

Paras käyttökelpoinen tekniikka (BAT)

# Ampumaratojen ympäristövaikutusten hallinta

Sara Kajander ja Asko Parri (toim.)

YMPÄRISTÖN-  
SUOJELU





**Paras käyttökelpoinen tekniikka (BAT)**

# Ampumaratojen ympäristö- vaikutusten hallinta

**Sara Kajander ja Asko Parri (toim.)**

Helsinki 2014

YMPÄRISTÖMINISTERIÖ



Ympäristöministeriö  
Miljöministeriet  
Ministry of the Environment

SUOMEN YMPÄRISTÖ 4 | 2014  
Ympäristöministeriö

Taitto: DTPage Oy

Kannen kuvat:

Ampumaradan yleiskuva, Parolannummen ampumarata: Janne Sikiö

Haulikkoampuja: Ari Niippa / Vastavalo.fi

Asfalttisen tiivisrakenteen tekeminen, Parolannummen ampumarata: Ismo Salmela

Ampumakatoksen kehikko, Hoikankankaan ampumarata: Teemu Hourula

Julkaisu on saatavana myös internetistä: [www.ym.fi/julkaisut](http://www.ym.fi/julkaisut)

Juvenes Print, 2014

ISBN 978-952-11-4351-9 (nid.)

ISBN 978-952-11-4352-6 (PDF)

ISSN 1238-7312 (pain.)

ISSN 1796-1637 (verkkokj.)



## ALKUSANAT

Parhaan käyttökelpoisen tekniikan (BAT) käsite on hyvin keskeisessä asemassa arvioitaessa ympäristönsuojelun vaatimustasoa ympäristönsuojelulain mukaisessa lupamenettelyssä. Ampumaradat eivät kuulu teollisuuden päästödirektiivin soveltamisalaan, joten yhteiseurooppalaista ohjausta parhaisiin käyttökelpoisiin tekniikoihin ei ole olemassa. Ampumaradoille on viime vuosina laadittu korkeatasoista kansallista ympäristönsuojeluohjeistusta mm. ympäristöhallinnon niin kutsutussa AMPY-hankkeessa. Tästä huolimatta sekä toiminnanharjoittajat että julkishallinnon edustajat katsoivat, että ampumaratojen ympäristönsuojelun teknisiä ja menetelmällisiä ratkaisuja olisi tarpeen koota ja arvioida tarkemmin. BAT-selvityksellä voidaan entisestään parantaa ympäristönsuojelun tasoa, kehittää ampumaratojen ympäristönsuojelun kustannustehokkuutta, yhtenäistää ympäristölupien vaatimustasoa, luoda paremmat edellytykset tapauskohtaisten olosuhteiden huomioimiselle sekä vähentää turhia tai virheellisiä investointeja.

Ampumaratojen BAT-selvityksen haasteeksi muodostui se, että vaikka ampumarata tuntuu luvitettavana laitostyyppinä kohtalaisen yksinkertaiselta rakenteelta, ampumaratoja on todellisuudessa rakennettu varsin erilaisia tarkoituksia ja käyttäjämääriä varten. Lisäksi ympäristön olosuhteet vaikuttavat olennaisesti ampumaradasta aiheutuvien ympäristövaikutusten tai -riskien tasoon. Selvitys poikkesi useimmista muista kansallisista BAT-selvityksistä siinä, että erilaisista ampumaratojen ympäristönsuojelun teknisistä ratkaisuista on olemassa vain rajoitetusti kotimaisia tai kansainvälisiäkään käyttökokemuksia. Tässä ampumaratojen BAT-selvityksessä käsitelläänkin korostuneesti myös nk. kehittyviä teknisiä ratkaisuja (*emerging technologies*) sekä toimintaan liittyviä käytäntöjä (*best practices*). Tämä on syytä huomioida raportin sisältöä sovellettaessa. Hankkeessa koottuja teknisiä ratkaisuja on valmistelutyön aikana pilotoitu käytäntöön ja rakenteiden suunnittelu on kokemusten myötä kehittynyt edelleen.

Ampumaratojen kansallinen BAT-selvitys valmisteltiin laajapohjaisessa yhteistyössä, johon osallistui edustajia useilta hallinnonaloilta sekä muita ampumaratojen käyttäjätahoja ja niiden rakenteiden suunnittelijoita sekä ympäristövaikutusten hallinnan asiantuntijoita. Hanke koostui kahdesta työryhmästä (maaperän ja vesiensuojelu sekä ympäristömelu) sekä ohjausryhmästä. Työryhmissä oli edustettuna lupa- ja valvontaviranomaisia niin valtion kuin kunnallishallinnostakin sekä alan parhaita asiantuntijoita Suomen ympäristökeskuksesta, puolustusvoimista, Puolustushallinnon rakennuslaitoksesta, alan harrastajakunnasta ja konsulttiyrityksistä. Esiselvityksiä tilattiin Aalto-yliopistolta, Helsingin yliopistolta sekä konsulttitoimistoilta. Haluan kiittää lämpimästi kaikkia ohjausryhmän ja työryhmien työhön osallistuneita tahoja ja erityisesti haasteeseen uppoutuneita asiantuntijoita sekä esiselvitysten laatijoita. Kiitokset Suomen ympäristökeskukselle (SYKE) toimimisesta ympäristöhallinnon koordinoivana edustajana ja julkaisun tuottamisesta vastaavana tahona. SYKE:n asiantuntijoiden ja julkaisuprosessin edellyttämien arviointien tuella raportti on viimeistely korkeatasoiseksi. Suuret kiitokset puolustusvoimille ja opetus- ja kulttuuriministeriölle hankkeen rahoittamisesta.

Erytiskiitokset haluan lausua hankkeen toteuttamista ohjanneelle Sara Kajanderille (Puolustushallinnon rakennuslaitos) sekä ympäristömelua koskevasta osiosta vastanneelle Asko Parrille (Maavoimien Esikunta) lukemattomista työtunneista ja syvästä paneutumisesta aiheeseen.

Matias Warsta

Hankkeen ohjausryhmän puheenjohtaja

## SISÄLTÖ

|  |    |
|--|----|
| <b>Alkusanat</b> .....   | 5  |
| <b>Tiivistelmä</b> .....   | 7  |
| <b>OSA I – YLEISTÄ</b> .....   | 13 |
| <b>1 Johdanto</b> .....  | 15 |
| <b>2 Työn tausta, tavoitteet ja rajaukset</b> .....  | 18 |
| 2.1 Tausta.....  | 18 |
| 2.2 Tavoitteet ja rajaukset.....   | 18 |
| 2.3 Hankkeen osana tuotetut ohjeet ja suunnitelmat.....  | 19 |
| <b>3 Sovellettava lainsäädäntö</b> .....   | 20 |
| 3.1 Ampumaratojen ympäristönsuojelussa sovellettavia lakeja ja asetuksia.....  | 20 |
| 3.2 Paras käyttökelpoinen tekniikka (BAT).....   | 21 |
| 3.3 Ympäristön kannalta paras käytäntö (BEP).....  | 22 |
| <b>OSA II – HAITTA-AINEET JA NIIDEN HALLINTA</b> .....   | 23 |
| <b>4 Ampumaratatoiminnan vaikutukset maaperään sekä pinta- ja pohjavesiin</b> .....  | 25 |
| 4.1 Ympäristön pilaantuminen ampumaradoilla.....   | 25 |
| 4.2 Haitta-ainepäästöt ja aineiden kulkeutuminen luotiaseradoilla.....   | 27 |
| 4.3 Haitta-ainepäästöt ja aineiden kulkeutuminen haulikkoradoilla.....   | 29 |
| 4.4 Haitta-aineiden kulkeutuminen pohjaveteen.....   | 30 |
| 4.5 Haitta-aineiden kulkeutuminen pintavesiin.....   | 33 |
| <b>5 Haitta-ainepäästöjen hallinta- ja vähentämismahdollisuudet</b> .....  | 36 |
| 5.1 Luotiaseradat.....   | 36 |
| 5.1.1 Haitta-ainekuormituksen vähentäminen.....  | 36 |
| 5.1.2 Haitta-aineiden kulkeutumisen estäminen.....   | 54 |
| 5.1.3 Vesien hallinta ja käsittely.....  | 57 |
| 5.2 Haulikkoradat.....   | 60 |
| 5.2.1 Haitta-aineiden leviämisalueen rajoittaminen.....  | 61 |
| 5.2.2 Haitta-aineiden kulkeutumisen estäminen.....   | 65 |
| 5.2.3 Vesien hallinta ja käsittely.....  | 67 |
| 5.3 Kehitteillä olevat menetelmät.....   | 68 |
| 5.3.1 Haitta-aineiden liukoisuuden vähentäminen.....   | 68 |
| 5.3.2 Korvaavien materiaalien käyttö.....  | 70 |
| 5.3.3 Vesien käsittely saostamalla.....  | 74 |
| 5.3.4 Haulien keräys.....  | 75 |
| <b>6 Parhaat käyttökelpoiset tekniikat ja ympäristön kannalta parhaat käytännöt haitta-ainepäästöjen hallinnassa</b> ..... | 76 |
| 6.1 Haitta-ainepäästöjen hallinnan suunnittelu.....  | 76 |
| 6.1.1 Hyväksyttävän päästötason määrittäminen.....   | 77 |
| 6.1.2 Toimenpiteiden suunnittelu uudella radalla.....  | 80 |
| 6.1.3 Toimenpiteiden suunnittelu olemassa olevalla radalla.....  | 80 |
| 6.2 Tekniikoiden ja käytäntöjen soveltuvuuden arviointiperusteet.....  | 81 |

|           |  |            |
|-----------|--|------------|
| 6.3       | Tekniikoiden ja käytäntöjen soveltuvuuden arviointi .....                                  | 81         |
| 6.4       | Haitta-aineriskin taso ja riskinhallintatekniikan valinta .....                            | 87         |
| <b>7</b>  | <b>Haitta-ainepäästöjen hallinnan kehittämistarpeet.....</b>                               | <b>90</b>  |
|           | <b>OSA III – MELU JA SEN HALLINTA.....</b>   | <b>91</b>  |
| <b>8</b>  | <b>Ampumaratamelu.....</b>   | <b>93</b>  |
| 8.1       | Ampumaratamelun merkitys.....  | 93         |
| 8.2       | Ampumaratamelun synty.....   | 94         |
| 8.3       | Ampumaratamelun leviäminen.....  | 94         |
| 8.4       | Melun arviointi, mittaus ja laskenta .....   | 95         |
| 8.4.1     | Ampumamelun arviointi .....  | 95         |
| 8.4.2     | Ampumaratamelun mittaaminen.....   | 95         |
| 8.4.3     | Ampumamelun laskenta.....  | 95         |
| 8.4.4     | Meluvyöhykkeet ja melualue.....  | 96         |
| 8.4.5     | Aseiden melupäästötietoja .....  | 96         |
| <b>9</b>  | <b>Ampumaratamelun hallinta ja vähentäminen.....</b>                                       | <b>98</b>  |
| 9.1       | Suunnittelu .....  | 98         |
| 9.1.1     | Maankäyttö ja kaavoitus.....   | 100        |
| 9.1.2     | Lajiradat .....  | 101        |
| 9.2       | Aseen melupäästön vähentäminen.....  | 101        |
| 9.2.1     | Kaliiperit ja patruunat .....  | 101        |
| 9.2.2     | Suujarrut .....  | 102        |
| 9.2.3     | Äänenvaimentimet.....  | 102        |
| 9.3       | Melun leviämisen hallinta .....  | 104        |
| 9.3.1     | Katokset.....  | 104        |
| 9.3.2     | Meluesteet.....  | 108        |
| 9.3.3     | Haulikko .....   | 110        |
| 9.3.4     | Kulissit.....  | 113        |
| 9.3.5     | Maanpinnan laatu ja kasvillisuus.....  | 114        |
| 9.4       | Radan käyttö.....  | 114        |
| 9.4.1     | Ampumapaikkojen käyttöjärjestys.....   | 114        |
| 9.4.2     | Käyttöajat .....   | 114        |
| 9.4.3     | Tiedottaminen .....  | 115        |
| 9.4.4     | Valvonta .....   | 116        |
| 9.5       | Meluntorjunnan kustannuksista.....   | 116        |
| <b>10</b> | <b>Parhaat käyttökelpoiset meluntorjuntatekniikat ja<br/>-käytännöt (BAT ja BEP) .....</b> | <b>119</b> |
| 10.1      | BAT:n ja BEP:n edellytyksistä.....   | 119        |
| 10.1.1    | Haitan ja tarpeen arviointi.....   | 119        |
| 10.1.2    | Lähtökohdat ja periaatteet.....  | 120        |
| 10.1.3    | Ampumaradan suunnittelu ja toteutus.....   | 121        |
| 10.2      | Parhaat käyttökelpoiset tekniikat.....   | 122        |
| 10.2.1    | Aseen melupäästön pienentäminen .....  | 122        |
| 10.2.2    | Melun leviämisen hallinta .....  | 122        |
| 10.3      | Parhaat käyttökelpoiset meluntorjuntakäytännöt .....                                       | 125        |
| <b>11</b> | <b>Meluntorjunnan kehittämismahdollisuuksia.....</b>                                       | <b>126</b> |
| 11.1      | Ampumahallit ja sisäradat .....  | 126        |
| 11.2      | Sään ottaminen huomioon.....   | 126        |
| 11.3      | Äänenvaimentimet.....  | 126        |
| 11.4      | Katokset ja yläkulissit.....   | 127        |



|   |     |
|---|-----|
| <b>OSA IV – TALOUDELLISEN TOTEUTTAMISKELPOISUUDEN ARVIOINTI</b> .....                                       | 129 |
| <b>12 Tekniikoiden ja käytäntöjen taloudellisen toteuttamis-<br/>kelpoisuuden arviointi</b> .....           | 131 |
| 12.1 Kustannustehokkuuden ja taloudellisen kohtuullisuuden<br>arviointin periaatteet.....                   | 131 |
| 12.2 Arvioinnin soveltaminen ampumaradoilla.....  | 133 |
| <b>OSA V – MUUT HUOMIOITAVAT SEIKAT</b> .....   | 139 |
| <b>13 Ampumaratatoiminnan jätteet</b> .....   | 141 |
| <b>14 Ampumaratojen käyttöturvallisuus</b> .....  | 143 |
| <b>15 Muut kehittämistarpeet</b> .....  | 144 |
| <b>Lähdeluettelo</b> .....  | 145 |
| <b>Liitteet</b>   |     |
| Liite A. Perustietoja ampumatoiminnasta ja ampumaradoista.....  | 149 |
| <b>Haitta-aineiden hallinta</b>   |     |
| Liite B. Savikiekoista teetettyjen analyysien tulokset.....   | 156 |
| Liite C. <b>Haitta-aineiden tutkimusyhteenvedossa käytetyt tutkimukset</b> ....                             | 167 |
| Liite D. <b>Mallisuunnitelmat luotiaseradoille</b> .....  | 169 |
| D1 Taustavallien eristys bentoniittilla .....   | 169 |
| D2 Taustavallien eristys ohutmuovikalvolla .....  | 186 |
| D3 Taustavallien eristys tiivisasfaltilla.....  | 202 |
| D4 Luotiaseradan vesien käsittely kosteikolla.....  | 208 |
| D5 Luotiradan vesien puhdistus adsorptiotekniikalla.....  | 211 |
| Liite E. <b>Mallisuunnitelmat haulikkoradoille</b> .....  | 215 |
| E1 Haulikkoradan vesien puhdistus adsorptiotekniikalla .....  | 215 |
| E2 Haulien lentoradan rajoittaminen.....  | 219 |
| E3 Haulien putoamisalueen päällystäminen asfaltilla .....   | 236 |
| Liite F. <b>Ampumaradan haitta-aineiden hallinnan tarpeen arviointi,<br/>        Tekninen ohje</b> .....    | 239 |
| Liite G. <b>Ampumaradan haitta-aineiden päästö- ja vaikutustarkkailu,<br/>        Suunnitteluohje</b> ..... | 257 |
| <b>Melun hallinta</b>   |     |
| Liite H. <b>Perustietoa ampumaratamelusta</b> .....   | 264 |
| Liite I. <b>Kaaviot (sapluunamallit, "tasaisen avomaaston mallit")</b> .....                                | 281 |
| I1 Sapluunamalli kivääri 7–9 mm.....  | 281 |
| I2 Sapluunamalli pistooli yli 7 mm .....  | 282 |
| I3 Sapluunamalli trap.....  | 283 |
| I4 Sapluunamalli skeet .....  | 284 |
| I5 Sapluunamalli 22cal .....  | 285 |
| Liite J. <b>Rakennekuvat, katokset</b> .....  | 286 |
| J1.1. 2-paikkainen ampumakatos .....  | 286 |
| J1.2. Kivääriradan katos A-tyyppi .....   | 287 |
| J1.3. Kivääriradan katos C-tyyppi .....   | 288 |
| <b>Rakennekuvat, esteet</b> .....   | 289 |
| J2.1. Heijastava este .....   | 289 |
| J2.2. Heijastamaton este.....   | 290 |
| Liite K. <b>Torjuntatoimien vaikutuskaaviot</b> .....   | 291 |
| K1.1 Kivääri.....   | 291 |
| K1.2 Pistooli .....   | 292 |
| K2.1 Trap.....  | 293 |
| K2.2 Skeet.....   | 294 |
| <b>Kuvailulehdet</b> .....  | 295 |



### Tavoitteet ja rajaukset

Ampumaratojen ympäristönsuojelun parhaan käyttökelpoisen tekniikan selvitystyön tavoitteena on ollut selvittää **tekniset ja toiminnalliset menetelmät ampumaratojen ympäristöhaittojen vähentämiseksi sekä arvioida niiden toimivuutta, saatavuutta ja kustannuksia** Suomessa. Työn johtopäätöksenä esitetään parhaat käyttökelpoiset tekniikat ja käytännöt ampumaratojen haitta-aine- ja melupäästön hallintaan. Parhaiksi arvioiduista tekniikoista on laadittu ohjeellisia tai periaatteellisia mallityöselityksiä ja rakennekuvia.

Selvitys on toteutettu aiempien vastaavien niin kutsuttujen kansallisten BAT-selvitysten tapaan eri toiminnanharjoittaja-, viranomais- ja asiantuntijatahojen yhteistyönä. Selvitys on luonteeltaan ohjeellinen ja se on tarkoitettu ampumaratojen toiminnanharjoittajille, lupa- ja valvontaviranomaisille sekä suunnittelijoille.

Selvitys kattaa ulkona sijaitsevat kivääri-, pistooli- ja haulikkoradat. Työssä ei ole käsitelty pilaantuneen maaperän ja pohjaveden kunnostustekniikoita eikä ampumaratojen lopettamista. Ampumaratojen ympäristönsuojelutekniikat ovat monilta osin vielä prototyypivaiheessa ja erilaisten teknisten ratkaisujen toimivuudesta saadut kokemukset perustuvat pääosin lyhyeen käyttökokemukseen tai muilla toimialoilla soveltamiseen. Työssä on otettu huomioon ratkaisujen turvallisuusnäkökohdat, mutta erillisiä puhtaasti toiminnallisen turvallisuuden takaamiseen tähtäviä rakenteita ei työssä ole tarkasteltu.

### Parhaan käyttökelpoisen tekniikan (BAT) ja ympäristön kannalta parhaan käytännön (BEP) määritelmien soveltaminen ampumaratatoiminnassa

Parhaalla käyttökelpoisella tekniikalla tarkoitetaan mahdollisimman tehokkaita ja kehittyneitä, teknisesti ja taloudellisesti toteuttamiskelpoisia tuotanto- ja puhdistusmenetelmiä ja toiminnan suunnittelu-, rakentamis-, ylläpito- sekä käyttötapoja, joilla voidaan ehkäistä toiminnan aiheuttama ympäristön pilaantuminen tai tehokkaimmin vähentää sitä.

Parhaan käyttökelpoisen tekniikan selvityksiä on pääsääntöisesti laadittu teollisille toiminnoille, joiden ympäristönsuojelutekniikka on jo melko kehittynyt. Teollisten prosessien kontrolloidut olosuhteet ja pitkän aikavälin seurantatulokset mahdollistavat päästöjen minimi- ja maksimitasojen ja niiden saavuttamisen edellyttämien tekniikoiden kuvaamisen. Ampumaratojen parhaan käyttökelpoisen tekniikan määrittelyn lähtökohdat ovat olleet haitta-ainepäästöjen osalta poikkeavat siinä mielessä, että tavoitteena on ollut minimi- ja maksimipäästötasojen sijaan toiminnan ympäristöriskien hallinnan tarpeen määrittely ja osittain vielä kokeiluvaiheessa olevien hallintamenetelmien arviointi. Melun osalta on tarkasteltu olemassa olevia tekniikoita ja käytäntöjä sekä suositeltu menettelyä meluntorjunnan tarpeen arvioinniksi ja kohdentamiseksi BAT:n näkökulmasta tarkoituksenmukaisimmin.

**Ympäristön kannalta parhaan käytännön periaatteen** mukaisesti toiminnassa tulee noudattaa ympäristön pilaantumisen ehkäisemiseksi tarkoituksenmukaisia ja kustannustehokkaita eri toimien yhdistelmiä, kuten työmenetelmiä sekä raaka-aine- ja polttoainevalintoja. Ampumaratojen osalta tämä on erityisesti huomioitu tarkasteltaessa toimintatapoja ja raaka-ainevalintoja. Ympäristön kannalta parhaat käytännöt nivoutuvat ampumaratojen tapauksessa luontevaksi osaksi teknisten ratkaisujen riittävyden arviointia.

## Ampumaratojen ympäristövaikutukset

### Haitta-ainepäästöt

Ampumaratatoiminta kuormittaa ympäristöä pääasiassa ympäristölle haitallisia metalleja sisältävien haulien ja luotien kautta. Luotien merkittävimmät haitta-aineet ovat **lyijy, kupari, antimoni ja sinkki**. Haulien merkittävimmät haitta-aineet ovat lyijy ja antimoni. Lisäksi patruunoissa käytettävät ruudit ja niiden lisäaineet, kuten nitroglyseriini, voivat olla ympäristölle haitallisia. Haulikkoammunnassa tulee huomioida myös maaleina käytettävien kiekkojen aiheuttama ympäristön roskaantuminen.

Ampumaratojen haitta-aineista ei aiheudu akuutteja tai lyhyen aikavälin ympäristöriskejä, vaan haitta-aineiden kulkeutumista saattaa aiheutua kymmenien tai satojen vuosien aikavälillä. Ratarakenteisiin jääneiden luotien ja haulien päästessä kosketuksiin maan ja veden kanssa ne altistuvat fysikaalisille ja kemiallisille reaktioille. Haitta-aineita voi kulkeutua sadevesien kautta pintavesiin tai maahan imeytyvän vajoveden mukana syvemmälle maakerrokseen ja pohjaveteen. Ympäristöolosuhteet, kuten maaperän tyyppi, vedenläpäisevyys ja pH sekä sademäärä, vaikuttavat merkittävästi luotien ja haulien rapautumiseen ja haitta-aineiden kulkeutumiseen. Rapautumista edistävät erityisesti happamat ja kosteat olosuhteet.

Sekä luotias- että haulikkoradoilla kohonneita haitta-ainepitoisuuksia todetaan pääsääntöisesti vain rata-alueen pintakerroksessa.

### Melu

Ampuminen tuottaa melua, joka voi olla kuulijalleen vahingollista tai haitallista. Ympäristönsuojelulain mukaan melu on fysikaalinen haitta, joka voi aiheuttaa ympäristön pilaantumista. Ampumaratojen ympäristömelun tapauksessa haitta pohjautuu ensisijaisesti melun aiheuttamaan häiriövaikutukseen. Tässä selvityksessä tarkastellaan ampumaratamelun hallintaan liittyviä hyviä tekniikoita ja käytäntöjä.

Ampumaratojen ympäristömelulle on säädetty **ohjearvot** valtioneuvoston päätöksellä 53/1997. Ohjearvot on annettu A- ja I-painotettuina enimmäisäänitasoina  $L_{AImax}$ . Päätöstä sovellettaessa on otettava huomioon ampumaratatoiminnan luonne, kuten ampuma-ajat, laukausmäärät ja ampumalajit, sekä alueen todellinen tai suunniteltu käyttö ja merkitys. Tässä selvityksessä on esitetty työryhmän näkemyksiä edellä mainituista asioista.

Vuonna 2011 arvioitiin, että siviiliampumaratojen melualueilla asuu noin 3 000 ja puolustusvoimien ampumaratojen melualueilla noin 2400 henkeä. Ampumaratoja käytetään puolustusvoimien osalta pääasiassa vain päiväaikaan ja siviiliratojen osalta yleensä iltaisin ja viikonloppuisin. Ampumaratamelun haittoja voi siis esiintyä vain päivisin, eli ampumamelu ei häiritse yöaikaista unta.

Melun arvioinnin ja toimenpiteiden suunnittelun lähtökohtana tulee aina olla luotettavat ja riittävän laajat meluselvitykset sekä tieto ratakohtaisista laukausmääristä.

## Parhaat käyttökelpoiset tekniikat ja käytännöt ampumaratojen ympäristövaikutusten hallinnassa

### Haitta-ainepäästöjen hallinta

**Luotiaseradoille** soveltuvia haitta-ainekuormituksen vähentämiseen perustuvia, käyttökelpoisia menetelmiä ovat taustavallin iskemäkohtien kunnostus joko seullonnalla tai massanvaihdolla, sekä erilaisten luotiloukkujen käyttö. Haitta-aineiden kulkeutumista ympäristöön voidaan estää esimerkiksi taustavallin kattamisella tai vallin sisään sijoitettavan tiivisterakenteen avulla. Koska haitta-aineiden leviäminen ympäristöön tapahtuu pääasiassa vesien kautta, voidaan päästöjä hallita myös haitta-ainepitoisten vesien keräyksen ja tarpeen mukaan puhdistamisen avulla.

**Iskemäkohtien kunnostus** joko seulonta- tai massanvaihtotekniikalla, soveltuu periaatteessa käytettäväksi kaikilla radoilla, joilla ammutaan taustavalliin. Menetelmä soveltuu erityisesti uusille radoille, joilla helppoliukoisen, pirstaloituneista ja rapautuneista luodeista peräisin olevan metallipölyn kertyminen iskemäkohtiin voidaan ehkäistä luotien säännöllisellä poistamisella.

**Luotiloukut, joissa käytetään väliaineena materiaalia**, johon osuessaan luoti menettää energiansa ja pysähtyy, soveltuvat käytettäväksi useimmilla radoilla. Väliaineena käytetään usein kumirouhetta ja rakenne voi olla esimerkiksi taustavallin pintaan asennettava, kumikalvolla peitetty kerros, taikka seinämä- tai laatikkorakenne. Ratkaisu on haitta-aineiden hallinnan kannalta tehokas.

**Metallisia luotiloukkuja**, joissa luodin liike-energiaa vähennetään ohjaamalla sitä esimerkiksi metallilevyjen avulla, suositellaan käytettäväksi erityisesti pienimmän kaliiperin aseille ja niistä on olemassa erilaisia melko yksinkertaisesti toteutettavia sovelluksia. Luotien pirstaloitumisesta aiheutuu usein metallipölyä, joka tulee ottaa huomioon ympäristönsuojelun suunnittelussa. Metalliluotiloukkujen käytöstä kiväärikaliperin (vast.) aseilla ei Suomessa ole kokemuksia, mutta esimerkiksi USA:ssa teollisia metalliloukkuja käytetään kiväärikaliperin ammunnessa hyvin tuloksin.

**Taustavallin ja taulualueen kattaminen** estää haitta-ainepitoisten vesien muodostumisen ja metallien kulkeutumisen tehokkaasti. Erityisen hyvin kattaminen soveltuu käytettäväksi ampumahiihtotoiminnassa, jossa taulujen etualalle rikkoontuneiden luotien aiheuttama riski on muuten vaikeasti hallittavissa

**Taustavallin sisään asennettava tiivisrakenne** (bentoniitti, kalvo tai asfaltti) eli hiekkaloukku estää haitta-ainepitoisten vesien kulkeutumisen maaperään. Rakenteen etuna on että radan käyttö- ja turvallisuusominaisuudet eivät poikkea normaalista taustavallirakenteesta. Rakenne soveltuu käytettäväksi kaikilla radoilla, joissa ammutaan taustavalliin. Hiekkaloukkurakenteen yhteydessä suotovedet tulee koota tiivisrakenteen päältä salaoituksen avulla ja tarvittaessa käsitellä.

Mikäli ampumaradan rakenteellinen ratkaisu johtaa haitta-ainepitoisten vesien syntymiseen, voidaan **haitta-ainepitoiset vedet kerätä** maaperän vedenläpäisevyydestä ja rakenteesta riippuen joko ojituksen tai tiivisrakenteen ja salaojien avulla. Haitta-ainepitoista vettä voidaan **puhdistaa** käsittelykaivossa suodattamalla taikka altaissa tai ojastoissa laskeuttamalla.

**Haulikkoratojen** haitta-ainepäästöjen hallinta on suuremman kohdealueen takia haasteellisempaa ja kalliimpaa kuin luotiaseradoilla. Haitta-aineiden **leviämisaluetta voidaan rajata ja pienentää** maaston muotoilun tai muiden fyysisten esteiden avulla. Käytännössä tämä tarkoittaa mittavien maavallien tai verkko- tai seinämärakenteiden tai näiden yhdistelmien rakentamista ampumasektoriin. Ratkaisu ei poista haitta-aineiden kulkeutumisen mahdollisuutta, mutta kohdistaa riskin ja toimenpidetarpeen pienemmälle alueelle. Haitta-aineiden kulkeutuminen voidaan estää haulien pääasiallisten **putoamisalueiden pinnoituksella ja haulien poistamisella**, tai **haitta-ainepitoisten vesien hallinnalla** vastaavasti kuin luotiaseradoilla.

Ampumaratatoiminnan haitta-aineiden hallinnan tarve sekä kohdekohtaiset parhaat käyttökelpoiset tekniikat määritellään toiminnan aiheuttaman pitkän aikavälin ympäristöriskin perusteella. BAT-selvityksen yhteydessä on ohjeistettu ampumaradan **haitta-aineiden hallintatarpeen arviointi**. Ympäristöriskin hallintatarpeen arviointimenetelyssä tutkitaan ja kuvataan kohteen toimintahistoria, maaperä-, pohjavesi-, pintavesi- ja muut ympäristöolosuhteet sekä toiminnan aiheuttamat päästöt ja niiden mahdolliset vaikutukset pitkällä aikavälillä. Tavoitteena on selvittää, millä tavalla toiminta kuormittaa ympäristöä ja mitä vaikutuksia tällä on. Kohdekohtaisesti selvitetään ympäristöolosuhteisiin nähden hyväksyttävä päästötaso ja arvioidaan toiminnan aiheuttama ympäristöriski. Selvitys voidaan toteuttaa kohteen ominaisuuksista ja olemassa olevan lähtötiedon määrästä riippuen joko desk study-tyyppisenä, tai siihen voidaan tarvittaessa sisällyttää maastotutkimuksia ja ympäristönäytteenottoa.

Riskinhallintatarpeen arviointimenettelyn tulosten perusteella määritetään kohteen riskinhallinnan tavoitteet. Ampumaradat luokitellaan selvityksessä **riskitason perusteella** neljään luokkaan:

- Taso 1 – matala ympäristöriski
- Taso 2a – kohonnut pintaveden pilaantumisriski, vaikutukset paikallista laajempia
- Taso 2b – kohonnut pohjaveden pilaantumisriski joka kohdistuu luokiteltuun pohjavesialueeseen tai talousvesikäytössä olevaan muodostumaan
- Taso 3 – korkea ympäristöriski tai todettuja ympäristövaikutuksia.

Kullekin riskitasolle on määritelty ohjeellinen **riskinhallinnan vaatimustaso**. Eri vaatimustasoille ja ratatyypeille ei ole erikseen määritelty käytettäviä tekniikoita tai käytäntöjä, vaan riskinhallinta voidaan yleensä toteuttaa useilla tavoilla. Toiminnanharjoittaja suunnittelee ja esittää kohdekohtaisesti soveltuvimman ja toteuttamiskelpoisimman, riskitason vaatimukset täyttävän ratkaisun viranomaisen arvioitavaksi. Parhaiden käyttökelpoisten tekniikoiden ja menetelmien valintaa ohjaavat myös soveltuvuus kohteeseen, kustannustehokkuus ja toteutusaikataulu. Sikäli kun toimenpiteiden kiireellisyydelle ei ole erityistä syytä, voidaan toiminnanharjoittajalle antaa riittävästi toteutusaikaa, jos tällä voidaan edistää esimerkiksi rahoituksen järjestämistä.

Alhaisen ympäristöriskin kohteissa katsotaan, että toiminnan aiheuttaman **kuorimituksen seuranta** laukausmäärien seurannalla ja mahdollinen **vaikutusten tarkkailu** ovat riskinhallinnan kannalta riittäviä toimenpiteitä.

### Melun hallinta

Ampumamelun hallinta jaetaan meluntorjuntaan ja haittavaikutusten vähentämiseen. Meluntorjunta jaetaan yleisesti päästön pienentämiseen, leviämisen estämiseen ja kohteen suojaamiseen. Ampumaratamelun tapauksessa kohteen suojaamista ei käytetä torjuntakeinona. Tavallisimmin melua vaimennetaan melusteillä ja muilla meluntorjuntarakenteilla. Haittavaikutusten vähentämiseen pyritään toiminnan ja käyttöaikojen suunnittelulla.

Ampumaradan **suunnitteluvaiheessa** voidaan tehokkaasti vaikuttaa radan aiheuttamaan meluun ja ehkäistä ennalta haittojen syntyminen. Suunnittelussa tulee kiinnittää huomiota radan sijaintiin, korkeusasemaan, ratarakenteisiin, maasto- ja puustomuutoksiin. Rata-alueen järjestelyillä, ratojen sijoittelulla ja ampumasuunnilla voidaan vaikuttaa ympäristöön leviävään meluun. Suunnittelun alkuvaiheessa tulee olla yhteydessä kunnan kaavoittajaan sekä rakennus- ja ympäristönsuojeluviranomaiseen radan sijoitusedellytysten selvittämiseksi. Melun kannalta ampumaradan ja altistuvien kohteiden välisen etäisyyden tulisi olla riittävä. Yleensä 3,5 km tai sapluunamallitarkastelu riittää sellaisenaan. Radoilla, joilla ammutaan vain .22 kaliiperisilla aseilla, riittävä etäisyys on selvästi pienempi. Jos em. ehto ei täyty, suunnittelu tehdään yksityiskohtaisemmin ampumaratamelun laskentamallia käyttäen.

**Melupäästöä vähentäviä tekniikoita** ovat kaliiperin pienentäminen ja äänenvaimennin, huomioiden kilpailusääntöjen ym. asettamat rajoitteet.

Melun leviämistä estäviä parhaita tekniikoita ovat oikein suunnitellut ja mitoitettut **katosrakenteet** sekä **meluvallit ja -aidat**.

Takasuuntiin parhaaksi käyttökelpoiseksi tekniikaksi katsotaan melua vaimentava tiivis **katos**. Katoksen ilmanvaihto suunnitellaan ääntä vaimentavaksi. Haulikkoradoilla katos tulee kyseeseen vain trap-radalla.

**Maavalli** on usein luontevin ampumaratojen melusteeksi. Maa-aineksista tehty meluvalli on materiaaliltaan edullinen, ei päästä ääntä läpi eikä myöskään heijasta sitä. **Meluaita** on perusmuodossaan kovapintainen, jolloin se heijastaa ääntä vastakaiseen suuntaan. Jos tämäkin suunta on ongelmallinen, aidan melulähteen puoleisen pinnan tulee olla ääntä absorboiva.

Ampumasuunnassa ja etusektorissa kohteet suojataan riittävän korkealla päätyval- lilla. Kivääri- ja pistooliradalla etuviistoon ja sivuille melua vaimennetaan meluvallil- la, -aidalla tai meluvallin ja aidan yhdistelmällä. Esteet mitoitetaan siten, että melutaso suojattavassa kohteessa ei ylitä ohje- tai raja-arvoa, kuitenkin niin että esteen vaimen- nus on vähintään 5 dB. Haulikkoradalla sivuaitoja tai -valleja on mahdollista käyttää vain tietyin rajoituksin mm. kiekon lentorata huomioiden. Esteet tulee aina sijoittaa niin lähelle ampumapaikkoja, kuin se lajien suorittamisen kannalta on mahdollista.

Jos muut keinot eivät riitä, voidaan käyttää yläkuliseseja, jos niiden vaimennus pystytään luotettavasti ennakoimaan.

Maanpinnan ampumatoksen tai ampumapaikan edessä on edullista olla pehmeä maaheijastuksen heikentämiseksi.

**Kasvillisuuden** säilyttäminen ampumaradan lähiympäristössä on tärkeää, etenkin jos kasvillisuus on tiheää ja korkeaa ampumaradan ja altistuvan kohteen välisellä alueella. Erityisesti radan läheinen vyöhyke n. 100 m asti on tärkeä.

Ampumaradan **käyttöaikojen suunnittelulla** voidaan vähentää melun aiheutta- maa haittaa. Ampumaradan käyttöajat suunnitellaan lajiratakohtaisesti yhteistyössä ampujien, viranomaisten sekä ympäristön asukkaiden ja muiden toimijoiden kanssa. Suunnittelussa huomioidaan ampumalajien erityispiirteet, toiminnalliset vaatimukset ja melupäästö. Esimerkiksi ympäristöluvassa ampumaradan käyttöä on rajoitettu iltaisin joinakin viikonpäivinä haulikkoradalla ja kivääriradalla ja melupäästöltään pienten .22 kaliiperisten aseiden ammunnat on sallittu ilman rajoituksia.

Ampumaradan käyttöön liittyvillä **toimintatavoilla** voidaan vaikuttaa siihen, mi- ten toteutetut meluntorjuntatoimet tehoavat. Esimerkiksi kivääri- ja pistooliradoilla ammunnat tulee suorittaa niiltä ampumapaikoilta, jotka sijaitsevat lähimpänä sivu- vallia, jolloin valli estää parhaiten melun leviämistä. Tällaiset toimintatavat tulee kirjata ja saattaa kaikkien radankäyttäjien tietoisuuteen ja niiden seuraamiseksi tulee luoda toimivat käytännöt.

**Tiedottaminen** on tärkeä osa ampumaratojen meluntorjuntatoimintaa. Mitä paremmin lähialueen asukkaat tietävät ampumaradan käyttöajat, sitä helpompaa heidän on varautua ja suhtautua toimintaan. Tiedottamisen lisäksi myös muu si- dosryhmätoiminta lisää toiminnan hyväksyttävyyttä ja sen kautta vähentää haitan kokemisen tunnetta. Esimerkiksi lähialueen asukkaille voidaan tarjota tutustumista radan toimintaan sekä kertoa, että radalla tapahtuva toiminta on vastuullista ja ta- voitteellista.

**Valvonnalla** varmistetaan toiminnan sääntöjenmukaisuus ja sillä voidaan vaikut- taa siihen, miten toiminnan aiheuttama melu koetaan. Asukkaiden on hyvä tietää, että toiminta radalla on ennalta hyväksyttyä, sääntöjen mukaista ja valvottua. Radan käyttöaikoja tulee valvoa ja tarvittaessa estää käyttö sallitun ajan ulkopuolella.

Ratojen rakenteita ja niiden kuntoa tulee valvoa ja katselmoida säännöllisesti. Ampumaradan toimintaa tulee tarkkailla suunnitelmallisesti.

## Toteuttamiskelpoisuuden arviointi

Ampumaratojen ympäristönsuojelutoimenpiteiden hyödyn arviointi perustuu ole- tukselle että hyötyä voidaan pitää minimitasolla riittävänä kun valitun ratkaisun avulla **hyväksyttävää päästö- tai enimmäisriskitasoa** ei ylitetä. Hyväksyttävänä tasona voidaan pitää esimerkiksi sellaisia melu- tai haitta-ainepäästötilanteita, joista ei aiheudu pitkälläkään tähtäimellä terveyshaittaa, ympäristön pilaantumista tai sen vaaraa, erityisten luonnonolosuhteiden huonontumista, vedenhankinnan tai yleiseltä kannalta muun tärkeän pohjaveden käyttömahdollisuuden vaarantumista toiminnan vaikutusalueella eikä eräistä naapuruuksuhteista annetussa laissa tarkoitettua koh- tuutonta rasiutusta naapureille.

Ympäristönsuojelulainsäädäntö edellyttää lisäksi, että toiminnassa pyritään **haitallisten ympäristövaikutusten minimoointiin ja haittojen ennaltaehkäisyyn**. Parhaan käyttökelpoisen tekniikan valinnan yhteydessä tulee näin ollen arvioida myös minimitason ylittävien, kohtuulliseksi katsottavilla taloudellisilla panostuksilla toteuttavien toimenpiteiden tuoman lisähyödyn merkittävyys suhteessa kustannuksiin. Mikäli lisätoimenpiteiden hyödyt arvioidaan merkittäviksi kokonaiskustannusten pysyessä edelleen kohtuulliseksi katsottavalla tasolla, voidaan minimitasoa korkeamman vaatimustason soveltamista pitää perusteltuna.

Taloudellisen toteuttamiskelpoisuuden lähtökohtana on, että toimintaa on mahdollista jatkaa **harrastuspohjalta** siten että loppukäyttäjään kohdistuva kustannus on verrannollinen muiden vastaavien harrastusten kustannuksiin. Toimenpiteiden kustannusten arviointiin sisällytetään toimenpiteiden suunnittelu ja toteutus, rakenteiden ylläpito sekä toiminnan lopettamiseen liittyvät toimet. Tarkastelussa voidaan huomioida myös mahdollisuudet erilaisiin tukiin ja aikataulun vaikutus toteuttamiskelpoisuuteen.







# 1 Johdanto

Arvio Suomessa toiminnassa olevien ampumaratojen määrästä vaihtelee kuudesta sadasta noin tuhanteen. Ampumaratakokonaisuuteen kuuluu tyypillisesti useita erillisiä lajiratoja. Pääosa ampumaradoista on ampuma- ja metsästysseurojen ylläpitämiä. Suurin yksittäinen toiminnanharjoittaja on puolustusvoimat, jolla on noin 50 ampumarataa. Ampumaratoja on myös muilla viranomaisilla, kuten poliisilla, rajavartiolaitoksella ja tullilla. Ampumaratoja tarvitaan, jotta ampuminen voi tapahtua valvotusti tarkoituksenmukaisella alueella. Perustietoja ampumatoiminnasta ja ampumaradoista on esitetty liitteessä A.

Aseen hallussapitoluvan haltijoita on maassamme arviolta noin 700 000 ja lupia yhteensä noin 2 miljoonaa (Hallituksen esitys 106/2009). Metsästäjien Keskusjärjestön mukaan maassamme on noin 300 000 metsästäjää. Metsästyslain mukaan suurriistan metsästyksessä tulee olla suoritettuna ampumakoe. Myös poliisien tulee suorittaa säädösten mukainen ampumakoe kaksi kertaa vuodessa. Puolustusvoimien lakisääteisiin tehtäviin kuuluu yleiseen asevelvollisuuteen pohjautuvan sotilaskoulutuksen antaminen ja yksi koulutuksen keskeisimmistä tehtävistä on ampumakoulutus. Ampumisen harrastaminen on myös reserviläistoiminnan suosituin toiminnan muoto.

Ulkona sijaitseva ampumaradalta edellytetään ympäristölupaa. Myönnettyissä luvissa on yleisesti edellytetty käytettäväksi toiminnan päästöjen hallinnassa ympäristönsuojelulain mukaisesti parasta käyttökelpoista tekniikkaa (BAT). Parasta käyttökelpoista tekniikkaa ampumaradoille ei kuitenkaan ole erikseen määritetty. Ympäristöluvissa on edellytetty käytettäväksi vaihtelevasti erilaisia menetelmiä ja tekniikoita haitta-aine- ja melupäästöjen hallitsemiseksi. Edellytettyjen toimenpiteiden tarpeellisuudesta, toimivuudesta ja kustannustehokkuudesta on erilaisia näkemyksiä sekä viranomais- että toiminnanharjoittajatahoilla. Ylimoitettut toimenpidevaatimukset aiheuttavat toiminnanharjoittajalle turhia investointeja ja rajoittavat toiminnan kehittämistä. Toisaalta riittämättömät tai väärin kohdistetut toimenpiteet saattavat johtaa ympäristön laadun heikkenemiseen tai pilaantumiseen taikka terveys- tai viihtyisyyshaittaan. Alimitoitettu ympäristönsuojelun taso voi nostaa toiminnan lopettamiskustannuksia syntyneiden vastuiden vuoksi, eikä siten lähtökohtaisesti ole toiminnanharjoittajan intressissä.

Ampumaratojen parhaiden käyttökelpoisten tekniikoiden (BAT) ja ympäristön kannalta parhaiden käytäntöjen (BEP) kansallinen selvitys ja arviointi aloitettiin vuonna 2010. Selvitys toteutettiin aiempien vastaavien niin kutsuttujen kansallisten BAT-selvitysten tapaan eri asiantuntijatahojen yhteistyönä. Selvityksen laatimiseen ovat osallistuneet puolustusvoimat, ampumaharrastajien kattojärjestöt Suomen ampumaurheiluliitto ja Ampumaharrastusfoorumi, ympäristöministeriö, Suomen ympäristökeskus sekä lupa- ja valvontaviranomaisten edustajia.

Työtä ohjaamaan asetettiin ohjausryhmä johon kuuluivat seuraavat henkilöt:

|                               |  |
|-------------------------------|--|
| Matias Warsta (puheenjohtaja) | Puolustusvoimat / Pääesikunnan Logistiikkaosasto<br>31.10.2012 saakka, sen jälkeen Puolustusministeriö |
| Elise Sahivirta               | Ympäristöministeriö, 28.2.2013 saakka  |
| Oili Rahnasto                 | Ympäristöministeriö, 1.3.2013 alkaen   |
| Ari Saarinen                  | Ympäristöministeriö  |
| Kaija Savelainen              | Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristö-<br>keskus  |
| Juha Aho                      | Pohjois-Karjalan elinkeino-, liikenne- ja<br>ympäristökeskus   |
| Mika Seppälä                  | Etelä-Suomen Aluehallintovirasto, 30.6.2011 saakka<br>(aloitus- ja suunnitteluvaihe)                   |
| Katariina Serenius            | Keski-Uudenmaan ympäristökeskus  |
| Outi Pyy                      | Suomen ympäristökeskus   |
| Irina Hakala                  | Suomen ympäristökeskus, 30.9.2011 saakka   |
| Timo Jouttijärvi              | Suomen ympäristökeskus, 1.10.2011 alkaen   |
| Risto Aarrekiivi              | Ampumaharrastusfoorumi   |
| Markku Lainevirta             | Ampumaharrastusfoorumi   |
| Kari Pesonen                  | Ampumaharrastusfoorumi   |
| Olli Ohrankämmen              | Puolustusvoimat/Pääesikunnan Henkilöstöosasto,<br>31.12.2012 saakka                                    |
| Kari Melanen                  | Puolustusvoimat/Pääesikunnan Henkilöstöosasto<br>1.1.2013 alkaen                                       |
| Vesa Valpasvuo                | Kuntaliitto  |

Ohjausryhmän sihteerinä toimi Sara Kajander Puolustushallinnon rakennuslaitoksesta. Ohjausryhmä tiedotti hankkeen sisällöstä ja etenemisestä Opetus- ja kulttuuriministeriötä (Risto Järvelä) sekä Sisäministeriötä (Mika Lehtonen), joiden hallinnonalaan ampumaratojen kehittäminen liittyy.

