

PALDISKI VÄLILASKETIIRU MÜRAUURING SELETUSKIRI



INSPIRING
ENVIRONMENT

2024

Töö nimetus	PALDISKI VÄLILASKETIIRU MÜRAUURING
Version	Esitamiseks tellijale
Töö nr	24/SL/01
Aeg	mai 2024
Tellijä	Riigi Kaitseinvesteeringute Keskus (edaspidi ka RKIK)
Teostaja	Estonian, Latvian & Lithuanian Environment OÜ (ELLE OÜ) Registrikood: 10705517 Aadress: Tõnismägi 3a-15, 10119 Tallinn Telefon: 611 7690 E-post: elle@environment.ee
Koostanud eksperdid	Silver Lind, MSc Pille Antons, 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. Aruandes toodud info kasutamine õppe- ja mitteäriilistel eesmärkidel on lubatud, kui viidatakse algallikale. Andmete kasutamisel tuleb viidata nende loojale.

SISUKORD

1	Sissejuhatus	4
2	Müra hindamise metoodika	5
2.1	Kasutusel olevad müra normtasemed	5
2.2	Militaarmüra allikad	6
2.3	Müra leviku hindamine	6
3	Modelleerimise sisendandmed	9
4	Müra modelleerimise tulemused	15
5	Müra vähendamise meetmed	18
5.1	Müratase müratõkkeseinaga	18
6	Kasutatud materjalid	21
7	Lisad. Müra hajumiskaardid.....	22

1 SISSEJUHATUS

Käesoleva töö eesmärk on hinnata militaarmüra regulatsiooni põhimõtete ja nõuete järgi Paldiski põhjalinnaku ja selle laienduse ala detailplaneeringuga kavandatud 100 m välilasketiiru müra. Töö koosneb aruandest ja müralevikukaartidest, mis on koostatud modelleerimise teel.

Välilasketiir on detailplaneeringuga kavandatud Lääne-Harju valda Paldiski linna Paldiski sõjaväelinnaku põhjalinnaku laienduse alale, Vanatalu katastriüksusele (katastritunnus 58001:001:0351). Lähimad elamualad asuvad kavandatavast lasketiirust ca 730 m kaugusel läänes ja 830 m kaugusel loodes.

Modelleerimise lähteandmetena kasutati tellija edastatud relvade müraemissiooni andmeid ning kavandatava lasketiiru perspektiivseid kasutuskooormuse andmeid. Töö on koostatud militaarmüra regulatsiooni (Riigi Kaitseinvesteeringute Keskus, uuendatud 07.08.2019) järgi.

2 MÜRA HINDAMISE METOODIKA

2.1 Kasutusel olevad müra normtasemed

Eesti seadusandlus ei reguleeri riigikaitselise tegevusega tekitatud müra ega sea mürale normtasemeid. Selleks, et miliaarmüra uuringud oleksid koostatud ühtsetel alustel ja arvestaksid miliaarmüra eripäraga, on koostatud miliaarmüra regulatsioon. Regulatsioon sätestab ühtsed alused miliaarmüra modelleerimisele, mõõtmisele ja seirele ning soovituslikud normtasemed.

Miliaarmüra regulatsioon kehtestab müra soovituslikud normtasemed müratundlike objektide (hoonete) juures. Miliaarmüra hindamisel rakendatakse põhimõtteliselt ainult ühte maakategoriat - atmosfääriõhu kaitse seaduse¹ mõistes II kategooria. Müratundlike hoonetena käsitletakse inimestega otseselt seonduvaid objekte nagu elamud, hoolekandeesutused, tervishoiu-, laste- ja õppeasutused ning alaliselt kasutatavad muid müratundlikud hooned, rohealale jõudvat mürataset ei reguleerita. Päevase aja normtasemeid tuleks rakendada elamute lähialadel ehk õuealadel (normtase peab olema tagatud õueala piiril) ning öise aja normtasemeid eluhoone enda juures. Teiste müratundlike objektide (tervishoiu-, hoolekande- ja haridusasutused) puhul tuleks regulatsioonis määratud päevase ja öise aja normtasemeid rakendada tervishoiu-, hoolekande- ja haridusasutuste hoonete juures ehk norm peab olema tagatud vastava hoone enda juures. Miliaarmüra regulatsioonis rakendatakse ühte soovituslikku normataset – aktiivse harjutuspäeva² kriitiline tase, mis on võrreldav atmosfääriõhu kaitse seaduses esitatud piirväärtusega ning mida rakendatakse nii olemasolevatel kui ka uutel aladel, mis paiknevad harjutusväljade lähedal. Kriitiline tase – mürataset, mis põhjustab olulist häirivust ja iseloomustab ebarahuldavat müraolukorda müratundlike eluhoonete õuealal (päevasel ajal) või müratundliku hoone juures (eluhoone enda juures öisel ajal, ühiskondliku hoone enda juures nii päevasel kui öisel ajal). Kriitilist taset rakendatakse aktiivse harjutuspäeva müraolukorra hindamisel. Kui kriitiline tase on ületatud, tuleks rakendada meetmeid müra vähendamiseks. Müra soovituslikud normtasemed müratundlike objektide juures on nii väikese- ja suurekaliibriliste relvade puhul on toodud järgnevas tabelis (Tabel 1):

Tabel 1. Soovituslikud normtasemed

	Normtase päeval (Ld), dB	Normtase öösel (Ln), dB
Väikese- ja suurekaliibrilised relvad	65	55

Alaliste ja ajutiselt kasutatavate väljaõppeehitiste ja -alade kasutamisest põhjustatud müra kriitiliste tasemete kehtestamisel müratundlike objektide juures on arvestatud müraolukorraga lähtudes aktiivsete harjutuspäevade(ööde) müratasetest. Toodud põhimõtte tähendab, et väljaõppeehitisel/-alal võib teostada erineva koormusega väljaõpet ning eesmärk on, et aktiivsel harjutuspäeval(ööl) ei tohi müra hinnatud tase ületada kriitilist taset.

Kavandatavas välilasketiirus pole planeeritud öiseid laskmisi (23.00-07.00), mistõttu on müra modelleeritud ainult päevase perioodi kohta (Ld; 07.00-23.00).

¹ Atmosfääriõhu kaitse seadus. RT I, 05.07.2016,1

² Aktiivne harjutuspäev(öö)- väljaõppeehitisel või -alal viiakse läbi impulssmüra tekitavat väljaõpet

2.2 Militaarmüra allikad

Militaarmüra allikad on militaarmüra regulatsiooni tähenduses relvad, lõhkevahendid ja pürotehnilised imitatsioonivahendid. Müraallikad jagatakse oma iseloomu alusel:

- väikesekaliibrilised relvad – relvad, mille kaliiber on < 20 mm, sh pürotehnilised imitatsiooni-vahendid, käsigranaadid ja lõhkelaengud, mille kaal on < 50 g TNT ekvivalenti;
- suurekaliibrilised relvad – relvad, mille kaliiber on ≥ 20 mm, sh pürotehnilised imitatsiooniva-hendid, käsigranaadid ja lõhkelaengud, mille kaal on ≥ 50 g TNT ekvivalenti.

Reeglina kehtib põhimõte, et mida suurem on relva kaliiber või lõhkelaengu kogus, seda suurem on müraallika helivõimsustase ja seda kaugemale müra levib ja kostab.

Militaarmüra on oma olemuselt impulsilik ja suure energiaga. Impulssmüra iseloomustab helirõhuta-seme lühiaegne kiire tõus ja ühe impulssmürasündmuse ajaline kestvus on tavaliselt < 1 s. Võtmaks arvesse impulsiivse müra erilist häirivat toimet võrreldes mõõdetud, sama kõrge tasemega ühtlase müraga, lisatakse müra hinnatud taseme määramisel väikesekaliibriliste relvade mürale mürataseme korrigeerimine $+12$ dB ja suurekaliibriliste relvade mürale mürataseme korrigeerimine $+15$ dB.

Kuna kavandatavas 100 m välilasketiirus on planeeritud kasutada ainult väikesekaliibrilisi relvasid (9 mm, 5,56 mm, 7,62 mm), siis on käesolevas töös rakendatud väikesekaliibriliste relvade mürale im-pulsskorrigeerimine $+12$ dB.

2.3 Müra leviku hindamine

Müra hajumise modelleerimiseks kasutati Wölfel Messsysteme Software GmbH & Co väljatöötatud müra hindamise tarkvara IMMI 2023. ELLE Grupp kasutab litsentsiga IMMI Premium paketti, mis sisal-dab kõiki Euroopa Liidus müraarvutusteks aktsepteeritud meetodeid. IMMI vastab täielikult Euroopa Parlamendi ja Nõukogu Direktiivi 2002/49/EÜ 25. juuni 2002 nõuetele, mis on seotud keskkonnamüra hindamise ja kontrollimisega.

2.2.1 Aktiivse harjutuspäeva müra hinnatud taseme määramine

Pikaaegset müraolukorda hinnatakse müra hinnatud tasemega $L_{Ar,ti}$, kus müraallika(te)st põhjustatud etteantud ajavahemikus t_i mõõdetud või arvutatud ekvivalentsele A-korrigeeritud helirõhutasemele $L_{Aeq,ti}$ (dB) lisatakse impulsskorrigeerimine K_i (dB) sõltuvalt müraallika(te) iseloomust:

$L_{Ar,ti} = L_{Aeq,ti} + K_i$ (dB), kus

$L_{Aeq,ti} = L_{AE} - 10 \cdot \log T_d + 10 \cdot \log N$;

$L_{Aeq,ti}$ on etteantud ajavahemikus mõõdetud või arvutatud müra A-korrigeeritud ekvivalenttase, dB;

T_d on referents ajaperioodi kestvus (sekundites) ;

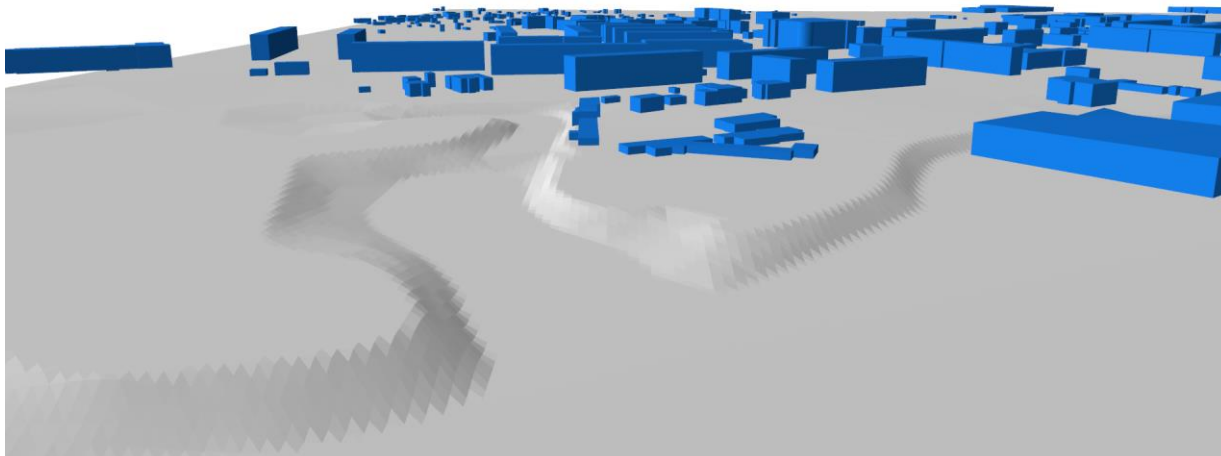
N on laskude arv;

K_i on impulsskorrigeerimine ³

³ RKIK. 2019. Militaarmüra regulatsioon.

