
Õhutõrje ja suurtükiväe (merele orienteeritud) laskmisvõimaluste ning mereväe väljaõppe läbiviimiseks võimalike asukohtade selgitamine

Nõva Liivaneranna harjutusala Müra- ja vibratsiooniuuring

Marko Ründva
Timo Markula
Ingrid Leemet



Õhutõrje ja suurtükiväe (merele orienteeritud) laskmisvõimaluste ning mereväe väljaõppe läbiviimiseks võimalike asukohtade selgitamine

Nõva Liivaneranna harjutusala

Müra- ja vibratsiooniuuring

tellijä: Kaitseministeerium
leping: Leping nr 52/1002, 4.02.2010
kontakt: Andres Ideon

Kokkuvõte

Töö eesmärgiks on müra- ja vibratsiooniseire Nõva Liivaneranna merele orienteeritud harjutusalal. 12.2.2010 viidi Kaitseväge poolt läbi laskeharjutused, kus kasutati 23 mm õhutõrjekahureid ning 12,7 mm raskekuulipildujaid. Õhutõrjedivisjoni laskeharjutuste jooksul teostati erinevates kontrollpunktides müratasemete ja vibratsiooni mõõtmised.

Uuringu vajadus tuleneb „Õhutõrje ja suurtükiväe relvade (merele orienteeritud) laskmisvõimaluste ning mereväe väljaõppe läbiviimise võimalike asukohtade väljaselgitamine” (edaspidi ÕSMAAP) keskkonnamõju strateegilise hindamise aruandest ja hindamise käigus läbi viidud mürauuringust (Akukon 7493-1 ÕSMAAP Mürauuring [1]) ja vibratsiooni aruandest (Akukon 7493-2 ÕSMAAP Laskmisest tingitud vibratsiooni mõju [2]), kus on toodud, et keskkonnahäiringu suuruse täpseks määramiseks tuleb läbi viia reaalsete laskmisharjutuste käigus helirõhutasemete ja vibratsiooni mõõtmised. Keskkonnamõju strateegilise hindamise raames teostati teoreetilised relvade põhjustatud müraleviku arvutused.

Käesolev uuring on lisadokument „Õhutõrje ja suurtükiväe relvade (merele orienteeritud) laskmisvõimaluste ning mereväe väljaõppe läbiviimise võimalike asukohtade väljaselgitamine” keskkonnamõju strateegilisele hindamise dokumentatsioonile ja neid tuleb käsitleda koos.

Laskeharjutustest tingitud müralevikut uuriti nii arvutusmudeli kui ka otseste müramõõtmiste abil. Arvutusmeetodiks oli üldine ISO 9613-2:1996 *Acoustics -- Attenuation of sound during propagation outdoors -- Part 2: General method of calculation* [3] keskkonnamüra arvutamise mudel. Arvutuste lähteandmetena kasutati Soomes teostatud mõõtmistulemustel määratud müraemissiooniväärtusi. Tänu ebasoodsatele ilmastikutingimustele (tugev tuul ja lumesadu) ei sobinud Nõval teostatud mõõtmistulemused relvade emissiooniandmeteks.

Nõva Liivaneranna harjutusala kasutamisel kaugpunktides teostatud mõõtmistulemused esindavad konkreetset harjutuspäeva (12.2.2010). Mõõtmistulemustele avaldas märkimisväärset mõju tugev tuul ja lumesadu: harjutuspäeval puhus tugev kirdetuul, mis võimendas müratasemeid laskepositsioonidest läänes ja edelas ning vähendas idas ja kirdes.

Nõva Liivaneranna harjutusala 12.2.10 harjutuspäeva mõõtmis- ja arvutustulemused näitavad, et ainult Perakülas esineb keskkonnamüra soovitusliku väärtuse 55 dB ületamine, teistes lähimates asulates jäävad päevase ajavahemiku hinnatud müratasemed ≤ 55 dB.

Üksikute laskude maksimaalmüra C-heli ekspositsioonitase L_{CE} lisas C ei ületa soovituslikku väärtust 100 dB lähimates külades.

Laskeharjutuste käigus läbi viidud vibratsiooni mõõtmised ei registreerinud laskmistegevusest põhjustatud vibratsiooni üheski mõõtmispunktis.

Sisukord

1	Sissejuhatus	4
2	Keskkonnamüra hindamine	5
2.1	Müra iseloomustavad suurused	5
2.2	Müratasemete hindamine	5
3	Territoorium ja tulistamistegevus	6
3.1	Territooriumi ja ümbruskonna üldiseloomustus	6
3.2	Laskepositsioon, relvad ja laskesagedus	6
4	Mõõtmised	6
4.1	Mõõtmiste korraldus	6
4.1.1	Kohad ja tingimused	6
4.1.2	Seadmed ja analüüsid	9
4.2	Helirõhu mõõtmistulemused	9
4.3	Laskmisest tingitud vibratsioon	11
5	Müra mudelarvutused	14
5.1	Meetodid ja arvutusolukorrad	14
5.1.1	Tulistamismüra arvutamise mudel	14
5.1.2	Heli ekspositsioonitaseme ning aja- ja sageduskorrektsiooni rakendamine arvutusmudel	14
5.1.3	Arvutusmudeli toimimine	14
5.2	Maastikumudel ja arvutusprogramm	15
5.3	Arvutuste lähteandmed ja arvutussuurused	15
5.4	Arvutuste tulemusuurused	16
5.5	Impulsskorrigeerimine	17
6	Tulemused	17
6.1	Arvutuste ja mõõtmiste võrdlus	17
6.2	Võrdlus esialgse mürauuringuga	18
6.3	Hinnang müra kahjulikkuse kohta	19
6.4	Tuule mõjust müratasemetele	21
6.5	Müra ajaline esinemine	21
7	Järeldused ja kokkuvõte	21
	Lisad	23
	Viited	24
Lisa A	Mõõtmistulemused kontrollpunktides	
Lisa B1	Laskeharjutuspäev, A-ekvivalenttaseme L_{Aeq} mürakaart	
Lisa B2	Relvade maksimaalne kasutuskooormus, A-ekvivalenttaseme L_{Aeq} mürakaart	
Lisa C1	Laskeharjutuspäev, hinnatud mürataseme L_d mürakaart	
Lisa C2	Relvade maksimaalne kasutuskooormus, hinnatud mürataseme L_d mürakaart	
Lisa D	Laskeharjutuspäev, relvade C-heli ekspositsioonitaseme mürakaart	
Lisa E	Relvade paiknemise skeem RMK Peraküla telkimisplatsi parklas	

1 Sissejuhatus

Uuringu vajadus tuleneb „Õhutõrje ja suurtükiväe relvade (merele orienteeritud) laskmisvõimaluste ning mereväe väljaõppe läbiviimise võimalike asukohtade väljaselgitamine” (edaspidi ÕSMAAP) keskkonnamõju strateegilise hindamise käigus läbi viidud mürauuringus (Akukon 7493-1 ÕSMAAP Mürauuring) ja vibratsiooni aruandes (Akukon 7493-2 ÕSMAAP Laskmisest tingitud vibratsiooni mõju) toodud seisukohast, et keskkonnahäiringu suuruse täpseks määramiseks tuleb läbi viia reaalse laskmisharjutuste käigus helirõhutasemete ja vibratsiooni mõõtmised.

Akukon 7493-1 ÕSMAAP Mürauuringu [1] tulemusena esitati õhutõrje ja suurtükiväe väljaõppe läbiviimisel tekkivat müraolukorda. Relvadest ja lõhkamistest tingitud müralevikut on nimetatud uuringu raames uuritud ainult arvutusmudeli abil.

Akukon 7493-2 ÕSMAAP Laskmisest tingitud vibratsiooni mõju [2] raportis anti ülevaade laskeharjutuste läbiviimisel ja lõhkamiste sooritamisel tekkivast vibratsioonist, selle levikust ning selle põhjustatud võimalikust häiringust. Samuti anti soovitusi, millised akustilised parameetrid peaksid väljaõppel olema täidetud, et vibratsioonihäiringuid oleksid võimalikult minimaalsed.

Käesolev uuring koosnes järgmistest ülesannetest:

- helirõhu- ja vibratsioonitaseme mõõtmised lähimates võimaliku häirivuse all kannatavates punktides (kontrollpunktide täpsed asukohad määrati kindlaks koostöös Kaitseministeeriumi ja Kaitsevägega ning tutvustati kohalikele elanikele laskeharjutuste infopäeval);
- mürataseme arvutused harjutusala ümbruses.

Mõõtmised teostati Nõva Liivaneranna harjutusalal 12.2.2010 8 erinevas kontrollpunktis harjutusala vahetus läheduses ja lähimates asulates.

Suurtes keskkonnamüra uuringutes ja hinnangutes on tavaliselt arvutuslik mudel peamine töövahend kasutamiseks. Lihtsad müra mõõtmised kindlustavad harva esindusliku ja usaldusväärse olukorra ülevaate. Mõõtmiste tulemused kalduvad esindama müra ainult mõõtmispunktides ja ainult mõõtmiste perioode endid, mitte üldist pikaegset müraolukorda kogu käsitletaval alal.

Arvutuste lähteandmetena kasutati Soomes teostatud vastavate relvade mõõtmistulemustest määratud müraemissiooniväärtusi. Soome Kaitseväge kasutuses on sama 23 mm õhutõrjekahur ja sarnane 12,7 mm raskekuulipilduja. Tänu ebasoodsatele ilmastikutingimustele (tugev tuul ja lumesadu) harjutuspäeval, ei sobinud mõõtmistulemused relvade emissiooniandmeteks, kuid sobisid kontrolliks võrreldes kasutatud andmetega. Kaugpunktide mõõtmistulemused esindavad konkreetselt harjutuspäeva (12.2.2010). Mõõtmistulemustele avaldas märkimisväärset mõju tugev tuul ja lumesadu. Harjutuspäeval puhus kirdetuul, mis võimendas müratasemeid laskepositsioonidest läänes ja edelas ning vähendas idas ja kirdes.

Mudelarvutustes kasutatud meetodeid on lähemalt kirjeldatud Akukon 7493-1 ÕSMAAP Mürauuringu raportis.

Mürahinnang tehakse võrreldes müra hinnatud tasemeid kehtestatud müra normtasemetega. Müra hinnatud tasemed on arvutatud või mõõdetud ekvivalentsed müratasemed L_{Aeq} millele rakendatakse parandusi vastavalt müra iseloomule.

2 Keskkonnamüra hindamine

2.1 Müra iseloomustavad suurused

Kaks kõige tähtsamat keskkonnamüra iseloomustavat omadust on müraallika **müraemissioon** ja **müratase** mingis punktis. Müratase on täpsemalt koha või kuulmispunkti helirõhutase, mida üldiselt esitatakse A-korrigeeritud helirõhutasemena.

Helitase on A-korrigeeritud helirõhutase. See on määratletud

$$L_{pA} = 20 \lg (p_A/p_0),$$

kus p_A on A-korrigeeritud helirõhu efektiivväärtus ja p_0 on kuuldeläve helirõhk (= 20 μ Pa).

