

HARJUTUSVÄLJADE MÜRATASEMETE
KATEGORISEERIMINE

EKSPERTHINNANG

TELLIJA

Skepast&Puhkim OÜ
Laki põik 2, 12915 Tallinn
Reg.kood: 11255795
Tel.: +372 664 5808 e-post: info@skpk.ee
www.skpk.ee

KOOSTAJA

Kajaja Acoustics OÜ
Laki põik 2, 12915 Tallinn, Eesti
Reg.kood: 11485414
Tel.: +372 5626 4614, e-mail: info@kajaja.ee
www.kajaja.ee

VASTUTAV KONSULTANT

Eteri Eha | keskkonnamüra valdkonna juht
eteri.eha@kajaja.ee
/allkirjastatud digitaalselt/

KONSULTANDID

Marko Ründva | juhatuse liige
marko.ryndva@kajaja.ee

KUUPÄEV:

04.10.2024

DOKUMENDI KONTROLL:

staatus	versioon	kommentaariid	kuupäev	autor
	1	saadetud Tellijale	19.08.2024	M. Ründva
	2	täiendatud vastavalt Tellija kommentaaridele	04.10.2024	M. Ründva

KOKKUVÕTE

Käesolev dokument sisaldab ettepanekut Eesti harjutusväljade kasutamisel tekkiva müra kategoriseerimiseks ning seeläbi elanikkonna teavitamise parendamiseks.

Müra kategoriseerimisel võeti arvesse:

- harjutusväljadel võimaluse korral rakendatavat 500 m laiust puhvertsooni harjutusvälja piirist;
- relvade müraemissioone;
- relvade tuletatud tüüpilisi kasutuskoormuseid ja vastavate olukordade poolt tekitatud müra kriitilise taseme piiri kauguse levikut;
- suurekaliibriliste relvade üksik mürasündmuse maksimaalse C-korrigeeritud heli ekspositsiooni taseme kriitilise taseme piiri kauguse levikut.

Analüüsi tulemusena töötati välja neli erinevat mürakategooriat, mis on järgnevad:

Madal müratase

Madalama mürataseme kriteeriumiks määrati olukorrad, kus väikese kaliibriliste relvade hinnatava mürataseme kriitilise taseme piiri $L_d = 65$ dB kaugus on ≤ 500 m müraallikast.

Madalaks müratasemeks saab seega lugeda taktikaõppuseid ning harjutusi, mille käigus kasutatakse relvi mille helienergiatase on $L_E \leq 145$ dB.

Hinnatavatest relvadest kuuluvad sinna alla:

- 5,56 mm automaatrelvad Rahe-20 ja Galil
- 7,62 mm automaatrelv AK-4
- 7,62 mm kuulipilduja MG-3
- 8,6 mm snaiprirelv Sako TRG-42
- 9 mm püstol HK USP

Keskmine müratase

Keskmise mürataseme kriteeriumiks määrati olukorrad, kus väikese kaliibriliste relvade hinnatava mürataseme kriitilise piiri $L_d = 65$ dB kaugus on ≥ 500 m müraallikast ja olukorrad, kus suurekaliibriliste relvade üksiku mürasündmuse maksimaalse C-korrigeeritud heli ekspositsiooni taseme taotlustaseme piir $L_{CE} = 100$ dB jääb ≤ 500 m kaugusele müraallikast.

Keskmiseks müratasemeks saab lugeda harjutusi, mille käigus kasutatakse relvi, mille helienergiatase on $L_E \leq 160$ dB.

Hinnatavatest relvadest kuuluvad sinna alla:

- 12,7 mm raskekuulipilduja Browning M2
- Soomuki CV9035 pardarelv 35 mm Bushmaster
- 81 mm miinipilduja

Vastavalt militaarmüra regulatsiooni ptk 3.4 „Lõhkamistest põhjustatud müratasemete levik“ toodud tabelile 1. kuulub siia alla ka ≤ 100 g TNT lõhkamine.

Kõrge müratase

Kõrge mürataseme kriteeriumiks määrati olukorrad, kus suure kaliibriliste relvade üksiku mürasündmuse maksimaalse C-korrigeeritud heli ekspositsiooni taseme taotlustaseme piiri $L_{CE} = 100$ dB kaugus müraallikast jääb vahemikku 500 – 2100 m.

Kõrgeks müratasemeks saab lugeda harjutusi, mille käigus kasutatakse relvi, mille helienergiatase on $L_E \leq 178$ dB.

Hinnatavatest relvadest kuuluvad sinna alla:

- 84 mm tankitõrjegranaadiheitja Carl-Gustav M2
- 120 mm tank Abrams

- 120 mm miinipilduja

Vastavalt militaarmüra regulatsiooni ptk 3.4 „Lõhkamistest põhjustatud müratasemete levik“ toodud tabelile 1. kuulub siia alla ka ≤ 2 kg TNT lõhkamine.

Väga kõrge müratase

Väga kõrge mürataseme kriteeriumiks määrati olukorrad, kus suure kaliibriliste relvade üksiku mürasündmuse maksimaalse C-korrigeeritud heli ekspositsiooni taseme taotlustaseme piir $L_{CE} = 100$ dB jääb ≥ 2100 m kaugusele müraallikast.