2.2.2 Maastikumudel

Müra hajumise hindamiseks koostati IMMI 3D maastikumudel (Joonis 1). Kõrgusandmetena kasutati Maa-ameti Lidar kõrguspunktide andmeid (2020. aasta andmed). Lidar kõrguspunktide andmed sisestati IMMI programmi ning nende põhjal koostati IMMI kõrgusmudel (IMMI IDG). Hoonete paiknemise ruumiandmetena kasutati Maa-ameti avalikke avaandmeid. Andmestik sisaldas hoonete asukohta ja kõrgusinformatsiooni, teede, tänavate, veekogude, katastripiiride asukohti ning maakasutuse andmeid (põllud, metsad, märgalad, õuealad jne). Kavandatav lasketiir asub Paldiski poolsaarel mida ümbritseb Põhja-Eesti klint. Sellest tulenevalt on modelleeritud müra hajumiskaartidel näha poolsaare servaala-del müratasemetes järske languseid. Maa-ameti andmestik hoonete kohta, ei sisaldanud endas objektidena Paldiski sadama juures asuvaid mahuteid, mistõttu pole neid modelleerimisel arvestatud. Nagu teised hooned, mõjuvad nad müra hajumisele nagu tõkked, kuid kuna nende taga pole müratundlikke alasid, pole nende mudelist välja jäämisel olulist mõju arvutuste tulemustele.



Joonis 1. Väljavõte IMMI 3D maastikumudelist

2.2.3 Arvutuste parameetrid

Müra modelleerimisel kasutatavate parameetrite puhul lähtuti militaarmüra regulatsioonist⁴ ja aluseks võeti tellija antud kavandatava lasketiiru perspektiivsed kasutuskooormuse andmed.

Müra modelleerimisel on arvesse võetud maapinna akustilisi omadusi. Selleks on määratud maapinnale Eesti põhikaardil määratletud maakasutuse põhjal helineeldekoeffitsiendid. Helineeldekoeffitsiendid määrati vastavalt pinnakatte helineelde omadustele vahemikus 0 - 1, kus 0 vastab peegeldavale pinnale (akustiliselt kõvad pinnad nt veekogud, asfaltpinnad) ning 1 heli neelavale pinnale (akustiliselt pehmed pinnad nt põllud, märgalad). Müra modelleerimisel on metsasid arvestatud heli neelavate pindadena, kuid müra hajumisel kasutatud arvutusmeetod kõrghaljastust (sh metsa) müra tõkkena arvesse ei võta.

Müra arvutusmeetodina kasutati tööstusmüra arvutusmeetodit ISO 9613-2 „Acoustics – Abatement of sound propagation outdoors, Part 2: General method of calculation”.

⁴ RKIK. 2019. Militaarmüra regulatsioon.

Mürataseme arvutused teostati 2 m kõrgusel maapinnast, arvutussammuga 15 x 15 m, kasutatud peegelduste arvuna kasutati kolme peegeldust. Müravahemikud kaartidel on esitatud 5 dB kaupa.

Ilmastikutingimustel kasutati fikseeritud parameetreid:

- õhutemperatuur 10 °C,
- suhteline õhuniiskus 70%.

3 MODELLEERIMISE SISENDANDMED

Vastavalt töö lähteülesandele ja tellijaga läbi viidud töökoosolekutele, modelleeriti kavandatavas välilasketiirus eeldatavalt kasutatavate relvade müra hajumist neljas erinevas aktiivse harjutuspäeva kasutuskooormuse olukorras:

1. Aktiivse harjutuspäeva tüüpiline päevane (Ld) müraolukord (TP1) (Tabel 2)
2. Aktiivse harjutuspäeva tüüpiline päevane (Ld) müraolukord (TP2) (Tabel 3)
3. Suurima laskuda arvuga harjutuspäeva päevane (Ld) müraolukord (Tabel 4)
4. Suurima helivõimsustasemega relvast laskmise maksimaalse laskude arvuga harjutuspäeva päevane (Ld) müraolukord (Tabel 5)

Tüüpilise päeva müraolukorra hindamisel on modelleeritud kaks erinevat tüüpilist harjutuspäeva (TP1 ja TP2). Erinevus on, et TP1 harjutuspäeva stsenaariumis on kasutusel lisaks automaatrelv (kaliiber 7.62mm).

Perspektiivse kasutuskooormuse määratlemiseks analüüsis Tellija teiste analoogsete välilasketiirude kasutuskooormuse andmeid, kavandatud välilasketiiru väljaõppe võimalusi (väljaõppeala ehitus ja tööpõhimõtte) ja väljaõppe soove ning selle alusel konstrueeriti eelmainitud olukordade erinevate relvade võimalikud laskmiste arvud ja laskepositsioonid. Modelleerimisel võeti arvesse ka kavandatavate laskepäevade arvu kogu aasta päevadest. Lasketiirus ei kasutata suurekaliibrilisi relvi ja laskmistegevus on kavandatud päevasele ajavahemikule.

Kavandatava välilasketiiru eeldatav asukoht on toodud Paldiski põhjalinnaku ja selle laienduse ala detailplaneeringu joonisel (Joonis 2). Müra modelleerimisel arvestati, et kavandatavat välilasketiiru ümbritsevad kolmest küljest pinnasvallid⁵, mis toimivad müratõketena.

⁵ Inseneribüroo Strukto OÜ. 2024. Taga ja külgevallide lõiked.



Joonis 2. Välilasketiiru eeldatav asukoht (märgitud punase ringiga; väljavõte detailplaneeringu jooniselt)

Järgnevates tabelites (Tabel 2...Tabel 5), on müra modelleerimisel arvestatud aktiivsete harjutuspäevade modelleeritud olukorrad. Tabelis 6 on toodud modelleerimisel kasutatavad relvade helivõimsustasemed. Modelleerimisel arvestati ainult relvade tehtavate laskude heliga, mitte tabamuste heliga, kuna väikesekaliibriliste relvade tabamusel olulist müra ei teki.

Kõikide modelleeritavate olukordade puhul on arvestatud, et tegevus toimub kavandatavas 100m ohualata välilasketiirus. Kavandatav lasketiir on ümbritsetud kolmest suunast pinnasvallidega, mida on arvestatud ka müra hajumise modelleerimisel. Laskmised toimuvad lasketiirus edelast kirde suunda.

Tabel 2. Tüüpiline päevane müraolukord (TP1)

Relv/kaliiber	Laskmise kõrgus maapinnast (m)	Radade arv	Laskude arv inimese kohta	Laskude arv päevas	Laskekauguste jaotuvus sihtmärgist				Kasutus-päevi aastas	Laskude arv aastas kokku
					25 m	50 m	75 m	100 m		
Püstol/9 mm	1,5	12	85	1020	100 %	-	-	-	80	81600
Püstolkuulipilduja/9mm	0,4 (60%); 0,8 (20%); 1,5 (20%)	10	91	910	20%	5%		75%	40	36400
Automaat-relv/5.56mm	0,4 (60%); 0,8 (20%); 1,5 (20%)	24	91	2184	20%	5%		75%	100	218400
Automaat-relv/7.62mm	0,4 (60%); 0,8 (20%); 1,5 (20%)	24	91	2184	20%	5%		75%	70	152880

Tabel 3. Tüüpiline päevane müraolukord (TP2)

Relv/kaliiber	Laskmise kõrgus maapinnast (m)	Radade arv	Laskude arv inimese kohta	Laskude arv päevas	Laskekauguste jaotuvus sihtmärgist				Kasutus-päevi aastas	Laskude arv aastas kokku
					25 m	50 m	75 m	100 m		
Püstol/9 mm	1,5	12	85	1020	100 %	-	-	-	80	81600
Püstolkuulipilduja/9mm	0,4 (60%); 0,8 (20%); 1,5 (20%)	10	91	910	20%	5%		75%	40	36400
Automaat-relv/5.56mm	0,4 (60%); 0,8 (20%); 1,5 (20%)	24	91	2184	20%	5%		75%	100	218400

Aktiivse harjutuspäeva tüüpilise päeva stsenaariumite TP1 ja TP2 modelleerimisel on arvestatud, et lasketiirus on kogu aasta vältel võimalik kasutada kõiki stsenaariumites toodud relvatüüpe ehk lasketiirus võib teostada aasta jooksul erineva koormusega väljaõpet. Lasketiiru kasutuspäevi TP1 korral on 290 ja TP2 puhul 220 päeva aastas. Tüüpilise harjutuspäeva TP1 modelleerimisel on arvestatud, et lasketiirus kasutatakse nelja relvatüüpi: 9 mm kaliibriga püstolit ja püstolkuulipildujat ning 5.56 mm kaliibriga automaatrelva ja 7.62 mm kaliibriga automaatrelva (kõige kõrgema helivõimsustasemega relv). Tüüpilisel harjutuspäeva TP2 modelleerimisel on arvestatud, et lasketiirus on kasutusel kolm relvatüüpi: 9 mm kaliibriga püstol ja püstolkuulipilduja ning 5.56 mm kaliibriga automaatrelv.

Modelleeritavates olukordades on arvestatud, et laskmistel liiguvad relvad (laskjad), kuid sihtmärgid on paigal lasketiiru tagumise valli ees. Lastakse laskepositsioonidelt otse tagumise valli suunas. Modelleeritavate olukordade tabelites on toodud eeldatavalt korraga kasutusel olevate radade arv ja laske-

kauguste vastavad osakaalud, et kui palju on arvestatud kõigist tehtud laskudest vastaval kaugusel sihtmärgist (25, 50, 75 või 100 m kaugusel sihtmärgist).

Tüüpilise päeva TP1 puhul on tegemist nõ halvima võimaliku olukorraga, mis ei pruugi realiseeruda, kuna arvestatud on, et välilasketiiru kasutab lisaks Kaitseliit 7.62 mm kaliibriga automaatrelvadega. Lisaks on antud olukorras arvestatud maksimaalsete lasketiiru kasutuspäevade arvuga kõigi relvatüüpide kohta, mis samuti võib tegelikult vähemaks osutuda.

Tabel 4. Suurima laskude arvuga harjutuspäeva päevane müraolukord (Ld)

Relv/kaliiber	Laskmise kõrgus maapinnast (m)	Radade arv	Laskude arv inimese kohta	Laskude arv päevas	Laskekauguste jaotuvus sihtmärgist				Kasutus-päevi aastas	Laskude arv aastas kokku
					25 m	50 m	75 m	100 m		
Automaat-relv/5.56mm	0,4 (60%); 0,8 (20%); 1,5 (20%)	24	114	2736	20%	5%	75%		100	273600

Suurima laskude arvuga aktiivse harjutuspäeva müraolukorra puhul on arvestatud 5.56 mm kaliibriga automaatrelva kasutusega maksimaalse laskude arvuga harjutusel. Üldjuhul on lasketiirus ühel harjutusel kasutusel üks relvatüüp korraga. Arvestatud on, et 5.56 mm automaatrelva laskmistel on kasutusel korraga kõik 24 rada. Olukorras on arvestatud, et laskmistel liiguvad relvad (laskjad), kuid sihtmärgid on paigal lasketiiru tagumise valli ees. Lastakse laskepositsioonidelt otse tagumise valli suunas. Eelnevas tabelis on toodud vastavad osakaalud, kui palju on arvestatud kõigist tehtud laskudest vastaval kaugusel sihtmärgist (25, 50, 75 või 100 m kaugusel sihtmärgist).