Ohjausryhmän alaisuudessa työskenteli kaksi asiantuntijaryhmää (maaperä- ja pohjavesityöryhmä sekä melutyöryhmä). Työryhmien tehtävänä oli valmistella aineistoa ohjausryhmän käsiteltäväksi ja koota projektisihteerien avulla selvityksen loppuraportti. Kaikki työryhmien jäsenet ovat osallistuneet loppuraportin tuottamiseen. Projektisihteerien panos on ollut merkittävä erityisesti haitta-aineita ja niiden hallintaa koskevien osien osalta.

Melutyöryhmään kuuluivat seuraavat henkilöt:

|                            |   |
|----------------------------|---|
| Asko Parri (puheenjohtaja) | Puolustusvoimat/Maavoimien esikunta                   |
| Tapio Lahti                | TL Akustiikka   |
| Larri Liikonen             | Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja<br>ympäristökeskus |
| Rauno Pääkkönen            | Työterveyslaitos                                      |
| Jari Hosiokangas           | Ramboll Finland Oy                                    |

Melutyöryhmän sihteerinä toimi Asko Parri.

Maaperä- ja pohjavesiryhmään kuuluivat seuraavat henkilöt:

|                               |   |
|-------------------------------|---|
| Sara Kajander (puheenjohtaja) | Puolustushallinnon rakennuslaitos                         |
| Esa Kuitunen                  | Keski-Suomen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus     |
| Ilkka Närhi                   | Etelä-Pohjanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus |
| Jussi Reinikainen             | Suomen ympäristökeskus                                    |
| Jorma Riissanen               | Ampumaharrastusfoorumi                                    |

Maaperä- ja pohjavesityöryhmän sihteereinä ja koko hankkeen projektisihteereinä toimivat Jenni Haapaniemi ja Jenni Takala Ramboll Finland Oy:stä.

Samanaikaisesti BAT-selvitystyön kanssa ympäristöministeriö käynnisti ampumaratojen ympäristölupaprosessin kehittämiseen eli lupahakemusten ja lupapäätösten sisällön linjaamiseen ja yhdenmukaistamiseen tähtäävän nk. AMPY-hankkeen. Työryhmät ovat käyttäneet osittain samoja asiantuntijoita ja hankkeiden sisältöä on koordinoitu yhteistyössä. AMPY-työryhmän työn tuloksena on julkaistu Ampumaratojen ympäristölupaopas (Ympäristöministeriö 2012), joka toimii ohjeena ympäristöluvan hakijoille ja lupia käsitteleville viranomaisille. BAT-selvityksen tavoitteena on määritellä ampumatoiminnan osalta ympäristönsuojelulain mukaiset parhaat käyttökelpoiset tekniikat ja ympäristön kannalta parhaat käytännöt tapauskohtaisen harkinnan tueksi. Tavoitteena on, että ympäristölupaopas ja tämä BAT-selvitys muodostavat kokonaisuuden, joka toimii riittävänä perustana ampumaradan teknisten ja toiminnallisten ratkaisujen suunnitteluun ja sitä koskevaan päätöksentekoon ympäristölupaprosessissa.

Tämä BAT-selvitys on tarkoitettu ampumaratojen toiminnanharjoittajille, lupa- ja valvontaviranomaisille sekä ympäristöalan konsulteille ohjeeksi ampumaratojen ympäristönsuojelutarpeen ja vaatimustason arviointiin sekä teknisten ja toiminnallisten ympäristönsuojelutoimenpiteiden suunnitteluun.

## 2 Työn tausta, tavoitteet ja rajaukset

### 2.1

#### Tausta

Ampumaratojen parhaiden käyttökelpoisten tekniikoiden selvityksellä pyritään selkeyttämään ja yhtenäistämään lupa- ja kaavoituskäytäntöjä sekä edistämään tiedonsaantia ampumaratojen ympäristövaikutuksista ja niiden hallinnasta. Riittävän tiedon puuttuessa sekä ympäristölupaviranomaisen että luvan hakijan on ollut vaikea määrittää, millaisia vaihtoehtoisia tekniikoita ja toimintatapoja voitaisiin pitää ympäristönsuojelun kannalta riittävinä, kohtuullisina ja tarkoituksenmukaisina erilaisilla ampumaradoilla.

Parhaalla käyttökelpoisella tekniikalla ei tarkoiteta kaikkein kehittyneimpiä ja vaativimpia teknisiä ratkaisuja, vaan toiminnan vaikutusten hallinnan kannalta toimivia, taloudellisesti kohtuullisia ja yleisesti saatavilla olevia menetelmiä. Toisaalta parhaan käyttökelpoisen tekniikan käyttäminen ei kaikissa olosuhteissa takaa ympäristönsuojelun riittävää tasoa. Ympäristönsuojelulain mukaan ympäristölupaa ei voida myöntää, mikäli toiminnasta aiheutuu maaperän tai pohjaveden pilaantumista, pohjaveden pilaantumisvaaraa taikka naapureille kohtuutonta räsytystä. Esimerkiksi ampumaradan perustaminen taajama-alueelle tai vedenottamon läheisyyteen saattaa edellyttää parhaan käyttökelpoisen tekniikan määrittämistä mittavampia ympäristönsuojelutoimenpiteitä.

### 2.2

#### Tavoitteet ja rajaukset

Tämän työn tavoitteena oli selvittää tekniset menetelmät ampumaratojen ympäristöhaittojen vähentämiseksi ja arvioida niiden toimivuutta, saatavuutta ja kustannuksia Suomessa. Työn johtopäätöksenä esitetään parhaat käyttökelpoiset tekniikat ja käytännöt ampumaratojen haitta-aine- ja melupäästöjen hallintaan.

Selvitys kattaa kivääri-, pistooli- ja haulikkoradat. Menetelmien arvioinnissa on otettu huomioon mittakaavaltaan ja ympäristöltään eritasoiset ampumaradat. Luoti- ja haulikkoradat on työssä eroteltu omiksi kokonaisuuksikseen, koska niiden vaikutukset ja sitä kautta myös ratkaisut eroavat toisistaan merkittävästi.

Parhaan käyttökelpoisen tekniikan arviointi keskittyy ympäristöhaittojen ennaltaehkäisyyn ja päästöjen minimointiin. Työssä ei ole käsitelty pilaantuneen maaperän ja pohjaveden kunnostustekniikoita eikä ampumaratojen lopettamista. Työssä on tarkasteltu ainoastaan sellaisia ratkaisuja, joista on olemassa jonkinlaisia käyttökokemuksia joko Suomessa tai muualla. Ampumaratojen ympäristönsuojelutekniikat ovat kuitenkin monilta osin prototyypivaiheessa ja erilaisten teknisten ratkaisujen toimivuudesta saadut kokemukset perustuvat pääosin lyhyeen käyttökokemukseen.



erityisesti suhteutettuna siihen, että ampumaratojen ympäristövaikutukset ilmenevät yleensä vasta vuosikymmenien kuluessa. Tässä työssä on pyritty normaalisti BAT-selvitykseen kuuluvan tiedon kokoamisen ja arvioinnin lisäksi myös kehittämään uusia ratkaisukokonaisuuksia ampumaratojen ympäristövaikutusten hallintaan hyödyntämällä mm. sellaisia teknisiä ratkaisuja, joista on riittävä käyttökokemus muilta toimialoilta. Hankkeen aikana on toteutettu useita pilottikohteita, joiden avulla teknisiä ratkaisuja on kokeiltu ampumarataympäristössä. Kun tätä selvitystä hyödynnetään soveltuvien teknisten ratkaisujen arviointiin, tulee ottaa huomioon, että tarkkaan ottaen osa BAT-tekniikoiksi määritetyistä ratkaisuista ovat *emerging technologies* -vaiheen loppupuolella olevia pilotointiluonteisesti kokeiltuja tekniikoita. Työssä on otettu huomioon ratkaisujen turvallisuuskohdat, mutta erillisiä puhtaasti toiminnallisen turvallisuuden takaamiseen tähtäviä rakenteita ei työssä ole tarkasteltu.

### 2.3

## Hankkeen osana tuotetut ohjeet ja suunnitelmat

Parhaiksi arvioiduista käyttökelpoisista tekniikoista on laadittu ohjeellisia tai periaatteellisia mallityöselityksiä (liitteet D, E) ja rakennekuvia (liite J). Näiden avulla on voitu tarkentaa toimenpiteistä aiheutuvien kustannusten arviointia. Näitä ohjeellisia mallisuunnitelmia voidaan kohdekohtaisesti soveltaen käyttää apuna ampumaratojen ympäristövaikutusten hallinnan suunnittelussa.

Lisäksi on laadittu menettelyohje ampumaratojen haitta-aineiden hallinnan tarpeen arviointia varten (liite F). Ohje on tarkoitettu sovellettavaksi esimerkiksi ampumaradan ympäristölupahakemuksessa esitettävien tietojen selvittämisessä, ympäristönsuojelutoimenpiteiden suunnittelussa ja tarkkailun suunnittelussa. Ampumaradan ympäristötarkkailusta on lisäksi ohjeistettu erillisessä ohjeessa (liite G).

## 3 Sovellettava lainsäädäntö

### 3.1

#### **Ampumaratojen ympäristönsuojelussa sovellettavia lakeja ja asetuksia**

- Ympäristönsuojelulaki 527/2014 ja ympäristönsuojeluasetus (uusi asetus annettu 4.9.2014, kumoaa aiemman asetuksen 169/2000)
- Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/99 ja maankäyttö- ja rakennusasetus 895/99
- Jätelaki 646/2011
- Laki eräistä naapurussuhteista 26/1920
- Asetus vesienhoidon järjestämisestä VNa 342/2009
- Asetus vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista 1022/2006
- Asetus maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnista 214/2007
- Valtioneuvoston päätös ampumaratojen aiheuttaman melutason ohjeistoista 53/1997.

Ulkona sijaitseva ampumarata on ympäristönsuojelulain (YSL) 27 §:n ja liitteen 1 taulukon 2 mukaan ympäristöluvanvarainen kohde. YSL 7 §:n mukaan toiminnanharjoittajan on järjestettävä toimintansa niin, että ympäristön pilaantuminen voidaan ehkäistä ennakolta, tai jos ehkäiseminen ei kokonaisuudessaan ole mahdollista, rajoittaa mahdollisimman vähäiseksi. YSL 8 § 1 momentin 1 kohdan mukaan toiminnanharjoittajan on huolehdittava ja varmistuttava siitä, että käytetään parasta käyttökelpoista tekniikkaa. YSL 16 ja 17 §:t sisältävät maaperän ja pohjaveden pilaamiskiellot, jotka ovat ehdottomia. Tämä tarkoittaa sitä, että maaperän pilaantumisen vaikutukset eivät saa ulottua ampumaradan ulkopuolelle. YSL 48 §:n 2 momentin mukaan ympäristölupa myönnetään, jos toiminta täyttää YSL:n ja jätelain sekä niiden nojalla annettujen asetusten vaatimukset. YSL 49 §:ssä on säädetty luvan myöntämisen edellytyksistä. Ympäristöluvan saamisen edellytyksenä siis on, että käyttämällä parasta mahdollista tekniikkaa estetään kiellettyjen seurausten, kuten lain eräistä naapurussuhteista (NaapL) 20 §:n tarkoittaman kohtuuttoman rasituksen tai maaperän ja pohjaveden pilaantumisen, syntyminen sekä mahdollisemman tehokkaasti – BAT-periaatteen sisältämä suhteellisuusharkinta huomioiden – rajoitetaan ympäristövaikutuksia. Tältä osin on vielä huomattava, että kielletyt seuraukset ovat ehdottomia luvanmyöntämisen esteitä eli parhaan käyttökelpoisen tekniikan käyttö ei kaikissa olosuhteissa välttämättä riitä lain vaatimusten täyttämiseen.

YSL 52.3 §:n mukaan *”Lupamääräyksiä annettaessa on otettava huomioon toiminnan luonne, sen alueen ominaisuudet, jolla toiminnan vaikutus ilmenee, toiminnan vaikutus ympäristöön kokonaisuutena, ympäristön pilaantumisen ehkäisemiseksi tarkoitettujen toimien merkitys ympäristön kokonaisuuden kannalta sekä tekniset ja taloudelliset mahdollisuudet toteuttaa nämä toimet. Päästöraja-arvoa sekä päästöjen ehkäisemistä ja rajoittamista koskevien lupamääräysten tulee perustua parhaaseen käyttökelpoiseen tekniikkaan. Lupamääräyksissä ei kuitenkaan saa velvoittaa käyttämään vain tiettyä tekniikkaa. Lisäksi on tarpeen mukaan otettava huomioon energian ja materiaalien käytön tehokkuus sekä varautuminen onnettomuuksien ehkäisemiseen ja niiden seurausten rajoittamiseen.”* Säännös merkitsee sitä, että



parhaan käyttökelpoisen tekniikan tapauskohtaiseen arviointiin vaikuttaa monet seikat ml. alueen ympäristöolosuhteet sekä taloudellinen kohtuullisuus toimialalla. Lisäksi lähtökohtana on, että toiminnanharjoittaja esittää teknistä ratkaisua, jonka hyväksyttävyyden viranomaisen arvioi, jollei toiminnan luonteesta erityisesti muuta johdu. Teknisten ratkaisujen soveltuvuutta arvioitaessa tulee huomioida myös niiden tehokkuus poikkeuksellisissa tilanteissa, kuten onnettomuuksissa.

YSL 133 §:n 1 momentin mukaan, se jonka toiminnasta on aiheutunut maaperän tai pohjaveden pilaantumista, on velvollinen puhdistamaan maaperän ja pohjaveden siihen tilaan, ettei siitä voi aiheutua terveyshaittaa eikä haittaa tai vaaraa ympäristölle. Tämä nk. aiheuttamisperiaatteen mukainen vastuu merkitsee sitä, että riippumatta siitä, onko toiminnalle ollut lupaa tai ei, toiminnanharjoittaja aina viime kädessä vastaa alueen saattamisesta sellaiseen kuntoon, että siitä ei aiheudu haittaa tai vaaraa ympäristölle. Pilaantuneisuuden arvioinnin tueksi on annettu asetus maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnista (nk. PIMA-asetus, VNa 214/2007). PIMA-asetuksen lähtökohta on haitallisten aineiden aiheuttaman terveys- tai ympäristöriskin vaaran arviointi. Esimerkiksi ampumaratojen pintarakenteissa haitallisten aineiden pitoisuus on tyypillisesti suuri, mutta pilaantumisen hallinnan kannalta keskeistä on hallita aineiden kulkeutumisriskiä. Vesien pilaantumisen arviointiin sovelletaan mm. valtioneuvoston asetusta vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista.

Selvitystä laadittaessa käynnissä ovat ympäristönsuojelulainsäädännön sekä ampumaratojen perustamista ja ylläpitoa koskevan lainsäädännön uudistaminen. Selvitys on laadittu voimassa olevan lainsäädännön pohjalta, mutta työssä on pyritty huomioimaan uudistamisen valmistelussa esille tulleita seikkoja, joilla on tai saattaa olla vaikutusta selvityksen kannalta.

Melun osalta ympäristön pilaantumista arvioidaan NaapL 20 §:n kohtuuttoman rasituksen kautta. Rasituksen arvioinnin tukena voidaan hyödyntää valtioneuvoston päätöstä ampumaratojen aiheuttaman melutason ohjearvoista. Melutason ohjearvot on suunniteltu maankäytön suunnitteluun, eikä niitä tulisi suoraan soveltaa lupamenettelyissä olemassa olevien ampumaratojen melutason hyväksyttävyyden arviointiin. Ohjearvot tarjoavat kuitenkin kohtalaisen hyvän työkalun meluntorjuntarakenteiden mitoittamisen tueksi.

### 3.2

## Paras käyttökelpoinen tekniikka (BAT)

Ympäristönsuojelulain (86/2000) 3 §:n mukaan parhaalla käyttökelpoisella tekniikalla tarkoitetaan mahdollisimman tehokkaita ja kehittyneitä, teknisesti ja taloudellisesti toteuttamiskelpoisia tuotanto- ja puhdistusmenetelmiä ja toiminnan suunnittelu-, rakentamis-, ylläpito- sekä käyttötapoja, joilla voidaan ehkäistä toiminnan aiheuttama ympäristön pilaantuminen tai tehokkaimmin vähentää sitä. Ympäristönsuojelulain mukaan tekniikka on teknisesti ja taloudellisesti toteuttamiskelpoista silloin, kun se on saatavissa käyttöön yleisesti ja sitä voidaan soveltaa asianomaisella toiminnan alalla kohtuullisin kustannuksin. Ympäristönsuojeluasetuksen (169/2000) 37 §:ssä on määritelty parhaan käyttökelpoisen tekniikan arvioinnissa huomioon otettavat tekijät.

BAT:in määrittelyn taustalla on ympäristön pilaantumisen ehkäisemisen ja vähentämisen yhtenäistämiseksi annettu ns. IPPC-direktiivi (2008/1/EY, sittemmin korvattu teollisuuden päästöjä koskevalla direktiivillä 2010/75/EU), jota pääasiallisesti sovelletaan teollisen tuotantotoimintaan. Ampumaratatoiminta kuitenkin poikkeaa oleellisesti teollisesta tuotannosta, eikä kaikkia ympäristönsuojeluasetuksen 37 §:ssä lueteltuja tekijöitä voida pitää merkityksellisinä ampumaratatoiminnan BATin määrittelyssä. Tämän vuoksi parhaan käyttökelpoisen tekniikan arvioinnissa huomioon otettavista tekijöistä on tässä työssä tarkasteltu seuraavia seikkoja:

- jätteiden määrän ja haitallisuuden vähentäminen

- käytettävien aineiden vaarallisuus sekä mahdollisuudet käyttää entistä haitattomampia aineita
- toiminnassa käytettyjen aineiden ja siinä syntyvien jätteiden uudelleen käytön ja hyödyntämisen mahdollisuus
- muodostuvien päästöjen laatu, määrä ja vaikutus
- toimintaan liittyvien riskien ja onnettomuusvaarojen ennaltaehkäisy sekä onnettomuuksien seurausten ehkäiseminen
- parhaan käyttökelpoisen tekniikan käyttöön ottamiseen liittyvä aika ja toiminnan suunnitellun aloittamisajankohdan merkitys sekä päästöjen ehkäisemisen ja rajoittamisen kustannukset ja hyödyt
- käytössä ja saatavilla olevat päästöjen hallintaa koskevat menetelmät
- tekniikan ja luonnontieteellisen tiedon kehitys.

Parhaan käyttökelpoisen tekniikan selvityksiä on pääsääntöisesti laadittu teollisille toiminnoille, joiden ympäristönsuojelutekniikka on jo melko kehittynyt. Teollisten prosessien kontrolloidut olosuhteet ja pitkän aikavälin seurantatulokset mahdollistavat päästöjen minimi- ja maksimitasojen ja niiden saavuttamisen edellyttämien tekniikoiden kuvaamisen. Ampumaratojen parhaan käyttökelpoisen tekniikan määrittelyn lähtökohdat ovat olleet normaalista poikkeavat siinä mielessä, että tavoitteena on ollut minimi- ja maksimipäästötasojen sijaan toiminnan ympäristövaikutusten hyväksyttävän tason määrittely ja selvittämisen ohjeistaminen sekä osittain vielä kokeiluvaiheessa olevien hallintamenetelmien arviointi.

Euroopan IPPC-toimisto organisoii teollisuuden ja viranomaisten välillä tietojen vaihtoa parhaasta käyttökelpoisesta tekniikasta. Tietojen vaihdon tulokset julkaistaan BAT-vertailuasiakirjoina (BAT Reference Document, BREF) ja jäsenmaita sitovina BAT-päätelminä. Suomessa Suomen ympäristökeskus (SYKE) toimii BAT-informaation vaihdon kansallisena yhteyskeskuksena. Toiminnoille, jotka eivät sisälly teollisuuden päästöjä koskevan direktiivin (IED, 2010/75/EU) soveltamisalaan voidaan tarvittaessa laatia kansallinen BAT-selvitys. Selvitykset toteutetaan Suomen ympäristökeskuksen ohjauksessa. Kansallisten BAT-selvitysten tuloksena julkaistavien raporttien, jollainen tämä BAT-selvitys on, oikeudellinen asema on ohjaava.

### 3.3

## Ympäristön kannalta paras käytäntö (BEP)

Ympäristönsuojelulain 4 §:ssä on ympäristön kannalta parhaan käytännön periaate. Periaatteen mukaisesti toiminnassa noudatetaan ympäristön pilaantumisen ehkäisemiseksi tarkoituksenmukaisia ja kustannustehokkaita eri toimien yhdistelmiä, kuten työmenetelmiä sekä raaka-aine- ja polttoainevalintoja. Ampumaratojen osalta tämä on erityisesti huomioitu tarkasteltaessa toimintatapoja ja raaka-ainevalintoja. Ympäristön kannalta parhaat käytännöt nivoutuvat ampumaratojen tapauksessa luontevaksi osaksi teknisten ratkaisujen riittävyden arviointia. Esimerkiksi meluvaikutusten osalta käyttöaikojen ja -määrien rajauksilla voidaan vaikuttaa meluntorjuntarakenneiden tarpeeseen.

Hyvät ympäristökäytännöt tarjoavat toiminnanharjoittajan harkittavaksi mahdollisuuksia ympäristövaikutusten hallintaan toiminnallisten muutosten kautta. Hyvillä käytännöillä voidaan tapauskohtaisesti täydentää tai korvata muita teknisiä ratkaisuja sekä hakea ratkaisuja tilanteisiin, joissa muut ympäristövaikutusten hallintamenetelmät ovat riittämättömiä tai liian kalliita. Toiminnallisten muutosten toteuttaminen saattaa kuitenkin muuttaa toiminnan luonnetta niin merkittävästi, ettei niitä aina voida pitää toteuttamiskelpoisina, eikä sen takia yksiselitteisesti voida edellyttää.







## 4 Ampumaratatoiminnan vaikutukset maaperään sekä pinta- ja pohjavesiin

### 4.1

#### Ympäristön pilaantuminen ampumaradoilla

Ampumaratatoiminta kuormittaa ympäristöä pääasiassa ympäristölle haitallisia metalleja sisältävien haulien ja luotien kautta. Suomessa yleisimmin käytettävien luotien merkittävimmät haitta-aineet ovat lyijy, kupari, antimoni ja sinkki. Haulien merkittävimmät haitta-aineet ovat lyijy ja antimoni. Lisäksi patruunoissa käytettävät ruudit ja niiden lisäaineet, kuten nitroglyseriini, voivat olla ympäristölle haitallisia. Haulikkoammunnassa tulee huomioida myös maaleina käytettävien kiekkojen aiheuttama ympäristön roskaantuminen ja kiekkoista mahdollisesti ympäristöön vapautuvat haitalliset aineet.

Kivääri- ja pistoolilajien patruunat muodostuvat neljästä osasta: hylsystä, luodista, nallista ja ruudista. Hylsy muodostaa patruunan rungon, johon luoti ja nalli kiinnittyvät. Hylsyn käytetyin raaka-aine on messinki, jossa on 72 % kuparia ja 28 % sinkkiä. Luodit voidaan jakaa lyijyluoteihin, kokovaippaluoteihin, lyijykärkiluoteihin (puolivaippaluoteihin) ja erikoisluoteihin. Vaippa suojaa osittain lyijysydäntä joutumasta kosketuksiin ympäröivän maaperän kanssa. Nykyisin luotivaippa on valmistettu kuparin (90...95 %) ja sinkin (5...10 %) seoksesta (tompakki). Luotiydin koostuu pääasiassa lyijystä (97...99 %) ja seassa on pieniä määriä (1...3 %) antimonia. Luodin kokonaisuudesta on lyijyä noin 89 % ja noin 9 % kuparia. Antimonia ja sinkkiä on molempia noin 1 % luodin kokonaisuudesta. Luotien painot vaihtelevat lajista riippuen 2,9 g ja 15,6 g välillä. Vielä sotien jälkeen käytettiin luoteja, joiden vaippa oli nikkeliä. Näiden käyttö loppui 50-luvulla. Näin ollen vanhoilla ampumaradoilla saattaa olla luodeista peräisin olevaa nikkeliä. (Naumanen 2002).

Haulikon patruuna koostuu useista haulista, jotka lähtevät aseeseen piipusta yhtenä panoksena, mutta hajaantuvat nopeasti. Haulit sisältävät lyijyä yleensä noin 97 %, antimonia noin 1...3 % ja arseenia 0,1...0,5 %. Lisäksi haulieissa voi olla pieniä määriä kuparia, sinkkiä ja nikkeliä. Suurin sallittu lataus on useimmissa haulikkoammuntalajeissa 24 grammaa, Compak- ja Sporting-lajeissa sallitaan 28 g lataus. Haulikkoammunnassa käytettävät savikiekot painavat 110 g ja ovat halkaisijaltaan 110 mm. Kiekot on yleensä maalattu oranssiksi, jotta ne näkyvät hyvin. Yleisimmin käytössä olevat savikiekot koostuvat kalsiitista (noin 70 %) ja kivihiilitervasta (20...40 %). (Naumanen 2002).

Luodeissa ja haulieissa käytetty lyijy ei ole puhdasta vaan suurelta osalta lyijyakuista sulatettua ja sisältää monia epäpuhtauksia. Puhdas lyijy korrodoituu erittäin hitaasti, esimerkiksi antiikin ja keskiajan rakennuksissa ja rakenteissa käytetty lyijy on suurelta osin korrodoitumatonta. Lyijyyn tarkoituksella lisätyt muut aineet kuten antimoni lisäävät lyijyn liukenevuutta (Hurley 2013).

Ampumaratatoiminnasta ei aiheudu välittömiä tai lyhyen aikavälin ympäristövaiikutuksia, vaan haitta-aineiden kulkeutuminen ympäristöön on tyyppillisesti hidasta. Kun ratarakenteisiin jäävät luodit ja haulit pääsevät kosketuksiin ympäristön (ilma,

vesi ja maa) kanssa, ne altistuvat fysikaalisille ja kemiallisille reaktioille. Näiden seurauksena metalleja voi ajan myötä liueta sade- ja sulamisvesiin, saostua maaperän kerrosten vaihtelevissa olosuhteissa eri mineraaleina ja sitoutua maaperän pienhiukkasiin. Metalleja voi kulkeutua sadevesien kautta pintavesiin tai maahan imeytyvän vajoveden mukana syvemmälle maakerrokseen ja jopa pohjaveteen saakka. Ympäristöolosuhteet, kuten maalaji, maaperän vedenläpäisevyys ja pH sekä sademäärä, vaikuttavat merkittävästi siihen, kuinka nopeasti ja missä määrin luotien ja haulien rapautumista ja sen seurauksena vapautuvien haitta-aineiden kulkeutumista ympäristöön tapahtuu. Happamuudeltaan neutraalissa, kuivassa ympäristössä, kuten hiekkamaassa, rapautuminen on tyypillisesti hyvin hidasta. Toisaalta hyvin vettä läpäisevässä hiekka- ja soramaassa rapautumisen seurauksena liukenevien haitta-aineiden kulkeutuminen voi olla nopeaa ja pidättyminen heikkoa. Luotien ja haulien pintaan muodostuu pääasiassa metallien oksideista ja hydroksideista koostuva sekundäärimineraalikerros, joka osaltaan hidastaa rapautumista ja metallien liukenemista. Happamissa tai kosteissa maaperäolosuhteissa rapautuminen tapahtuu nopeammin ja muodostuvat sekundäärimineraalit liukenevat helposti. Maaperässä olevat humus ja mikro-organismit sekä kasvit nopeuttavat metallien rapautumista, mutta toisaalta ne kykenevät myös sitomaan maaperään liuenneita metalleja. Myös savimineraalien ja hienoaineksen pysyvä negatiivinen pintavarauus ja ioninvaihtokapasiteetti mahdollistavat maaperään liuenneiden metallien sitoutumisen ja siten hidastavat niiden kulkeutumista.

Maaperäolosuhteiden vaikutusta eri metallien liukenemiseen on havainnollistettu taulukossa 4.1.

Ympäristön kannalta erityisen ongelmallisia ovat kohteet, joissa haulit ja luodit pääsevät suoraan ja jatkuvaan kosketukseen veden kanssa. Tällainen tilanne voi syntyä esim. suoalueilla, vesistöön ammuttaessa tai alueilla, joissa pohjaveden pinta on lähellä maan pintaa.

Suomessa ampumaratojen ympäristötutkimuksia on tehty melko paljon. Tämän selvityksen laatimisen yhteydessä koottiin ja analysoitiin 36 ampumaratatutkimuksen tulokset paremman tilannekuvan saamiseksi ampumaratojen todellisista ympäristövaikutuksista. Tutkituilla rata-alueilla on yhteensä 97 erillistä lajirataa. Ratojen käyttömäärät ja sijoittuminen pohjavesialueelle on esitetty taulukossa 4.2.

Tutkimusyhteenvedon tulokset on esitetty kappaleissa 4.2–4.5. Yleisesti voidaan todeta, että luotettavien päätelmien tekemistä vaikeuttivat tutkimusten väliset huomattavat sisältö- ja tasoerot. Maa-aineksen metallipitoisuuksia oli selvitetty lähes kaikilla radoilla, mutta haitta-aineiden kulkeutumista tai siihen vaikuttavia tekijöitä harvemmin. Oja- tai muiden pintavesien laatua oli tutkittu 18 kohteessa, sedimentin laatua 6 kohteessa ja pohjaveden laatua 24 kohteessa. Osassa kohteita vesinäytteistä

Taulukko 4.1. Maaperän ominaisuuksien vaikutus raskasmetallien liukenemiseen (Smolander ym. 2010).

| Ominaisuuden kasvaessa/lisääntyessä | Lyijy (Pb) liukeneminen |         | Kupari (Cu) liukeneminen |         | Antimoni (Sb) liukeneminen |         |
|-------------------------------------|-------------------------|---------|--------------------------|---------|----------------------------|---------|
|                                     | lisääntyy               | vähenee | lisääntyy                | vähenee | lisääntyy                  | vähenee |
| Kosteus                             | X                       |         | X                        |         | X                          |         |
| Lämpötila                           | X                       |         | X                        |         | X                          |         |
| Savipitoisuus                       |                         | X       |                          | X       | X                          |         |
| Humuspitoisuus                      |                         | X       |                          | X       |                            | X       |
| pH-arvo                             |                         | X*      |                          | X       | X                          |         |

\* Lyijyn osalta pH-arvon vaikutus ei ole yksiselitteinen. Lyijyn liukoisuus on vähäisintä pH-arvon ollessa neutraali tai lähellä neutraalia. Liukoisuus kasvaa pH-arvon laskiessa, mutta myös vahvasti emäksiset olosuhteet aiheuttavat liukoisuuden lisääntymistä.

on tutkittu liukoiset metallit ja osassa kokonaispitoisuus, joissakin molemmat. Yhtenä merkittävänä johtopäätöksenä tutkimusyhteenvedosta todettiin ampumaratojen ympäristötutkimusten ohjeistuksen tarve.

Taulukko 4.2. Ampumaratojen tutkimusyhteenvedossa tarkasteltujen ratojen lukumäärät, käyttö ja sijoittuminen pohjavesialueelle.

|                          |    |
|--------------------------|----|
| Kohteiden lukumäärä kpl  | 36 |
| Lajiratoja yhteensä kpl  | 97 |
| Luotiaseratoja kpl       | 68 |
| Haulikkoratoja kpl       | 29 |
| <b>Laukausmäärä / a</b>  |    |
| <10 000                  | 17 |
| 10 000–100 000           | 15 |
| >100 000                 | 13 |
| ei tiedossa              | 52 |
| <b>Pohjavesialueella</b> |    |
| I-luokka                 | 60 |
| II-luokka                | 6  |
| osittain                 | 8  |
| ei                       | 19 |
| ei tiedossa              | 4  |

#### 4.2

### **Haitta-ainepäästöt ja aineiden kulkeutuminen luotiaseradoilla**

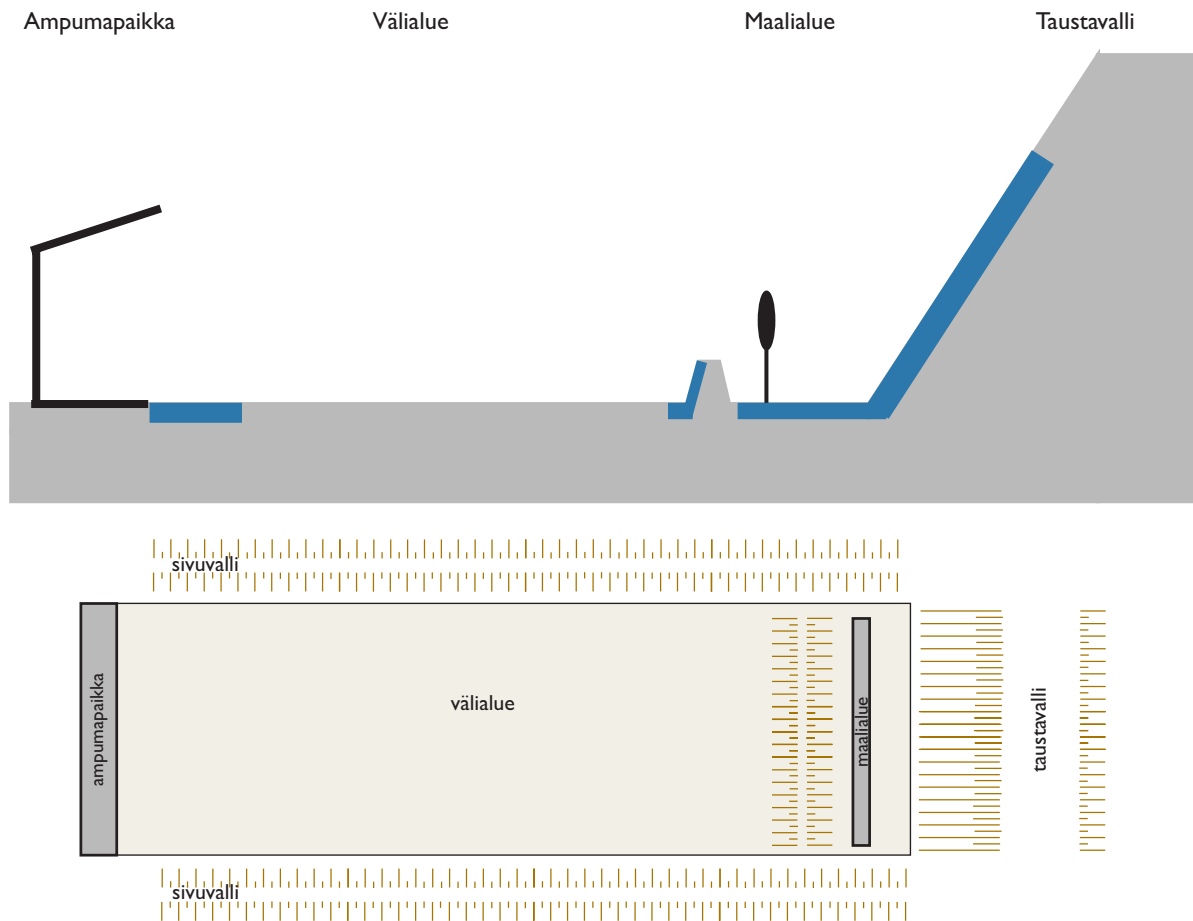
Kivääri- ja pistooliratojen rakenteet voidaan haitta-ainekuormituksen perusteella jakaa viiteen osaan:

- iskemäkohta taustavallissa; haitta-ainepitoisuus korkea
- taulualue ja taustavalli (käsittää taulualueen, etuvallin ja taustavallin yläosan etupuolen iskemäkohtien yläpuolella); haitta-ainepitoisuus pääsääntöisesti korkea
- ampumapaikkojen edusta; haitta-ainepitoisuus kohtalainen
- välialue (sisältää kivääriratojen välivallit); haitta-ainepitoisuus vähäinen – kohtalainen
- sivuvallit ja taustavallin takaosa; pääsääntöisesti puhtaita.

Hienojakoista lyijyä syntyy ampumatapahtuman yhteydessä ampumapaikan edustalle patruunan nallin sisältämästä lyijytrisinaatista ja luodin vaipattomasta takaosasta, josta sitä irrottaa ruudin palamisesta johtuva paine. Ruudin palamisesta vapautuu hiilidioksidiä, häkää, typen oksideja, hiilivetyjä, vähäisessä määrin antimonia ja arseenia (Lindfors & Lyly 2004). Ampumatapahtumassa vapautuu myös ruutia ja muita ajoaineita (propellantteja), kuten nitroglyseriiniä. Ampumapaikan edustalle laskeutuu lisäksi hienojakoista kuparia ja sinkkiä, jotka ovat peräisin piippua vasten hankautuvasta luodin vaipasta.

Ampumapaikan edustan haitta-aineet ovat hienojakoisessa ja siten helpommin kulkeutuvassa muodossa kuin maalialueen luodeissa. Metallipöly sekä ruuti- ja pro-





Kuva 4.1. Yksinkertaistettu esitys haitta-aineiden kertymisestä kivääriradan rakenteisiin (sininen väri).

pellanttijäämät voivat kulkeutua sade- ja sulamisvesien mukana, jolloin pieniä määriä haitta-aineita voi päätyä pinta- tai pohjavesiin. (Smolander ym. 2010)

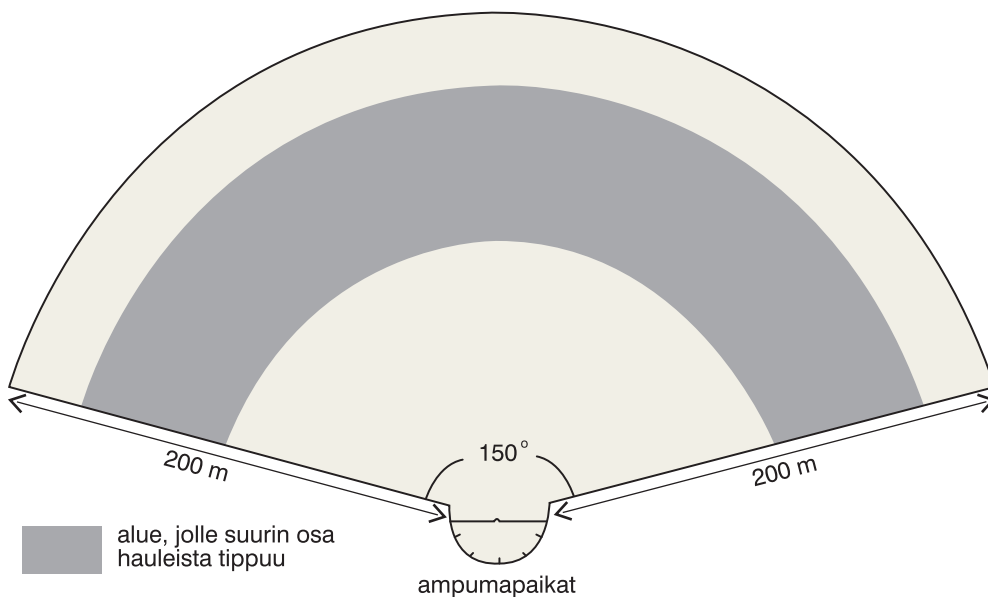
Luodit kertyvät pääsääntöisesti maalilaitteiden taakse taustavallin iskemäkohtaan tai luotiloukkuihin tai muihin luotien keräysrakenteisiin. Pieni osa luodeista joutuu harhalaukausten tai kimmokkeiden seurauksena välialueelle, taustavallin muihin osiin tai jopa rata-alueen ulkopuolelle, mikäli taustavalli ei ole riittävän korkea tai leveä. Liikkuvan maalin radoilla ja muunneltavilla radoilla (practical, SRA) iskemäkohdat eivät ole yhtä selkeitä kuin perinteisillä kivääriradoilla, vaan metallien jakauma taustavallissa on tasaisempi. Lajeissa, joissa ammutaan metalliseen maalitauluun, kuten ampumahiihdossa ja siluettiammunnassa, luoti murskaantuu tauluun ja hienojakoiset metallifragmentit leviävät radan pintakerrokseen taulujen ympäristössä. Metallipölyä syntyy ja kertyy taulualueen pintakerrokseen myös eräiden metallisten luotiloukkujen käytön yhteydessä. Siluettiradoilla maaperän pilaantuminen leviää koko ampumarata-alueelle tasaisemmin, sillä maaleja ja matalia välivalleja on väli-alueella useita. Kuvassa 4.1 on esitetty yksinkertaistetusti haitta-aineiden kertymistä kivääriradan rakenteisiin.

Tämän selvityksen yhteydessä toteutetun tutkimusyhteenvedon perusteella luotiaseratojen taustavallien kohonneet haitta-ainepitoisuudet rajoittuvat pääosin pintakerrokseen (0...0,5 m). Taustapitoisuutta korkeampia pitoisuuksia havaittiin usein myös noin 1...2 metrin syvyydellä, mikä saattaa johtua vanhojen iskemä- tai valumakohtien peittymisestä vallin korotusten tms. yhteydessä, tai liuenneiden metallien saostumisesta.

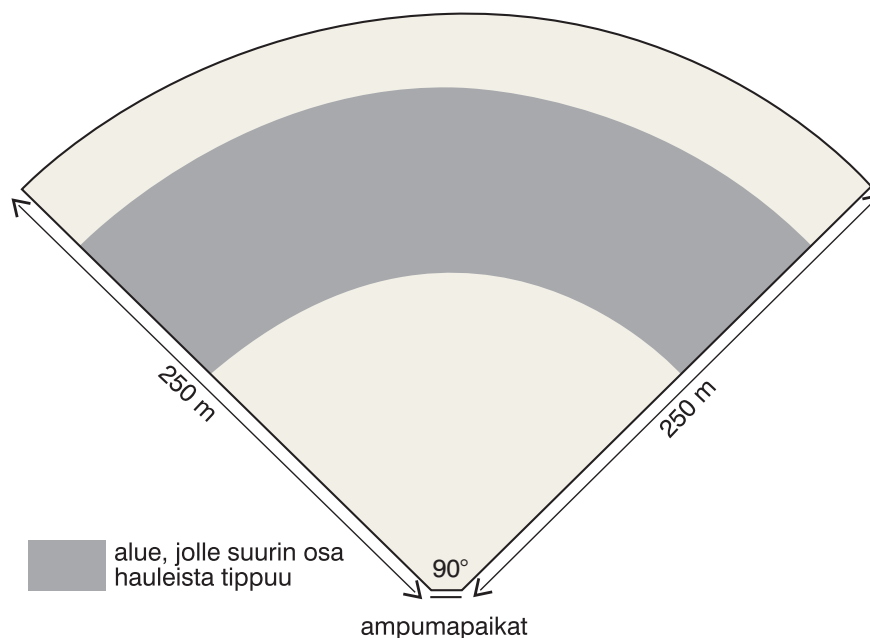
## Haitta-ainepäästöt ja aineiden kulkeutuminen haulikkoradoilla

Haulikkoradoilla hauloja ja niistä peräisin olevia metalleja esiintyy ampumatoiminnan luonteen vuoksi lähes koko rata-alueen pintakerroksessa. Haulien lentomatka on suoraan verrannollinen haulien kokoon. Haulit lentävät karkeasti arvioiden yhtä monta sataa metriä, kuin niiden halkaisija on millimetreissä. Näin ollen skeet-radoilla haulit leviävät ampumasektorissa noin 200 metrin etäisyydelle ampumapaikasta ja trap-radoilla 250 metrin etäisyydelle. Mikäli radoilla käytetään suurempia hauloja harjoitteluammunnassa, voi haulien leviämisetäisyys olla jopa yli 300 metriä ampumapaikasta. (Naumanen ym. 2002) Maaston muodot ja puusto vaikuttavat oleellisesti haulien leviämiseen. Myös tuuliolosuhteilla on suuri merkitys haulien leviämiseen. Kuvissa 4.2 ja 4.3 on esitetty alueet, joille suurin osa haulaista putoaa skeet- ja trap-radoilla. Korkeimmat metallipitoisuudet esiintyvät näillä alueella. Hauloja ja pintakerroksen kohonneita haitta-ainepitoisuuksia havaitaan kuitenkin jo hyvin lähellä ampumapaikkoja.

Haulikkoradoilla rikutut savikiekot putoavat tyypillisesti 20...80 metrin etäisyydelle ampumapaikasta. Ohiammutut kiekot lentävät enintään noin 90 metrin etäisyydelle lajista riippuen. (Baer K 1995) Savikiekot koostuvat pääosin kalkista ja kivihiilitervasta, joka sisältää korkeita PAH-yhdistepitoisuuksia. Tämän selvityksen yhteydessä tehdyn tutkimuksen perusteella Suomessa yleisesti käytössä olevien savikiekkojen massasta noin 0,2...2,5 % on PAH-yhdisteitä. Näiden liukoisuus on kuitenkin heikkoa, eli yhdisteet pysyvät pääosin sitoutuneena kiekkomateriaaliin. Joissakin kohteissa on kuitenkin todettu kohonneita PAH-yhdistepitoisuuksia pinta- maassa (<10 cm) alueilla, joille kiekkoja putoaa. PAH-yhdisteiden kulkeutuvuus maaperässä on vähäistä eikä leviäminen ratarakenteiden ulkopuolelle ole todennäköistä. Savikiekkojen PAH-yhdistepitoisuuksia ja näiden liukoisuutta on kuvattu tarkemmin kappaleessa 5.3.2. PAH-yhdisteiden heikon liukoisuuden ja kulkeutuvuuden vuoksi



Kuva 4.2. Haulien pääasiallinen leviämisalue skeet-radalla (harmaa väri). Ampumasektorin säteen pituus on noin 200 m ja suurin osa haulaista putoaa 100–150 m etäisyydelle ampumapaikasta.



Kuva 4.3. Haulien leviämialue trap-radalla (harmaa väri). Ampumasektorin säteen pituus on noin 250 m ja suurin osa hauleista putoaa 100–200 m etäisyydelle ampumapaikasta.

kiekkomurskalla ei ole merkittäviä vaikutuksia ympäristöön, ympäristön roskaantumista lukuun ottamatta. Sirpaleiden poistamiselle ampumaradan toiminta-aikana haitallisten aineiden vuoksi ei siten ole tarvetta.

Tämän selvityksen yhteydessä toteutetun tutkimusyhteenvedon mukaan haulikoratojen ampumasektorissa havaitut kohonneet haitta-ainepitoisuudet rajoittuvat yleensä ylimpään pintakerrokseen (0...0,1 m). Joillakin radoilla taustapitoisuutta korkeampia metallipitoisuuksia havaittiin kuitenkin myös noin 1 metrin syvyydellä maan pinnasta. Tulosten perusteella voidaan todeta, että happamassa, soistuneessa ja koko ajan kosteassa turvemaassa haulit rapautuvat nopeammin kuin kuivassa kivennäismaassa, minkä vuoksi metallipitoisuuksia havaitaan syvemmällä. Tutkimuksissa ei todettu PAH-yhdisteiden kulkeutuneen pintakerrosta syvemmälle maaperään.

#### 4.4

### Haitta-aineiden kulkeutuminen pohjaveteen

Haitta-aineita voi kulkeutua luotias- tai haulikkoradan rakenteista vajoveden eli maahan imeytyvän sadeveden mukana pohjaveteen. Haitta-aineiden kulkeutumiseen vaikuttavat sekä maaperän että haitta-aineiden ominaisuudet. Pohjaveden kannalta ongelmallisimpia aineita ovat lyijy ja antimoni. Lyijyn kulkeutuvuus maaperässä on yleensä suhteellisen heikkoa, mutta mm. happamat ja kosteat olosuhteet, lyhyt etäisyys pohjavedenpinnan ja maanpinnan välillä sekä maaperän suuri lyijymäärä voivat edistää sen kulkeutumista pohjaveteen. Antimonin liukoisuus ja kulkeutuvuus ovat usein selvästi lyijyä suurempia, mutta aineen pitoisuudet ja kokonaismäärät maaperässä ovat lyijyä pienempiä (Lewis ym. 2010).

