

AMPUMARATOJEN MELUNTORJUNTA

Timo Markula¹, Tapio Lahti²

¹ Akukon Oy
Kutomonkatu 3
20100 TURKU
timo.markula@akukon.fi

² TL Akustiikka
Hiomotie 19
00380 HELSINKI
tapio.lahti@tlakustiikka.fi

Tiivistelmä

Puolustushallinnossa on paraikaa käynnissä useita hankkeita ampumaratojen meluhaittojen torjumiseksi. Puolustusvoimat on teettänyt ratojen meluselvitykset ja ryhtynyt sen jälkeen Puolustushallinnon rakennuslaitoksen kanssa toteuttamaan melutilanteeltaan tärkeimpien ratojen meluntorjuntaohjelmaa. Samanaikaisesti on meneillään kansallinen BAT-selvitys ulkona sijaitsevien ampumaratojen ympäristövaikutusten hallinnasta, joka kattaa myös siviiliampumaradat. Artikkelissa esitellään selvityksen suosituksia sekä ensimmäisen valmistuneen torjuntahankkeen ratkaisuja ja tuloksia.

1 JOHDANTO

Puolustusvoimat on teettänyt viime vuosina lähes kaikkien ampumaratojensa meluselvitykset ja määrittänyt ratojen melualueilla olevat asukkaat ja loma-asunnot. Vuonna 2012 käynnistettiin puolustushallinnossa ampumaratojen teknisen ympäristönsuojelun parantamishanke, jonka yhtenä merkittävänä osana on meluntorjunta. Ensimmäiset laajat meluntorjuntatoimet valmistuivat syksyllä 2012 Parolannummen ampumaradalla (kuva 1). Vastaavan laajuisia toimenpiteitä ei Suomessa ole aiemmin tehty.

BAT (*best available techniques*) ja BEP (*best environmental practices*) ovat ympäristöhaittojen hallinnan käsitteitä, jotka on kirjattu ympäristönsuojelulakiin. Käsitteitä on melun osalta toistaiseksi käytetty lähinnä teollisuuden yhteydessä, mutta ne sopivat yhtä hyvin myös muulle ympäristömelulle [1, 2]. Puolustushallinnon johdolla käynnistyi talvella 2011 kansallinen BAT-selvitys ulkona sijaitsevien ampumaratojen ympäristövaikutusten hallinnasta. Selvitys kattaa myös siviiliampumaradat. BAT-työryhmän työ alkaa olla loppusuoralla: selvitysluonnos valmistuu lähiaikoina.

2 AMPUMARATOJEN BAT-SELVITYS

BAT-selvityksen meluosiossa kuvataan meluntorjunnan keinoja, niiden käyttömahdollisuuksia, saavutettavia vaimentumia ja lyhyesti myös kustannuksia. BAT-käsite ja -menetely eivät sinänsä tuo mitään uutta ampumaradan melun torjuntaan, samoja tavallisia keinoja ja samaa tekniikkaa käytetään kuin ennenkin.

Selvityksessä todetaan, että ampumaradan meluntorjunnan mahdollisuudet riippuvat lähtötilanteesta. Jos torjuntaa lähdetään toteuttamaan tilanteessa, jossa radalla ei ole katoksia, meluvalleja tai muitakaan melua vähentäviä rakenteita, uusilla katos- ja vallirakenteilla voidaan saavuttaa esimerkiksi taakse ja sivulle tuntuja vaimennuksia, esimerkiksi 5–15 dB. Jos taas radalla on jo suhteellisen hyvät katos ja sivuvallit sekä mahdollisesti muitakin torjuntaratkaisuja, voi olla vaikeaa saavuttaa altistuvissa kohteissa edes 5 dB lisävaimennusta.



Kuva 1: Parolannummen parannettu meluntorjuntakatos sekä korotettuja meluvalleja ja keskivallia tehostava meluaita. Keskivallin molemmin puolin 150 m kivääriradat.

Ampumasuunnassa ja lähimmässä etusektorissa BAT:n mukaista torjuntatekniikkaa on riittävän korkea päätyvalli. Kivääri- tai pistooliradalla etuviistoihin suuntiin BAT:ia on radan sivulla oleva meluvalli, -aita tai meluvallin ja aidan yhdistelmä.