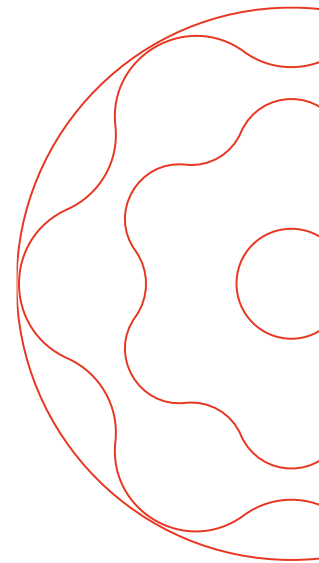
Väga kõrgeks müratasemeks saab lugeda harjutusi, mille käigus kasutatakse relvi, mille helienergiatase on $L_E \geq 179$ dB.

Hinnatavatest relvadest kuuluvad sinna alla:

- 155 mm liikursuurtükk K9 Kõu
- Spike NLOS relvasüsteem

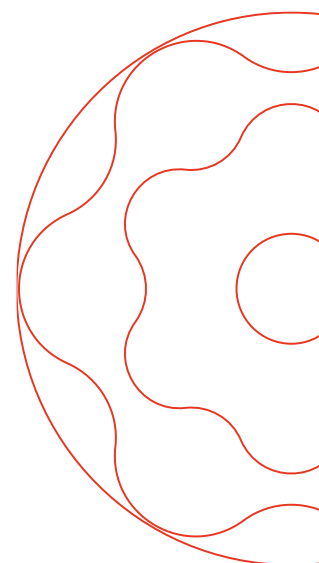
Vastavalt militaarmüra regulatsiooni ptk 3.4 „Lõhkamistest põhjustatud müratasemete levik“ toodud tabelile 1. kuulub siia alla ka > 2 kg TNT lõhkamine.

Meeles peab pidama, et suurõppuste või märkimisväärselt suurema kasutuskoormuse korral võib relv tekitatava müra tõttu kuuluda kõrgemasse müra kategooriasse.



SISUKORD

KOKKUVÕTE	3
1. SISSEJUHATUS	6
2. MILITAARMÜRA REGULATSIOON	6
3. METOODIKA	7
3.1 HINDAMISEKS ALUSEKS KASUTATUD RELVAD.....	8
3.2 ARVESTATUD KASUTUSKOORMUSED.....	21
4. TULEMUSED	21
5. MÜRATASEMETE KATEGOORIAD	22
5.1 MADAL MÜRATASE.....	22
5.2 KESKMINE MÜRATASE.....	23
5.3 KÕRGE MÜRATASE.....	23
5.4 VÄGA KÕRGE MÜRATASE.....	23
VIITED	25



1. SISSEJUHATUS

Eestis on asutatud seitse harjutusvälja: Kaitseväe keskpõlvüüoon, Nursipalu, Sirgala, Kikepera, Klooga, Männiku ja Soodla harjutusväljad. Lisaks asub üle Eesti mitmeid Kaitseväe ja Kaitseliidu lasketiire ning muid harjutusalasid. Kaitseväe ja Kaitseliidu harjutusväli on maa- või mereala koos selle kohal oleva õhuruumiga ja seal asetsevate väljaõppeehitistega. Harjutusväljadel korraldatakse laskmisi ja lõhketöid, katsetatakse relvi, lahingumoonu ja muud tehnikat.¹

Uuringud on näidanud, et kogukonna eelnev teavitamine või hoiatus valju müra sündmuse kohta (sh militaarmüra sündmused) võib oluliselt vähendada selle tajutavat häirivust ja negatiivset mõju inimestele (Brink & Wunderli, 2010).

Töö eesmärgiks on pakkuda välja universaalne müra kategoriseerimise plaan, mida saaks kasutada kõikidel Eesti harjutusväljadel ning mille alusel saab elanike paremini teavitada harjutusvälja kasutamisel tekkivast müratasemest.

2. MILITAARMÜRA REGULATSIOON

Kuigi riigikaitse tegevusega tekitatud müra ei ole seadusandlikul tasemel reguleeritud, on Kaitseministeeriumi initsiatiivil koostatud militaarmüra regulatsioon (Riigi Kaitseinvesteeringute Keskus, uuendatud 07.08.2019), mis on Eestis peamine militaarmüra käsitlev dokument. Regulatsioon kehtestab soovituslikud militaarmüra normtasemed müratundlike objektide (hoonete) juures ja ühtsed alused uuringute tegemiseks.

Militaarmüra regulatsiooni seisukohalt on militaarmüra allikateks erinevad Kaitseväe ja Kaitseliidu kasutuses olevad relvad, lõhkevahendid ja pürotehnilised imitatsioonivahendid. Militaarmüra regulatsioonis on müraallikad jagatud oma iseloomu alusel kaheks: väikesekaliibrilised (kõik relvad, mille kaliiber on <20 mm, lisaks pürotehnilised imitatsioonivahendid, käsigranaadid ja lõhkelaengud, mille kaal on <50 g TNT ekvivalent) ja suurekaliibrilised relvad (kõik relvad, mille kaliiber on ≥20 mm, lisaks pürotehnilised imitatsioonivahendid, käsigranaadid ja lõhkelaengud, mille kaal on ≥50 g TNT ekvivalent), millele rakendatakse erinevaid nõudeid

Militaarmüra regulatsioonis rakendatakse ühte soovituslikku normtasemet – aktiivse harjutuspäeva kriitiline tase (tabel 1), mida rakendatakse nii olemasolevatel kui ka uutel aladel, mis paiknevad harjutusväljade lähedal.