A-korrigeeritud helirõhutase on sageduskorrigeeritud helirõhutase, mis vastab inimkõrva reageerimisele.

2.2 Müratasemete hindamine

Keskkonnamüra häirivuse ja negatiivsete mõjude hindamisel kasutatakse peamiselt müra A-korrigeeritud helitasemeid. Sellisena on A-helitase otseselt rakendatav ainult pidevale ja püsivale mürale. Kui on vaja hinnata pikaaegselt ajas muutuva müra mõju – kas kõikuv, katkendlik või impulsiivne – siis ühenumbriks suuruseks kasutatakse *ekvivalentset A-korrigeeritud helirõhutaset* L_{Aeq} :

$$L_{Aeq} = 10 \lg \left[\frac{1}{T} \int_T \frac{p_A^2(t)}{p_0^2} dt \right]$$

kus $p_A^2(t)$ on A-korrigeeritud helirõhu efektiivväärtus ajal t ja T on määratud ajavahemik.

Sellega seoses on ekvivalentse helirõhutase olulisem iseloomustus käsitlus järgnev: kui müraallikas toimib ainult osaliselt käsitletavast ajavahemikust, siis sellest pikemale ajavahemikule (näiteks päevasele ajavahemikule) arvatud ekvivalentne helirõhutase on väiksem kui töös oleku ajal valitsev iga *lühiajaline* kaalutud A-helirõhutase. Eriti suur hetkeline kaalutud A-helirõhutase (näiteks lõhkamise momendil) võib olla tunduvalt suurem kui ekvivalentne tase. Viimatinimetatud taset nimetatakse *maksimaalseks helirõhutaseks* $L_{pA,max}$.

Müra, mis koosneb impulssidest või on tonaalne, peetakse rohkem häirivamaks kui püsivat müra. Kui hinnatav müra koosneb impulssidest või on tonaalne, siis võib kasutada vastavat parandust mõõdetud või arvatud tasemele enne selle võrdlemist normtasemetega.

3 Territorium ja tulistamistegevus

3.1 Territoriumi ja ümbruskonna üldiseloostus

Nõva Liivaneranna harjutusala paikneb RMK Peraküla telkimisala parklas Nõva vallas, Läänemaal. Harjutusala asub Natura alal (Nõva-Osmussaare) ja looduskaitsealal (Nõva maastikukaitseala).

Reljeef on lauskjas, rannajoon selge, mis võimaldab laskeharjutusi sooritada mandri rannikult. Mereväe harjutusala 001 ja Liivaranna harjutusala laskesektor kattuvad osaliselt.

Laskeharjutused toimusid RMK Peraküla telkimisalalt. Harjutusalale lähim asustus paikneb lõuna suunas ca 1,7 km kaugusel (Peraküla). Teised suuremad asulad on Nõva (ida suunas ca 4,3 km), Rannaküla (kirde suunas ca 4 km) ja Spithami (lääne suunas ca 4 km).

3.2 Laskepositsioon, relvad ja laskesagedus

Laskeharjutused toimusid RMK Peraküla telkimisala parklast (katastriüksuse tunnus 53101:001:0591).

Laskeharjutustel kasutati Õhutõrjedivisjonile kuuluvaid relvi. Mõõtmiste ajal olid kasutusel järgmised relvad (lisatud on harjutuspäeva reaalsed laskesagedused):

- raskekuulipilduja Browning 12,7 mm (1 tk), 400 lasku;
- õhutõrjekahur ZU-23-2 „Sergei” 23 mm (3 tk), 2100 lasku.

Laskmised toimusid 12.2.2010 ajavahemikul 10.30-14.30. Lisas E on toodud relvade paiknemise skeem RMK Peraküla telkimisala parklas.

Kui ÕSMAAP'i mürauringus on näidatud ka välihaubitsate kasutamine Nõva harjutusalal, siis keskkonnamõju strateegilise hindamise käigus selgus, et Nõva Liivaneranna harjutusala ei ole haubitsate kasutamiseks sobilik ja vastavat tegevust käsitletaval alal ei plaanita.

4 Mõõtmised

4.1 Mõõtmiste korraldus

4.1.1 Kohad ja tingimused

Kaugmõõtmisi võimalikes häirivuskohtades sooritati samaaegselt lähimõõtmistega laskealal.

Helirõhu- ja vibratsioonitaseme mõõtmised toimusid 8 kontrollpunktis lähimates võimaliku häirivuse all kannatavates punktides. Kontrollpunktide täpsed asukohad määrati kindlaks koostöös Kaitseministeeriumi ja Kaitsevägega ning tutvustati kohalikele elanikele laskeharjutuste infopäeval. Kontrollpunktide asukohad on toodud tabelis 1. Mõõtmispunktid on märgitud lisa A kaardile.

Tabel 1. Kontrollpunktide asukohad

Nr.	Asukoht	Maaüksuse nimi (katastrinr.)
P1	Peraküla	Nõva looduskeskus (piiriettepanek AT0912040019)
P2	Nõva	Kooli (53101:001:0266)
P3	Rannaküla	Torni (53101:001:0070)
P4	Keibu	Ristna 1 (56201:001:1191)
P5	Spithami	Ranna (52001:001:0135)
P6	Laskeala (RMK Peraküla telkimisala)	Nõva metskond 2 (53101:001:0591)
P7	Tusari	Kõrre (53101:001:0192)
P8	Tuksi	Ambrose (52001:001:1090)

Iseloomulike mõõtmispunktide fotod on lisatud.



Foto 1. Mõõtmispunkt P1



Foto 2. Mõõtmispunkt P5



Foto 3. Mõõtmispunkt P8

Mõõtmispäeva ilmastikutingimused on toodud tabelis 2.

Tabel 2. Mõõtmispäeva ilmastikutingimused

kuupäev	temp., °C	pilvisus	tuule suund	kiirus, m/s	märkus
12.2.10	-6	10/10	kirde	5-10*	lumesadu

* - rannikul hooti 15-20 m/s

Ilmastikutingimused halvenesid päeva jooksul.

4.1.2 Seadmed ja analüüsid

Mõõtmispunktide heli- ja vibratsioonisignaalid salvestati digitaalselt helikandjale. Salvestatud signaalid kopeeriti digitaalselt helikandjalt personaalarvuti kõvakettale WAV-failidena. Nende järeltöötlus, toimetamine ja analüüs sooritati arvutis. Nii olid mikrofonide signaalid täielikult kasutatavad kogu järeltötluse jooksul.

Mõõtmistel ja analüüsimisel kasutatud seadmed ja vahendid on loetletud tabelis 3. Mõõtmisseadmeistik kalibreeriti enne ja pärast mõõtmisi helitaseme kalibraatori abil. Salvestamise ajal töötas müramõõtja digitaalse helisalvestaja esivõimendajana. Mikrofonid paiknesid 1,5-1,8 m kõrgusel maapinnast ja olid varustatud tuulekaitsetega, vibratsiooniandurid kinnitati hoonete välispiirete külge.

Tabel 3. Mõõtmis- ja analüüsiseadmeistik

Seadmed	Tootja	Tüüp	Kalibreeritud
kalibraator	Brüel & Kjær	4231	11.1.2010
mikrofon 1/2"	GRAS	26AK	
müramõõtja	Norsonic	118	2.4.2009
mikrofon	Brüel & Kjær	4189	2.9.2009
müramõõtja	Brüel & Kjær	2260D	2.9.2009
mikrofon	Brüel & Kjær	4155	
müramõõtja	Brüel & Kjær	2230	15.5.2007
mikrofon	Brüel & Kjær	4176	
müramõõtja	Brüel & Kjær	2235	12.4.2005
kiirendusandurid	Brüel & Kjær	4370	
digitaalsed salvestid	Fostex	FR-2LE	
Analüüs			
järeltöötlusprogramm	Adobe	Audition 1.5	
analüüsiprogramm	Pioneer Hill	Spectra Plus 3.0	

Salvestiste järeltötluse käigus määrati relvade laskude kaalutud A-heli ekspositsioonitase L_{AE} , C-heli ekspositsioonitase L_{CE} ning C-heli tipphelirõhutase L_{Cpeak} ja Z-heli tipphelirõhutase L_{Zpeak} .

Üksikute laskude tulemuste põhjal arvutatakse lõpptulemuseks tasemete energia keskväärtused. Kui samal ajahetkel toimub korraga mitu lasku, arvutatakse laskude seeriast ühe lasu helienergia, jagades heli koguenergia laskude arvuga.

Antud juhul esindab L_{CE} ekspositsioonitase õhutõrjekahuri ZU-23-2 „Sergei” 23 mm kolme lasku ja raskekuulipilduja Browning 12,7 mm kahte lasku, kuna lasud toimusid väga väikeste intervallidega, mis on ~1 km kaugusel eristatavad ühe lasuna.

4.2 Helirõhu mõõtmistulemused

Tulistamismüra mõõtmistulemused on esitatud tabelis 4, plahvatusmüra mõõtmistulemused on esitatud tabelis 5. Tabelis 6 on toodud relvade mõõdetud emissiooniandmed.

Tabel 4. Tulistamismüra mõõtmistulemused [dB]. *d*: mõõtmispunkti kaugus laskealast.

Punkt	<i>d</i> , m	L_{Cpeak}	L_{CE}	L_{AE}
Õhutõrjekahur ZU-23-2 „Sergei” 23 mm				
P1: Peraküla	~1800	87	67	55
P2: Nõva	~4200	75	53	38
P3: Rannaküla	~4120	-	-	-
P4: Keibu	~9600	-	-	-
P5: Spithami	~4030	105*	91	67
P6a: Laskeala		140	117	107
P6b: Laskeala		127	103	90
P7: Tusari	~4380	85	73	45
P8: Tuksi	~5880	83	70	48
Raskekuulipilduja Browning 12,7 mm				
P1: Peraküla	~1800	74	55	40
P2: Nõva	~4200	-	-	-
P3: Rannaküla	~4120	-	-	-
P4: Keibu	~9600	-	-	-
P5: Spithami	~4030	99*	85	58
P6a: Laskeala		116	88	84
P6b: Laskeala		102	76	71
P7: Tusari	~4380	-	-	-
P8: Tuksi	~5880	-	-	-

* - mõõtmistulemusele avaldas märkimisväärset mõju tuul, mis soodustas müratasemete levikut mõõtmispunkti

Tabel 5. Plahvatusmüra mõõtmistulemused [dB]. *d*: mõõtmispunkti kaugus laskealast.

Punkt	<i>d</i> , m	L_{Zpeak}	L_{CE}	L_{AE}
Õhutõrjekahur ZU-23-2 „Sergei” 23 mm				
P1: Peraküla	~1800	87	63	52
P2: Nõva	~4200	-	-	-
P3: Rannaküla	~4120	-	-	-
P4: Keibu	~9600	-	-	-
P5: Spithami	~4030	98*	78	60
P6a: Laskeala		99	72	63
P6b: Laskeala		103	76	67
P7: Tusari	~4380	-	-	-
P8: Tuksi	~5880	-	-	-

* - mõõtmistulemusele avaldas märkimisväärset mõju tuul, mis soodustas müratasemete levikut mõõtmispunkti

Tabel 6. Mõõdetud relvade müraemissioonid ehk helienergia tasemed LE [dB re 1 p]] oktaavribades.