Ampumaratojen vajovesien laatua ei ole Suomessa juuri tutkittu. Ympäristönsuojelun ja teknisten ratkaisujen viimeaikaisen kehitystyön seurauksena muutamille ampumaradoille on asennettu vesienhallinta- ja tarkkailujärjestelmiä, joista on jatkossa saatavissa seurantatietoa. Yksittäisissä tutkimuksissa on todettu, että luotiaseratojen taustavallien suotovesissä esiintyy luodeista peräisin olevia metalleja liuenneessa

muodossa muutamista mikrogrammoista litrassa ( $\mu\text{g/l}$ ) muutamiin satoihin mikrogrammisiin litrassa ( $\mu\text{g/l}$ ) (Ramboll Finland Oy 2013, tilaaja Puolustushallinnon rakennuslaitos, Lysimetrikoe Hälvälän ampumaradalla, työ käynnissä). Kansainväliset lähteet tukevat tehtyjä havaintoja. Taustavallin metallikuormittuneella osalla muodostuvien suotovesien määrä on kuitenkin hyvin pieni, suurellakin radalla korkeintaan muutama sata kuutiometriä vuodessa, jolloin pohjaveteen mahdollisesti kohdistuva kokonaiskuormitus jää pieneksi (esim. puolustusvoimien Parolannummen ampumaradan suojausrakenteiden asentamisen jälkeen tehdyt tarkkailuhavainnot). Haulikkoratojen suotovesien laatua on tutkittu hyvin vähän.

Haitta-aineiden kulkeutuminen pohjaveteen on pääsääntöisesti todennäköisempää haulikkoradoilla kuin kivääri- ja pistooliradoilla, koska haulikkoammunnan aiheuttama laukauskohmainen kuormitus on suurempaa ja kuormittuva alue laaja. Luotiradoilla on yleensä myös riskejä vähentäviä ratarakenteita, kuten neutraalista hiekkamaasta rakennettu taustavalli. Lisäksi haulien rapautuminen on niiden pienen koon vuoksi nopeampaa kuin luotien. PAH-yhdisteiden kulkeutuminen savikiekoista ja niiden sirpaleista pohjaveteen merkittävässä määrin on epätodennäköistä yhdisteiden niukkaliukoisuuden vuoksi.

Suomalaisilla ampumaradoilla tehtyjen tutkimusten mukaan ampumaradoilta voi kulkeutua metalleja pohjavesiin, mutta selvästi taustasosta kohonneet ja ympäristövaikutusten kannalta merkittävät pitoisuudet eivät ole yleisiä. Taulukoissa 4.3, 4.4 ja 4.5 on esitetty havaittujen metallipitoisuuksien jakaumat ja käytetyt vertailuarvot.

Taulukko 4.3. Liuenneen lyijyn pitoisuuden sekä lyijyn ja arseenin kokonaispitoisuuksien jakauma tutkituissa pohjavesinäytteissä 36 ampumaratatutkimuksen yhteenvetoseelvityksessä.

| Pitoisuudet pohjavedessä   | Kokonais-Pb | Liukoinen Pb | Kokonais-As |
|--|-------------|--------------|-------------|
| Talousveden raja-arvo $\mu\text{g/l}$                                    | 10          | -            | 10          |
| Pohjaveden ympäristölaatu-normi $\mu\text{g/l}$                          | 5           | -            | 5           |
| Taustapitoisuus (1000 kaivoa -tutkimus, 98. persentiili) $\mu\text{g/l}$ | 2           | -            | 3           |
| <b>Jakauma kpl havainnot</b>   |             |              |             |
| <5 $\mu\text{g/l}$   | 17          | 12           | 10          |
| 5–10 $\mu\text{g/l}$   | 2           | 1            | 4           |
| >10 $\mu\text{g/l}$  | 5           | 0            | 5           |
| n  | 24          | 13           | 19          |

Taulukko 4.4. Kuparin, nikkelin ja sinkin kokonaispitoisuuksien jakauma tutkituissa pohjavesinäytteissä 36 ampumaratatutkimuksen yhteenvetoseelvityksessä.

| Pitoisuudet pohjavedessä   | Kokonais-Cu | Kokonais-Ni | Kokonais-Zn |
|--|-------------|-------------|-------------|
| Talousveden raja-arvo $\mu\text{g/l}$                                    | 2000        | 20          | -           |
| Pohjaveden ympäristölaatu-normi $\mu\text{g/l}$                          | 20          | 10          | 60          |
| Taustapitoisuus (1000 kaivoa -tutkimus, 98. persentiili) $\mu\text{g/l}$ | 200         | 15          | 400         |
| <b>Jakauma kpl havainnot</b>   |             |             |             |
| <10 $\mu\text{g/l}$  | 13          | 10          | 12          |
| 10–20 $\mu\text{g/l}$  | 0           | 1           | 3           |
| 20–60 $\mu\text{g/l}$  | 4           | 7           | 6           |
| 60–100 $\mu\text{g/l}$   | 0           | 0           | 0           |
| >100 $\mu\text{g/l}$   | 5           | 3           | 1           |
| n  | 22          | 21          | 22          |

Noin kolmasosalla niistä luotiradoista, joiden alueella pohjavettä oli tutkittu, todettiin pohjavedessä taustapitoisuudeksi luokiteltavan 2 µg/l ylittäviä lyijypitoisuuksia. Taustapitoisuus määriteltiin tässä yhteydessä vertailuaineistona käytetyn 1000 suomalaisen kaivon tutkimuksen (Lahermo ym. 2002) lyijypitoisuuden 98. persentiilin (lukuarvo, jonka 98 % tuloksista alittaa) mukaisesti. Myös antimonin osalta 98. persentiilin (0,2 µg/l) ylityksiä pohjavedessä todettiin noin kolmasosalla tutkituista radoista. Kuparin osalta 98. persentiilin (200 µg/l) ylityksiä todettiin vain noin kuudesosalla tutkituista radoista. Nikkeliä ja sinkkiä todettiin pohjavedessä lähes kaikilla tutkituilla radoilla ja nikkelin 98. persentiili (15 µg/l) ylittyi puolella tutkituista radoista. Sinkin 98. persentiili (400 µg/l) ei ylittynyt tutkituilla radoilla.

Haulikkoradoilla vastaavia 98. persentiilin ylityksiä esiintyi lyijyn osalta puolella radoista, antimonin osalta kolmella neljäsosalla tutkituista radoista, kuparin osalta seitsemäsosalla ja arseenin osalta (3 µg/l) yli puolella tutkituista radoista. Arseenin osalta yhteys ampumatoimintaan ei ole yksiselitteinen, sillä arseenin vaihtelevuudessa on merkittäviä alueellisia eroja. Sinkin osalta 98. persentiilin ylityksiä ei todettu.

Suurin todettu kokonaislyijypitoisuus pohjavedessä ylitti talousveden laatuvaatimuksen (10 µg/l) noin 10-kertaisesti. Näytteestä ei tutkittu liukoisen lyijyn osuutta. Talousveden laatuvaatimukset ylittyivät kokonaislyijyn osalta kolmessa luotiradan näytteessä ja kahdessa haulikkoradan näytteessä. Näistä yksi näyte oli sama luoti- ja haulikkoradalle. Liukoisen lyijyn pitoisuus ei ylittänyt talousveden laatuvaatimusta yhdessäkään näytteessä, josta se määritettiin.

Taulukko 4.5. Antimonin kokonaispitoisuuden jakauma tutkituissa pohjavesinäytteissä 36 ampumaratatutkimuksen yhteenvetoselvityksessä.

| Pitoisuudet pohjavedessä                                      | Kokonais-Sb |
|---|-------------|
| Talousveden raja-arvo µg/l                                    | 5           |
| Pohjaveden ympäristölaatuunormi µg/l                          | 2,5         |
| Taustapitoisuus (1000 kaivoa -tutkimus, 98. persentiili) µg/l | 0,2         |
| <b>Jakauma kpl havaintoja</b>                                 |             |
| <1 µg/l   | 20          |
| 1–2,5 µg/l  | 0           |
| 2,5–5 µg/l  | 3           |
| >5 µg/l   | 1           |
| n   | 24          |

Pohjavesitutkimuksiin liittyy epävarmuuksia, joiden takia eri tutkimusten tulokset eivät ole suoraan vertailukelpoisia eivätkä johtopäätökset haitta-aineiden kulkeutumisesta yksiselitteisiä. Näytteenoton kuvaus on useissa tapauksissa puutteellista esimerkiksi näytteenottomenetelmän (pumppaus/noudin) ja näytteen edustavuuden (sameus) osalta. Myös analyyseissa esiintyy vaihtelua. Osassa tutkimuksia on tutkittu sekä liukoiset että kokonaismetallipitoisuudet, osassa vain toinen ja osassa asiasta ei ole mainintaa. Tuloksissa saattaa olla merkittäviä eroja erityisesti näytteen ollessa samea. Pohjavedessä esiintyvien aineiden pitoisuudet saattavat myös vaihdella varsin pienipiirteisesti sekä ajallisesti että paikallisesti, joten yksittäisen näytteen perusteella ei ole mahdollista saada luotettavaa kuvaa pohjaveden todellisesta tilasta.

Ampumaratojen ympäristöriskin arvioimista on ohjeistettu liitteenä F olevassa Ampumaradan haitta-ainepäästöjen hallinnan tarpeen arviointiohjeessa.

## Haitta-aineiden kulkeutuminen pintavesiin

Ampumaradoilla haitta-aineita kulkeutuu maaperästä pintavesiin yleensä pinta-  
valunnan mukana sekä liukoisessa muodossa että maapartikkeleihin sitoutuneena.  
Haitta-aineita voi kulkeutua pintavesiin myös pintaveden purkautuvan pohjaveden  
mukana, lähinnä liukoisessa muodossa. Ampumaradoilta pintavesiin kulkeutuvia  
haitta-aineita ovat pääasiassa metallit, joista vesiympäristön kannalta merkittävimpiä  
ovat lyijy ja kupari kun myös aineiden todetut pitoisuustasot otetaan huomioon.

Kuten pohjavesien, myös pintavesien pilaantumiskriisi on yleensä suurempi hau-  
likkoradoilla kuin luotiaseradoilla. Kulkeutumiseen vaikuttaa erityisesti rata-alueella  
muodostuvan ja alueen ulkopuolelta tulevan pinta-  
valunnan määrä, jota säätelevät mm. pinta-  
maan kaltevuus, sademäärä, maalajit ja kasvillisuus.

Ampumaradoilta haitta-aineita päätyy myös vesistöjen pohjasedimentteihin. Liu-  
koisessa muodossa olevat haitta-aineet voivat sopivissa olosuhteissa saostua pohjalle  
ja hiukkasmuodossa olevat haitta-aineet laskeutuvat pohjalle veden virtausnopeuden  
hidastuessa.

Suomalaisissa ampumaratatutkimuksissa on tutkittu pintaveden laatua melko  
harvoin. Alle kolmasosassa yhteenvedon varten kootuista tutkimuksista oli selvitetty  
rata-alueelta laskevan pintaveden tai laskuojan tms. sedimentin laatua. Kuitenkin  
lähes kaikissa kohteissa, joissa tutkimuksia oli tehty, ampumaradoilta todettiin kul-  
keutuvan pintaveden kautta lyijyä, antimonia, kuparia ja sinkkiä ja /tai arseenia  
(Heinonen 2013). Pintavesien pitoisuuksia on verrattu pohjoismaisten järvien taustapitoisuuteen (Verta ym. 2010). Taustapitoisuusaineistosta on valittu keskimääräistä humuspitoisuutta (väriluku 30–90 mg/l Pt) edustavien järvien metallipitoisuuksien 80. persentiilit. Taulukoissa 4.6, 4.7 ja 4.8 on esitetty havaittujen metallipitoisuuksien jakaumat ja käytetyt vertailuarvot.

Haitta-aineita todettiin myös ampumaradoilta laskevien vesistöjen sedimenteissä.  
Sedimenttiin todettiin kertyneen lyijyä, antimonia, kuparia, sinkkiä ja arseenia. Hau-  
likkoratojen läheisyydestä todettiin hyvinkin korkeita lyijypitoisuuksia sedimentissä  
(jopa 12 000 mg/kg). Luotiaseratojen sedimenttinäytteissä vaihtelu oli suurta, <10  
mg/kg – 1 100 mg/kg. Korkea antimonipitoisuus todettiin ainoastaan yhdessä sedi-  
menttinäytteessä, vanhan haulikkoradan viereisessä lammessa, jossa todettiin myös  
em. korkea lyijypitoisuus ja lisäksi korkea arseenipitoisuus. Sedimenttinäytteitä oli  
yhteenvedotutkimuksessa vain 8 kpl, joista 2 kpl haulikkoradoilta ja 6 kpl luotiaser-  
radoilta.

Taulukko 4.6. Liuenneen lyijyn pitoisuuden sekä lyijyn ja arseenin kokonaispitoisuuksien jakauma tutkituissa pintavesinäytteissä 36 ampumaratatutkimuksen yhteenvetoselvityksessä.

| Pitoisuudet pintavedessä                               | Kokonais-Pb | Liukoinen Pb | Kokonais-As |
|--|-------------|--------------|-------------|
| Talousveden raja-arvo µg/l                             | 10          | 10           | 10          |
| Pintaveden ympäristölaatu-normi µg/l                   | -           | 7,2          | -           |
| Taustapitoisuus (Verta ym. 2010, 80. persentiili) µg/l | 0,23        | -            | -           |
| <b>Jakauma kpl havaintoja</b>                          |             |              |             |
| <7,2 µg/l  | 6           | 2            | 9           |
| 7,2–10 µg/l  | 1           | 0            | 0           |
| 10–50 µg/l   | 4           | 3            | 2           |
| >50 µg/l   | 7           | 3            | 0           |
| n  | 18          | 8            | 11          |

Taulukko 4.7. Kuparin, nikkelin ja sinkin kokonaispitoisuuksien jakauma tutkituissa pintavesinäytteissä 36 ampumaratatutkimuksen yhteenvetoselvityksessä.

| Pitoisuudet pintavedessä                               | Kokonais-Cu | Kokonais-Ni       | Kokonais-Zn |
|--|-------------|-------------------|-------------|
| Talousveden raja-arvo µg/l                             | 2000        | 20                | -           |
| Pintaveden ympäristölaatu-normi µg/l                   | -           | 20<br>(liukoinen) | -           |
| Taustapitoisuus (Verta ym. 2010, 80. persentiili) µg/l | -           | 0,77              | -           |
| <b>Jakauma kpl havaintoja</b>                          |             |                   |             |
| <10 µg/l   | 11          | 15                | 1           |
| 10–100 µg/l  | 4           | 0                 | 13          |
| >100 µg/l  | 0           | 0                 | 1           |
| n  | 15          | 15                | 15          |

Taulukko 4.8. Antimonin kokonaispitoisuuden jakauma tutkituissa pintavesinäytteissä 36 ampumaratatutkimuksen yhteenvetoselvityksessä.

| Pitoisuudet pintavedessä                               | Kokonais-Sb |
|--|-------------|
| Talousveden raja-arvo µg/l                             | 5           |
| Pintaveden ympäristölaatu-normi µg/l                   | -           |
| Taustapitoisuus (Verta ym. 2010, 80. persentiili) µg/l | -           |
| <b>Jakauma kpl havaintoja</b>                          |             |
| <1 µg/l  | 8           |
| 1–5 µg/l   | 7           |
| >5 µg/l  | 0           |
| n  | 15          |



## Yhteenveto ampumatoiminnan vaikutuksista maaperään sekä pinta- ja pohjavesiin

- Ampumatoiminnan merkittävimmät haitta-aineet ovat raskasmetallit: luotiaseradoilla erityisesti lyijy, kupari, antimoni ja sinkki; haulikkoradoilla lyijy ja antimoni. Lisäksi patruunoissa käytettävät ruudit ja niiden lisäaineet, kuten nitroglyseriini, voivat olla ympäristölle haitallisia.
- Luotien ja haulien rapautuminen ja kulkeutuminen maaperässä on pääsääntöisesti hidasta. Ampumaratojen haitta-aineista ei yleensä aiheudu välittömiä tai lyhyen aikavälin ympäristövaikutuksia.
- Olosuhteiden vaikutus luotien ja haulien rapautumiseen ja haitta-aineiden liukenemiseen on merkittävä. Rapautumista nopeuttavat erityisesti maaperän happamuus ja kosteus.
- Kivääri- ja pistooliradoilla haitta-ainekuormitus keskittyy pääasiassa taustavallin alaosaan maalilaitteiden taakse (iskemäkohdat, 0–0,5 m), taulualueelle sekä ampumapaikkojen edustalle, jossa haitta-aineet ovat hienojakoisessa muodossa. Kenttäalueen kuormitus on vähäistä.
- Liikkuvan maalin radoilla ja muunneltavilla radoilla (practical, SRA) taustavallin kuormitus jakautuu taustavalliin tasaisemmin. Lajeissa, joissa ammutaan metalliseen maalitauluun, kuten ampumahiihdossa ja siluetiammunnassa, luoti murskaantuu tauluun ja metallifragmentit leviävät taulun ympäristöön.
- Haulikkoradoilla raskasmetallikuormitus leviää koko rata-alueen pinta-kerrokseen (0–0,1 m), keskittyen kuitenkin tiettyihin osiin.
- Haulikkoammunnassa käytetyt savikiekot eivät aiheuta merkittävää ympäristön pilaantumisriskiä haitallisilla aineilla.
- Haitta-aineiden kulkeutuminen pinta- ja pohjaveteen sekä ojien ja vesistöjen sedimenttiin on pääsääntöisesti todennäköisempää haulikkoradoilla kuin kivääri- ja pistooliradoilla.
- Tämän selvityksen yhteydessä tehdyssä 36 suomalaisten ampumaradan tutkimustulosten yhteenvedossa ja arvioinnissa todettiin ampumarata-alueiden pinta- ja pohjavesissä taustapitoisuudesta kohonneita metallipitoisuuksia. Talousveden raja-arvojen ylitykset olivat kuitenkin verraten harvinaisia. Tutkimustulosten luotettavuutta ja vertailukelpoisuutta heikentävät puutteet tutkimusten suunnittelussa, tutkimusmenetelmissä ja raportoinnissa.
- Yhtenä merkittävänä johtopäätöksenä edellä mainitusta yhteenvetoselvityksessä todettiin ampumaratojen ympäristötutkimusten ohjeistuksen tarve. Ampumaratojen haitta-ainepäästöjen hallinnan tarpeen arviointia on ohjeistettu liitteessä F.

## 5 Haitta-ainepäästöjen hallinta- ja vähentämismahdollisuudet

Ampumaratojen metallipäästöjä voidaan vähentää tai estää lukuisin erilaisin keinoin. Tässä kappaleessa on esitelty käytössä olevia sekä toimiviksi arvioituja, mutta usein vielä kehitys- ja kokeiluasteella olevia ampumaratojen haitta-ainepäästöjä vähentäviä teknisiä ratkaisuja. Tekniikoiden esittelyssä ei ole pyritty kuvaamaan eri menetelmien kaikkia variaatioita, vaan siinä keskitytään toimintaperiaatteiden ja yleisimmin käytössä olevien tai potentiaalisimmiksi arvioitujen ratkaisujen kuvaamiseen. Tekniikoiden esittelyn lisäksi arvioidaan niiden toiminnallista tehokkuutta ja ympäristövaikutuksia, soveltuvuutta ja turvallisuutta sekä kustannuksia (vuoden 2012 kustannustaso). Tekniikoista on esitetty lyhyt yhteenveto kunkin alakappaleen lopussa, laajempi yhteenveto eri tekniikoiden käyttökelpoisuudesta ja soveltuvuudesta samoin kuin suositukset eri olosuhteiden edellyttämiksi ratkaisuksi on esitetty kappaleessa 6.

Esiteltyjen tekniikoiden lisäksi käytössä ja kehitteillä on teknisiä ratkaisuja, joista ei raportin kirjoittamisen ajankohtana ole ollut saatavissa riittävästi tietoa tai joiden käyttöön liittyy sellaisia epävarmuuksia, ettei niiden käyttöä voida varauksetta suositella. Tällaisia ovat mm. vaihtoehtoisten luoti- ja haulimateriaalien käyttö ja haitta-aineiden liukoisuuden vähentäminen ratarakenteisiin sekoitettavien seosaineiden avulla, jotka on kuvattu kappaleessa 5.3.

### 5.1

#### Luotiaseradat

Luotiaseradoille soveltuvat haitta-ainepäästöjen hallintamenetelmät voidaan jakaa kolmeen päätyyppiin:

- Haitta-ainekuormituksen vähentäminen
  - taustavallin kunnostus
  - luotiloukut
- Haitta-aineiden kulkeutumisen estäminen
  - taustavallin kattaminen
  - taustavallin sisään sijoitettavat tiivisterakenteet eli hiekkaloukku
- Vesien hallinta ja tarvittaessa puhdistaminen.

#### 5.1.1

##### Haitta-ainekuormituksen vähentäminen

Estämällä tai vähentämällä haitallisten aineiden kertymistä ampumaradan rakenteisiin voidaan pienentää riskiä että aineita kulkeutuu maaperään ja edelleen pinta- tai pohjaveteen. Kuormitusta voidaan vähentää joko poistamalla taustavalliin päätyneet luodit säännöllisesti taikka erityyppisten luotiloukkujen avulla. Luotiloukut keräävät luodit maalitaulujen takaa ja mahdollistavat luotien talteenoton ilman taustavallin maa-aineksen käsittelyä.

## Taustavallin kunnostus

### *Iskemäkohtien seulonta tai massanvaihto*

Haitta-aineiden leviämistä maa-aineksesta koostuvista taustavalleista voidaan vähentää poistamalla luodit säännöllisesti, jolloin vähennetään niistä rapautumisen kautta vapautuvien haitta-aineiden määrää. Luotien poistamisella vaikutetaan sekä luotiromun kokonaismäärään, että luotien murskaantumisen aiheuttamaan reaktiopinta-alan kasvuun. Tarvittava luotien poistotiheys riippuu mm. ammunnan määrästä, käytetyistä luodeista ja lyijyn liukenemisestä vallitsevissa olosuhteissa. Luotien poistaminen voidaan toteuttaa joko seulomalla iskemäkohtien maa-aines tai vaihtamalla se kokonaan uuteen.

Luotien poiston lisäksi liukenevien haitta-aineiden määrää voidaan vähentää poistamalla säännöllisesti taustavallin pintakerrosta, johon luodeista irronneita haitta-aineita on kertynyt.

Pääosa taustavalliin kertyneestä metallista pystytään poistamaan seulomalla maali-taulujen taakse muodostuvien iskemäkohtien maamassat. Seulonnassa voidaan käyttää erikokoisia seuloja. Ensin maasta poistetaan karkeammalla seulalla isommat kappaleet, minkä jälkeen luodit seulotaan hienommalla seulalla. Seulonnan kustannukset riippuvat tavoitellusta tehokkuudesta, maalajista, luotiromun koosta ja käytetystä seulontamenetelmästä. Seulonta voidaan maa-aineksen määrästä riippuen tehdä käsin tai koneellisesti. Tavoitteena on, että seulottu maa-aines voidaan palauttaa taustavallirakenteeseen.

Seulonnalla saavutetaan paras tulos, kun taustavallin maa-aineksen raekoko on luotia pienempi eikä maa-aines sisällä orgaanista materiaalia. Seulonta voidaan toteuttaa koneellisesti esimerkiksi täryseulontana tai seulakauhalla. Pienillä radoilla seulonta voidaan tehdä käsin. Luodit on mahdollista erotella maa-aineksesta myös muilla tavoin, kuten eri aineiden erilaiseen ominaispainoon tai sähkömagneettisiin ominaisuuksiin perustuvilla menetelmillä.

Iskemäkohtien maa-aineksen vaihdon yhteydessä iskemäkohdat poistetaan kokonaan niin hyvin kuin se on kaivuteknisesti mahdollista. Eroosion tai osumien valuttamaa hiekkaa nostetaan takaisin iskemäkohtiin ja puhdasta hiekkaa lisätään tarpeen mukaan.

Luotien seulontaväli tai iskemäkohtien poistoväli riippuu vuosittaisesta laukaussmäärästä ja taustavallin geokemiallisista ominaisuuksista. Taustavallin ollessa hiekkaa ja olosuhteiden kuivat, voidaan sopivana kunnostusvälinä pitää noin 10 000 laukausta/ampumapaikka tai 3–5 vuotta. Luotien poisto on suositeltavaa tehdä myös iskemäkohtien muusta tarpeesta johtuvan kunnostamisen yhteydessä.

Seulalaitteistot ovat siirrettäviä, joten seulonta voidaan yleensä toteuttaa paikan päällä. Seulakauhan käytöstä ampumaratojen maa-aineksen käsittelyssä ei juuri ole Suomessa kokemuksia, mutta esimerkiksi Belgiassa menetelmä on käytössä puolustusvoimien ampumaradoilla.

Seulonnan käyttäminen ampumaradan ympäristövaikutusten hallinnan keinona kuvataan ympäristölupahakemuksessa osana ratarakenteen kunnossapitoa. Seulottu maa-aines palautetaan taustavalliin ja tarvittaessa iskemäkohtiin lisätään puhdasta maa-ainesta.

### *Luotiromun ja maa-aineksen käsittely ja loppusijoitus*

Luoteja sisältävän maa-aineksen seulonnassa ja iskemäkohtien vaihdon yhteydessä syntyy seuraavia jakeita:

- puhdas luotiromu, joka voidaan kierrättää
- luoteja sisältävä pilaantunut maa-aines
- luoteja sisältämätön pilaantumaton tai pilaantunut maa-aines.

Ampumaratatoiminnasta syntyvän jätteen luokitustiedot ja käsittely on esitetty kootusti kappaleessa 15 (osa V).

Vallihiekkaa, josta luodit poistettu ja joka palautetaan vallirakenteeseen osana rakenteen suunnitelmallista kunnossapitoa, ei katsota jätteeksi. Mikäli hiekkaa ei voida palauttaa vallirakenteeseen, käsitellään se puhtaana tai pilaantuneena maa-ainesjätteenä, haitta-ainepitoisuudesta riippuen.

Mikäli luoteja ei erotella maa-aineksesta seulomalla, vaan luotiromua sisältävä maa-aines poistetaan ampumaradalta sellaisenaan, on jätteen käsittely suunniteltava erikseen. Massojen loppusijoittaminen kaatopaikalle tai stabilointi ja hyödyntäminen kaatopaikan rakenteissa on yleensä mahdollista jätteen ominaisuuksien asettamisissa rajoissa, mutta kaatopaikkasijoitus on jätelain mukaisen etusijajärjestyksen mukaisista käsittelyvaihtoehdoista viimeinen. Jätteen kaatopaikkakelpoisuudesta ja sen osoittamisesta on säädetty lainsäädännössä (Valtioneuvoston asetus jätteistä 179/2012). Jäte toimitetaan kaatopaikalle tai vastaanottajalle, jolla on lupa kyseisen jätteen vastaanottoon. Vastaanottoaika voi edellyttää jätteen laadun tarkempaa selvittämistä (esimerkiksi kaatopaikkakelpoisuustestaus).

Luotien erottelu on jätelain mukaista jätteen lajittelua ja hyödyntämistä. Maa-aineksesta eroteltu, puhdas luotiromu voidaan toimittaa kierrätykseen metallijätteenä. Maa-aineksesta eroteltua tai luotiloukuin kerättyä luotiromua ottavat vastaan ainakin jotkin metallialan kierrätysyritykset.

Maa-ainesta sisältävä luotiromu luokitellaan yleensä pilaantuneeksi maa-ainekseksi. Lyijyn liukoisuuden takia jäte-erät saatetaan joutua käsittelemään vaarallisena jätteenä. Maa-ainesjätteen, pilaantuneen maan ja vaarallisen jätteen siirtoa varten on laadittava siirtoasiakirja, joka annetaan jätteen kuljettajalle luovutettavaksi edelleen jätteen vastaanottajalle. Siirtoasiakirja laaditaan kahtena kappaleena ja jätteen vastaanottajan kuittauksen jälkeen toinen kappale palautetaan jätteen tuottajalle/haltijalle. Jätteen tuottajan/haltijan on säilytettävä siirtoasiakirja tai sen jäljennös kolmen vuoden ajan.

Pilaantunutta maa-ainesta voidaan tietyin rajoituksin hyötykäyttää rakenteissa, kuten esimerkiksi meluvälleissa. Hyötykäyttö edellyttää erillistä suunnitelmaa ja ympäristölupaa. Hyötykäyttö voidaan luvittaa myös osana ampumaratatoiminnan ympäristölupamenettelyä.

#### *Toiminnallinen tehokkuus ja ympäristövaikutukset*

Seulonta on oikein käytettynä tehokas tapa vähentää rata-alueen metallikuormitusta ja sitä kautta leviämiskätkä. Menetelmän käyttöön liittyy kuitenkin tiettyjä epävarmuustekijöitä. Seulonnalla ei voi poistaa haitta-aineiden liukoisuuden kannalta ongelmallisimpia hienoihin maapartikkeleihin kiinnittyneitä haitta-aineita tai luodeista irronneita pieniä paloja ja pölyä. Maa-aineksen mekaaninen käsittely saattaa vanhoilla radoilla jopa lisätä haitta-aineiden liukoisuutta maapartikkeleihin kiinnittyneiden metallien ja liukenemista hidastavien hapettumiskerrosten irtoamisen kautta. Seulonnan vaikutusta haitta-aineiden liukoisuuteen ei ole vielä riittävästi selvitetty. Parhaiten menetelmä soveltuu käytettäväksi uusilla tai uudehkoilla ampumaradoilla riittävän säännöllisesti toteutettuna. Pitkään käytössä olleilla, pohjavesialueella sijaitsevilla radoilla seulonnan käyttöä ainoana haitta-aineiden hallintakeinona tulisi harkita, kunnes seulonnan vaikutuksia haitta-aineiden kulkeutumiseen on tarkemmin selvitetty.

Seulotun hiekan käyttäminen uudelleen iskemäkohdissa vähentää luonnonmateriaalien käyttöä ja kuljetuksia sekä mahdollistaa luotijätteen kierrättämisen materiaalina.

Luotiromun kierrätys metallina on jätteen hyödyntämistä aineena, minkä on lähtökohtaisesti ympäristön kannalta suositeltavaa.

Luotiromun ja luoteja sisältävän maa-aineksen toimittaminen asianmukaiseen käsittelyyn vähentää ympäristökuormitusta ampumaradalla. Jätelain etusijajärjestyksen mukaan loppusijoitus kaatopaikalle on kuitenkin vasta viimeinen keino. Luotien erottelu loppusijoitettavasta maa-aineksesta kierrätykseen on suositeltavaa.

Pilaantuneen maa-aineksen hyötykäyttö on jätteen käsittelyn etusijajärjestyksen mukaista. Hyötykäyttökohteen sijainti ja rakenteet on suunniteltava huolellisesti ja jälkitarkkailusta huolehdittava. Hyötykäytön ympäristövaikutukset riippuvat kohteesta, rakenteista ja ympäristöolosuhteista. Pääosin hyötykäytön voidaan katsoa olevan ympäristön kannalta suositeltavaa, koska se vähentää kuljetusten ja neitseellisen materiaalin tarvetta.

Luotiomun välivarastoinnista kohteessa ei katsota aiheutuvan merkittäviä ympäristöhaittoja, mikäli luotiromu säilytetään asianmukaisesti, ettei vesi pääse kosketuksiin luotiromun kanssa. Jätteiden varastointi tulisi käsitellä ympäristöluvassa.

#### *Soveltuvuus ja turvallisuus*

Iskemäkohtien massanvaihto ja seulonta soveltuvat teknisesti käytettäväksi useimmilla luotiaseradoilla. Liikkuvan maalin radoilla luodit ovat levinneet laajemmalle valliin yksittäisten iskemäkohtien sijaan. Luotien poistaminen edellyttää käytännössä maa-aineksen käsittelyä laajemmalla alalla. Siluettiammunta-, ampumahiihto- ja muilla radoilla joilla haitta-aineet leviävät laajalle alueelle, käytännössä muualle kuin taustavalliin, menetelmä soveltuu huonosti käytettäväksi.

Iskemäkohtien vaihdolla voidaan vähentää luotiromusta aiheutuvaa kimmokeriskiä.

#### *Kustannukset*

Kun ampumaradan taustavallin rakenne säilyy ennallaan, ei menetelmän käytöstä aiheudu investointikustannuksia. Käyttökustannuksia muodostuu luotiromun tai maa-aineksen toimittamisesta käsittelyyn sekä tarvittaessa maa-aineksen lisäämisestä iskemäkohtiin.

Iskemäkohtien vaihdon kustannuksiksi arvioidaan noin 10 000 euroa 20-paikkaisella radalla (sisältää maanrakennustyöt, kuljetukset, pilaantuneen maa-aineksen vastaanoton ja täyttömateriaalit ulkopuolisena työnä toteutettuna). Vastaavalla radalla koko vallin kunnostuskustannuksiksi arvioidaan 30 000...100 000 euroa riippuen maa-aineksen pilaantuneisuuden voimakkuudesta ja pilaantuneen kerroksen paksuudesta.

Kun maa-aines käytetään uudelleen vallirakenteessa ovat kokonaiskustannukset iskemäkohtien vaihtamiseen verrattuna pienemmät. Seulonnalla säästetään pilaantuneen maa-aineksen kuljetus- ja vastaanottomaksut ja uuden materiaalin hinta. Taustavallin iskemäkohtien materiaalin koneellisen seulonnan hinta 20-paikkaisella radalla on noin 2 000–5 000 €. Pienillä radoilla seulonta on usein suhteellisesti tarkasteltuna kalliimpaa kuin suurilla radoilla, koska työmaan yleiskulut ovat samaa suuruusluokkaa radan koosta riippumatta.

Luoteja sisältävän tai metalleilla pilaantuneen maa-aineksen loppusijoittamisen vastaanottokustannukset riippuvat maa-aineksen kaatopaikkakelpoisuudesta. Mikäli maa-aines voidaan toimittaa tavanomaisen jätteen kaatopaikalle, on sen hinta noin 0–20 €/t. Vaarallisen jätteen (aiemmin ongelmajäte) kaatopaikoilla vastaanottohinta on noin 100 €/t. Kustannuksia lisäävät kaivutyöt ja kuljetukset, sekä kaatopaikkakelpoisuustestaukset. Kaatopaikkakelpoisuustestin hinta on noin 1 500 €/näyte. Kunnostuksen kokonaishinta riippuu maa-aineksen määrästä ja vastaanottopaikasta sekä kuljetusetäisyydestä.

Luotien kierrätys ei tällä hetkellä Suomessa ole taloudellisesti tuottavaa. Sekä luodin messinkivaippa että lyijysydän sisältävät molemmat sinänsä arvokkaita metalleja, mutta yhdistettynä niiden kierrätettävyyden on alhainen. Luotiromulla ei näin ollen tällä hetkellä ole suurta rahallista arvoa. Luodit joudutaan kuljettamaan Keski-Eurooppaan kierrätystä varten, eikä niistä saatava hinta todennäköisesti kata kuljetuskustannuksia ellei kerralla kuljeteta suurta määrää luoteja.

Yhteenveto taustavallin kunnostuksesta

| Tekniikka   | Kuvaus  | Haitta-aineiden hallinta (tehokkuus ja luotettavuus, haitta-ainepitoisten vesien syntyminen, haitta-ainepitoisen pölyn syntyminen)   | Saatavuus / toteutettavuus   | Arvio menetelmän soveltuvuudesta ampumaratojen ympäristövaikutusten hallintaan  |
|---|---|--|--|---|
| Iskemäkohtien massanvaihto                          | Iskemäkohtien maa-aines, joka sisältää eniten luotiromua, poistetaan säännöllisesti. Poistoväli riippuu laukaussuorasta, suositus 3–5 vuotta.   | Vähentää merkittävästi ratarakenteisiin kohdistuvaa kuormitusta. Erityisen tehokas uusilla radoilla säännöllisesti käytettynä, jolloin merkittävin osa luodeista pystytään poistamaan. Vanhoilla radoilla osa kuormituksesta usein syvemmällä taustavallissa, johon ei vaikutusta.                                 | Hyvä. Massanvaihdon toteuttaminen koko iskemäkohdan osalta voi olla kaivuteknisesti hankalaa ja edellyttää suunnittelua.   | Soveltuu sellaisille luotiaseradoille, joilla luodit kertyvät iskemäkohtiin. Pitkällä tähtäimellä usein kallis.   |
| Iskemäkohtien seulonta                              | Iskemäkohtien maa-aines, joka sisältää eniten luotiromua, poistetaan säännöllisesti. Seulontaväli riippuu laukaussuorasta, suositus 3–5 vuotta. Luodit seulotaan erilleen maa-aineksesta, joka voidaan palauttaa rakenteeseen tai loppusijoittaa jätteenä. Luodit voidaan kierrättää. | Tehokas uusilla radoilla säännöllisesti käytettynä, jolloin merkittävin osa luodeista pystytään poistamaan. Vanhoilla radoilla teho kyseenalainen. Hienojakoinen metalli jää valliin ja maa-aineksen häirintä saattaa aiheuttaa metallien liukoisuuden lisääntymistä. Metallipitoisen pölyn leviäminen hallittava. | Hyvä. Voidaan toteuttaa koneellisesti eri menetelmin tai käsin. Toteuttaminen koko iskemäkohdan osalta voi olla kaivuteknisesti hankalaa ja edellyttää suunnittelua. | Soveltuu rajoitetusti sellaisille luotiaseradoille joilla luodit kertyvät iskemäkohtiin. Vanhoilla radoilla riski että maa-ainekseen kiinnittyneet metallipartikkelit mobilisoituvat. Käyttökelpoisin uusilla radoilla kohteissa, joissa kuormituksen vähentäminen katsotaan riittäväksi toimenpiteeksi.. |
| Luotiromun ja maa-aineksen poisto kokonaisuudessaan | Pilaantunut ja luotiromua sisältävä maa-aines poistetaan ja kuljetetaan pois alueelta. Edellyttää melko suuria maansiirtotöitä. Maa-aines ja luotiromu voidaan erotella seulomalla.   | Haitta-aineiden hallinta tehokasta. Säännöllisesti toteutettuna poistaa vesien hallintatarpeen. Massanvaihtotyö aiheuttaa jonkin verran pölyämistä. Aiheuttaa säännöllisesti paikalle tuodun puhtaan maa-aineksen pilaantumista.   | Hyvä/kohtalainen. Edellyttää asiantuntijan laatimaa suunnitelmaa. Massanvaihtotyö edellyttää melko suuria maansiirtotöitä.   | Riskinhallintamenetelmänä periaatteessa tehokas, mutta kustannuksiltaan kallis ja ekotehokkuudeltaan heikko ratkaisu.   |



## Luotiloukut

Luotiloukkujen avulla luodit pyritään ampumatapahtuman yhteydessä keräämään talteen mahdollisimman puhtaana jakeena sekä estämään luotien sisältämien haitta-aineiden kulkeutuminen. Loukkuja voidaan käyttää taustavallin lisänä tai joissain tapauksissa korvata niillä taustavalli kokonaan. Luotiloukkuja on erilaisia ja ne voidaan jakaa toimintaperiaatteensa perusteella kolmeen ryhmään:

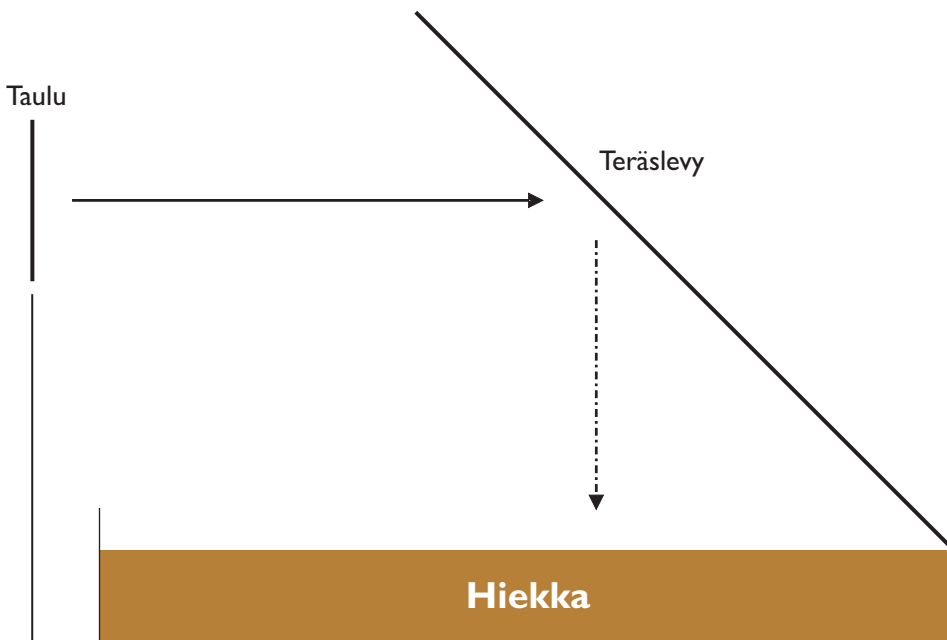
- luotiloukut, joissa käytetään väliaineena materiaalia, johon osuessaan luoti menettää energiansa ja pysähtyy
- luotiloukut, joissa väliaineena on ilma ja luodin liike-energiaa vähennetään ohjaamalla sitä esimerkiksi metallilevyjen avulla
- edellä mainittujen yhdistelmä, jolloin luoti ohjataan esimerkiksi metallilevyn avulla väliaineeseen.

Luotiloukkurakenteet tarvitsevat yleensä ohilaukauksia varten taakseen taustavallin tai suojaseinän.

### *Metalliset luotiloukut*

#### *Plate and Pit ("levy ja kuoppa")*

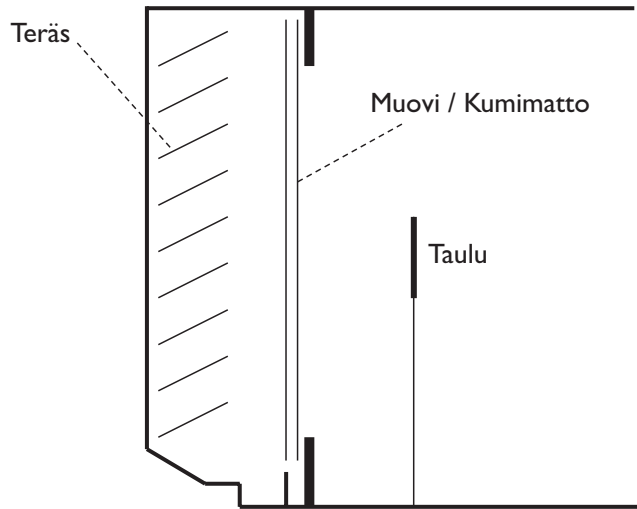
Luotiloukku koostuu loukun pohjaan nähden vähintään 25 asteen kulmaan asetetusta teräslevystä, johon osuessaan luoti rikkoutuu pieniksi paloiksi ja palat ohjautuvat levyn alla olevaan hiekkaan (Kuva 5.1.) (Action target academy). Tämän tyyppiset luotiloukut vaativat suhteellisen paljon ylläpitoa. Teräslevy täytyy vaihtaa kulumisen vuoksi. Lyijy täytyy lisäksi poistaa hiekasta tai hiekka vaihtaa aika ajoin, mikä aiheuttaa kustannuksia. (Navy Environmental Health Center)



Kuva 5.1. "Levy ja kuoppa" -tyyppinen luotiloukku (eng. pit and plate).

### *Venetian Blind – "sälekaihdin"*

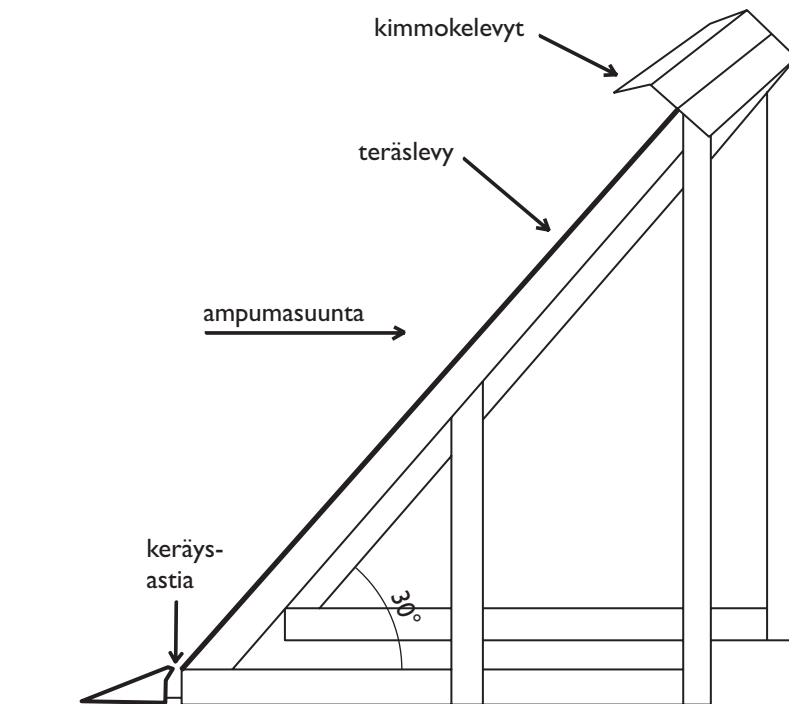
Luotiloukku koostuu maalitaulun taakse asennetuista, useista teräslevyistä, jotka ovat noin 35 asteen kulmassa alaspäin vaakatasosta luodin tulosuuntaan nähden (Kuva 5.2.) (Nikula ym. 2005). Luodit ohjataan teräslevyjen avulla vaakasuoriin kammioihin. Luotiloukun ongelmana on kimmokkeiden syntyminen ja lyijypölyn muodostuminen. (Partridge 2000)



Kuva 5.2. "Sälekaihdin"-tyyppinen luotiloukku.

### *Escalator bullet trap – "liukuportaat"*

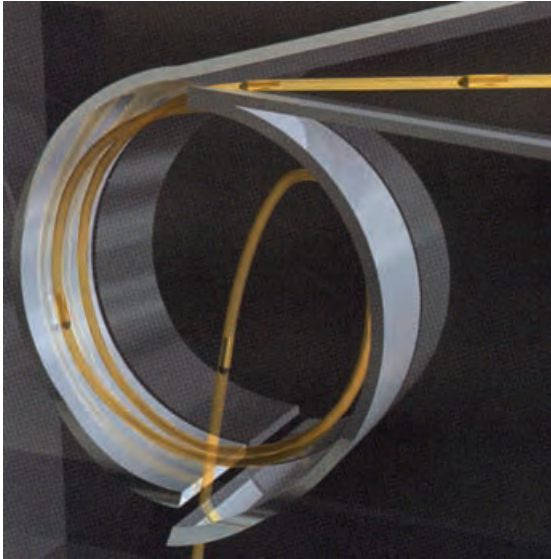
Escalator trapissa luodit osuvat teräslevyyn, joka on asetettu noin 30 asteen kulmaan. Teräslevy johtaa pirstaloituneet luodit avoimeen keräysastiaan. Jotkut valmistajat suosittelevat teräslevyn öljyämistä, jotta sirpaloituminen vähenisi.



Kuva 5.3. "Liukuportaat"-tyyppinen luotiloukku.

