

VEKARANJÄRVEN AMPUMARATA

MELUNTORJUNNAN TARKISTUSMITTAUKSET

Timo Markula
Mika Hanski
Tapio Lahti



LAADUNVARMISTUS

Tämä dokumentti on laadittu, tarkastettu ja hyväksytty Akukonin laatujärjestelmän ohjeiden mukaisesti. Akukonin laatujärjestelmä täyttää standardin EN ISO/IEC 17025 vaatimukset. Laatujärjestelmä, joka täyttää edellä mainitun standardin vaatimukset täyttää myös standardin ISO 9001 vaatimukset.

Helsinki 14.1.2014

Vastuullinen konsultti:



Timo Markula, DI

Dokumentin tarkastaja:



Tapio Lahti, TkT (TL Akustiikka)

VEKARANJÄRVEN AMPUMARATA**MELUNTORJUNNAN TARKISTUSMITTAUKSET**

tilaaja: Maavoimien Esikunta, Huolto-osasto
puitesopimus: 02/031/2011, 29.3.2012
puiteostotilaus: 4500517543, 6.3.2012
toimeksianto: MJ27677, 18.9.2013
yhdyshenkilöt: Asko Parri, meluasiantuntija, MAAVE
Teemu Hourula, PHRAKL

TIIVISTELMÄ

Vekaranjärven kivääri- ja pistooliradoilla toteutettiin meluntorjuntatoimia, jotka valmistuivat kesällä 2013. Sivuvallaja korotettiin, yläkulisseja parannettiin sekä ratoja järjestettiin uudelleen: 300 m ammunnat lopetettiin ja pistoolirata siirrettiin. Yhtä laajoja torjuntatoimia on Suomessa aiemmin tehty vain Parolannummen ampumaradalla. Näillä kahdella radalla saadut kokemukset muodostavat merkittävän tietämyksen ampumaratojen meluntorjunnan parhaista käyttökelpoisista tekniikoista (BAT).

Torjuntatoimien vaikutusta tutkittiin tekemällä melun lähi- ja kaukomittauksia sekä niitä täydentävää mallilaskentaa.

Etusuunnassa yläkulissit vaimentavat melua mittausten perusteella 4 dB. Etusuunnassa ympäristöluvan meluraja-arvon 65 dB melualueelle jää kaksi loma-asuntoa. Muutamalla muulla etusuunnan loma-asunnolla ollaan raja-arvon tuntumassa. Etusuuntaan leviävää melua ei ole mahdollista vähentää nykyistä enempää. Esimerkiksi taustavallaja ei kannata korottaa, koska se ei tuo lisää vaimennusta.

Sivulle eli Vekaranjärven vapaa-ajan asuntojen suuntaan nykyiset korotetut (5–7 m korkeat) sivuvallat toimivat useimmissa sääolosuhteissa hyvin, vähentäen melua 3–8 dB. Lisäksi sivuille leviävää melua torjuvat radan 5 katoksen meluntorjuntarakenteet. Torjuntatoimien jälkeen meluntorjuntasuunnitelman mukaisesti Vekaranjärven suunnalla jää noin viisi vapaa-ajan asuntoa 65 dB melualueen sisään.

Radoilla käytettiin lähes kaikki käytännössä kyseeseen tulevat meluntorjuntakeinot. Etusuunnassa melun lisävaimentaminen ei ole mahdollista BAT:n mukaisilla teknisillä meluntorjuntatoimenpiteillä. Sivusuunnassa joidenkin ratojen melua voitaisiin haluttaessa vielä hieman vähentää nykyisestä C-tyypin meluntorjuntakatoksilla, mutta kaikkien ratojen yhteisen melualueen pienentäminen edelleen on epävarmaa ja osittain jopa mahdotonta. Erityisesti vaadittaviin kustannuksiin verraten kokonaishyöty C-katoksista saataisi jäädä vähäiseksi.

SISÄLLYSLUETTELO

1	JOHDANTO	3
2	AMPUMARADAT	3
3	MELUNTORJUNTATOIMET	3
4	MELUNTORJUNNAN TAVOITE.....	5
5	MITTAUKSET	5
5.1	MITTAUSJÄRJESTELYT JA -OLOSUHTEET	5
5.2	MITTAUSTULOKSET	6
6	AMPUMARATAMELUN MALLILASKENTA.....	8
6.1	LASKENTAMALLI.....	8
6.2	RYHMÄAMMUNTA.....	8
6.3	LASKENTA- JA TULOSSUUREET.....	8
6.4	LASKENTATULOKSET.....	9
6.5	MELUALUEIDEN MUODOSTAMINEN.....	9
7	MELUNTORJUNNAN TARKASTELU	9
7.1	YLÄKULISSIEN VAIKUTUS	9
7.2	VALLIEN JA VALLIKOROTUSTEN ESTEVAIMENNUS.....	10
7.3	RATA 2	11
7.4	RATA 3	11
7.5	PISTOOLIRATA.....	11
7.6	RATA 5	12
8	MELUTASOJEN TARKASTELU	12
8.1	MITTAUSTULOKSET	12
8.2	LASKENTATULOKSET.....	13
8.3	LASKENNAN JA MITTAUSTEN VERTAILU.....	13
9	YHTEENVETO	14
	LÄHTEET	15
Liite A	Mittauslaitteet ja analyysi	
Liite B	Mittaustulokset kartalla, L_{AImax} ja L_{AE}	
Liite C	Melukartat, enimmäistaso L_{AImax}	
Liite D	Melukartta, elokuun aktiivisen päivän keskiäänitaso $L_{Aeq,r}$	
Liite E	Melualueet	

1 JOHDANTO

Vekaranjärven ampumaradoista tehtiin vuonna 2011 meluntorjuntaselvitys AKUKON 113035-2 [1], jossa torjuntaratkaisuja tutkittiin mallilaskennan avulla. Syksyllä 2012 radoilla aloitettiin rakennustyöt, joiden tarkoituksena oli meluntorjunta ja häiriö-aineiden kulkeutumisen estäminen. Toimenpiteet valmistuivat kesällä 2013. Suunnittelun yhteydessä tuli harkittaviksi vaihtoehtoisia meluntorjuntatoimia, joiden laskennallisia vaikutuksia ympäristöön leviävään meluun täydennettiin raportissa AKUKON 113035-3 [2].

Syksyllä 2012 toteutettiin samaan aikaan mittavia meluntorjuntatoimenpiteitä myös Parolannummen ampumaradalla Hattulassa. Näillä kahdella radalla saadut kokemukset muodostavat yhdessä merkittävän tietopaketin puolustusvoimien ampumaratojen meluntorjunnan mahdollisista ratkaisuista ja niillä saatavista tuloksista.

Tässä raportissa esitetään Vekaranjärven ampumaradalla tehtyjen melun tarkistusmittausten tulokset sekä päivitetty mallilaskennat ja melualueet kivääri- ja pistooliradoille.

2 AMPUMARADAT

Vekaranjärvellä on parantamistoimenpiteiden jälkeen viisi ampumarataa; neljä 150 m kiväärirataa ja 25 m pistoolirata. Radat on lueteltu laukausmäärineen *taulukossa 1*. Radoilla 2–5 oli noin 2–4 kk jakso vuoden 2013 ensimmäisen puoliskon aikana, jolloin ei rakennustöistä johtuen ammuttu radalla lainkaan. Tämä vaikutti mahdollisesti vuosittaiseen kokonaislaukausmäärään ja laukausmäärien jakaantumiseen ratojen välillä.

Taulukko 1. Ampumaradat, ampumapaikkojen lukumäärät ja vuoden 2013 laukausmäärät kaikilla aseilla yhteensä. Kivääriradoilla valtaosa laukauksista ammutaan rynnäkkökiväärillä.

rata	ampumapaikkoja	laukauksia 2013
Rata 1: Kiväärirata 150 m	60	310 196
Rata 2: Kiväärirata 150 m	30	124 280
Rata 3: Kiväärirata 150 m	60	215 842
Rata 5: Kiväärirata 150 m	30	113 267
Rata 6: Pistoolirata 25 m	50	38 766
<i>yhteensä</i>		805 901

3 MELUNTORJUNTATOIMET

Vekaranjärvellä tehdyt meluntorjuntatoimet ja muut meluun vaikuttavat toimenpiteet on esitetty alla.

RADAT 1-5

- Katosten seiniin ja kattoon äänenvaimennusverhous (50 mm mineraalivilla) tyyppin A mukaan (paitsi rata 5 tyyppi B).
- Poikittaisten yläkulissien katoksen puoleisten pintojen äänenvaimennusverhous (50 mm mineraalivilla)

RATA 1

- Oikean sivuvallin korotus 5 m korkuiseksi (tasolle +106 m (kuten taustavalli), katoksen lattiataso +101 m)
- Oikean sivuvallin jatkaminen korkeana katoksen takaseinän linjaan asti

RATA 2

- Uusi 30-paikkainen 150 m kiväärirata rakennettuna (louhinta) matalalle (katoksen lattia +96,5 m) entisen avoimen liikemaaliradan tilalle.
- Oikea sivuvalli 5 m (+101,5 m)
- Vasen sivuvalli 9,5 m korkuiseksi (+106 m, yhteinen radan 1 kanssa)
- Taustavalli 7 m (+103,5)
- Poikittaiset yläkulissit kuten radalla 1 (siirto radalta 5)

RATA 3

- A-tyypin katoksen rakentaminen 150 m avoimelle hiekkavallille (+98,5 m)
- 300 m ammuntojen lopettaminen
- Oikean sivuvallin korotus 7 m korkuiseksi eli tasolle +105,5 m
- Yläkulissien alareunan laskeminen. Ennen kulissien alapuolelta oli näköyhteys mäen harjalle, mutta nykyisin yläkulissit ovat meluntorjunnan kannalta samanlaiset kuin muilla kivääriradoilla.

PISTOOLIRATA, RATA 6

- 50 m pienoiskivääriradan sulkeminen
- 25 m pistooliradan siirto radan 5 kaakkoispuolelta pienoiskivääriradan (ennen rata 4) tilalle, 50 ampumapaikkaa.
- Vasemman sivuvallin korotus 7 m korkuiseksi (+105,5 m, yhteinen radan 3 kanssa)
- Oikean sivuvallin korotus 7 m korkuiseksi (+105,5 m)
- Poikittaiset vaimennetut yläkulissit (rakenteet vanhalta pistooliradalta)

RATA 5

- Katoksen parantaminen (ns. alkuperäisen tyyppin B) mukaisilla 2,6 m pidentenetyillä seinäkkeillä joka toisen ampumapaikan välein, seinäkkeet vaimennettu
- Vasemman sivuvallin korotus 7,5 m korkuiseksi (+105,5 m, yhteinen radan 3 kanssa)
- Oikean sivuvallin korotus 5 m korkeaksi (+103,0 m) katoksen lattiatasosta
- Katoksen oikean sivuseinän jatkaminen etusuuntaan (n. 2 m seinäkkeestä vielä eteenpäin)
- Kolmen yläkulissin poistaminen (ylimääräisiä) ja siirto radalle 2.

ENTINEN PISTOOLIRATA

- Poistui käytöstä, kun pistooliammunnat siirrettiin pienoiskivääriradan 4 tilalle
- Tausta- ja sivuvallit jätettiin, katos purettiin

4 MELUNTORJUNNAN TAVOITE

Ampumaratojen melun arviointi perustuu valtioneuvoston päätökseen ampumaratamelun ohjearvoista [3], ampumaratamelun mittausohjeeseen [4] sekä Vekaranjärven ampumaradan ympäristölupapäätökseen [5] ja Vaasan HO:n päätökseen ympäristölupapäätöksestä tehdyistä valituksista [6].

Valtioneuvoston päätöksessä on annettu ohjearvot AI-enimmäisäänitasolle L_{AImax} . Asumiseen käytettävillä alueilla ohjearvo on 65 dB ja loma-asumiseen käytettävillä alueilla 60 dB. Ympäristöluvassa raja-arvoksi on asetettu $L_{AImax} \leq 65$ dB, joka tulee saavuttaa vuoden 2015 loppuun mennessä. Loma-asumisalueiden ohjearvo $L_{AImax} \leq 60$ dB on tavoitteellinen. Päätöksessä on todettu, että ”raja-arvo katsotaan alitetuksi, kun mittaus tulosten keskiarvo on pienempi tai yhtä suuri kuin raja-arvo”.

Vaasan HO:n päätöksessä on määrätty myös tarkasteltavaksi päiväjän (klo 7–22) A-keskiäänitasoa L_{Aeq} tyypillisenä elokuun aktiivisena ammuntopäivänä. Tämän vertailuarvona on käytetty tässä yleistä keskiäänitason päiväjän ohjearvoa 55 dB [7].

Ampumamelulle on käytettävä impulssikorjausta ennen keskiäänitason ohjearvoon vertaamista. Suomessa ei kuitenkaan toistaiseksi ole säädöstä ampumamelun impulssikorjauksen lukuarvolle. Impulssikorjausta ei käytetä AI-enimmäisäänitasolle L_{AImax} .