Kriitiline tase – müratase, 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.

Tabel 1. Militaarmüra regulatsiooni soovituslikud normtasemed

	ajavahemik	kriitiline tase [dB]
väikese- ja suurekaliibrilised relvad	päev (L_d)	65
	öö (L_n)	55

Lisaks on regulatsioonis määratletud eraldi suurekaliibriliste relvade jaoks kasutatav üksiku mürasündmuse maksimaalse C-korrigeeritud heli eksoptsioonitaseme (kasutatav indikaator on L_{CE} [dB]) soovituslik normtase (tabel 2).

Tabel 2. Militaarmüra regulatsiooni soovituslikud normtasemed

	ajavahemik	taotlustase [dB]
suurekaliibrilised relvad	päev (L_{CE})	100
	öö (L_{CE})	90

¹ [Harjutusväljad](#)

3. METOODIKA

Mürakategooriate välja pakkumiseks vaadeldi Eesti harjutusväljadel peamiste kasutatavate relvade müraemissioone.

Samuti teostati militaarmüra modelleerimine. Väikese kaliibriliste relvade arvutussuurusena kasutati pikaaegse müraolukorra hindamiseks aktiivse harjutuspäeva A-korrigeeritud müra hinnatud taset $L_{A,r,ti}$ (tähistus päevasel ajavahemikul vastavalt L_d), kus müraallikatest põhjustatud arvatud ekvivalentsele A-korrigeeritud helirõhutasemele $L_{Aeq,ti}$ lisati impulsskorrektsioon K_i sõltuvalt müraallikate iseloomust. Väiksekaliibriliste relvade põhjustatud arvutuslikele ekvivalenttasemetele lisati impulsskorrektsioon +12 dB. Lisaks teostati müraleviku sumbumise määratlemiseks enamike vaadeldud suurekaliibriliste relvade üksik laskude mürasündmuse maksimaalse C-korrigeeritud heli ekspositsioonitaseme L_{CE} modelleerimine.

Kuna harjutusväljade kasutamine toimub peamiselt siiski päevasel ajal on hindamise aluseks võetud militaarmüra regulatsioonis toodud päevaste aegade kriitiline tase $L_d = 65$ dB ja taotlustase $L_{CE} = 100$ dB.

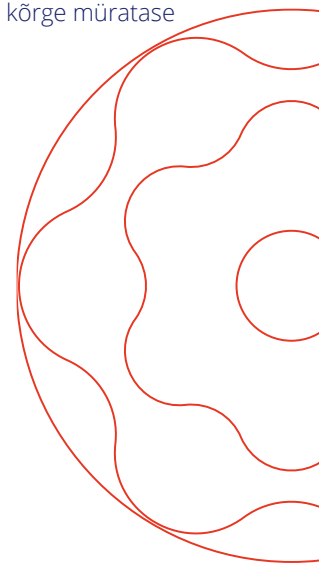
Müra modelleerimine teostati spetsiaaltarkvaraga DataKustik CadnaA 2024 MR1. Müra modelleerimiseks kasutati arvutusmeetodit ISO 9613-2 „Akustika. Heli sumbumine välistingimustes leviku korral. Osa 2: Üldine arvutusmeetod“, mis on rahvusvaheline üldine keskkonnamüra arvutamise mudel ning vastab militaarmüra regulatsiooni kontseptsioonis toodud soovitudele.

Olgugi, et teatud mürasündmused saavad toimuda kogu harjutusala ulatuses sõltuvalt konkreetse harjutuse iseloomust ning konkreetseid laskepositsioone pruugi olla kehtestatud, siis konservatiivse lähenemisena on nende puhul eeldatud siiski ühte kindlat laskepositsiooni ning müraallikad on akustilisse mudelisse sisestatud punktmüraallikatena.

Müraallikate kõrgusliku paiknemise osas on lähtutud järgnevatest eeldustest:

- automaatreelv R-20 ja Galil: 0,8 m kõrgusel maapinnast;
- automaatreelv AK-4: 0,8 m kõrgusel maapinnast;
- kuulipilduja MG-3: 0,3 m kõrgusel maapinnast;
- snaipireelv SAKO TRG-42: 0,3 m kõrgusel maapinnast;
- püstol Heckler&Koch (HK) USP: 1,5 m kõrgusel maapinnast;
- raskekuulipilduja Browning M2: 0,5 m kõrgusel maapinnast;
- tankitõrjegranaadiheitja Carl-Gustav M2: 0,8 m kõrgusel maapinnast;
- soomuki CV90 pardareelv Bushmaster: 2,1 m kõrgusel maapinnast;
- 81 mm ja 120 mm miinipilduja: 1 m kõrgusel maapinnast;
- tank Abrams: 2,0 m kõrgusel maapinnast;
- liikursuurtükk K9 Kõu: 6,0 m kõrgusel maapinnast.