Meluesteet mitoitetaan siten, että melutaso altistuvassa kohteessa ei ylitä melun ohje- tai raja-arvoa, kuitenkin niin että vaimennus on vähintään 5 dB. Jos suojattava kohde on luotiäänien vaikutusalueella, este on tarpeen ulottaa koko radan pituudelle.

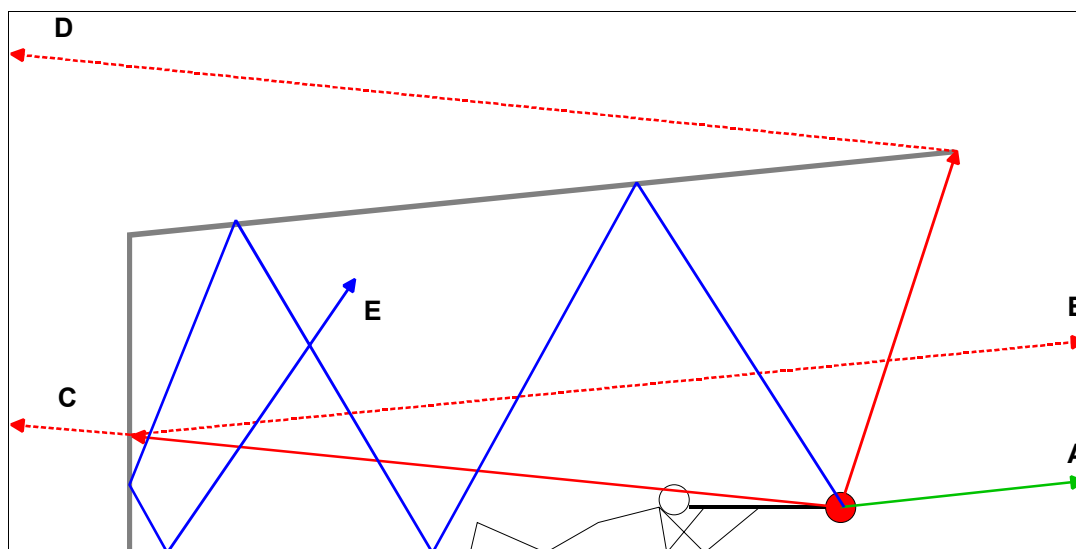
Takasuuntiin BAT-ratkaisu on melua vaimentava katos. Tässä suhteessa katoksen tärkein ominaisuus on, että taka- ja sivuseinät ovat tiiviit. Katoksen mahdollisesti tarvittava ilmanvaihto on suunniteltava ääntä vaimentavaksi.

Haulikkoradoilla sivuvalleja tai -aitoja on mahdollista käyttää vain tietyin rajoituksin, mm. kiekon lentoradasta johtuen. Vallit ja esteet ovat kuitenkin haulikkoratojen paras torjuntakeino. Skeet-radalla ei katoksia voida rakentaa, trap-radalla katoskin on mahdollinen.

Tavallinen katos ei vaimenna melua etusuuntiin (-90° ... 0° ... $+90^{\circ}$). Suuremmissa kulmissa etuviistoon (n. $\pm 45^{\circ}$... 90° eli suunnilleen luotiäänisektorista sivulle päin) ja osin myös takasuuntiin BAT:ia ovat lisäksi mm. seuraavat rakenteet. Vaimennusta tehostaa, kun ampumakatos varustetaan etusuuntaan jatketuilla ja ääntä absorboivilla sivuseinillä tai väliseinäkkeillä ja etulipalla, jolloin ampuminen tapahtuu ”tunnelista”. Jos ampumaradalla on vain muutama ampumapaikka, voivat tällaiset jatkeet olla yksinäänkin riittävä ratkaisu.

Muita BAT:n mukaisia tekniikoita voivat olla seuraavat toimet. Yläkulissit voivat tulla kyseeseen, jos muut keinot eivät riitä ja jos niiden vaimennus pystytään riittävän luotettavasti mitoittamaan. Suoraan eteen tilannetta voidaan yrittää parantaa poikittaisella yläkulissilla. Leveällä radalla etuviistoon sivulle voidaan soveltaa väliaitoja tai pitkittäisiä yläkulisseja.

Aseen äänenvaimennin on melko tehokas keino vaimentaa aseän suupamausta lähes kaikkiin suuntiin [1]. Eteen–etuviistoon hyvä vaimennin vaimentaa n. 8–12 dB ja sivulle jopa yli 20 dB. Monissa tapauksissa äänenvaimentimen käyttö ei kuitenkaan ole mahdollista, mm. useimmat kilpailusäännöt kieltävät sen käytön. Puolustusvoimat ei käytä vaimenninta ampumakoulutuksessa.



