Esivere ja Tooma tuulepargid valmisid aastatel 2005–2016. Esivere tuulepargis on neli Enercon E-70 tüüpi tuulikut nimivõimsusega 2 MW ning kaheksa Enercon E-82 tüüpi tuulikut nimivõimsusega 2 MW, mille omanik on Enefit OÜ. Lisaks paikneb uuringualal Esivere I tuulepark, kus on neli WinWind WWD-3-100 tüüpi tuulikut nimivõimsusega 3 MW, mille omanik on Skinest Energia AS. Tooma II tuulepargis on kolm Enercon E-92 tüüpi tuulikut nimivõimsusega 2,35 MW, mille omanik on Enefit OÜ. Enercon E-70 tuulikute masti kõrgus on 85 meetrit, rootori läbimõõt 70 meetrit ning kogukõrgus 120 meetrit. Enercon E-82 tuulikute masti kõrgus on 78 meetrit, rootori läbimõõt 82 meetrit ning kogukõrgus 119 meetrit. WinWind WWD-3-100 tuulikute masti kõrgus on 100 meetrit, rootori läbimõõt 100 meetrit ning kogukõrgus 150 meetrit. Enercon E-92 tuulikute masti kõrgus on 98 meetrit, rootori läbimõõt 92 meetrit ning kogukõrgus 144 meetrit.