Pienikaliiperisten aseiden keskimääräiselle melulle sovellettava keskiäänitason impulssikorjaus on standardin ISO 1996-1 mukainen +12 dB [8, 9]. Kaikki tässä raportissa esitetyt keskiäänitasot sisältävät impulssikorjauksen ja ovat siten suoraan verrattavissa tavoitearvoon 55 dB.

Ampumaratamelua koskevassa valtioneuvoston päätöksessä [3] ei oteta selvästi kantaa siihen, koskeeko ohjearvo vain yksittäislaukauksia vai tulisiko sitä soveltaa myös ryhmäammunnalle. Eräissä yksittäisten ratojen ympäristölupapäätöksissä on esiintynyt ohje, miten ryhmälaukaukset otetaan huomioon verrattaessa tuloksia raja-arvoon. Vaasan HO:n päätöksessä määrätään: ”Selvityksessä on arvioitava myös ryhmäammuntilanteiden sekä sellaisten tilanteiden vaikutuksia melutasoihin, missä kohdistusammunnoissa esiintyy useita ajallisesti päällekkäisiä laukauksia.”

5 MITTAUKSET

5.1 MITTAUSJÄRJESTELYT JA -OLOSUHTEET

Melun lähi- ja kaukomittauksia tehtiin syksyllä 2013 kahtena päivänä. Ensimmäisenä päivänä mitattiin katosten, kulissien ja sivuvallien vaikutusta takasuunnissa ja sivuilla lähipisteissä. Samaan aikaan mitattiin melua vakioiduissa kaukopisteissä P4–P6 Vekaranjärven suunnalla ratojen kaakkoispuolella. Toisena päivänä mitattiin kulissien vaikutusta etusuunnissa lähipisteissä sekä melua Pesäntäjärven suunnalla vakioiduissa kaukopisteissä P1–P3. Mittauspäivät ja mitatut ammunnat on lueteltu *taulukossa 2*. Analysoituja laukauksia/ryhmälaukauksia oli yhteensä yli 1200 kappaletta.

Mittauspisteet on merkitty *liitteisiin B*.

Näkymiä mittauspisteistä on esitetty *kuvissa 1*.

Kivääriradalla käytössä oli rynnäkkökivääri 7.62 RK 62 ja pistooliradalla sotilaspistooli 9.00 Pist 80-91. Kivääriradalla ammuttiin makuuasennosta ja pistooliradalla seisaal-

taan. Radalla 3 ammuttiin myös uudemmalla rynnäkkökiväärillä 7.62 RK 95 kiväärityyppien välisten erojen tutkimiseksi.

Kivääriratojen lähimittauksissa luotiääni pystytettiin erottelemaan suupamauksesta useimmissa pisteissä. Arvioimme luotiäänisektorin tarkastelun perusteella, että merkittävää luotiääntä ei leviä altistuvien kohteiden suuntaan ja etäisyydelle seuraavaa poikkeusta lukuun ottamatta. Osalta radan 5 ampumapaikoista luotiäänisektorin reuna ulottuu aivan pisteen P6 tuntumaan.

Taulukko 2. Mittausten ajankohdat syksyllä 2013.

pvm	rata	ampumalaji
30.9.13	kaikki 2	yksittäinen ampuja ryhmä 23 ampujaa
15.10.13	1, 2, 3, 5 1, 2, 3, 5	yksittäinen ampuja ryhmä 7 ampujaa

Mittauspäivien sää on esitetty *taulukossa 3*. Ensimmäisenä mittauspäivänä 30.9. sää oli melun etenemiselle suotuisa Vekaranjärven suuntaan eli kaukopisteisiin P4–P6. Toisena päivänä 15.10. sää oli melun etenemiselle suotuisa Pesäntäjärven suuntaan eli pisteisiin P1–P3. Mittauspäivät valittiin juuri sääolosuhteiden ehdoilla, minkä vuoksi ampumatoiminnan osalta jouduttiin tekemään kompromisseja. Voidaankin todeta yleisesti, että eri suunnissa olevien kaukomittausten järjestäminen sekä melun etenemiselle edullisten sääolosuhteiden että ampumatoiminnan suhteen on haastavaa.

Mittauksissa tuulen nopeus oli ampumaratamelun mittausohjeen [4] suosituksen mukainen eli alle 5 m/s ja myötäinen. Sää oli suotuisa myös lähipisteiden kannalta mm. yläkulissien vaikutusten mittauksissa.

Mittauslaitteita ja -menetelmiä on kuvattu *liitteessä A*.

Taulukko 3. Mittauspäivien sää (lähde: Ilmatieteen laitos).

pvm	lämpö, °C	pilvet	tuuli	nopeus, m/s
30.9.2013	+3...6	8/8...6/8	NWW...NNE tuuli pyöri ja oli osin puuskaista	3–4
15.10.2013	+7...9	8/8	WSW ...WNW	1–2...2–3

5.2

MITTAUSTULOKSET

Mittaustulokset on esitetty *liitteiden B* kartoissa.

Liitteissä on esitetty myös ”ennen”-mittausten tuloksia raportista AKUKON 113035-2 [1] vertailun helpottamiseksi. Ennen-jälkeen -vertailussa tulee ottaa huomioon, että sekä ampujien lukumäärä että sääolosuhteet vaihtelivat. Käytännössä sääolosuhteiden vaikutus on niin suuri (pahimmillaan kymmeniä desibelejä), että tuloksia vertailemalla ei ole kauempien pisteiden osalta mahdollista selvittää torjunnan vaikutuksia. Toisin sanoen torjuntavaikutukset peittyvät sääolosuhteiden aiheuttamaan vaihteluun ainakin etusuunnassa.



Kuvat 1. Näkymiä lähimittauksista ja radoista. (ylä) Uusi vaimennettu katos radalla 2 sivuvalleineen ja yläkulisseineen. (2. ylhäältä, vasen) Kulisseja mitattiin osaksi vertailemalla katoksesta ja avoimelta tieltä ammuttujen laukausten äänitasoja taustavallilla ja sen takana mäenrinteessä. (2. ylhäältä, oikea) Katosten ja kulissien vaikutusta mitattiin myös takasuunnissa. (2. alhaalta) Radalla 5 on sekä vaimennetut kulissit, korkea sivuvali että katoksessa jatkettut etuseinäkkeet. (ala) Kuvia mittauksista, joilla selvitettiin kulissien vaikutusta melun leviämiseen.

6 AMPUMARATAMELUN MALLILASKENTA

6.1 LASKENTAMALLI

Ampumaratamelun laskentaan käytettiin yleiseen malliin pohjautuvaa yhteispohjoismaista ampumaratamelun laskentamallia [10].

Maastomallina käytettiin aiemman selvityksen maastomallia täydennettynä uusilla vallien korko- ja sijaintiedoilla, jotka saatiin projektipankin viimeisimmistä RAK- ja GEO-piirustuksista (FCG) sekä valokuvia hyödyntäen. Alueesta ei ollut käytössä laserkeilausaineistoa.

Tärkeimmät ampumaratojen melun laskennassa tarvittavat valinnat olivat samat kuin aiemminkin [ks. Akukon 113035-2, kohta 5.1].

6.2 RYHMÄAMMUNTA

Ryhmäämmuntaa ei otettu mukaan laskentaan. Virallista käytäntöä siitä, miten ryhmäämmunta pitäisi ottaa huomioon laskennassa ja melun arvioinnissa, ei ole. Haluttaessa se olisi kuitenkin mahdollista ottaa huomioon lisäämällä laskentatulokseen aiemmissa meluselvityksissä havaittu ryhmäämmuntojen noin 5–10 dB yksittäislaukauksia suurempi melutaso enimmäistasolle L_{AImax} . Tämä pätee lähinnä kivääri- ja pistooliradoilla, kun ammutaan suurella joukolla kääntyviin tauluihin.

Myös kohdistusammunnoissa, kun useita laukauksia ammutaan ajallisesti riittävän lähelle, saattaa esiintyä hetkellisesti yksittäislaukauksia suurempia enimmäisäänitasoja. Kohdistusammunta kestää tyypillisesti noin 1–2 min kerrallaan ja siinä kukin ampuu 3–5 laukausta omaan tahtiin.

Keskiäänitason laskennassa tulee huomioiduksi ampujien lukumäärä ja laukaussuure, sillä siinä tulos riippuu suoraan laukausten lukumäärästä.

6.3 LASKENTA- JA TULOSSUUREET

Melun mallilaskenta tehtiin yhtä aikaa kahdelle äänitasosuurelle:

- AI-enimmäisäänitaso L_{AImax}
- A-äänialtistustaso L_{AE}

Tulossuureina käytetään:

- primääri: AI-enimmäisäänitaso L_{AImax}
- sekundääri: A-keskiäänitaso $L_{Aeq,T}$

Keskiäänitason melukartta laskettiin Vaasan HO:n päätöksen tekstin mukaisesti elokuun aktiivisen ammuntapäivän laukaussuurella. Elokuu on kuukausista toimintaan vilkkain ja vuonna 2013 siellä ammuttiin 161 000 laukausta. Elokuun ammuntapäivän laukaussuure saatiin jakamalla koko kuun laukaussuure aktiivisten ammuntapäivien lukumäärällä, joksi saatiin 20. Melulaskenta tehtiin ensin ratakohtaisesti ja lopuksi summaten radat yhteen.

Tarkastelu vastaa noin 8000 ls per päivä eli noin 5000 ls enemmän kuin keskimääräisenä ampumapäivänä koko vuoden kaikkien ampumapäivien yli tarkasteltuna. Ero keskiäänitason laskentatulokseen on $10 \lg(8068/3086) = 4,2$ dB, jos oletetaan että jakaumaratojen kesken on vastaava molemmissa tarkasteluvaihtoehtoissa.

Meluntorjuntaselvityksessä keskiäänitaso laskettiin keskimääräisen arkipäivän perusteella eli jakamalla vuosittainen laukausmäärä 260:lla. Käytetty arkipäivien lukumäärä on melutason kannalta hyvin tarkasti sama kuin todellinen ampumapäivien lukumäärä 253.

6.4 LASKENTATULOKSET

Laskentatulokset on esitetty melukarttoina *liitteissä C* enimmäisäänitasolle L_{AImax} ja *liitteessä D1* impulssikorjatulle (+12 dB) keskiäänitasolle $L_{Aeq,r}$.

6.5 MELUALUEIDEN MUODOSTAMINEN

Mallilaskennan tuottamista raaoista meluvyöhykkeistä muodostettiin varsinaiset melualueet, joita verrataan ympäristöluvan raja- ja tavoitearvoihin. Peruslaskenta tehtiin yksittäislaukauksille, joten melualueetkin ovat yksittäislaukausten melun alueita.

Raa'at mallilaskennan tuottamat meluvyöhykkeet ovat usein muodoltaan liuskoittuneita ja rikkonaisia. Vyöhykkeet koostuvat useista erillisistä alueista, osin jopa pienistäkin saarekkeista. Näin on asia erityisesti tapauksissa, joissa maasto on vaihtelevaa tai alue sisältää rantaviivaa. Raa'at meluvyöhykkeet ovat varsin sirpaleisia, jolloin niiden paikallisten yksityiskohtien luotettavuus on hyvinkin rajallinen.

Arvioimme mittausten ja aiemman kokemuksen perusteella, että kapeat rikkonaiset meluvyöhykekaistaleet johtuvat maaston vaihteluiden ohella mahdollisesti osin myös laskentamallin tuottamista melko jyrkistä muutoksista estevaimennuksessa. Tämän vuoksi *liitteessä E1* esitetyissä melualueissa yksittäiset, meluakustisesti epäuskottavat "saarekkeet" on jätetty melualueen ulkopuolelle.

Ampumaratamelun arviointikäytännön mukaan yksittäisen päivän mittaustuloksia ei tule yksinään käyttää melutason määrittämiseen ja ohjearvovertailuun, vaan mittauksia tulisi tehdä useina päivinä useissa eri olosuhteissa. Laskentamalli puolestaan pyrkii edustamaan pitkän ajan eli hyvin monena eri päivänä tehtyjen mittausten tulosten (energia-) keskiarvoa, jota voidaan pitää myös "oikeana tapana" määrittää kohteen melutaso ennen ohjearvoihin vertaamista. Laskentamallin tuloksen verifiointi seuranta-mittauksilla olisi puolestaan työmäärältään erittäin mittava tehtävä.

7 MELUNTORJUNNAN TARKASTELU

7.1 YLÄKULISSIEN VAIKUTUS

Kaikilla radoilla on kolme yläkulissia, joiden kaikkien katoksen puoleisille suurille pinnoille rakennettiin akustinen absorptiopinta osana meluntorjuntaa. Yläkulissien etäisyydet ampumapaikoista ovat 5–35 m. Yläkulissien alkuperäinen ja ensisijainen tarkoitus on estää luotien lentäminen taustavallien ja mäkien yli lähimmille vapaa-ajan asunnoille. Aiempaa kokemusta niiden vaikutuksesta melun leviämiseen ei puolustusvoimien radoilla ole.

Yläkulissien vaikutusta melun leviämiseen etu- ja etuviistoissa suunnissa mitattiin kaikilla 150 m kivääriradoilla. Mittauspisteet sijaitsivat taustavallin päällä sekä noin 50 m etäisyydellä taustavallista mäen rinteillä. Mittauspisteet sijaitsivat siten 150–200 m etäisyydellä ampujasta ja 100–200 m etäisyydellä taustavallia lähinnä olevista kulisseista.