### Snail Trap

Snail Trap (tuotemerkki) on teräksinen luotiloukku joka koostuu kahdesta kaltevasta teräksisestä rampista, jotka ohjaavat luodit ympyränmuotoiseen hidastuskammioon (Kuva 5.4. ja Kuva 5.5.). Luoti pyörii kammiossa kunnes se putoaa luotien keräyssäiliöön. Keräyssäiliöön kerätyt luodit ovat kolhiintuneita, mutta pääasiassa ehjiä, eikä lyijypölyä pääse leviämään ilmaan. (Proact Cross Talk 2003)

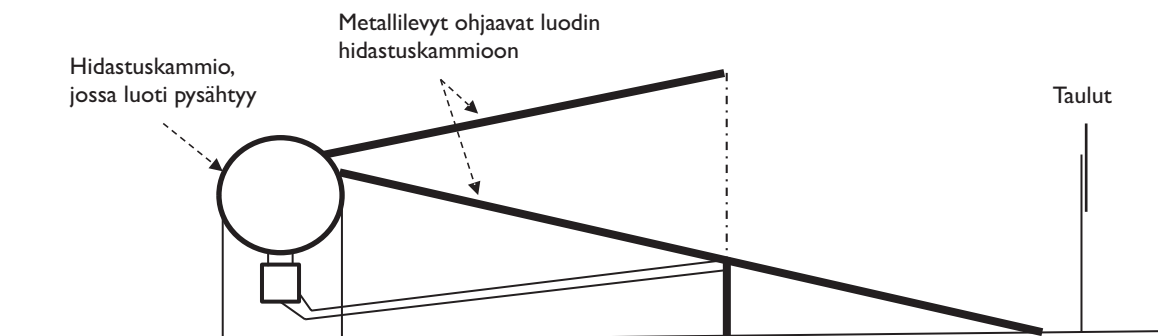


Kuva 5.4. Snail Trap -hidastuskammio (Savage Range Systems 2010).

Teräsrakenteet, joiden avulla luodit ohjataan luotienkeräyskammioon, ovat alle 12 asteen kulmassa maaperän/lattian tasoon nähden. (Proact Cross Talk 2003)

Snail Trap -luotiloukkurakenteita on sekä kuiva- että märkäversioina. Kuivia ratkaisuja käytetään pääasiassa ulkoradoilla, erityisesti kylmillä alueilla joissa neste saattaisi jäättyä. (Nikula ym. 2005)

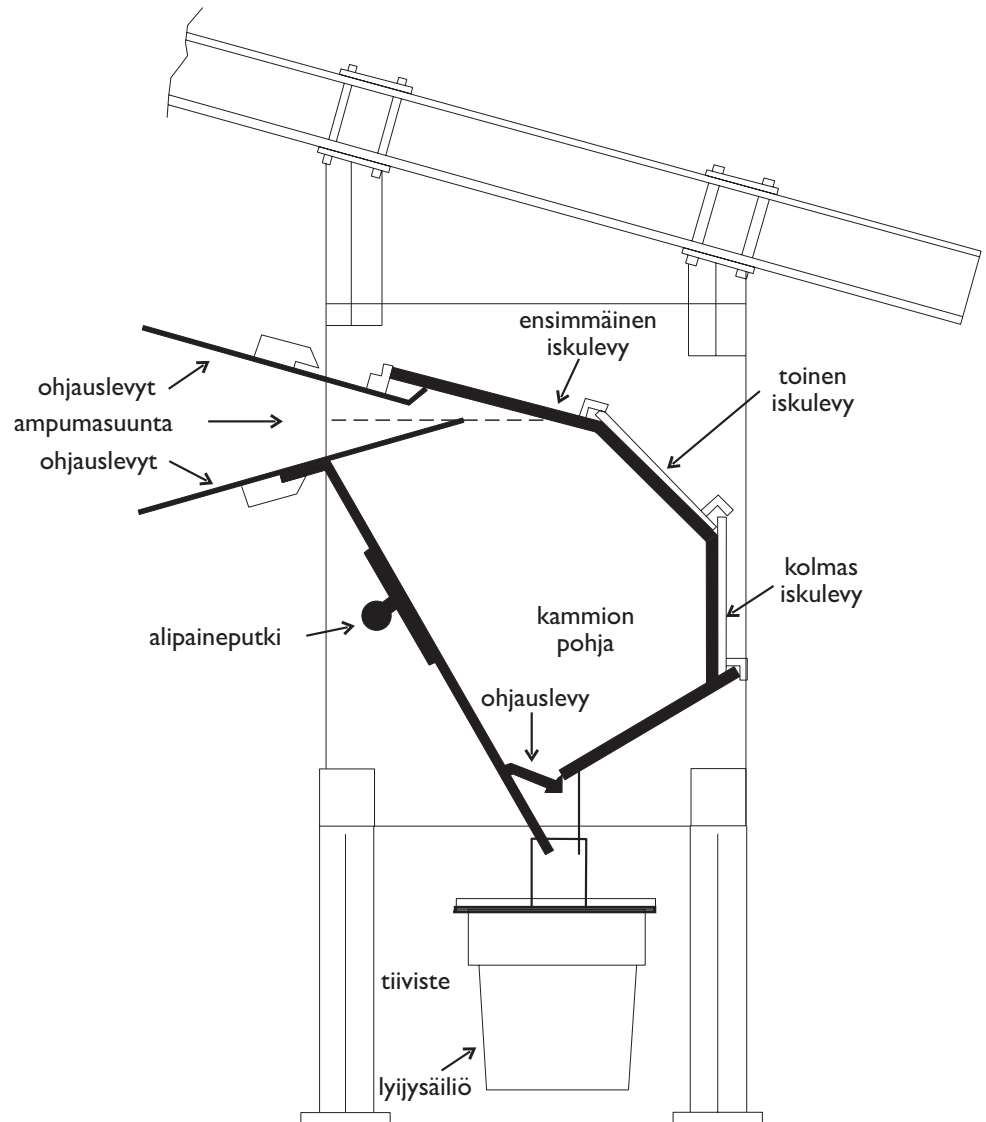
Teräksisen luotiloukkurakenteen huolto on melko yksinkertaista ja se perustuu lähinnä kammion kunnan seuraamiseen, keräysastioiden tyhjentämiseen ja liikkuvien osien öljyämiseen. Esimerkiksi luotienkeräyskammion metalliosia joudutaan vaihtamaan ajan myötä. Valmistajan mukaan vaihtoväli on yli 10 vuotta. (Nikula ym. 2005)



Kuva 5.5. Snail Trap -hidastuskammio.

### Total Containment Trap

Action Targetin Total Containment Trap-TCTTM (Kuva 5.6.) muistuttaa toimintaperiaatteeltaan Snail Trapia. Luodit kulkevat teräslevyjä pitkin luotiloukun ”kurkkuun” ja edelleen hidastuskammioon, jossa ne menettävät pyöriessään liikevoimansa ja tip-puvat kammion pohjalle. Kammion pohjalle voidaan asentaa kuljetin, joka kuljettaa luodit keräysastiaan. TCT-loukkuun kuuluu myös poistoilman imujärjestelmä, joka estää pölypäästöt. (Action Target 2011)



Kuva 5.6. TCT-tyyppinen luotiloukku.

### Yksinkertaiset teräs- ja muut luotiloukut

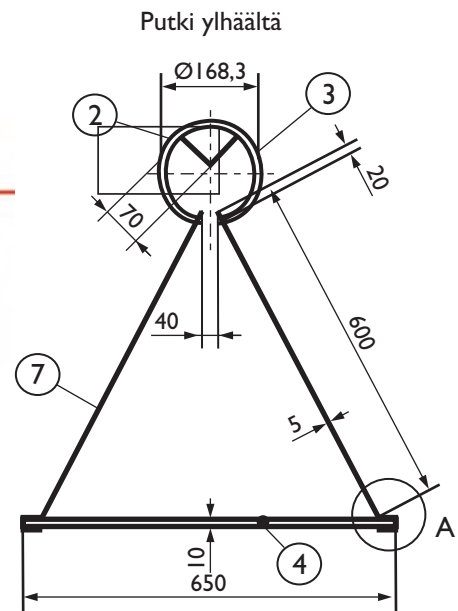
Ampumaseurat ovat suunnitelleet ja teettäneet erityisesti pistooli- ja pienoiskivääri-radoille erilaisia luotiloukkuja, jotka on käytännössä todettu suhteellisen toimiviksi. Esimerkiksi Nokian Seudun Ampujat ry asensi vuonna 2002 luotiloukut kaikille pistooli- ja kivääriradoilleen (Kuva 5.7.). Luotiloukut on teetetty 5 mm:n teräslevystä omien piirustusten mukaan. Luotiloukussa on kartiomainen rakenne, joka ohjaa luodin halkaisijaltaan 200 mm paksuun pystysuoraan putkeen. Putken yksi sivu on avoin 50 mm matkalta, josta luodit päätyvät putken sisälle. Luodit eivät pyöri putken sisällä pitkään, vaan teräksinen kulmarauta pysäyttää luodit, jonka jälkeen ne putoavat putken pohjalle. Luotiloukun rakennusmateriaalina on käytetty kuumasinkittyä terästä. (Nikula ym. 2005). Vuoteen 2011 mennessä teräslevyt eivät ole merkittävästi kuluneet, mutta luotiloukun edustalla olevissa metallipidikkeissä kulumista on havaittu. Kulumista aiheuttavat ohilaukaukset ja yli .22-kaliiperisilla aseilla ampuminen. Kulumisen aiheuttaa pidikkeiden huoltotarvetta arviolta 5...10 vuoden välein. (Ilkka 2011)

Kartion edessä on kumimatto, joka on vanhaa kuljetinmattoa ja sen tarkoituksena on estää kartioon päätyneistä luodeista syntyvän pölyn sekä kimmokkeiden pääsy pois luotiloukusta. Kumimattoa on korjattu liimaamalla siihen paikkauspaloja tarvittaessa (noin kaksi kertaa vuodessa). (Nikula ym. 2005). Maton sijasta luotiloukkujen edessä käytetään myös pähkilevyjä. (Ilkka 2011)

#### Nokian luotiloukku



Kuminen "kuljetinmatto" kartion edessä  
600 x 700 mm aukko



Kuva 5.7. Teräsluotiloukku Nokian ampumaradalla.



Luodit tyhjennetään loukuista kahdesti vuodessa. Loukkuihin kerääntyvät luodit (Kuva 5.8) toimitetaan vuosittain kierrätykseen. (Nikula ym. 2005) Tavoitteena on tulevaisuudessa kerätä lyijy luotiloukuista useammin, jolloin voidaan tehokkaammin erotella eri materiaalista valmistetut luodit/luotivaipat toisistaan. (Ilkka 2011)

Samankaltaisia teräsluotiloukkuja kuin Nokialla on ampumaseurojen käytössä myös muualla Suomessa. Toisentyypinen yksinkertainen luotiloukkumalli on käytössä esimerkiksi Jurvan ampumaradalla. Kyseisessä mallissa on maalitaulun takana metallilaatikko, jonka takaseinään luodit osuvat ja tipahtavat laatikon pohjalle (Kuva 5.9). Loukun suuaukon kumi/neopreenimatto hidastaa luotia ja estää pölyn leviämisen.



Kuva 5.8. Pirstaloituneita luoteja teräsluotiloukusta.



Kuva 5.9. Jurvan luotiloukku edestä ja takaa.





Kuva 5.10. Luotiloukut Koivujärven pistooliampumaradalla (kuva puolustusvoimat).

Koivujärvellä puolustusvoimien 25 metrin pistooliradalla on käytetty putkiloukuksi kutsuttuja luotiloukkuja vuodesta 2002 lähtien. Pistooliradan luotiloukut ovat hiekalla täytettyjä vaakasuoria muoviputkia (Kuva 5.10.), joiden avulla tauluun osuvat luodit ovat hallittavissa. (Nikula ym. 2005)

Koivujärven pistooliradan viiteen putkiloukkuun on niiden käyttöaikana, vuosina 2002–2013 ammuttu yhteensä noin 42 000 laukausta. Loukkuja ei ole kunnostettu, eikä niihin ole vielä vaihdettu maamassoja. Suurin osa luodeista osuu ja jää loukkuihin. (Kralik 2014).

Koivujärven pistooliradalla luotiloukut ovat toimineet hyvin, mutta nykyisen käyttökokemuksen perusteella on vaikeaa arvioida, toimisivatko kyseisen kaltaiset luotiloukut kivääriampum radoilla.

Suomessa on selvitystä laadittaessa on kehitteillä .22-kaliiperisille aseille ratkaisu, jossa maalilaitteet ja luodin pysäyttämiseen käytettävä väliaine, kuten kumirouheseinämä, käytännössä koteloidaan metallisen kuoren sisään. Tekniikka on prototyyppivaiheessa ja koekäytössä ampumahiihtotoiminnassa, joka on haitta-aineiden hallinnan kannalta erityisen haastava.

Maalitaulut, kuten kuvassa 5.11 näkyvät ampumahiihdon maalitaulut, sijoitetaan metallikonttiin (esim. merikontti). Pahvisten taulujen taakse asennetaan kumirouhesäiliö, johon luodit kerääntyvät. Ampumahiihtokilpailuissa käytettäviin metallisiin maalitauluihin osuessaan luodit rikkoontuvat, mutta palaset pysyvät kontissa eivätkä leviä ympäristöön. Kontista metallipalaset ja pöly voidaan poistaa esimerkiksi imuroidamalla. Optimitalanteessa luodit on kontin avulla mahdollista saada talteen lähes kokonaan.



Kuva 5.11. Merikonttiin asennetut ampumahiidhon maalilaitteet ja luotiloukut, prototyyppi (kuva Pauli Harjula).

Kontti asennetaan perinteisen taustavallin eteen, jolloin valli toimii turvallisuusrakenteena. Kontteja voidaan korotusten avulla mahdollisesti hyödyntää myös esim. meluseinämänä.

Kuvassa 5.11 on esitetty konttiratkaisun toteutus.

Konttiratkaisun yhtenä hyötynä on maalilaitteiden säänsuoja. Lisäksi lukittava kontti suojaa laitteita ilkevallalta ja estää luvattoman ampumisen.

#### **Betonirakenteiset luotiloukut**

SACON™ (Shock-Absorbing Concrete) on matalatiheyksinen, kuituvahvisteinen, ”vaahdotettu” betoni, jonka on kehittänyt U.S. Army Engineer Research and Development Center:in rakennelaboratorio (ERDC). SACON on tulenkestävä materiaali, joka voidaan rakentaa minkä muotoiseksi tahansa, mikä mahdollistaa sen käytön monenlaisissa sovelluksissa. SACON kehitettiin käytettäväksi taisteluammunnoissa minimoimaan luotien kimmokkeita. Iskuja absorboiva vaikutus toimii samalla myös pienikaliiperisia luoteja keräävänä luotiloukkuna. Hyvin suunnitellulla SACON™-rakenteella luoti uppoaa osuessaan betonirakenteeseen. (US Army Environmental Center 1999)

SACON™ rakennetta voitaisiin mahdollisesti käyttää korvaamaan taustavallia ja taulujen edessä suojana. SACON™ rakenne on siirrettävä, eikä sen kanssa tarvita kiinteää ampumapaikkaa. Näin ollen rakenne voi teknisiltä ominaisuuksiltaan soveltua mm. taktiikkaradoille ja taisteluampumaradoille, sekä väliaikaisille ampumaradoille.



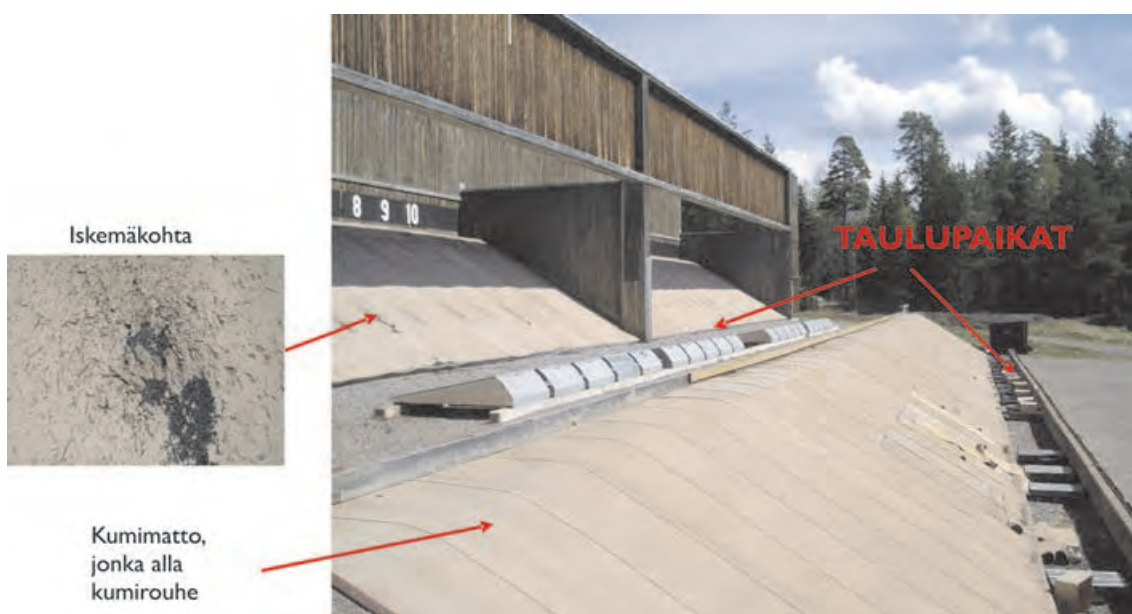


Kuva 5.12. Sacon-luotiloukku rakennusvaiheessa (Terran Corporation 2011).

### Kumirouheluotiloukut

Ruotsalaisen Stapp AB:n tuote Bullet Catcher oli Ruotsin puolustusvoimilla koekäytössä, jonka jälkeen v. 1998 menetelmä hyväksyttiin Ruotsin puolustusvoimien ampumaradoille. Pääsääntöisesti Stapp AB:n luotiloukku soveltuu 12- tai sitä pienempi kaliiperisille aseille. Markkinoilla on myös muiden valmistajien vastaavanlaisia tuotteita. (Nikula ym. 2005)

Luotiloukku asennetaan maapengerluiskaan tukirakenteiden päälle. Rakenne sisältää vettä läpäisemättömän kalvon, salaojaputken, kumirouhetäytön ja kumisen pintakerroksen. Pintarakenne rajoittaa kosteuden sekä roskien kulkeutumista rakenteeseen. Esimerkki kumirouheluotiloukusta on esitetty kuvassa Kuva 5.13.



Kuva 5.13. Kumirouherakenne (Stapp AB) 300/150 m kivääriradalla Ruotsissa (Nikula ym. 2005).

Toinen kumirouheeseen perustuva luotiloukkurakenne on Saksan armeijan käyttämä malli, jossa kumirouhe on HMPE -kalvolla päällystetyn laatikon sisällä (Kuva 5.14.). Saksassa kyseistä luotiloukkua on käytetty vuodesta 1993 yhteensä yli 150 ampumaradalla. Rakenteessa käytetty kalvo kestää noin 15 000...20 000 laukausta, minkä jälkeen luotiloukku voidaan kääntää ympäri ja ampuu toiselta puolelta yhtä paljon. Kumirouhe voidaan poistaa laatikosta imurilla ja luodit voidaan erotella kumirouheesta. (Nikula ym. 2005)



Kuva 5.14. Saksan käyttämä kumirouhelaatikko Coesfeldissä (Nikula ym. 2005).

### **Toiminnallinen tehokkuus ja ympäristövaikutukset**

Luotien talteenoton kannalta edellä esitetyt ratkaisut voidaan pitää melko tasavertaisina. Luotiloukkuihin saadaan talteen lähes kaikki ammutut luodit ohilaukauksia lukuun ottamatta. Esimerkiksi Nokialla lyijyn hävikki on ollut alle 1 %, kun on verrattu laukausmääriä ja talteen saatujen luotien massaa (Nikula ym. 2005). SACON™ rakennetta on tutkittu Yhdysvalloissa 25 metrin ampumaradalla, missä 87 % luodeista saatiin talteen rakenteeseen. Valtaosa lopuista luodeista oli kasassa SACON™-rakenteen edessä (US Army Environmental Center 1999). U.S. Army Environmental Centerin tekemissä selvityksissä hidastuskammion teräsluotiloukun talteenottotehokkuudeksi saatiin 79 %. (Fabian 2000) Snail Trap ja TCT ovat hidastuskammion luotiloukkuja.

Luotiromun kierrätys onnistuu parhaiten sellaisissa ratkaisussa, joissa luodit saadaan kerättyä talteen sellaisenaan, ilman pilaantuvaa väliainetta. Metallisista luotiloukuista (lukuun ottamatta Pit and Plate -luotiloukkua) luotiromu saadaan talteen puhtaana. Kumirouheluotiloukuissa luodit pitää erottaa kumirouheesta ja SACON™-rakenteesta murenee vaahtobetonin luotiromun sekaan. Pit and Plate luotiloukussa ja putkiluotiloukussa metalleja sekoittuu rakenteessa olevaan hiekkaan, eikä kaikkea siitä saada erotettua. Konttiratkaisussa osa luotimateriaalista voidaan poistaa kontin pohjalta imuroimalla ja osa on eroteltava kumirouheen seasta. Rouheen määrä on kuitenkin tässä ratkaisussa pieni.

Sadevesien pääsy kosketuksiin luotirromun kanssa lisää pinta- ja pohjaveden pilaantumiseriskejä. Veden pääsy luotirromuun tulee sen vuoksi estää esim. kattamalla avoimet keräilyastiat. Stapp-kumirouherakenteeseen ei Ruotsin kokemusten mukaan kerry vettä, sillä lämpötila kumirouheen sisällä on niin korkea, että vesi höyrystyy (Nikula ym. 2005). SACON<sup>TM</sup>-rakenteeseen ja sen edustalla olevaan vaahtobetonin sekaiseen luotirromuun voi päästä sadevesiä. Rakenteen veden johtavuus kuitenkin on pieni ja sen emäksisyys vähentää lyijyn liukoisuutta. (US Army Environmental Center 1999) Muiden metallien, kuten antimoinin, liukoisuudesta rakenteesta ei ole tietoja. Konttiratkaisussa maalilaitteet ja luotien pysäyttämiseen käytettävä väliaine on katettu eikä vesi pääse kosketuksiin haitta-aineiden kanssa. Ratkaisu soveltuu käytettäväksi myös pohjavesialueella.

Luotien pirstaloituminen luotiloukussa synnyttää metallipölyä, joka voi kulkeutua maaperään sekä pinta- ja pohjavesiin. Pirstaloitumista aiheutuu lähes kaikissa metallisissa luotiloukuissa. Snail Trapin ja TCT:n valmistajien mukaan luodit säilyvät näissä ehjinä, TCT:iin kuuluu lisäksi pölynhallintajärjestelmä. U.S. Army Environmental Centerin tekemissä selvityksissä hidastuskammiollisen teräsluotiloukun ympäristössä mitattiin lyijypitoisuutta viidestä paikasta ja ilman lyijypitoisuudet ylittivät toimenpiderajan (0,03 mg/m<sup>3</sup>) luotiloukun molemmilla sivuilla sekä luotiloukun ilmastoinnin poistoilmassa (Fabian 2000). Kumirouheluotiloukuissa luodit pysyvät melko ehjinä ja pölyäminen on vähäistä. Putkiluotiloukussa, jossa on väliaineena hiekkaa, luodit pysyvät ehjempinä kuin metallisissa luotiloukuissa. Konttiratkaisussa luotien sirpaleet ja pöly jäävät kontin sisään, eikä haitta-aineiden kulkeutumista tapahdu.

Nokian ampumaradalta otettiin vuonna 2011 maanäytteitä taulualueelta ja luotiloukkujen alta. Ratarakenteen pinnassa todettiin korkeita lyijypitoisuuksia (4 000–30 000 mg/kg) ja kohonneita antimoni-, kupari- ja sinkkipitoisuuksia, mutta ei silmin havaittavia luoteja tai luodin palasia. Tämä viittaa metallien esiintymiseen hienojakoisessa muodossa. Nokian radan tyyppiset, yksinkertaiset luotiloukut eivät siis täysin estä haitta-aineiden päätymistä ratarakenteisiin, vaikka vähentävätkin merkittävästi kuormitusta. Taulualueen kattaminen, kuten Nokialla on tehty, estää haitta-aineiden leviämisen ympäristöön. (Ramboll Finland Oy 2011).

Luodin osuminen metallisiin luotiloukkuihin aiheuttaa melua toisin kuin kumirouheeseen ammuttaessa (Nikula ym. 2005). Luotiloukkumelu on kuitenkin merkitykseltään melko pientä verrattuna ampumisesta aiheutuvaan meluun.

### **Soveltuvuus ja turvallisuus**

Metalliset luotiloukut, joissa luodit osuvat jyrkässä kulmassa olevaan teräkseen (Pit and Plate, Venetian blind, Escalator Trap), voivat aiheuttaa kimmokevaaran. Kimmokevaaran vuoksi luotiloukkujen edusta tulisi varustaa kumimatolla tai muulla soveltuvalla suojuksella. Pit and Plate -luotiloukussa kimmokevaara saattaa aiheutua myös luotien osumisesta rakenteen pohjalla oleviin vanhoihin luoteihin, minkä vuoksi rakennetta täytyy huoltaa riittävän usein. Kumimatot, joita käytetään luotiloukkujen edessä, saattavat aiheuttaa joillakin heikkotehoisilla aseilla ja patruunoilla kimmokevaaran luodin osuessa hitaalla nopeudella kumimattoon (Nikula ym. 2005).

TCT ja Snail Trap eroavat muista teräslevyihin perustuvista luotiloukuista siten, että jyrkän kulman sijaan teräslevyt ovat loivassa kulmassa luodin tulosuuntaan nähden. Loivassa kulmassa olevat teräslevyt eivät riko luoteja, eivätkä aiheuta kimmokkeita. Rakenteessa ei ole pystysuoria osia, joista kimmokkeita voisi syntyä. Tämän vuoksi ampumisen ei tarvitse tapahtua kohtisuorassa luotiloukkurakenteeseen. (Action Target 2011)

Metallisissa luotiloukuissa kimmokevaaraa saattaa aiheutua myös muista rakenteista kuin varsinaisesta luodin pysäytyslevystä. Esimerkiksi Nokian ampumaradan



kaltaisten luotiloukkujen ulkopuoliset teräsrakenteet voivat aiheuttaa kimmokevaran näyttösuojaan. Kimmokeriskin vuoksi luotiloukkuja ei voida suositella ilman lisäselvityksiä aseille, joiden kaliiperi on yli .22 kaliiperia. Pienempikaliiperisille aseille useimpia luotiloukkuja pidetään soveltuvana lyhyillä ampumamatkoilla.

Stapp-rakenteen kumirouhetta ympäröivästä rakenteesta luodit eivät kimpoa edes kylmissä sääolosuhteissa tai lyhyillä ampumaetäisyyksillä. Myös toinen esimerkkirakenne eli kumirouheella täytetty laatikko on ratkaisuiltaan turvallinen. Materiaalit kestävät ampumisen  $-28^{\circ}\text{C}$ :ssa ja niiden pakkaskestävyys on  $-40^{\circ}\text{C}$ . (Nikula ym. 2005) Kuumalla ja lämpimällä säällä kumirouherakenteissa saattaa olla tulipaloriski. (Fabian 2000) Kumirouhe on yleensä käsitelty kemikaaleilla, joiden tarkoitus on estää sen syttyminen tuleen ammunnan vaikutuksesta (Nikula ym. 2005).

Putkiloukuissa kimmokeriski on metallisiin luotiloukkuihin verrattuna pienempi, sillä materiaalina on muovi. Kimmokeriski on kuitenkin suurempi kuin taustavalliratkaisussa.

Kimmokeriskin ja luotiloukun koon vuoksi suurinta osaa luotiloukuista ei voida käyttää liikkuvaan maaliin ammuttaessa. Liikkuvaan maaliin ammuttaessa soveltuvia ratkaisuja ovat Stapp-rakenne ja mahdollisesti myös TCT. Suurin osa luotiloukuista ei myöskään sovellu practical- tai SRA-ammuntaan, joissa radan rakenne ja ampumapaikkojen ja maalien sijainti vaihtelee joka ampumakerralla. Tällaiselle muunneltavalle radalle voisi luotiloukkurakenteista soveltua ainoastaan kumirouheseinämä.

### **Kustannukset**

Tuotemerkeillä (Stapp, SACON™, Snail Trap, TCT) myytävät luotiloukut ovat muihin luotiloukkuratkaisuihin verrattuna hinnaltaan huomattavasti kalliimpia.

Stapp-kumirouheluotiloukun pintarakenteena oleva kumimatto kuluu käytössä ja se vaatii paikkausta 5 000...10 000 laukauksen jälkeen. Itse kumirouhe seulotaan tai vaihdetaan 7...8 vuoden välein. Kun huomioidaan investointikustannukset ja käyttökustannukset, ovat arvioidut kustannukset 20-paikkaisella kivääriradalla 20 vuoden ajalta noin 415 000 euroa. (Smolander ym. 2010) Ampumapaikkaa kohden arvioituna kustannukset ovat noin 20 000 euroa.

SACON™ vaatii kunnostuksen noin 7 000 laukauksen jälkeen. Kunnostus tarkoittaa käytännössä koko rakenteen uudelleen rakentamista. Kun huomioidaan investointikustannukset ja käyttökustannukset, ovat arvioidut kustannukset 20-paikkaisella kivääriradalla 20 vuoden ajalta noin 875 000 euroa. (Smolander ym. 2010). Ampumapaikkaa kohden arvioituna kustannukset ovat noin 44 000 euroa. Lisäksi tulevat purettujen rakenteiden jätehuoltokustannukset.

Snail Trapin arvioidut investointikustannukset 20-paikkaisella kivääriradalla ovat noin 260 000 euroa. (Smolander ym. 2010) TCT:in arvioidut investointikustannukset ovat valmistajan (Action Target) mukaan 200 metrin 10-paikkaisella kivääriradalla asennuksineen noin 250 000 euroa. Hinta ei sisällä rahtikuluja. Teräsluotiloukkujen huoltotarve on melko vähäinen. Ampumapaikkaa kohden laskettuna Snail Trapin arvioidut investointikustannukset ovat noin 13 000 euroa ja TCT:in noin 25 000 euroa.

Yksinkertaisten, kohteeseen tilaustyönä teetettyjen teräs- ja putkiluotiloukkujen kustannukset vaihtelevat, mutta ratkaisut ovat kaupallisiin luotiloukkuihin verrattuna edullisia. Rakenteiden turvallisuus ja kestävyys eivät tällöin yleensä ole testattuja.

Konttiratkaisun kuorena toimiva käytetty merikontti maksaa noin 1 000–2 000 €. Rakentaminen edellyttää lisäksi mm. avattavan etuseinän tekoa, kumirouherakennetta maalitaulujen taakse ja maalitaululaitteiston asentamista.



## Yhteenveto luotiloukkurakenteista

Taulukossa 5.1. on tarkasteltu luotiloukkurakenteita verrattuna perinteiseen taustavalliin ja annettu niille +, mikäli ominaisuus puoltaa käyttöönottoa tai -, mikäli ominaisuus ei puolla käyttöönottoa ja 0, jos ratkaisujen välillä ei ole merkittävää eroa.

Taulukko 5.1. Luotiloukkurakenteiden ja taustavallin vertailu.

|                                 | Pölyäminen | Kierrätys | Melu | Kimmokeriski | Kustannukset |
|---------------------------------|------------|-----------|------|--------------|--------------|
| Plate and pit                   | -          | +         | -    | -            | -            |
| Venetian blind                  | -          | +         | -    | -            | -            |
| Escalator bullet trap           | -          | +         | -    | -            | -            |
| Snail trap                      | +          | +         | -    | 0            | -            |
| Total Containment trap          | +          | +         | -    | 0            | -            |
| Yksinkertaiset teräsluotiloukut | -          | +         | -    | -            | +            |
| Putkiloukku                     | +          | +         | 0    | -            | +            |
| Konttiratkaisu                  | +          | +         | +    | -            | +            |
| Betonirakenteiset luotiloukut   | +          | -         | +    | +            | -            |
| Kumirouheluotiloukut            | +          | 0         | +    | +            | -            |

+ ominaisuus puoltaa käyttöönottoa taustavalliin verrattuna  
 - ominaisuus ei puolla käyttöönottoa taustavalliin verrattuna  
 0 ei merkittävää eroa

| Tekniikka              | Kuvaus   | Haitta-aineiden hallinta (tehokkuus ja luotettavuus, haitta-ainepitoisten vesien syntyminen, haitta-ainepitoisen pölyn syntyminen)  | Saatavuus / toteutettavuus   | Arvio menetelmän soveltuvuudesta ampumaratojen ympäristövaikutusten hallintaan   |
|------------------------|--|---|--|--|
| Metalliset luotiloukut | Luodit pysäytetään ja kerätään talteen maalilaitteiden taakse asennettujen metalliloukkujen avulla. Luoti pysäytetään hidastuskammion, levyn tai muun esteen avulla. | Haitta-aineet saadaan suurimmaksi osaksi hallintaan. Osassa luotiloukkuja luodit murskautuvat, jolloin syntyy metallipölyä. Saattaa olla ongelmia erityisesti ei-kaupallisissa, itse suunnitelluissa sovelluksissa. Näissä voidaan käyttää kumi/ neopreenilevyä loukun suuaukon edessä luodin hidastamiseksi ja pölyn leviämisen estämiseksi. Osalle loukkuja suositellaan pölynhallintaa imulaitteistolla, nämä soveltuvat parhaiten sisäradoille. Muilla mahdollista esimerkiksi pölyn kohdealueen kattaminen. Ohiamuttujen luotien aiheuttama kuormitus vähäinen. Veden pääsy kerättyyn luotiromuun estettävä, jolloin haitta-ainepitoisia vesiä ei juurikaan synny. | Hyvä. Kaupallisia ratkaisuja tarjolla, lisäksi monin paikoin suunniteltu omia sovelluksia. | Soveltu hyvin .22 kaliiperin aseille, useita vaihtoehtoisia ratkaisuja. Kivääriratojen malleja ei kokeiltu Suomessa, mutta käytössä muualla. Eivät pääsääntöisesti sovellu liikkuvan maalin radoille tai muunneltaville radoille (esim. practical) tai siluettiammunta- ja ampumahiihtoradoille. |
| Kumirouheluotiloukut   | Luodit pysäytetään kumimatolla peitettyyn kumirouhekerrrokseen taustavallin pinnassa. Vaihtoehtoisesti kumirouheloukku voi olla esimerkiksi laatikkomallinen.        | Haitta-aineiden hallinta tehokasta. Luodit jäivät kumirouheeseen ja pintakerros estää vesien kontaktin luotien kanssa, haitta-ainepitoisia vesiä ei synny.  | Kohtalainen, esim. Ruotsissa ja Saksassa kaupallisia sovelluksia                           | Soveltu useimmille luotiaseradoille. Ei siluettiammunta- eikä ampumahiihtoradoille.  |

## Haikka-aineiden kulkeutumisen estäminen

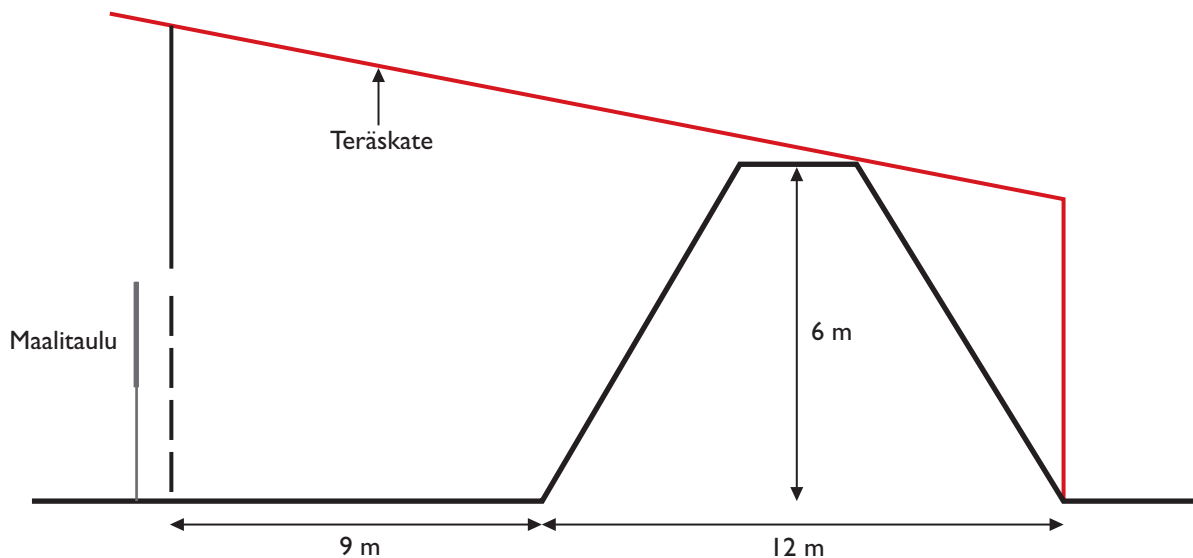
Haikka-aineet kulkeutuvat taustavallista ympäristöön veden mukana. Haikka-aineiden kulkeutumisen estäminen tapahtuu sen vuoksi joko estämällä veden pääsy taustavalliin tai estämällä taustavallin veden pääsy hallitsemattomasti ympäristöön.

### Taustavallin kattaminen

Taustavalli voidaan kattaa, jolloin sadevedet eivät pääse huuhtomaan taustavallin maaperää. Vesien ohjaus taustavallin ulkopuolelle vähentää eroosiota ja rakenteissa olevien haikka-aineiden kulkeutumista veden mukana syvemmälle maaperään ja pohjaveteen.

Katos voidaan rakentaa teräs-, betoni- tai puurakenteisena. Periaatekuva taustavallin kattorakenteesta on esitetty kuvassa 5.15. Kate tulisi ulottaa vallin edessä taulualueelle saakka jotta taulujen läheisyyteen ja vallin juureen kertyvät luotikasaumat peittyvät. Rakenteen tulee kattaa vallissa havaittavissa olevat iskemäkohdat riittäväällä tavalla, ulottaminen taustavallin yli kuvassa 5.15 esitetyllä tavalla ei kuitenkaan ole välttämätöntä vaikka se rakenteellisista syistä voikin olla tarkoituksenmukaista.

Kate edellyttää jatkuvaa kunnossapitoa reikiintymisen estämiseksi.



Kuva 5.15. Periaatekuva taustavallin kattorakenteesta (Smolander ym. 2010).

### Hiekkaloukku

Hiekkaloukku (engl. sand trap) nimitystä käytetään perinteisen maavallin kaltaisesta rakenteesta, jossa lyijyn leviäminen syvemmälle maaperään ja pohjaveteen on estetty tiivistysrakenteilla. Tiivistysrakenteina voidaan käyttää esimerkiksi bentoniittimattoa, vedenpitävää kalvoa, asfalttia tai betonia, taikka näiden yhdistelmää. Taustavalliin suotautuvat vedet kerätään tiivistysrakenteen pinnalta salaojin.

Hiekkaloukusta kerätyn veden laatua on helppo seurata. Mikäli suotautuvassa vedessä havaitaan kohonneita haikka-ainepitoisuuksia, voidaan hiekkaloukun pinta-akerros vaihtaa tai suotovedet voidaan käsitellä. Vesienkäsittelymenetelmiä on esitetty kappaleessa 5.1.3.

Toimiakseen hiekkaloukun on oltava tiivis rakenne. Bentoniittimattoa ja kalvoa käytettäessä materiaalin säilytys ja asennus vaativat ammattitaitoa ja soveltuvaa

kalustoa, sekä asennustyön valvontaa. Hiekkaloukun ja taulujen väliin tulisi jättää riittävän leveä työskentelytila koneita varten ja rakenteen on oltava sellainen, että se kestänee koneellisen hiekanvaihdon. Tiivistyskerroksen päälle voidaan asentaa eristerakennetta suojaava kerros, joka erotetaan pintamaasta suodatinkankaalla, jotta suojakerros on helposti havaittavissa huoltotöiden yhteydessä.

Hiekkaloukkurakenteen kanssa on mahdollista käyttää kappaleessa 5.3.1 esitettyjä haitta-aineiden liukoisuutta vähentäviä materiaaleja. Toistaiseksi näistä ei ole riittävää tietoa, jotta menetelmää voitaisiin suositella, mutta asiaa tutkitaan erityisesti Norjan puolustushallinnossa.

Tämän selvityksen yhteydessä on laadittu ohjeelliset mallisuunnitelmat kolmesta erityyppisestä hiekkaloukkurakenteesta. Mallisuunnitelmat ovat liitteinä D1 (bentoniittimatto), D2 (muovikalvo) ja D3 (tiivisasfaltti).

Hiekkaloukkuja on toteutettu myös katettuna, esimerkiksi Norjassa on kokeiltu rakennetta, jossa hiekalla täytetty betonikaukalo on katettu puurakenteisella katoksella. Myös merikontteja ja muita laatikkomaisia rakenteita on täytetty hiekalla ja sijoitettu maalitaulujen taakse. Kattaminen poistaa suotovesien hallintatarpeen, koska vesi ei muodostu. Rakennelmat saattavat kuitenkin aiheuttaa kimmokeriskiä ja vaikeuttaa huoltoa.

### **Toiminnallinen tehokkuus ja ympäristövaikutukset**

Taustavallin kattaminen voi aiheuttaa maaperän pölyämistä, sillä maa on kuivempaa kuin ilman kattamista. Pölyä saattaa levitä vallin lähiympäristöön mutta leviäminen laajemmalle on epätodennäköistä. Ihmisten pölylle altistumista voi tapahtua pääasiassa näyttösuojassa, jos sellainen on käytössä.

Katetussa taustavallissa sadevedet eivät pääse huuhtomaan haitta-ainepitoista maa-ainesta, minkä vuoksi haitta-aineiden kulkeutuminen taustavallista pinta- ja pohjavesiin estyy. Harhaloukaukukset ja kimmokkeet aiheuttavat katokset reikiintymistä, joten katetta on huollettava säännöllisesti.

Hiekkaloukkurakenteella saadaan talteen taustavallin läpi veden mukana suotautuvat haitta-aineet. Suotovesi voidaan tarvittaessa kootusti käsitellä, jolloin pohja- ja pintavesiin kohdistuva kuormitus vähenee tehokkaasti.

### **Soveltuvuus ja turvallisuus**

Suojaseinämä maalitaulujen yläpuolella saattaa olla tarpeen katoksen suojaamiseksi (reikiintymisen välttäminen) ja kimmokkeiden vähentämiseksi.

Taustavallin kattaminen ja eristysrakenne (hiekkaloukku) soveltuvat useimmille luotiaseradoille, myös liikkuvan maalin radoille sekä practical- ja SRA-radoille. Ampumahiihto- ja siluettiammuntaradoille ratkaisut eivät esitellyn kaltaisina sovellu.

### **Kustannukset ja ylläpito**

Katosrakenteen kustannukset vaihtelevat huomattavasti valitusta materiaalista ja katoksen koosta riippuen. Aalto-yliopiston tekemän selvityksen mukaan teräsrakenteisen katoksen (pituus 50 metriä, leveys 21 metriä, pilarijako 5 metriä) investointikustannukset ovat noin 260 000 euroa. (Smolander ym. 2010) Katos edellyttää jatkuvaa kunnossapitoa, mutta huoltokustannukset ovat suhteellisen pienet.

Bentoniitti-, muovikalvo- tai tiivisasfalttieristeisen hiekkaloukkurakenteen kustannukset 20-paikkaiselle ampumaradalle ovat noin 40–50 000 euroa. Rakenteita on toteutettu puolustusvoimien ampumaradoilla vuosina 2012–2013.

Katetun taustavallin ja hiekkaloukun iskemäkohdista voidaan vaihtaa eniten luoteta sisältävä massa sopivin aikavälein, esimerkiksi 10 vuoden välein. Vaihtoajankohta määräytyy iskemäkohtaan kertyvien luotien aiheuttaman kimmokeriskin kasvamisen perusteella. Hiekkaloukussa massanvaihto saattaa tulla tarpeeseen myös, mikäli suo-

tautuvan veden haitta-ainepitoisuudet kohoavat haitallisesti, eikä vettä joko haluta käsitellä tai veden käsittelyllä ei saada riittävän hyviä tuloksia.

Taustavallin kattaminen voi vaikeuttaa taustavallin huolto- ja ylläpitotöitä, mikäli katoksen alle ei jätetä riittävää työskentelytilaa koneille. Myös eristysratkaisussa tulisi jättää riittävä liikkumatila koneille maalitaulujen ja hiekkaloukun väliin.

### Yhteenveto haitta-aineiden kulkeutumisen estämisestä luotiaseradoilla

Taulukkoon 5.2. on koottu haitta-aineiden kulkeutumisen estämiseen tarkoitettujen rakenteiden ominaisuuksia ja annettu niille +, mikäli ominaisuus puoltaa käyttöönottoa tai –, mikäli ominaisuus ei puolla käyttöönottoa verrattuna perinteiseen, suojaamattomaan taustavalliin. Mikäli ratkaisujen välillä ei ole eroa, on tämä merkitty 0.

Taustavallin sisään asennettavasta tiivisterakenteesta on laadittu kolme erityyppistä ohjeellista mallisuunnitelmaa, liitteet D1–D3.

Taulukko 5.2. Haitta-aineiden kulkeutumisen estävien rakenteiden ominaisuudet verrattuna suojaamattomaan taustavalliin.

|                         | Pölyäminen | Vesistövaikutukset | Kimmokkeet | Huolto | Kustannukset |
|-------------------------|------------|--------------------|------------|--------|--------------|
| Taustavallin kattaminen | –          | +                  | –          | –      | –            |
| Hiekkaloukku            | 0          | +                  | 0          | 0      | –            |

- + ominaisuus puoltaa käyttöönottoa
- ominaisuus ei puolla käyttöönottoa
- 0 ei merkittävää eroa

| Tekniikka               | Kuvaus   | Haitta-aineiden hallinta (tehokkuus ja luotettavuus, haitta-ainepitoisten vesien syntyminen, haitta-ainepitoisen pölyn syntyminen)  | Saatavuus / toteutettavuus  | Arvio menetelmän soveltuvuudesta ampumaratojen ympäristövaikutusten hallintaan  |
|-------------------------|--|---|---|---|
| Taustavallin kattaminen | Sadeveden pääsy taustavalliin ja/ tai maalialueen pintamaahan estetään katerakenteella.  | Haitta-aineiden kulkeutumisen hallinta tehokasta. Haitta-ainepitoista vettä ei synny, jolloin kulkeutumista ei tapahdu. Pölyäminen lisääntyy jonkin verran. Edellyttää rakenteen kunnossapitoa harhaluotien ja kimmokkeiden aiheuttaman reikiintymisen hallitsemiseksi. | Hyvä. Talkootyö-mahdollisuus. Edellyttää kunnossapitoa.   | Soveltuu useimmille luotiaseradoille. Ampumahiihtoradoilla tulee huomioida myös taulualueiden päästöjen hallinta                              |
| Hiekkaloukku-rakenne    | Haitta-aineiden kulkeutuminen syvemmmälle maaperään ja pohjaveteen estetään tiivisrakenteella, kuten betoni, asfaltti, bentoniitti tai muovikalvo. Suotautuvat vedet kerätään tiivisrakenteen pinnalta salaojien avulla. | Haitta-aineiden hallinta tehokasta. Haitta-ainepitoinen vesi kerätään, lisäksi mahdollisuus veden laadun seurantaan ja tarvittaessa puhdistukseen. Hiekanvaihto rakenteen pinnalta mahdollista.   | Hyvä. Edellyttää asiantuntijan laatimaa suunnitelmaa. Rakentaminen vanhalle radalle edellyttää melko suuria maansiirtotöitä ja todennäköisesti jonkin verran pilaantuneen maan kunnostusta. | Soveltuu useimmille luotiaseradoille, myös muunneltaville radoille (esim. practical). Ei sovellu siluettiammuntaradoille eikä ampumahiihtoon. |

## Vesien hallinta ja käsittely

Ampumaradan vesien hallinnalla tarkoitetaan haitta-aineiden kanssa kontaktiin pääsevien vesien määrän minimointia ja haitta-ainepitoisten vesien hallittua keräystä ja ohjaamista tarkkailuun sekä tarvittaessa käsittelyyn. Luotiaseradoilla tämä tarkoittaa erityisesti rata-alueen ulkopuolisten vesien ohjausta rata-alueen ohi sekä taustavallin ja joissakin tapauksissa myös välialueen ja ampumapaikan vesien koontia. Käytännössä veden keräys voidaan toteuttaa monella tavalla. Periaate on, että taustavallin vedet ohjataan alueen olosuhteista riippuen joko tarkkailukaivoon tai avo- tai salaojituksella keräysaltaaseen, joista voidaan ottaa vesinäyte haitta-ainepitoisuuksien tarkkailua varten. Vesien hallintaan voidaan tarvittaessa yhdistää veden käsittely, jolla poistetaan haitta-aineita. Hyväksytyt haitta-ainepitoisuuden alittavat vedet johdetaan maastoon tai imeytetään maahan.