	31,5	63	125	250	500	1 k	2 k	4 k	8 k
Raskekuulipilduja Browning 12,7 mm									
1	117	110	113	134	133	130	125	118	111
2	121	114	117	140	138	134	129	123	117
Õhutõrjekahur ZU-23-2 „Sergei“									
1	143	144	143	145	144	143	139	135	130
2a*	134	137	137	143	140	138	134	128	123
2b*	141	126	147	156	148	140	134	125	118

* - esindatud on ühe mõõtmispunkti kahe erineva „Sergei“ mõõtmistulemused

Saadud mõõtmistulemused esindavad konkreetselt laskeharjutusi läbi viidud päeva (12.2.2010). Mõõtmistulemustele avaldas märkimisväärset mõju tugev tuul ja lumesadu. Sellel päeval puhus tugev kirdetuul, mis võimendas müratasemeid läänes ja edelas ning vähendas idas ja kirdes. Kuna ilmastikutingimused olid relvade müraemissiooni mõõtmiste jaoks ebasoodsad, siis ei olnud mõõtmistulemused piisavalt usaldusväärsed edasisteks arvutusteks.

4.3 Laskmisest tingitud vibratsioon

Laskeharjutuste läbiviimisel tekkivast vibratsiooni mõjust, levikust, kahjulikkusest ja häiringutest on antud põhjalik ülevaade Akukon 7493-2 *ÕSMAAP Laskmisest tingitud vibratsiooni mõju*. Raportis on märgitud, et laiaulatuslikum vibratsioonihäiring on võimalik tekitada 155 mm välihaubitsatest laskmisharjutuse läbiviimisel Suurtükiväegrupi poolt. Teised relvad võivad põhjustada lokaalseid häiringuid, kuid nende mõju ja ulatust ei saa võrrelda välihaubitsa põhjustatud häiringuga.

Õhutõrjedisjoni laskeharjutuste käigus viidi läbi ka vibratsiooni mõõtmised. Vibratsiooniandurid kinnitati hoonete välispiirete külge, RMK Peraküla looduskeskuses ka katuslae külge (vastavate pindade keskel, kus teoreetiliselt suurim vibratsioon peaks esinema). Mõõtmiste käigus ei registreeritud laskmisteggevusest põhjustatud vibratsiooni üheski mõõtmispunktis.

Vibratsiooni puudumise põhjuseks on kaks asjaolu: esiteks oli tegemist väikesekaliibriliste relvadega ja teiseks oli tegemist väga suurte vahemaadega laskepositsiooni lähimate müratundlike hoonete vahel.

Fotod 1-3 kirjeldavad laskeharjutuse päeval läbi viidud vibratsiooni mõõtmisi.



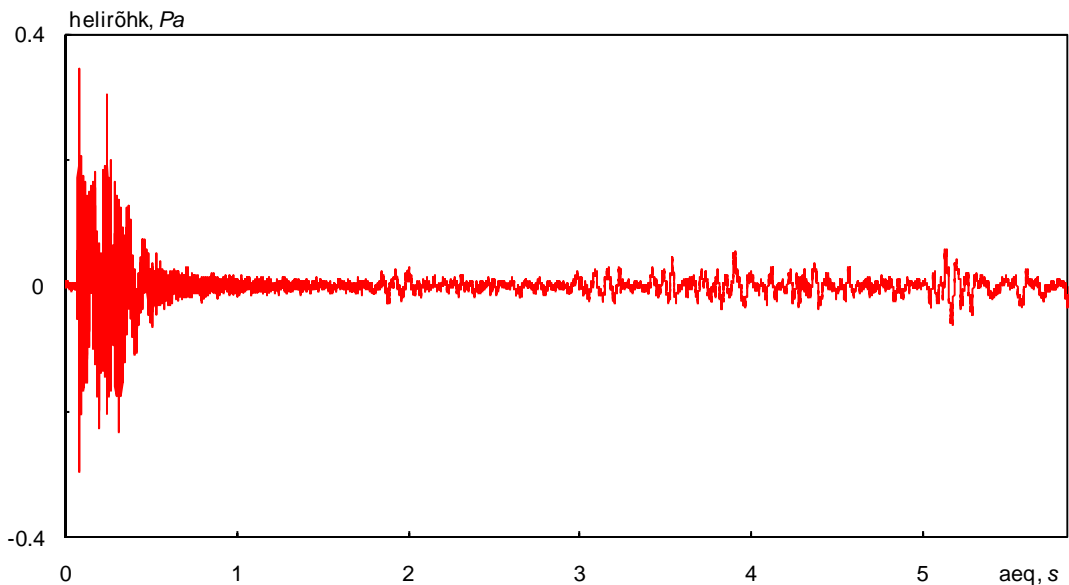
Fotod 4 ja 5. Mõõtmispunkt P2



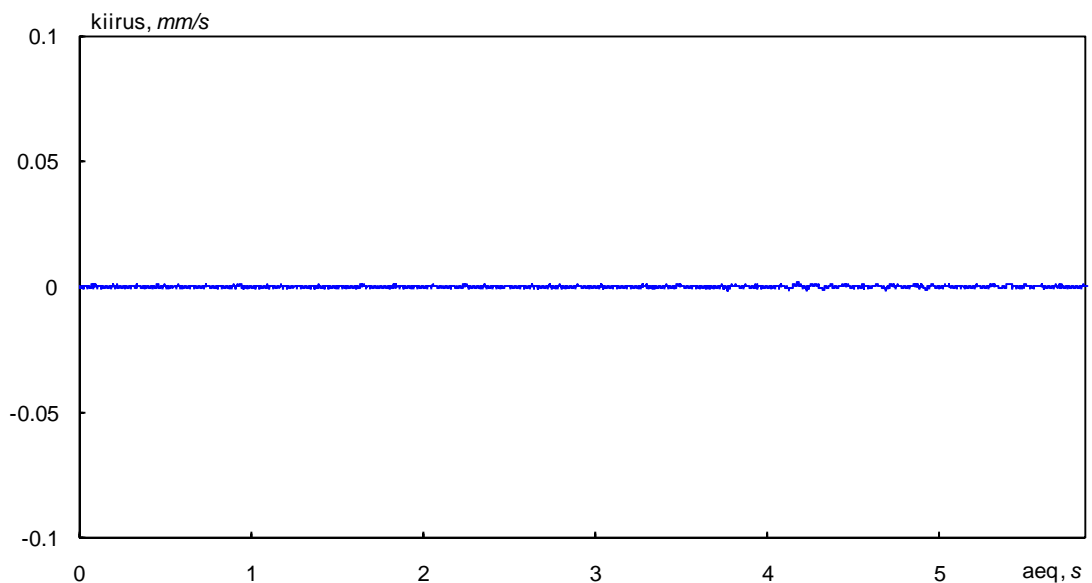
Foto 6. Mõõtmispunkt P1 (hoone katuslae külge kinnitatud vibratsiooniandur)

Esialgse hinnangu vibratsiooni mõju ja häirivuse kohta saab anda ka C-heli ekspositsioonitaseme L_{CE} mõõtmiste abil. Üksikute laskude maksimaalmüra C-heli ekspositsioonitaseme L_{CE} mõõtmised näitasid (vt. Tabel 4), et lähimates küldes soovituslik väärtus 100 dB ei ole ületatud (Lisa C), mis kinnitab asjaolu, miks väikesekaliibriliste relvade laskmistegevusega vibratsiooni ei kaasne.

Joonised 1 ja 2 iseloomustavad olukorda RMK Peraküla looduskeskuses, kus helirõhutaseme ja vibratsioonitaseme paralleelmõõtmised näitasid, et laskmistegevusest põhjustatud helirõhuga ei kaasne tarindite vibratsiooni.



Joonis 1. Helirõhutaseme signaal, RMK Peraküla looduskeskus, 12.2.10.



Joonis 2. Vibratsiooni signaal, RMK Peraküla looduskeskus, 12.2.10.

5 Mära mudelarvutused

5.1 Meetodid ja arvutusolukorrad

5.1.1 Tulistamismära arvutamise mudel

Kerge relvade, miinipildujate, tankitõrjegranaadiheitjate, lõhkamiste, jne. keskkonnamära arvutamiseks ei ole olemas rahvusvaheliselt üldaktsepteeritud arvutusmudelit. Käesolevas uuringus valiti mudeliks rahvusvaheline üldine keskkonnamära arvutamise mudel ISO 9613-2 [3].

Üldise meetodi kasutamine laskmismära arvutamiseks eeldab teatud valikuid või kohandavaid lahendusi:

- 1) **Helitaseme suurused:**
Laskmismära arvutamisel kasutatakse teisi helitaseme suurusi kui üldise (pideva) tööstusliku müra arvutamisel: üldises meetodis on tasemeks ekvivalenttase L_{Aeq} . Tulistamismära esindab A-heli ekspositsioonitase L_{AE} .
- 2) **Lennuheli:**
Tähelepanuväärse osa tulistamismürast moodustab laengu lennu- ehk ülehelikiiruse heli. Käesolevas uuringus lennuheli siiski arvutustesse ei kaasatud. Põhjuseks oli asjaolu, et andmed lennuheli ja selle kohandamise kohta mudelarvutustel on ikka veel väga puudulikud.
- 3) **Heli neeldumise sõltuvus taimestikust**
Heli neeldumine taimestiku poolt otsustati arvutustest välja jätta. Selle põhjuseks olid asjaolud, et maastiku taimestik ei ole enam ajast aastas rikkalik ega tihe (peamiselt lehtpuud) ning et suurem osa müra *arvutuslikust* levimisest toimub kumerat trajektoori mööda, mis kulgeb puude latvadest kõrgemal. Mudelis on maapind märgitud pehme ja veepind kõva akustilise pinnana.

5.1.2 Heli ekspositsioonitaseme ning aja- ja sageduskorrektsiooni rakendamine arvutusmudelis

Arvutiprogrammi, mis sisaldab üldist keskkonnamära arvutusmudelit, võib põhimõtteliselt kasutada relvade müra arvutamiseks, aga mitte täiesti muutmatuna. Müraemissioonide ja arvutustulemuste tasemete suurused eeldavad kohandamist:

Üldine mudel on mõeldud pideva müra signaalvõimsuse või ekvivalenttaseme L_{Aeq} arvutamiseks. Kui müra ei ole pidev, vaid lühiajaline (nagu seda on laskmismära), arvutatakse seda signaalenergiat kasutades ehk heli ekspositsioonitaseme L_{AE} abil. Mudeli abil saab seega arvutada heli ekspositsioonitasemeid, kui lähteväärtustena kasutatakse helivõimsuse tasemete L_W asemel helienergia tasemeid L_E [re 1 p] (pikodžaul)].