Analüüsi käigus töötati välja neli erinevat müra kategooriat: madal müratase, keskmine müratase, kõrge müratase ja väga kõrge müratase.



3.1 HINDAMISEKS ALUSEKS KASUTATUD RELVAD

5,56 mm Automaatrelv R-20 Rahe ja 5,56 mm automaatrelev Galil



Joonis 1. Automaatrelev R20, kaliiber 5,56 mm (allikas: <https://mil.ee/kaitsevagi/tehnika/relvad/>)



Joonis 2. Automaatrelev Galil AR, kaliiber 5,56 mm (allikas: <https://mil.ee/kaitsevagi/tehnika/relvad/>)

Teadaolevalt ei ole Eestis R-20 mõõtmisi eraldi läbi viidud. Antud töös on R-20 emissioonidena kasutatud sama kaliibriga automaatrelva Galil emissioonitasemeid. Emissiooniandmed pärinevad 2012.a Akukon Oy Eesti filiaali tööst „Kaitseväe Männiku harjutusvälja 600m lasketiir“.

Tabel 3. 5,56 mm automaatrelvade R20 ja Galil kaalumata helienergiatase L_E [dB]

suund/Hz	31,5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
0°	118	121	128	137	140	132	131	127	128
45°	115	117	123	133	136	131	129	125	121
90°	111	120	127	133	132	131	128	126	122
135°	105	113	120	127	125	125	120	120	117
180°	104	113	119	126	124	124	117	119	117

7,62 mm Kuulipilduja MG-3



Joonis 3. Kuulipilduja MG-3, kaliiber 7,62 mm (allikas: <https://mil.ee/kaitsevagi/tehnika/relvad/>)

MG-3 emissiooniandmed pärinevad tellija poolt esitatud andmetest. Samu andmeid on kasutatud ka 2021. a. OÜ Alkraneli töös „Sirgala harjutusvälja projekteerimistöde keskkonnamõju hindamine. Müra modelleerimine“.

Tabel 4. 7,62 mm kuulipilduja (MG-3) kaalumata helienergiatase L_E [dB]

suund/Hz	31,5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
0°	111	122	135	139	145	140	139	136	137
45°	109	121	133	137	143	139	136	132	129
90°	108	119	131	133	139	135	135	130	128
135°	98	113	123	133	130	121	118	119	115
180°	98	113	122	133	128	117	111	115	112

7,62 mm automaatrelv AK-4



Joonis 4. Automaatrelv AK-4, kaliiber 7,62 mm (allikas: <https://mil.ee/kaitsevagi/tehnika/relvad/>)

Emissiooniandmed pärinevad 2012.a Akukon Oy Eesti filiaali tööst „Kaitseväe Männiku harjutusvälja 600m lasketiir“.

Tabel 5. 7,62 mm automaatelva (AK-4) kaalumata helienergiatase L_E [dB]

suund/Hz	31,5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
0°	119	122	128	138	141	133	132	128	129
45°	119	121	128	137	140	135	133	129	125
90°	112	121	128	134	133	132	128	137	123
135°	110	118	125	131	130	129	124	124	121
180°	107	116	122	129	126	126	120	122	120

8,6 mm Snaipirelv Sako TRG-42



Joonis 5. Snaipirelv Sako TRG-42, kaliiber 8,6 mm (allikas: <https://mil.ee/kaitsevagi/tehnika/relvad/>)

Tellija poolt esitatud andmestikus puudusid antud relva emissioonitasemed ning puudus ka otsene analoog. Käesolevas töös kasutati snaipirelva andmetena Galili emissioone, millele on lisatud parandustegur +6 dB.

Tabel 6. 8,6 mm snaipirelva SAKO TRG-42 kaalumata helienergiatase L_E [dB]

suund/Hz	31,5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
0°	124	127	134	143	146	13	137	133	134
45°	121	123	129	139	142	137	135	131	127
90°	117	126	133	139	138	137	134	132	128
135°	111	119	126	133	131	131	126	126	123
180°	110	119	125	132	130	130	123	125	123

9 mm püstol Heckler&Koch USP



Joonis 6. Püstol Heckler&Koch (HK) USP, kaliiber 9 mm (allikas: <https://mil.ee/kaitsevagi/tehnika/relvad/>)
Emissiooni andmed pärinevad 2007. a. Akukon Oy Eesti filiaali tööst „Klooga harjutusväli. Mürauuring“.