Kuva 2: Katoksen kaavamainen poikkileikkaus ja suupamauksen äänisäteiden kulkureittejä.

3 KATOKSEN AKUSTIIKKA JA MELUNTORJUNTA

Ulkona sijaitsevan ampumaradan katos vaimentaa jonkin verran sivuille, takaviistoon ja taakse leviävää melua. Äänen etenemisreittejä katoksessa on esitetty kuvassa 2. Katoksen takaseinän äänieristys on tyypillisesti 15...20 dB. Harvaan laudoitetussa tai suurilla tuuletusaukoilla varustetussa katoksessa äänieristys voi toisaalta olla lähes olematon.

Kun katoksen seinien äänieristys on vähintään kohtalainen, katoksen taakse ja sivuille suuntautuvasta kokonaismelusta merkittävämpi osa on katon etureunan ympäri diffraktoitunutta (kuvassa 2 reitti ”D”) kuin seinien läpi edennyttä ääntä (reitti ”C”).

Diffraktion seurauksena katon kautta taakse taittuva äänisäde vaimenee noin 20 dB. Sivuille ja katon etureunaan suuntautuva melu on kuitenkin aseensa suuntaavuudesta johtuen voimakkaampaa kuin suoraan taakse, esim. rynnäkkökiväärillä ero on noin +15 dB.

Taittunut ääni vahvistaa taakse kuuluvaa ääntä, jolloin vaimentuma onkin selvästi pienempi kuin pelkän takaseinän eristys katoksettomaan tilanteeseen verrattuna. Tavallisen kiväärikatoksen vaimentuma takasuuntiin on tyypillisesti välillä 5...10 dB. Katoksen meluntorjuntaa voidaan siis parantaa, paitsi seinien äänieristystä parantamalla, varsinkin jatkamalla katoksen rakenteita etusuuntaan diffraktion aiheuttaman vaimentuman kasvattamiseksi.

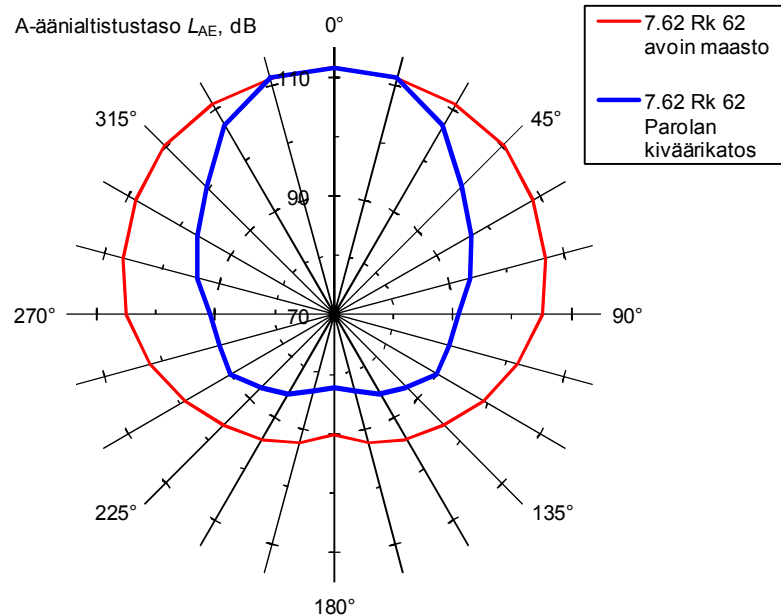
Parolannummen 150 m kivääriradoille tehtiin syksyllä 2012 ensimmäiset varsinaiset puolustusvoimien meluntorjuntakatokset (kuva 3). Katosten etuosaan rakennettiin 4,6 m pitkät sivuseinäkkeet aina kahden ampumapaikan eli 3,5 m välein. Kattoa jatkettiin eteenpäin vastaavasti. Katoksen kaikkiin sisäpintoihin (pl. lattia) sekä seinäkkeisiin asennettiin ääntä absorboivaa mineraalivillaa.