5.1.3 Arvutusmudeli toimimine

Arvutusmeetod annab juhised selleks, kuidas arvutada müratase korruga ühes kontrollpunktis. Mudeli kasutamiseks vajalikud lähteandmed on iga heliallika asukoha- ja emissiooniandmed ning arvutusjoonel olev maastik koos ehitiste ja takistustega alates müraallikast kuni arvutuspunktini.

Arvutuspunkti helitaseme määravad müraallika müraemissioon, kaugused ja müra levimisteede akustilised omadused. Need määratakse müraekraanidena ning helipeegeldavate või -neelavate pindadena olemasolevatest ehitistest ja pinnavormidest. Maapinna ja muude pindade akustiline pehmus määratakse järgmiselt: asfalt, betoon ja vesi on kõvad akustilised pinnad; tihe kruusane aluspind on üldiselt samuti akustiliselt kõva. Enamus muudest maapindadest on akustiliselt pehmed.

Kaugusest tingitud heli sumbumine, pehme maapind ja takistused muudavad leviva müra spektrit, mistõttu arvutused sooritatakse oktaavribades. Pehme maapinna ja takistuste mõju on arvutusmudelil sellises vormis, mis vastab müra levimist kergelt soodustavatele ilmastikuoludele. Sellisteks ilmastikuoludeks on möödukas pärituul (u. 2–5 m/s) ja tuuletu, selge öö.

Pikaajalise ekvivalenttaseme seisukohast on müra levimist soodustavate tingimuste tähtsus kõige suurem ja seetõttu annavad mudelisse valitud tingimused arvutustulemuse, mis vastab pika ajavahemiku ekvivalenttasemele. Lühiajalise tulistamismüra seisukohast esindab tulemus vastavalt pika ajavahemiku keskmist heli ekspositsioonitaset.

5.2 Maastikumudel ja arvutusprogramm

Arvutuste tarbeks koostati harjutusvälja ja selle ümbruse kolmemõõtmeline akustiline maastikumudel. See sisaldab lisaks pinnavormidele ka ehitisi, valle ja muid takistusi ning kõikide helipeegeldavate või -neelavate pindade akustilisi omadusi.

Maastikumudel moodustati Kaitseväe Logistikakeskuse käest saadud M 1:50 000 digitaalse aluskaardi alusel.

Tegelikud arvutused sooritati arvutiprogrammi abil, mis moodustab müratsoonid automaatselt. Arvutusteks kasutati programmi

Datakustik CADNA/A 3.72

mis sisaldab rahvusvahelist keskkonnamüra arvutusmudelit ISO 9613-2 [3].

Arvutused sooritati kasutades 50×50 m² suurusi arvutusruute. Arvutusruutude punktid paiknesid 2 meetri kõrgusel maapinnast.

Maastikumudeli nõrkus on kõrgusinformatsiooni puudulikkus, maapind on modelleeritud täielikult tasasena, mis siiski vastab suure osas reaalsele olukorrale.

5.3 Arvutuste lähteandmed ja arvutussuurused

Mürakaartide arvutuste lähteandmetena kasutati Soome mõõtmistulemustest määratud müraemissiooniväärtusi, mis on mõõdetud sobilikes tingimustes.

Relvade müra mudelarvutus sooritati samaaegselt kahe helitaseme suuruse kohta:

- kaalutud A-heli ekspositsioonitase L_{AE}
- kaalutud C-heli ekspositsioonitase L_{CE}

Edasise töötluse käigus tõlgendati, et arvutatud primaartaseme suurustest esindab A-heli ekspositsioonitase kogumüra koonduvat mõju, mida mõjutavad veel ka etteantud

ajavahemik ja laskude koguarv, ehk teisiti öeldes ekvivalenttaseme L_{Aeq} aluseks oleva taseme suurus. Kaalutud C-heli ekspositsioonitaset tõlgendatakse vastavalt eriti rasketele relvadele sobiva ühekordse- ehk maksimaalse taseme sarnase suurusena. Üldjuhul C-heli ekspositsioonitaset ei kasutata kergete relvade poolt tekitatud müra hindamiseks, mille alla kuuluvad ka õhutõrjekahur ja raskekuulipilduja.

Nende valikute põhjal liideti mitmete müraallikate ühist müra demonstreerivates tulemustes A-helitasemed hariliku ekvivalenttaseme kombel *signaalenergia* osas ruutkeskväärtustena. C-tasemete kombinatsioonid seevastu moodustati maksimumfunktsiooni $L_{CE} = \max(L_{CE1}, L_{CE2})$ abil.

Kuna 12.2.2010 teostatud müraemissiooni mõõtmistulemused ei ole piisavalt usaldusväärsed, siis kasutati arvutuste teostamiseks varasemalt Soomes mõõdetud relvade müraemissiooniandmeid. Arvutustes kasutatud relvade müraemissioonide spektrid oktaavribades on esitatud tabelis 7.

Tabel 7. Relvade müraemissioonid ehk helienergia tasemed LE [dB re 1 p]] oktaavribades.

suund \ Hz	31,5	63	125	250	500	1 k	2 k	4 k	8 k
Raskekuulipilduja Browning 12,7 mm									
0-90°	150	155	156	151	150	147	145	143	140
135°	152	156	158	154	150	147	145	142	137
180°	153	157	160	157	150	147	145	140	134
Õhutõrjekahur ZU-23-2 „Sergei“									
0°	138	149	154	153	147	146	146	141	134
45°	138	149	154	153	147	146	146	141	134
90°	132	144	144	136	135	137	133	133	125
135°	139	145	146	146	144	138	147	129	121
180°	123	140	145	137	146	141	138	137	131

5.4 Arvutuste tulemusuurused

Käesoleva uuringu arvutusosa normsuurustena kasutati kaalutud A-heli ekvivalenttasest L_{Aeq} ja C-heli ekspositsioonitaset L_{CE} . Arvutuste teisest primaarsuurusest, A-heli ekspositsioonitase L_{AE} saadakse harjutuspäeva tavaline A-ekvivalenttaseme L_{Aeq} nii, et sellele lisatakse harjutamise ajal kestvust ja laskude arve sisaldavad liikmed. Lisaks sellele on vajalik müra *impulsskorrigeerimine*.

A-ekvivalentase L_{Aeq} arvutatakse võrrandiga

$$L_{Aeq} = L_{AE} + K; \quad K = -10 \lg T_d + 10 \lg N$$

kus $T_d = 57\,600$ (päevase aja 7-23 kestvus 16 h sekundites) ja N = laskude arv.

Arvutustes kasutatud laskude arv võrdub reaalsete laskesagedustega (p 3.2)

Viimast tasemesuurust, C-heli ekspositsioonitaset L_{CE} vaadeldakse kui üksiku raskerelva lasu poolt põhjustatud hetkelist häirivust. Teisiti väljendades esindab see segavat häirimist, mis ei sõltu harjutuste ajalisest kestvusest ja laskude arvust. Käesoleval uuringus see suurus ei kehti kuna laskeharjutustel kasutati kerget relvi.

5.5 Impulsskorrigeerimine

Impulsskorrigeerimise (impulssmürale paranduse) kasutamise eesmärgiks on muuta tulistamismüra A-ekvivalenttaseme L_{Aeq} mõõtmis- või arvutustulemuste arvvaartust nii, et korrigeeritud väärtus on samaväärne tavalise keskkonnamüra, näiteks liikluse müra häirivusega – sellist korrigeeritud mürataseme nimetatakse müra hinnatud tasemeks (päevase ajavahemiku müra hinnatud tase L_d). Raskerelvade impulsskorrigeerimise suuruse kohta ei ole Euroopas ühtseid nõudeid.

Sotsiaalministri 4. märtsi 2002. a määruses nr 42 "Müra normtasemed elu- ja puhkealal, elamutes ning ühiskasutusega hoonetes ja mürataseme mõõtmise meetodid" [7] on toodud üks fikseeritud parandus impulssmürale, mis on $K_i = +5$ dBA. Sellist (väikest) parandust ei ole õhutorjekahurite ja raskekuulipildujate müra hindamisel otstarbekas kasutada.

Näiteks Soome Sotsiaal- ja Tervishoiuministeriumi asustustervishoiu juhend [8] määratleb kerge relvade tulistamismüra paranduseks impulssmürale +10 dB. Soome Kaitsejõud on teinud ettepaneku raskerelvade paranduse muutmiseks +9 dB-le [6]. Viimases ISO-standardis 1996-1:2003 [9] mainitakse tugevalt impulsilike helide parandust +12 dB, seda küll mitte standardi põhitekstis, vaid informatiivses lisas.

Käesoleva uuringu lõpptulemuste avaldamiseks on siiski vajalik valida mingisugune esialgne impulsskorrigeerimise väärtus. Siinkohal pakume välja kompromisslahenduse, mille kohaselt impulsskorrigeerimine oleks +10 dB: korrigeerimata A-ekvivalenttaseme L_{Aeq} kõver mürakaardil 45 dB vastab siis samaaegselt korrigeeritud väärtusele (müra hinnatud tasemele) $L_d = 55$ dB.

Kui arvestada Sotsiaalministri 4. märtsi 2002. a määruses nr 42 on toodud parandust impulssmürale +5 dBA, siis korrigeerimata A-ekvivalenttaseme L_{Aeq} kõver mürakaardil 45 dB vastab siis samaaegselt korrigeeritud väärtusele (müra hinnatud tasemele) $L_d = 50$ dB.

Vastavalt on lisas B esitatud korrigeerimata A-ekvivalenttaseme L_{Aeq} kõverad ja lisas C müra hinnatud tasemete kõverad, kus on arvestatud parandust impulssmürale +10 dB.

6 Tulemused

Tulistamismürast põhjustatud päevase aja (kell 07-23) A-ekvivalenttaseme L_{Aeq} mürakaart on välja toodud lisas B1, mis iseloomustab 12.2.2010 harjutuspäeva müraolukorda vastavalt laskesagedustele. Relvade maksimaalmüra C-heli ekspositsioonitaseme mürakaart on välja toodud lisas D. Mürakaardid esitavad harjutuspäeva reaalsel olukorda kergelt soodustavates ilmastikuoludes.

Kõik lisad on oma olemuselt tavapärased mürakaardid, kus tsoonid on kujutatud põhivärvidega 5 dB-ste astmetena. Lisas B esitatud arvutustulemustes *ei kajastu impulsskorrigeerimine* ja lisas C esitatud arvutustulemustes *kajastub impulsskorrigeerimine*.

6.1 Arvutuste ja mõõtmiste võrdlus

Kontrollpunktides mõõdetud ja arvutatud primaarsuuruste ehk C- ja A-heli ekspositsioonitasemete võrdlus on välja toodud tabelis 8. Võrdlus näitab, et helitaseme arvutustulemused on mõõdetud tasemetest üldiselt suuremad. Osaliselt on erinevused

isegi tähelepanuväärselt suured ja selle põhjuseks on harjutuspäeval valitsenud ilmastikutingimused (puhus tugev kirdetuul).