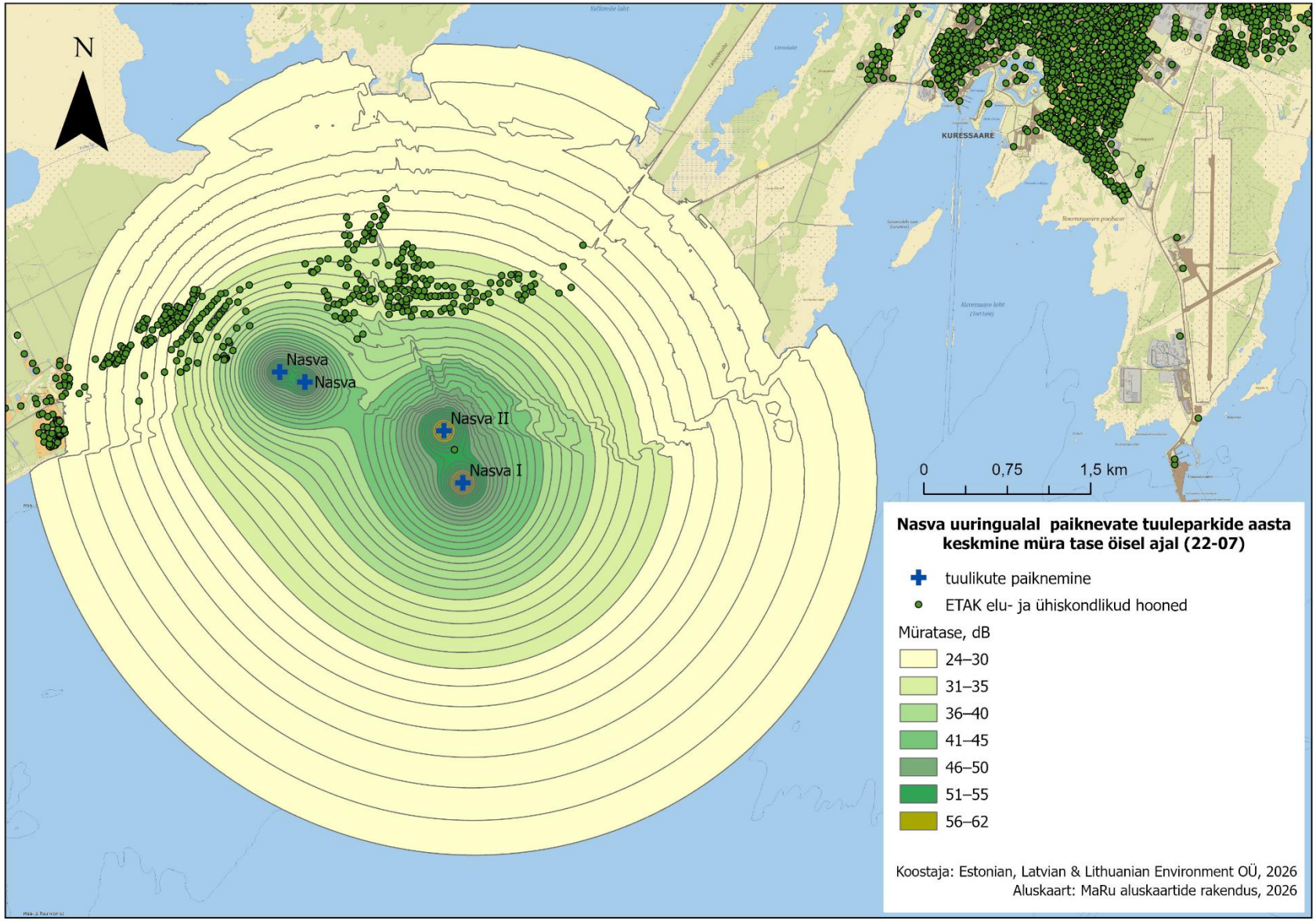

N
0 0,5 1 km
Virtsu I-III ja Esivere-Tooma uuringualal paiknevate tuuleparkide aasta keskmine müra tase öisel ajal
tuulikute paiknemine
ETAK elu- ja ühiskondlikud hooned
Müratase, dB
24–30
31–35
36–40
41–45
46–50
51–55
56–62
Koostaja: Estonian, Latvian & Lithuanian Environment OÜ, 2026
Aluskaart: MaRu aluskaartide rakendus, 2026