Ampuja ampui radoilla 1, 3 ja 5 sekä katoksen keskimmäiseltä paikalta että radan vieressä olevalta tieltä niin, että melun etenemisreitillä ei ollut kulisseja. Katoksesta ja tiel-

tä ammuttujen suupamausten mittaustulosten erotus oli yksi tapa selvittää kulissien meluntorjuntavaikutusta (lisäysvaimennusta). Toinen käytetty selvitystapa oli verrata avoimen maaston laskentatuloksia kulissimittausten tuloksiin. Tätä menetelmää käytettiin radalla 2. Lisäksi tuloksia voitiin verrata vuoden 2011 mittaustuloksiin radoilla 1, 3 ja 5. Radoilla 1 ja 5 tämä vertailu kertoo kulissien vaimennuksen merkityksestä ja radalla 3 kulissien madaltamisen merkityksestä. Mittaustulokset on esitetty *liitekartoissa B1...B5*.

Yläkulissien estevaikutus vaihteli etusuunnassa välillä 2–5 dB ollen keskimäärin 4 dB. Kulissien absorboinnin osuus on tästä noin 1–2 dB. Heijastusten vaimeneminen näkyi mittaussignaaleissa ja esim. radan 1 mittaustuloksissa verrattuna vuoteen 2011.

Laskennassa kulissien lisäysvaimennukselle käytettiin arvoa 4 dB suunnissa 0–30° lasien tasaisesti arvoon 0 dB sivusuunnassa 90°. Kulissien vaimennus sisällytettiin lähteen päästöarvoon, sillä laskentamallissa ei voida luotettavasti mallintaa kulisseeja esi-merkiksi esteitä käyttäen.

Yläkulisilla on vaikutusta myös melun leviämiseen takasuunnassa, johon ne aiheuttavat heijastuksia. Erityisesti voimakkaasti eteenpäin melua suuntaavilla aseilla kuten 7.62 RK 62, heijastuksilla on suuri vaikutus takasuunnan meluun. Kulisseissa käytetty absorptiomateriaali, 50 mm mineraalivilla, vaimentaa noin 7 dB verrattuna lähes täysin heijastavaan betoni- tai lautapintaan. Kulissien ja katosten vaimennuksen vaikutus melun kokonaistasoihin takasuunnassa oli mittauksissa noin 3–5 dB, sillä osa melusta tulee katoksen takaseinän läpi ja osan katon etulipan kiertäen.

Yleisesti muiden kohteiden suunnittelussa suosittelemme käyttämään suunnitteluarvona 3 dB vastaavien 150 m kivääriradan kulissien vaimennusteholle etusuunnassa, jos parempaa tietoa ei ole saatavilla. Pystysuoria vaimennettujakaan yläkulisseeja emme suosittele kohteisiin, joissa takasuunnassa on melulle altistuvia kohteita.

7.2 VALLIEN JA VALLIKOROTUSTEN ESTEVAIMENNUS

Kaikkien ratojen oikeita sivuvalleja ja siten myös rinnakkaisten ratojen vasempia sivuvalleja korotettiin. Taustavalleja ei korotettu, sillä etusuunnassa yläkulissit hallitsevat äänen etenemistä ja vallien takana olevat luonnonmäet ovat pääosin valleja korkeampia. Näistä syistä ei taustavalleilla ole pistoolirataa lukuun ottamatta juuri vaikutusta melun leviämiseen.

Vallien ja vallikorotusten vaikutuksen selvittäminen ei ole lähimittauksilla mahdollista, sillä estevaimennus vaihtelee etäisyyden mukaan. Toisaalta kaukopisteissä estevaimennuksen mittaaminen on myös hankalaa, koska sääolosuhteet vaikuttavat estevaimennukseen erittäin paljon. Tämän työn kaukomittauksissa peräkkäisten laukausten välillä oli melko stabiileissakin olosuhteissa 10 dB vaihteluväli. Eri sääolosuhteissa erot mitatuissa äänitasoissa voivat olla yli 20 dB. Ennen ja jälkeen mittausten vertailu kaukopisteissä on hankalaa, sillä sääolosuhteet ovat hyvin harvoin riittävän samanlaiset.

Laskentamalli huomioi estevaimennuksen olettamalla lievästi alaspäin kaarevan äänisäteen eli malli pyrkii edustamaan lievästi edullisia sääolosuhteita. Tällainen tulos olisi lähellä pitkän ajan eli kaikissa eri sääolosuhteissa esiintyvien melutasojen (energia-) keskiarvoa. Laskentamallin perusteella vallikorotusten ja vallien vaimennusvaikutukset ovat luokkaa 3–8 dB sivusuunnassa eli Vekaranjärven rannan vapaa-ajan asunnoilla. Vaikutus on pääosin tämän raportin melukarttojen ja lähtötilanteen melukarttojen välinen erotus Vekaranjärvellä.

Aiemmissakin kohteissa tehdyissä mittauksissa on havaittu, että kohtalaisella ja voimakkaalla myötätuulella (luokkaa 5 m/s tai enemmän), vallien ja myös luonnonestei-

den eli mäkien estevaimennus alkaa pienentyä merkittävästi. Useimmissa olosuhteissa estevaimennus on kuitenkin merkittävä, esimerkiksi sivutuulella tai aurinkoisena tyynenä päivänä.

7.3 RATA 2

Radalle 2 rakennettiin uusi 150 m kiväärirata, jossa on vaimennettu tyyppin A katos, vaimennetut yläkulissit sekä korkeat sivuvallit. Rata rakennettiin viereiseen rataan 1 nähden selvästi alemmaksi, joka auttaa meluntorjunnassa erityisesti etusuuntaan, koska tällöin luonnon meluesteet eli mäet torjuvat melua tehokkaammin. Viitteitä tästä voi havaita vertaamalla ratojen 1 ja 2 aiheuttamaa melua etusuunnan pisteiden P1 ja P2 sekä myös pisteen P1b tuloksissa.

Vekaranjärven suuntaan eli ampumasuuntaan nähden oikealle sivulle ei matkalla ennen ensimmäisiä vapaa-ajan asuntoja ole juurikaan melua torjuvia mäkiiä, jolloin radan korkeusaseman merkitys on pienempi. Radan 2 melua sivullepäin torjuu sivuvalli, jonka varsinkin kapeahkolla 30-paikkaisella radalla pitäisi toimia tehokkaammin kuin leveämmillä radoilla. Mittauksissa radalla ammuttiin 23 hengen ryhmälaukauksia, joiden aiheuttama enimmäistaso oli pisteessä P6 noin 70 dB ja pisteessä P5 noin 65 dB. Yksittäislaukauksia ei ko. päivänä mitattu, mutta niiden tasot olisivat olleet arviolta 5–8 dB pienempiä. Etusuunnan kaukomittauspisteissä radan enimmäistasot olivat 60 dB tai alle.

7.4 RATA 3

Radalla 3 lopetettiin 300 m ammunnat ja 150 m välipenkalle rakennettiin uusi vaimennettu 60-paikkainen A-tyypin katos. Lisäksi oikeaa sivuvallia korotettiin ja yläkulissien alareunaa laskettiin 0,5 m. Aiemmin kulissien alta näkyi mäen harja eivätkä ne siten toimineet täydellisesti luotien estäjänä eivätkä lainkaan meluesteinä. Nyt kulissit toimivat mittausten perusteella yhtä hyvinä meluesteinä kuin muillakin radoilla.

Katos torjuu melua takaviistoon ja taakse. Vaimennus alkaa suoraan sivulle 90° suuntaan. Suoraan sivulle pääasiallinen meluntorjuntakeino on tälläkin radalla korkea sivuvalli. 60-paikkaisen radan suuresta leveydestä johtuen vallin estevaimennus on pienempi kuin kapeammilla 30-paikkaisilla radoilla.

Radalla torjuttiin melua siten kaikissa lähes kaikissa suunnissa. Torjuntatoimien vaikutukset ovat noin 3–5 dB eri suunnissa.

7.5 PISTOOLIRATA

Pistoolirata (nykyisinkin nimeltä rata 6) suljettiin radan 5 kaakkoispuolelta ja siirrettiin entisen 50 m kivääriradan (rata 4) tilalle. Aiemmassa sijoituspaikassa välittömästi taustavallin takana olivat lähimmät vapaa-ajan asunnot, joiden luona melu väheni siirron myötä merkittävästi, kuten myös muualla Vekaranjärvellä.

Pistooliradan taustavalli on lähellä ja lisäksi sen takana on mäkiiä verrattain lähellä rataa, minkä vuoksi ne torjuvat etusuunnan melua tehokkaasti. Lisäksi pistooliradalla on yläkulissit. Sivusuuntaan radalta leviää edelleen jonkin verran melua, mutta korkean sivuvallin ansiosta pistooliradan melun mittaustulokset olivat Vekaranjärven suunnassa enimmillään 60 dB ja laskentatulokset enintään 65 dB.

7.6 RATA 5

Rata 5 on Vekaranjärven suunnan kannalta vaikeimmin torjuttava rata, sillä se sijaitsee lähimpänä vapaa-ajan asuntoja. Radalle rakennettiin ns. tyyppin B katos, jossa on joka toisen ampumapaikan välein 2,4 m pitkät akustisesti vaimennetut etuseinäkkeet sekä katto. Tyyppin C katosta ei voitu rakentaa lähimmän kulissin aiheuttaman ahtauden vuoksi. Melun etenemisreitit katoksesta pisteen P6 vapaa-ajan asunnoille ovat hyvin mutkikkaita, koska radalla on useita meluntorjuntakeinoja (seinäkkeet, korkea sivuvali, vaimennetut yläkulissit, jatkettu sivuseinä). Tämä näkyy hyvin tämän raportin kansikuvasta.

Katoksen seinäkkeiden vaikutusten selvittämiseksi mittaukset suoritettiin ampumalla vuorotellen katoksesta ja katoksen seinäkkeiden etupuolelta avoimelta paikalta. Lähimittauksissa B-tyypin katoksen vaikutukseksi saatiin 5–10 dB sivuille ja etuviistoihin suuntiin, kuten myös kaukopisteissä P4 ja P5. B-katos alkaa toimia noin 45° suunnassa ja siitä sivullepäin, mutta kulissit sotkevat tarkastelua eikä kovin luotettavia avoimen maaston lisäsvaimennuksen arvoja tälle katostyypille pystytty määrittämään.

Pisteessä P6 mitattu vaikutus oli hieman yllättäen vain 1–2 dB. Yksittäislaukausten melutasot katoksesta ammuttuna olivat pisteessä P6 65–66 dB eli ohjearvon tuntumassa. Tätä voidaan pitää lähes parhaana saavutettavissa olevana meluntorjunnan tuloksena, kun otetaan huomioon, että piste ja vapaa-ajan asunnot ovat erittäin lähellä rataa (200 m).

Radan yläkulissimittauksissa taustavallin lähimittauspisteessä saatiin nyt suurempi tulos kuin vuoden 2011 mittauksissa, koska radalta poistettiin 3 kauempaa yläkulissia, jotka sijaitsivat lähempänä taustavallia ja aiheuttivat suuremman estevaikutuksen juuri taustavallin harjalle. Kauemmassa lähipisteessä taustavallin takana mäen rinteessä nykyisten kolmen kulissin poisto vaikutti vähemmän; mittaustulokset olivat lähes identtiset 2011 ja 2013. Vertailutulos katoksesta ja tieltä ammuttujen laukausten aiheuttamien äänitasojen välillä on muihin ratoihin verrattuna vastaava tuottaen saman yläkulissien estevaikutuksen 3–5 dB kuin muillakin radoilla.

8 MELUTASOJEN TARKASTELU

8.1 MITTAUSTULOKSET

Mittaustulokset on esitetty kokonaisuudessaan *liitteissä B1...B6*. Ympäristöluvan mukaiset seurantamittaukset on esitetty yksittäislaukauksille lisäksi *taulukossa 4* ja ryhmälaukauksille *taulukossa 5*.

Yksittäislaukausten osalta enimmäistaso ylitti raja-arvon 65 dB ainoastaan radalta 1 pisteessä P1 ja niukasti radalta 5 pisteessä P6. Muuten tulokset pääosin alle tavoitearvon 60 dB. Ryhmälaukauksia ei pystytty mittaamaan täydellisesti kaikilta radoilta, mutta mitattujen ryhmälaukausten tasot ovat odotetusti suurempia kuin yksittäislaukausten, ylittäen raja-arvon 65 dB niukasti myös pisteissä P2 ja P5.