Tabel 7. 9 mm püstoliga (HK USP) kaalumata helivõimsustase L_{Jz} [dB]

suund/Hz	31,5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
0°	104	114	123	135	141	142	144	139	137
45°	97	107	119	130	136	136	131	126	119
90°	93	103	114	125	132	131	127	123	120
135°	88	103	114	120	124	126	119	115	110
180°	88	101	112	121	120	124	114	109	105

12,7 mm Raskekuulipilduja Browning M2

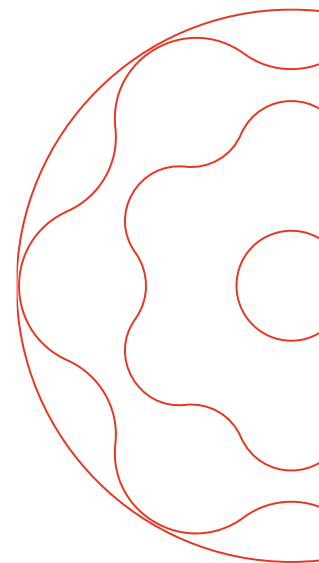


Joonis 7. Raskekuulipilduja Browning M2, kaliiber 12,7 mm (allikas: <https://mil.ee/kaitsevagi/tehnika/relvad/>)

Tellija poolt esitatud andmestikus puudusid antud relva emissioonitasemed. Antud töös on kasutatud Norras teostatud analoogse 12,7 mm kaliibriga relva NM218 mm kohta teostatud emissioonide mõõtmise andmeid.²

Tabel 8. 12,7 mm raskekuulipilduja Browning M2 kaalumata helienergiatase L_E [dB]

suund/Hz	31,5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
0°	133	142	150	151	145	144	140	137	135
45°	131	139	146	149	145	143	139	136	135
90°	126	132	139	143	142	140	136	134	132
135°	122	126	134	134	134	136	132	129	127
180°	122	124	132	130	129	134	130	127	125



² [Norras teostatud NM218 12,7mm emissioonide mõõtmised](#)

81 mm miinipilduja



Joonis 8. Miinipilduja M252 (allikas: <https://mil.ee/kaitsevagi/tehnika/relvad/>)

Miinipilduja emissiooniandmed pärinevad Tellija poolt esitatud andmetest. Samu andmeid on kasutatud töös „Nursipalu harjutusvälja laiendamise mürauuring“ (Akukon Eesti OÜ, töö nr 230605-1-A, 03.06.2024).

Tabel 9. 81 mm miinipilduja lasu kaalumata helienergiatase L_E [dB]

suund/Hz	31,5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
-	127	138	145	152	142	141	138	135	131

Tabel 10. 81 mm miinipilduja tabamuse kaalumata helienergiatase L_E [dB]

suund/Hz	31,5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
-	159	160	157	152	149	148	146	143	140

84 mm Tankitõrjegranaadiheitja Carl-Gustav M2



Joonis 9. Tankitõrjegranaadiheitja Carl-Gustav M2 (allikas: <https://mil.ee/kaitsevagi/tehnika/relvad/>)

Tankitõrjegranaadiheitja Carl-Gustav M2 emissiooniandmed pärinevad Tellija poolt esitatud andmetest, originaalselt 2007.a Akukon Oy Eesti filiaali tööst „Nursipalu harjutusväli. Granaadiheitjate müramõõtmised ja mürakaardistamine“. Antud töös on Tellija esitatud andmed viidud vastavusse värskemates Eestis koostatud militaarmüra hinnangutes („Nursipalu harjutusvälja teede ja väljaõpperajatiste ehitusprojekt. Keskkonnamõju hindamine. Militaarmüra hindamine“ (Akukon Oy Eesti filiaal, töö nr 160893-1, 20.04.2017) ning „Nursipalu harjutusvälja mürauring“ (Akukon Eesti OÜ, töö nr 200583-1, 28.05.2020)) kasutatud emissiooniandmetega.

Tabel 11. 84 mm tankitõrjegranaadiheitja Carl-Gustav M2 kaalumata helienergiatase L_E [dB]

suund/Hz	31,5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
0°	157	164	159	161	156	153	149	146	145
45°	157	164	159	161	156	153	149	146	145
90°	157	164	159	161	156	153	149	146	145
135°	162	169	168	167	163	157	153	151	147
180°	162	169	168	166	164	155	153	150	148

120 mm miinipilduja



Joonis 10. Miinipilduja m/41D (allikas: <https://mil.ee/kaitsevagi/tehnika/relvad/>)

Miinipilduja emissiooniandmed pärinevad Tellija poolt esitatud andmetest. Samu andmeid on kasutatud töös „Nursipalu harjutusvälja laiendamise mürauuring“ (Akukon Eesti OÜ, töö nr 230605-1-A, 03.06.2024).

Tabel 12. 120 mm miinipilduja lasu kaalumata helienergiatase L_E [dB]

suund/Hz	31,5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
-	147	149	148	147	144	141	138	135	132

Tabel 13. 120 mm miinipilduja tabamuse kaalumata helienergiatase L_E [dB]

suund/Hz	31,5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
-	167	165	162	158	162	165	162	158	154

Soomuki CV9035 pardarelv 35 mm Bushmaster



Joonis 11. Soomuk CV9035, pardarelv 35 mm Bushmaster (allikas: <https://mil.ee/kaitsevagi/tehnika/transport/>)
Antud töös on kasutatud Norras analoogse relva CV90 kohta teostatud emissioonide mõõtmise andmeid.³

Tabel 14. 35 mm jalaväe lahingumasina CV90 pardarelva Bushmaster kaalumata helienergiatase L_E [dB]

suund/Hz	31,5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
0°	144	150	154	151	150	147	145	143	141
45°	144	150	154	152	149	148	146	142	141
90°	143	149	154	155	148	148	145	142	140
135°	143	148	153	154	148	146	144	141	139
180°	143	147	152	152	148	145	143	140	139

³ [Norras läbiviidud mõõtmised CV90 30 mm pardakahurite kohta](#)

120 mm Tank Abrams



Joonis 12. Tank Abrams, kaliiber 120 mm (allikas: https://en.wikipedia.org/wiki/M1_Abrams)

Töös on kasutatud Tellijalt saadud emissiooniandmeid. Emissiooniandmed pärinevad 2015.a Akukon Oy Eesti filiaali tööst „Tanki ABRAMS pardarelva müra mõõtmised“.