### Vesien keräys

Vesien keräystarve maalialueelta riippuu paljolti valitusta luotien keräysjärjestelmästä. Perinteisen taustavallin ympäristöstä vedet voidaan heikosti vettä johtavassa maastossa koota hallitusti pintaojin ja salaojin ja johtaa tarkkailuun ja tarvittaessa käsittelyyn. Hyvin vettä johtavassa maastossa perinteisen taustavallin vesien keräysojien avulla on käytännössä mahdotonta, koska vesi imeytyy maaperään. Mikäli käytössä on luotiloukut tai taustavalli on katettu, vesien keräystä ei yleensä tarvita. Suotovesien koonti edellyttää että taustavalliin on rakennettu hiekkaloukku, jonka tiiviiltä pinnalta vesi johdetaan salaojaan. Salaojasta vedet johdetaan hallitusti tarkkailuun ja tarvittaessa käsittelyyn.

Ampumapaikkojen edustoilla haitta-ainepitoisuudet ovat yleensä pieniä tai kohtalaisia, mutta toisaalta haitta-aineet esiintyvät hienojakoisessa muodossa. Vesien hallintatarvetta näillä alueilla arvioidaan kohdekohtaisesti. Tarvittaessa vedet voidaan kerätä harkituin ojituksin tai salaojin, tai ampumakatos ulottaa alueen yli. Radan välialueella vesien hallintatarvetta ei pääsääntöisesti ole.

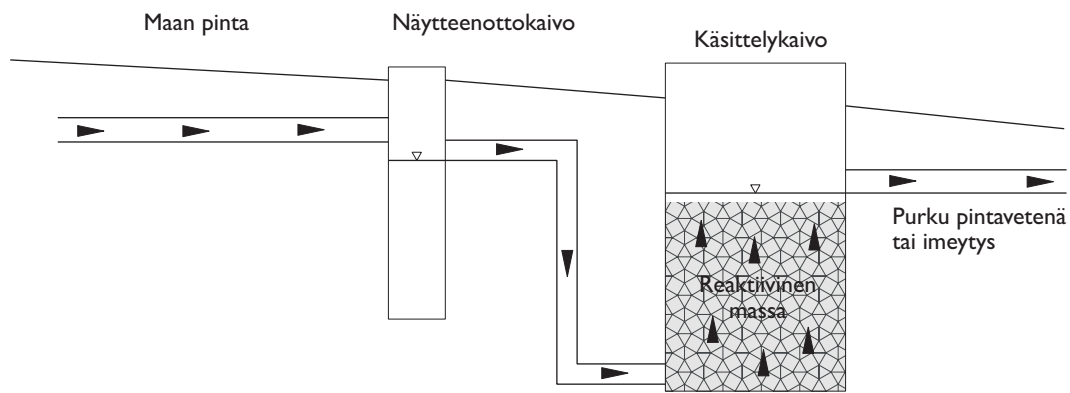
### Vesien käsittely suodattamalla

Kerätty vesi voidaan käsitellä suodattamalla esimerkiksi kaivossa. Metalleja poistavia suodatinmateriaaleja on markkinoilla useita. Ampumaradoilla on Suomessa käytännössä kokeiltu kahden valmistajan tuotteita. Kemira on kehittänyt metallipitoisten vesien käsittelymenetelmän, joka perustuu veden virtaukseen rakeisen massan (CFH 12) läpi. Massa adsorboi metalleja, jolloin myös liuenneet haitta-aineet poistuvat vedestä. Jotta puhdistusmenetelmä olisi mahdollisimman tehokas, tulisi veden virrata rakeen läpi alhaalta ylöspäin. Adsorptiomateriaalin raekoko on 1...2 mm ja sen vedenläpäisykyky on noin 0,05 l/min/cm<sup>2</sup>. (Kettunen 2010)

Periaatekuva veden käsittelyjärjestelmästä on esitetty kuvassa 5.16. Liitteenä D5 on tarkempi mallisuunnitelma vesien käsittelyjärjestelmästä, jossa vesien puhdistukseen käytetään CFH 12-raetta tai vastaavaa. Järjestelmän mitoitus perustuu adsorptiomassan kapasiteettiin ja käsiteltävän veden määrään ja tulee tarkistaa tapauskohtaisesti.

Käsittelykaivoksi soveltuu esimerkiksi betonirengaskaivo tai muovinen valmis-kaivo. Kaikki liitokset ja läpiviennit tulee tehdä tiiviinä. Menetelmä on käytössä ainakin kahdella ampumaradalla Suomessa.

Myös Envitop Oy:llä on kehitetty suodatukseen perustuva metallipitoisten vesien käsittelymenetelmä (EnviSHOT), jossa suodatinmateriaalina on raskasmetalleille spesifinen TOP-15J1-materiaali.



Kuva 5.16. Periaatekuva suodatuskaivosta.

Suodatukseen voidaan periaatteessa käyttää myös aktiivihiiltä, mutta tällöin vesi on yleensä esikäsiteltävä orgaanisen aineksen ja raudan poistamiseksi esimerkiksi hiekkasuodatuksella. Muuten suodatin tukkeutuu.

Suodatuksen jälkeen vedet voidaan johtaa pintavetenä ympäristöön tai imeyttää maaperään kohteen maaperäolosuhteista riippuen. Maahan tai vesistöön johdettavan veden hyväksyttävän laatutason määrittämistä on käsitelty liitteenä F olevassa Ampumaradan haitta-ainepäästöjen hallinnan tarpeen arviointiohjeessa. Johdettavan veden laatutason hyväksyy ympäristöviranomainen.

### Vesien käsittely laskeuttamalla

Tehdyissä tutkimuksissa on saatu viitteitä siitä, että merkittävä osa ampumaratojen pintavesien haitta-ainepäästöistä kulkeutuu hienoainekseen sitoutuneena. Näiden leviämistä voidaan tehokkaasti rajoittaa laskeuttamalla. Liukoisessa muodossa oleviin tai orgaaniseen ainekseen sitoutuneisiin haitta-aineisiin laskeutuksella ei katsota olevan merkittävää vaikutusta.

Laskeutus voidaan toteuttaa kaivossa, altaassa tai ojastossa. Kaivo voi olla esimerkiksi kaksiosainen betonirengaskaivo, jonka tilavuus mitoitetaan muodostuvan veden määrän mukaan. Ensimmäinen osa toimii lasketusaltaana, johon suspensiossa oleva hienoainekseen laskeutuu. Jälkimmäinen osa toimii selkeyttimenä, josta otetaan tarkkailunäytteet. Vesi poistuu ylivuotona, jos maaston muodot ovat sopivat, muutoin vesi pumpataan.

Laskeutusallas voi olla kaivettu allas tai luonnontilainen painanne, jossa veden virtaus hidastuu ja kiintoainepartikkelit laskeutuvat altaan pohjalle. Laskeutusaltaiden käytöstä ampumaratojen vesien käsittelyyn on kokemuksia ainakin Suomesta ja Norjasta. Suomessa ampumaratojen ojien ja laskeutusaltaiden pohjasedimenteissä on havaittu kohonneita lyijypitoisuuksia, mikä viittaa siihen, että osa lyijystä laskeutuu altaan pohjalle. Tulosten parantamiseksi laskeutusaltaita voidaan sijoittaa useita peräkkäin. Käytännössä on yleensä helpointa laajentaa rata-alueen vesien ulosvirtauskohtaa allasmaiseksi tai kaivaa allas laskuojan alkupäähän. Altaiden suunnittelua (mitoitus, pohjan muoto) kehitetään.

Laskeuttamiseen voidaan käyttää myös mutkittavaa ojastoa, jossa veden virtaus hidastuu. Veden puhdistamisen tehostamiseksi ojastoon voidaan yhdistää haitta-aineita sitovaa kasvillisuutta tai juurakoita. Tällaisia kosteikko- tai juurakopuhdistamoita on käytetty tuloksellisesti esimerkiksi tiealueiden hulevesien käsittelyssä jo pitkään, mutta ampumarata-alueilla niitä ei ole vielä kokeiltu. Menetelmää on kuitenkin pidettävä varsin potentiaalisena koska kosteikkokasvit ja juurakot pystyvät sitomaan sekä liuenneessa että hiukkasmuodossa olevia tai orgaaniseen ainekseen kiinnittyneitä haitta-aineita. Liitteenä D4 on periaatteellinen esitys kosteikkopuhdistamoon perustuvasta vesien laskeuttamisjärjestelmästä.



### **Toiminnallinen tehokkuus ja ympäristövaikutukset**

CFH 12 -raesuodatusmenetelmällä lyijyn reduktioksi (poistuma) on valmistajan mukaan saatu luotiradalla yli 98 % (Kettunen 2010). Vuonna 2010 tehtyjen analyysien perusteella CFH 12 -rae poistaa tehokkaasti myös antimonia (reduktio 90...98 %) ja melko hyvin myös kuparia (reduktio 66...70 %). (Kemira 2010) Menetelmä vähentää ampumaratojen vesien haitta-ainepitoisuuksia tehokkaasti ja siten myös pintavesiin kohdistuvia ympäristövaikutuksia. CFH-rakeen tehoa vesien metallipitoisuuksien poistamisessa on tutkittu myös muissa yhteyksissä. Backman ym. (2007) mukaan menetelmä toimii hyvin arseenin poistamisessa.

EnviShot-menetelmästä ei selvityksen laatimisen yhteydessä saatu riittävästi tietoa menetelmän toimivuuden luotettavaa arviointia varten.

Laskeutusaltaiden, -kaivojen ja -ojastojen toiminnallisesta tehokkuudesta ampumaradoilla ei ole käytettävissä luotettavaa tutkimustietoa. Radoilta tulevat hulevesimäärät ja niiden haitta-ainepitoisuudet vaihtelevat huomattavasti vuoden aikana. Eriytyisen paljon kiintoainekseen sitoutuneita haitta-aineita liikkuu kevään sulamisvesipulssien mukana ja syksyn rankkasateiden yhteydessä. Tämä on huomioitava altaiden suunnittelun yhteydessä. Altainen ja ojien sedimentti pilaantuu haitta-aineilla vähitellen, kun metallipitoinen kiintoainekas laskeutuu pohjalle. Sedimenttiä voidaan tarvittaessa kunnostaa.

Aktiivihiihliisuodatuksen tehosta ampumaradoilla ei ole saatavissa tietoa, mutta oletettavasti aktiivihiihliisuodatuksella saadaan poistettua metalleja tehokkaasti. Menetelmä edellyttää kuitenkin käytännössä veden esikäsitteilyä (raudan poisto, orgaanisen aineksen poisto).

### **Soveltuvuus**

Laskeutus ja suodatus soveltuvat hyvin ampumaratojen vesienkäsittelyyn. Kemiran ja EnviShotin vesienkäsittelyjärjestelmät ovat helppokäyttöisiä.

### **Kustannukset ja ylläpito**

CFH 12 -rakeen hinta on noin 3 000–4 000 €/t. Tarvittava suodatusmassan määrä riippuu vesimäärästä alueella, mutta 1 t on yleensä ampumaradoilla riittävä määrä. Suodatusmassan vaihtoväli riippuu suotoveden laadusta ja olosuhteista. Kahdessa pilottikohteessa (Oulunsalo ja Kiiminki) rakeen vaihtaminen ei ollut tullut ajankoh- taiseksi 4 vuoden käytön jälkeen, sillä puhdistustulokset olivat edelleen hyviä (Kemira 2010). Massa tulee vaihtaa, kun se tukkeutuu tai kun puhdistustulos heikkenee. Vaihtoväliin vaikuttaa mm. tulevan veden haitta-aineiden, kiintoaineen ja orgaanisen aineksen pitoisuudet ja käsiteltävän veden määrä. Suurilla pitoisuuksilla ja suurilla vesimäärillä raemassa tukkiutuu nopeammin. CFH 12 -rakeen hinnan lisäksi kertakustannuksena tulee rakentaa tarkkailu- ja käsittelykaivot, sekä putkistot. Vesienkäsittelyjärjestelmän investointikustannuksiksi (ilman raetta) arvioidaan noin 5 000 euroa sisältäen materiaalit ja maanrakennustyöt, pl. mahdollinen pilaantuneen maan kunnostus. Hinta riippuu kaivon syvyydestä, putkistojen pituudesta ja valittavista materiaaleista.

EnviShot-vedenkäsittelyjärjestelmä sisältää suodatinmassan sekä käsittelykaivon. Käsittelykaivon hinta on valmistajan mukaan noin 4 500 euroa ja suodatinmassan hinta 600 €/t. Massa toimitetaan 500 kg erissä ja sitä tarvitaan kerrallaan 1 t. EnviShot-massan vaihtoväli on valmistajan mukaan 2...5 vuotta. (Envitop 2010) Menetelmän investointikustannukset ovat maanrakennustyöt ja putkistot huomioiden luokkaa 7 000–10 000 euroa (ilman suodatinmassaa).

Hinta-arviot eivät sisällä mahdollista veden pumppausjärjestelmää tai pumppauksen käyttökustannuksia, sillä käsittelyjärjestelmät tulisi mahdollisuuksien mukaan rakentaa ilman pumppausta.

EnviShot-massan voi valmistajan mukaan hävittää tavanomaisen jätteenä (Envitop 2010). CFH-12-rakeen kaatopaikkakelpoisuutta ei ole tutkittu, mutta oletettavasti myös sen hävittäminen onnistuu tavanomaisena jätteenä (Kettunen 2011).

Yhteenveto vesien hallinnasta ja puhdistamisesta luotiaseradoilla

| Tekniikka                             | Kuvaus  | Haitta-aineiden hallinta (tehokkuus ja luotettavuus, haitta-ainepitoisten vesien syntyminen, haitta-ainepitoisen pölyn syntyminen)   | Saatavuus / toteutettavuus  | Arvio menetelmän soveltuvuudesta ampumaratojen ympäristövaikutusten hallintaan  |
|---------------------------------------|---|--|---|---|
| Vesien hallinta                       | Ampumaradan ympäristön vedet ohjataan pois rata-alueelta. Eniten kuormittuvalla osalla rata-alueetta muodostuva suotovesi kerätään ojituksella tai salaojin ja ohjataan hallitusti altaaseen tai kokoojakaivoihin. Veden laatua tarkkaillaan ja tarvittaessa vettä puhdistetaan. Jos maaperä on läpäisevä, edellyttää tiivistä pohjarakennetta salaojakerroksen alle. | Tehokas, mahdollistaa haitta-ainepitoisten vesien laadun seurannan ja tarvittaessa puhdistamisen.  | Hyvä. Edellyttää asiantuntijan laatimaa suunnitelmaa.               | Soveltuu kaikille ampumaradoille.   |
| Haitta-ainepitoisten vesien puhdistus | Haitta-ainepitoinen kerätty vesi puhdistetaan laskeuttamalla tai suodattamalla. Veden laatua seurataan ennen ja jälkeen käsittelyn  | Haitta-aineiden hallinta tehokasta, metallien kulkeutumista ampumarata-alueen ulkopuolelle vähennetään merkittävästi tai kulkeutuminen estetään. Vesien suodatusjärjestelmän teho parempi kuin laskeutuksen, mutta laskeutuksella voidaan helpommin käsitellä suuria vesimääriä. | Hyvä / kohtalainen. Edellyttää asiantuntijan laatimaa suunnitelmaa. | Soveltuu hyvin kaikille luotiaseradoille yhdessä jonkin sellaisen tekniikan kanssa, jonka avulla vesi kerätään. Tekniikkaa kehitetään edelleen. |

Liitteenä D5 on yleissuunnitelmatasoinen esitys vesien käsittelyjärjestelmästä, jossa vesien puhdistukseen käytetään CFH 12 -raetta tai vastaavaa. Liitteenä D4 on periaatteellinen esitys kosteikkopuhdistamoon perustuvasta vesien laskeuttamisjärjestelmästä.

## 5.2

### Haulikkoradat

Haulikkoradoille soveltuvat haitta-ainepäästöjen hallintamenetelmät voidaan jakaa kolmeen päätyyppiin:

- Haitta-aineiden leviämisalueen pienentäminen
- maaston muotoilu
- verkot ja seinämät
- Haitta-aineiden kulkeutumisen estäminen
- maan pinnoitus ja haulien keräys
- Vesien hallinta.

## Haitta-aineiden leviämisalueen rajoittaminen

Haulikkoradoilla haitta-aineiden hallinnan suurimmat haasteet liittyvät haulien leviämisalueen laajuuteen. Leviämisaluetta pienentämällä saadaan rajattua metalleilla kuormittuva alue pienemmäksi ja sitä kautta vähennettyä muiden toimenpiteiden tarvetta ja laajuutta. Haitta-ainekuormituksen määrä säilyy kuitenkin ennallaan. Haulien leviämisalueen pienentämisen lisäksi tarvitaan tämän vuoksi yleensä myös muita menetelmiä haitta-aineiden hallinnan parantamiseksi.

Leviämisaluetta voidaan pienentää maaston muotoilulla tai rakenteilla, kuten verhoilla, verkoilla ja seinämillä. Maaston muotoilu tarkoittaa käytännössä vallia, joka katkaisee haulien lentoradan, tai ampumapaikan maanpinnan tason laskemista riittävän alas, jolloin haulit lentävät ylämäkeen ja siten lyhyemmän matkan, taikka näiden yhdistelmää. Rakenteellinen ratkaisu voi olla joko itsenäinen seinämä tai verkko tai maaston muotoiluun yhdistettävä rakenne, kuten vallin päälle rakennettava korotusseinämä tai -verkko. Olennaista on, että rakenteet sijoitetaan mahdollisimman lähelle ampumapaikkaa ja niiden korkeus on riittävä.

Haulien leviämisalueen pienentämisestä vallin ja korotusrakenteen avulla on laadittu ohjeellinen mallisuunnitelma, joka on liitteenä E2.

### Maaston muotoilu

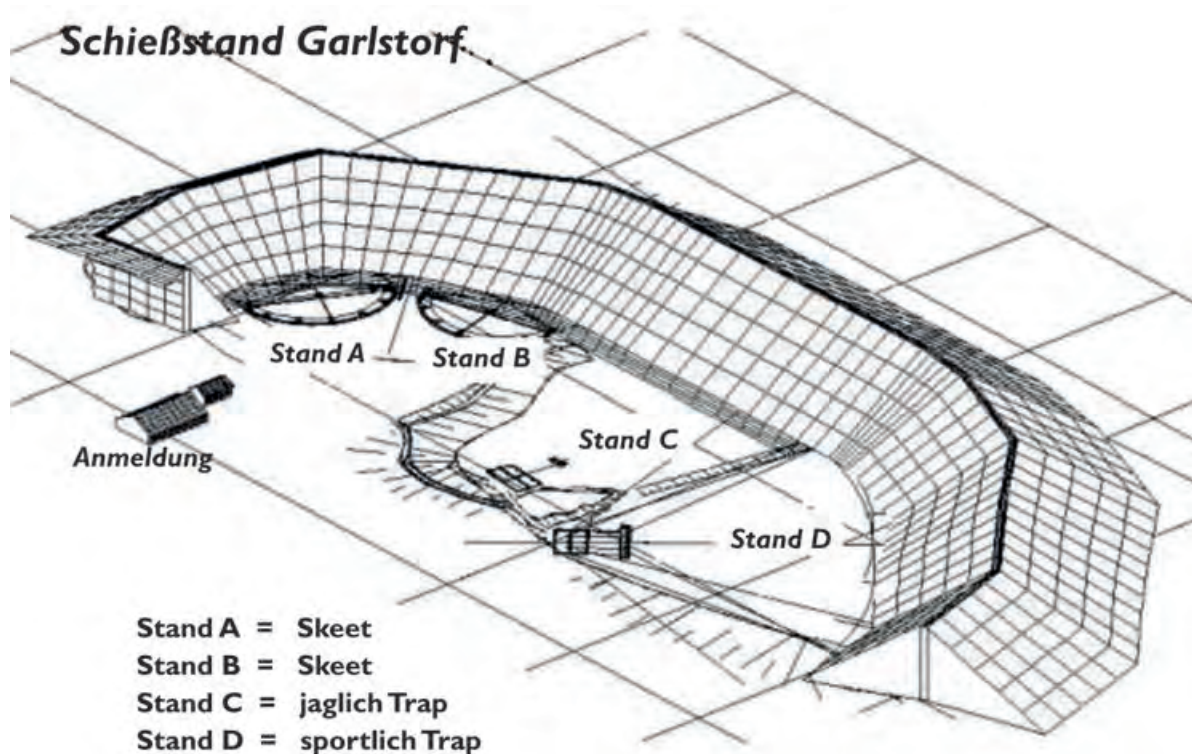
Mikäli maasto on tasainen ja puuton, voi yhdeltä skeet- tai trap-ampumaradalta levitä haitta-aineita haulien mukana noin 5 hehtaarin alueelle (50 000 m<sup>2</sup>). Haitta-aineiden leviämisaluetta haulikkoradoilla voidaan pienentää maaston muotoilulla.

Suomessa haulikkoradan maastonmuotoilua on hyödynnetty useilla radoilla, kuten Nokian seudun ampujien ampumaradalla Nokialla ja Hälvälän ampumaradalla.

Nokian ampumaradan maavalli on rakennettu vuonna 2005 ja se on pinnoitettu käytöstä poistetulla paperikoneen viiralla haulien keräämiseksi (Kuva 5.16.). Taustavalli on sijoitettu noin 150 metrin etäisyydelle ampumapaikasta ja sen korkeus on 4,5 metriä ampumakorkeudelta mitattuna. (Väyrynen 2011)



Kuva 5.17. Nokian haulikkoampumaradan taustavalli (kuva Ramboll Finland Oy).



Kuva 5.18. Periaatekuva Garlstorfin ampumaradan taustavalleista (Schießstand Garlstorf gGmbH 2011).

Saksassa Garlstorfin ampumaradalla on rakennettu vuonna 2000 massiiviset vallirakenteet skeet- ja trap-ammuntaa varten. Periaatekuva valleista on esitetty kuvassa 5.18.

Myös Italiassa Lonaton ampumaradalla on rakennettu verkkopäällysteiset maa-vallit pysäyttämään haulit (Kuva 5.19.). Lonatossa vallin alareuna on noin 90 metrin etäisyydellä ampumapaikoista. Vallin korkeus on noin 23 metriä. Vallin etureunassa on verkko, jonka alapuolella on PVC-muovia varmistamassa haulien pysähtymisen ja talteenoton. Myös vallin alareunassa on PVC-muovi, joka estää kasvuston kasvamisen ja josta haulit voidaan kerätä talteen. Haulit kerätään vallien alareunasta noin 6 kuukauden välein. Alareunan edessä on matala etuvalli, jolla on lähinnä maisemoiva tehtävä. (Aarrekiivi 2011) (Bufi ym. 2007)

Italiassa vastaavia valleja on myös Bonate Sopran ja Belvederen haulikkoampumaradoilla. Bonate Soprassa vallin korkeus (12 metriä) ei ole riittävä ja Belvederessä haulit ovat osittain rikkoneet vallin pinnassa olevan kankaan. Molemmilla radoilla on ongelmia haulien keräyksessä, sillä vallien alapuoliset kourut tukkeutuvat nopeasti savikiekkosirpaleista. (Bufi ym. 2007)

Vallirakenteen riittävä korkeus riippuu alueen olemassa olevista maaston muodoista ja vallin etäisyydestä ampumapaikalta. Garlstorfin ampumaradalla vallien korkeus on 18...24 metriä (Schießstand Garlstorf gGmbH 2011). Tarvittavan maa-aineksen määrä on erittäin suuri; Garlstorfin ampumaradalla tarvittiin neljän ampumaradan yhtenäiseen vallirakenteeseen 120 000 m<sup>3</sup> maa-ainesta.





Kuva 5.19. Vallirakenna Lonaton ampumaradalla Italiassa (A.S. Trap Concaverde, Gallery).

### Verkot ja seinämät

Vallien sijasta tai vallien kanssa yhdessä voidaan käyttää myös verkkoja tai seinämiä, jotka pysäyttävät haulit. Verkkojen ja seinämien käyttäminen vallien lisänä vähentää tarvittavan maa-aineksen määrää huomattavasti.

Bettolinon ampumaradalla Trezzanossa, Italiassa, on valmiudet asentaa verkot, jotka pysäyttäisivät haulit. Verkot voidaan kiinnittää 14 metrin korkuisissa pylväissä kiinni oleviin teräsvaijereihin. Pylväiden etäisyys ampumapaikalta vaihtelee 80 metristä 142 metriin. Verkkojen korkeus ei kuitenkaan ole riittävä haulien pysäyttämiseen kyseisellä etäisyydellä ampumapaikasta. Haulinkeräystä varten pylväiden eteen on asennettu kouru, johon tippuvat haulit voidaan tulevaisuudessa kerätä automatisoidusti. (Bufi ym. 2007)

Italian Valle Olonassa Faganon ampumaradalla on vallien (korkeus 6 m) päällä verkot (korkeus 5 m). Italiassa vastaavia rakenteita on myös Il Campanillen, Arlunesen ja Madonna Del Boscon ampumaradoilla, jossa myös vallit on katettu polyeteenillä. Millään edellä mainituilla radoilla rakenteen yhteiskorkeus ei ole riittävä ja verhomateriaali ei ole kestävä, tai verhojen väleissä on rakoja. (Bufi ym. 2007)

Italiassa on esitetty vallien ja viirojen yhdistelmien malliratkaisuja, jotka ovat nykyisistä ratkaisuksista paranneltuja. Ensimmäisessä ratkaisutyypissä (kaksi mallisuunnitelmaa) haulit pysäytetään, kun ne ovat ylittäneet lakipisteensä ja ovat tippumassa. Rakenne, joka koostuu vallista ja verkosta, on yhteensä 19 (23) metriä korkea ja sen etäisyys ampumapaikalta on 120 (125) metriä. Toisessa italialaisessa malliratkaisussa haulit pysäytetään niiden lakipisteen kohdalla, noin 95 metrin etäisyydellä ampumapaikasta edellisen kaltaisella rakenteella, jonka korkeus olisi 23 metriä. (Bufi ym. 2007)

Saksalainen O. Luntz GmbH & Co on kehittänyt ShotNet-nimisen patentoidun haulienkeräysjärjestelmän, joka perustuu pylväiden varaan asennettuun, automaattisesti nostettavaan ja laskettavaan monikerroksiseen verkkoon. Valmistajan mukaan haulit läpäisevät verkkorakenteen pintakerroksen ja putoavat verkon poimuun, josta ne on helppo koota talteen. Ratkaisun avulla haulien leviämisaluetta voidaan pienentää 80 %. Verkon korkeus on 16 m. (Shotnet 2013).

### Toiminnallinen tehokkuus ja ympäristövaikutukset

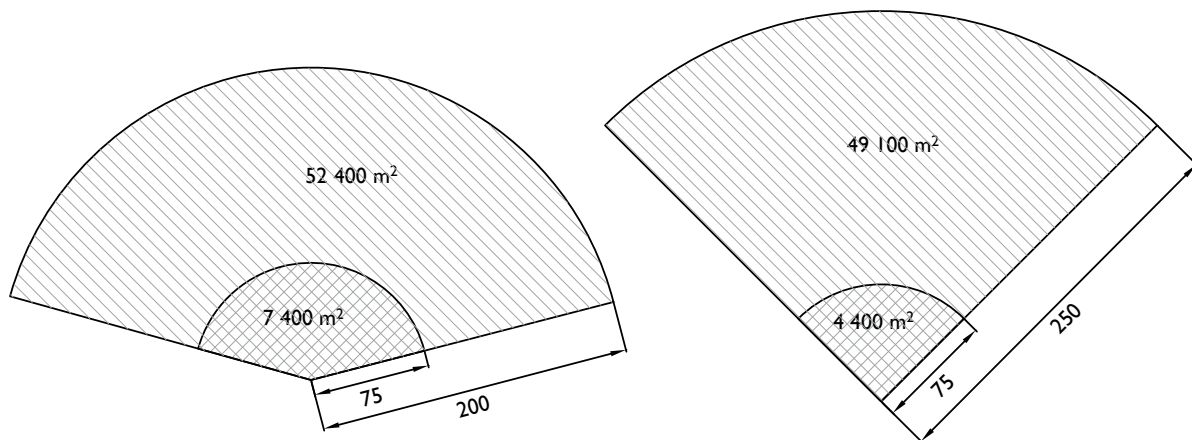
Mikäli ampumapaikka on muuta maastoa alempana tai ampumapaikkoja ympäröivät korkeat maavallit, seinämät, verhot tai niiden yhdistelmät, voi haitta-aineiden leviämialue pienentyä merkittävästi. Parhaimmillaan leviämialue voi kutistua noin kymmenesosaan verrattuna tilanteeseen ilman suojausrakenteita. Havainnekuva haulien leviämialueen pienenemisestä skeet- ja trap-radoilla on esitetty kuvassa Kuva 5.20.

Riittävän korkeiden maavallien avulla voidaan kerätä haulit talteen erittäin tehokkaasti. Lonaton ampumaradalla Italiassa saadaan talteen 96 % ammutuista hauleista. Osa hauleista lentää edelleen vallirakenteen yli. (Aarrekiivi 2011)

Jotta sadevedet eivät pääsisi huuhtomaan hauleja, tulee niiden keräys vallien ja verhojen edustoilta järjestää tehokkaasti tai estää veden imeytyminen pinnoitteen avulla ja huolehtia vesien hallinnasta.

Nokian ampumaradalla haulienpysäytysvallin on todettu vaimentavan myös ympäristöön kantautuvaa melua. (Väyrynen 2011)

Nykyisellään Nokian ampumaradan matalahkon maavallin arvioidaan pysäyttävän ammutuista hauleista noin 55 %. Haulien on todettu pomppaavan rakenteen pinnalta, minkä vuoksi vallin alaosaan rakennetaan keräyskouru.



Kuva 5.20. Haulien leviämialueen pieneneminen skeet- ja trap-radoilla (esteen etäisyys 75 metrin etäisyydellä ampumapaikasta).

### Soveltuvuus

Maaston muotoilulla voidaan tehokkaasti pienentää haulien leviämisaluetta erityisesti uusilla ampumaradoilla, jolloin maaston muotoilu voidaan ottaa huomioon koko alueen suunnittelussa. Verho-, verkko- sekä vallin ja verkon yhdistelmäratkaisut soveltuvat käytettäväksi kaikilla haulikkoradoilla.

Korkeiden, sään vaihteluja kestävien verho-, verkko- ja seinämärakenteiden pystyttäminen on teknisesti ongelmallista, minkä vuoksi yhdistetyn maavalli- ja verkko- tai verhorakenteen toteuttaminen on suositeltavaa.



## Kustannukset

Yhdelle haulikkoampumaradalle tarvittavan maavallin pituus on noin 100 metriä, mikäli se voidaan sijoittaa noin 75 metrin etäisyydelle ampumapaikoista. Tällöin 20 metriä korkean vallin rakentamiseen tarvitaan noin 60 000 m<sup>3</sup> maa-ainesta (noin 3 000 perävaunullista kuorma-autoa). Vaikka maa-aines saataisiin ilmaiseksi paikalle kuljetettuna, rakentamiseen kelpaavana ylijäämämaana, muodostuisi maanrakennustyöstä kuitenkin huomattavat kustannukset. Esimerkiksi yksikköhinnalla 1,5 euroa/m<sup>3</sup>, maanrakennustyön hinnaksi tulisi noin 90 000 euroa. Mikäli soveltuvaa ylijäämämaata ei lähialueelta ole saatavilla, maanrakennustyön hinta voi nousta satoihin tuhansiin euroihin.

Liitteen E2 mallisuunnitelman mukaisen, 23 m korkean valli- ja verkkoyhdistelmän kustannukset ovat noin 300 000–600 000 euroa, riippuen maavallin ja verkon keskinäisistä korkeussuhteista ja maa-aineksen hinnasta.

Pelkän verkkoratkaisun, kuten esimerkiksi ShotNet-järjestelmän, hinnasta Suomessa ei ole tietoa.

Yhteenveto haitta-aineiden leviämisen estämisestä haulikkoradoilla

| Tekniikka                         | Kuvaus   | Haitta-aineiden hallinta (tehokkuus ja luotettavuus, haitta-ainepitoisten vesien syntyminen, haitta-aine-pitoisen pölyn syntyminen) | Saatavuus / toteutettavuus  | Arvio menetelmän soveltuvuudesta ampumaratojen ympäristövaikutusten hallintaan                                   |
|-----------------------------------|--|---|---|--|
| Maaston muotoilu, valli-rakenteet | Maaston muotoilulla (vallirakenne) pienennetään haulien leviämisaluetta. Valli voidaan pinnoittaa, jolloin haulit kerääntyvät helpommin vallin alalaitaan.                     | Kuormittuva alue pienenee, mutta kokonaisuoritus säilyy ennallaan ellei haulieja säännöllisesti poisteta vallin alaosaan.           | Vaatii suuren määrän maa-ainesta. Edellyttää asiantuntijan laatimaa suunnitelmaa.   | Soveltu hyvin. Mahdollista toteuttaa yhdistettynä maavalli- ja verkko- tai seinämärakenteena.                    |
| Verkot ja seinämät                | Haulien leviämisaluetta pienennetään pystysuorilla verkoilla tai seinämillä. Haulit voidaan kerätä verkon tai seinämän alta. Keräystä voidaan helpottaa maan pinnoittamisella. | Kuormittuva alue pienenee, mutta kokonaisuoritus säilyy ennallaan ellei haulieja säännöllisesti poisteta vallin alaosaan.           | Toistaiseksi heikohko, olemassa olevat ratkaisut pääosin kohdekohtaisesti suunniteltuja ja toimivuudeltaan vaihtelevia. Edellyttää asiantuntijan laatimaa suunnitelmaa. | Soveltu, mutta kaupallisten ratkaisujen puuttuessa kotimaan markkinoilta ratkaisu ei ole helposti käytettävissä. |

Liitteenä E2 on ohjeellinen mallisuunnitelma haulien leviämisalueen pienentämisestä valli- ja verkkoratkaisun yhdistelmällä.

### 5.2.2

## Haitta-aineiden kulkeutumisen estäminen

### Maan pinnoitus ja haulien keräys

Haitta-aineiden kulkeutumista kuormittuvalta alueelta maaperään ja edelleen pohjaveteen voidaan hallita pinnoituksella, joka estää veden imeytymisen maahan. Materiaalina voidaan käyttää esimerkiksi asfalttia tai soveltuvaa kalvomateriaalia. Maaperän pinnoituksesta laajassa mittakaavassa haulikkoradoilla ei tiettävästi ole Suomessa kokemuksia.

Haulikkoradan pinnoittamista asfaltilla on käsitelty liitteenä E3 olevassa ohjeellisessa mallisuunnitelmassa.

### Toiminnallinen tehokkuus ja ympäristövaikutukset

Kun haulien leviämisalue pinnoitetaan, voidaan alueelle kerääntyvät vedet kerätä hallitusti tiivistä pintaa pitkin ja tarvittaessa käsitellä. Vesien hallinnan avulla vähennetään haitta-aineiden kulkeutumisriskejä ympäristöön merkittävästi.

Pinnoitetulta alueelta haulit ja kiekon sirpaleet voidaan kerätä talteen esimerkiksi harjakoneen avulla. Pinnoitus ja haulien säännöllinen poistaminen estävät tehokkaasti maaperän pilaantumista, myös siinä tapauksessa että pinnoite tehdään vettä läpäisevästä materiaalista.

Alueen pinnoitus edellyttää että puusto ja muu kasvillisuus poistetaan. Puuston poisto voi vaikuttaa ympäristöön ampumamelua lisäävästi. Lisäksi akustisesti kova pinnoite, esimerkiksi asfaltti, saattaa lisätä ympäristöön kulkeutuvaa ampumamelua. Mikäli alueen pinnoitusta harkitaan, tulee ensin selvittää ratkaisun mahdolliset vaikutukset meluun ja melunhallinnan edellyttämien toimenpiteiden tarve alueella.

### Soveltuvuus

Maan pinnoittamisella voidaan tehokkaasti estää maaperän pilaantumista erityisesti uusilla radoilla. Uusilla radoilla koko alueen suunnittelussa voidaan huomioida maaperän pinnoittamistarve ja tarkoituksenmukaisella tavalla yhdistää pinnoitus muihin päästöjen hallintamenetelmiin, kuten maaston muotoiluun tai verkko- tai seinämäratkaisuihin, jolloin pinnoitettavan alueen pinta-ala voi pienentyä huomattavasti.

### Kustannukset ja ylläpito

Kustannukset riippuvat oleellisesti pinnoitettavan alueen koosta, vesien keräysmenetelmästä, ennen pinnoitusta tehtävistä pohjatöistä ja valittavasta pinnoitustavasta.

Mikäli yhden haulikkoradan koko haulien leviämisalue pinnoitetaan asfaltilla, ovat pelkän asfalttoinnin kustannukset noin 150 000 euroa. Lisäksi tulevat pohjatyöt ja vesien johtaminen, jolloin kokonaiskustannukset nousevat useisiin satoihin tuhansiin euroihin. Jos pinnoitettavan alueen kokoa pystytään pienentämään rajoittamalla haulien lentorataa, laskevat kustannukset suunnilleen pinnoitettavan alueen pienentämisestä vastaavasti. Asfalttia voidaan pitää melko huoltovapaana rakenteena. Muilla materiaaleilla maan pinnoituksen kustannustietoja ei ole saatavilla.

Yhteenveto haitta-aineiden kulkeutumisen estämisestä haulikkoradoilla

| Tekniikka      | Kuvaus  | Haitta-aineiden hallinta (tehokkuus ja luotettavuus, haitta-ainepitoisten vesien syntyminen, haitta-ainepitoisen pölyn syntyminen)   | Saatavuus / toteutettavuus  | Arvio menetelmän soveltuvuudesta ampumaratojen ympäristövaikutusten hallintaan   |
|----------------|---|--|---|--|
| Maan pinnoitus | Haulien leviämisalue pinnoitetaan. Pinnoitukseen voidaan käyttää esim. asfalttia, kalvoa tai muovia. Pinnoitetulta alueelta voidaan kerätä haulit esim. harjaamalla käsin tai koneella. | Pinnoitus ja haulien keräys estää kuormitusta ja kulkeutumista. Pinnoitetulta alueelta voidaan lisäksi kerätä vedet käsittelyyn, jolloin haitta-aineiden kulkeutuminen estyy kokonaan. | Hyvä. Pinnoitusta voi rajoittaa maaston muoto ja puusto tai kivisyys. Pinnoitus voidaan yhdistää valli- tai verkko/seinämäratkaisuun, jolloin pinnoitettavan alueen ala pienenee ja toteutettavuus paranee. | Pinnoituksen toimivuus riippuu maaston topografiasta. Ei suositella laajoille alueille, mutta yhdistettynä haulien leviämisalueen rajoittamiseen voi soveltua. Veden hallinta laajalla pinnoitetulla alueella voi olla haastavaa. Pinnoittamisen mahdolliset vaikutukset meluun tulee selvittää suunnittelun yhteydessä. |

Pinnoitusrakenne voi olla esim. asfaltti, josta on laadittu ohjeellinen mallisuunnitelma, liite E3.

## Vesien hallinta ja käsittely

Vesien hallinta voidaan haulikkoradoilla toteuttaa pääosin samoin menetelmin kuin luotiaseradoillakin. Suuremman hallittavan pinta-alan vuoksi järjestelmät tulee mitoittaa selvästi suuremmille vesimäärille, mikä heijastuu myös kustannuksiin.

### Vesien keräys

Vesien hallittu keräys haulikkoradoilla on tehokas keino vähentää haitta-aineiden aiheuttamaa ympäristökuormitusta. Vesien keräys voidaan toteuttaa ojituksin, salaojin ja maaston muotoilulla silloin, kun maaperä on huonosti vettä johtavaa. Hyvin vettä johtavassa maaperässä vesien keräys on erittäin haastavaa suuren pinta-alan vuoksi. Käytännössä tarvittaisiin esimerkiksi kalvo salaojakerroksen alapuolelle, jotta vesi ei pääsisi imeytymään maaperään.

### Vesien käsittely suodattamalla

Kun haulikkoradalla on toteutettu vesien keräys, on vesien käsittely samankaltaista kuin luotiaseradoilla. Vesien käsittelyä suodattamalla on käsitelty kappaleessa 5.1.3 Haulikkoradalla haastavuutta lisää suuri käsiteltävän veden määrä, mikä tulee huomioida järjestelmien mitoituksessa.

### Vesien käsittely laskeuttamalla

Vesien käsittelyä laskeuttamalla on käsitelty kappaleessa 5.1.3. Haulikkoradalla haastavuutta lisää suuri käsiteltävän veden määrä.

### Toiminnallinen tehokkuus ja ympäristövaikutukset

Menetelmien tehokkuus ja vaikutukset ympäristöön ovat järjestelmän ollessa mitoitettu haulikkoradan vesimäärän mukaisesti, vastaavat kuin luotiaseradoilla. Asiaa on käsitelty kappaleessa 5.1.3.

### Soveltuvuus

Vesien keräily sopii parhaiten radoille, joissa maaperä on huonosti vettä johtavaa, jolloin vedet saadaan tehokkaasti kerättyä ojituksin ilman tiivisrakenteita.

Mikäli maaperä on hyvin vettä johtavaa, imeytyy vesi nopeasti maaperään, eikä pelkillä ojituksilla ilman tiivisrakenteita päästä hyviin tuloksiin.

### Kustannukset

Koko haulikkoradan kattavan vesienkeräys- ja käsittelyjärjestelmän kustannustietoa ei ole saatavilla. Ojituksin toteutettavan keräysjärjestelmän kustannukset ovat kohtuullisen alhaiset, samoin kuin laskeutukseen perustuvan käsittelyn. Kemiallisen vesienkäsittelyjärjestelmän kustannukset nousevat selvästi luotiaseradan kustannuksia korkeimmiksi. Oulunsalon haulikkoradalle on toteutettu tiiviin kalvon päälle asennettaviin salaojaputkiin perustuva vesienkeräysjärjestelmä ja CFH 12-raesuodatuksen perustuva käsittelyjärjestelmä. Kustannukset ilman suunnittelua olivat noin 9 000 €, kun toteutusalueen pinta-ala on noin 2 000 m<sup>2</sup>. Tämä on vain murto-osa koko radan pinta-alasta, mutta antaa viitteitä järjestelmän toteuttamiskelpoisuudesta esimerkiksi eniten kuormittuneilla osa-alueilla tai yhdistettynä haulien putoamisalueen pinta-alan rajoittamiseen.

## Yhteenveto vesien hallinnasta ja käsittelystä haulikoradoilla

| Tekniikka   | Kuvaus  | Haitta-aineiden hallinta (tehokkuus ja luotettavuus, haitta-ainepitoisten vesien syntyminen, haitta-ainepitoisen pölyn syntyminen)                   | Saatavuus / toteutettavuus   | Arvio menetelmän soveltuvuudesta ampumaratojen ympäristövaikutusten hallintaan   |
|---|---|--|--|--|
| Vesienhallinta ja haitta-ainepitoisten vesien puhdistus | Ampumaradan ympäristön vedet ohjataan pois rata-alueelta. Rata-alueen hauleilla kuormittuvan osan sadevedet kerätään ojituksella, maaston muotoilulla ja salaojin altaaseen tai muuhun koontipaikkaan. Veden laatua tarkkaillaan ja tarvittaessa vettä puhdistetaan. Jos maaperä on vettä läpäisevä, edellyttää tiivistä pohjarakennetta salaojakerroksen alle. | Veden keräys estää kulkeutumista. Laaja alue hankaloittaa keräystä ja heikentää tehokkuutta. Suuri vesimäärä vaikeuttaa mitoittamista ja käsittelyä. | Vesien koonti laajalta alueelta vaikeaa, onnistuu lähinnä ojittamalla. Pääasialliselle haulien putoamisalueelle voidaan tehdä kalvo- tai muu tiivistysrakenne. Edellyttää asiantuntijan laatimaa suunnitelmaa. | Soveltuvuus koko rata-alueelle on varsin heikko mutta soveltuu hyvin käytettäväksi rajoitetulla osa-alueella. Käsittelymenetelmät kuten yllä luotiase-ratojen osalta, mutta suurempi vesimäärä huomioitava suunnittelussa. |

### 5.3

## Kehitteillä olevat menetelmät

### 5.3.1

## Haitta-aineiden liukoisuuden vähentäminen

Lyijyn liukoisuutta voidaan vähentää säätämällä taustavallin pH:ta välille 6,5–8,5 ja lisäämällä sen hienoainespitoisuutta tai orgaanisen aineksen määrää. Neutraalissa ja lievästi emäksisessä pH:ssa lyijyn sitoutuminen maaperän hienoainekseen ja orgaaniseen ainekseen on voimakkaampaa. Maaperän pH:n säätöön voidaan käyttää kalkkia. (U.S. Army Environmental Center 1998).

Taustavallin kykyä sitoa lyijyä voidaan parantaa esimerkiksi lisäämällä savea hiekkamaan sekaan. Ampumaradoille soveltuva savilaji on esimerkiksi bentoniitti. (U.S. Army Environmental Center 1998)

Haitta-aineet voidaan yrittää sitoa tiukemmin taustavalliin lisäämällä iskemäkohtaan ja taustavallin etureunan pintakerrokseen reaktiivisia materiaaleja. Norjan puolustusvoimissa reaktiivisena materiaalina on testattu muun muassa rautajauhetta, oliviinia, alginaattia ja luujauhoa (Nikula ym. 2005), sekä apatiittia ja CFH 12 -raetta. Lupaavimmiksi ovat osoittautuneet rautajauhe ja CFH 12 -rae.

Lyijyn sitomiseen voidaan käyttää myös fosfaattia. Eri fosfaattiyhdisteiden välillä on suuria eroja haitta-aineiden sitomisen suhteen ja kaikki fosfaatit eivät sovellu lyijyn sitomiseen.