Parolannummen katoksille tehtiin melun vertailumittaukset ennen torjuntaa (tavallinen katos) ja torjunnan jälkeen. Sekä lähi- että kaukomittaukset osoittivat, että uusi katos vaimentaa melua tehokkaasti sivu- ja takasuuntiin ja merkittävästi myös etuviistoon. Katoksen vaikutus melun leviämiseen on esitetty kuvassa 4. Taakse lisävaimennus on vajaa 10 dB, sivuille noin 15 dB ja etuviistossa 10 dB. Ampumasuunnassa katoksella ei ole vaikutusta.

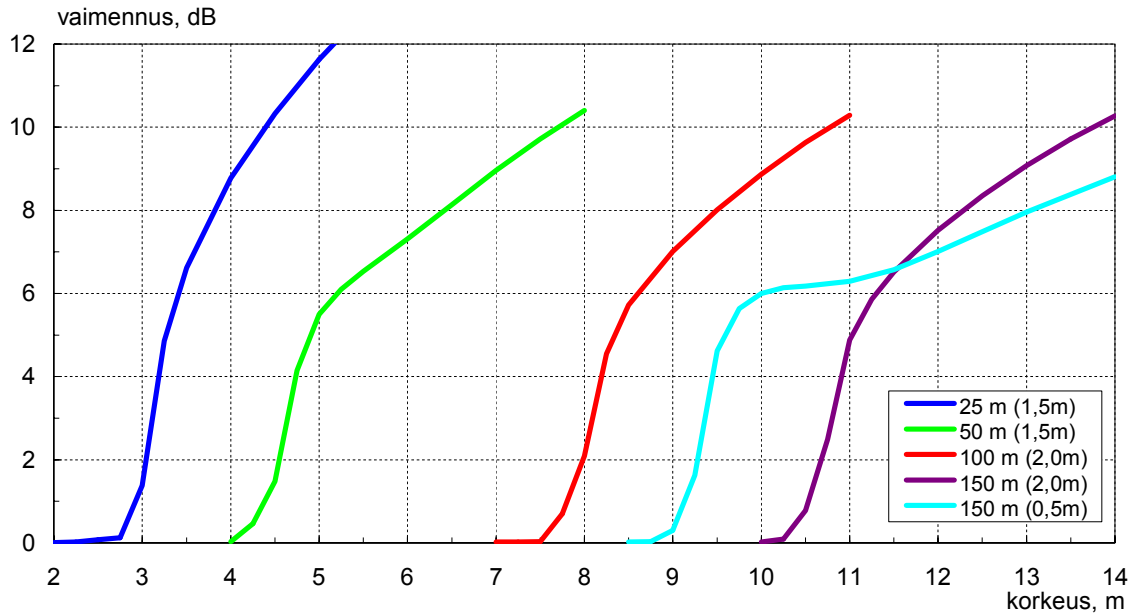


Kuva 3: Parolannummen meluntorjuntakatos. Seinäkkeet alkavat vanhan katoksen etureunasta, jossa kohdassa on myös piipun suu. Katoksen sisäpintoihin ja seinäkkeisiin asennettiin ääntä absorboivaa mineraalivillaa.

Lisäksi katoksen akustointi vähentää ampujiin ja kouluttajiin kohdistuvaa melua. Varsinaiset altistusmittaukset tehdään myöhemmin, mutta alustavasti vaikutuksen voidaan kuitenkin arvioida olevan suhteellisen merkittävä.



Kuva 4: Rynnäkkiviväärin 7.62 Rk 62 suupamauksen melupäästön suuntakuviavoimessa maastossa sekä Parolannummen parannetun kiväärikatoksen vaikutus toteutuvaan kokonaissuuntaavuuteen. Vanha katos vaimensi takasuunnassa alle 5 dB.



Kuva 5: Päätyvallin estevaimennus [dB] vallin korkeuden funktiona viidellä radalla (kaksi ensimmäistä esim. pistooli seisten, kaksi seuraavaa haulikko ja viimeinen kivääri makuulta). Oletukset: laskentasuunta suoraan eteen, vallin korkeus ampumapaikan alustasta, vaimennus 1 km etäisyydelle, maasto vallin ulkopuolella tasainen.

4 MELUESTEET

4.1 Sivu- ja päätyvallit

Ampumaratojen ympäristömelu on yleensä suurempi ongelma eteen kuin taakse. Eteen ja etuviistoon tärkein melun leviämiseen vaikuttava seikka on radan vallit. Radan päädyssä ja sivuilla on yleensä vähintään jonkinlaiset vallit ympäristön turvallisuuden takia. Pelkästään turvallisuuden kannalta mitoitettut vallit ovat kuitenkin useissa tapauksissa melun kannalta liian matalia.