Tabel 5. Suurima helivõimsustasemega relvast laskmise maksimaalse laskude arvuga harjutuspäev

Relv/kaliiber	Laskmise kõrgus maapinnast (m)	Radade arv	Laskude arv inimese kohta	Laskude arv päevas	Laskekauguste jaotuvus sihtmärgist				Kasutus-päevi aastas	Laskude arv aastas kokku
					25 m	50 m	75 m	100 m		
Automaat-relv/7.62mm	0,4 (60%); 0,8 (20%); 1,5 (20%)	24	114	2736	20%	5%	75%		70	191520

Suurima helivõimsustasemega relvast laskmise maksimaalse laskude arvuga harjutuspäeva puhul on arvestatud, et kasutusel on ainult suurima helivõimsustasemega relv, milleks on 7.62 mm automaatrelv, ja arvestatud onmaksimaalse laskude arvuga. Üldjuhul on lasketiirus ühel harjutusel kasutusel üks relvatüüp korraga. Arvestati, et 7.62 mm kaliibriga automaatrelvade laskmistel on kasutusel korraga kõik 24 rada. Olukorras on arvestatud, et laskmistel liiguvad relvad (laskjad), kuid sihtmärgid on paigal lasketiiru tagumise valli ees. Lastakse laskepositsioonidelt otse tagumise valli suunas. Eelnevas tabelis on toodud vastavad osakaalud, kui palju on arvestatud kõigist tehtud laskudest vastaval kaugusel sihtmärgist (25, 50, 75 või 100 m kaugusel sihtmärgist).

Relvade heliemiisioonidena kasutati varasemate mõõtmistulemuste andmeid (andmed saadud tellijalt)

Tabel 6). Müra mudelisse sisestatakse relvad punktallikatena ning neile antakse vastavad heliemisiooni väärtused ning muud omadused (punktallika asukoht lasketiirus, kõrgus maapinnast, relvade laskesuund). Seejärel arvutatakse vastavalt modelleeritavate müraolukorra aasta kõigi päevade kohta laskmise sagedus ning seejärel modelleeritakse antud müraolukorra relvade laskmisel tekkiva müra hajumine ümbritsevatele aladele.

Tabel 6. Modelleerimisel kasutatud relvade müra sisendväärtused

Relv/kaliiber	Suund ^o	Helirõhutase (dB)1/1 oktaavribade sagedusvahemikus									Helivõimsustase (Lw), dB
		31,5Hz	63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz	
Püstol ja püstolkuulipilduja/9 mm ⁶	0	99	103	110	121	118	117	114	110	102	125
Automaatrelv/5.56mm ⁷	0	118	121	128	137	140	132	131	127	128	143
Automaatrelv/7.62mm ⁸	0	119	122	128	138	141	133	132	128	129	144

Eelnevas tabelis on toodud suunana mõõtmistel arvestatud laskmiste suunduvusega. Modelleerimisel arvestati mõõtmiste tulemustega relvaliigi helivõimsustaseme määramisel ning modellerimisel arvestati laskmiste suunaga välilasketiiru tagumise valli suunas (kirre). Mõõdetud 1/1 oktaavribade erinevates sagedusvahemikes helirõhutasemete põhjal arvutati relvade helivõimsustasemed, kasutades logaritmilist helirõhutasemete summeerimist IMMI programmis, mis saadakse valemiga:

$$L_{\Sigma}=10*\log(10^{L_{110}}+10^{L_{210}}+10^{L_{310}}....).$$

⁶ Terviseameti Kesklabori füüsikalabor, 2010.

⁷ Akukon OY Eesti filiaal, 2012.

⁸ Akukon OY Eesti filiaal, 2012.

4 MÜRA MODELLEERIMISE TULEMUSED

Müra hajumiskaardid on lisatud käesolevale aruandele (Lisa 1.1...Lisa 1.5).

Kokkuvõtvalt on modelleerimise tulemustest näha, et lähimatel elamualadel on päevane müra soovituslik normtase (65 dB) ületatud ainult aktiivse harjutuspäeva tüüpilises päevases olukorras (TP1), normtaseme ületus on 1-2 dB. Tüüpilise päeva TP1 olukorras on arvestatud, et lastakse kõigi lasketiiru väikesekaliibriliste relvadega (püstolid 9 mm, püstolkuulipildujad 9 mm, automaatrelvad 5.56 mm ja automaatrelvad 7.62 mm). Antud olukorda võib pidada halvimaks võimalikuks olukorraks, mis tegelikult ei pruugi antud mahus realiseeruda. Teiste modelleeritud müraolukordade puhul soovituslikku normtaset ületatud ei ole.

Müraolukord TP1 korral ulatub lähimate elamualadeni kuni 67 dB müratase. Müra hajumiskaart on lisatud aruandele (Lisa 1.1) Järgnevas tabelis (Tabel 7) on toodud välja lähimate kinnistuteni ulatuvad kõige kõrgemad müratasemed. TP1 korral on tagatud 65 dB tase Paldiski põhjalinnaku laienduse detailplaneeringuga määratud piirist maksimaalselt 570 m kaugusel (põhja suunas).

Tabel 7. Lähimate elamualadeni ulatuv müratase tüüpilise harjutuspäeva müraolukord TP1 korral

Kinnistu (katastritunnus)	Müratsoonid (dB)	Kõrgeim müratase kinnistul (dB)	Normtaseme ületus (dB)
Mooniõie tn 30 (58001:005:0418)	65-69	67	2
Mooniõie tn 28 (58001:005:0417)	65-69	66	1
Mooniõie tn 26 (58001:005:0416)	60-64; 65-69	66	1
Mooniõie tn 24 (58001:005:0415)	60-64; 65-69	66	1

Aktiivse harjutuspäeva tüüpilise päevase müraolukorra TP2 korral ulatub välilasketiiru müratase lähimatel elamualadel kuni 64 dB-ni. Müra hajumiskaart on lisatud aruandele (Lisa 1.2) TP2 puhul soovituslikku päevast müra normtaset (65 dB) lähimatel elamualadel ületatud pole. Järgnevas tabelis (Tabel 8) on toodud välja TP2 olukorra puhul lähimate kinnistuteni ulatuvad kõige kõrgemad müratasemed. TP2 korral on tagatud 65 dB tase Paldiski põhjalinnaku laienduse detailplaneeringuga määratud piirist maksimaalselt 330 m kaugusel (põhja suunas).

Tabel 8. Lähimate elamualadeni ulatuv müratase tüüpilise päeva müraolukord TP2 korral

Kinnistu (katastritunnus)	Müratsoonid (dB)	Kõrgeim müratase kinnistul (dB)	Normtaseme ületus (dB)
Mooniõie tn 30 (58001:005:0418)	60-64	64	0

Mooniõie tn 28 (58001:005:0417)	60-64	63	0
Mooniõie tn 26 (58001:005:0416)	60-64	63	0
Mooniõie tn 24 (58001:005:0415)	60-64	63	0

Suurima laskude arvuga aktiivse harjutuspäeva olukorra puhul (lastakse ainult 5.56 mm kaliibriga automaatrelvadega, maksimaalne laskude arv) ulatub välilasketiiru lähimate elamualadeni kuni 65 dB müratase. Müra hajumiskaart on lisatud aruandele (Lisa 1.3). Antud müraolukorra puhul soovitusliku päevast müra normtasest (65 dB) lähimatel elamualadel ületatud pole. Järgnevas tabelis (Tabel 9) on välja toodud lähimate kinnistuteni ulatuvad kõige kõrgemad müratasemed. Antud müraolukorra korral on tagatud 65 dB tase Paldiski põhjalinnaku laienduse detailplaneeringuga määratud piirist maksimaalselt 400 m kaugusel (põhja suunas).

Tabel 9. Lähimate elamualadeni ulatuv müratase suurima laskude arvuga päeva müraolukorras

Kinnistu (katastritunnus)	Müratsoonid (dB)	Kõrgeim müratase kinnistul (dB)	Normtaseme ületus (dB)
Mooniõie tn 30 (58001:005:0418)	60-64;65-69	65	0
Mooniõie tn 28 (58001:005:0417)	60-64	64	0
Mooniõie tn 26 (58001:005:0416)	60-64	64	0
Mooniõie tn 24 (58001:005:0415)	60-64	64	0

Kõrgeima helivõimsustasemega relvast laskmise (automaatrelv kaliibriga 7.62 mm) maksimaalsete laskude arvuga aktiivse harjutuspäeva olukorra puhul ulatub lähimate elamualadeni kuni 64 dB müratase. Müra hajumiskaart on lisatud aruandele (Lisa 1.4) Antud müraolukorra puhul soovituslikku päevast müra normtasest (65 dB) lähimatel elamualadel ületatud pole. Järgnevas tabelis (Tabel 10) on välja toodud lähimate kinnistuteni ulatuvad kõige kõrgemad müratasemed. Antud müraolukorra korral on tagatud 65 dB tase Paldiski põhjalinnaku laienduse detailplaneeringuga määratud piirist maksimaalselt 350 m kaugusel (põhja suunas).

Tabel 10. Lähimate elamualadeni ulatuv müratase kõrgeima helivõimsustasemega relvast laskmise maksimaalse laskude arvuga päeva müraolukorras

Kinnistu (katastritunnus)	Müratsoonid (dB)	Kõrgeim müratase kinnistul (dB)	Normtaseme ületus (dB)
---------------------------	------------------	---------------------------------	------------------------

Mooniõie tn 30 (58001:005:0418)	60-64	64	0
Mooniõie tn 28 (58001:005:0417)	60-64	63	0
Mooniõie tn 26 (58001:005:0416)	60-64	63	0
Mooniõie tn 24 (58001:005:0415)	60-64	63	0

Vastavalt militaarmüra regulatsioonile, võivad harjutused suurekaliibriliste relvadega või lõhkamised müratundlike hoonete lähedal põhjustada inimestel kuulmiskahjustusi või põhjustada ehitiste kahjustusi. Kuna kavandatavas 100 m välilasketiirus on planeeritud kasutada ainult väikesekaliibrilisi relvasid, on müratundlike hoonete juures kuulmiskahjustused või ehitiste kahjustused välistatud. Harjutustel osalejad või -juures viibijad peavad kasutama kuulmiskaitsevahendeid.

5 MÜRA VÄHENDAMISE MEETMED

Eelnevate tulemuste põhjal on näha, et lähimatel elamualadel, ületatakse päevast soovituslikku normtasest (65 dB) ainult modelleeritud aktiivse harjutuspäeva TP1 korral 1-2 dB. Kavandatud välilasketiiru ümbritsevad kolmest küljest pinnasvallid, mis töötavad ka müra vähendamise meetmetena, kuid lasketiiru edelaküljel on avatud, mistõttu levib laskmiste müra edela ja lääne suunas lähimate elamuteni (Mooniõie tn) peaaegu tõkestamatult.