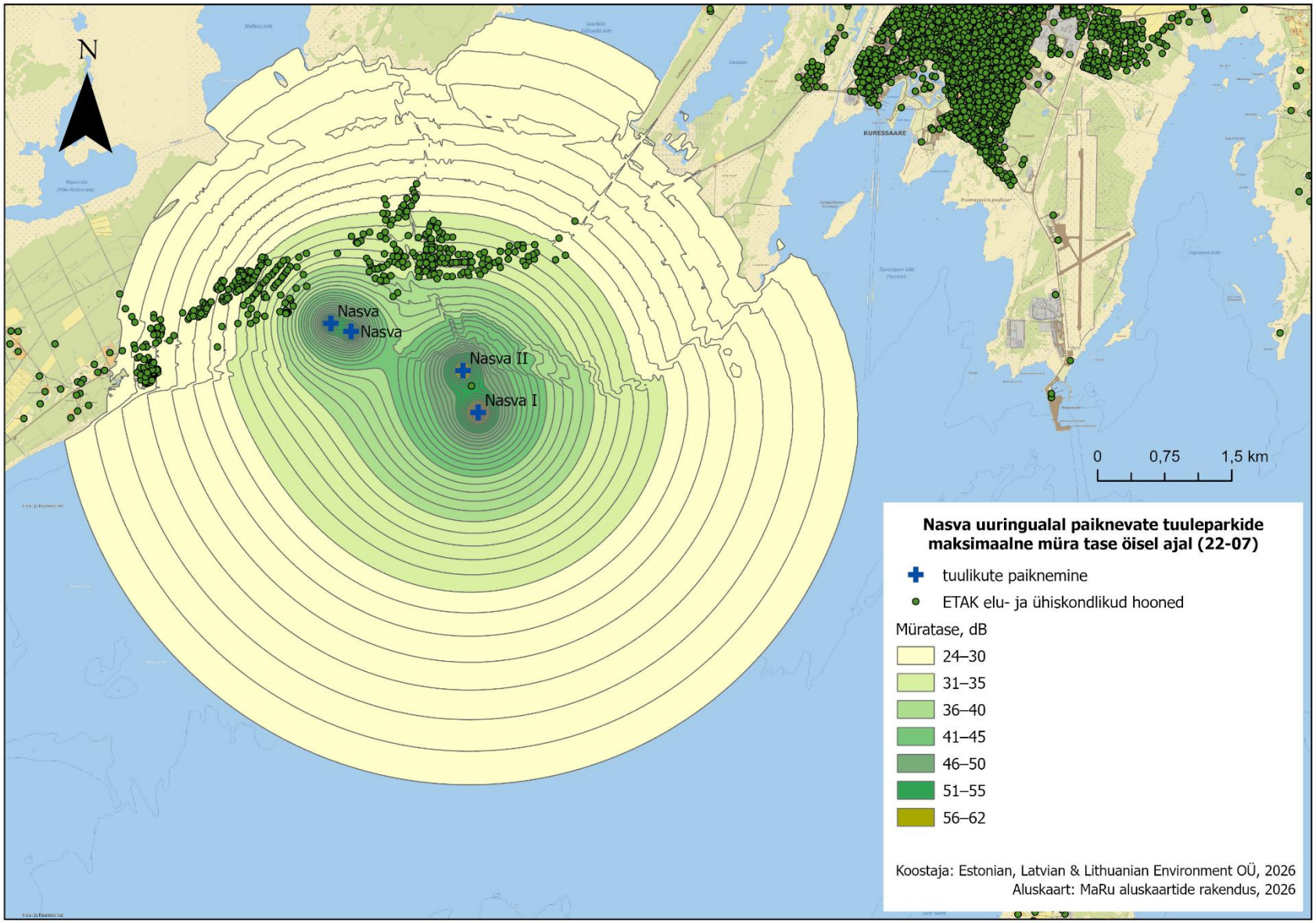

N
0
1
2 km
Virtsu I-III ja Esivere-Tooma uuringualal paiknevate tuuleparkide maksimaalne müra tase öisel ajal
tuulikute paiknemine
ETAK elu- ja ühiskondlikud hooned
Müratase, dB
24-30
31-35
36-40
41-45
46-50
51-55
56-62
Koostaja: Estonian, Latvian & Lithuanian Environment OÜ, 2026
Aluskaart: MaRu aluskaartide rakendus, 2026

2.6 Nasva uuringuala

Uuringuala asub Saaremaa vallas Saare maakonnas. Alale jäävad Nasva, Nasva I ja Nasva II tuulepargid.

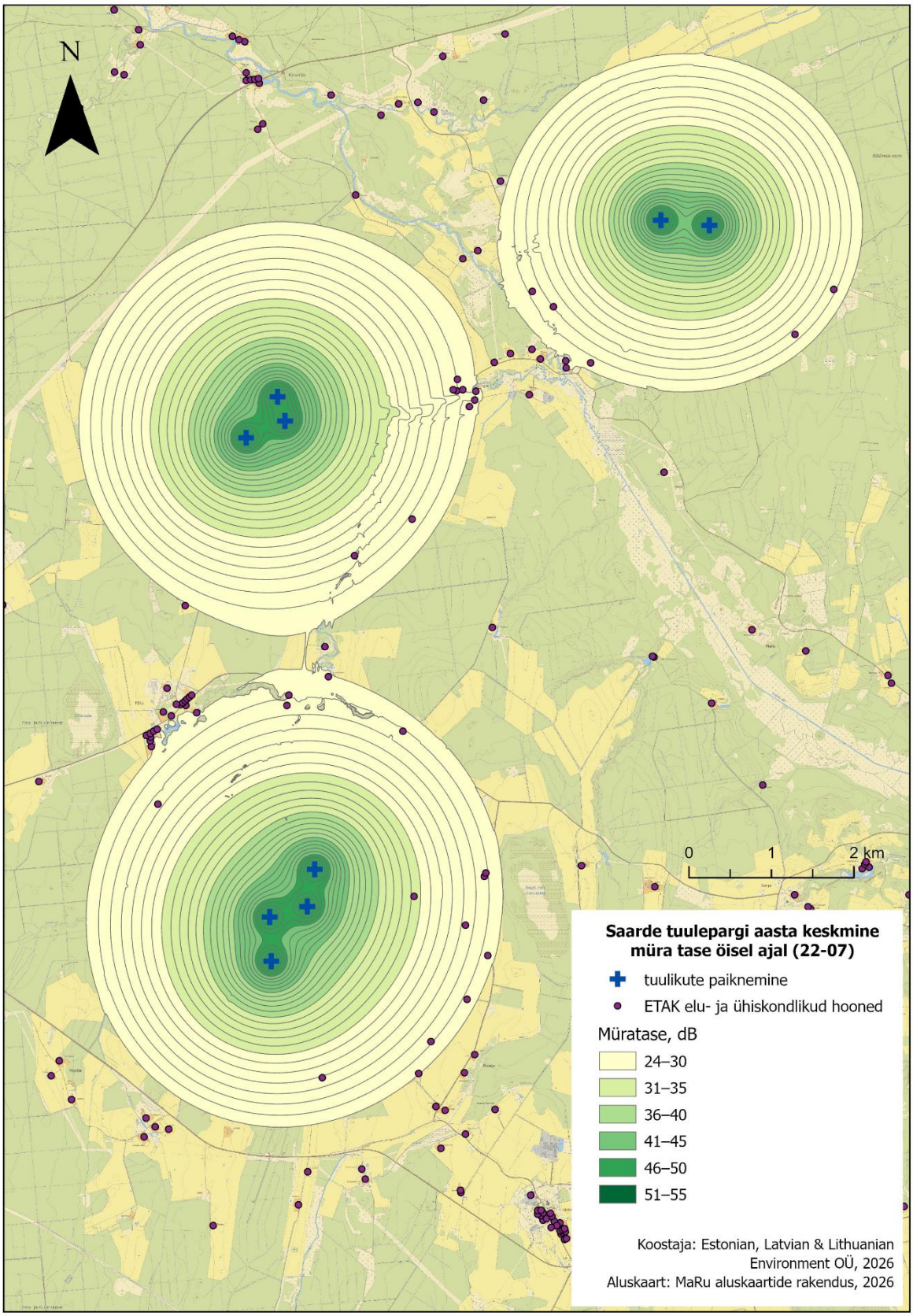
Nasva tuulepark valmis 2007. aastal ning selle omanik on OÜ Baltic Wind Energy. Tuulepargis on kaks Enercon E48/800 tüüpi tuulikut, millest igaühe nimivõimsus on 0,8 MW. Tuulikute masti kõrgus on 64 meetrit, rootori läbimõõt 48 meetrit ning kogukõrgus 95 meetrit. Nasva I tuulepark valmis 2011. aastal ning selle omanik on Five Wind Energy OÜ. Tuulepargis on üks Siemens SWT-2.3-82 tüüpi tuulik nimivõimsusega 2,3 MW. Tuuliku masti kõrgus on 80 meetrit, rootori läbimõõt 82 meetrit ning kogukõrgus 89 meetrit. Nasva II tuulepark valmis 2013. aastal ning selle omanik on Five Wind Energy OÜ. Tuulepargis on üks Siemens SWT-3.6-107 tüüpi tuulik nimivõimsusega 3,6 MW. Tuuliku masti kõrgus on 90 meetrit, rootori läbimõõt 107 meetrit ning kogukõrgus 144 meetrit-