Tabel 15. 120 mm tank (Abrams) kaalumata helienergiatase L_E [dB]

suund/Hz	31,5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
0°	175	171	157	164	161	158	155	152	149
45°	175	171	157	164	161	158	155	152	149
90°	174	170	167	164	161	158	155	152	149
135°	173	169	165	162	159	156	153	150	147
180°	172	168	165	162	159	156	153	150	147

155 mm Liikursuurtükk K9 Kõu



Joonis 13. Liikursuurtükk K9 Kõu, kaliiber 155 mm (allikas: <https://mil.ee/kaitsevagi/tehnika/relvad/>)

Töös on kasutatud Tellijalt saadud emissiooniandmeid. Laskmise ja tabamuse emissiooniandmed pärinevad 2023.a Akukon Eesti OÜ tööst „K9 Kõu mürauring“.

Tabel 16. 155 mm liikursuurtüki K9 Kõu laskmise kaalumata helienergiatase L_E [dB]

suund/Hz	31,5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
0°	176	174	170	166	163	160	157	154	151
45°	175	173	170	167	164	161	158	155	152
90°	174	171	167	164	161	158	155	152	149
135°	171	169	166	163	160	157	154	151	148
180°	171	169	166	163	160	157	154	151	148

Tabel 17. 155 mm liikursuurtüki K9 Kõu tabamuse kaalumata helienergiatase L_E [dB]

suund/Hz	31,5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
-	177	174	171	168	165	162	159	156	153

Spike NLOS relvasüsteem



Joonis 14. Relvasüsteem Spike NLOS. Allikas: <https://www.rafael.co.il/blog/watch-rafael-fires-spike-nlos-missile-from-oshkosh-jltv-in-estonia/>

Emissiooniandmed saadi Kajaja Acoustics OÜ 2021. a tööst „Spike NLOS näidislaskmised“.

Tabel 18. Spike NLOS raketi lennu ja tabamuse kaalumata helienergiatase L_E [dB]

sagedus f [Hz]	31,5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
raketi lend	169	165	170	170	168	168	167	169	182
tabamus	179	174	179	161	173	170	167	164	161

3.2 ARVESTATUD KASUTUSKOORMUSED

Tabelis 16 esitatud arvutustes arvestatud kasutuskoormuste puhul on väikese kaliibriliste relvade tüüpilised kasutuskoormused tuletatud Soodla harjutusvälja REPi KMH raames Tellijalt saadud tüüpilise ja suurima laskude arvuga päevade kasutuskoormuste, 2024.a Akukon Eesti OÜ töö „Nursipalu harjutusvälja laiendamise mürauuring” ja 2021.a Kajaja Acoustics OÜ töö ”Kaitseväe Männiku harjutusvälja ja linnaku mürakaart 2020” alusel.

Suurekaliibriliste relvade üksikute mürasündmuste C-korrigeeritud heli ekspositsioonitasemete korral on kõigi relvade puhul arvestatud korraga ühe lasuga.

Tabel 19. Müraarvutustes kasutatud relvade kasutuskoormus

relv	laskude arv
Automaatrelvad R20 ja Galil	5000
Automaatrelv AK-4	400
Püstol HK USP	900
Snaipirelv Sako TRG-42	200
Kuulipilduja MG-3	1000
Raskekuulipilduja Browning M2	1000
Soomuk CV9035, pardarelv Bushmaster	1
Tankitõrjegranaadiheitja Carl-Gustav M2	1
Tank Abrams 120 mm	1
81 mm miinipilduja	1
120 mm miinipilduja	1
Liikursuurtükk K9 Kõu	1

4. TULEMUSED

Vastavalt relvade emissiooniandmetele on arvutatud nende helivõimsustasemed. Tabelis 20 on toodud hindamise aluseks olnud relvad järjestatuna helivõimsustaseme järgi kahanevas järjekorras. Relvade puhul, millel on mitu mürasündmust on järjestuse aluseks arvesse võetud suuremat helienergiataset tekitavat sündmust.