Kõige peamiseks müra vähendamise meede on planeerimistegevus, millega on võimalik militaarmüra tasemeid ohjata. Leevendusmeetmed võivad olla organisatoorsed meetmed – nt mingi relva kasutuse piiramine või teise kohta üleviimine, väljaõppe hajutamine rohkematele päevadele, mingi müraallika kasutamise lõpetamine väljaõppeehitisel jms; või otsesed meetmed, nt mürakaitsevallide või müratõkkeseinte ehitamine.

Väikesekaliibriliste relvade müra on võimalik müratõkkeseinte ja muldvallidega vähendada ning efektiivsus võib suurematel kaugusel ulatuda 5 dB-ni, kui kasutatakse 4-5 m kõrguseid muldvalle või müratõkkeseinu. Müratõkkeseina või muldvalli kõige suurem efektiivsus avaldub vahetult selle taga, kus müratasemed võivad olla kuni 15-20 dB madalamad. Organisatoorsete meetmete efektiivsus on tavalisest väiksem, näiteks kui vähendada kogu lasketiiru laskesagedust 50%, on mürataseme vähenemine kuni 3 dB. Kõige efektiivsem lähenemine on mitmeid meetmeid koos kombineerida.

Täiendava lisameetmena saab rajada ka juurde kõrghaljastust müraallika ja müratundlike alade vahele. Müra vähendamiseks peaks alal olema väga tihe ja lai mets, kuid ka õhemal taimestikuvööndil on positiivne mõju. Inimestele tundub, et kui nad näevad vähem, siis nad ka kuulevad vähem. Teisiti öeldes tekitab silmside katkemine müra tekitajaga iseenesest positiivse mulje⁹.

Vastavalt militaarmüra regulatsioonile, oleks soovituslik lasketiiru rajamisel teostada ka seiret, kus:

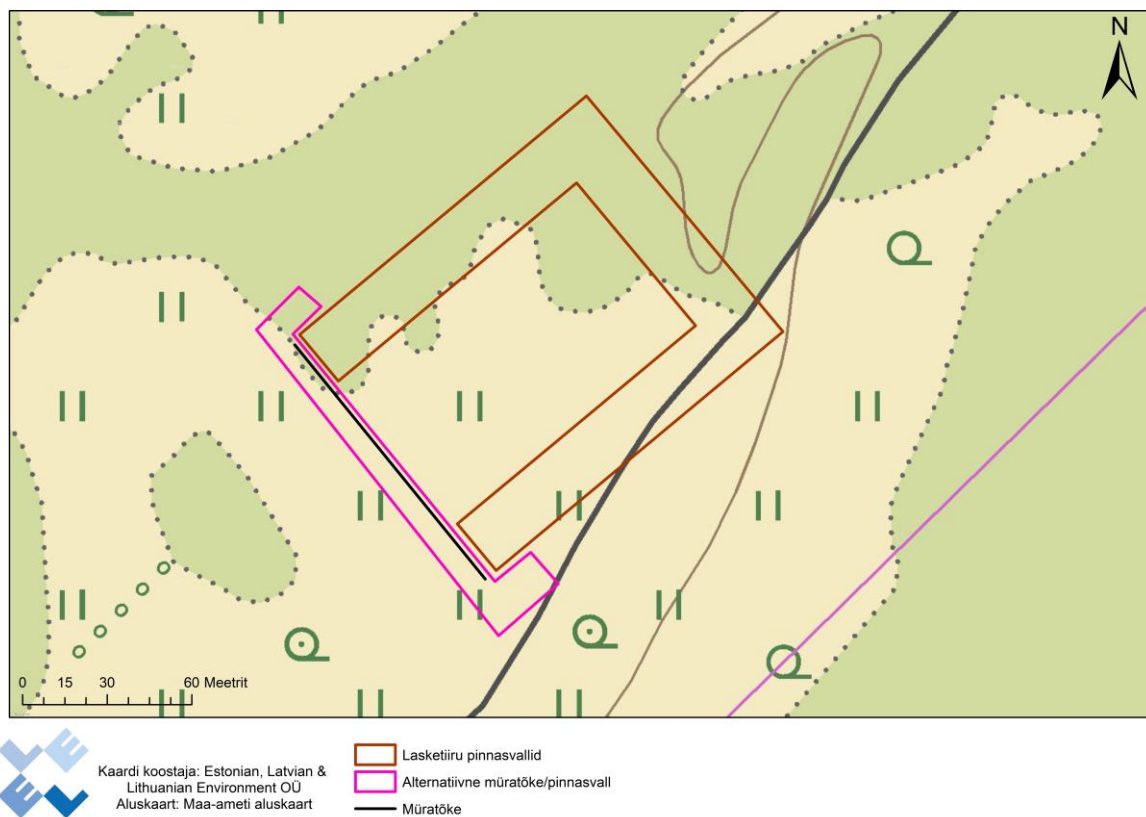
- Korduvate kaebuste korral teostatakse helirõhutasemete mõõtmised;
- Kogutakse kasutuskooormuse (laskmissageduse) andmeid väljaõppeehitiste- ja alade kaupa harjutuspäevade kohta eraldi. Võimalusel tuleks kasutuskooormuse andmeid koguda lisaks kaliibri- le ka konkreetsete relvade kaupa, mida harjutuspäeva jooksul kasutatakse.
- Kui ilmneb, et harjutuspäeva sisene kasutuskooormus on varasemaga võrreldes oluliselt suurenenud või on kasutusele võetud uued relvad või väljaõppealad, siis tuleks kaaluda mürakaarti- de ajakohastamist. Käesoleva välilasketiiru puhul ka olukord, kus laskmisi hakatakse teostama öisel ajal (23.00-07.00).

5.1 Müratase müratõkkeseinaga

Kuna soovituslikku normtasest ületati ainult müraolukord TP1 korral, modelleeriti antud olukorda ka juhul, kui välilasketiiru avatud edelakülje ette on rajatud 4 m kõrgune ja 107 m pikkune müratõkkesein. Müratõkkeseinana on arvestatud IMMI programmi vaikeväärtuses, peamiselt müra peegeldavat müratõket, mille helineelduvuse koefitsient on $\alpha=0,21$. Müratõkkeseina puhul on arvestatud, et tõke ulatub lasketiiru pinnasvallidega kohakuti. Modelleerimine näitas, et lühema müratõkkeseina puhul levib lasketiiru müra tõkke külgedelt mööda, ning lähimatel elamualadel ületatakse sellisel juhul normtasest. Alternatiivse variandina saab kaaluda ka vähemalt sama kõrge pinnasvalli rajamist müratõkkeseina asemele. Sellisel juhul tuleb samuti arvesse võtta, et müratõkkeks

⁹ T.Lahti. 2010. Keskkonnamüra hindamine ja müra leviku tõkestamine

rajatav pinnasvall ulatuks vähemalt lasketiiru külgemiste pinnasvallide kohale, eelistada tuleks varianti, kus rajatav müratõkke pinnasvall ulatuks lasketiiru külgvallide ümber. Müratõkkeseina eeldatav asukoht ning alternatiivne pinnasvalli asukoht on toodud joonisel (Joonis 3).



Joonis 3. Müratõkete asukohakaart

Müratõkkeseina rajamisel ulatub välilasketiiru müratase lähimatel elamualadel TP1 müraolukorras kuni 65 dB-ni. Seega müratõkkeseina rajamisel on ka müraolukord TP1 korral soovituslik müra normtase tagatud. Müra hajumiskaart on lisatud aruandele (Lisa 1.5). Järgnevas tabelis (Tabel 11) on toodud välja lähimate kinnistuteni ulatuv kõige kõrgemad müratasemed.

Tabel 11. Lähimate elamualadeni ulatuv müratase TP1 korral müratõkkeseinaga

Kinnistu (katastri-tunnus)	Müratsoonid (dB)	Kõrgeim müratase kinnistul ilma müratõkkeseinaga (dB)	Kõrgeim müratase kinnistul müratõkkeseinaga (dB)	Mürataseme vähenemine (dB)
Mooniõie tn 30 (58001:005:0418)	65-69	67	65	2
Mooniõie tn 28 (58001:005:0417)	60-64	66	64	2
Mooniõie tn 26 (58001:005:0416)	60-64	66	64	2
Mooniõie tn 24 (58001:005:0415)	60-64	66	64	2

Tulemustest on näha, et müratõkkeseina rajamine vähendaks lähimatel elamualadel mürataset kuni 2 dB. Müratõkkeseinte müra vähendamise efektiivsus on kõige suurem vahetult müratõkke taga¹⁰, kuid kauguse suurenedes, see väheneb.

¹⁰ T.Lahti. 2010. Keskkonnamüra hindamine ja müra leviku tõkestamine.

6 KASUTATUD MATERJALID

Atmosfääriõhu kaitse seadus (RTI, 05.07.2016,1)

Inseneribüroo Strukto OÜ. 2024. Taga ja külgvallide lõiked.

ISO 9613-2 „Acoustics – Abatement of sound propagation outdoors, Part 2: General method of calculation“

Maa-ameti avalikud ruumiandmekogud

RKIK. 2019. Militaarmüra regulatsioon.

T.Lahti. 2010. Keskkonnamüra hindamine ja müra leviku tõkestamine

7 LISAD. MÜRA HAJUMISKAARDID

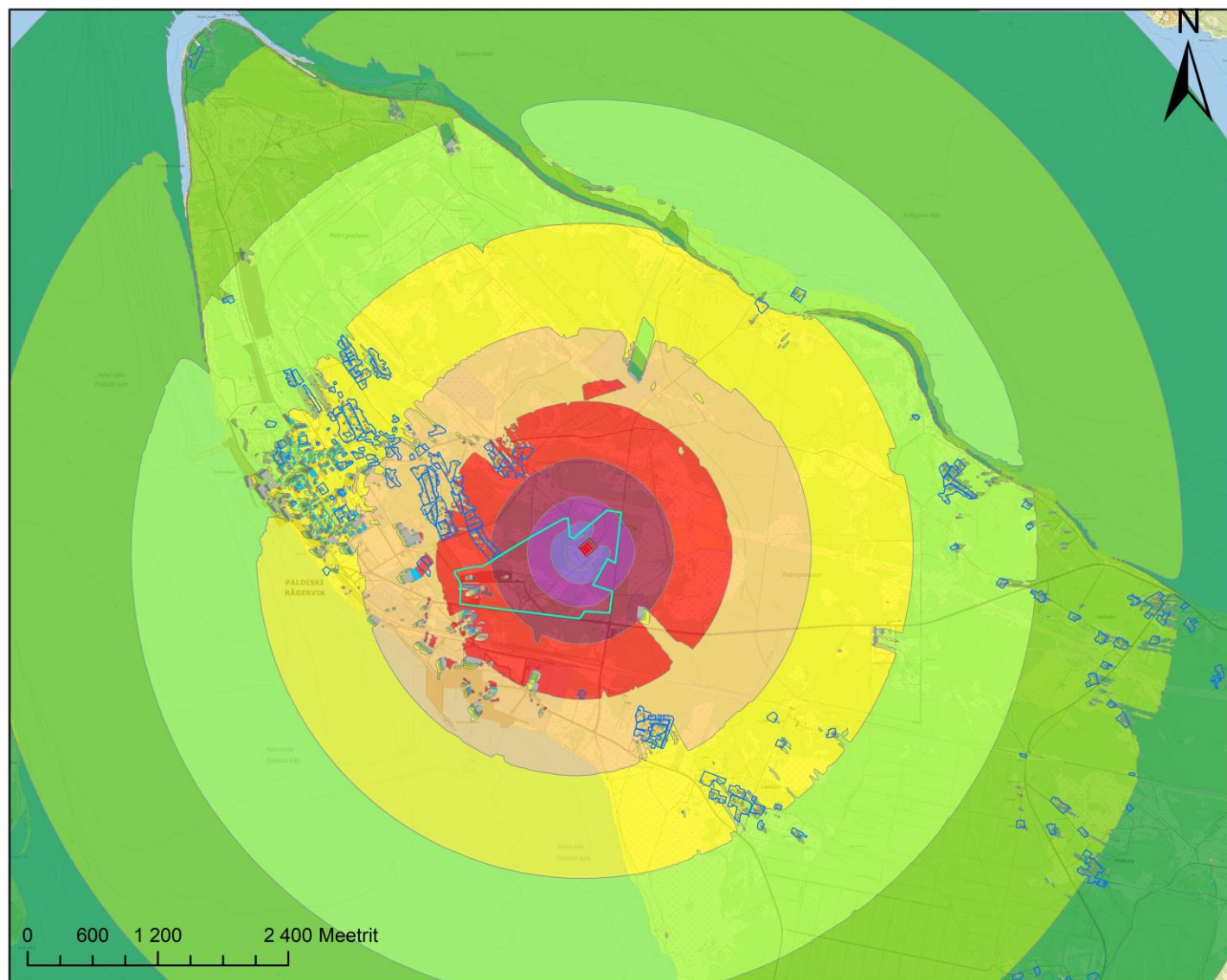
Lisa 1.1 Aktiivse harjutuspäeva tüüpiline päevane müraolukord (TP1)