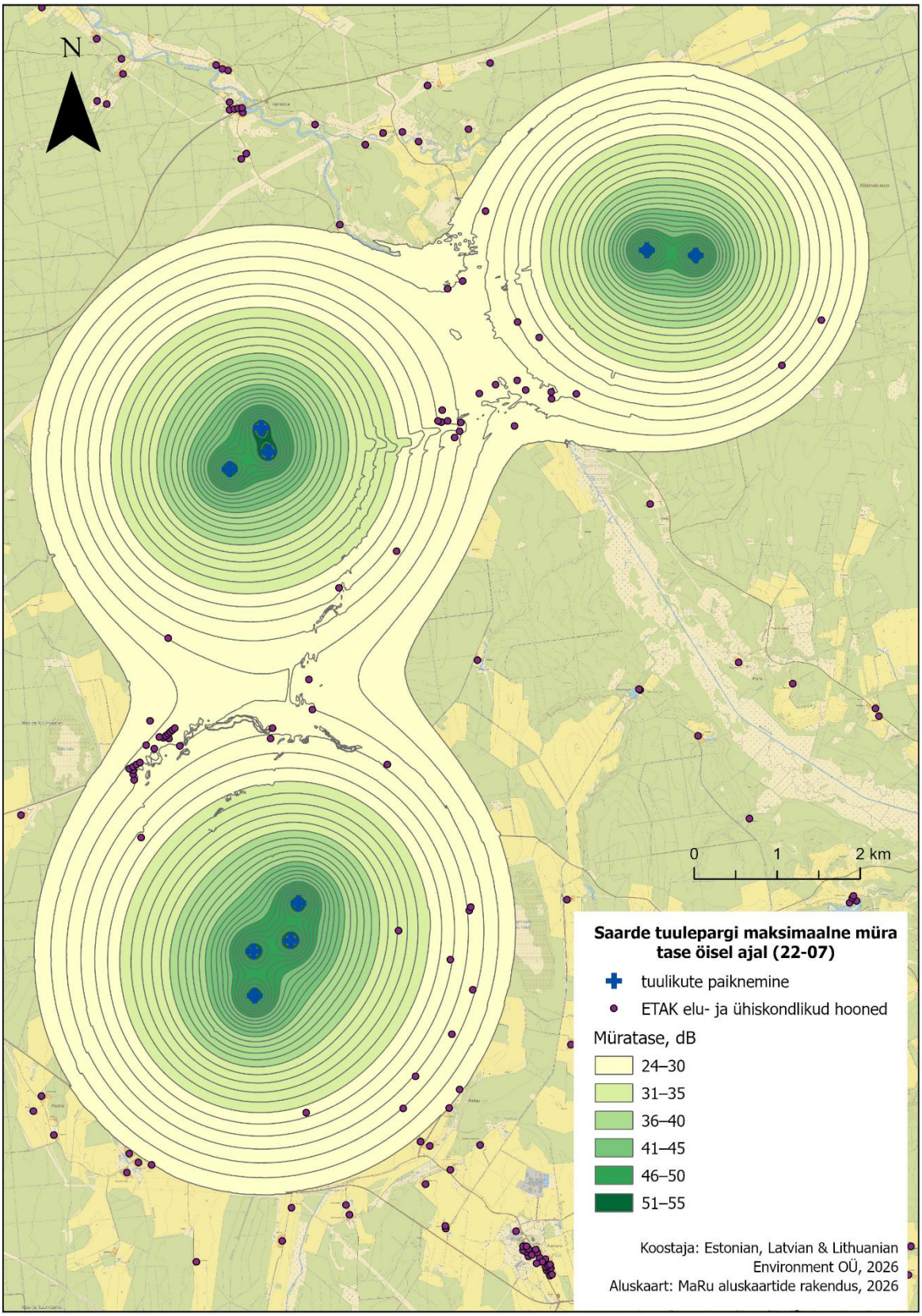

N
KURESSAARE
Nasva
Nasva
Nasva II
Nasva I
0
0,75
1,5 km
Nasva uuringualal paiknevate tuuleparkide aasta keskmine müra tase öisel ajal (22-07)
tuulikute paiknemine
ETAK elu- ja ühiskondlikud hooned
Müratase, dB
24–30
31–35
36–40
41–45
46–50
51–55
56–62
Koostaja: Estonian, Latvian & Lithuanian Environment OÜ, 2026
Aluskaart: MaRu aluskaartide rakendus, 2026


N
KURESSAARE
Nasva
Nasva
Nasva II
Nasva I
0
0,75
1,5 km
Nasva uuringualal paiknevate tuuleparkide maksimaalne müra tase öisel ajal (22-07)
tuulikute paiknemine
ETAK elu- ja ühiskondlikud hooned
Müratase, dB
24–30
31–35
36–40
41–45
46–50
51–55
56–62
Koostaja: Estonian, Latvian & Lithuanian Environment OÜ, 2026
Aluskaart: MaRu aluskaartide rakendus, 2026

2.7 Saarde uuringuala

Uuringuala asub Saarde vallas Pärnu maakonnas. Alale jääb Saarde tuulepark, mis valmis 2023. aastal ning mille omanik on Utilitas Wind OÜ. Tuulepargis on üheksa Vestas V150-4.3 tüüpi tuulikut, millest igaühe nimivõimsus on 4,3 MW. Tuulikute masti kõrgus on 155 meetrit, rootori läbimõõt 150 meetrit ning kogukõrgus 230 meetrit.


N
0
1
2 km
Saarde tuulepargi aasta keskmine müra tase öisel ajal (22-07)
tuulikute paiknemine
ETAK elu- ja ühiskondlikud hooned
Müratase, dB
24–30
31–35
36–40
41–45
46–50
51–55
Koostaja: Estonian, Latvian & Lithuanian Environment OÜ, 2026
Aluskaart: MaRu aluskaartide rakendus, 2026


N
0
1
2 km
Saarde tuulepargi maksimaalne müra tase öisel ajal (22-07)
tuulikute paiknemine
ETAK elu- ja ühiskondlikud hooned
Müratase, dB
24–30
31–35
36–40
41–45
46–50
51–55
Koostaja: Estonian, Latvian & Lithuanian Environment OÜ, 2026
Aluskaart: MaRu aluskaartide rakendus, 2026

3 MODELLEERIMISTULEMUSTE VÕRDLUS MÕÕTMISTULEMUSTEGA

Vastavalt töö lähteülesandele, võrreldakse modelleerimistulemusi 2026. aasta märtsis uuringualade lähipiirkonnas läbi viidud keskkonnamüra mõõtmiste[6] tulemustega. Oluline on tähelepanu juhtida asjaolule, et mõõtmisi ei viidud läbi kõikide eelnevalt aruandes kirjeldatud uuringualade lõikes.