Tabel 20. Vaadeldavate relvade helienergiatase L_E dB

relv	helienergiatase L_E dB
Spike NLOS (raketi lend)	184
Spike NLOS (tabamus)	182
Liikursuurtükk K9 Kõu (tabamus)	180
Liikursuurtükk K9 Kõu (lask)	179
Tank Abrams 120 mm	176
120 mm miinipilduja (tabamus)	173
120 mm miinipilduja (lask)	155
Tankitõrjegranaadiheitja Carl-Gustav M2	172
81 mm miinipilduja (tabamus)	164
81 mm miinipilduja (lask)	154
Soomuki CV9035 pardarelv 35 mm Bushmaster	159
Raskekuulipilduja Browning M2	150
Kuulipilduja MG-3	144

relv	helienergiatase L_E dB
Snaipirelv Sako TRG-42	144
Automaatrelv AK-4	141
Püstol HK USP	140
Automaatrelv R20	138
Automaatrelv Galil	138

Tabelis 21 on toodud müra hinnatud taseme L_d sõltuvalt kaugusest.

Tabel 21. Väikesekaliibriliste relvade müra hinnatud tase

relv	müra hinnatud tase L_d (dB)					kriitilise taseme piiri ($L_d = 65$ dB) kaugus
	100 m kaugusel	200 m kaugusel	300 m kaugusel	400 m kaugusel	500 m kaugusel	
Automaatrelvad R20 ja Galil	81 dB	74 dB	70 dB	66 dB	64 dB	470 m
Automaatrelv AK-4	74 dB	66 dB	61 dB	58 dB	55 dB	220 m
Püstol HK USP	84 dB	74 dB	70 dB	67 dB	64 dB	480 m
Sako TRG-42	73 dB	65 dB	61 dB	58 dB	55 dB	210 m
Kuulipilduja MG-3	80 dB	73 dB	69 dB	65 dB	62 dB	400 m
Raskekuulipilduja Browning M2	84 dB	77 dB	73 dB	70 dB	67 dB	600 m

Tabelis 22 on toodud suurekaliibriliste relvade üksiku mürasündmuse maksimaalse C-korrigeeritud heli ekspositsioonitasemed L_{CE} sõltuvalt kaugusest.

Tabel 22. Suurekaliibriliste relvade müratasemete levik

relv	müratase L_{CE} (dB)					taotlustaseme piiri ($L_{CE} = 100$ dB) kaugus
	100 m kaugusel	200 m kaugusel	300 m kaugusel	400 m kaugusel	500 m kaugusel	
CV90 Bushmaster	109 dB	102 dB	99 dB	96 dB	94 dB	280 m
Carl-Gustav M2	128 dB	122 dB	118 dB	115 dB	113 dB	2030 m
81 mm miinipilduja	114 dB	108 dB	104 dB	101 dB	99 dB	460 m
120 mm miinipilduja	122 dB	115 dB	112 dB	109 dB	107 dB	1000 m
Tank Abrams	127 dB	120 dB	117 dB	114 dB	112 dB	1850 m
Liikursuurtükk K9 Kõu	130 dB	123 dB	120 dB	117 dB	115 dB	2310 m

5. MÜRATASEMETE KATEGOORIAD

Arvesse võeti harjutusväljadel võimaluse korral rakendatavat 500 meetri laiust puhvertsooni harjutusvälja piirist, relvade müraemissioone, relvade tuletatud tüüpilist kasutuskoormust ja vastavates olukordades tekkiva müra kriitilise taseme kaugust. Samuti võeti arvesse suurekaliibriliste relvade üksi mürasündmuse maksimaalse C-korrigeeritud heli ekspositsiooni taseme kriitilise taseme kaugust.

Relvad on jagatud nelja erinevasse mürakategooriasse, kuid suurõppuste või märkimisväärselt suurema kasutuskoormuse korral võib relv tekitatava müra tõttu kuuluda kõrgemasse mürakategooriasse.

5.1 MADAL MÜRATASE

Madalama mürataseme kriteeriumiks määrati olukorrad, kus väikese kaliibriliste relvade hinnatava mürataseme kriitilise taseme piiri $L_d = 65$ dB kaugus on ≤ 500 m müraallikast.

Madalaks müratasemeks saab seega lugeda taktikaõppuseid ning harjutusi, mille käigus kasutatakse relvi mille helienergiatase on $L_E \leq 145$ dB.

Hinnatavatest relvadest (sh nende analoogidest) kuuluvad sinna alla:

- 5,56 mm automaatreld Rahe-20 ja Galil
- 7,62 mm automaatreld AK-4
- 7,62 mm kuulipilduja MG-3
- 8,6 mm snaipireld Sako TRG-42
- 9 mm püstol HK USP

5.2 KESKMINE MÜRATASE

Keskmise mürataseme kriteeriumiks määrati olukorrad, kus väikese kaliibriliste relvade hinnatava mürataseme kriitilise piiri $L_d = 65$ dB kaugus on ≥ 500 m mürallaikast ja olukorrad, kus suure kaliibriliste relvade üksiku mürasündmuse maksimaalse C-korrigeeritud heli ekspositsiooni taseme taotlustaseme piir $L_{CE} = 100$ dB jääb ≤ 500 m kaugusele mürallaikast.

Keskmiseks müratasemeks saab lugeda harjutusi, mille käigus kasutatakse relvi, mille helienergiatase on $L_E \leq 160$ dB.