Lisa 1.2 Aktiivse harjutuspäeva tüüpiline päevane müraolukord (TP2)

Lisa 1.3 Aktiivse harjutuspäeva tüüpiline päevane müraolukord suurima laskude arvuga

Lisa 1.4 Aktiivse harjutuspäeva tüüpiline päevane müraolukord suurima helivõimsustasemega relva maksimaalsete laskude arvuga

Lisa 1.5 Aktiivse harjutuspäeva tüüpiline päevane müraolukord (TP1) müratõkkeseinaga



1.1 Paldiski linnaku 100 m välilasketiiru müratase

Müraolukord:
Aktiivse harjutuspäeva
tüüpiline päevane
müraolukord (TP1)

kasutatavad relvad (kaliiber):
 püstol 9 mm;
 püstolkuulipilduja 9 mm;
 automaatrelv 5.56 mm;
 automaatrelv 7.62 mm.

- Paldiski linnaku DP ala piir
- Elamute õuealad
- Eluhooned
- Kõrvalhooned
- Relvad
- Lasketiiru pinnasvallid

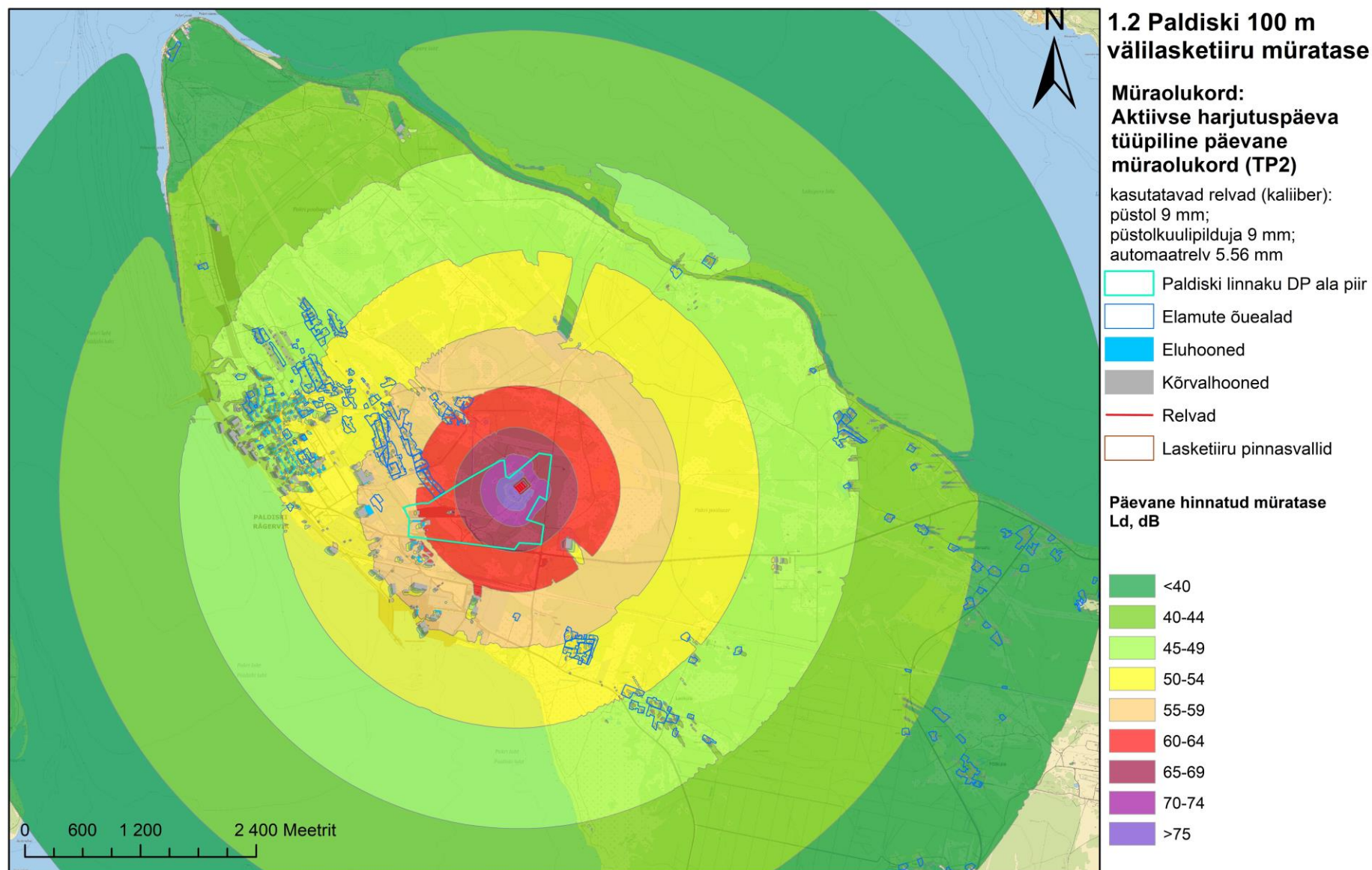
Päevane hinnatud müratase
Ld, dB

- <40
- 40-44
- 45-49
- 50-54
- 55-59
- 60-64
- 65-69
- 70-74
- >75

Arvutustarkvara: IMMI 2023
 Arvutusmeetod: ISO 9613-2
 Arvutusruudu suurus: 15x15
 Arvutuste kõrgus: 2 m
 Peegelduste arv: 3
 Impulsskorrektsioon: +12 dB

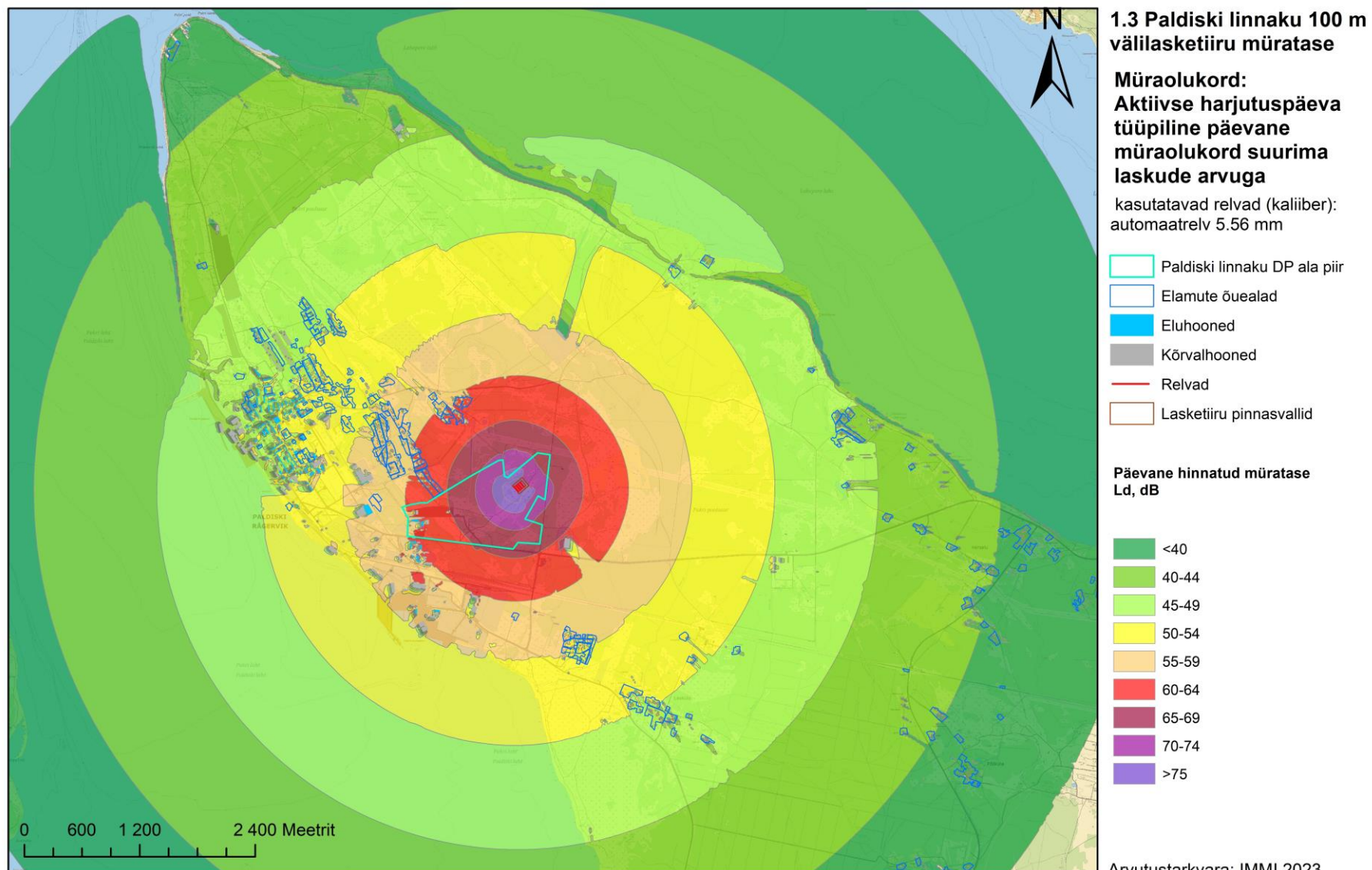


Kaardi koostaja: Estonian, Latvian &
 Lithuanian Environment OÜ
 Aluskaart: Maa-ameti aluskaart