Taulukko 4. Mitatut yksittäislaukausten A_1 -enimmäisäänitasot L_{A1max} [dB] kaukopisteissä P1–P6.

rata	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Rata 1: 7.62 RK 62	69	59	50	42	51	58
Rata 2: 7.62 RK 62	56	56	48	-	-	-
Rata 3: 7.62 RK 62	57	61	52	49	53	59
Rata 5: 7.62 RK 62	55	58	55	42	52	66
Rata 6 (ent. 4): 9.00 PIST	-	-	-	42	58	60
<i>maksimi</i>	69	61	55	49	58	66

Taulukko 5. Mitatut ryhmälaukausten A_1 -enimmäisäänitasot L_{A1max} [dB] kaukopisteissä P1–P6. Pisteissä P1–P3 taulukkoon valittu suurempi mitatuista 7 ja 14 laukauksen melutasoista. Pisteissä P4–P6 tasot ovat 23 hengen ryhmälaukauksia (4×23 laukausta + 1×46 laukausta).

rata	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Rata 1: 7.62 RK 62	71	67	58	-	-	-
Rata 2: 7.62 RK 62	59	65	57	57	66	71
Rata 3: 7.62 RK 62	63	65	60	-	-	-
Rata 5: 7.62 RK 62	55	62	58	-	-	-
<i>maksimi</i>	71	67	60	57	66	71

8.2 LASKENTATULOKSET

Laskentatulokset enimmäisäänitasolle L_{A1max} on esitetty liitteissä C.

Laskennallinen melutaso ylittää ympäristöluvan raja-arvon 65 dB pisteen P1 lähellä olevalla kahdella vapaa-ajan asunnolla sekä pisteiden P5 ja P6 välisillä vapaa-ajan asunnoilla. Muualla laskentatulokset on alle raja-arvon sekä aiempaa laajemmalla alueella myös alle tavoitearvon. Laskennan perusteella pisteen P1 ylitys aiheutuu radalta 3. Pisteiden P5 ja P6 65 dB ylitys aiheutuu laskennan mukaan useammalta radalta.

Keskiäänitason $L_{Aeq,r}$ laskentatuloksia elokuun aktiiviselle ammuntopäivälle liitteessä D1 voidaan verrata enimmäisäänitason laskentatuloksiin. Meluvyöhykkeiden värit on valittu vertailukelpoisiksi (L_{A1max} 65 – $L_{Aeq,r}$ 55 dB). Meluvyöhykkeitä vertaamalla havaitaan, että elokuun aktiivisen ammuntopäivän keskiäänitason meluvyöhykkeet ovat vain hieman suuremmat kuin enimmäisäänitason vyöhykkeet. Koko vuoden keskimääräisen ampumapäivän keskiäänitason vyöhyke olisi muutaman desibelin pienempi kuin vastaava enimmäisäänitason vyöhyke, kun tarkastellaan ohjearvona asuinalueiden päiväajan keskiäänitasoa 55 dB. Loma-asuinalueiden ohjearvo päivällä on myös keskiäänitason osalta tiukempi 45 dB. Ympäristöluvassa ei keskiäänitasolle ole asetettu raja- ja tavoitearvoja, vaan siinä ainoastaan velvoitetaan tarkastelemaan keskiäänitasoa.

8.3 LASKENNAN JA MITTAUSTEN VERTAILU

Pääosin yksittäislaukausten mittaustulokset ovat pienempiä kuin laskentatulokset. Alla on pohdittu havaittuja eroja kaukopistekohtaisesti.

P1: Laskentatulokset pääosin alle mittaustulosten paitsi radalta 1, jonka mittaustulokset sekä yksittäis- että ryhmälaukauksille olivat suurempia kuin laskentatulokset. Tämä tulos oli yllättävä, sillä vaikka mittausten aikana olosuhteet melun etenemiselle olivat edullisia, myötätuuli ei kuitenkaan ollut erityisen voimakas.

Radalta 3 aiheutuu laskennan mukaan eniten melua mäkien välisestä solasta johtuen. Tämä ei kuitenkaan näkynyt tämän työn mittauksissa. Arvioimme, että aiemmin suunniteltujen pitkittäisseinien toteuttaminen radalla 3 ei ole BAT-periaatteiden mukaisesti suositeltavaa.

P2: Mittaustulokset olivat melko hyvin linjassa laskennan kanssa, erot noin ± 4 dB. Lasketut meluvyöhykkeet ovat mittauspisteen lähiympäristössä hyvin repaleisia.

P3: Eroja molempiin suuntiin, mutta kaikki tulokset pieniä, 60 dB tai alle.

P4: Sekä mittaus- että laskentatulokset hyvin pieniä eikä vertailu ole tarpeen. Tässä pisteessä melu on pääosin metsän ja muun maaston aiheuttamaa kaiuntaa.

P5: Laskentatulokset ovat suurempia kuin mittaustulokset, vaikka mittauksissa oli puuskittainen myötätuuli eli ainakin ajoittain melun etenemiselle hyvin edulliset olosuhteet. Laskentatulokset arviolta hieman liioittelee yksittäislaukausten melutasoa.

P6: Mittauksissa esiintyi hyvin lievä 65 dB ylitys vain radalta 5 sekä ryhmälaukauksien osalta radalta 2. Laskennassa melu ylittää 65 dB myös lievästi radoilta 1 ja 3. Radan 5 mittaustulos hyvin linjassa laskennan kanssa ainakin A-äänialtistustasoja vertailtaessa. Laskentatulokset arviolta hieman liioittelee muiden ratojen yksittäislaukauksien enimmäistasoja.

Kokonaisuutena todetaan, että laskentatuloissa on ratakohtaisesti eroa mittaustuloksiin, mutta ratojen yhteismelua tarkasteltaessa mittausten ja laskennan välinen vastavuus on kohtalainen.

9 YHTEENVETO

Vekaranjärven ampumaradalla tehtiin mittavia teknisiä meluntorjuntatoimenpiteitä, joihin kuuluivat mm. sivuvallien korotukset, yläkulissien parantamiset sekä ratojen uudelleenjärjestelyt. Yhtä laajoja torjuntatoimia on Suomessa aiemmin tehty vain Parolannummen ampumaradalla. Näillä kahdella radalla saadut kokemukset muodostavat merkittävän tietämyksen ampumaratojen meluntorjunnan parhaista käyttökelpoisista tekniikoista (BAT).

Yläkulissit vaimentavat etusuunnan melua mittausten perusteella 4 dB. Etusuunnan melua ei ole enää mahdollista torjua nykyistä enempää teknisillä meluntorjuntakeinoilla. Esimerkiksi taustavalleja ei kannata korottaa, koska se ei tuo lisää vaimennusta. Etusuunnan melua saatiin torjutuksi siten, että melu ylittää ympäristöluvan raja-arvon 65 dB ainoastaan kahdella vapaa-ajan asunnolla. Muutamalla muulla vapaa-ajan asunnolla ollaan raja-arvon tuntumassa. Ryhmälaukauksilla melutasot ylittävät 65 dB laajemmalla alueella.

Oikealle sivulle eli Vekaranjärven vapaa-ajan asuntojen suuntaan nykyiset korotetut (5–7 m korkeat) sivuvallit toimivat hyvin useimmissa eri sääolosuhteissa, vähentäen melua noin 3–8 dB. Lisäksi sivulla melua torjuvat radan 5 katoksen meluntorjuntarakenteet ja pistooliradan siirto. Torjuntatoimien meluntorjuntasuunnitelman mukaisesti Vekaranjärven suunnalla jää noin viisi vapaa-ajan asuntoa 65 dB melualueelle.

Ratojen 1 ja 3 (ja ehkä myös radan 2) melua voisi periaatteessa vähentää vielä hieman lisää sivusuunnissa ns. C-tyypin katoksen meluntorjuntarakenteilla, joista saatiin hyviä kokemuksia Parolannummen ampumaradalla. Vekaranjärven lähimmät vapaa-ajan

asunnot ovat kuitenkin niin lähellä idänpuoleisia ratoja, että kaikkien ratojen yhteisen melualueen pienentäminen tasolle 65 dB ei kuitenkaan onnistuisi vapaa-ajan asunnoilla etenkään, kun lähimmällä radalla 5 käytännössä kaikki tekniset torjuntatoimet on jo toteutettu. On myös huomioitava, että C-katokset eivät vähennä melua etusuunnassa.

LÄHTEET

1. MARKULA T & LAHTI T, Meluntorjuntasuunnitelma, Vekaranjärven ampumaradat. *AKUKON 113035-2*, Helsinki 22.12.2011.
2. MARKULA T & LAHTI T, Meluntorjuntaselvityksen päivitys, Vekaranjärven ampumaradat. *AKUKON 113035-3*, Helsinki 7.9.2012.
3. VNp **53/1997**. Valtioneuvoston päätös ampumaratojen aiheuttaman melutason ohjearvoista. *Suomen säädöskokoelma* 53/97, Helsinki 1997.
4. Ympäristöopas **61/1999**. Ampumaratamelun mittaaminen. *Ympäristöministeriö*, Helsinki 1999.
5. Vekaranjärven ampumaradan toimintaa koskeva ympäristölupahakemus. *Etelä-Suomen Aluehallintovirasto*, päätös Nro **11/2011/1**, Dnro **ESAVI/274/04.08/2010**, Kouvola 11.2.2011.
6. Vekaranjärven ampumaradan toimintaa koskeva ympäristölupahakemus, Kouvola. *Vaasan hallinto-oikeus*, Päätös Nro **13/0076/1**. Annettu 27.3.2013.
7. VNp **993/92**. Valtioneuvoston päätös melutason ohjearvoista. *Suomen säädöskokoelma* 993/92, Helsinki 1992.
8. **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.
9. JOKITULPPO J, LAHTI T & MARKULA T, Ampumamelun arviointi. Kirjallisuusselvitys. *Ympäristöministeriö, Suomen ympäristö* **39/2007**, Helsinki 2007.
10. **NT ACOU 099**. Shooting ranges. Prediction of noise. *Nordtest*, Espoo 2002.

LIITE A MITTAUSLAITTEET JA ANALYYSI

Mikrofonien äänisignaalit tallennettiin digitaalitalentimilla WAV-tiedostoiksi. Tiedostojen jälkikäsittely, editointi ja analyysi tehtiin tietokoneessa. Mittaussignaalit olivat näin täydellisinä käytettävissä koko jälkikäsittelyssä. Digitaalisuuden ansiosta signaaleissa ei tapahdu muutoksia tallentimien AD-muuntimen jälkeen. Mittauksessa ja analysoinnissa käytetyt laitteet ja välineet on lueteltu *taulukossa A1*.

Taulukko A1. Mittaus- ja analyysilaitteisto.

äänitasokalibraattori	Brüel & Kjær	4231
Mittaukset		
äänitasomittari	Brüel & Kjær	2250
kondensaattorimikrofoni	Brüel & Kjær	4189
äänitasomittari	Norsonic	118
mikrofoniesivahvistin	G.R.A.S.	26AK
äänitasomittari	Brüel & Kjær	2230
kondensaattorimikrofoni	Brüel & Kjær	4155
äänitasomittari	Brüel & Kjær	2235
kondensaattorimikrofoni	Brüel & Kjær	4155
20 dB lisävaimentimet	Brüel & Kjær	ZF0023
digitaalitalentimet	Olympus	LS-5/LS-10
Analyysi		
jälkikäsittelyohjelma	Adobe	Audition 3.0
analyysiohjelma	imc	Famos Professional 6.1

Mittalaitteistot kalibroitiin ennen ja jälkeen mittauksia äänitasokalibraattorilla. Tallennusvaiheessa äänitasomittarit toimivat tallentimien esivahvistimina. Mikrofonit olivat kaukopisteissä noin 1,8 m ja lähipisteissä 0,5 – 4,0 m korkeudella maanpinnasta/vallin harjasta. Mikrofonit oli varustettu tuulisuojoilla.