PIMS (Phosphate-induced metal stabilization) on fosfaattisia lisäaineita käyttävä menetelmä joka on kehitetty maaperän haitta-aineiden in situ-käsittelyyn. PIMS-menetelmässä käytetään Apatite IITM:ta (U.S. patent no. 6,217,775). Apatite II voi sitoa itseensä lyijyä 17 % painostaan, jolloin lyijy saostuu pyromorfiitiksi. (Wright ym. 2004) Apatite II sitoo itseensä melko tehokkaasti myös antimonia, kuparia ja sinkkiä sekä kohtalaisesti nikkeliä. (Stevenson ym. 2003)

Suomessa apatiittia louhitaan Siilinjärven kaivoksessa. Apatiittia käytetään lannoitteena. Apatiittikaivoksen rikastushiekan soveltuvuutta lyijyn liukoisuuden vähen-

tämiseen on tutkittu Helsingin yliopistossa. Käsittelemätön rikastushiekka vähensi vesiliukoisen lyijyn pitoisuutta. (Venäläinen 2011)

Yhdysvalloissa on tehty laboratoriomittakaavan koe, jossa on simuloitu sateen vaikutusta fosfaattisia lisäaineilla käsiteltyihin maa-aineksiin. Kokeita suoritettiin kahdella eri pH-arvolla: neutraali ja hapan. Lisäksi kokeiltiin maa-aineksiin eri annostusta: 1 % ja 5 % kaliumfosfaattia sekä 1 % ja 5 % hydroksyyliapatiittia. Simuloinnin aikana tutkittiin niin pintavesien kuin suotovesienkin lyijypitoisuutta. Kokeet osoittivat, ettei lyijyn sitominen fosfaattien avulla ollut tehokasta. (Larson ym. 2004). Norjan puolustushallinnon selvitykset ovat antaneet viitteitä siitä että apatiitti lisää antimonin liukoisuutta.

Taustavalliin voidaan rakentaa myös reaktiivinen kerros, jonka läpi vesi suotautuu ja sen sisältämät metallit jäävät kiinni reaktiiviseen kerrokseen (sorptio). Kerroksia voi olla useita ja niissä metallit sitoutuvat tiukasti rakenteisiin kemiallisin sidoksiin.

Haulikkoradoilla maaperäolosuhteiden muuttaminen esimerkiksi pH:ta säättämällä on mahdollista samoin kuin luotiradoillakin.

Maaperäolosuhteiden muuttaminen voidaan yhdistää muihin menetelmiin, kuten hiekkaloukkuun.

### **Toiminnallinen tehokkuus ja ympäristövaikutukset**

Pohjavesialueilla reaktiivisten materiaalien mahdolliset vaikutukset pohjaveden laatuun tulee selvittää perusteellisesti ennen menetelmän käyttöä.

Vaikka maaperän pH:n nostaminen neutraaliksi vaikuttaa lyijyn kulkeutumista vähentävästi, se voi lisätä huomattavasti antimonin liukenemista maaperästä, sillä antimonyyhdisteet ovat yleensä sitoutuneena maa-ainekseen happamissa olosuhteissa, ja liukenevat kun pH nousee neutraaliksi tai emäksiseksi (Johansson ym. 2005). Hienoaineksen lisääminen kasvattaa pintavalunutta ja sen myötä pintavesivaikutukset voivat lisääntyä.

Reaktiivisten materiaalien lisäämiseen luoteja tai hauleja sisältävään maa-ainekseen liittyy riskejä, kun eri metallien reaktiomekanismeja ei tarkkaan tunneta. Joidenkin selvitysten mukaan luotien liukoisuus jopa lisääntyy raudan lisäämisen myötä (Hurley 2013).

Fosfaattiyhdisteiden käytöstä voi aiheutua pintavesien rehevöitymis- ja pohjavesien pilaantumisriski, sillä liukoisen fosfaatin määrän on todettu lisääntyvän maa-aineksesta suotautuvassa vedessä huomattavasti fosfaattiyhdisteiden lisäyksen myötä. (Larson ym. 2004) (Dermatas ym. 2008)

Lisäksi lyijyn reaktiot fosfaattiyhdisteiden kanssa ovat suuresti pH-riippuvaisia ja saattavat tarvita happamat olosuhteet toteutuakseen. Happamissa olosuhteissa lyijyn liukenevuus on suurempaa, minkä vuoksi tutkimuksissa ei saatu lyijypitoisuuksia laskemaan riittävästi, vaikka osa liukoisesti lyijystä sitoutuikin fosfaattiin. (Dermatas ym. 2008)

Apatiite IITM valmistetaan kalanperkuujätteestä, minkä vuoksi sen käyttöä voidaan pitää jätemateriaalin uusiokäyttönä, joka säästää luonnonvaroja. Myös suomalaisen Siilinjärven apatiittikaivoksen rikastushiekan hyödyntäminen olisi materiaalin uusiokäyttöä. Apatiitin toimivuus muiden metallien kuin lyijyn sitomisessa on kuitenkin kyseenalaista.

Fosfaattiyhdisteiden toimivuus riippuu useasta tekijästä eikä ratkaisu siten sovellu yksinään pinta- ja pohjavesien suojaukseen.

Haulikkoradoilla käsiteltävän alueen pinta-ala olisi huomattavasti suurempi kuin luotiradoilla. Yhdellä radalla maanpintaa voitaisiin joutua käsittelemään (pinnan rikkominen ja seosaineen sekoittaminen pintakerrokseen) noin 50 000 m<sup>2</sup> alueella. Maaperän käsittelyllä näin suurella alueella ja sen ympäristössä voi olla huomattavia negatiivisia vaikutuksia esimerkiksi antimonin liukoisuuden kasvaessa tai fosforikuormituksen lisääntyessä.

Humuskerroksen kemiallisen tilan muuntaminen voi vanhoilla ampumaradoilla vapauttaa humukseen sitoutuneita haitta-aineita. Humuskerroksen poistaminen tai muuttaminen pH:n säädön yhteydessä voi vanhoilla ampumaradoilla aiheuttaa negatiivisia vaikutuksia luontaiseen sitoutumiseen.

### **Soveltuvuus ja turvallisuus**

Menetelmien käyttö edellyttää vielä lisäselvityksiä.

Saven sekoittaminen hiekkaan heikentää materiaalin mekaanisia ominaisuuksia, jolloin pysyvyys jyrkässä luiskassa heikkenee ilman lisätoimenpiteitä (esim. geovahvisteita). (Nikula ym. 2005). Kun hiekkaan lisätään reaktiivisia materiaaleja, voivat sen kimmoisuusominaisuudet muuttua ja kimmokeriskin mahdollisuus kasvaa. Hiekan sekaan sekoitettuna savi voi haitata luotien erottelua maa-aineksesta. (Nikula ym. 2005)

Haulikkoradoilla maaperän käsittelyllä ei katsota olevan haitallisia vaikutuksia ampumistapahtumaan tai turvallisuuteen alueella.

### **Kustannukset ja ylläpito**

Yhdysvalloissa on toteutettu ampumaradan kunnostus PIMS-menetelmällä (Apatite IITM) vuonna 2002. Apatite IITM:n sekoittaminen ja muut kenttätyöt kestivät 2 viikkoa. Kunnostetun maa-aineksen määrä oli noin 2 300 m<sup>3</sup>. Kunnostuksen kokonais hinta oli noin 64 000 USD. Käsitellyt maa-ainekset levitettiin ampumarata-alueelle ja peitettiin pilaantumattomalla maa-aineksella. Hinta ei sisältänyt maa-aineksen siirtoa, seulontaa ja taustavallin uudelleenmuotoilua. Kunnostuksessa käytettiin 80 tonnia Apatite IITM-reagenssia ja sen hinta oli 18 000 USD. Apatite IITM-reagenssin rahdin hinta (Yhdysvaltojen sisällä) oli 24 000 USD. (Wright ym. 2004) Nykyisellään Apatite IITM:n minimihinta (20 tonnin erä) on 13 500 USD (9 855 €). Hinta vaihtelee sesongeittain, eikä sisällä rahtikuluja tai käsittelykuluja. (Inc. PIMS NW) Rahtikulut voidaan olettaa merkittäviksi, sillä reagenssi valmistetaan Yhdysvalloissa.

Apatiittikaivoksen rikastushiekan käyttö olisi suhteellisen edullista verrattuna kaupalliseen Apatite II-reagenssiin. Jauhemaisten lannoiteapatiitin hinta on noin 150 €/t ja rikastushiekkaa voisi olla mahdollista saada kuljetusmatkasta riippuen tätäkin edullisemmin suoraan kaivokselta.

Maaperän pH:n säätö kalkilla on edullista. Kalkkia on helposti saatavissa ja sen hinta on pienehköissä erissä noin 250 €/t. Haulikkoradoilla kalkin levityksestä aiheutuu käsiteltävän alueen suuren pinta-alan vuoksi kustannuksia, mikäli levitys tehdään koneellisesti tai ostotyönä. Levitys on kuitenkin mahdollista toteuttaa esimerkiksi talkootyönä.

Bentoniittijauheen hinta on pienissä erissä toimitettuna noin 350 €/t. (Hopponen J.)

Tarvittavan kalkin tai fosfaatin määrää ei ole ampumaradoille luotettavasti arvioitu, vaan arviot ovat erittäin karkeita suuruusluokka-arvioita.

#### 5.3.2

### **Korvaavien materiaalien käyttö**

Ampumaratojen haitta-ainepäästöjä ja niiden ympäristövaikutuksia voidaan rajoittaa korvaamalla luotien ja haulien sekä kiekkojen perinteisiä materiaaleja materiaaleilla, jotka sisältävät tavanomaista vähemmän haitta-aineita tai aineita, jotka ovat ympäristölle perinteisiä materiaaleja haitattomampia. Erityisesti haulikkoradoilla, joilla haulien talteenotto on hankalaa, voitaisiin haitattomien materiaalien valinnalla vähentää ympäristökuormitusta merkittävästi.

Luodeissa lyijy on mahdollista korvata muilla metalleilla. Tällaisia ovat mm. teräs, kupari, alumiini ja volframi. Esimerkiksi volframiluoteja on pidetty eräänä ratkaisuna korvaamaan nykyiset lyijyluodit. Volframiluodeissa on 91 % volframia, 6 % nikkeliä ja 3 % kobolttia. (Qvarfort ym. 2006) (Kalinich ym. 2005)



Hauleissa, samoin kuin luodeissa, lyijy on mahdollista korvata muilla metalleilla, kuten teräs, vismutti, volframi, tina ja sinkki sekä näiden seokset. Lyijyttömiä haulikon patruunoita myydään yleisesti Suomessa metsästyskäyttöön. Teräshauleja käytetään savikiekkoomunnassa muutamissa Euroopan maissa. (AFEMS 2002)

Haulikkoammunnassa käytettävien savikiekkojen PAH-sisältö vaihtelee huomattavasti siten, että bitumista valmistetuissa kiekkoissa niitä on vähemmän kuin kiekkoissa, joiden sidosaine on piki tai terva. Haitta-aineettomien tai haitta-aineita perinteisiä savikiekkoja vähemmän sisältävien kiekkojen käyttö tulee jatkossa todennäköisesti lisääntymään, ja joissain Euroopan maissa korkeita PAH-pitoisuuksia sisältävien kiekkojen käyttö on jo kielletty. Perinteisten savikiekkojen lisäksi Yhdysvalloissa ja Euroopassa on kehitetty myös täysin uusia kiekkomateriaaleja. (AFEMS 2002)

PAH-yhdisteiden pitoisuudet ja jakauma vaihtelevat kiekon materiaalista ja valmistustavasta riippuen huomattavasti. Myös saman valmistajan kiekkoerien välillä on suuria eroja PAH-yhdisteiden pitoisuuksissa. Suomessa valmistettavien Nasta-kiekkojen koostumus on esitetty taulukossa 5.3. Ekokiekkoja ei nykyään valmisteta Suomessa. Taulukon kolmessa ensimmäisessä tulossarakkeessa on Nasta-kiekon teettämät analyysit ja kolmessa viimeistä tulossarakkeessa on tämän selvityksen yhteydessä vuonna 2010 teetetyt analyysitulokset Nasta-kiekoista. Analyysien tutkimustodistukset ovat selvityksen liitteenä B.

Yleisesti käytössä olevien savikiekkojen massasta noin 0,2...2,5 % on tutkimusten perusteella PAH-yhdisteitä. Niin kutsuttujen ekokiekkojen PAH-yhdistepitoisuus on huomattavasti alhaisempi; ekokiekkojen PAH-yhdisteiden kokonaispitoisuus jää alle 0,001 %. Kiekoissa käytettävässä maalissa on pieniä määriä PAH-yhdisteitä.

Taulukko 5.3. PAH-yhdisteet suomalaisen valmistajan savikiekoissa (lähde: Nasta-kiekko Oy), sekä vuoden 2010 analyysitulokset yleisimmin käytössä olevasta kiekosta (Nasta, valmistettu Suomessa), kiekkojätteestä sekä ekokiekosta (Nasta, valmistettu Latviassa).

|                          | Yleisimmin käytössä oleva kiekko (Nasta) mg/kg | Ekokiekko (Nasta) mg/kg | Kiekoissa käytetty maali (Nasta) mg/kg | Kiekkojäte maaperästä (2010) mg/kg | Yleisimmin käytössä oleva kiekko (2010) mg/kg | Ekokiekko (2010) mg/kg |
|--------------------------|--|-------------------------|--|------------------------------------|---|------------------------|
| antraseeni               | 30   | 1,9                     | 0,04                                   | 280                                | 250   | <1                     |
| asenaftteeni             | 12   | 2,5                     | 0,02                                   | 310                                | 350   | <1                     |
| asenaftyleeni            |  |                         |  | 0,5                                | 0,50  | <1                     |
| bentso(a)antraseeni      | 171  | 4,4                     | 0,05                                   | 810                                | 2100  | <0,5                   |
| bentso(a)pyreeni         | 241  | 4,7                     | 0,09                                   | 1200                               | 3300  | 0,2                    |
| bentso(b)fluoranteeni    | 159  | 3,8                     | 0,07                                   | 1500                               | 4100  | <0,3                   |
| bentso(g,h,i)peryleeni   | 27   | 0,4                     | 0,01                                   | 890                                | 2300  | 0,2                    |
| bentso(k)fluoranteeni    | 93   | 1,1                     | 0,04                                   | 620                                | 1600  | <0,2                   |
| dibentso(a,h)antraseeni  | 117  | 2,9                     | 0,05                                   | 150                                | 350   | <0,1                   |
| fenantreeni              | 84   | 11                      | 0,15                                   | 670                                | 880   | <1                     |
| fluoranteeni             | 175  | 4                       | 0,35                                   | 1300                               | 2500  | <0,2                   |
| indeno(1,2,3-cd)pyreeni  | 132  | 2,1                     | 0,05                                   | 870                                | 2500  | 0,1                    |
| kryseeni                 | 102  | 4,8                     | 0,10                                   | 810                                | 1900  | <0,2                   |
| naftaleeni               | 4,40   | 0,76                    | 0,19                                   | 44                                 | 39  | 0,4                    |
| pyreeni                  | 163  | 6,6                     | 0,02                                   | 1200                               | 2300  | <0,2                   |
| <b>YHTEENSÄ (EPA 16)</b> | <b>1420</b>                                    | <b>51</b>               | <b>1,2</b>                             | <b>11000</b>                       | <b>25000</b>                                  | <b>&lt;10</b>          |

## Toiminnallinen tehokkuus ja ympäristövaikutukset

Korvaavien materiaalien valinnassa tulee varmistaa se, että ne eivät aiheuta uusia ympäristöongelmia ampumaradoilla. Monien korvaaviksi ehdotettujen materiaalien ympäristökäyttäytymisestä ja haitallisuudesta on olemassa vain vähän tietoa.

Yleisimmin lyijyä korvaavaksi materiaaliksi esitetään rautaa. Rautaa ei sellaisenaan voida käyttää luotien materiaalina, vaan siihen on sekoitettava muita metalleja ja hiiltä, jolloin sitä kutsutaan teräkseksi. Teräksellä ei itsessään tiettävästi ole ympäristössä haitallisia vaikutuksia. Teräksen ympäristövaikutukset liittyvät lähinnä teräksen valmistukseen. (Qvarfort ym. 2006).

Norjassa on tehty tutkimus lyijyttömien teräsluotien vaikutuksista. Tutkimuksissa on todettu, että teräsluodit luodit vähensivät taustavallin lyijyn ja antimoinin liukoisuutta. Liukoisuuden vähentäminen vähentää myös haitta-aineiden kulkeutumista pohjaveteen. Toinen etu on, että teräsluoteihin siirtyminen vähentäisi haitalliseksi luokiteltavien metallien käyttöä n 70 %. Tutkimuksen perusteella lyijyttömien teräsluotien käytöstä saattaisi olla hyötyä sekä uusilla, että vanhoilla ampumaradoilla. (Qvarfort ym. 2006) (Strømseng ym. 2002) Tutkimuksen aikajänne oli kuitenkin lyhyt. Joidenkin näkemysten mukaan raudan lisääminen luoteja ja hauloja sisältävään maa-ainekseen päinvastoin kiihdyttää luotien ja haulien rapautumista (Hurley, 2013).

Volframien ympäristövaikutuksista ja myrkyllisyydestä on melko vähän tietoa ja tieto on kulkeutumisen ja myrkyllisyyden suhteen osittain ristiriitaista. Vuoteen 2001 asti volframia pidettiin niukkaliukoisena metallina, minkä vuoksi sen katsottiin soveltuvan hyvin lyijyä korvaavaksi metalliksi luodeissa, mutta myöhemmin sen on todettu liukenevan veteen (Clausen ym. 2007). Volframia pidettiin 2000-luvulle asti vain lievästi myrkyllisenä, mutta myöhemmin sen on todettu olevan mahdollisesti syöpävaarallinen (Doust ym. 2007). Eräässä tutkimuksessa volframiseoksesta valmistettujen luotien on havaittu aiheuttavan rotille syöpää ja kasvaimia, mutta tutkimuksissa ei pystytty osoittamaan syöpävaarallisuuden liittyvän suoraan volframiin, sillä volframiseos sisälsi myös pieniä määriä nikkeliä ja kobolttia (Kalinich ym. 2005). Volframialtistuksella on epäilty olevan myös yhteyttä leukemiaan (Begley 2007).

Yhdysvalloissa Camp Edwardsin sotilasampumaradalla on käytetty volframi-luoteja vuodesta 1999 vuoteen 2006. Luodit olivat nylon-päällysteisiä ja sisäosa oli puristettu hienojakoisesta volframijauheesta. Ampumaradan maaperässä on todettu yli 2 000 mg/kg volframipitoisuuksia. Tutkimusten perusteella volframi kulkeutui iskemäkohdista syvemmälle maaperään, jopa 1,5 metrin syvyyteen asti. Ampumaradan maaperän vedellä kyllästymättömään kerrokseen asennettujen lysimetrien vedessä havaittiin jopa 400 mg/l volframipitoisuuksia. Volframien todettiin tutkimuksissa olevan vedessä todennäköisesti liuenneessa muodossa. Volframia todettiin kulkeutuneen myös pohjaveteen, jonka pinta on noin 36 metrin syvyydessä maan pinnasta. Liukoisien volframien arveltiin esiintyvän oksidimuodossa. (Clausen ym. 2007)

Tina muodostaa ympäristössä sekä epäorgaanisia että orgaanisia yhdisteitä. Erittäin organotinayhdisteiden on todettu olevan eliöille myrkyllisiä. Epäorgaaniset tinayhdisteet voivat aiheuttaa keuhkosairauksia partikkelimuotoisina. (Qvarfort ym. 2006)

Vismuttia on käytetty pitkään mm. lääkkeissä, eikä sen ympäristövaarallisuutta ole tutkimuksin todettu. Vismutin on todettu olevan vähemmän myrkyllistä kuin lyijyn. Vismutin on todettu vaikuttavan sukupuolirauhasiin ja sukupuolihormoneihin. (Qvarfort ym. 2006)

Pieninä annoksina kupari on ihmisille, eläimille ja kasveille välttämätön hivenaine. Kupari on kuitenkin erittäin myrkyllistä vesieliöille. (Reinikainen 2007)

Alumiini on maankuoren kolmanneksi yleisin alkuaine ja sitä esiintyy yleisesti myös vesistöissä. Alhainen pH lisää alumiinin liukoisuutta ja pH-tason laskiessa lisääntyy myös toksisimpien alumiiniyhdisteiden osuus kokonaisalumiinista. Alumiini sitoutuu herkästi orgaaniseen ainekseen. (Doust ym. 2007) Ihmiselimistössä

alumiini kertyy erityisesti luustoon ja voi kulkeutua myös aivoihin, istukkaan ja sikiöön. (Begley 2007)

Haulikkoammunnassa hauloja korvaavien materiaalien ympäristö- ja terveysvaikutukset ovat edellä esitetyn kaltaisia. Koska haulien leviämisaalue on suuri, voivat lyijyä korvaavat materiaalit aiheuttaa merkittäviä haittoja, mikäli ne osoittautuvat helposti kulkeutuviksi ja ympäristölle haitallisiksi.

Tämän selvityksen yhteydessä vuonna 2010 tutkittiin Nasta-kiekoista haitta-aineiden kokonaispitoisuuksien lisäksi myös haitta-aineiden vesiliukoisuutta 1-vaiheisella ravistelutestillä. Tutkimusten perusteella maaperässä olevasta kiekkojätteestä ja tavallisista käyttämättömistä kiekeistä liukenee antraseenia, asenafteneia, bentso(a) antraseenia, fenantreenia, fluoranteenia, fluoreenia, kryseeniä, naftaleenia ja pyreeniä. Lisäksi tavallisesta kiekosta liukenee bentso(a)pyreeniä, bentso(b)fluoranteenia ja indeno(1,2,3-c,d)pyreeniä. PAH-yhdisteiden liukoisuus oli kuitenkin vähäinen. Kiekkojätteen PAH-yhdisteistä noin 0,01 % liukenee veteen ja tavallisten käyttämättömien kiekkojen yhdisteistä noin 0,004 %. Niin kutsutusta ekokiekosta ei todettu liukenevan PAH-yhdisteitä määritysrajaa ylittäviä pitoisuuksia. Analyysien tutkimustodistukset ovat selvityksen liitteenä B. Tutkimuksen perusteella molemmat kiekkotyyppit voidaan hävittää sekajätteenä. Kiekonsirpaleiden säännöllinen poisto ei ole tarpeen, vaan niiden poistamisesta tulee huolehtia viimeistään toiminnan loputtua.

### **Soveltuvuus ja turvallisuus**

Ympäristötekijöiden ja hinnan lisäksi materiaalivalintoihin vaikuttavat materiaalin ominaisuudet ammuttaessa ja turvallisuusnäkökohdat.

Teräs- ja lyijyluotien ballistiset ominaisuudet ovat keskenään varsin samankaltaisia, joskin lyijyluoti on tehokkaampi ammuttaessa suurilta etäisyyksiltä (US EPA 2005). Sveitsin puolustusvoimat käyttää rynnäkkökiväärin luotia, jossa on teräsydin. Kova, deformaatiota vastustava ydin aiheuttaa vaipalle suurempaa rasiutusta laukaustapahtumassa, eli käytännössä enemmän kuparipäästöjä ampumapaikalle. Luoti myös kuluttaa aseensa piipun rihlausta enemmän kuin lyijyluoti. Teräsluodit eivät sovellu kaikille vanhemmille aseille. Teräsluotia käytettäessä myös kimmokkeiden vaara kasvaa, sillä teräs ei ole materiaalina yhtä helposti muovautuvaa kuin lyijy. Siten teräsluodit lisäävät varoalueen kokoa ja heikentävät ampumaturvallisuutta. Nykyiset luotiloukkurakenteet ja maalitarvikkeet eivät sovellu teräsluodeille (Nikula ym. 2005). Jotkut teräsluodit voivat olla ominaisuuksiltaan panssaria läpäiseviä, jolloin ne voidaan katsoa ampuma-aselain (1/1998) mukaisiksi erityisen vaarallisiksi patruunoiksi. Tällöin niiden hallussapitoon voidaan antaa lupa (ampumatarvikelupa) vain erityisestä syystä.

Alumiinisydänluoteja (messinkivaippa) käytetään Suomessa jonkin verran ainakin puolustusvoimien taisteluammunnoissa. Lyijyluotiin verrattuna luodin paino ja vaara-alue ovat noin puolet pienempiä. Lento-ominaisuudet vastaavat lyijyluotia lyhyillä etäisyyksillä (alle 300 m).

Kupari ja rauta ovat ominaispainoiltaan lyijyä kevyempiä, minkä vuoksi samanpainoisesta luodista joudutaan valmistamaan lyijyluotia pidempi, mikä puolestaan aiheuttaa epästabiiliutta ampumisessa. Kupari aiheuttaa kerrostumista aseensa piippuun. Kerrostumisen ehkäisemiseksi luoti voidaan päällystää molybdeenisulfidilla. (Qvarfort ym. 2006)

Haulikkoammunnassa kansainväliset savikiekkoammunnan säännöt edellyttävät lyijyhaulien käyttöä. Ominaispainoeroista lyijyn ja raudan välillä johtuen eivät näitä lajeja ampuvat voi harjoitella teräshaulipatruunoilla, joiden ennakot ja lentomatkat ovat erilaisia kuin lyijyllä. (Qvarfort ym. 2006) Lisäksi haulikkoammunnan harrastajat ovat huolissaan teräshaulien vaikutuksesta aseeseen ja ammuntatapahtumaan (AFEMS 2002). Teräshaulien kovuudesta aiheutuu lisääntynyt kimpoamisominaisuus ja siihen liittyviä turvallisuusongelmia. (AFEMS 2002) Teräshaulit voivat puun

seassa aiheuttaa vaurioita sahoille ja turvallisuusriskejä metsätyöntekijöille. Teräs-haulien uppoamista puihin ei kuitenkaan voida pitää merkittävänä ongelmana rata-ammunnassa.

Niin kutsuttujen ekokiekkojen ja tavallisten savikiekkojen ulkonäössä ja toiminnassa ei ole merkittävää eroa. Ekokiekot ovat kovempia ja hajoavat suuriksi kappaleiksi, kun tavalliset kiekot pirstaloituvat pieniksi. Ekokiekkojen käyttöä voidaan suositella.

### Kustannukset

Korvaavista materiaaleista valmistetut luodit ovat nykyisin pääsääntöisesti kalliimpia kuin lyijystä valmistetut, sillä valmistusmäärät ovat pienempiä. Esimerkiksi kupariluotien hinta on huomattavasti lyijyluoteja kalliimpi (Kemikalinspektionen 2008), vaikka kupari on yleisesti metalliteollisuudessa käytetty metalli. Kysynnän kasvassa hinnat kuitenkin oletettavasti laskisivat. Kysynnän ja valmistusmäärien lisäksi materiaalin markkinahinta vaikuttaa luotien hintaan. Tammikuussa 2011 volframin hinta oli noin 16-kertainen verrattuna lyijyn hintaan ja kuparinkin hinta lähes 4-kertainen (London Metal Exchange Limited 2003–2011 ja Ltd, Fastmarkets) . Teräksen hinta puolestaan on noin viidesosa lyijyn hinnasta (London Metal Exchange Limited 2003–2011).

Vastaavasti korvaavista materiaaleista valmistetut haulit ovat pääsääntöisesti kalliimpia kuin lyijystä valmistetut. Taulukossa 5.4 on esitetty US.EPA:n vuonna 2005 tekemä vertailu eri materiaalien hinnoista.

Suomessa ei tällä hetkellä myydä siviilikäyttöön tarkoitettuja alumiinisydänluoteja. Puolustusvoimat kuitenkin käyttää alumiinisydänluoteja noin 1,5 miljoonaa kappaletta vuosittain. Näiden hinta on suunnilleen sama kuin lyijyluotien.

Tavallisten savikiekkojen ja niin kutsuttujen ekokiekkojen välinen hintaero ei ole suuri. Ekokiekot ovat noin 15 % tavallisia kiekkoja kalliimpia. Toistaiseksi Suomessa ei valmisteta ekokiekkoja, mutta niitä on saatavissa Nasta-kiekon kautta. Valmistus voidaan käynnistää, mikäli kysyntää on riittävästi.

Taulukko 5.4. Lyijyä korvaavista materiaaleista valmistettujen patruunoiden hintoja vuonna 2005 (US EPA 2005).

| Materiaali                            | Hinta USD/patruuna | Hinta verrattuna lyijyyn |
|---------------------------------------|--------------------|--------------------------|
| Lyijy                                 | 0,2                |                          |
| Vismutti<br>(97 % vismutti, 3 % tina) | 1,5–2,5            | 7,5–12,5-kertainen       |
| Teräs                                 | 0,3–0,5            | 1,5–2,5-kertainen        |
| Volfram 40 %, rauta 60 %              | 2,5                | 12,5-kertainen           |

#### 5.3.3

### Vesien käsittely saostamalla

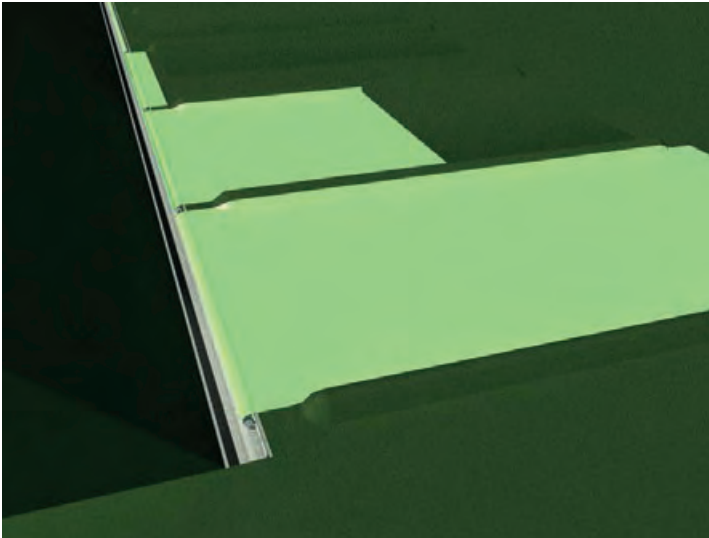
Metallit on mahdollista saostaa vedestä erilaisin saostuskemikaalein. Tällöin haitta-aineet painuvat saostusaltaan tai saostuskaivon pohjalle. Ampumaradoilta ei ole kokemuksia vesien käsittelystä saostamalla.

Saostustekniikoita ei lähtökohtaisesti pidetä ampumaradoille erityisen soveltuvina, sillä ne vaativat laitosmaista osaamista ja laitteistoa.

## Haulien keräys

Italiassa on esitetty ratkaisu, jossa haulikkoradalta kerättäisiin hauleja pinnoitetun ja kaltevan maaperän avulla. Toinen ratkaisu on kerätä hauleja maan pinnalta siten, että pinnoite olisi PVC-muovia, joka toimisi telojen avulla kuten liukuhihna, keräten haulit keräyskouruun. Havainnekuva keräysratkaisusta on esitetty kuvassa 5.21.

Lisäksi haulit voidaan kerätä vaakatasoisilla verkoilla, jotka roikkuvat maan pinnan yläpuolella (Ceccarelli ym. 2004). Vesi pääsee läpi verkoista, mutta haulit ja kiekonsirpaleet jäävät verkkoihin. Haulit tulee kerätä verkoista ennen kuin ne alkavat rapautua, jotta kulkeutuminen veden mukana estetään. Suomen olosuhteissa on huomioitava myös talven pakkanen ja lumi, jotka heikentävät verkkojen kestoja.



Kuva 5.21. ”Liukuhihnat”, joilla haulit kerätään tasaiselta maalta keräyskouruun (Bufi ym. 2007).

### Yhteenveto kehittyvistä menetelmistä

- Potentiaalisimmiksi arvioituja kehitteillä olevia tekniikoita ovat lyijyä korvaavien materiaalien käyttö luodeissa ja hauleissa sekä haitta-aineiden liukoisuuden vähentäminen lisäämällä erilaisia reaktiivisia materiaaleja ampumaradan rakenteisiin
- Kiistatta haitatonta, ominaisuuksiltaan luotien ja haulien valmistukseen soveltuvaa ainetta tai yhdistettä ei toistaiseksi ole löytynyt. Soveltuvimmiksi on arvioitu teräs ja alumiini.
- Korvaavien luoti- ja haulimateriaalien kemiallisia vaikutuksia vanhoilla ampumaradoilla ennestään olevien lyijyhaulien ja -luotien liukoisuuteen ei kunnolla tunneta.
- Reaktiivisten materiaalien käyttöä haitta-aineiden liukoisuuden vähentämisessä vaikeuttaa luotien ja haulien sisältämien metallien toisistaan eroava ympäristökäyttäytyminen.
- Haulikkoammunnassa käytettäviä kiekkoja voidaan valmistaa myös nk. ekokiekkoina, jotka eivät käytännössä sisällä PAH-yhdisteitä. Käyttöominaisuuksiltaan nämä eivät eroa normaaleista kiekkoista. Ekokiekkojen käyttöä voidaan suositella, vaikka PAH-yhdisteiden liukeneminen on vähäistä myös normaaleista kiekkoista.

## 6 Parhaat käyttökelpoiset tekniikat ja ympäristön kannalta parhaat käytännöt haitta-ainepäästöjen hallinnassa

### 6.1

#### Haitta-ainepäästöjen hallinnan suunnittelu

Ampumaratojen haitta-aineiden hallintatoimenpiteiden oikean ja kustannustehokkaan suunnittelun lähtökohtana on, että toiminnan aiheuttamat ympäristövaikutukset ja -riskit sekä niiden suuruus ja kohdentuminen tunnetaan. Koska ampumatoiminnan laatu sekä ratojen sijainti- ja ympäristöolosuhteet vaihtelevat merkittävästi, edellyttää vaikutusten ja riskien tunnistaminen sekä kvantifiointi yleensä kohdekohtaisia selvityksiä ja arvioita ympäristöolosuhteista, päästöistä ja päästöjen merkityksestä pitkän ajan kuluessa.

Yhtä parasta käyttökelpoista tekniikkaa ei voida yksiselitteisesti määritellä koskemaan kaikkea ampumatoimintaa, vaan haitta-ainepäästöjen hallinnan teknisten vaatimusten tulisi määräytyä ennen kaikkea kohdekohtaisten ympäristönsuojelutarpeiden mukaan. Tämän vuoksi BAT:n soveltamiseen on määriteltävä neljä erilaista riskitasoa. Kohdekohtaisesti riskitaso voidaan määritellä liitteessä F kuvatun, ympäristöriskinarviointiin perustuvan ampumaradan haitta-aineiden hallinnan tarpeen arviointimenettelyn mukaisesti. Selvitys voidaan toteuttaa kohteen ominaisuuksista ja olemassa olevan lähtötiedon määrästä riippuen joko olemassa olevan lähtötiedon perusteella, tai siihen voidaan sisällyttää maastotutkimuksia ja ympäristönäytteenottoa. Menettely on ohjeellinen, ja sitä voidaan harkitusti soveltaa.

Haitta-aineiden hallinnan tavoite on, että toiminta ei aiheuta ympäristön pilaantumista tai muita kiellettyjä tai haitallisia vaikutuksia. Ampumaratojen osalta haitta-aineiden mahdolliset vaikutukset kohdistuvat pääasiassa pinta- ja pohjavesiin. Vaikutusten merkittävyyttä voidaan arvioida pinta- ja pohjaveden haitta-ainepitoisuuksissa tapahtuvien muutosten perusteella. Tähän vaikuttavat paitsi päästön kokonaismäärä (haitta-ainepitoisuus ja vesimäärä) myös päästöjen purkautumiskohdassa pinta- ja pohjavedessä tapahtuva sekoittuminen. Hyväksyttävän päästötason määrittämistä pinta- ja pohjaveden enimmäispitoisuuksien perusteella on kuvattu alla kohdassa 6.1.1.

Hyväksyttävää päästötasoa voidaan hyödyntää riskinhallinnan tavoitteenasettelussa ja suunnittelussa sekä toteutuman seurannassa, esimerkiksi pintavesitarkkailun tai maahan imeytettävän veden laadun seurannan pitkän aikavälin vertailuarvona. Hyväksytyä päästötasoa ei ole tarkoitettu käytettäväksi tarkkailun raja-arvona siten, että havaittu ylitys laukaisee välittömän toimenpidetarpeen.

Haitta-aineiden hallinnan suunnitteluprosessi ja sen liittymäkohdat ympäristölupaprosessiin on kuvattu kuvassa 6.1. Ympäristöriskin edellyttämä haitta-aineiden hallinnan vaatimukset eri riskitasoilla on kuvattu tarkemmin kohdassa 6.4, taulukossa 6.3. Eri päästöjen hallintamenetelmien tehokkuuden, käyttökelpoisuuden ja soveltuvuuden arviointi on koottu taulukoihin 6.1 ja 6.2.

Samoja periaatteita sovelletaan sekä luotiaseradoilla että haulikkoradoilla.



## Hyväksyttävän päästötason määrittäminen

### Pintavedet

Valtioneuvoston asetuksen 1022/2006 mukaisesti haitta-aineen pitoisuus pintavedessä ei saa ylittää sille asetettua ympäristölaatunormia. Pintavedellä tarkoitetaan tässä yhteydessä vesilain (587/2011) määritelmän mukaista vesistöä eli lampea, jokea, puroa ja muuta luonnollista vesialuetta sekä tekojärveä, kanavaa ja muuta vastaavaa keinotekoista vesialuetta. Vesistöksi ei katsota noroa, jolla tarkoitetaan sellaista puroa pienempää vesiuomaa, jonka valuma-alue on vähemmän kuin kymmenen neliökilometriä ja jossa ei jatkuvasti virtaa vettä eikä kalankulku ole merkittävässä määrin mahdollista, tai ojaa.

Pintavesien lyijypitoisuudelle asetettu ympäristölaatunormi on Valtioneuvoston asetuksen 1022/2006 mukaan  $7,2 \mu\text{g/l}$  vuosikeskiarvona (= jokaisen yksittäisen, edustavan, seurantapisteen yhden vuoden aikana mitattujen tulosten aritmeettinen keskiarvo). Ympäristöluvassa voidaan toiminnanharjoittajan hakemuksesta erikseen määrätä myös sekoittumisvyöhykkeestä, jolla haitta-aineen tai aineiden pitoisuus voi ylittää mainitussa kohdassa esitetyn ympäristölaatunormin, jos muu osa pintavesimuodostumasta on kyseisten normien mukainen. Sekoittumisvyöhykkeen laajuus rajataan ympäristöluvassa päästölähteen läheisyyteen siten, että se on oikeassa suhteessa pilaavien aineiden pitoisuuksiin päästölähteen kohdalla ja että noudatetaan ympäristön pilaantumisen vaaraa aiheuttavaan toimintaan sovellettavia ympäristönsuojelulain 4 §:n mukaisia yleisiä periaatteita.

Jos sekoittumisvyöhykettä ei ole määrätty, voidaan riskinhallinnan ensisijaisena tavoitteena pitää sitä, että ampumarata-alueelta johdettavan pintaveden lyijypitoisuus vastaanottavaan vesistöön purkautumiskohdassa ei ylitä ympäristölaatunormia ( $7,2 \mu\text{g/l}$  vuosikeskiarvona vesistön näytepisteissä). Valtioneuvoston asetuksen 1022/2006 mukaan ympäristölaatunormin toteutumista seurataan vesistöä vasta riittävän sekoittumisen jälkeen, joten ympäristölaatunormitasoisten vesien johtaminen vesistöön ei voi heikentää tämän tilaa merkittävästi.

Tällöin ampumarata-alueelta poistuvan veden suurin hyväksyttävä lyijypitoisuus voidaan arvioida esimerkiksi jakamalla ympäristölaatunormi rata-alueen ja alueelta vesistöön johtavan ojan valuma-alueen pinta-alojen suhdeluvulla (sekoittumiskerroin).

#### *Esimerkki:*

*Ampumaradalta vesistöön johtavan ojan valuma-alue on 10 ha eli  $100\,000 \text{ m}^2$ . Ampumaratojen yhteenlaskettu pinta-ala on  $20\,000 \text{ m}^2$ . Tällöin sekoittumiskerroin on 0,2 ja hyväksyttäväksi päästökseen rata-alueelta saadaan  $36 \mu\text{g/l}$  (=  $7,2 \mu\text{g/l} / 0,2$ ). Tällöin ojassa tapahtuvan sekoittumisen takia rata-alueelta vesistöön purkautuvan ojaveden keskimääräinen pitoisuus purkupisteessä ei ylitä lyijyn ympäristölaatunormia.*

Lyijy toimii ensisijaisena indikaattorina ampumaratojen haitta-ainepäästöille. Muiden metallien osalta hyväksyttävä päästö voidaan tarvittaessa määrittää tarkennetuissa tutkimuksissa riskinarvioperustaisesti. Nikkelille on annettu ympäristölaatunormi ( $20 \mu\text{g/l}$  vuosikeskiarvona), mutta muille ampumaradan metalleille ei raja-arvoa ole esitetty. Nikkeliä voi esiintyä vanhoilla ampumaradoilla.

## Pohjavedet

Pohjaveden laadun suojelun ensisijaisena tavoitteena ympäristönsuojelulain pohjaveden pilaamiskiellon mukaisesti on pohjaveden talousvesikäytön turvaaminen. Tämän tavoitteen nojalla on perusteltua pitää pohjaveden laatutavoitteena talousveden laatuvaatimuksia (Vna 461/2000; Pb 10 µg/l, Ni 20 µg/l ja Cu 2 mg/l).

Pohjavedelle on myös EU-direktiivin nojalla säädetty ympäristönsuojelunormit jotka on esitetty asetuksessa 1040/2006 (Pb 5 µg/l, Sb 2,5 µg/l, Cu 20 µg/l, Ni 10 µg/l ja As 5 µg/l). Laatu­normit ovat ampumaradoilla esiintyvien metallien suhteen tiukemmat kuin talousveden laatuvaatimukset. Laatu­normi on laadittu ensisijaisesti ohjaamaan viranomaistyötä, mutta toisaalta näitäkin normeja voidaan tapauskohtaisesti soveltaa arvioitaessa hyväksyttävää pohjaveden haitta-ainepitoisuutta. Ennen tutkimusten suorittamista olisikin suositeltavaa, että paikallisen ELY-keskuksen kanssa sovitaan mitä laatu­kriteeriä pohjavedelle sovelletaan. Yhtenä vaihtoehtona voisi olla, että rata-alueella sovelletaan talousveden raja-arvoja ja rata-alueen ulkopuolella sovelletaan ympäristönsuojelunormeja. Myös kohteen olosuhteet, kuten pohjaveden käyttö ja pohjavesivaraston kiertoaika, voivat ohjata laatu­kriteerien valintaa siten, että lähtökoh­taisesti sovelletaan talousveden laatuvaatimuksia mutta erityisen herkissä kohteissa voidaan edellyttää tiukempia ympäristönsuojelutoimia.

Pohjaveteen kohdistuva hyväksyttävä haitta-ainekuormitus voidaan määrittää sekoittumiskertoimella seuraavasti:

Kohdekohtainen sekoittumiskerroin voidaan määrittää ampumaradan olosuhteiden perusteella. Tärkeimpinä muuttujina sekoittumiskertoimen määrittämiseen ovat alueen pituus pohjaveden virtaussuunnassa sekä sadannasta imeytyvä vesimäärä. Sekoittumiskerroin määritetään seuraavaan kaavaan perustuen:

$$DF = \frac{L_{gw} \times I}{v_{gw} \times d_{mix} + (L_{gw} + x) \times I}$$

missä

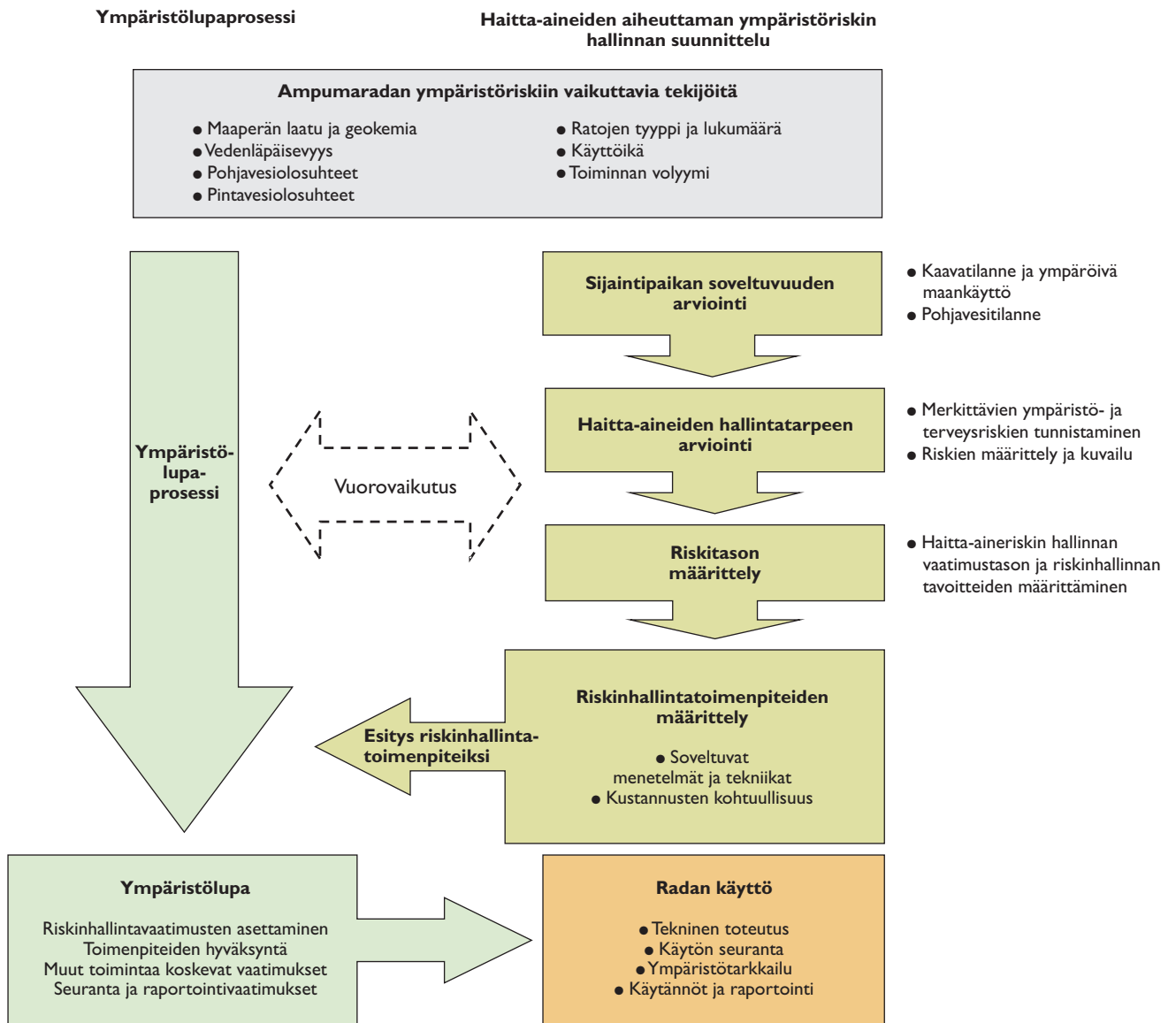
- DF on sekoittumiskerroin
- $L_{gw}$  on haitta-ainepitoisen alueen pituus pohjaveden virtaussuunnassa metreinä (m)
- I on pohjaveteen imeytyvän veden määrä metreinä vuodessa (m/a) (yleensä 0,2–0,3 m/a)
- $v_{gw}$  on pohjaveden virtaama, jona käytetään yleensä 1 m/d eli 365 m/a, ellei ole kohteesta mitattua tietoa
- $d_{mix}$  on sekoittumiskerros pohjaveden pintaosassa, jona käytetään aina 1 m
- x on etäisyys tarkastelupisteeseen, jona käytetään yleensä 0 m.

Kun kaavaan sijoitetaan valmiiksi ennakoon määritellyt luku­arvot, saadaan kaavasta muoto

$$DF = \frac{L_{gw} \times I}{365 + L_{gw} \times I}$$

Mikäli käytettävissä ei ole tietoja laskennan toteuttamiseksi, voidaan sekoittumiskertoimenä käyttää luku­arvoa 0,1, mikä on konservatiivinen arvio.