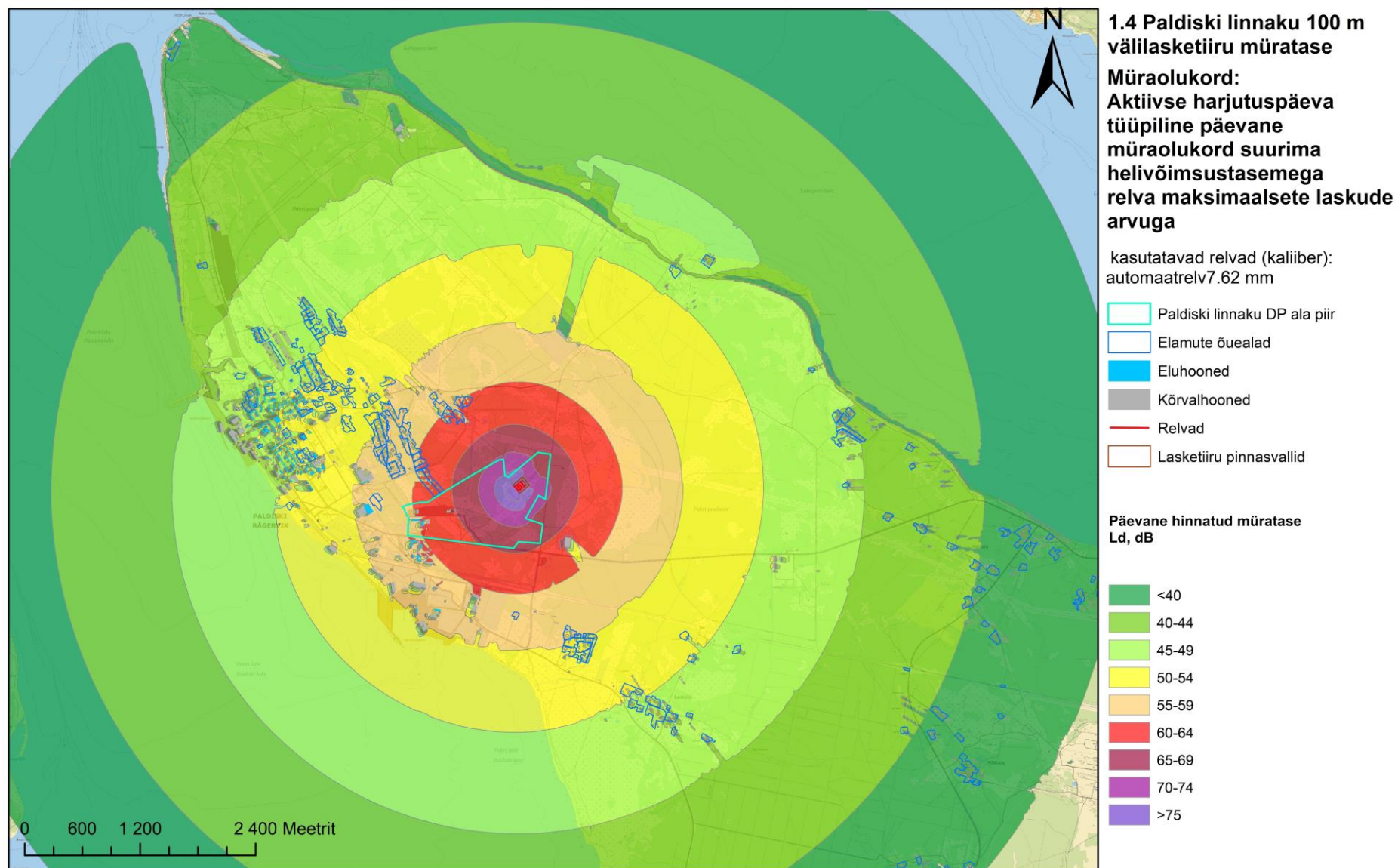
Kaardi koostaja: Estonian, Latvian &
 Lithuanian Environment OÜ
 Aluskaart: Maa-ameti aluskaart

Arvutustarkvara: IMMI 2023
 Arvutusmeetod: ISO 9613-2
 Arvutusruudu suurus: 15x15
 Arvutuste kõrgus: 2 m
 Peegelduste arv: 3
 Impulsskorrektsioon: +12 dB



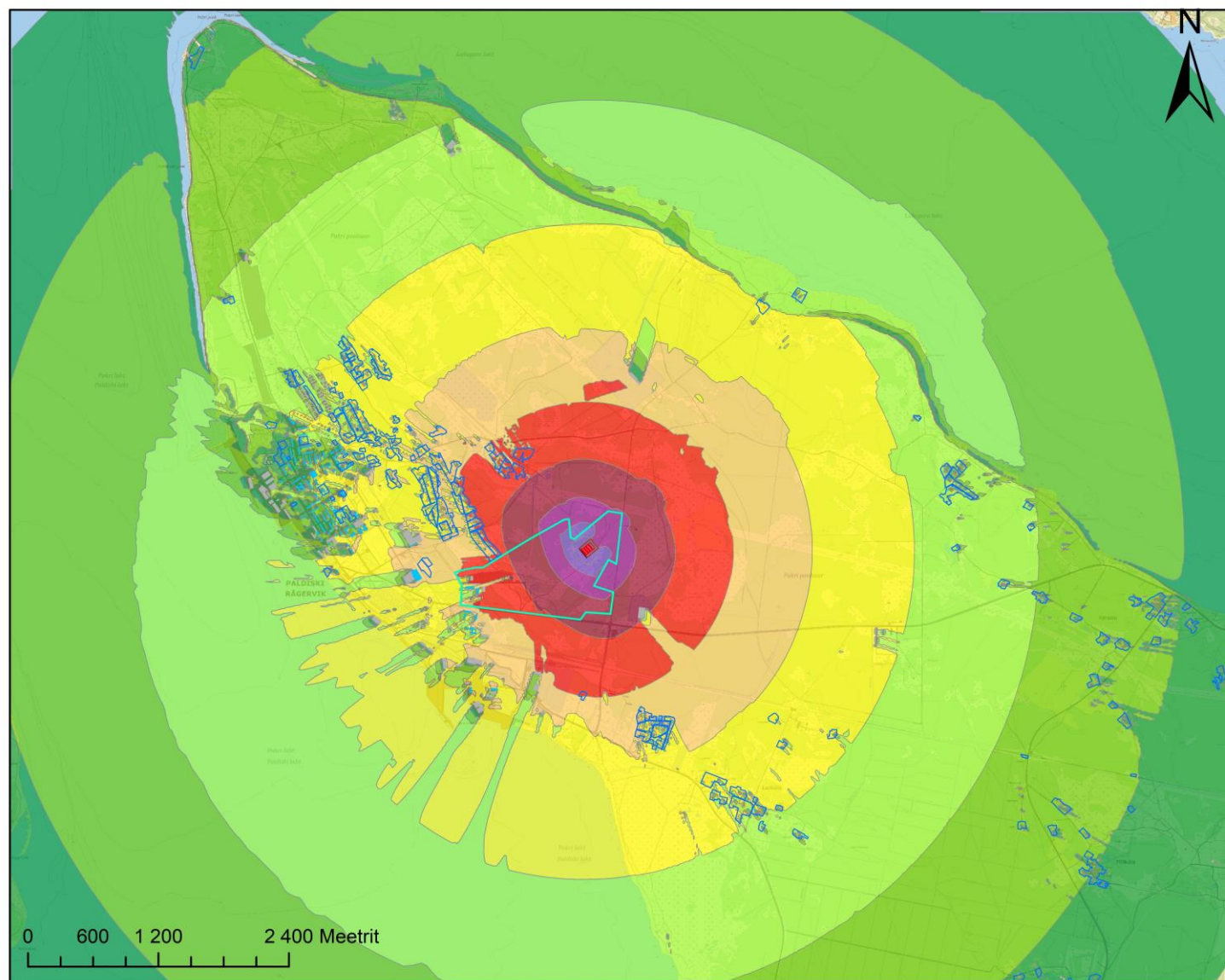
Kaardi koostaja: Estonian, Latvian &
Lithuanian Environment OÜ
Aluskaart: Maa-ameti aluskaart

Arvutustarkvara: IMMI 2023
Arvutusmeetod: ISO 9613-2
Arvutusruudu suurus: 15x15
Arvutuste kõrgus: 2 m
Peegelduste arv: 3
Impulsskorrektsioon: +12 dB



Kaardi koostaja: Estonian, Latvian &
Lithuanian Environment OÜ
Aluskaart: Maa-ameti aluskaart

Arvutustarkvara: IMM1 2023
Arvutusmeetod: ISO 9613-2
Arvutusruudu suurus: 15x15
Arvutuste kõrgus: 2 m
Peegelduste arv: 3
Impulsskorrektsioon: +12 dB



1.5 Paldiski linnaku 100 m välilasketiiru müratase

Müraolukord:
Aktiivse harjutuspäeva
tüüpiline päevane
müraolukord (TP1)
müratökkeseinaga

kasutatavad relvad (kaliiber):
 püstol 9 mm;
 püstolkuulipilduja 9 mm;
 automaatrelv 5.56 mm;
 automaatrelv 7.62 mm

- Paldiski linnaku DP ala piir
- Elamute õuealad
- Eluhooned
- Kõrvalhooned
- Relvad
- Lasketiiru pinnasvallid
- Müratõke