Järgnevas tabelis (Tabel 4) on välja toodud uuringualad, mille lähiümbruses viidi läbi mõõtmised, mõõtmiste käigus hinnatud keskkonnamüra tasemed ja mõõtepunktiga samas punktis ja kõrgusel (1,5 m) modelleeritud müratase. Kuna teistes mõõtmispunktides ei mõõdetud müra taset öisel ajal, ei saa neid tulemusi võrrelda modelleeritud tulemustega. Mõõtmiste käigus kasutatud referentspunktid asusid lähimast tuulikust 250 m kaugusel.

Tabel 4. Uuringualade referentspunktis esinevad mõõdetud ja modelleeritud müratasemed

Tuulepark/ mõõtepunkt	Mõõtmistel hinnatud müratase (Ln, dB)*	Modelleeritud maksimaalne müratase ($L_{pA,eq,T}$, dB)**	Modelleeritud aasta keskmine müratase ($L_{pA,eq,T}$, dB)**
Paldiski RMP1	43	48	47
Aseri RMP1	54	53	50
Ojaküla RMP1	44	40	40
Esivere (Virtsu) RMP1	44	50	49
Nasva RMP1	44	42	43

* Hinnatud müratase Ln ajavahemikus 23.00-07.00

** Modelleeritud müratase Ln ajavahemikus 22.00-07.00

Mõõdetud ja modelleeritud müratasemete võrdlusest nähtub, et mõnes referentspunktis on modelleeritud väärtused mõõdetud tasemest madalamad, teistes aga kõrgemad. Teistest eristub Aseri tuulepark, kus nii mõõtmis- kui ka modelleerimistulemuste põhjal on 250 m kaugusel paiknevas referentspunktis müratase kõrgem kui teiste uuringualade vastavates referentspunktides. Üksikute mõõtmiste ja modelleerimistulemuste võrdluse põhjal ei ole siiski võimalik teha ühest ja üldkehtivat järeldust modelleerimise süstemaatilise ala- või ülehindamise kohta. Mõõtmistulemusi mõjutavad konkreetsed mõõtmistingimused, sealhulgas tuuleolud, taustmüra ja muud mõõtmise ajal esinenud tegurid. Mõõdetud ja modelleeritud tulemuste erinevuste põhjuste väljaselgitamine eeldaks iga juhtumi eraldi analüüsi, mida käesoleva uuringu raames ei tehta. Seetõttu ei saa täheldatud erinevusi automaatselt seostada ühe konkreetse põhjusega.

Eelnevate tulemuste võrdlemisel tuleb arvesse võtta:

- Lähteülesande kohaselt modelleeriti ajaperioodi 22.00-07.00, kuid mõõtmiste tulemustes on toodud hinnatud müratasemed öise (Ln) ajaperioodi (23.00-07.00) kohta;
- Modelleeritud ja mõõdetud tulemused peegeldavad erinevaid tingimusi. Mõõtmised kajastavad müratasemed konkreetse mõõteperioodi ja selle ajal valitsenud tingimuste korral,

[6] Akukon Eesti OÜ, 2026. Tuulikutest tuleneva müra mõõtmised erinevates tuuleparkides. Tallinn

samas modelleerimine kirjeldab aasta kõigi päevade keskmist müritaset keskmiste ilmastikutingimuste või halvima müra levikuolukorra eelduste (ilmastikutingimuste) korral;

- Modelleerimisel pole arvestatud võimalikke müravähendusrežiime, seisakuid ning tootmispiiranguid ning pole arvestatud ka müra ajutiselt suurendavaid tingimusi, nt tavapärasest tugevam tuulekiirus, muutuva õhutemperatuuri mõju, seadmete kulumisest tingitud kõrgem müratase.
- Mõõdetud mürast ei saa (vastavalt standardi nõuetele) välja jätta taustmüra (looduslik foon, liiklusmüra ja olmemüra) mõju. Modelleerimisel on arvestatud ainult tuulikute tekitatava müraga.
- Üksikute referentspunktide mõõtmistulemuste põhjal ei saa teha üldistusi kogu modelleerimistöö täpsuse või kõigi uuringualade kohta.