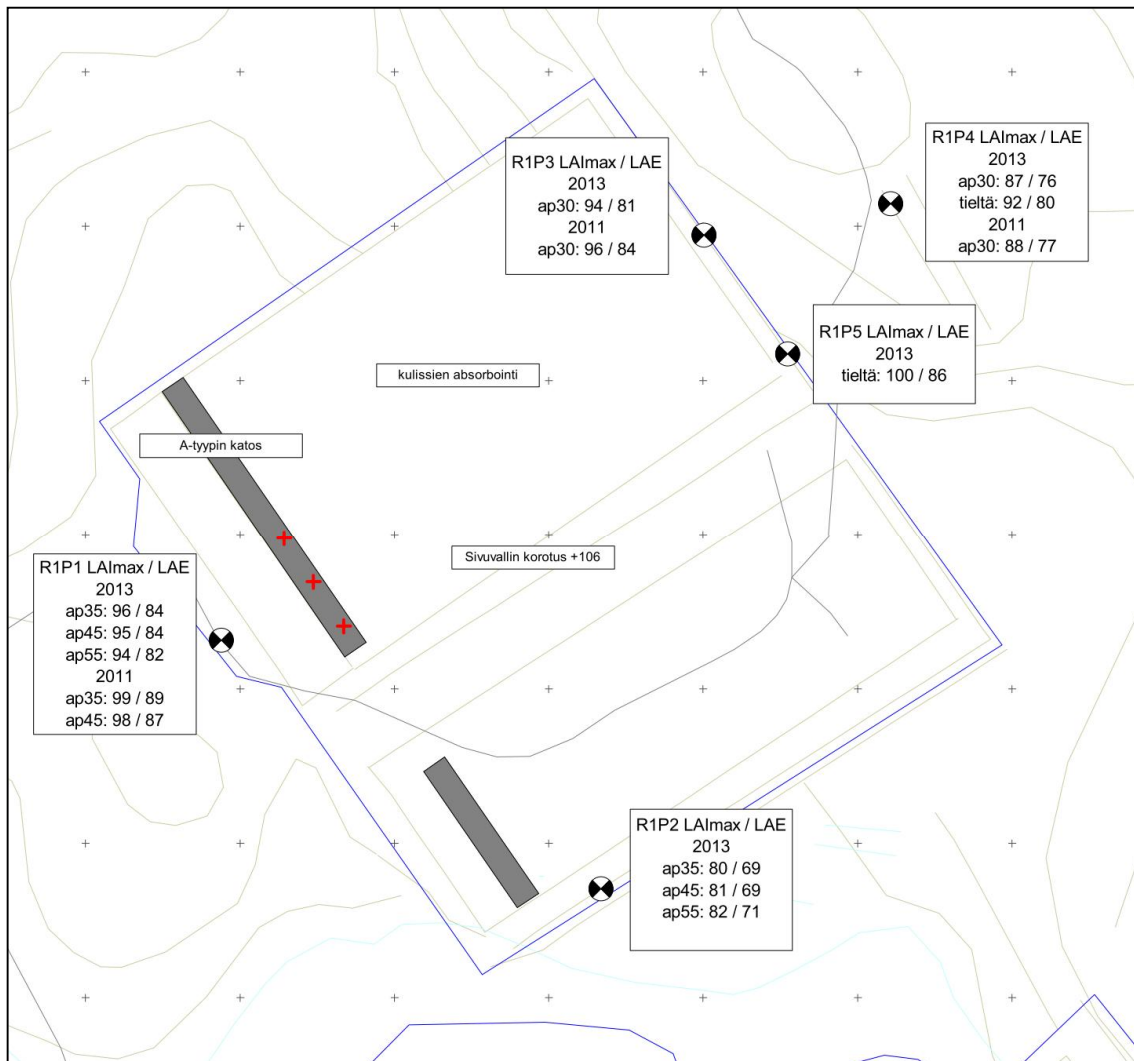
Tallenteiden jälkikäsittelyssä laukaukset jaettiin ensin puhtaisiin sekä taustamelun tai muun häiriön pilaamiin. Jälkimmäiset hylättiin jatkokäsittelystä. Lähipisteiden mittaussignaaleista rajattiin lisäksi mahdollisuuksien mukaan luotiäätet pois ennen analyysiä ja tulokset esittävät suupamausten melua ellei toisin mainittu.

Seuraavaksi kaikille hyväksytyille laukauksille määritettiin äänitasot:

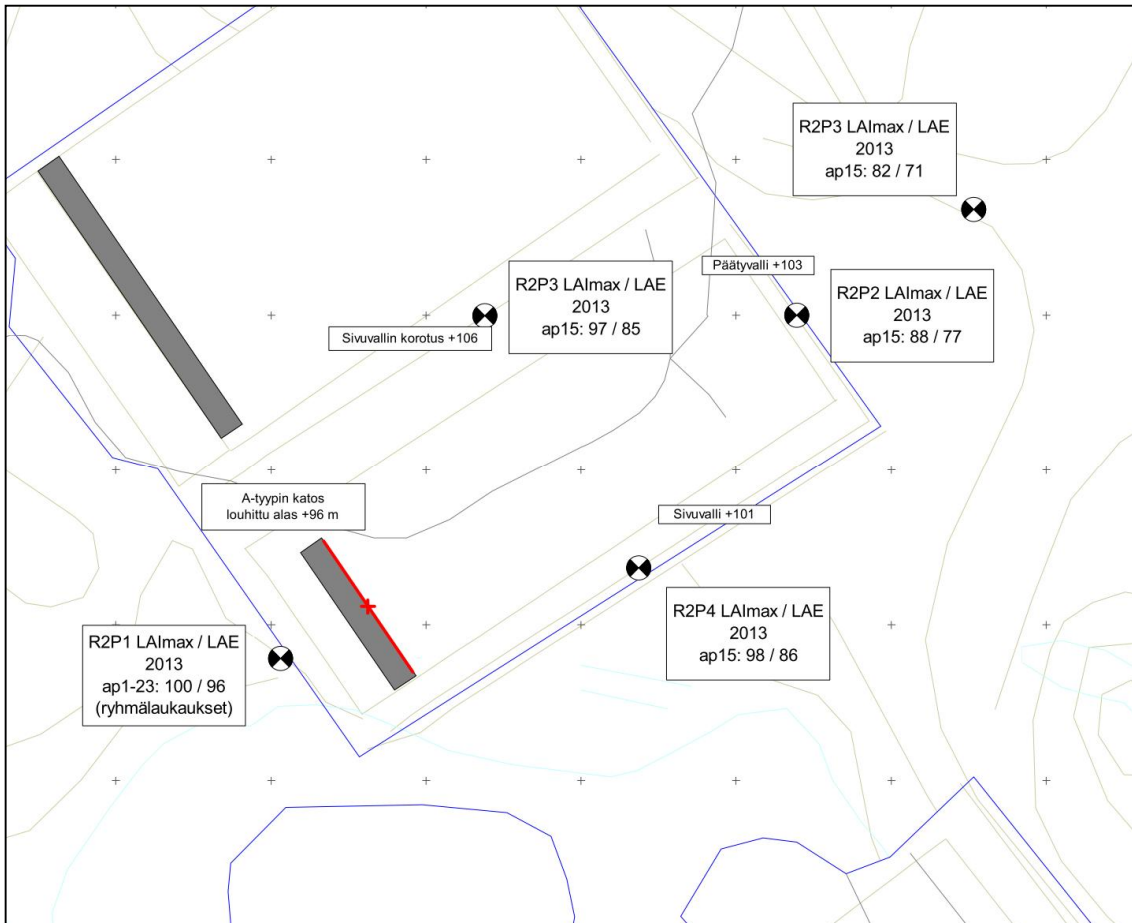
- AI-painotettu enimmäisäänitaso L_{AImax}
- A-painotettu äänialtistustaso L_{AE}

Yksittäisten tapahtumien tuloksista altistus- ja enimmäistasoille laskettiin signaalienergian eli neliölliset keskiarvot. Altistustaso on määritelmänsä mukaisesti signaalienergian taso, joten sen keskiarvot lasketaan aina energiakeskiarvoina. Ampumaratamelun mittaushjeessa [4] ei ole ilmoitettu, määritelläänkö AI-enimmäistason mittauksen tulokset laukausten melun aritmeettisena vai energiakeskiarvona. Keskiarvoilla ei ole käytännössä eroa, kun tapahtumien tasojen vaihteluväli on pieni, mutta kaukopisteissä keskiarvon määrittäytävällä saattaa olla useiden desibelien merkitys.

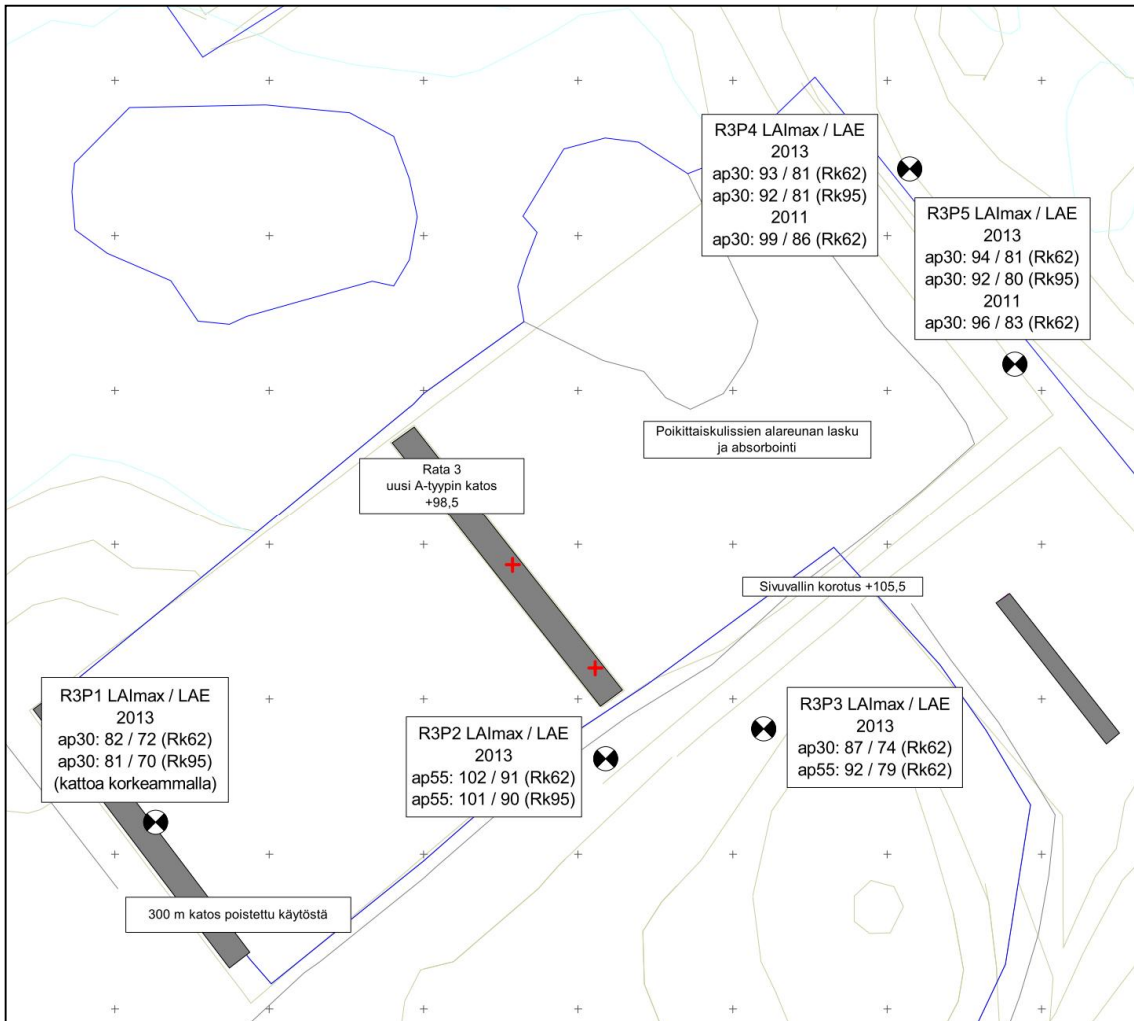
LIITE B1 LÄHIMITTAUSTEN TULOKSET RADALLA 1



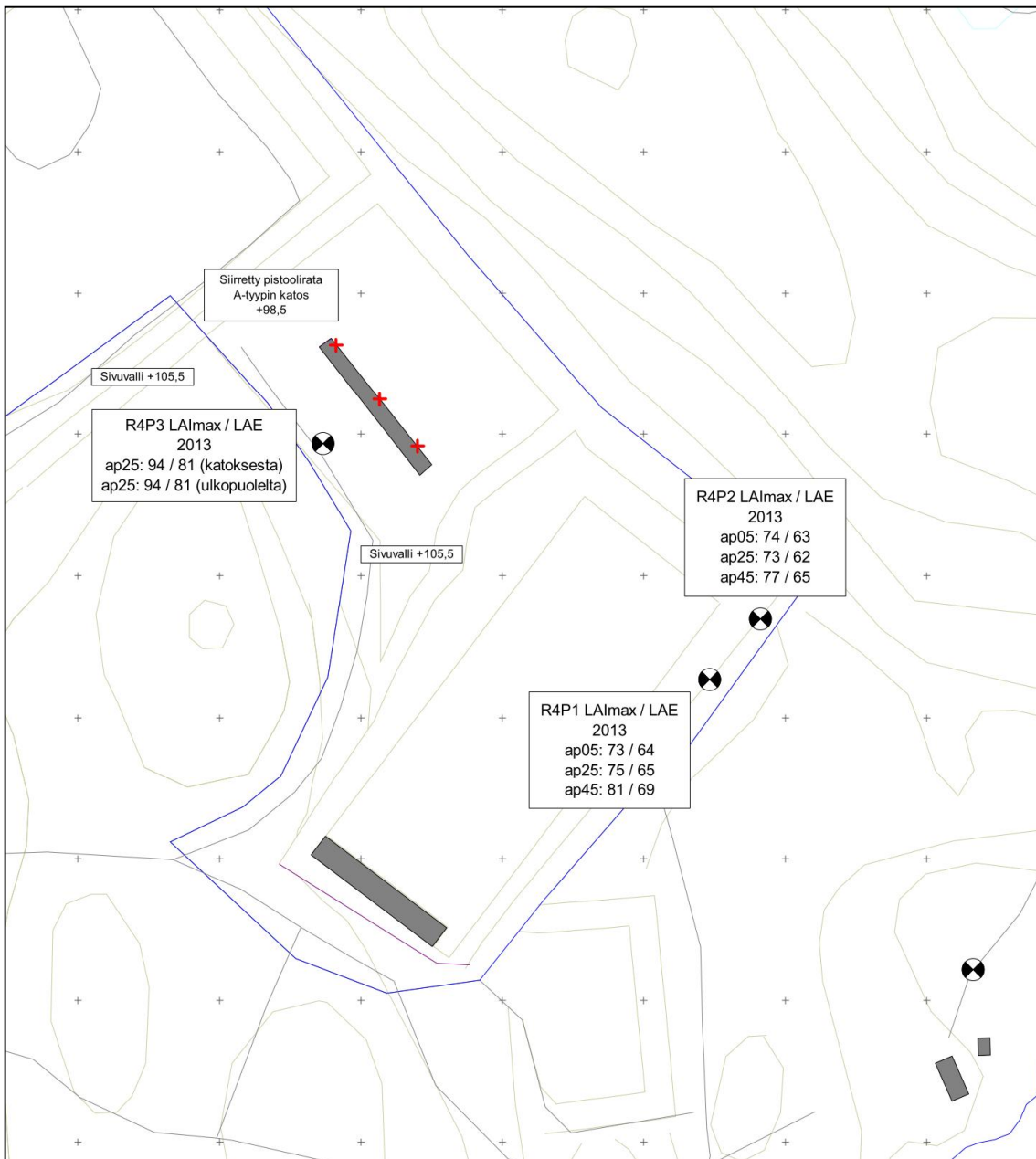
LIITE B2 LÄHIMITTAUSTEN TULOKSET RADALLA 2