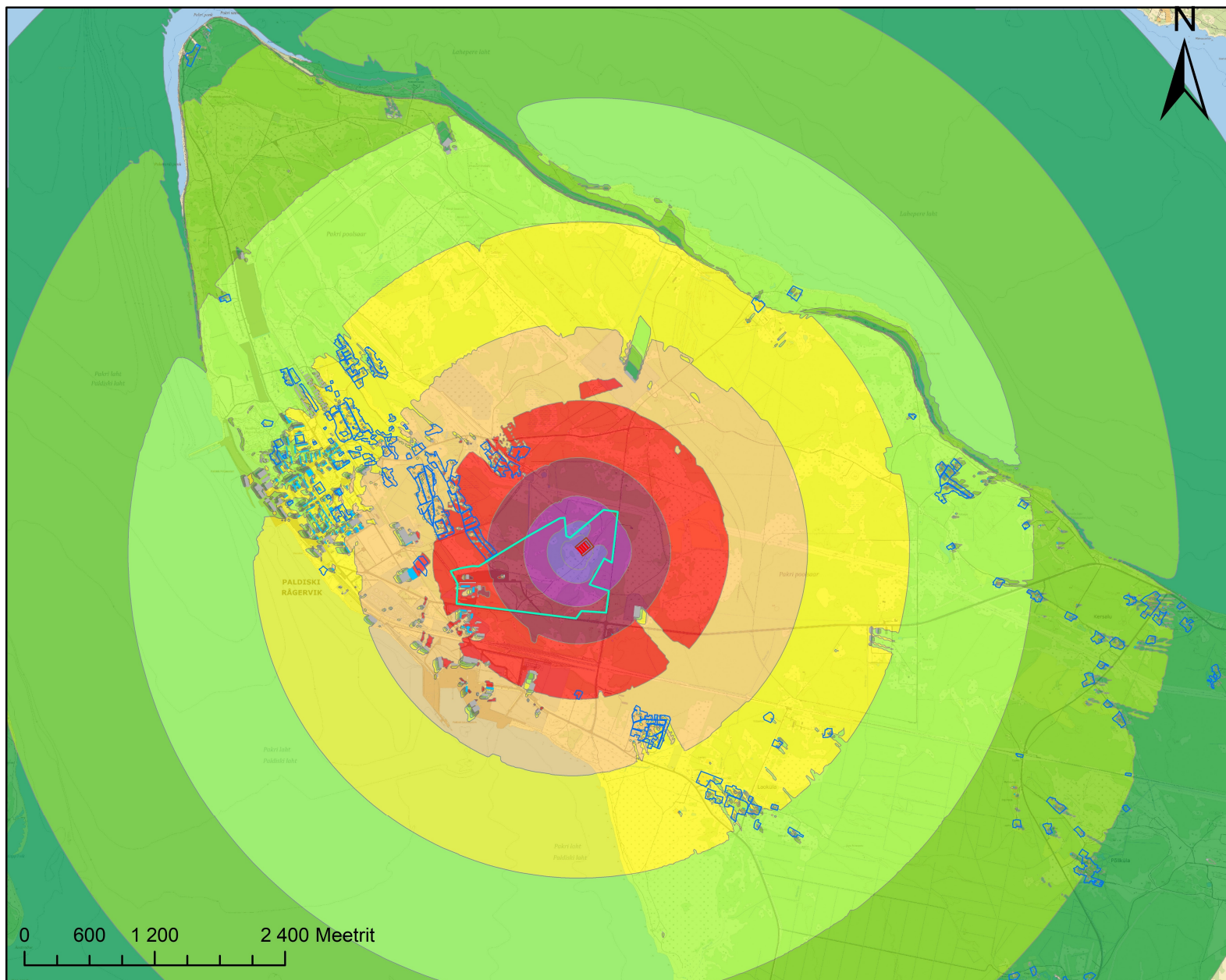
Päevane hinnatud müratase Ld, dB

- <40
- 40-44
- 45-49
- 50-54
- 55-59
- 60-64
- 65-69
- 70-74
- >75

Arvutustarkvara: IMMI 2023
 Arvutusmeetod: ISO 9613-2
 Arvutusruudu suurus: 15x15
 Arvutuste kõrgus: 2 m
 Peegelduste arv: 3
 Impulsskorrektsioon: +12 dB



Kaardi koostaja: Estonian, Latvian &
 Lithuanian Environment OÜ
 Aluskaart: Maa-ameti aluskaart



1.1 Paldiski linnaku 100 m välilasketiiru müratase

Müraolukord:
Aktiivse harjutuspäeva
tüüpiline päevane
müraolukord (TP1)

kasutatavad relvad (kaliiber):
 püstol 9 mm;
 püstolkuulipilduja 9 mm;
 automaatrelv 5.56 mm;
 automaatrelv 7.62 mm.

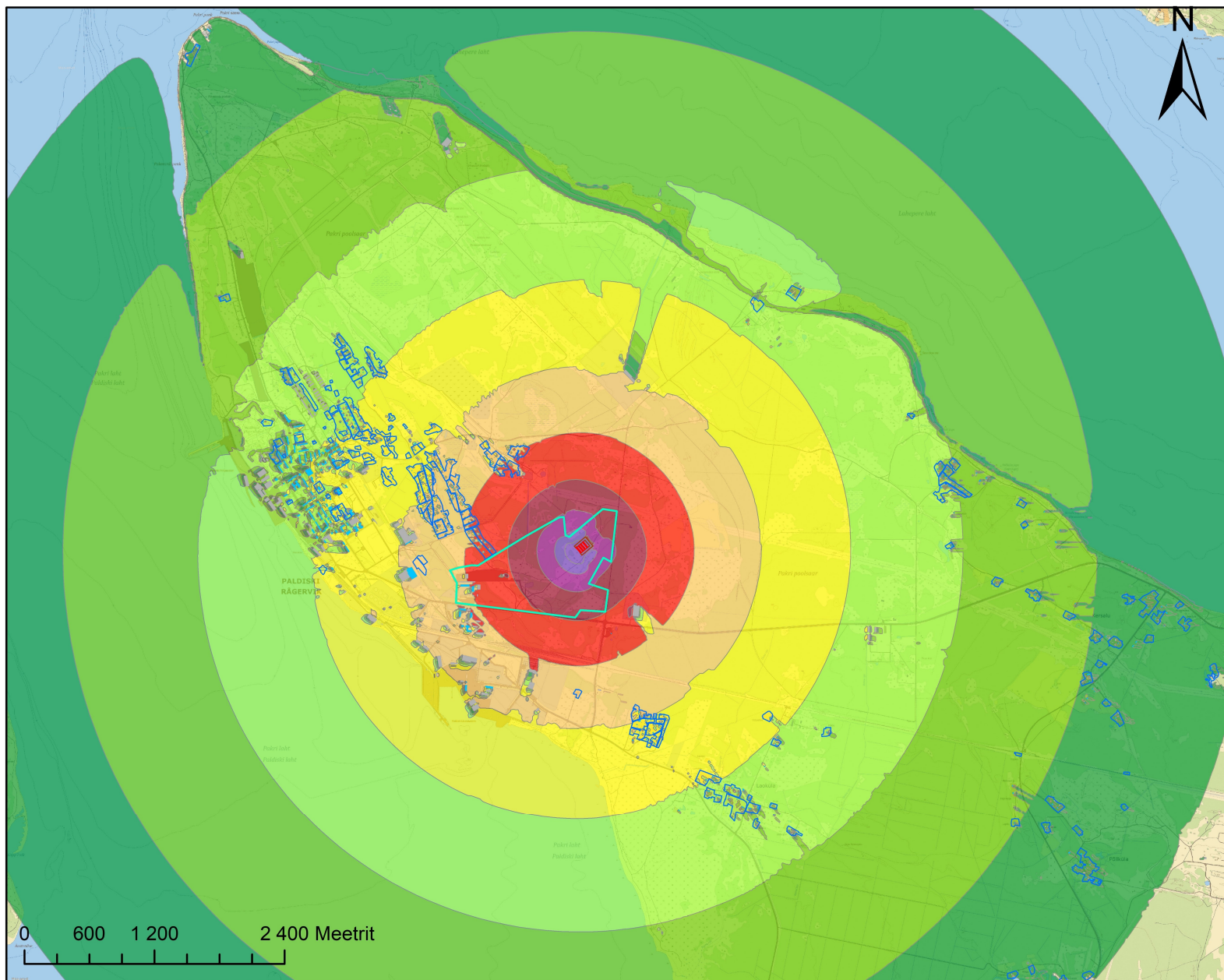
- Paldiski linnaku DP ala piir
- Elamute õuealad
- Eluhooned
- Kõrvalhooned
- Relvad
- Lasketiiru pinnasvallid

Päevane hinnatud müratase
Ld, dB

- <40
- 40-44
- 45-49
- 50-54
- 55-59
- 60-64
- 65-69
- 70-74
- >75

Arvutustarkvara: IMMI 2023
 Arvutusmeetod: ISO 9613-2
 Arvutusruudu suurus: 15x15
 Arvutuste kõrgus: 2 m
 Peegelduste arv: 3
 Impulsskorrektsioon: +12 dB

Kaardi koostaja: Estonian, Latvian &
 Lithuanian Environment OÜ
 Aluskaart: Maa-ameti aluskaart



1.2 Paldiski 100 m välilasketiiru müratase

Müraolukord:
Aktiivse harjutuspäeva
tüüpiline päevane
müraolukord (TP2)

kasutatavad relvad (kaliiber):
püstol 9 mm;
püstolkuulipilduja 9 mm;
automaatrelv 5.56 mm

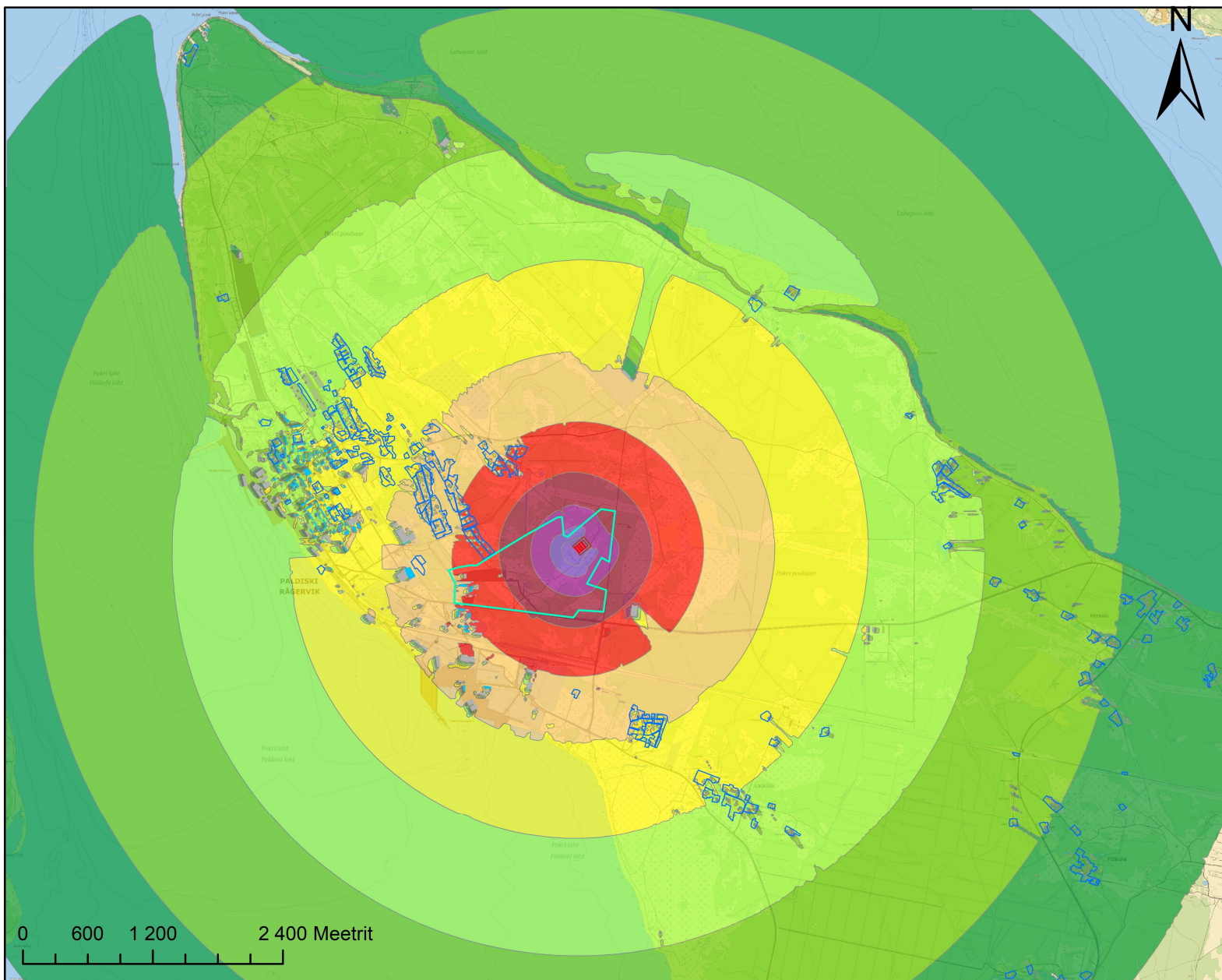
- Paldiski linnaku DP ala piir
- Elamute õuealad
- Eluhooned
- Kõrvalhooned
- Relvad
- Lasketiiru pinnasvallid