Tabel 8. Kontrollpunktide tulistamismüra arvutus- ja mõõtmistulemused [dB] (arvutused on sooritatud ühe detsimaali täpsusega, tulemused ümardatud).

punkt	C-heli ekspositsioonitase L_{CE}			A-heli ekspositsioonitase L_{AE}		
	arvutatud	mõõdetud	erinevus	arvutatud	mõõdetud	erinevus
Õhutõrjekahur ZU-23-2 „Sergei“ 23 mm						
P1:Peraküla	82	67	14	69	55	14
P2:Nõva	72	53	19	56	38	18
P3:Rannaküla	73	-	-	57	-	-
P4:Keibu	64	-	-	45	-	-
P5:Spithami	76	91	-15	64	67	-3
P7:Tusari	72	73	-1	56	45	11
P8:Tuksi	70	70	-1	52	48	4
Raskekuulipilduja Browning 12,7 mm						
P1:Peraküla	69	55	14	60	40	20
P2:Nõva	59	-	-	44	-	-
P3:Rannaküla	59	-	-	50	-	-
P4:Keibu	54	-	-	38	-	-
P5:Spithami	62	85	-23	51	58	-7
P7:Tusari	59	-	-	47	-	-
P8:Tuksi	57	-	-	42	-	-

Mõõtmistulemused osutavad, et õhutõrjekahurite laskmisel laskepositsioonist kirdes paiknevates Rannakülas ja Keibus ei olnud võimalik eristada laskmistegevusest põhjustatud müra; selle põhjuseks on tuule suund kirdest.

Raskekuulipilduja laskmisest põhjustatud müra oli võimalik eristada ainult Peraküla ja Spithami mõõtmispunktides. Ka siin on peamiseks põhjuseks tuule suund kirdest.

6.2 Võrdlus esialgse mürauringuga

Akukon 7493-1 ÕSMAAP Mürauringu müraarvutustes kasutatud perspektiivne Nõva harjutusala, mida on nimetatud „Nõva lääs“, oli esialgne laskepositsioon, mis ei ühti tegeliku laskealaga. Nõva laskeharjutuste läbiviimiseks on välja valitud RMK Peraküla telkimisala parkla ja sealt teostati ka 12.2.2010 laskeharjutused.

ÕSMAAP'i keskkonnamõju strateegilise hindamise mürauringu müraarvutustes on lisaks Õhutõrjedivisjoni relvadele modelleeritud ka suurtükiväegrupi poolt kasutatavaid relvi (155 mm kaliibriga välihaubitsad). Keskkonnamõju strateegilise hindamise käigus selgus, et Nõva Liivaneranna harjutusala ei ole välihaubitsate kasutamiseks sobilik ja vastavat tegevust käsitletaval alal ei plaanita.

ÕSMAAP'is toodud ja müraarvutustes kasutatud Õhutõrjedivisjoni relvade kasutuskoozumused iseloomustavad maksimaalmahtusid (raskekuulipilduja Browning 12,7 mm, 8500 lasku päevas, 2 päeva aastas; õhutõrjekahur ZU-23-2 „Sergei“ 6500 lasku päevas, 4 päeva aastas), mida igal laskeharjutusel ei saavutata. Näiteks 12.2.2010 harjutuspäeval tehti raskekuulipildujast Browning 12,7 mm 400 lasku ja õhutõrjekahuritest ZU-23-2 „Sergei“ 2100 lasku.

Vastavalt Kaitseministeeriumi andmetele on Õhutõrjediivisjonile planeeritud aastas 10 aktiivset laskeharjutuspäeva. Käesoleval hetkel ei ole teada mitut neist hakatakse Nõva Liivaranna harjutusalal läbi viima.

Lisas B2 on välja toodud RMK Peraküla parklas laskeharjutuspäeva tegevusest põhjustatud päevase aja (kell 07-23) A-ekvivalentaseme L_{Aeq} mürakaart, arvestades relvade maksimaalseid kasutuskoormusi. Mürakaartide B1 ja B2 erinevus on relvade laskesagedustes.

Kuna tegelik laskepositsioon on võrreldes ÕSMAAP'i aruandes esitatuga 1.5 km edelas, siis vastavalt on nihkunud ka mürataseme mõjutsoonid ning Nõva ja Rannaküla asulad on mõjutatud madalamate mürataseme poolt. RMK Peraküla telkimisala laskepositsiooni tuleb pidada soodsaks, kuna paikneb erinevate asulate vahepeal ja otseses mõjutsoonis on ainult üks asula – Peraküla.

6.3 Hinnang müra kahjulikkuse kohta

Üldiselt on Eesti Vabariigis keskkonnamüra alased nõuded on kehtestatud Sotsiaalministri 4.märtsi 2002. a määrusega nr 42 "Müra normtasemed elu- ja puhkealal, elamutes ning ühiskasutusega hoonetes ja mürataseme mõõtmise meetodid"[7].

Sotsiaalministri määruses nr 42 "Müra normtasemed elu- ja puhkealal, elamutes ning ühiskasutusega hoonetes ja mürataseme mõõtmise meetodid" ei ole käsitletud relvadest, lasketiirudest, harjutusväljadest tingitud müra normtasemeid. Võimaldamaks uuringu tulemusi võrrelda mingitegi Eestis kehtestatud müra normväärtustega, siis otsustati käesolevas uuringus harjutusvälja poolt tekitatud keskkonnamüra võrrelda määruses kehtestatud *tööstusmüra* normtasemetega; informatiivseks võrdluseks on uuringus käigus saadud tulemusi võrreldud Soome Kaitseväge soovitustega.

Määrus määratleb kolm mürataseme tüüpi:

- **Taotlustase** on määruse tähenduses müra tase, mis üldjuhul ei põhjusta häirivust ja iseloomustab häid akustilisi tingimusi.
- **Piirtase** on määruse tähenduses müra tase, mille ületamine võib põhjustada häirivust ja mis üldjuhul iseloomustab rahuldavaid (vastuvõetavaid) akustilisi tingimusi. Kasutatakse olemasoleva olukorra hindamisel ja uute hoonete projekteerimisel olemasolevatel hoonestatud aladel. Kui piirtase on ületatud, tuleb rakendada meetmeid müra vähendamiseks.
- **Kriitiline tase** on määruse tähenduses müra tase välisterritooriumil, mis põhjustab tugevat häirivust ja iseloomustab ebarahuldavat mürasituatsiooni.

Müra normtasemetega võrreldakse müra hinnatud taset L_{Req} . Müra hinnatud tase tähendab, et arvutatud või mõõdetud ekvivalentsele tasemele L_{Aeq} lisatakse vajadusel parandus sõltuvalt müra häirivusest. Kui hinnatav müra on impulssmüra või tonaalne müra, siis mõõdetud või arvutustulemustele lisatakse vastav parandus enne selle võrdlemist normtasemetega. Korraga rakendatakse ainult üht parandustegurit.

Kriitilised tasemed on kehtestatud liiklusrumürade ja tööstusrumürade. Neid kasutatakse olemasoleva olukorra hindamisel välismüraallikate vahetus läheduses. Uute müraühikute ehitamine kriitilise tasemega aladele on üldjuhul keelatud.

Müra normtasemeid võrreldakse müra hinnatud tasemega päevases ja öises ajavahemikus ja müra hinnatud tase ei tohi ületada normtasemeid. Määratud ajavahemikud on:

- päev 07-23 (sisaldab öhtuse ajavahemiku 19-23)
- öö 23-07.

Keskkonnamüra erinevad normtasemed uutel ja olemasolevatel aladel on esitatud tabelis 9.

Tabel 9. Keskkonnamüra normtasemed. Müra kirjeldaja on (hinnatud) ekvivalentne müra tase L_{Aeq} (dB).

	päeval	öösel
Taotlustase uuel alal		
Tööstusmüra	50	40
Taotlustase olemasoleval alal		
Tööstusmüra	55	40
Piirtase		
Tööstusmüra	60	45
Kriitiline tase		
Tööstusmüra	65	55

Käesolevas uuringus on planeeritaval Nõva Liivaneranna merele orienteeritud harjutusväljal toimuvast tegevusest põhjustatud müra tasemeid hinnatud võrreldes neid tööstusmüra taotlustasemetega uuel planeeritaval alal ($L_{Aeq} = 50$ dB) ja olemasoleval alal ($L_{Aeq} = 55$ dB); tegemist on tööstusmüra kõige rangemate nõuetega.

Eestis ei ole relvade müra kohta kehtestatud reaalseid normatiivseid väärtusi. Näiteks Soome Kaitsejõudude juhendis [6] on soovitatud järgmisi väärtusi:

- ühe juhtumi **C-heli ekspositsioonitase** $L_{CE} \leq 100$ dB
- päevase aja impulsskorregeeritud **A-ekvivalenttase** $L_d \leq 55$ dB

Tööstusmüra taotlustaseme väärtusele **50 dB** vastavad kõverad on lisades *roheline* värviga kujutatud tsoonide välisservad. Tööstusmüra taotlustaseme väärtusele olemasoleval alal **55 dB** (ühtib Soome Kaitsejõudude juhendis toodud soovitusliku väärtusega) vastavad kõverad on lisades *kollane* värviga kujutatud tsoonide välisservad.

Võimaliku rahurikkumise/häirimise objektidel ehk lähimates asustatud punktides saadi järgmised müra taseme arvutustulemused:

Nõva Liivaneranna harjutusala 12.2.10 harjutuspäeva arvutustulemused näitavad, et lähimates küldes soovitusliku väärtuse 55 dB ületamine esineb ainult Perakülas ($L_d = 65$ dB). Spithami ja Rannakülani ulatub 55 dB hinnatud müra taseme tsoon; teistes asulates jäävad hinnatud tasemed alla 55 dB.

Kui võrrelda 12.2.2010 mürakaarte B1 ja C1 maksimaalse kasutusega mürakaartidega B2 ja C2, siis maksimaalse kasutuse korral on müra tasemed Keibus, Spithamis, Perakülas ja Nõval ~5 dB ning Rannakülas ~10 dB kõrgemad.

Üksikute laskude maksimaalmüra **C-heli ekspositsioonitase** L_{CE} lisas D ei ületa soovituslikku väärtust **100 dB** lähimates küldades. Nagu ka varasemalt on välja toodud, siis L_{CE} kasutatakse raskete relvade mürahäiringu hindamiseks.

Mürakaartide välimine tsoon (*heleroheline*) 35-40 dB vastab müraolukorrale, mis on samane tavalisele taustmürale vaikes keskkonnas (nt. müratase elutoas, linnulaul metsas, liiklusrüüri tiheda liiklusega maanteest 1000 m kaugusel).

6.4 Tuule mõjust müratasemetele

Ilmastikutingimustel (eelkõige ebasoodne tuule suund) võib olla märgatav mõju müralevikule distantsidel mõnest sajast meetrist ja kaugemal; lähemal kui 100 meetri kaugusel müraallikast ei ole tuule suunal ja mõõdukal kiirusel (kuni 5 m/s) olulist mõju müratasemetele. Ebasoodne ilmastikutingimus on müraallika suhtes tugev vastutuul või pärituul: vastutuule korral on müratasemed mõnevõrra madalamad ja pärituule korral mõnevõrra kõrgemad. Mõõduka vastutuule ja pärituule vahest tingitud müratasemete erinevus võib olla kuni 4-5 dB.