Hyväksyttävä rata-alueen vajoveden pitoisuus, eli pohjaveteen suotautuvan veden haitta-aineen pitoisuus saadaan jakamalla turvallinen pohjaveden pitoisuus kyseiselle aineelle (yleensä talousveden raja-arvo tai ympäristölaatumormi) sekoittumiskertoimella. Tätä voidaan käyttää vertailuarvona esimerkiksi arvioitaessa riskinhallinnan suunnittelun yhteydessä minkä laatuista vesiä maaperään voidaan turvallisesti imeyttää. Hyväksyttäviä vajoveden haitta-ainepitoisuuksia ei ole tarkoitettu käytettäväksi raja-arvoina siten, että hyväksyttävän tason ylitys laukaisee välittömästi kunnostustarpeen.



Kuva 6.1. Haitta-aineiden hallinnan suunnitteluprosessi ja sen liittymäkohdat ympäristölupaprosessiin.

## Toimenpiteiden suunnittelu uudella radalla

Sijaintipaikan valinta on ensisijainen riskinhallintatoimenpide uusia ratoja perustettaessa. Ampumarata tulisi sijoittaa siten, ettei toiminta aiheuta pilaantumista tai sen vaaraa ja että pilaantumista voidaan ehkäistä. Uusien, varsinkin vähäistä suurempien, ratojen sijoittamista tärkeälle tai muulle vedenhankintaan soveltuvalla pohjavesialueelle, kosteikolle, suolle sekä muulle alueelle, jossa ammusten tai haitta-aineiden pääsyä vesistöön ei voida estää, tulisi välttää. Ratojen sijoittamisen näille alueille tulisi aina perustua tapauskohtaiseen harkintaan ja päätöstä tehtäessä tulisi olla selvitetty ja vertailtu mahdolliset vaihtoehdot sijoituspaikat. Sijoitettaessa ampumarataa tavallista haastavampiin ympäristöolosuhteisiin voidaan ympäristönsuojelun vaatimustaso asettaa tavanomaista vaativammaksi.

Suunnitellun uuden rata-alueen haitta-ainekuormituksen aiheuttamat ympäristöriskit ja niiden hallinnan tarve tulisi arvioida esimerkiksi soveltaen liitteessä F kuvattua ohjeistusta siten, että selvityksessä painottuvat olosuhteiden ja mahdollisten kulkeutumisreittien tutkiminen ja toiminnan riskien arviointi. Alueen maaperä-, pohjavesi- ja pintavesiolosuhteet ja näiden laatu ennen toiminnan aloittamista tulisi selvittää ja kuvata. Tulosten ja suunnitellun toiminnan tyyppin ja volyymin perusteella arvioidaan luotien ja haulien rapautumiseen sekä haitta-aineiden kertymiseen ja kulkeutumiseen alueella vaikuttavat tekijät. Selvitysten ja arviointien tekeminen edellyttää riittävää alan asiantuntemusta ja kokemusta vastaavista hankkeista. Haitta-aineiden hallinnan tarpeen arviointimenettelyn perusteella määritetään riskinhallinnan tavoitteet ja kohteen riskitaso sekä suunnitellaan tarpeelliset riskinhallintatoimet

Uusilla ampumaradoilla edellytetään pääsääntöisesti haitta-ainepitoisten vesien keräystä ja tarvittaessa puhdistusta tai vesien muodostumisen estämistä ja/tai kuormituksen rajoittamista. Eri haitta-aineiden hallintamenetelmien soveltuvuutta erilaisille ratatyypeille on kuvattu kohdassa 6.3 esitetystä tekniikoiden valintataulukossa.

Haitta-aineiden hallinnan toimivuutta tulee seurata säännöllisellä tarkkailulla. Tarkkailuohjelman suunnittelussa käytetään apuna haitta-aineiden hallinnan tarpeen arvioinnin tuloksia. Tarkkailun toteuttamista on ohjeistettu liitteessä G.

## Toimenpiteiden suunnittelu olemassa olevalla radalla

Olemassa olevien ampumaratojen haitta-aineiden hallinnan tarkoituksenmukainen suunnittelu edellyttää että kohteesta, sen päästöistä ja niiden kulkeutumisesta sekä toiminnan aiheuttamasta ympäristöriskistä on riittävät lähtötiedot. Mikäli lähtötiedon taso on riittämätön, suositellaan että ampumaradan haitta-aineiden hallinnan tarve arvioidaan liitteessä F kuvatun ohjeistuksen mukaisesti. Arviointimenettelyssä tutkitaan ja kuvataan toimintahistoria, maaperä-, pohjavesi- ja pintavesiolosuhteet sekä toiminnan aiheuttamat päästöt ja niiden vaikutus nykytilanteessa. Tavoitteena on selvittää, millä tavalla toiminta kuormittaa ympäristöä (esim. onko haitta-aineita kulkeutunut pintavesiin tai millä aikajänteellä kulkeutuminen pohjaveteen on mahdollista) ja mitä vaikutuksia tällä on ympäristön kannalta (esim. vaikutukset vesiekosysteemiin tai muutokset pohjaveden laadussa).

Selvitysten ja arviointien tekeminen edellyttää riittävää alan asiantuntemusta ja kokemusta vastaavista hankkeista. Haitta-aineiden hallinnan tarpeen arvioinnin tulosten perusteella määritellään riskinhallinnan vaatimustaso ja tavoitteet sekä suunnitellaan tarpeelliset riskinhallintatoimet. Riskitasot ja toimenpiteiden suunnittelun lähtökohdat on kuvattu kohdassa 6.4.

Haitta-aineiden hallinnan toimivuutta tulisi seurata säännöllisellä ympäristötarkkailulla. Tarkkailuohjelman suunnittelussa käytetään apuna haitta-aineiden hallinnan tarpeen arvioinnin tuloksia. Tarkkailun toteuttamista on ohjeistettu liitteessä G.

Mikäli haitta-aineiden hallinnan tarpeen arviointiin liittyvät selvitykset tai tarkkailu osoittavat merkkejä ympäristön pilaantumisesta tai merkittävästä pilaantumisriskistä, tulee kohteen pilaantuneisuus ja kunnostustarve arvioida erikseen.

## 6.2

### **Tekniikoiden ja käytäntöjen soveltuvuuden arviointiperusteet**

Maaperän sekä pinta- ja pohjavesien suojelun menetelmien ja tekniikoiden soveltuvuuden arviointiperusteina on käytetty

- ympäristövaikutuksia
- turvallisuutta
- saatavuutta.

Eri ratkaisujen ympäristövaikutusten arvioinnissa on kiinnitetty huomiota haitta-ainekuormituksen vähentämiseen, sen hallinnan tehokkuuteen ja luotettavuuteen, haitta-ainepitoisten vesien syntymiseen, haitta-ainepitoisen pölyn syntymiseen, luotimurun keräys- ja kierrätysmahdollisuuksiin ja mahdollisiin meluvaikutuksiin.

Turvallisuutta on arvioitu kimmokeriskin ja mahdollista terveystarvea aiheuttavan pölyämisen näkökulmasta.

## 6.3

### **Tekniikoiden ja käytäntöjen soveltuvuuden arviointi**

Kappaleessa 5 esiteltyjen haitta-ainepäästöjen hallintatekniikoiden arvioinnin tulokset on koottu taulukkoon 6.1. Taulukossa 6.2 on esitetty käyttökelpoisuus ja soveltuvuus ampumalajeittain.



Taulukko 6.1. Haitta-ainepäästöjen hallintatekniikoiden soveltuvuus, yhteenveto kappaleen 5 tuloksista.

| Ampumaratatyypit     | Tekniikka                  | Kuvaus  | Haitta-aineiden hallinta (tehokkuus ja luotettavuus, haitta-ainepitoisten vesien syntyminen, haitta-ainepitoisen pölyn syntyminen)   |
|----------------------|----------------------------|---|--|
| <b>Luotiaseradat</b> |                            |   |  |
|                      | Iskemäkohtien massanvaihto | Iskemäkohtien maa-aines, joka sisältää eniten luotiromua, poistetaan säännöllisesti. Poistoväli riippuu laukausmäärästä, suositus 3–5 vuotta.   | Vähentää merkittävästi ratarakenteisiin kohdistuvaa kuormitusta. Erityisen tehokas uusilla radoilla säännöllisesti käytettynä, jolloin merkittävin osa luodeista pystytään poistamaan. Vanhoilla radoilla osa kuormituksesta usein syvemmällä taustavallissa, johon ei vaikutusta.   |
|                      | Iskemäkohtien seulonta     | Iskemäkohtien maa-aines, joka sisältää eniten luotiromua, poistetaan säännöllisesti. Seulontaväli riippuu laukausmäärästä, suositus 3–5 vuotta. Luodit seulotaan erilleen maa-aineksesta, joka voidaan palauttaa rakenteeseen tai loppusijoittaa jätteenä. Luodit voidaan kierrättää.   | Tehokas uusilla radoilla säännöllisesti käytettynä, jolloin merkittävin osa luodeista pystytään poistamaan. Vanhoilla radoilla teho kyseenalainen. Hienojakoinen metalli jää valliin ja maa-aineksen häirintä saattaa aiheuttaa metallien liukoisuuden lisääntymistä. Metallipitoisen pölyn leviäminen hallittava.   |
|                      | Metalliset luotiloukut     | Luodit pysäytetään ja kerätään talteen maalilaitteiden taakse asennettujen metalliloukkujen avulla. Luoti pysäytetään hidastuskammion, levyn tai muun esteen avulla.  | Haitta-aineet saadaan suurimmaksi osaksi hallintaan. Osassa luotiloukkuja luodit murskautuvat, jolloin syntyy metallipölyä. Saattaa olla ongelma erityisesti ei-kaupallisissa, itse suunnitelluissa sovelluksissa. Näissä voidaan käyttää kumi/neopreenilevyä loukun suuaukon edessä luodin hidastamiseksi ja pölyn leviämisen estämiseksi. Osalle loukkuja suositellaan pölyhallintaa imulaitteistolla, nämä soveltuvat parhaiten sisäradoille. Muilla mahdollista esimerkiksi pölyn kohdealueen kattaminen. Ohiamuttujen luotien aiheuttama kuormitus vähäinen. Veden pääsy kerättyyn luotiromuun estettävä, jolloin haitta-ainepitoisia vesiä ei juurikaan synny. |
|                      | Muovirouhe-luotiloukut     | Luodit pysäytetään kumimatolla peitettyyn kumirouhekerrokseen taustavallin pinnassa. Vaihtoehtoisesti kumirouheloukku voi olla esimerkiksi laatikkomallinen.  | Haitta-aineiden hallinta tehokasta. Luodit jäävät kumirouheeseen ja pintakerros estää vesien kontaktin luotien kanssa, haitta-ainepitoisia vesiä ei synny.   |
|                      | Taustavallin kattaminen    | Sadeveden pääsy taustavalliin ja/tai maalialueen pintamaahan estetään katerakenteella.  | Haitta-aineiden kulkeutumisen hallinta tehokasta. Haitta-ainepitoista vettä ei synny, jolloin kulkeutumista ei tapahdu. Pölyäminen lisääntyy jonkin verran. Edellyttää rakenteen kunnossapitoa harhaluotien ja kimmokkeiden aiheuttaman reikiintymisen hallitsemiseksi.  |
|                      | Hiekkaloukku-rakenne       | Haitta-aineiden kulkeutuminen syvemmälle maaperään ja pohjaveteen estetään tiivisrakenteella, kuten betoni, asfaltti, bentoniitti tai muovikalvo. Suotautuvat vedet kerätään tiivisrakenteen pinnalta salaojien avulla.   | Haitta-aineiden hallinta tehokasta. Haitta-ainepitoinen vesi kerätään, lisäksi mahdollisuus veden laadun seurantaan ja tarvittaessa puhdistukseen. Hiekanvaihto rakenteen pinnalta mahdollista.  |
|                      | Vesien hallinta            | Ampumaradan ympäristön vedet ohjataan pois rata-alueelta. Eniten kuormittuvalla osalla rata-alueetta muodostuva suotovesi kerätään ojituksella tai salaojin ja ohjataan hallitusti altaaseen tai kokoojakaivoihin. Veden laatua tarkkaillaan ja tarvittaessa vettä puhdistetaan. Jos maaperä on läpäisevä, edellyttää tiivistä pohjarakennetta salaojakerroksen alle. | Tehokas, mahdollistaa haitta-ainepitoisten vesien laadun seurannan ja tarvittaessa puhdistamisen.  |

| Luotiromun kierrätys-mahdollisuudet  | Mahdolliset meluvaikutukset  | Turvallisuus   | Saatavuus / toteutettavuus  | Arvio menetelmän soveltuvuudesta ampumaratojen ympäristövaikutusten hallintaan   |
|--|--|--|---|--|
| Nykyisen kaltaiset, luotiromu hiekan seassa.   | Ei vaikutusta toiminnan aikana. Massanvaihtotyöstä voi aiheutua jonkin verran melua.       | Luotiromun poisto alentaa kimmokeriskiä. Kaivutyön aikainen pölyäminen mahdollinen.  | Hyvä. Massanvaihdon toteuttaminen koko iskemäkohdan osalta voi olla kaivuteknisesti hankalaa ja edellyttää suunnittelua   | Soveltuu sellaisille luotiaseradoille, joilla luodit kertyvät iskemäkohtiin. Pitkällä tähtäimellä usein kallis.  |
| Hyvät  | Ei vaikutusta toiminnan aikana. Kaivu- ja seulontatyöstä voi aiheutua jonkin verran melua. | Luotiromun poisto alentaa kimmokeriskiä. Kaivu- ja seulontatyön aikainen pölyäminen huomioitava.   | Hyvä. Voidaan toteuttaa koneellisesti eri menetelmin tai käsin. Toteuttaminen koko iskemäkohdan osalta voi olla kaivuteknisesti hankalaa ja edellyttää suunnittelua                         | Soveltuu rajoitetusti sellaisille luotiaseradoille joilla luodit kertyvät iskemäkohtiin. Vanhoilla radoilla riski että maa-ainekseen kiinnittyneet metallipartikkelit mobilisoituvat. Käyttökelpoisin uusilla radoilla kohteissa, joissa kuormituksen vähentäminen katsotaan riittäväksi toimenpiteeksi. |
| Hyvät  | Ei merkittävää vaikutusta  | Kimmokeriski joissakin malleissa. Pölyäminen kohdistuu maalialueelle, ei yleensä aiheuta terveysriskiä.  | Hyvä. Kaupallisia ratkaisuja tarjolla, lisäksi monin paikoin suunniteltu omia sovelluksia.  | Soveltuu hyvin .22 kaliiperin aseille, useita vaihtoehtoisia ratkaisuja. Kivääriratojen malleja ei kokeiltu Suomessa, mutta käytössä muualla. Eivät pääsääntöisesti sovellu liikkuvan maalin radoille tai muunneltaville radoille (esim. practical) tai siluettiammunta- ja ampumahiihtoradoille         |
| Hyvät kumiruohon vaihtamisen yhteydessä. Luodit voidaan erotella rouheesta esim. painovoimaisesti ja ovat pääosin ehjiä. | Ei vaikutusta  | Ei kimmokeriskiä, luodit jäävät väliaineeseen. Teoreettinen paloturvallisuusriski, vaikka väliaine on käsitelty palonestoaineella.   | Kohtalainen, esim. Ruotsissa ja Saksassa kaupallisia sovelluksia  | Soveltuu useimmille luotiaseradoille. Ei siluettiammunta- eikä ampumahiihtoradoille.   |
| Nykyisen kaltaiset, luotiromu hiekan seassa.   | Ei merkittävää vaikutusta  | Mahdollinen kimmokeriski, otettava huomioon suunnittelussa ja materiaalivalinnoissa.   | Hyvä. Talkootyömahdollisuus. Edellyttää kunnossapitoa.  | Soveltuu useimmille luotiaseradoille. Ampumahiihtoradoilla tulee huomioida myös taulualueiden päästöjen hallinta   |
| Nykyisen kaltaiset, luotiromu hiekan seassa.   | Ei vaikutusta  | Käytännössä vastaa normaalia maavallirakennetta. Liukupintojen syntymisriski, jos valli rakennetaan liian jyrkäksi, yli 35 asteen kaltevuuteen, mikä edellyttää geoteknisiä vahvistuksia | Hyvä. Edellyttää asiantuntijan laatimaa suunnitelmaa. Rakentaminen vanhalle radalle edellyttää melko suuria maansiirtotöitä ja todennäköisesti jonkin verran pilaantuneen maan kunnostusta. | Soveltuu useimmille luotiaseradoille, myös muunneltaville radoille (esim. practical). Ei sovellu siluettiammuntaradoille eikä ampumahiihtoon.  |
| Ei vaikutusta  | Ei vaikutusta  | Ei vaikutusta  | Hyvä. Edellyttää asiantuntijan laatimaa suunnitelmaa.   | Soveltuu kaikille ampumaradoille.  |

Taulukko 6.1 jatkuu seuraavalla sivulla...

... Taulukko 6.1. jatkuu

| Ampumaratatyypit         | Tekniikka   | Kuvaus   | Haitta-aineiden hallinta (tehokkuus ja luotettavuus, haitta-ainepitoisten vesien syntyminen, haitta-ainepitoisen pölyn syntyminen)   |
|--------------------------|---|--|--|
| <b>Haulikkoradat</b>     |   |  |  |
|                          | Maaston muotoilu                                    | Maaston muotoilulla (vallirakenne) pienennetään haulien leviämisaluetta. Valli voidaan pinnoittaa, jolloin haulit kerääntyvät helpommin vallin alalaitaan.   | Kuormittuva alue pienenee, mutta kokonaiskuormitus säilyy ennallaan ellei hauloja säännöllisesti poisteta vallin alaosasta.  |
|                          | Verkot ja seinämät                                  | Haulien leviämisaluetta pienennetään pystysuorilla verkoilla tai seinämillä. Haulit voidaan kerätä verkon tai seinämän alta. Keräystä voidaan helpottaa maan pinnoittamisella.   | Kuormittuva alue pienenee, mutta kokonaiskuormitus säilyy ennallaan ellei hauloja säännöllisesti poisteta vallin alaosasta.  |
|                          | Maan pinnoitus                                      | Haulien leviämisalue pinnoitetaan. Pinnoitukseen voidaan käyttää esim. asfalttia, kalvoa tai muovia. Pinnoitetulta alueelta voidaan kerätä haulit esim. harjaamalla käsin tai koneella.  | Pinnoitus ja haulien keräys estää kuormitusta ja kulkeutumista. Pinnoitetulta alueelta voidaan lisäksi kerätä vedet käsittelyyn, jolloin haitta-aineiden kulkeutuminen estyy kokonaan.   |
|                          | Vesienhallinta                                      | Ampumaradan ympäristön vedet ohjataan pois rata-alueelta. Rata-alueen haulilla kuormittuvan osan sadevedet kerätään ojituksella, maaston muotoilulla ja salaojin altaaseen tai muuhun koontipaikkaan. Veden laatua tarkkaillaan ja tarvittaessa vettä puhdistetaan. Jos maaperä on vettä läpäisevä, edellyttää tiivistä pohjarakennetta salaojakerroksen alle. | Veden keräys estää haitta-aineiden kulkeutumista. Laaja alue hankaloittaa keräystä ja heikentää tehokkuutta. Suuri vesimäärä vaikeuttaa mitoittamista ja käsittelyä.   |
| <b>Kaikki ratatyypit</b> |   |  |  |
|                          | Haitta-ainepitoisten vesien puhdistus               | Haitta-ainepitoinen kerätty vesi puhdistetaan laskeuttamalla tai suodattamalla. Veden laatua seurataan ennen ja jälkeen käsittelyn   | Haitta-aineiden hallinta tehokasta, metallien kulkeutumista ampumarata-alueen ulkopuolelle vähennetään merkittävästi tai kulkeutuminen estetään. Vesien suodatusjärjestelmän teho parempi kuin laskeutuksen, mutta laskeutuksella voidaan helpommin käsitellä suuria vesimääriä. |
|                          | Luotiromun ja maa-aineksen poisto kokonaisuudessaan | Pilaantunut ja luotiromua sisältävä maa-aines poistetaan ja kuljetetaan pois alueelta. Edellyttää melko suuria maansiirtotöitä. Maa-aines ja luotiromu voidaan erotella seulomalla.  | Haitta-aineiden hallinta tehokasta. Säännöllisesti toteutettuna poistaa vesien hallintatarpeen. Massanvaihtotyö aiheuttaa jonkin verran pölyämistä. Aiheuttaa säännöllisesti paikalle tuodun puhtaan maa-aineksen pilaantumista.   |

| Luotiromun kierrätys-mahdollisuudet          | Mahdolliset meluvaikutukset  | Turvallisuus  | Saatavuus / toteutettavuus  | Arvio menetelmän soveltuvuudesta ampumaratojen ympäristövaikutusten hallintaan   |
|--|--|---|---|--|
| Mahdollista, mikäli haulit saadaan kerättyä. | Valli voi toimia melun leviämistä rajoittavana rakenteena.   | Ei kimmokeriskiä, mikäli vallin etäisyys ampumapaikasta on riittävä. Vallin pinnoitemateriaalilla voidaan tarvittaessa pienentää kimmokeriskiä. | Vaatii suuren määrän maa-ainesta. Edellyttää asiantuntijan laatimaa suunnitelmaa.   | Soveltuu hyvin. Mahdollista toteuttaa yhdistettynä maavalli- ja verkko- tai seinämärakenteena.   |
| Mahdollista, mikäli haulit saadaan kerättyä. | Verkolla ei merkittävää vaikutusta. Seinämät voivat toimia melun leviämistä rajoittavana rakenteena.                       | Verkkojen ja seinämien materiaali valittava siten, ettei kimmokeriskiä esiinny.   | Toistaiseksi heikohko, olemassa olevat ratkaisut pääosin kohdekohtaisesti suunniteluja ja toimivuudeltaan vaihtelevia. Edellyttää asiantuntijan laatimaa suunnitelmaa.  | Soveltuu, mutta kaupallisten ratkaisujen puuttuessa kotimaan markkinoilta ratkaisu ei ole helposti käytettävissä.  |
| Haulien keräys ja koonti mahdollista         | Pinnoitettavan maaston oltava avoin, mikä lisää melun leviämistä. Pinnoitusmateriaalin kovuus voi lisätä melun leviämistä. | Ei vaikutusta   | Hyvä. Pinnoitusta voi rajoittaa maaston muoto ja puusto tai kivisyys. Pinnoitus voidaan yhdistää valli- tai verkko/seinämäratkaisuun, jolloin pinnoitettavan alueen ala pienenee ja toteutettavuus paranee.   | Pinnoituksen toimivuus riippuu maaston topografiasta. Ei suositella laajoille alueille, mutta yhdistettynä haulien leviämisalueen rajoittamiseen voi soveltua. Veden hallinta laajalla pinnoitetulla alueella voi olla haastavaa. Pinnoittamisen mahdolliset vaikutukset meluun tulee selvittää suunnittelun yhteydessä. |
| Ei vaikutusta                                | Ei vaikutusta  | Ei vaikutusta   | Vesien koonti laajalta alueelta vaikeaa, onnistuu lähinnä ojitamalla. Pääasialliselle haulien putoamisalueelle voidaan tehdä kalvo- tai muu tiivistysrakenne. Edellyttää asiantuntijan laatimaa suunnitelmaa. | Soveltuvuus koko rata-alueelle on varsin heikko mutta soveltuu hyvin käytettäväksi rajoitetulla osa-alueella. Käsitteilymenetelmät kuten yllä luotiaseratojen osalta, mutta suurempi vesimäärä huomioitava suunnittelussa.   |
| Ei vaikutusta                                | Ei vaikutusta  | Ei vaikutusta   | Hyvä / kohtalainen. Edellyttää asiantuntijan laatimaa suunnitelmaa.   | Soveltuu hyvin kaikille luotiaseradoille yhdessä jonkin sellaisen tekniikan kanssa, jonka avulla vesi kerätään. Tekniikkaa kehitetään edelleen.  |
| Nykyisen kaltaiset, luotiromu hiekan seassa. | Ei vaikutusta  | Luotiromun poisto alentaa kimmokeriskiä. Kaivutyön aikainen pölyäminen mahdollinen.   | Hyvä/kohtalainen. Edellyttää asiantuntijan laatimaa suunnitelmaa. Massanvaihtotyö edellyttää melko suuria maansiirtotöitä.  | Riskinhallintamenetelmänä periaatteessa tehokas, mutta kustannuksiltaan kallis ja ekotehokkuudeltaan heikko ratkaisu.  |

Taulukko 6.2. Haitta-ainetekniikoiden soveltuvuus eri ampumalajeille.

| Asetyyppi                     | Ampumalaji  | Soveltuvat haitta-aineiden hallintatekniikat  |
|-------------------------------|---|---|
| Kivääri                       | Vakio- ja vapaakivääriammunta<br>Pienoiskivääriammunta<br>Kasa-ammunta  | Metalliset luotiloukut<br>Kumirouheluotiloukut<br>Hiekkaloukut (taustavallin tiivisrakenne ja vesien keräys)<br>Taustavallin kattaminen<br>Iskemäkohtien poisto (seulonta/massanvaihto)<br>Taustavallin vesien hallinta ja tarvittaessa puhdistus                     |
|                               | Siluettiammunta   | Niiden rata-alueen osien, joille luodit kertyvät, vesien hallinta ja tarvittaessa puhdistus   |
|                               | Metsästysammunta  | Kumirouheluotiloukut<br>Hiekkaloukut (taustavallin tiivisrakenne ja vesien keräys)<br>Taustavallin kattaminen<br>Iskemäkohtien poisto (seulonta/massanvaihto)<br>Taustavallin vesien hallinta ja tarvittaessa puhdistus   |
|                               | Riistamaali   | Kumirouheluotiloukut<br>Hiekkaloukut (taustavallin tiivisrakenne ja vesien keräys)<br>Taustavallin kattaminen<br>Taustavallin vesien hallinta ja tarvittaessa puhdistus   |
|                               | Ampumahiihto  | Taustavallin ja maalialueen kattaminen tai konttiratkaisu<br>Taustavallin ja maalialueen vesien hallinta ja tarvittaessa puhdistus  |
| Haulikko                      | Skeet<br>Trap<br>Metsästysammunta   | Haulien leviämisalueen pienentäminen maaston muotoilulla, vallirakenteilla, verkoilla tai seinämällä; vesien hallinta ja tarvittaessa puhdistus tai maan pinnoitus ja haulien poisto<br>Vesien hallinta ja tarvittaessa puhdistus<br>Maan pinnoitus ja haulien poisto |
|                               | Sporting<br>Riistapolkuammunta  | Kohdekohtainen harkinta   |
|                               | Compak-sporting   | Haulien leviämisalueen pienentäminen maaston muotoilulla, vallirakenteilla, verkoilla tai seinämällä; vesien hallinta ja tarvittaessa puhdistus tai maan pinnoitus ja haulien poisto<br>Vesien hallinta ja tarvittaessa puhdistus<br>Maan pinnoitus ja haulien poisto |
| Pistooli                      | Isopistooli, vakiopistooli,<br>pienoispistooli<br>25 m pistooli ja 50 m pistooli                                      | Metalliset luotiloukut<br>Kumirouheluotiloukut<br>Hiekkaloukut (taustavallin tiivisrakenne ja vesien keräys)<br>Taustavallin kattaminen<br>Iskemäkohtien poisto (seulonta/massanvaihto)<br>Taustavallin vesien hallinta, tarvittaessa puhdistus                       |
|                               | Siluettiammunta   | Niiden rata-alueen osien, joille luodit kertyvät, vesien hallinta ja tarvittaessa puhdistus   |
| Kivääri, haulikko ja pistooli | Sovellettu reserviläisammunta (SRA)<br>Practical-ammunta  | Kumirouheluotiloukut<br>Hiekkaloukut (taustavallin tiivisrakenne ja vesien keräys)<br>Taustavallin kattaminen<br>Taustavallin vesien hallinta, tarvittaessa puhdistus   |
| Puolustusvoimien ammunnat     | Perusammunnat; Ampumajärjestelmän mukaiset rynnäkkökivääri-, kivääri- ja pistooliammunnat pienikaliiperisillä aseilla | Metalliset luotiloukut (pistooli)<br>Kumirouheluotiloukut<br>Hiekkaloukut (taustavallin tiivisrakenne ja vesien keräys)<br>Taustavallin kattaminen<br>Iskemäkohtien poisto (seulonta/massanvaihto)<br>Taustavallin vesien hallinta ja tarvittaessa puhdistus          |

## Haitta-aineriskin taso ja riskinhallintatekniikan valinta

Haitta-ainepäästöjen hallinnan tarve ja tapa määritellään kohdekohtaisesti toiminnan ja olosuhteiden sekä näistä aiheutuvan ympäristöriskin perusteella. Ampumaradat luokitellaan tässä selvityksessä riskitason perusteella neljään luokkaan:

- Taso 1 – matala ympäristöriski
- Taso 2a – kohonnut pintaveden pilaantumisriski, vaikutukset paikallista laajempia
- Taso 2b – kohonnut pohjaveden pilaantumisriski joka kohdistuu luokiteltuun pohjavesialueeseen tai talousvesikäytössä olevaan muodostumaan
- Taso 3 – korkea ympäristöriski tai todettuja ympäristövaikutuksia.

Riskitasot on kuvattu tarkemmin taulukossa 6.3. Kohdekohtaisesti riskitaso määritellään esimerkiksi liitteen F ohjeistuksen mukaisesti, tai muulla viranomaisen kanssa sovittavalla tavalla. Kullekin riskitasolle on määritetty riskinhallinnan vaatimustaso, joka on kuvattu taulukossa 6.3. Vaatimustasot ovat ohjeelliset ja määritelmät on tarkoitettu riskinhallinnan suunnittelun lähtökohdiksi. Eri vaatimustasoille ja ratatyypeille ei ole erikseen määritetty käytettäviä tekniikoita tai käytäntöjä, vaan riskinhallinta voidaan yleensä toteuttaa useilla tavoilla. Toiminnanharjoittaja suunnittelee ja esittää kohdekohtaisesti soveltuvimman ja toteuttamiskelpoisimman, vaatimustason täyttävän ratkaisun viranomaisen arvioitavaksi. Riskinhallintaan sisältyy myös päästöjen ja vaikutusten tarkkailu sekä toiminnan volyymin eli radan käytön seuranta, minkä vuoksi nämä on sisällytetty vaatimuksiin. Tarkkailun suunnittelua on ohjeistettu liitteessä G. Toimenpiteiden toteutusaikataululla saattaa olla merkittävä vaikutus taloudelliseen toteuttamiskelpoisuuteen, minkä vuoksi riskinhallinnan kiireellisyys tulee huomioida yhtenä vaikuttavana tekijänä. Sikäli kun toimenpiteiden kiireellisyydelle ei ole erityistä syytä, voidaan toiminnanharjoittajalle antaa riittävästi toteutusaikaa, jos tällä voidaan edistää esimerkiksi rahoituksen järjestämistä. Toimenpiteiden taloudellisen toteuttamiskelpoisuuden arviointia on kuvattu kappaleessa 12.



Taulukko 6.3. Haitta-aineiden riskitasot ja riskinhallinnan suunnittelun lähtökohdat eri tasoilla.

|   | TASO 1  | TASO 2a   | TASO 2b  | TASO 3   | Ei soveltuvia teknisiä ratkaisuja  |
|---|---|---|--|--|--|
|   | Perustaso   | Vaativa / pintavesi   | Vaativa / pohjavesi  | Erittäin vaativa   |  |
| <b>Haitta-aineriskin merkittävyys (Liitteen F mukaisesti)</b> | Pieni päästöpotentiaali tai Kohtalainen päästö-potentiaali ja pieni pinta/ pohjavesiriski                                   | Kohtalainen tai suuri päästöpotentiaali ja kohtalainen pintavesiriski   | Kohtalainen tai suuri päästöpotentiaali ja kohtalainen pohjavesiriski  | Kohtalainen tai suuri päästöpotentiaali ja suuri pinta/pohjavesiriski  |  |
| <b>Riskin kuvaus</b>  | Haitta-aineiden kulkeutuminen rata-alueelta ympäristöön merkityksentöntä tai vähäistä. Vaikutukset paikallisia ja vähäisiä. | Haitta-aineiden merkittävä kulkeutuminen rata-alueen ulkopuolelle pintavesien välityksellä mahdollista pitkällä aikavälillä. Vaikutukset paikallista laajempia tai vähäistä vakavampia. Uusi vähäistä suurempi ampumarata joka ei sijaitse pohjavesialueella. | Haitta-aineiden merkittävä kulkeutuminen pohjaveteen luokitellulla pohjavesialueella tai muussa talousvesikäytössä olevassa pohjavesimuodostumassa mahdollista tai todennäköistä pitkällä aikavälillä.   | Haitta-aineiden kulkeutuminen pohjaveteen tai vesistöön todennäköistä ja päästöillä saattaa olla merkittäviä vaikutuksia esim. talousveden käytön kautta, tai pohjavedessä tai vesistössä on jo todettu selvästi kohonneita haitta-ainepitoisuuksia. Uuden vähäistä suuremman radan perustaminen pohjavesialueelle tai herkän vesistökohteen välittömään läheisyyteen. | Uusi rata jolla ammutaan suolle tai vesistöön tai Pohjaveden pinta ratarakenteiden tasolla tai Sijainti vedenottamon suoja-alueella tai Sijainti alueella joilla erityisiä suojeluarvoja joihin toiminnalla arvioidaan olevan merkittävää vaikutusta |
| <b>Vaativuudet luotiaseradat</b>                              | Käytön seuranta ja raportointi. Ulkopuolisten vesien hallinta. Kunnostus toiminnan loputtua.                                | Käytön seuranta ja raportointi. Haitta-ainepitoisten vesien koonti ja tarvittaessa käsittely, tai vesien muodostumisen estäminen, tai kuormituksen rajoittaminen. Kunnostus toiminnan loputtua.   | Käytön seuranta ja raportointi. Haitta-ainepitoisten vesien koonti ja tarvittaessa käsittely, tai vesien muodostumisen estäminen, tai kuormituksen rajoittaminen. Kunnostus toiminnan loputtua.  | Käytön seuranta ja raportointi. Haitta-ainepitoisten vesien koonti ja käsittely, tai muodostumisen estäminen, ja lisäksi kuormituksen rajoittaminen. Kunnostus toiminnan loputtua tai jos haitta-aineiden merkittävää kulkeutumista tai vaikutuksia havaitaan.   | Toiminta ei toteutettavissa BAT:n periaatteiden mukaisena  |
| <b>Vaativuudet haulikoradat</b>                               | Käytön seuranta ja raportointi. Ulkopuolisten vesien hallinta. Kunnostus toiminnan loputtua.                                | Käytön seuranta ja raportointi. Pintavesien hallinta sekä rata-alueen haitta-ainepitoisten vesien koonti ja tarvittaessa käsittely. Kunnostus toiminnan loputtua.   | Käytön seuranta ja raportointi. Haulien leviämisen pienentäminen ja kuormituksen rajoittaminen, tai kriittisimpien alueiden vesien keräys ja tarvittaessa käsittely. Kunnostus toiminnan loputtua.   | Käytön seuranta ja raportointi. Haulien leviämisen pienentäminen yhdistettynä kuormituksen rajoittamiseen tai rata-alueen vesien hallintaan. Kunnostus toiminnan loputtua tai jos haitta-aineiden merkittävää kulkeutumista tai vaikutuksia havaitaan.   | Toiminta ei toteutettavissa BAT:n periaatteiden mukaisena  |
| <b>Tekniset ratkaisut</b>                                     | Ulkopuolisten vesien johtaminen rata-alueen ohi ojituksin.  | Tapauskohtaisesti soveltuva ratkaisu  | Tapauskohtaisesti soveltuva ratkaisu   | Tapauskohtaisesti soveltuva ratkaisu   |  |
| <b>Käytön seuranta</b>  | Laukaussuoritukset radoittain ja asetyypeittäin sekä toiminta-ajat  | Laukaussuoritukset radoittain ja asetyypeittäin sekä toiminta-ajat  | Laukaussuoritukset radoittain ja asetyypeittäin sekä toiminta-ajat   | Laukaussuoritukset radoittain ja asetyypeittäin sekä toiminta-ajat   |  |
| <b>Päästöjen ja vaikutusten tarkkailu</b>                     | Ei pääsääntöisesti edellytetä. Tapauskohtaisesti rajoitettu tarkkailu vaikutusten mukaan kohdennetusti, 3–6 vuoden välein   | Rata-alueen hulevesien ja pintaveden tarkkailu 3–6 vuoden välein. Erikseen perustellusti pohjavesitarkkailu.  | Taustavallin suotovesien ja/tai pohjaveden tarkkailu 1–3 vuoden välein. Erikseen perustellusti pintavesitarkkailu  | Vaikutusten mukaan kohdennetusti 1–3 vuoden välein.  |  |
| <b>Aikataulu</b>  | -   | 0–10 vuotta tai harkinnan mukaan. Teknisille riskinhallintatoimenpiteille ei välitöntä tarvetta, mahdollisuus toiminnanharjoittajalle varautua taloudellisesti. Haitta-aineiden hallinnan tarvearviointi tehtävä ja seuranta aloitettava heti.                | 0–10 vuotta tai harkinnan mukaan. Teknisille riskinhallintatoimenpiteille ei välitöntä tarvetta, mahdollisuus toiminnanharjoittajalle varautua taloudellisesti. Haitta-aineiden hallinnan tarvearviointi tehtävä ja seuranta aloitettava heti. | 0–5 vuotta. Toimenpiteet toteutettava mahdollisimman nopeasti.   |  |

## Yhteenveto parhaista käyttökelpoisista tekniikoista ja ympäristön kannalta parhaista käytännöistä haitta-ainepäästöjen hallinnassa

- Ampumaratatoiminnan haitta-aineiden hallinnan tarve sekä parhaat käyttökelpoiset tekniikat määritellään kohdekohtaisesti toiminnan aiheuttaman pitkän aikavälin ympäristöriskin perusteella.
- Parhaalle käyttökelpoiselle tekniikalle on määritelty neljä eri vaatimustaso. Nämä nk. riskitasot ja riskinhallinnan suunnittelun lähtökohdat on esitetty taulukossa 6.3.
- Haitta-aineiden hallinnan vaatimukset voidaan määritellä liitteessä F kuvattun, ympäristöriskinarviointiin perustuvan Ampumaradan haitta-aineiden hallinnan tarpeen arviointimenettelyn perusteella.
- Haitta-aineiden hallinnan tarpeen arviointimenettelyssä tutkitaan ja kuvataan kohteen toimintahistoria, maaperä-, pohjavesi-, pintavesi- ja muut ympäristöolosuhteet sekä toiminnan aiheuttamat päästöt ja niiden vaikutus nykytilanteessa. Tavoitteena on selvittää, millä tavalla toiminta kuormittaa ympäristöä ja mitä vaikutuksia tällä on.
- Selvitys voidaan toteuttaa kohteen ominaisuuksista ja olemassa olevan lähtötiedon määrästä riippuen joko olemassa olevien lähtötietojen perusteella, tai siihen voidaan tarvittaessa sisällyttää maastotutkimuksia ja ympäristönäytteenottoa.
- Haitta-aineiden hallinnan tarpeen arviointimenettelyn tulosten perusteella määritetään kohteen riskitaso ja riskinhallinnan tavoitteet sekä suunnitellaan tarpeelliset riskinhallintatoimet. Menetelmien ja tekniikoiden valintaa ohjaavat myös menetelmien tekninen soveltuvuus kohteeseen, kustannustehokkuus ja toteutusaikataulu.
- Uusilla ampumaradoilla edellytetään pääsääntöisesti haitta-ainepitoisten vesien keräystä ja tarvittaessa puhdistusta tai vesien muodostumisen estämistä ja/tai kuormituksen rajoittamista.
- Haitta-aineiden hallinnan toimivuutta tulee seurata säännöllisellä tarkkailulla. Tarkkailuohjelman suunnittelussa käytetään apuna haitta-aineiden hallinnan tarpeen arvioinnin tuloksia. Tarkkailun toteuttamista on ohjeistettu liitteessä G.
- Menetelmien ja tekniikoiden soveltuvuuden arviointiperusteina on käytetty ympäristövaikutuksia, turvallisuutta ja saatavuutta. Soveltuvuusarvioinnin tulokset on esitetty taulukoissa 6.1 ja 6.2.

## 7 Haitta-ainepäästöjen hallinnan kehittämistarpeet

Käyttökokemukset suuresta osasta esitettyjä haitta-aineiden hallinnan teknisiä menetelmiä ovat rajoitettuja. Tästä syystä on oletettavaa, että suunnitelmat ja niihin liittyvät ratkaisut, kuten esimerkiksi mitoitukset ja materiaalivalinnat, kehittyvät vielä. Haitta-aineiden hallinnan teknisten menetelmien systemaattinen kehittäminen valtakunnallisella tasolla edellyttää käyttökokemusten ja parannettujen ja uusien suunnitelmien koontia ja analysointia sekä tämän selvityksen päivittämistä tulosten perusteella esimerkiksi viiden vuoden kuluttua.

Vaihtoehtoisia materiaaleja lyijyluodeille ja -hauleille tulisi tutkia lisää. Alumiini on eräs lupaava materiaali, joka on jo käytössä tietyissä puolustusvoimien taistelu-ammunnoissa. Myös vaihtoehtoisten materiaalien käyttöä rajoittavien tekijöiden, kuten kilpailuissa käytettävien luotien ja haulien vaatimusten muuttamista on syytä selvittää.

Kunnostusmenetelmistä lisäselvityksiä vaatii mm. apatiittikaivoksen rikastushiekan käyttö lyijyä sitovana materiaalina. Suomalainen Helsingin yliopiston tutkimus antoi viitteitä siitä, että rikastushiekka soveltuisi tietyissä olosuhteissa lyijyn liukoisuuden vähentämiseen. Rikastushiekan käytöstä kunnostukseen olisi hyötyä myös kaivostoiminnalle, sillä hyödyntämätöntä rikastushiekkaa syntyy huomattavia määriä.

Veden puhdistusmenetelmiä tulisi kehittää. Veden keräys laajoilta alueilta tuottaa runsaasti käsiteltävää vettä, mikä on kynnyskysymys useimpien nykyisten puhdistusmenetelmien osalta. Tasausaltaiden käyttö on tietyillä alueilla mahdollista, mutta myös muita ratkaisuja laajojen haulikkoratojen tai suurten luotiaseratojen vesimäärän käsittelyyn olisi tarpeellista kehittää.

Luoti- ja hauliromun kierrätysmahdollisuudet ovat edelleen heikot. Materiaalien prosessointia uusiokäyttöön ei tehdä Suomessa, vaan kierrätettävä romu kuljetetaan ulkomaille. Romusta saatava korvaus on minimaalinen. Kierrätystoiminta ei ole järjestäytynyttä ja osa romusta loppusijoitetaan vaarallisena jätteenä tai pilaantuneen maan seassa. Kierrätysjärjestelmää tulisi kehittää maanlaajuisesti luoti- ja hauliromun kierrätykseen kannustavaksi.

Vaikka BAT-selvityksessä ei ole suoranaisesti käsitelty ampumaratojen kunnostamista pilaantuneen maan näkökulmasta, on työssä selkeästi tullut esille että tarve selvittää, arvioida ja kehittää kunnostustarpeen arviointimenettelyyn, kunnostustekniikoihin sekä pilaantuneen maan hyötykäyttöön ja loppusijoittamiseen liittyviä prosesseja.





## 8 Ampumaratamelu

Ampuminen tuottaa melua. Melulla tarkoitetaan ääntä joka on kuulijalleen vahingollista (esimerkiksi kuulovaurio) tai haitallista (esimerkiksi häiritsevää). Ympäristönsuojelulain mukaan melu on fyysikaalinen haitta, joka voi aiheuttaa ympäristön pilaantumista. Ampumaratojen ympäristömelun tapauksessa haitta pohjautuu ensisijaisesti melun aiheuttamaan häiriövaikutukseen. Tässä osassa tarkastellaan ampumaratamelun hallintaan liittyviä hyviä tekniikoita ja käytäntöjä.

Ampumaratojen aiheuttamalle ympäristömelulle on säädetty ohjearvot valtioneuvoston päätöksessä 53/1997. Ohjearvot on annettu A-taajuuspainotettuina ja I-aikapainotettuina enimmäisäänitasoina  $L_{A_{max}}$ . Ohjearvot on esitetty taulukossa 8.1.

Vnp 53/97 3§ todetaan, että sovellettaessa on otettava huomioon ampumaratoiminnan luonne, kuten ampuma-ajat, laukausmäärät ja ampumalajit, sekä 2 §:ssä tarkoitetun alueen todellinen tai suunniteltu käyttö ja merkitys. Tästä ei ole tarkempaa soveltamisohjetta. Tässä selvityksessä on työryhmän näkemyksiä suurimmasta osasta edellä mainituista asioista.

Taulukko 8.1. Suunnitteluarvoina käytettävät ohjearvot enimmäisäänitasolle  $L_{A_{max}}$ .

| Maankäyttö  | Äänitaso [dB] |
|---|---------------|
| Asumiseen käytettävät alueet  | 65            |
| Oppilaitoksia palvelevat alueet                                     |               |
| Virkistysalueet taajamissa tai taajamien välittömässä läheisyydessä | 60            |
| Hoitolaitoksia palvelevat alueet                                    |               |
| Loma-asumiseen käytettävät alueet                                   |               |
| Luonnonsuojelualueet  |               |

### 8.1

## Ampumaratamelun merkitys

Vuonna 2011 arvioitiin, että siviiliampumaratojen melualueilla asuu noin 3 000 henkeä (Saarinen A 2013). Altistuvien määrä on vähentynyt alle puoleen vuodesta 1998. Vähentyminen johtuu suurelta osin yhden tiheän asutuksen keskellä sijainneen ampumaradan (Viikki, Helsinki) sulkemisesta.

Puolustusvoimilla oli vuonna 2012 48 ampumarataa, joista suurimmalla osalla on myös siviilikäyttöä. Niistä tehdyn selvityksen mukaan yli 65 dB AI-enimmäisäänitasolle altistuu 2400 asukasta ja yli 60 dB AI-enimmäisäänitason alueella sijaitsee 630 vapaa-ajan asuntoa. Selvitys pohjautuu tehtyjen meluselvitysten perusteella määritettyihin melualueisiin ja väestörekisterikeskuksen rakennus ja huoneistorekisterin (RHR) vuoden 2011 aineistoon. Radoista 24 kpl eli puolet oli sellaisia, joilla ei ollut lainkaan yli 60 dB melulle altistuvia. Kuudella radalla oli yli 100 altistuvaa asukasta. Hiukkavaara ainoana ylitti 1000 altistuvan rajan (Hosiokangas & Kumpula 2011).



Ampumaratoja käytetään puolustusvoimien osalta pääasiassa päiväaikaan ja siiviliratojen osalta iltaisin ja viikonloppuisin. Ampumaratoja ei käytetä yöllä kuin erittäin harvoin esimerkiksi puolustusvoimien pimeäämmuntakoulutuksessa. Näin ollen meluakin syntyy yleensä vain valoisana aikana eikä ampumaratamelu häiritse nukkuma-aikana.

Yleisten teiden melualueilla on arvioitu asuvan 285 000 ja katujen melualueilla 500–600 000 asukasta. Yhteensä ohjearvot ylittävälle melulle arvioidaan altistuvan noin 1 000 000 asukasta (Saarinen A 2013). Ampumaratamelulle altistuvien määrä on tästä alle 1 %.