Hinnatavatest relvadest (sh nende analoogidest) kuuluvad sinna alla:

- 12,7 mm raskekuulipilduja Browning M2
- Soomuki CV9035 pardareld 35 mm Bushmaster
- 81 mm miinipilduja

Vastavalt militaarmüra regulatsiooni ptk 3.4 „Lõhkamistest põhjustatud müratasemete levik“ toodud tabelile 1. kuulub siia alla ka ≤ 100 g TNT lõhkamine.

5.3 KÕRGE MÜRATASE

Kõrge mürataseme kriteeriumiks määrati olukorrad, kus suure kaliibriliste relvade üksiku mürasündmuse maksimaalse C-korrigeeritud heli ekspositsiooni taseme taotlustaseme piiri $L_{CE} = 100$ dB kaugus mürallaikast jääb vahemikku 500 – 2100 m.

Kõrgeks müratasemeks saab lugeda harjutusi, mille käigus kasutatakse relvi, mille helienergiatase on $L_E \leq 178$ dB.

Hinnatavatest relvadest (sh nende analoogidest) kuuluvad sinna alla:

- 84 mm tankitõrjegranaadiheitja Carl-Gustav M2
- 120 mm tank Abrams
- 120 mm miinipilduja

Vastavalt militaarmüra regulatsiooni ptk 3.4 „Lõhkamistest põhjustatud müratasemete levik“ toodud tabelile 1. kuulub siia alla ka ≤ 2 kg TNT lõhkamine.

5.4 VÄGA KÕRGE MÜRATASE

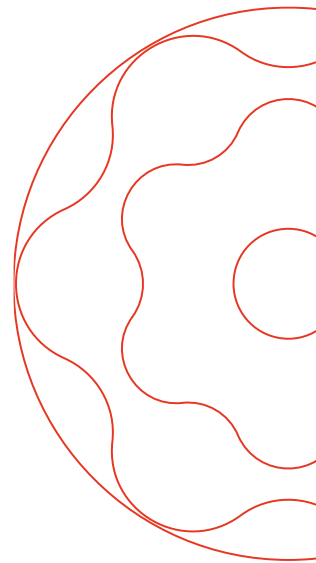
Väga kõrge mürataseme kriteeriumiks määrati olukorrad, kus suure kaliibriliste relvade üksiku mürasündmuse maksimaalse C-korrigeeritud heli ekspositsiooni taseme taotlustaseme piiri $L_{CE} = 100$ dB jääb ≥ 2100 m kaugusele mürallaikast.

Väga kõrgeks müratasemeks saab lugeda harjutusi, mille käigus kasutatakse relvi, mille helienergiatase on $L_E \geq 179$ dB.

Hinnatavatest relvadest (sh nende analoogidest) kuuluvad sinna alla:

- 155 mm liikursuurtükk K9 Kõu
- Spike NLOS relvasüsteem

Vastavalt militaarmüra regulatsiooni ptk 3.4 „Lõhkamistest põhjustatud müratasemete levik“ toodud tabelile 1. kuulub siia alla ka > 2 kg TNT lõhkamine.



VIITED

1. Militaarmüra regulatsioon (Riigi Kaitseinvesteeringute Keskus, uuendatud 07.08.2019)
2. EVS-ISO 1996-1 „Akustika. Keskkonnamüra kirjeldamine, mõõtmine ja hindamine. Osa 1: Põhisuurused ja hindamiskord“
3. EVS-ISO 1996-2 „Akustika. Keskkonnamüra kirjeldamine, mõõtmine ja hindamine. Osa 2: Helirõhu taseme määramine“
4. ISO 9613-2 „Akustika. Heli sumbumine välistingimustes leviku korral. Osa 2: Üldine arvutusmeetod“.
5. Soodla harjutusvälja riigi eriplaneering. Keskkonnamõju strateegiline hindamine. Militaarmüra ja vibratsiooni hinnang (Kajaja Acoustics OÜ, 2024)
6. Emisjonsdata for støy fra CV90 (30 mm) og NM218 (12.7 mm) (Huseby, M., 2007)
7. "K9 Kõu mürauring" (Akukon Eesti OÜ, 2023)
8. „Nursipalu harjutusväli. Granaadiheitjate müramõõtmised ja mürakaardistamine“ (Akukon Oy Eesti filiaal, 2007)
9. „Kaitseväe Männiku harjutusvälja 600m lasketiir“ (Akukon Oy Eesti filiaal, 2012)
10. „Tank ABRAMS pardarelva müra mõõtmised“ (Akukon Oy Eesti filiaal, 2015)
11. „Sirgala harjutusvälja projekteerimistöde keskkonnamõju hindamine. Müra modelleerimine“ (OÜ Alkranel, 2021)
12. „Spike NLOS näidislaskmised“ (Kajaja Acoustics OÜ, 2021)
13. „Klooga harjutusväli. Mürauring“ (Akukon Oy Eesti filiaal, 2007)
14. „Nursipalu harjutusvälja laiendamise mürauring“ (Akukon Oy Eesti filiaal, 2024)
15. „Kaitseväe Männiku harjutusvälja ja linnaku mürakaart 2020“ (Kajaja Acoustics OÜ, 2021)
16. Brink, M., & Wunderli, J. M. (2010). "A field study of the exposure-annoyance relationship of military shooting noise."