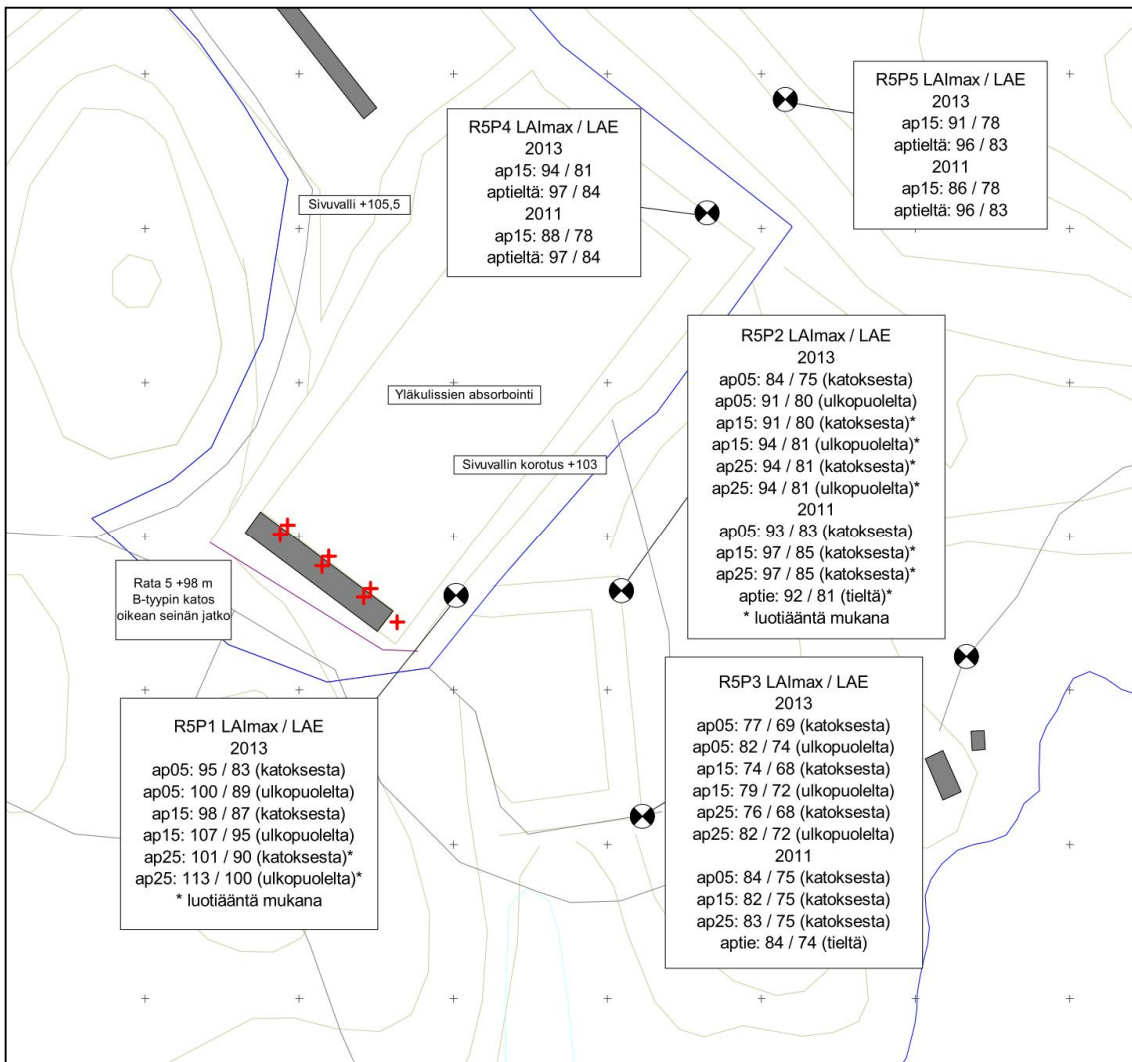
LIITE B3 LÄHIMITTAUSTEN TULOKSET RADALLA 3



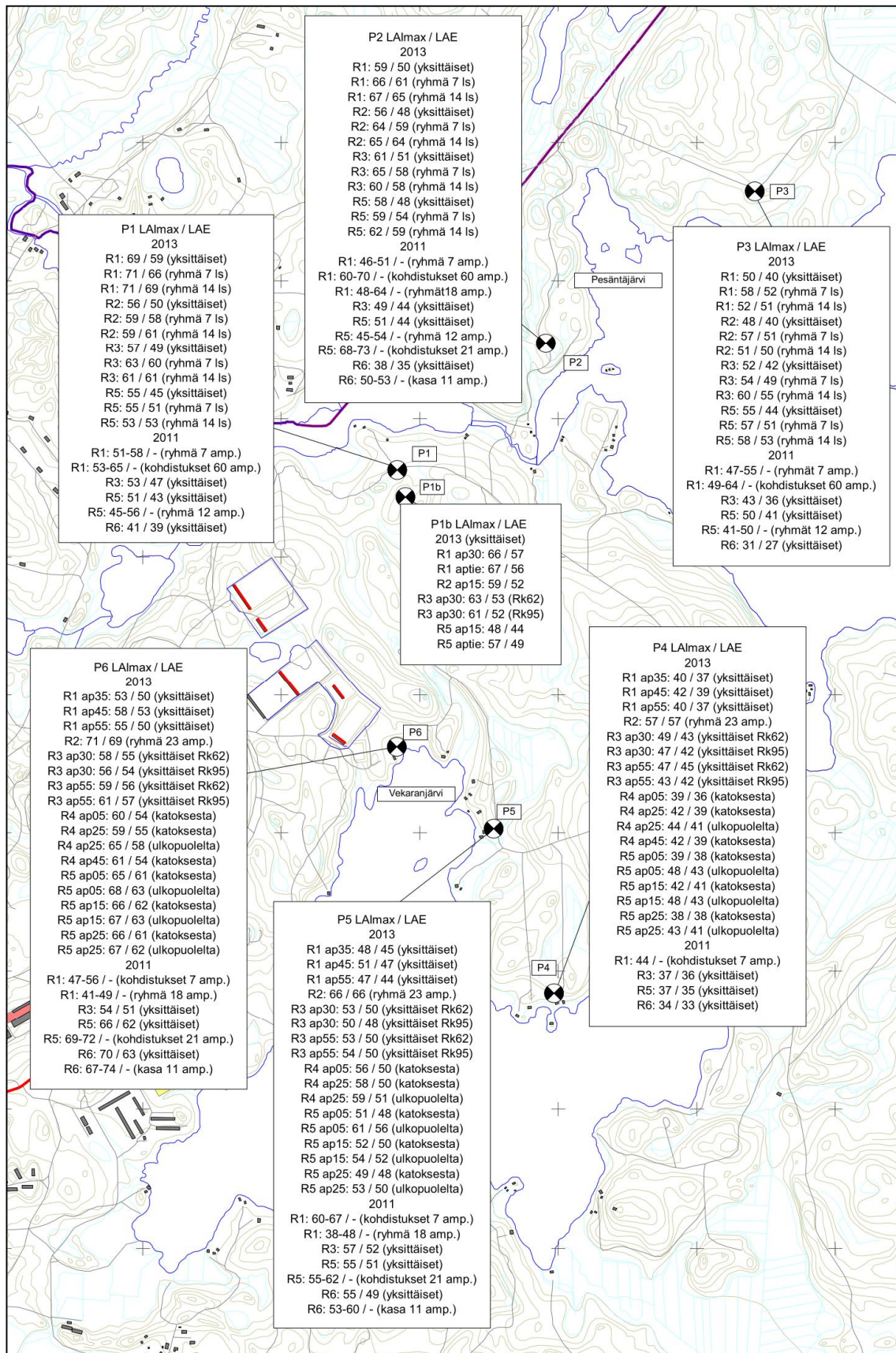
LIITE B4 LÄHIMITTAUSTEN TULOKSET PISTOOLIRADALLA



LIITE B5 LÄHIMITTAUSTEN TULOKSET RADALLA 5



LIITE B6 KAUKOMITTAUSTEN TULOKSET (2011 MITTAUSTULOKSISTA ESITETTY OSA)

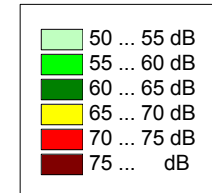


Vekaranjärven ampumaradat
Meluntorjunnan tarkistusmittaukset

Nykytilanne torjunnan jälkeen

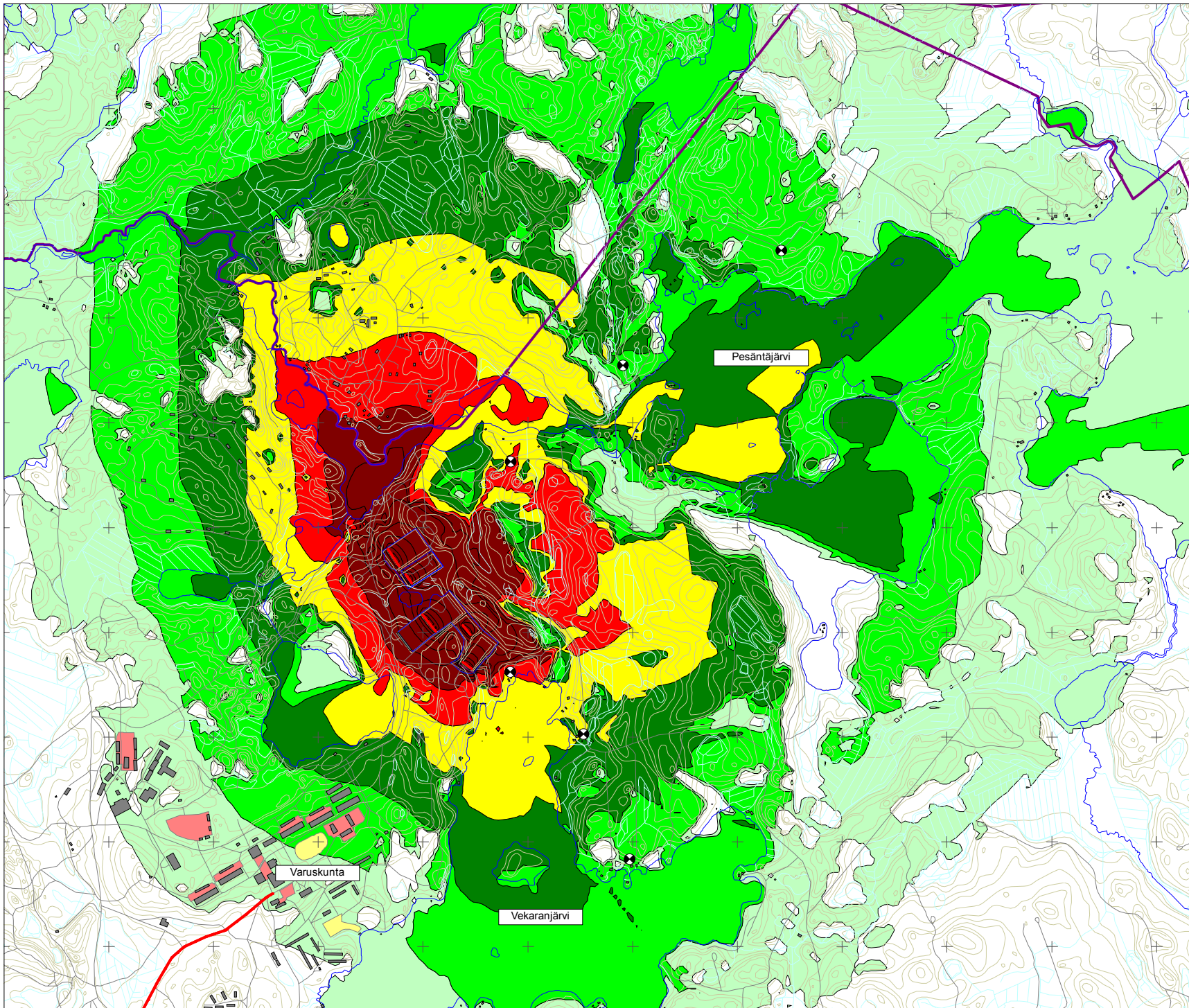
Kaikki radat yhteensä

Enimmäismelu
AI-enimmäisäänitaso L_{Amax}



Mittakaava:
1:25000 (A4)