Päevane hinnatud müratase
Ld, dB

- <40
- 40-44
- 45-49
- 50-54
- 55-59
- 60-64
- 65-69
- 70-74
- >75

Arvutustarkvara: IMMI 2023
Arvutusmeetod: ISO 9613-2
Arvutusruudu suurus: 15x15
Arvutuste kõrgus: 2 m
Peegelduste arv: 3
Impulsskorrektsioon: +12 dB

Kaardi koostaja: Estonian, Latvian &
Lithuanian Environment OÜ
Aluskaart: Maa-ameti aluskaart



1.3 Paldiski linnaku 100 m välilasketiiru müratase

**Müraolukord:
Aktiivse harjutuspäeva
tüüpiline päevane
müraolukord suurima
laskude arvuga**

kasutatavad relvad (kaliiber):
automaatrelv 5.56 mm

- Paldiski linnaku DP ala piir
- Elamute õuealad
- Eluhooned
- Kõrvalhooned
- Relvad
- Lasketiiru pinnasvallid

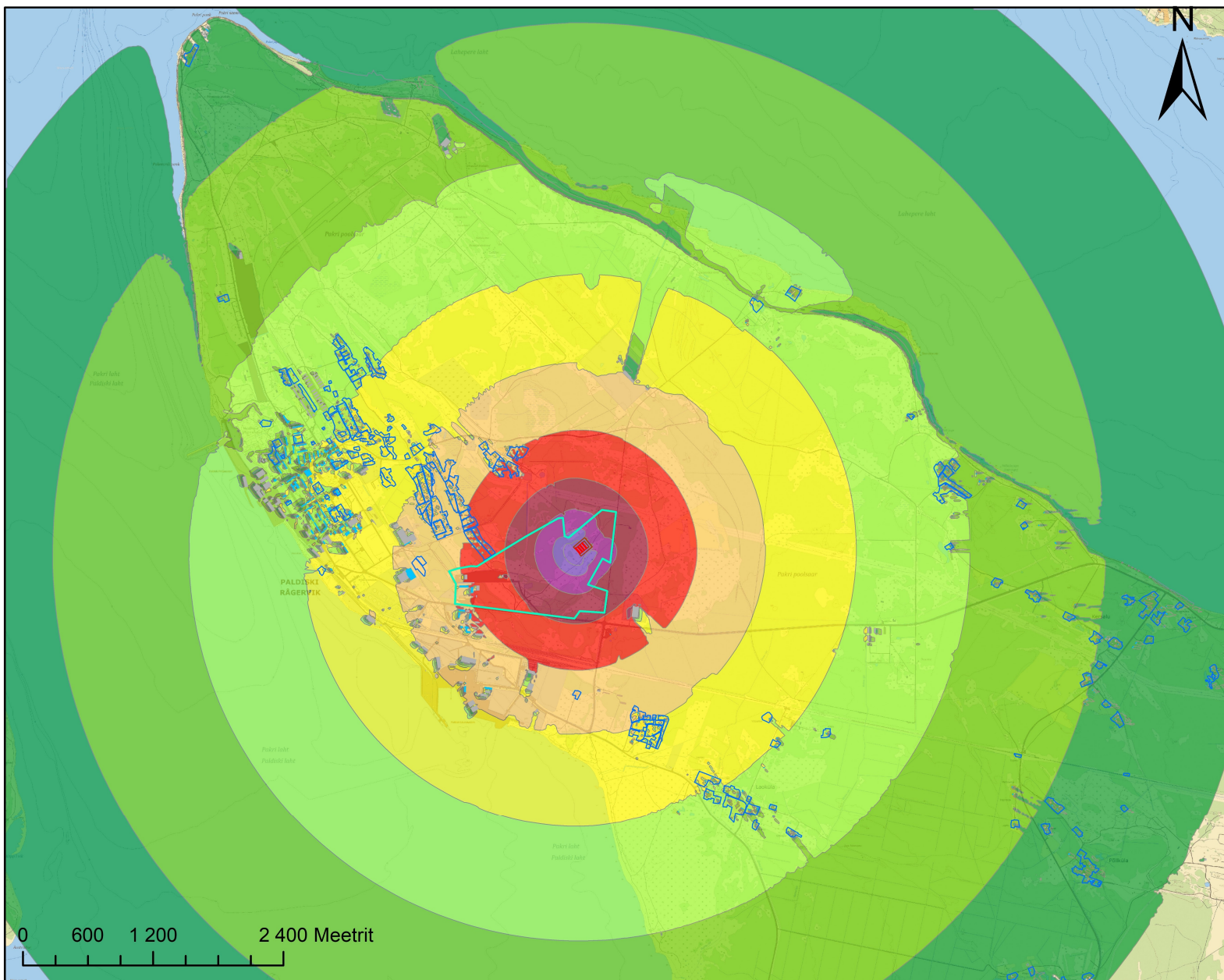
**Päevane hinnatud müratase
Ld, dB**

- <40
- 40-44
- 45-49
- 50-54
- 55-59
- 60-64
- 65-69
- 70-74
- >75

Arvutustarkvara: IMMI 2023
Arvutusmeetod: ISO 9613-2
Arvutusruudu suurus: 15x15
Arvutuste kõrgus: 2 m
Peegelduste arv: 3
Impulsskorrektsioon: +12 dB

Kaardi koostaja: Estonian, Latvian &
Lithuanian Environment OÜ
Aluskaart: Maa-ameti aluskaart





**1.4 Paldiski linnaku 100 m
välilasketiiru müratase**
Müraolukord:
Aktiivse harjutuspäeva
tüüpiline päevane
müraolukord suurima
helivõimsustasemega
relva maksimaalsete laskude
arvuga

kasutatavad relvad (kaliiber):
automaatrelv 7.62 mm

- Paldiski linnaku DP ala piir
- Elamute õuealad
- Eluhooned
- Kõrvalhooned
- Relvad
- Lasketiiru pinnasvallid

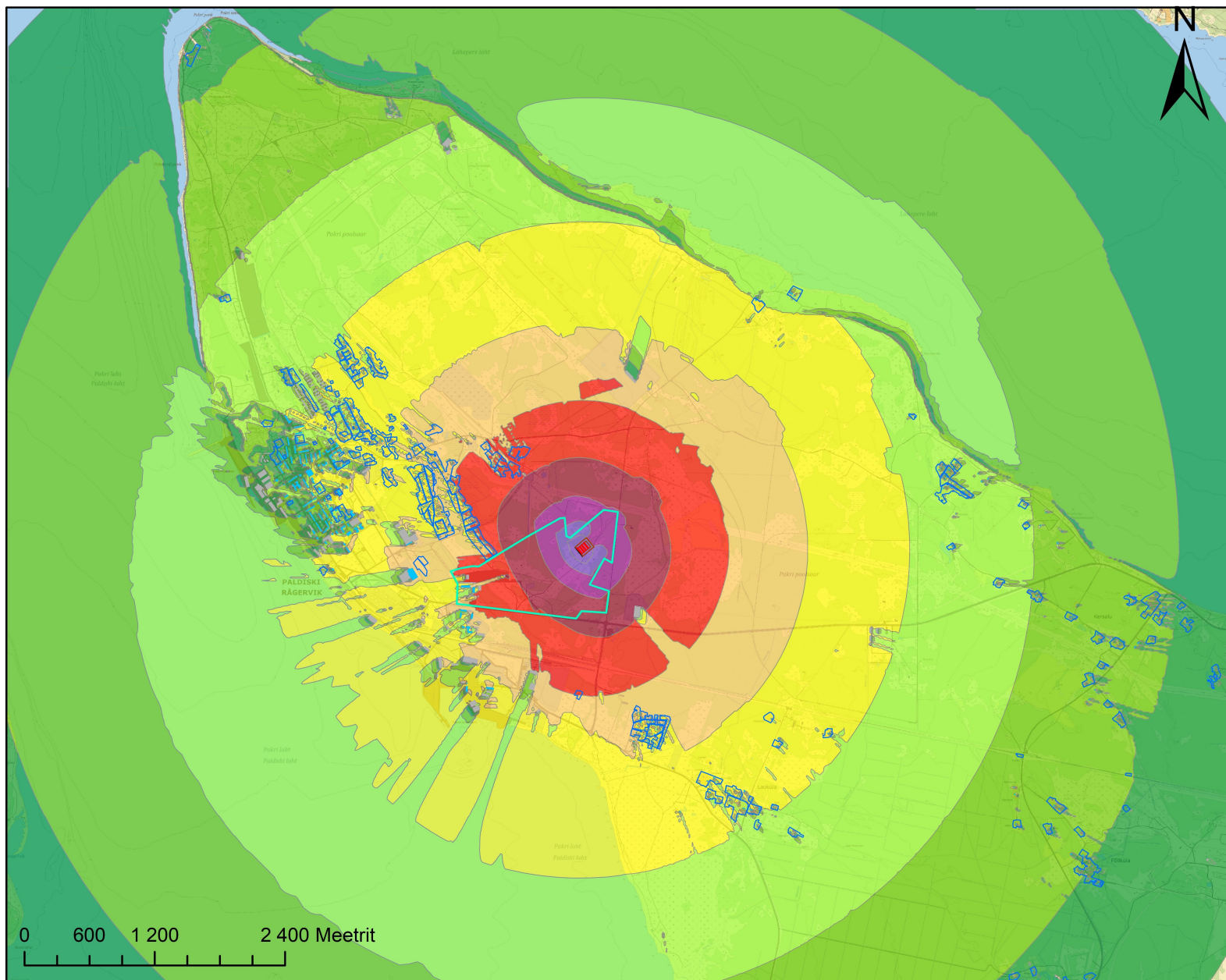
Päevane hinnatud müratase
Ld, dB

- <40
- 40-44
- 45-49
- 50-54
- 55-59
- 60-64
- 65-69
- 70-74
- >75

Arvutustarkvara: IMMI 2023
Arvutusmeetod: ISO 9613-2
Arvutusruudu suurus: 15x15
Arvutuste kõrgus: 2 m
Peegelduste arv: 3
Impulsskorrektsioon: +12 dB

Kaardi koostaja: Estonian, Latvian &
Lithuanian Environment OÜ
Aluskaart: Maa-ameti aluskaart





1.5 Paldiski linnaku 100 m välilasketiiru müratase

Müraolukord:
Aktiivse harjutuspäeva
tüüpiline päevane
müraolukord (TP1)
müratökkeseinaga

kasutatavad relvad (kaliiber):
 püstol 9 mm;
 püstolkuulipilduja 9 mm;
 automaatrelv 5.56 mm;
 automaatrelv 7.62 mm

- Paldiski linnaku DP ala piir
- Elamute õuealad
- Eluhooned
- Kõrvalhooned
- Relvad
- Lasketiiru pinnasvallid
- Müratõke

Päevane hinnatud müratase
Ld, dB

- <40
- 40-44
- 45-49
- 50-54
- 55-59
- 60-64
- 65-69
- 70-74
- >75

Arvutustarkvara: IMMI 2023
 Arvutusmeetod: ISO 9613-2
 Arvutusruudu suurus: 15x15
 Arvutuste kõrgus: 2 m
 Peegelduste arv: 3
 Impulsskorrektsioon: +12 dB

Kaardi koostaja: Estonian, Latvian &
 Lithuanian Environment OÜ
 Aluskaart: Maa-ameti aluskaart