Tugeva tuulena tuleks käsitleda tuulekiirust üle 10 m/s, mille juures müratasemed on oluliselt mõjutatud; sellise tuulekiiruse juures ei ole soovitatav teostada ka müratasemete mõõtmisi, kuna need ei kirjelda tegelikku keskmist olukorda (mõõtmisi soovitatakse teostada kuni tuulekiirusega 5 m/s). Kõva tuul tõstab ka üldist taustmüra taset – puude, haljastuse, lehtede liikumisest tingituna. Väga ebasoodsate tingimuste korral võib müratase erineda erinevate tuule suundade korral kuni 15-20 dB (oluline komponent on ka taustmüra tõus).

Mõõtmiste ajal 12.2.2010 saadud tulemused tõestavad sellist tuule mõju.

Vastavalt keskkonnamõju strateegilise hindamise aruandele on Nõva enamjaolt avatud lääne- ja põhjakaarte tuultele. Tugeva lääne tuule mõjul võimenduvad müratasemed idas ja kagus ning vähenevad läänes ja põhjas. Tugeva põhjakaare tuule mõjul võimenduvad müratasemed lõunas ning vähenevad läänes ja idas.

6.5 Müra ajaline esinemine

Laskeharjutuste iga-aastane arv, relvade kasutuskoormused mõjutavad elanike häiritavuse taset. Antud juhul oli reaalse laskeharjutuspäeva ja maksimaalse laskeharjutuse päeva relvade kasutuskoormuste erinevused märkimisväärsed.

Kui selguvad laskeharjutuste päevade arv ja keskmised relvade kasutuskoormused on võimalik koostada mürakaart, mis esindaks keskmist laskeharjutuspäeva. Selline kaart väljendaks pikaajalist müra mõju all olekut ehk antud juhul kogu aasta keskmist helitaset. Sellisel juhul mürast mõjutatus jaotatakse ehk „tasandatakse“ üle kogu aasta, mille tõttu väheneksid keskmise helitaseme A müratsoonid võrreldes maksimaalse kasutuskoormuse korral mitme detsibelli võrra. Kui planeeritud kasutus on ainult üksikute päevadel aastas, siis sellise „tasandatud“ mürakaardi kasutamine ei ole otstarbekas ja õigem on käsitleda üksiku harjutuspäeva müraolukorda.

7 Järeldused ja kokkuvõte

Relvade müra arvutamiseks kasutati rahvusvahelist keskkonnamüra ehk tööstusliku müra arvutamise mudelit ISO 9613-2. Uuringu tulemused kinnitasid, et

mudelarvutused prognoosivad helitasemeid, mis esinevad *müra levimist soodustavate* ilmastikuolude korral.

Nõva Liivaneranna harjutusala harjutuspäeva iseloomustas tugev tuul ja lumesadu, mis avaldas mõõtmistulemustele märkimisväärset mõju. Tänu sellele on arvutus- ja mõõtmistulemuste kõikumised vältimatult suured.

Nõva Liivaneranna harjutusala 12.2.10 harjutuspäeva arvutustulemused näitavad, et lähimates külades soovitusliku väärtuse 55 dB ületamine esineb ainult Perakülas ($L_d = 65$ dB). Spithami ja Rannaküla ulatub 55 dB hinnatud mürataseme tsoon; teistes asulates jäävad hinnatud tasemed alla 55 dB.

Üksikute laskude maksimaalmüra C-heli ekspositsioonitase L_{CE} lisas C ei ületa soovituslikku väärtust 100 dB lähimates külades.

Laskeharjutuste käigus läbi viidud vibratsiooni mõõtmised ei registreerinud laskmistegevusest põhjustatud vibratsiooni üheski mõõtmispunktis.

Tulemused on vaatamata tehnilistele probleemidele küllaltki selged ja kirjeldavad müraolukorda adekvaatselt.

Lõpuks tuleb tähelepanu juhtida asjaolule, et arvutuste ja kaardi müratasemete ebatäpsus kaugpunktides (müraallikast üle 1 km kaugusel) on suurtest vahemaadest tulenevalt üsna suur - ulatudes mitmetesse detsibellidesse (vt tabel 8, mis iseloomustab mõõdetud ja arvutatud heli ekspositsioonitasemete erinevust). Helitaseme arvutustulemused on mõõdetud tasemetest üldiselt suuremad. Vastavalt on väga kõikuv ka see, kus soovituslike väärtuste kõverad kulgevad. Maastikul võib kõikuvus olla mitmeid sadu meetreid. Näiteks tuule suund ja kiirus võivad muuta üksikute mürasündmuste müratasemeid 15-20 dB. Esitatud arvutused on tõesed (kaugpunktides 5 dB ulatuses), kui laskmissagedused vastavad esitatud lähteandmetele ja harjutusi ei teostata väga ebasoodsate ilmastikutingimuste juures.

Lisad

Lisa A: Mõõtmistulemused kontrollpunktides

Lisa B1: Laskeharjutuspäev, päeva (kl 7 – 23) A-heli ekvivalenttase L_{Aeq}

Lisa B2: Relvade maksimaalne kasutuskoormus, päeva (kl 7 – 23) A-heli ekvivalenttase L_{Aeq}

Lisa C1: Laskeharjutuspäev, päeva (kl 7 – 23) hinnatud müratase L_d

Lisa C2: Relvade maksimaalne kasutuskoormus, päeva (kl 7 – 23) hinnatud müratase L_d

Lisa D: Laskeharjutuspäev, relvade maksimaalmüra C-heli ekspositsioonitase L_{CE}

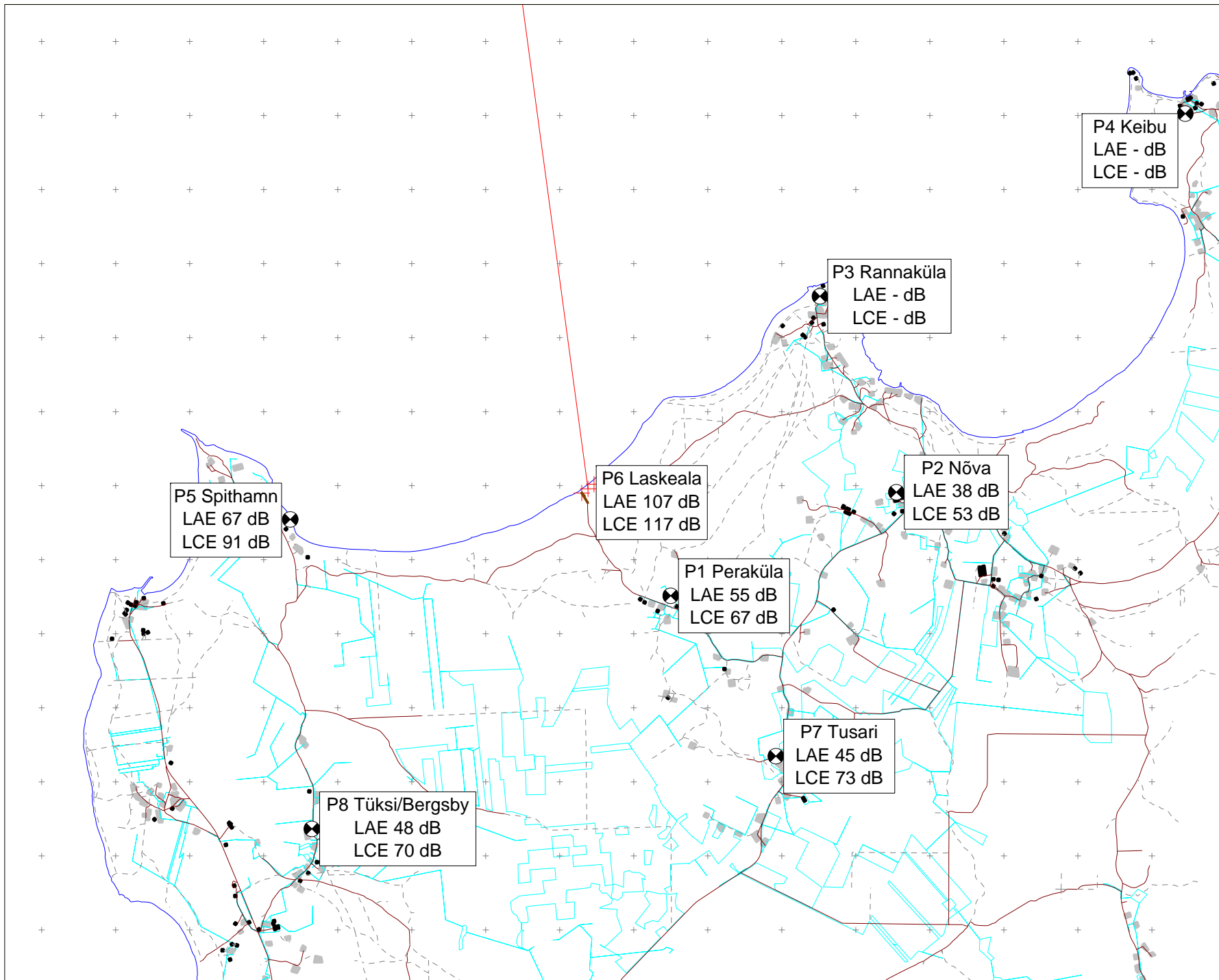
Lisa E: Relvade paiknemise skeem RMK Peraküla telkimisplatsi parklas (Eesti Kaitsevägi)

Viited

1. Akukon 7493-1 ÖSMAAP Mürauuring, 2/2008.
2. Akukon 7493-2 ÖSMAAP Laskmisest tingitud vibratsiooni mõju, 3/2009.
3. **ISO 9316-2:1996** Acoustics -- Attenuation of sound during propagation outdoors -- Part 2: General method of calculation. International Organization for Standardization, Geneve 1996.
4. Beregning af støjkonsekvensområder omkring forsvarets øvelseområder. *Vejledning fra Miljøstyrelsen 8:1997*. Kopenhagen 1997.
5. **NT ACOU 080**. Noise emission. Industrial plants. *Nordtest*, Espoo 1991.
6. Raskaiden aseiden ja räjähteiden aiheuttaman ympäristömelun arviointi. Ohje. *Puolustusvoimat*. Helsinki 2005.
7. Sotsiaalministeri 4.märtsi 2002. a määrus nr 42 "Müra normtasemed elu- ja puhkealal, elamutes ning ühiskasutusega hoonetes ja mürataseme mõõtmise meetodid".
8. Asumisterveysohje. Asuntojen ja muiden oleskelutilojen fysikaaliset, kemialliset ja mikrobiologiset tekijät. *Sosiaali- ja terveystieteiden oppaita 2003:1*. Helsinki 2003.
9. **ISO 1996-1:2003**. Acoustics – Description, measurement and assessment of environmental noise – Part 1: Basic quantities and assessment procedures. International Organization for Standardization, Geneve 2003.
10. Propagation, measurement and assessment of shooting noise, Timo Markula, TKK 2005.