Ruutukoko:
500 x 500 m



Vekaranjärven ampumaradat
Meluntorjunnan tarkistusmittaukset

Nykytilanne torjunnan jälkeen

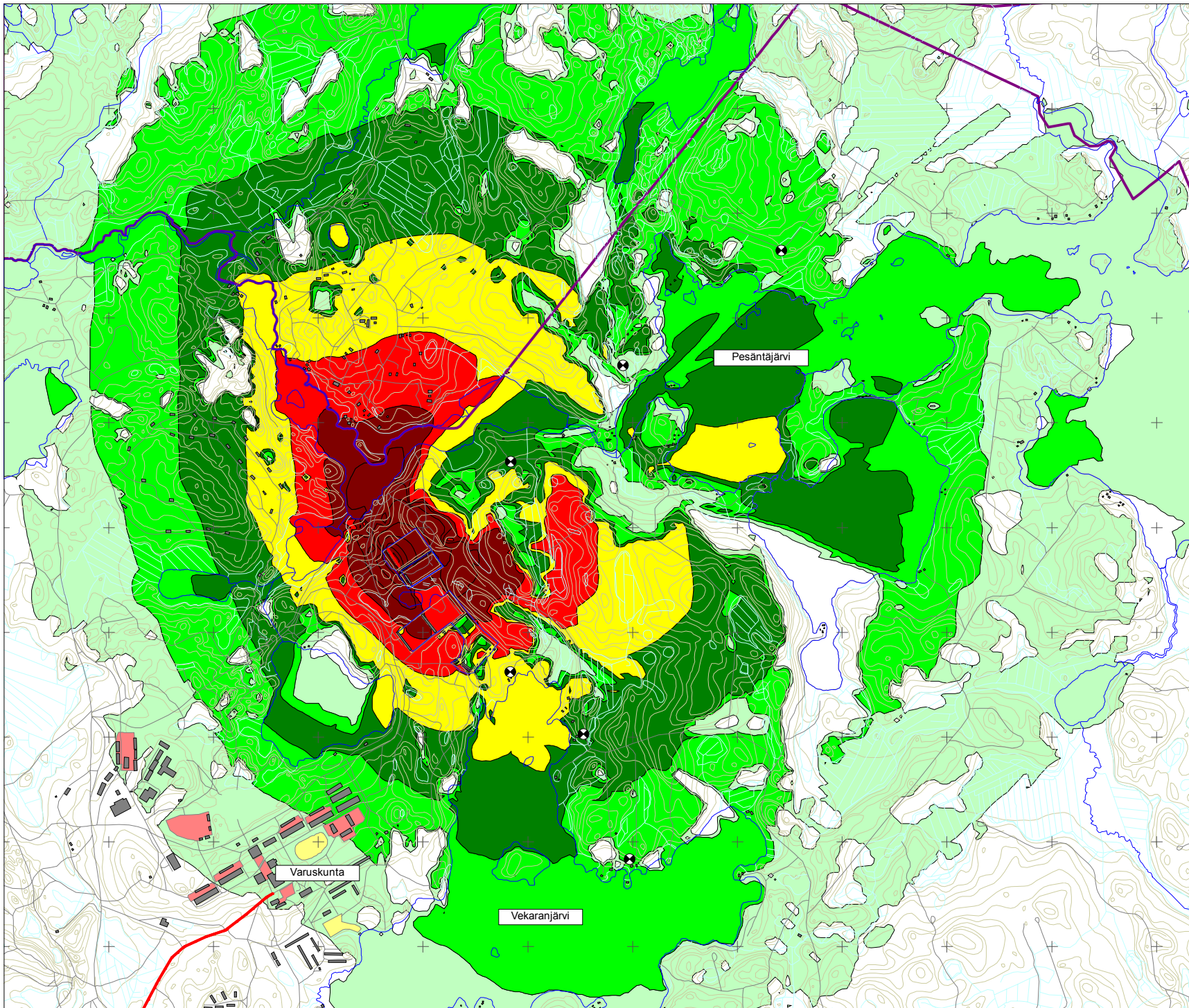
Rata 1:
150 m kiväärirata, 60 ap

Enimmäismelu
AI-enimmäisäänitaso $L_{A\max}$

50 ... 55 dB
55 ... 60 dB
60 ... 65 dB
65 ... 70 dB
70 ... 75 dB
75 ... dB

Mittakaava:
1:25000 (A4)

Ruutukoko:
500 x 500 m

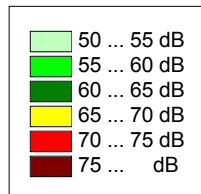


Vekaranjärven ampumaradat
Meluntorjunnan tarkistusmittaukset

Nykytilanne torjunnan jälkeen

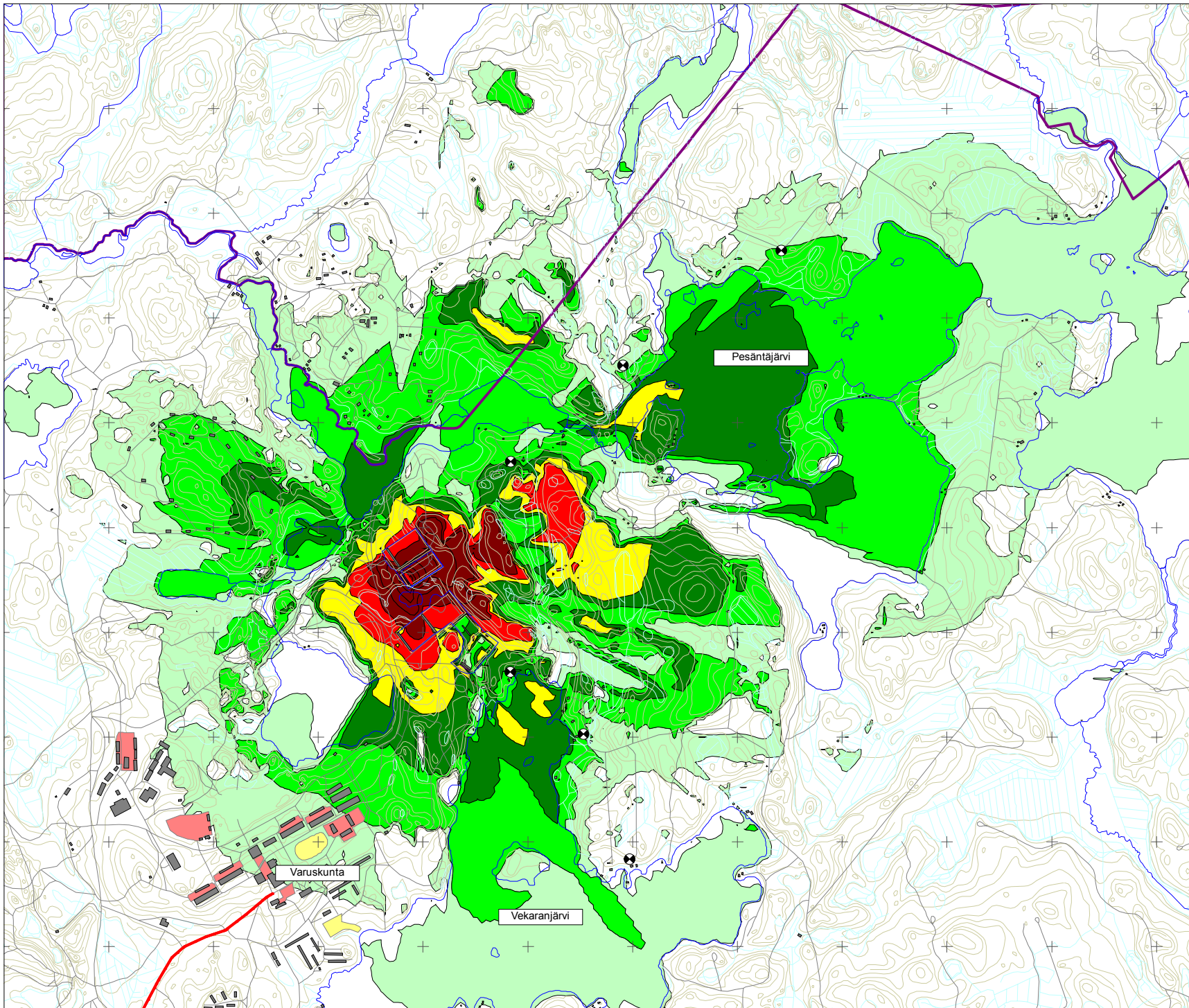
Rata 2:
150 m kiväärirata, 30 ap

Enimmäismelu
AI-enimmäisäänitaso L_{Amax}



Mittakaava:
1:25000 (A4)

Ruutukoko:
500 x 500 m

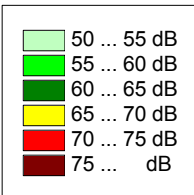


Vekaranjärven ampumaradat
Meluntorjunnan tarkistusmittaukset

Nykytilanne torjunnan jälkeen

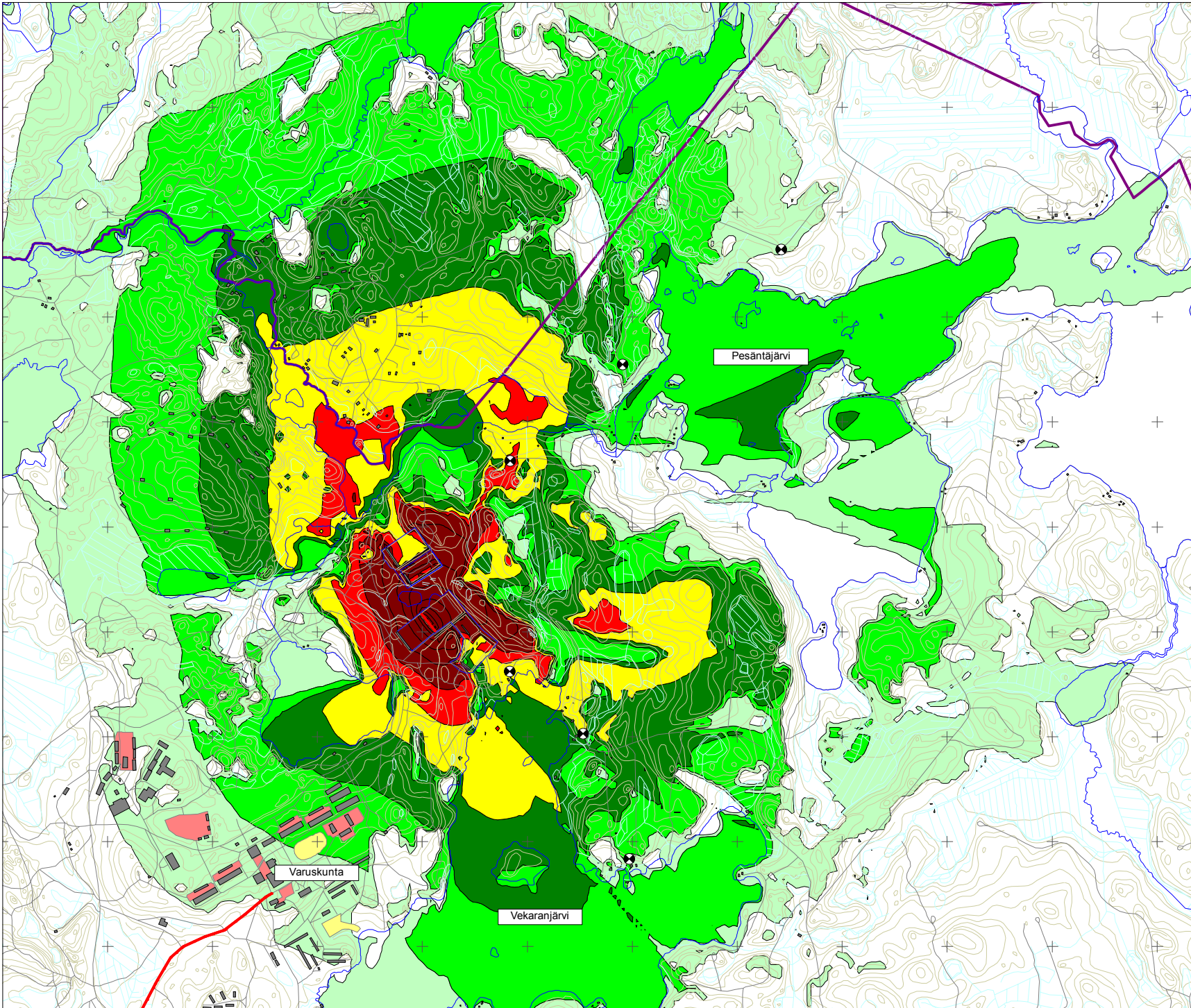
Rata 3
150 m kiväärirata, 60 ap

Enimmäismelu
AI-enimmäisäänitaso $L_{A\max}$



Mittakaava:
1:25000 (A4)