Selityksenä on kaksi tekijää. Osa äänestä taittuu diffraktion seurauksena vallin harjan yllä sen toiselle puolelle. Toinen tekijä on sääolot, jotka taivuttavat äänen kulkureittejä. Kun sää on melun leviämiseksi edullinen eli lähinnä silloin kun tuuli on myötäistä äänen kulkusuuntaan nähden, ääni kaartaa alaspäin. Loivasti yläviistoon lähtenyt ääni ylittää vallin tai muun esteen ja kaartaa kauempana alaspäin takaisin maanpinnalle.

Maavalli on usein luonnollisin valinta ampumaratojen meluesteen tyyppiä. Samankorkuiset valli- ja aitatyyppiset meluesteet ovat kuitenkin akustisesti samanarvoisia, mikäli aita on rakenteeltaan tukeva ja tiivis. Tämä tarkoittaa sitä, että ääntä ei pääse aidan läpi, vaan käytännössä ainoastaan yli.

Vallien ja esteiden vaikutusta voidaan tarkastella laskentamallin avulla. Kuvassa 5 on esitetty korkeuksien ja etäisyyksien sekä tavoiteltavan estevaimennuksen välisiä yhteyksiä. Kuvan käyrästä perustuu pohjoismaiseen ampumaratamelun laskentamalliin.

Katosten parantamisen lisäksi Parolannummen ampumaradalla korotettiin jo ennestään melko korkeita sivu- ja päätyvalleja korkeuteen 8...20 m ampumapaikan alustasta. Lisäksi kahden kivääriradan väliselle vallille rakennettiin puinen 2,5 m korkea meluaita.



Kuva 6: Vekaranjärven ampumaradan alkuperäiset yläkulissit varustetaan absorboivalla pinnoituksella heijastusten estämiseksi. Lisäksi eräiden kulissien alareunaa madalletaan.

Vallit ja aita vaimentavat suupamauksen lisäksi luodin lentoääntä eli ylääänipamausta, jolla on joillain radoilla merkitystä ympäristön kannalta. Luotiäänen suhteellinen merkitys myös korostuu, kun suupamausta saadaan meluntorjuntakatoksella vaimennettua.

Tarkistusmittausten ja mallilaskennan perusteella vallikorotusten ja esteen vaimennusvaikutukset vaihtelevat Parolannummella välillä 2–9 dB riippuen suunnasta ja etäisyydestä, sekä muusta maastosta. Vaimennus on eri pisteissä keskimäärin 3–5 dB.

4.2 Yläkulissit

Joillakin ampumaradoilla käytetään poikittaisia yläkulisseja ensisijaisesti turvallisuuden takia. Kulisseilla voi olla vaikutusta myös melun leviämiseen. Parannettavilla radoilla, joilla on jo kulisseja, niiden akustinen vaikutus pyritään optimoimaan (kuva 6).

Turvallisuuden kannalta mitoitettu kulissi saattaa olla mitoiltaan akustisesti riittämätön eli estevaikutukseltaan vähäinen. Suupamauksen ääni voi edetä kulissin alta ja päältä sen reunojen kautta taittuen pääty- tai sivuvallin harjalle siten, että äänen reitillä tapahtuvat taittumiset ovat suhteellisen loivia. Tällöin toteutuva estevaimennus on pieni.

Jos poikittaiskulissi on akustisesti kovapintainen eli heijastava, se yleensä pahentaa melutilannetta huomattavastikin takasuuntiin. Heijastus tapahtuu sekä suupamaukselle että luodin lentoäänelle. Jos kulisseja on useampi kuin yksi, ääni voi heijastella kulissien välillä ja nousta tätä reittiä kulissien yli. Näiden ilmiöiden estämiseksi vähintään kulissien katoksen puoleisen pinnan täytyy olla ääntä absorboiva.

VIITTEET

1. Markula T & Lahti T, Ampumamelun tutkimuksia. Akustiikkapäivät 2011, Tampere 11-12.5.2011, 329-334.
2. Lahti T, BAT ja BEP – soveltaminen ympäristömelun torjuntaan. Meluntorjuntapäivät 2011, Jyväskylä 22-23.3.2011, *Ympäristö ja terveys 2-3:2011*, 34-39.