Nõva Liivaneranna
Müra- ja vibratsiooniuuring
Õhutorjekahur 23 mm "Sergei"
Laskeharjutuspäev 12.2.2010
Mõõtmistulemused

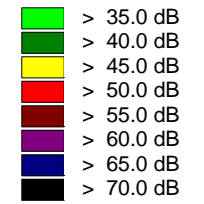
Mõõtkava:
1:70000 (A4)



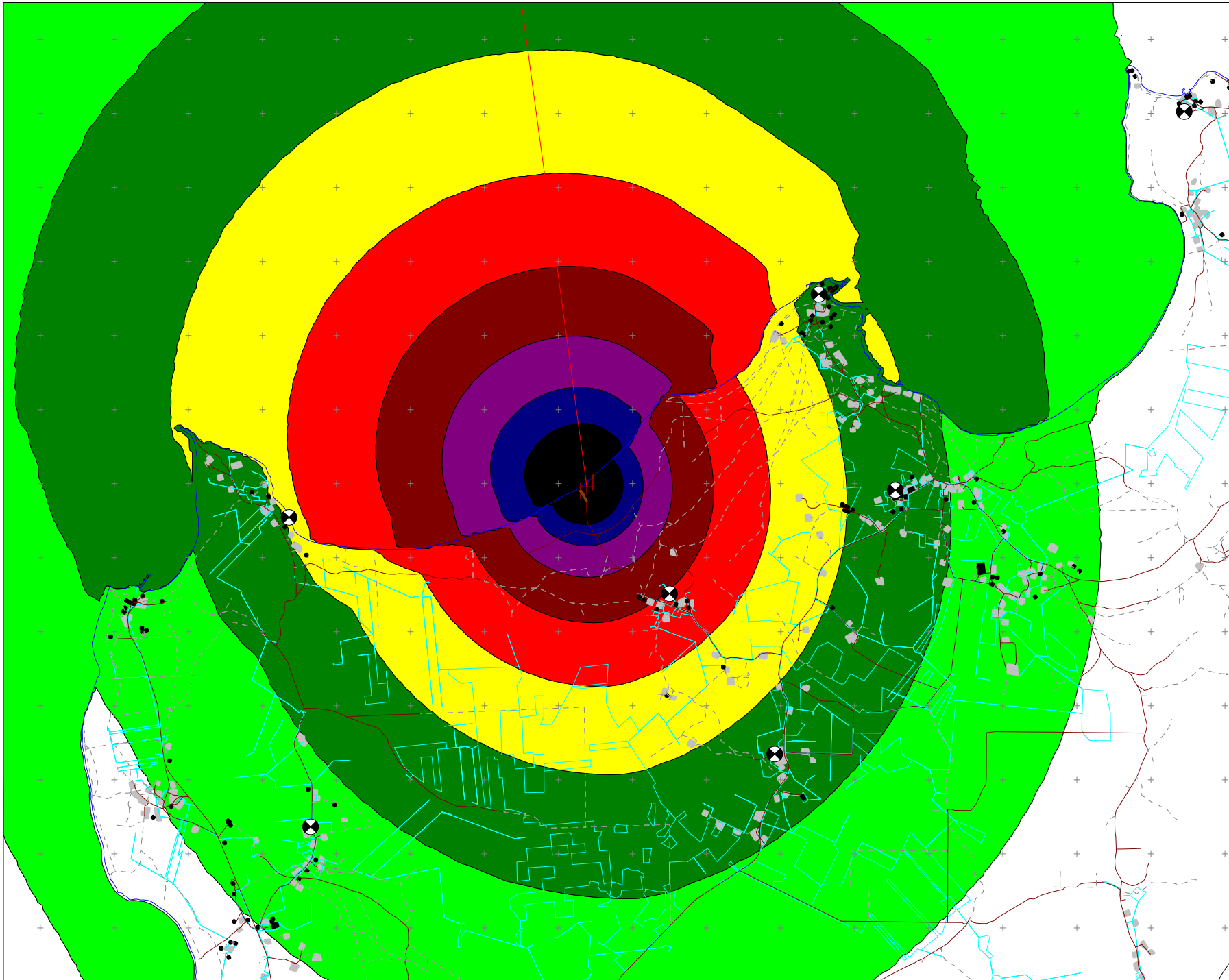
Nõva Liivaneranna
Müra- ja vibratsiooniuuring
Laskeharjutuspäev 12.2.10

Õhutõrjekahur 23 mm "Sergei"
2100 ls
Raskekuulipilduja 12,7 mm Browning
400 ls

Ekvivalentne müratase
Päev (07-23) L_{Aeq}



Mõõtkava:
1:70000 (A4)

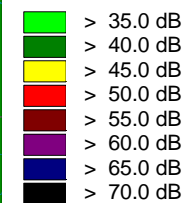


Nõva Liivaneranna
Müra- ja vibratsiooniuring
Relvade maksimaalne
kasutuskoormus

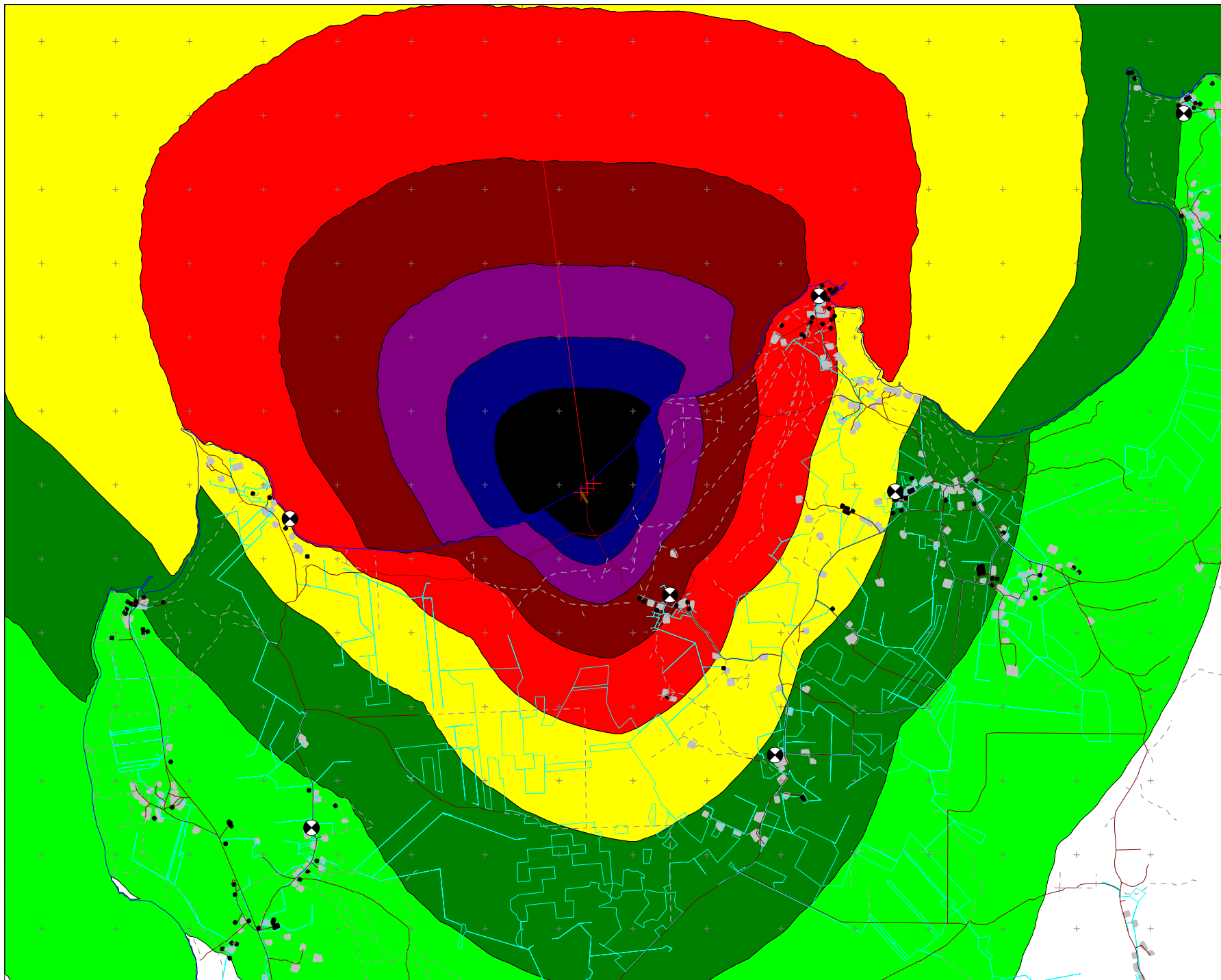
Õhutõrjekahur 23 mm "Sergei"

Raskekuulipilduja 12,7 mm Browning

Ekvivalentne müratase
Päev (07-23) L_{Aeq}



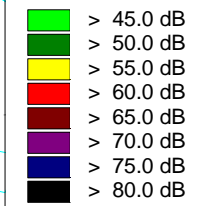
Mõõtkava:
1:70000 (A4)