Ruutukoko:
500 x 500 m

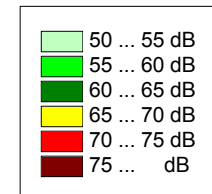


Vekaranjärven ampumaradat
Meluntorjunnan tarkistusmittaukset

Nykytilanne torjunnan jälkeen

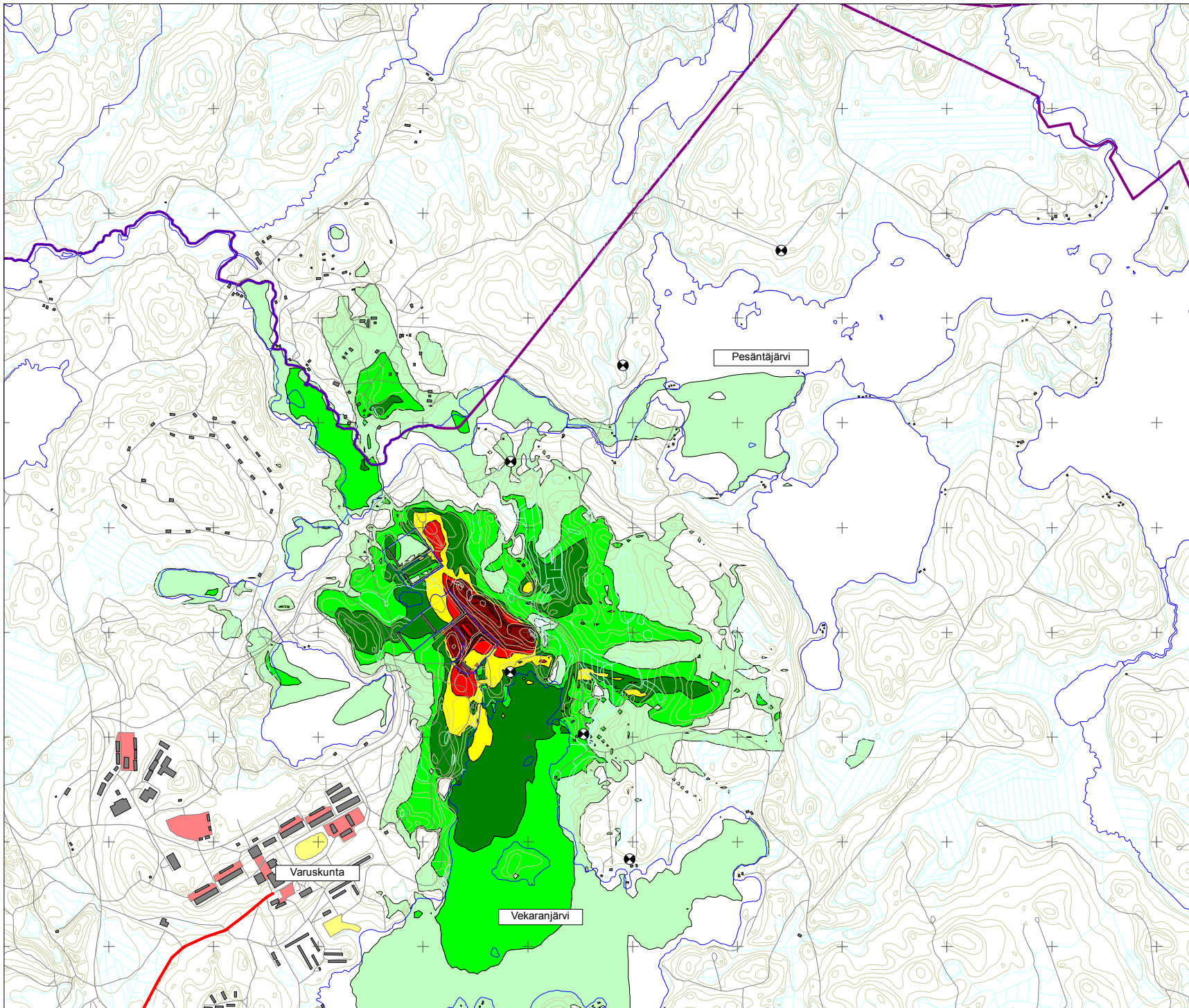
Rata 6 (ent. 4):
25 m pistoolirata, 50 ap

Enimmäismelu
Al-enimmäisäänitaso $L_{A\max}$



Mittakaava:
1:25000 (A4)

Ruutukoko:
500 x 500 m

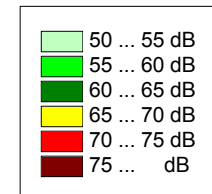


Vekaranjärven ampumaradat
Meluntorjunnan tarkistusmittaukset

Nykytilanne torjunnan jälkeen

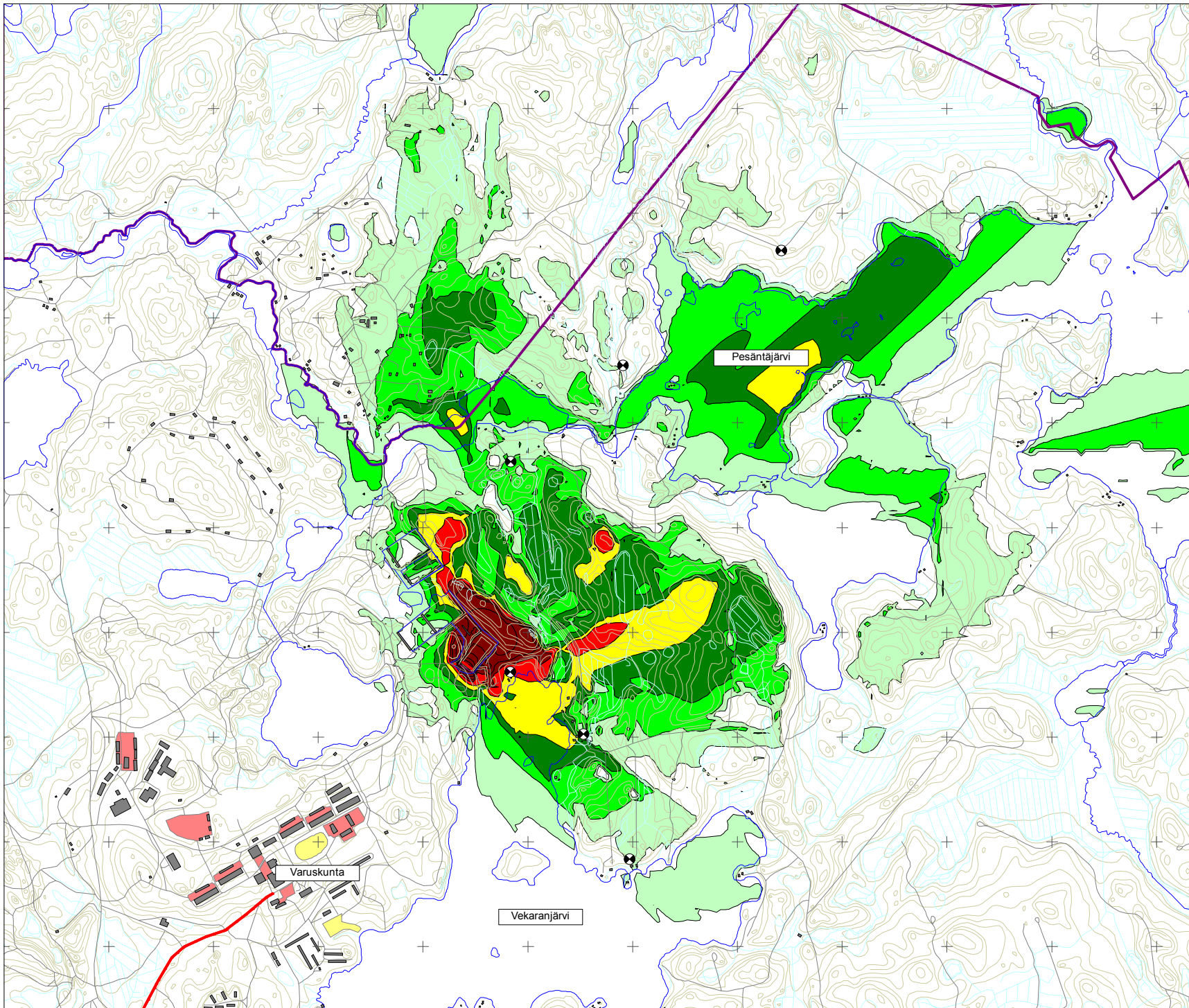
Rata 5:
150 m kiväärirata, 30 ap

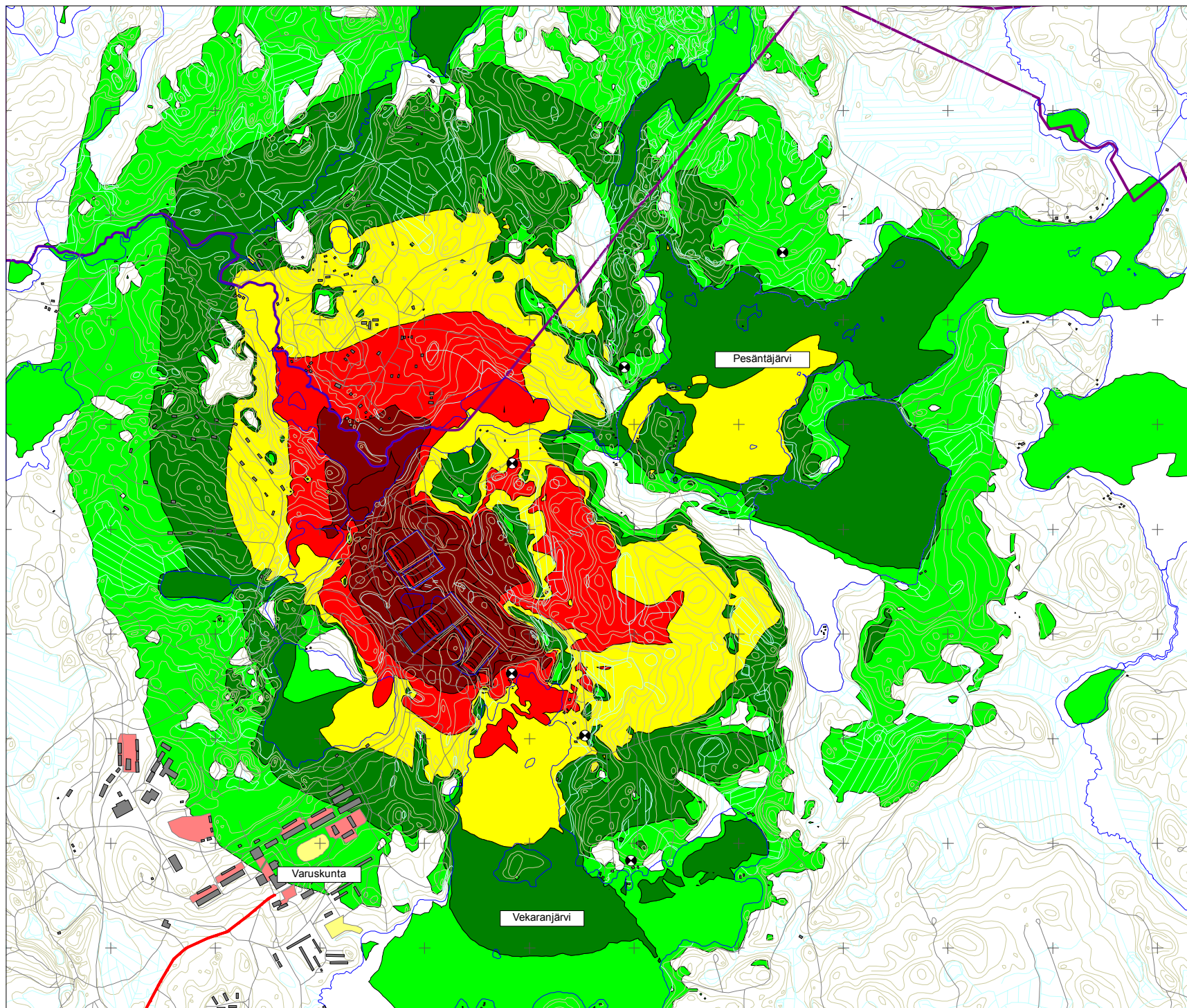
Enimmäismelu
Al-enimmäisäänitaso L_{Amax}



Mittakaava:
1:25000 (A4)

Ruutukoko:
500 x 500 m



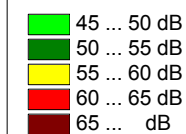


Vekaranjärven ampumaradat
Meluntorjunnan tarkistusmittaukset

Nykytilanne torjunnan jälkeen

Elokuun aktiivinen ammutapaivä
kaikki radat yhteensä n. 8000 ls

Päivän (klo 7-22)
impulssikorjattu +12 dB
A-keskiäänitaso L_{Aeq}



Mittakaava:
1:25000 (A4)

Ruutukoko:
500 x 500 m

Vekaranjärven ampumaradat
Meluntorjunnan tarkistusmittaukset

Nykytilanne torjunnan jälkeen

Melualueet

Mittakaava:
1:25000 (A4)

Ruutukoko:
500 x 500 m