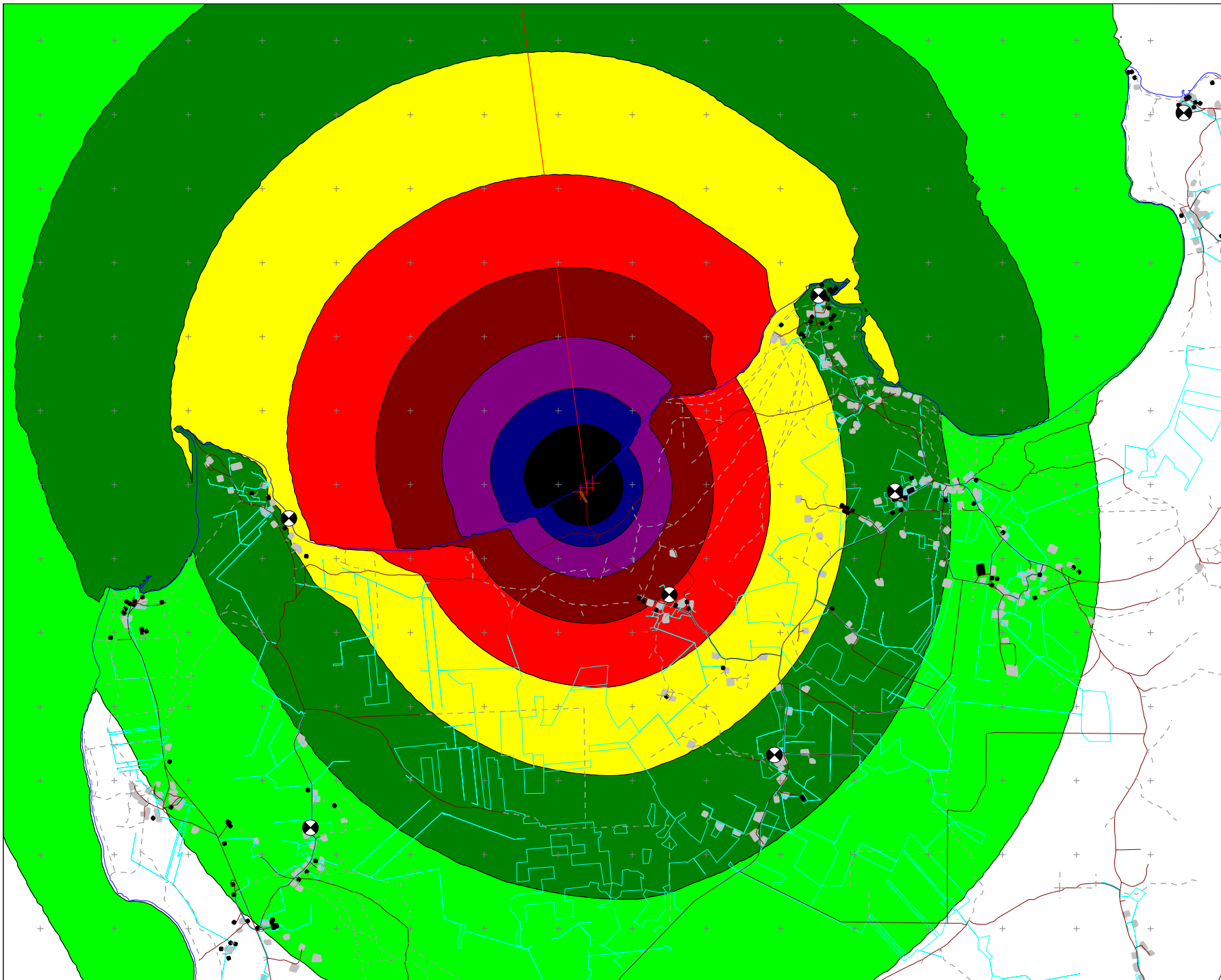
Nõva Liivaneranna
Müra- ja vibratsiooniuuring
Laskeharjutuspäev 12.2.10

Õhutõrjekahur 23 mm "Sergei"
2100 ls
Raskekuulipilduja 12,7 mm Browning
400 ls

Hinnatud müratase
Päev (07-23) L_d



Mõõtkava:
1:70000 (A4)

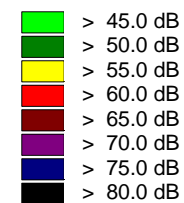


Nõva Liivaneranna
Müra- ja vibratsiooniuring
Relvade maksimaalne
kasutuskoormus

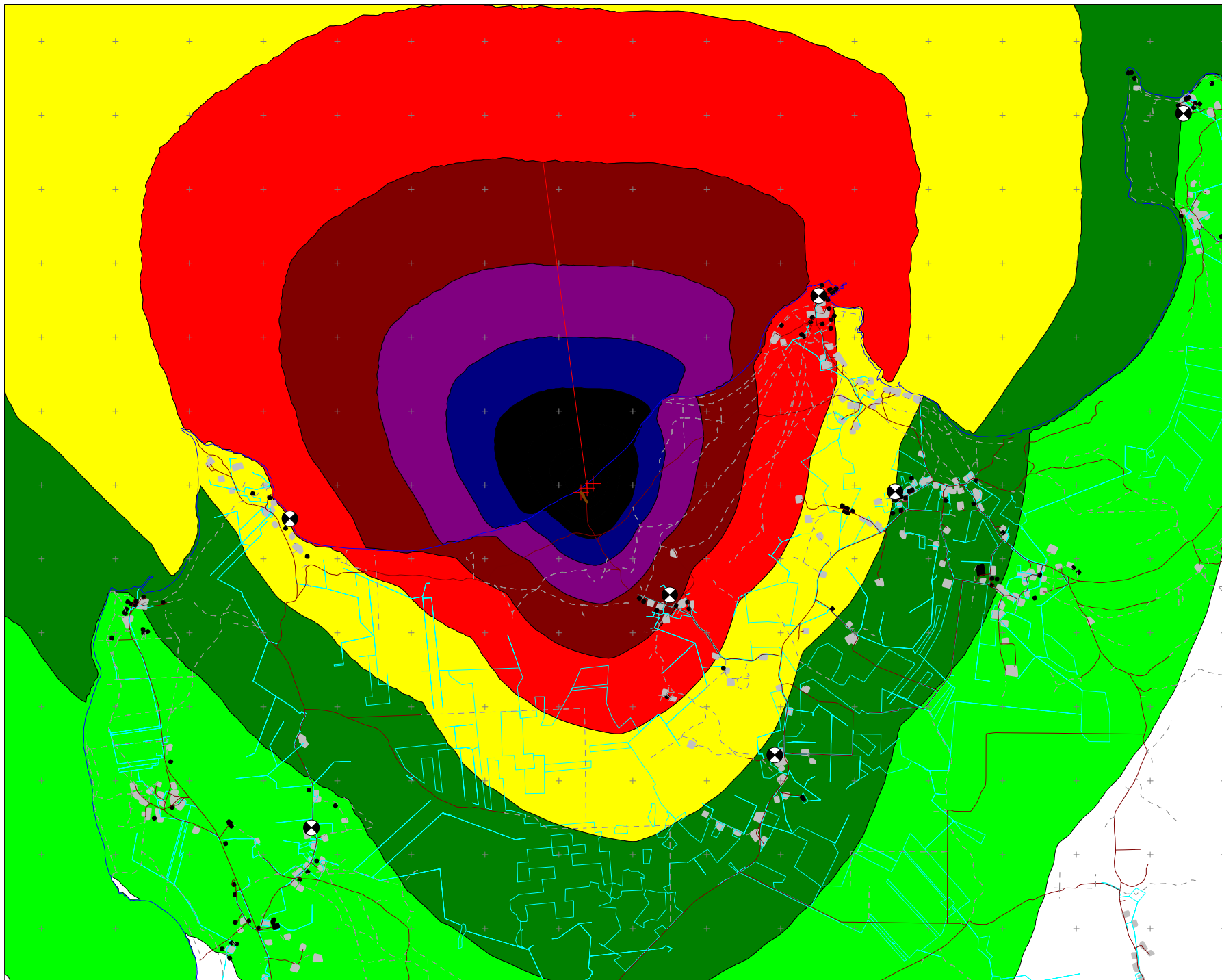
Õhutõrjekahur 23 mm "Sergei"

Raskekuulipilduja 12,7 mm Browning

Hinnatud müratase
Päev (07-23) L_d



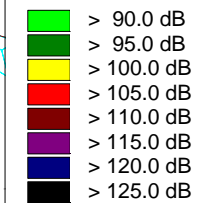
Mõõtkava:
1:70000 (A4)



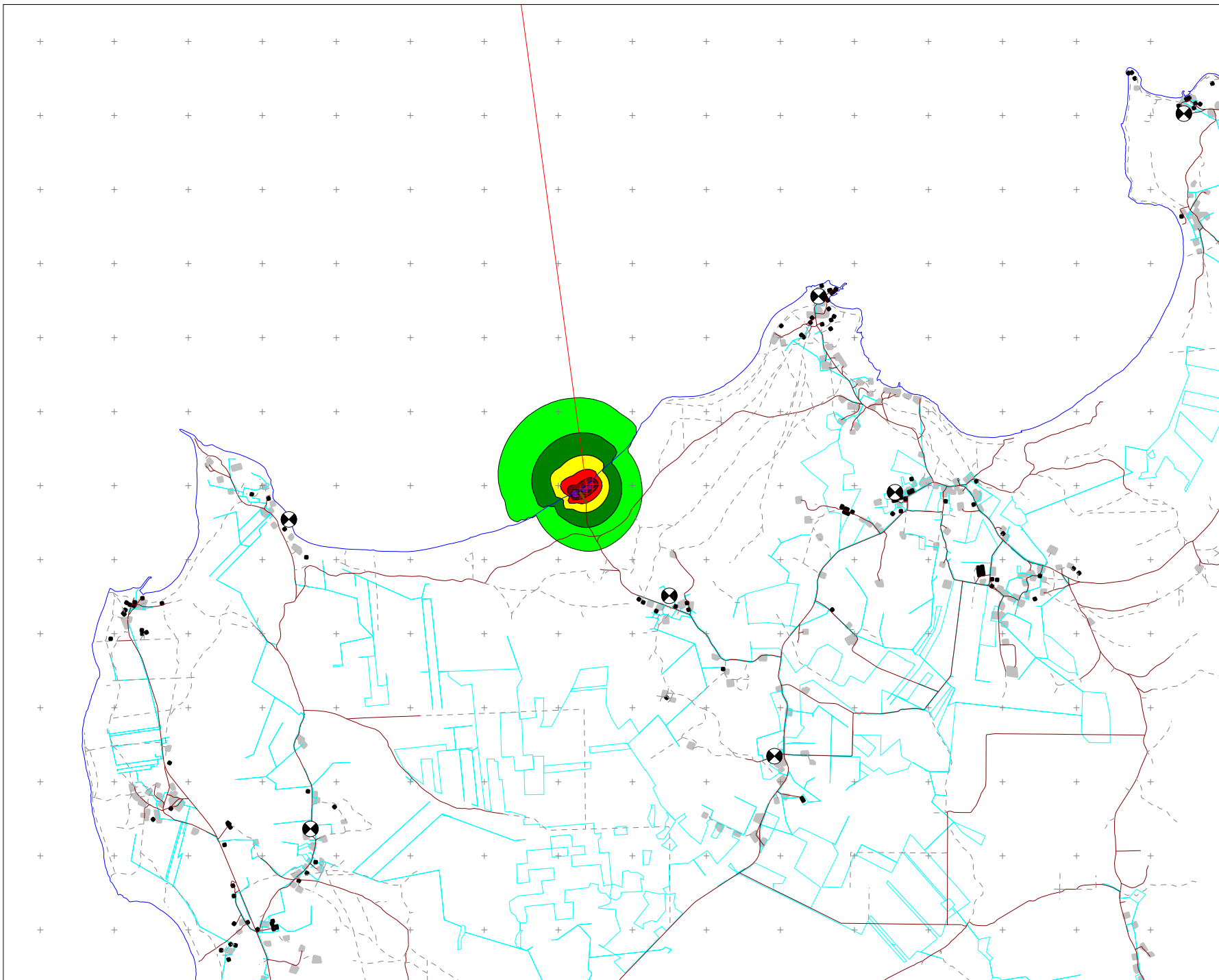
Nõva Liivaneranna
Müra- ja vibratsiooniuuring
Laskeharjutuspäev 12.2.10

Õhutõrjekahur 23 mm "Sergei"
Raskekuulipilduja 12,7 mm Browning

Kaalutud C-heli
ekspositsioonitase L_{CE}



Möötkava:
1:70000 (A4)



PERAKÜLA TELKIMISALA KASUTUSSKEEM