Ampumamelun haittavaikutukset liittyvät elinympäristön viihtyisyyteen. Muita mahdollisia, terveyteen liittyviä vaikutuksia ei ole voitu tutkimuksin havaita. Ampumaratamelusta johtuvia maankäyttöön ja rakentamiseen liittyviä rajoituksia on vähän, koska melualuekäytäntö ei ole vielä vakiintunut. Ampumamelun vaikutusta kiinteistöjen arvoon ei ole selvitetty Suomessa. Ampumaratojen sijainnin ja altistuvien määrän perusteella voidaan olettaa vaikutuksen olevan vähäinen.

## 8.2

### Ampumamelun synty

Ampumaratamelulla on yleensä kaksi erilaista äänen syntytapaa, jolloin melu koostuu kahdesta eri osäänestä: laukausääni eli suupamaus ja luodin lentoääni eli yliäänipamaus. Ne esiintyvät tavallisesti niin samanaikaisesti, että niitä ei voi erottaa toisistaan kuuntelemalla tai tavanomaisissa mittauksissa.

Laukauksen äänen eli suupamauksen aiheuttaa asean piipusta purkautuva, ruudin palamisen synnyttämä palokaasu. Se laajenee nopeasti ja synnyttää laajetessaan paine- eli ääniaallon. Lentävä luoti synnyttää toisen, erillisen äänen eli yliäänipamauksen, jos luodin lentonopeus on suurempi kuin äänennopeus (lämpötilasta riippuen n. 330–340 m/s).

Joissakin erityistapauksissa luodin iskeminen kovaan maaliin tuottaa tavallista voimakkaamman kolmannen eli iskemä-äänen. Yleensä iskemän ääni on muihin osameluihin verrattuna merkityksetön. Kovapintaiset luotiloukut saattavat hieman lisätä osumaääntä.

## 8.3

### Ampumamelun leviäminen

Ampumamelun leviämiseen pätevät samat akustiikan ilmiöt kuin muullekin ympäristömelulle (Lahti 2003). Päinvastoin kuin Suomessa on joissakin yhteyksissä aiemmin esitetty, ampumamelun hyvin lyhyt kesto verrattuna muihin hitaasti vaihteleviin tai tasaisena jatkuviin ympäristömeluihin ei vaikuta mitenkään sen leviämistä hallitseviin akustiikan perussääntöihin.

Äänilähde säteilee ympärilleen pois päin etenevän ääniaallon, jossa äänienergia leviää laajemmalle pinnalle, kun etäisyys kasvaa. Äänipaine pienenee vastaavasti. Tämä etäisyyden aiheuttama ns. leviämisvaimennus esiintyy aina, maastosta ja muista tekijöistä riippumatta.

Laukausäänen suupamauksen synty tapahtuma on akustisesti pistemäinen. Äänilähteen tyyppi on pistelähde ja sen synnyttämä ääniaalto on muodoltaan palloaalto. Aalto noudattaa normaaleja palloaallon leviämissääntöjä.

Lentoäänen synty ja ääniaallon tyyppi ovat yliääninopeuden seurauksena mutkikkaita ilmiöitä. Kartionmuotoisena aaltona tiettyyn kulmaan etenevän aallon leviämisvaimennus noudattaa omaa erikoista muotoaan. Pelkistäen luodin lentoradan lähialueella kartioaalto vaimenee selvästi hitaammin kuin palloaalto.

## Melun arviointi, mittaus ja laskenta

Melun arviointi, mittaus ja laskenta eivät ole varsinaista parasta käyttökelpoista tekniikkaa, mutta ovat tarpeellisia tekniikoiden määrittelemiseksi ja mitoittamiseksi. Mittausten ja laskennan tulosten tulisi olla yhtenevät. Tulokset vaikuttavat suurestikin meluntorjuntatarpeen mitoittamiseen sekä toimien laajuuteen ja kustannuksiin.

### 8.4.1

#### Ampumamelun arviointi

Ampumaratamelun haitallisuutta arvioidaan Suomessa valtioneuvoston päätöksen (VnP 53/97) nojalla. Päätöksessä on säädetty arvioinnissa käytettävä äänitasosuure, A-taajuuspainotetun ja I-aikapainotetun äänipainetason enimmäisarvo, lyhyesti AI-enimmäisäänitaso  $L_{AImax}$  sekä annettu suurelle ohjearvot.

Toistaiseksi ainoa virallinen tapa arvioida ampumaratamelua Suomessa ja verrata sitä ohjearvoon on melun mittaaminen asianomaisen ohjeen (Ympäristöministeriö 1999) mukaisesti.

Ampumaratamelun laskentamallin käytöstä ei ole annettu viranomaisohjetta. Myöskään muuta kautta ei ole toistaiseksi muodostunut yleistä käytäntöä siten, että laskentaa pidettäisiin mittaukseen nähden yhtä pätevänä tai jopa ensisijaisena arviointitapana. Tilanne on siten päinvastainen kuin esimerkiksi liikenne- tai teollisuusmelun arvioinnissa, jossa mallilaskentaa pidetään luotettavampana kuin mittauksia ja yleensä yksinään riittävänä tapana.

### 8.4.2

#### Ampumaratamelun mittaaminen

Ampumaratamelua mitataan ympäristöministeriön mittausohjeen (Ympäristöministeriö 1999) mukaisesti. Mitattava äänitasosuure on ohjearvojen AI-enimmäisäänitaso  $L_{AImax}$ . Mittauksia tehdään ohjeen mukaisesti melulle altistuvassa paikassa eli mahdollisen häiriön kohteessa, erikseen eri ampumalajeille ja erikseen eri radoille. Enimmäisäänitaso määrätään mitattavaksi ”vähintään viiden laukauksen keskiarvona”. Perusteena on, että suuremmilla etäisyyksillä yksittäisten laukausten enimmäisäänitasot voivat vaihdella tuntuvasti, lähinnä hetkellisten sääolojen vaihtelujen seurauksena (mm tuulen nopeuden vaihtelut ja puuskaisuus).

Yksittäisen, yhtenä päivänä tehdyn mittaussarjan edustavuus on suhteellisen vaatimaton, vaikka sääolot mittausten aikana täyttäisivätkin mittausohjeen suositukset. Tavallisesti on tarpeen tehdä mittauksia useampana kuin yhtenä päivänä. Pitkään mittaussarja tyypillisillä etäisyyksillä ja ohjeet täyttävissä sääoloissa voi silti tuottaa tuloksiin varsin suuren vaihteluvälin, pienimpien ja suurimpien äänitasojen erotus voi olla usein 5–10 dB, joskus enemmänkin (Parri 2009).

### 8.4.3

#### Ampumaratamelun laskenta

Mittaustulokset edustavat aina vain itseään eli juuri mittauspäivänä ja mittaushetkellä esiintynyttä tilannetta ja esiintyneitä olosuhteita. Vain pitkän mittaussarjan tilastollisen tuloksen voidaan katsoa edustavan jollakin luotettavuudella pidempää aikaväliä. Sen sijaan mallilaskennan periaatteellisenä tarkoituksena on tuottaa suoraan pitkän ajan melutilannetta edustava tulos, joka vastaa mahdollisimman hyvin sellaisten pitkän ajan kuluessa tehtyjen monien eri mittausten kokonaistulosta, jotka tehdään määrittelyissä sää- ja muissa mittausolosuhteissa.

Ampumaratamelun laskentakäytäntö on Suomessa vakiintunut siten, että laskenta tehdään yhteispohjoismaisella ampumaratamelun laskentamallilla. Malli perustuu yleiseen pohjoismaiseen ympäristömelun laskentamalliin (ns. teollisuusmelumalli) (Kragh ym. 1982). Laskentamallilla lasketaan periaatteessa laskentakohteessa esiintyvä AI-enimmäisäänitaso  $L_{AImax}$  lähtien aseiden melupäästötiedoista. Laskenta tehdään taajuuden funktiona eli oktaavikaistoittain.

Malli on muodostettu siten, että sen tuottama laskentatulostulos vastaa äänen etenemistä suosivia sääolosuhteita eli käytännössä lähinnä kohtalaista myötätuulta. Mallissa siis ”tuulee myötäisesti kaikkiin suuntiin”, aina melulähteestä jokaiseen laskentapisteeseen. Kohtalaisen suotuisilla sääoloilla on suuri periaatteellinen merkitys. Ne merkitsevät samalla sitä, että laskentatulostulos vastaa mittaustulosta, joka saataisiin tekemällä hyvin pitkäaikainen mittaus ja laskemalla mittaustulosten pitkäaikainen energiakeskiarvo.

Laskenta voidaan lentoääntä lukuun ottamatta tehdä yleisillä laskentaohjelmilla (kuten SoundPlan ja Cadna/A), käyttämällä niiden sisältämää yleistä laskentamallia. Tarkempi selostus mallin ja ohjelmien käytöstä on esitetty liitteen H kohdissa H5.2 ja H5.3. Lentoäänen laskentaa käsitellään liitteen kohdassa H5.4.

#### 8.4.4

### Meluvyöhykkeet ja melualue

Ampumaratamelun melutason mittaaminen on käytännössä mahdollista vain rajallisessa määrässä mittauspisteitä, jotka yleensä sijoitetaan melulle altistuvien kohteiden lähelle. Jos halutaan muodostaa ampumaradan ympäristön melutasokartta, on käytettävä mallilaskentaa.

Mallilaskennan tulos eli melukartan melutasokäyrien rajaamat alueet ovat nimitään meluvyöhykkeitä. Kartta esittää esimerkiksi AI-enimmäisäänitason  $L_{AImax}$  meluvyöhykkeitä 55–60 dB, 60–65 dB ja 65–70 dB. Meluvyöhykkeitä ja niillä olevia altistuvia kohteita voidaan käyttää melun haitallisuuden välittömään arviointiin vertaamalla vyöhykkeitä ohje- tai raja-arvoihin. Lisäksi arviointiin on hyvä käyttää laukaussäätietoja (ks. taulukko 10.1).

Maankäytön suunnittelussa ja kaavoituksessa tarvitaan käsitettä melualue, joka ei ole sama kuin meluvyöhyke. Melualue on alue, johon kaavoituksessa tms. kohdistetaan rajoituksia, esimerkiksi rakentamiselle.

Melualue tai -alueet muodostetaan mallilaskennan tuottamien meluvyöhykkeiden pohjalta tietyillä säännöillä. Esimerkiksi meluvyöhykkeet voivat vaihtelevassa maastossa olla muodoltaan rikkonaisia ja koostua useista erillisistä alueista, jopa pienistäkin saarekkeista. Melualueen tai -alueiden tulisi puolestaan muodostua selkeämmistä ja mieluiten yhtenäisistä alueista. Yhtenä sääntönä voidaan pitää, että melualue on sellainen pehmeän, sulkeutuvan käyrän rajaama alue, joka sulkee sisäänsä tietyn meluvyöhykkeen käyrät.

#### 8.4.5

### Aseiden melupäästötietoja

Aseiden laukaussäänen voimakkuutta ympäristön kannalta voidaan vertailla melupäästötietojen avulla. Taulukkoon 8.2 on koottu eri lähteistä laskettuja aseiden kokonaismelupäästöjä A-äänienergiatasoina. Aseiden melupäästön käsite esitetään tarkemmin liitteessä H, kohta H-1.1.1 äänienergiataso.

Aseiden aiheuttamaa kuulovaurioriskiä ei arvioida aseiden melupäästön eli energia-tason avulla. Kuulovaurioriski arvioidaan korvan lähellä esiintyvän C-huippuäänitason (LCpeak) perusteella. Kaikkien aseiden laukaussäänen huippuäänitaso ylittää kuulovaurioriskin C-huippuäänitason raja-arvon 140 dB ampujan korvan kohdalla.

Päästömittausten laatu vaihtelee huomattavasti. Kotimaisista vuoden 1985 mittauksista tiedetään, että niitä tehtäessä ei vielä ymmärretty erotella lentoäänien osuutta laukaumelun päästöstä. On myös mahdollista, että taulukon tanskalaisessa aineistossa on sama puute. Melupäästötietojen merkitystä arvioidaan liitteessä H, kohdassa H-1.1.

Taulukko 8.2. Pienikaliiperisten aseiden kokonaismelupäästöjä: A-äänienergiataso  $L_{Oa}$  [dB]. Lähtötiedot: ympäristöministeriö (Saario 1985) ja puolustusvoimat (Markula 2006), Miljøstyrelsen 1995.

| <b>Ympäristöministeriö 1985</b> |  |     |
|---------------------------------|--|-----|
| kivääri                         | .338 magnum                                    | 140 |
| kivääri                         | 7,0 Remington magnum                           | 138 |
| kivääri                         | 8,2 x 53 R                                     | 138 |
| kivääri                         | 30-06  | 138 |
| puoliautomaattikivääri          | .308 Winchester                                | 138 |
| kivääri                         | .308 Winchester                                | 137 |
| haulikko (kor 0°)               | cal 12 skeet 2 mm                              | 137 |
| haulikko (kor 45°)              | cal 12 skeet 2 mm                              | 137 |
| haulikko                        | cal 12 trap 2 mm                               | 135 |
| revolveri                       | .44 magnum                                     | 136 |
| kivääri                         | .222 Remington                                 | 136 |
| kivääri                         | 7,62 x 53 R                                    | 136 |
| pienoiskivääri                  | .22 LR high vel. (villikarju)                  | 126 |
| revolveri                       | .357 magnum                                    | 125 |
| revolveri                       | .38 special                                    | 124 |
| vapaapistooli                   | .22 LR   | 121 |
| pienoispistooli                 | .22 LR   | 120 |
| revolveri                       | .22 LR   | 118 |
| revolveri                       | .32 SW long                                    | 117 |
| olympiapistooli                 | .22 LR   | 120 |
| pienoiskivääri                  | .22 LR   | 113 |
| <b>Puolustusvoimat 2006</b>     |  |     |
| rynnäkkökivääri                 | 7,62 Rk 62                                     | 138 |
| rynnäkkökivääri                 | 7,62 Rk 95                                     | 137 |
| sotilaskivääri                  | 7,62 Sotkiv 85                                 | 137 |
| sotilaspistooli                 | 9,00 Pist                                      | 137 |
| <b>Miljøstyrelsen 1995</b>      |  |     |
| metsästyskivääri                | 6,5 Norma, 9 g Vulkan                          | 137 |
| kivääri Otterup                 | 6,5 Norma                                      | 135 |
| haulikko                        | cal 12 italialainen, lyijyhauli no. 9 (2 mm)   | 136 |
| haulikko                        | cal 12 italialainen, lyijyhauli no. 7 (2,5 mm) | 134 |
| haulikko                        | cal 12 Dan-Arms, lyijyhauli no. 9 (2 mm)       | 132 |
| haulikko                        | cal 12 Dan-Arms, lyijyhauli no. 7 (2,5 mm)     | 131 |
| haulikko                        | cal 12 Dan-Arms, teräshauli no. 7 (2,5 mm)     | 134 |
| revolveri                       | .357 Norma Magnum                              | 133 |
| revolveri                       | .38 Remington special                          | 125 |
| pistooli                        | .32 Norma                                      | 124 |
| pistooli Walther                | .22 Norma                                      | 124 |
| pistooli Agner                  | .22 Eley sininen                               | 121 |
| kivääri Otterup                 | .22 Norma                                      | 111 |

## Yhteenveto ampumaratamelusta

- Ampumaratojen ympäristömelulle on säädetty ohjearvot valtioneuvoston päätöksellä 53/1997. Ohjearvot on annettu A-taajuuspainotettuina ja I-aikapainotettuina enimmäisäänitasoina  $L_{AImax}$
- Ampumamelu koostuu yleensä kahdesta osasta: laukausääni eli suupamaus ja luodin lentoääni eli ylääänipamaus.
- Ampumaratamelua arvioidaan mittaamalla ja laskemalla
- Ampumaratamelun leviäminen kuvataan meluvyöhykkeinä ja melualueina
- Aseiden laukausäänen voimakkuutta voidaan vertailla melupäästötietojen avulla
- Valtakunnallisesti tarkasteltuna ampumaratojen melulle altistuvien määrä on vähäinen

## 9 Ampumaratamelun hallinta ja vähentäminen

Ampumamelun hallinta jaetaan meluntorjuntaan ja haittavaikutusten vähentämiseen. Meluntorjunta jaetaan yleisesti päästön pienentämiseen, leviämisen estämiseen ja kohteen suojaamiseen. Ampumaratamelun tapauksessa kohteen suojaamista ei käytetä torjuntakeinona. Tavallisimmin melua vaimennetaan melusteilla ja -rakenteilla. Haittavaikutusten vähentämiseen pyritään käyttöaikojen suunnittelulla.

### 9.1

#### Suunnittelu

Ampumaradan suunnitteluvaiheessa voidaan tehokkaasti vaikuttaa radan aiheuttamaan meluun ja ehkäistä ennalta haittojen syntyminen. Suomessa suunnitellaan uusia ampumaratoja varsin vähän, vain muutamia ratoja vuosittain. Suunnittelussa tulee pyrkiä melupäästön vähentämiseen ja melun leviämisen estämiseen, kiinnittämällä huomiota mm. radan sijaintiin, korkeusasemaan, ratarakenteisiin, maasto- ja puustomuutoksiin sekä meluvalleihin. Rata-alueen järjestelyillä, ratojen sijoittelulla ja ampumasuunnilla voidaan vaikuttaa ympäristöön leviävään meluun.

Radan suunnittelun alkuvaiheessa tulee olla yhteydessä kunnan kaavoittajaan sekä rakennus- ja ympäristönsuojeluviranomaiseen radan sijoitusedellytysten selvittämiseksi. Melun kannalta ampumaradan sijainti tulisi ensisijaisesti olla sellainen, että etäisyys altistuviin kohteisiin on mahdollisimman suuri. Yleensä 3,5 km etäisyys on sellaisenaan riittävä meluntorjunnan kannalta. Radoilla, joilla ammutaan vain .22 kaliiperisilla aseilla, etäisyys on pienempi. Radan suunnitellun sijoituspaikan ympäristöstä tulee selvittää asuin- ja lomarakennusten sekä hoito- ja oppilaitosten sijainnit 3,5 km etäisyydelle. Samoin tulee selvittää erilaisten luonnonsuojelualueiden sekä virkistysalueiden sijainnit.

Kun kohteiden sijainti on tiedossa, jokaiselle lajiradalle sovitetaan kartan päälle sapluunamallin (liitteenä) meluvyöhykkeet. Jos meluvyöhykkeiden sisään ei jää kohteita, ei tarkempaa meluntorjuntasuunnitelmaa tarvita. Jos kohteita jää meluvyöhykkeiden sisään, on laadittava meluselvitys ja meluntorjunnan tarve on arvioitava riittävällä asiantuntemuksella.

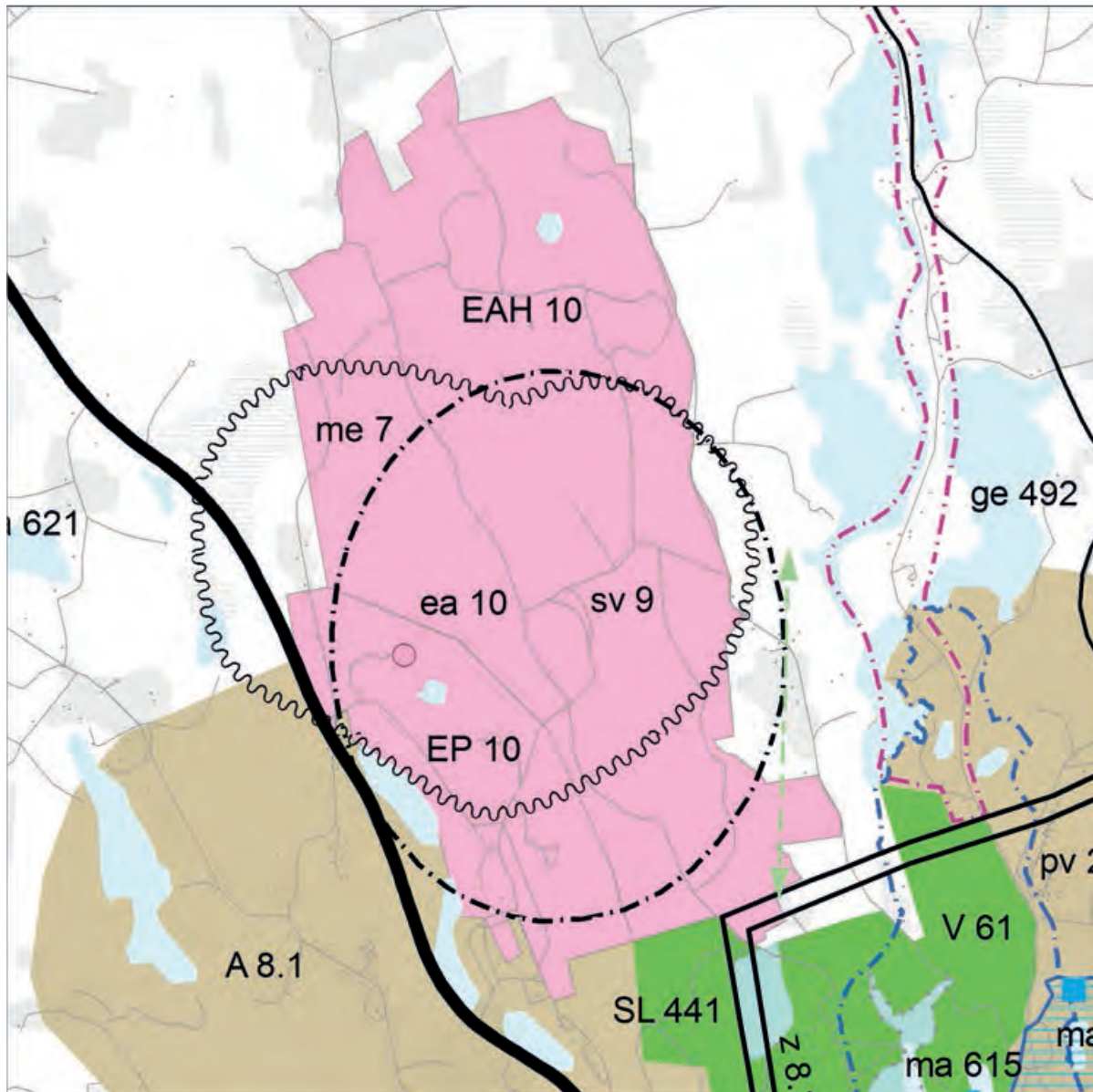
Radan suuntaamisella voidaan vaikuttaa melualueen sijaintiin, koska melu leviää eniten ampumasuuntaan. Radan suuntauksen suunnittelussa voidaan hyödyntää sapluunamallin mukaisia meluvyöhykkeitä (liite I). Radan ympäristön maastonmuotoja voidaan hyödyntää melun leviämisen esteinä. Radan korkeustasolla voidaan vaikuttaa melun leviämiseen. Melun kannalta on edullista suunnitella rata mahdollisimman alhaiseen maastonkohtaan tai kaivaa se ympäröivää maastoa alemmalle tasolle. Jos radan suuntaamisella, korkeustasolla tai maastonmuodoilla ei päästä riittävään tulokseen, tarvitaan lisäksi rakenteellisia meluntorjuntaratkaisuja kuten meluvalleja tai meluaitoja.



## Maankäyttö ja kaavoitus

Uusien ratojen suunnittelussa maankäytönsuunnittelu on ensisijainen keino melun hallinnassa. Maankäytön suunnittelussa ja kaavoituksessa ampumaradat ja niiden melualueet tulee merkitä kaavoihin (kuva 9.1). Näin varmistetaan ampumaradan asema niin, ettei melualueille kaavoiteta asutusta taikka muita melulle herkkiä kohteita tai toimintoja.

Myös olemassa oleville ampumaradoille tulee määrittää melualueet. Näidenkin ratojen ympäristön maankäyttö suunnitellaan niin, että ampumaradan melu tulee huomioiduksi. Tavoitteena tulee olla, ettei altistuvien määrä lisääny ja pitkällä aikavälillä vähenee.



Kuva 9.1. Esimerkki ampumaradan ja melualueen merkitsemisestä sekä suunnittelumääräyksestä maakuntakaavassa (Kaava, Etelä-Savon maakuntaliitto, Pohjakartta, Maanmittauslaitos).

## Lajiradat

Ampumaradoilla on lajiratoja, joilla käytetään erilaisia aseita. Utta ampumarataa suunniteltaessa on tarkasteltava, mitä ja millä tavalla lajiratoja alueelle voidaan sijoittaa. Olemassa olevien ratojen osalta tarkastelu kohdistetaan myös meluntorjunnan riittävyteen. Meluntorjuntatoimet kohdistetaan lajiratoihin meluisimmasta alkaen. Joissakin tapauksissa yksittäisen lajiradan toiminta joudutaan lopettamaan kokonaismelukuormituksen vähentämiseksi.

On ollut tilanteita, missä esimerkiksi haulikkoradoista on jouduttu luopumaan lähelle tulleen asutuksen takia, mutta on voitu säilyttää kivääri-, pistooli- ja pienoiskivääriratoja. Samoin joissakin tapauksissa hirviradoista on voitu joutua luopumaan, mutta ampumahiihto-, pistooli- ja pienoiskivääriradat on kyetty säilyttämään. Tämä tarkoittaa, että toimenpiteet eivät suinkaan edellytä välittömästi koko radan sulkemista, vaan merkittävimpien aseiden ja ratojen ja niiden meluntorjuntatoimenpiteiden tarkastelua.

## Aseen melupäästön vähentäminen

### Kaliiperit ja patruunat

Aseissa melupäästöön vaikuttavina tekijöinä kaliiperilla ja patruunan latauksella on huomattava merkitys. Patruunoita voidaan ladata hyvin erilaisin ruutimäärin ja erilaisilla luodeilla. Esimerkiksi yleisen hirvikiväärinkaliiperin 308 kaupallisia latausvaihtoehtoja löytyy useita kymmeniä. Kun lisätään ampujien omat lataukset, tulee yhdelle kaliiperille satoja vaihtoehtoja. Luotiaseiden kaliiperin suhde melupäästöön voidaan esittää yleisesti niin, että mitä suurempi kaliiperi (piipun sisähalkaisija) sitä suurempi melupäästö.

Taulukosta 8.2 nähdään että Suomessa käytettyjen pienikaliiperisten aseiden kokonaismelupäästö eli A-äänienergiataso on 113 dB ja 140 dB välillä. Pienen äänienergia on 22-kaliiperisilla pistooleilla ja kivääreillä ja suurin äänienergia suurilla kivääreillä. Jos verrataan aseiden melupäästötietoja kaliiperin funktiona, saadaan pienoispistooleille ja -kivääreille 113–121 dB, muille kivääreille 135–140 dB, haulikoille 135–137 dB ja pistooleille 124–137 dB. Yksinkertaistaen voidaan esittää keskimääräisinä kokonaismelupäästöinä taulukon 9.1 mukaiset arvot.

Taulukko 9.1. Aseiden keskimääräisiä kokonaismelupäästöjä eli A-äänienergiatasoja aseryhmittäin.

|                  | A-äänienergiataso, dB |
|------------------|-----------------------|
| Kiväärit         | 138                   |
| Haulikot         | 136                   |
| Pistoolit        | 130                   |
| Pienoiskiväärit  | 120                   |
| Pienoispistoolit | 120                   |

Puolustusvoimat ja patruunanvalmistajat ovat tehneet vuosien varrella kokeita patruunan ruudin vähentämiseksi, luodin muuttamiseksi ja melun vaimentamiseksi, mutta tulokset ovat jääneet valtaosaltaan laihoiksi. Melu kyllä pienenee ruudin vähentämisen myötä, mutta aseiden toiminta ja likaantuminen, osumatarkkuus, luodin lento ja alltius tuulelle sekä monet muut tekijät huonontuvat siinä määrin, ettei näitä toimenpiteitä voida käytännössä soveltaa. Näistä syistä patruunanvalmistajat ovatkin optimoineet ruudin ja sen tyyppin sekä luodin patruunoissaan mahdollisimman hyvien ominaisuuksien aikaansaamiseksi eikä tähän ole saatu uusia innovaatioita viime vuosina.

Haulikon patruunoiden valinnalla ei ole suurta merkitystä aiheutuvaan melupäästöön. Haulikkoradoilla käytetään yleisimmin urheilupatruunoita, joissa haulin koko on 2,0 tai 2,5 mm ja haulien määrä 24 g. Haulikon metsästyspatruunoiden lataus ja melupäästö ovat suurempia, mutta niiden käyttö haulikkoradoilla on usein kielletty.

### 9.2.2

## Suujarrut

Aseissa saattaa olla suujarruja, jotka on kehitetty pienentämään rekyyliä ja näin parantamaan aseiden ammuttavuutta. Suujarru lisää hieman melua ampujan suuntaan mutta ei etusuuntiin. Ympäristömelun kannalta suujarrun merkitys on vähäinen.

Rakenteeltaan suujarru on integroitu aseiden piippuun tai se on erillinen piipun suuhun kiinnitetty osa (kuva 9.2). Yleisin rakenne on poratut tai koneistetut reiät piipun etuosassa suoraan ylös, yläviistoon tai sivulle. Tästä seuraa suupaineen suuntautuminen sivuille tai ylös.



Kuva 9.2. Vasemmalla integroitu (kuva Löppö Production) ja oikealla erillisenä osana valmistettu ja asennettu suujarru (SA kuva).

### 9.2.3

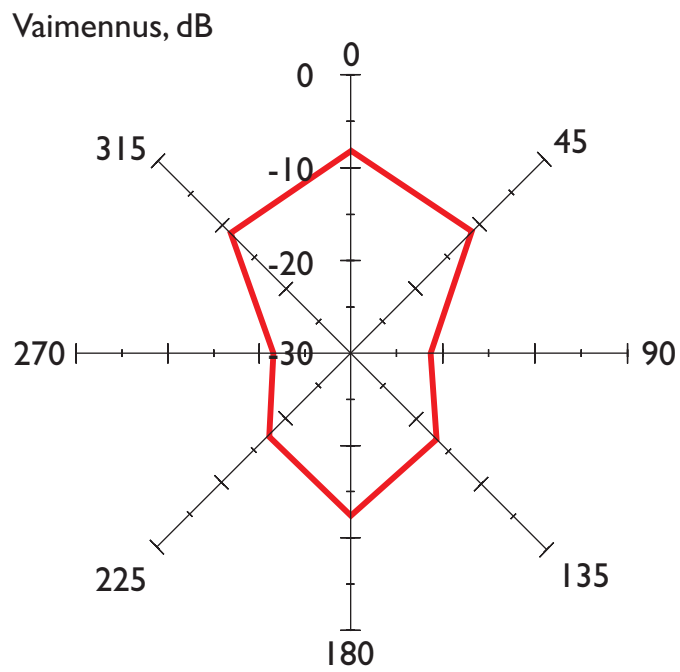
## Äänenvaimentimet

Äänenvaimentimia käytetään ampujan melualtistuksen pienentämiseksi ja aseiden rekyylin vähentämiseksi (kuva 9.3). Äänenvaimentimet pienentävät kuitenkin myös ympäristöön suuntautuvaa melupäästöä. Niiden käyttöä rajoittaa se, että useimmat kilpailusäännöt kieltävät äänenvaimentimien käytön. Puolustusvoimat ei käytä varusmiesten ja reserviläisten koulutuksessa äänenvaimenninta rynnäkkökiväärissä. Äänenvaimentimen hankinnan ja asennuksen kustannukset ovat noin 200–500 euroa.

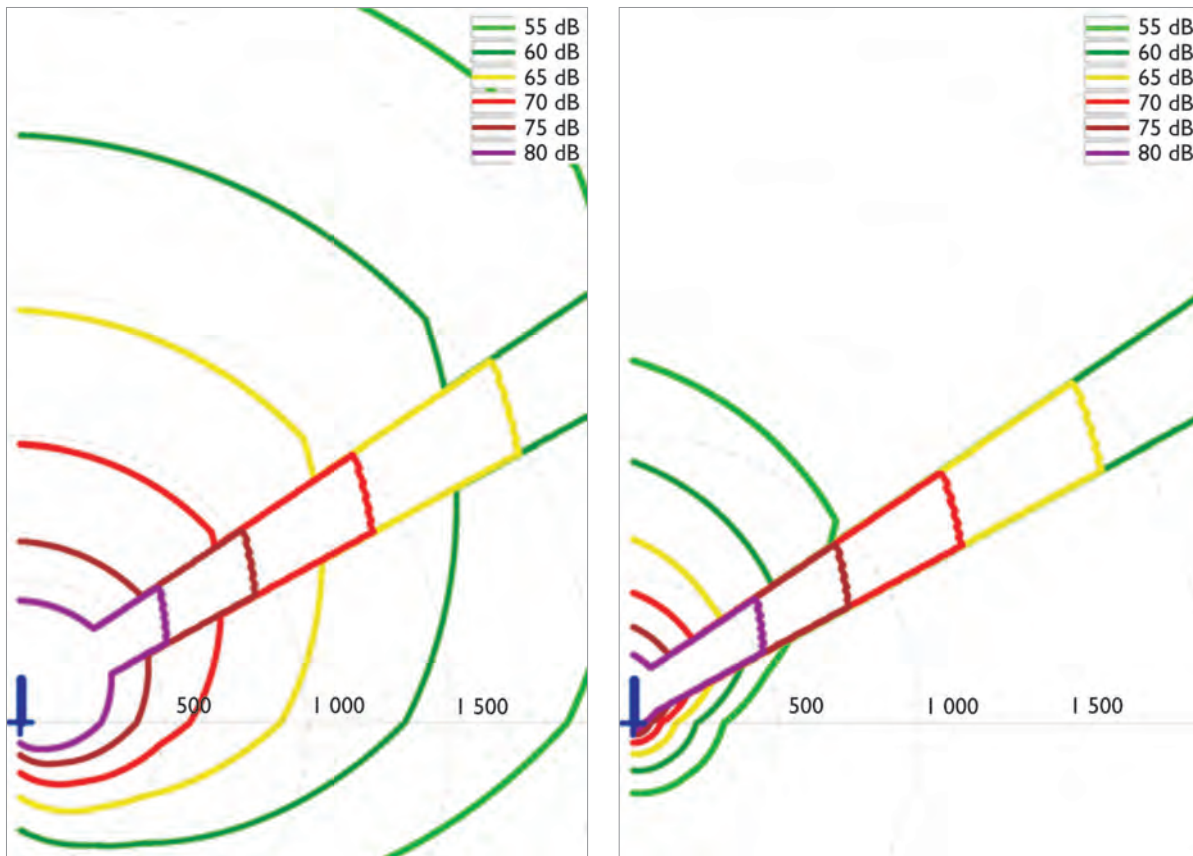
Äänenvaimentimien muita vaikutuksia ovat aseiden osuapisteiden muutos sekä turvallisuusriski vaimenninta käytettäessä. Vaimentimen vaikutusta ympäristömeluun esittävät kuvat 9.4 ja 9.5.



Kuva 9.3. Rynnäkkökiväärin äänenvaimentimia (kuvat puolustusvoimat).



Kuva 9.4. Rynnäkkökiväärin äänenvaimentimen vaikutus suupamaukseen, suuntariippuvuus.



Kuva 9.5. Äänenvaimentimen vaikutus rynnäkkökiväärin 7.62 Rk 62 kokonaismeluun (suupamaus + luotiaäni) avoimessa tasaisessa maastossa: (vasen) ei äänenvaimenninta (oikea) äänenvaimennin. Äänenvaimennin vaimentaa suupamausta, mutta ei vaikuta lentoäänen syntyyn.

### 9.3

## Melun leviämisen hallinta

#### 9.3.1

### Katokset

Ampumaradan ampumapaikat ovat usein katoksessa. Katos vaimentaa yleensä merkittävästi sivuille, takaviistoon ja taakse leviävää melua verrattuna katoksettomaan tilanteeseen. Jos katos on tukevarakenteinen sekä sivuilta ja takaa umpinainen ja tiivis, suoraan seinien läpi kulkeva melu vaimenee rakenteesta riippuen noin 15–20 dB, parhaimmillaan jopa 25 dB. Jos seinässä on ikkunoita, läpi menevän äänen eristys on heikompi, ja jos siinä on esimerkiksi tuuletusaukkoja tai -rakoja, eristys voi olla lähes olematon. Pahimmillaan yhdistelmä, jossa katon kaltevuus on taaksepäin nouseva ja takaseinä ei ole umpinainen, voi jopa hieman vahvistaa melua taaksepäin.

Suoraan katoksen seinien läpi kulkevan reitin lisäksi ääni pääsee katoksen taakse myös toista kautta: Aseen piipun suusta ylöspäin lähtevän äänen suuntaavuus on sama kuin suoraan sivulle säteilevän äänen, ääni on siis yleensä selvästi voimakkaampaa kuin suoraan taaksepäin. Ylös lähtenyt ääni taittuu eli diffraktoituu katon etureunasta katon yli taaksepäin. Tätä reittiä kulkeva ääni vahvistaa taakse kuuluvaa kokonaisääntä, jolloin kokonaisvaimentuma taakse onkin selvästi pienempi kuin pelkkä takaseinän läpi kulkevan äänen eristys katoksettomaan tilanteeseen verrattu-



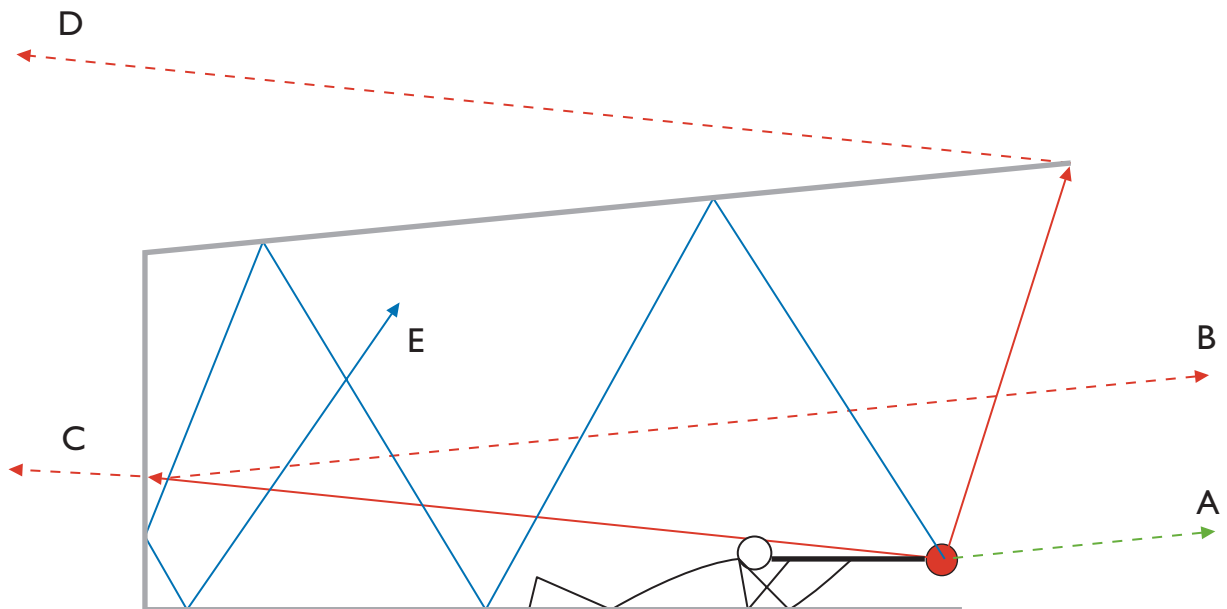
na. Lisäksi ratarakenteiden tuottamat heijastukset voivat joissakin tapauksissa edetä ampumasuojan tai katoksen sivulle ja taakse lisäten melua siellä.

Ympäristön melun kannalta akustisesti hyvä katos on tukeva sekä sivuilta ja takaa umpinainen ja tiivis. Tuuletus esimerkiksi ruudinsavun takia voidaan järjestää mieluiten katoksen taka-alareunassa olevan hyvin vaimennetun solan kautta. Hyvä katto on takaosastaan eteenpäin nousevasti kalteva, mutta katon etuosa voi olla kallistettu toisinpäin eli eteen laskevana, mikä heikentää edellä kuvattua diffraktiota katon reunasta taakse. Mitä pidemmälle eteen ja alas katto ulottuu, sen parempi se on katon yli taakse etenevän melun kannalta. On huomattava, että katolla ei ole lainkaan vaikutusta etupuolen suuntiin ( $\pm 90^\circ$ ) säteilevään meluun. Etusuuntiin säteilevä ääni lähtee kokonaan suoraan piipun suusta.

Katon alapinta on hyvä varustaa ääntä absorboivalla verhoilulla erityisesti aseiden yläpuolella. Sopiva ja täysin riittävä verhous on 50 mm mineraalivillaa. Sillä on edullinen vaikutus paitsi ympäristön meluun, luonnollisesti myös ampujien itsensä kuulemaan meluun katoksen sisällä. Katoksen takaseinän verhoilulla sen sijaan ei juuri ole vaikutusta ympäristön meluun. Vaikka seinä olisi kova, siitä takaisin eteenpäin ja ulos heijastuva ääni on aluksi lähtenyt aseesta taaksepäin, ja asemen melupäästö taakse on käytännössä aina paljon heikompi kuin suoraan eteen. Takaseinänkin absorptioverhoilusta on kuitenkin jonkin verran lisähyötyä katoksen sisällä.

Etupuolen etuviistoihin suuntiin (n.  $90^\circ \dots 45^\circ$  ehkä jopa  $\dots 30^\circ$ ) voidaan saada vaimennusta, mikäli katoksessa on ampumapaikkojen väleissä kovia, mutta absorboivalla pinnalla verhoiltuja sivuseinäkkeitä, joiden etureuna ulottuu selvästi asemen piipun etupuolelle (liite J1.2). Vaimennusta saadaan niihin etuviistoihin suuntiin, joihin seinäkkeen etureuna katkaisee näköyhteyden asemen piipun suusta katsoen.

Katoksen seinät ja katto voivat olla puurakenteisia. Tärkeintä on rakenteen tiiviys. Järeämmästä eli vielä lautaseinää enemmän eristävästä rakenteesta ei yleensä ole akustista lisähyötyä, koska osa äänestä joka tapauksessa kiertää etukautta ulos ja kääntyy taakse katon tai sivuseinien etureunan ympäri.



Kuva 9.6. Katoksen poikkileikkaus ja suupamauksen äänisäteiden kulkureittejä:

A: suora ääni etusuuntiin

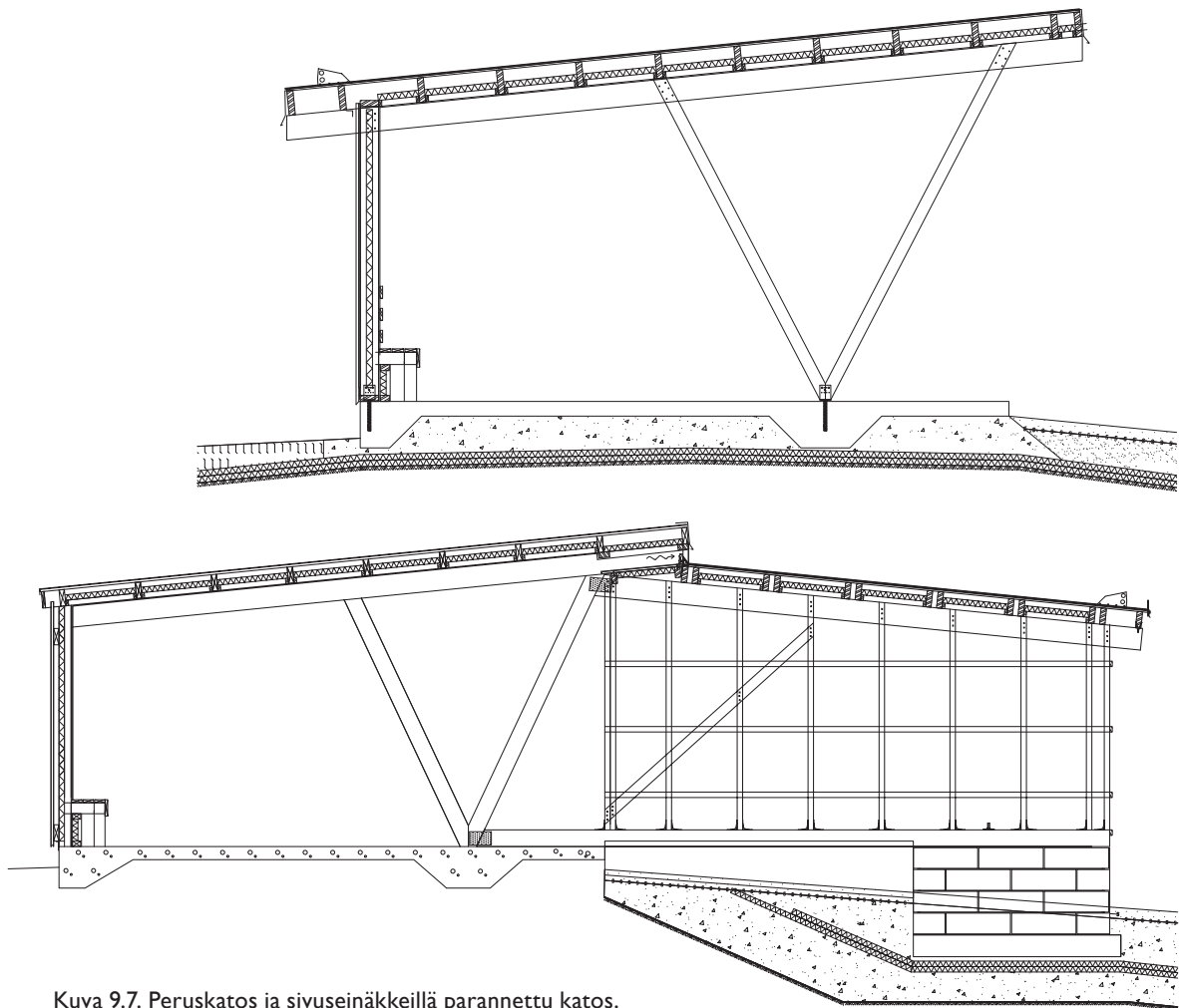
B: katoksen takaseinästä heijastunut ääni (merkityksetön A:han verrattuna)

C: katoksen takaseinän läpi kulkenut ääni

D: katoksen katon etureunan ympäri taaksepäin diffraktoitunut eli taittunut ääni (merkitys samaa suuruusluokkaa kuin C)

E: katoksen sisällä heijasteleva ääni (merkitystä vain sisällä katoksessa, ympäristön kannalta merkityksetön).





Kuva 9.7. Peruskatos ja sivuseinäkeillä parannettu katos.



Kuva 9.8. Katos, jossa 4,6 m pitkät vaimentavat sivuseinäkkeet.



Kuva 9.9. Hirviradan katoskuva Vesilahden Krääkkiön rata. Periaatekuvia OM julkaisussa 39/93.



Kuva 9.10. Nokian pistooliradan avoin katos ilman meluntorjuntarakenteita.

## Melusteet

Ampumaratojen ympäristömelu on yleensä suurempi ongelma eteen kuin taakse, eli suuntiin  $-90^\circ \dots 0^\circ \dots +90^\circ$ . Etuviistoon ja eteen tärkein melun leviämiseen vaikuttava seikka on radan vallit. Radan sivuilla ja päädyssä on yleensä vähintään jonkinlaiset vallit ympäristön turvallisuuden takia. Pelkästään turvallisuuden kannalta mitoitettut vallit voivat kuitenkin joissakin tapauksissa olla melun kannalta liian matalia.

Selityksenä on kaksi tekijää. Osa äänestä taittuu eli diffraktoituu vallin harjan yli sen toiselle puolelle. Yleensäkin melusteiden, vallin tai aidan, tuottama äänivarjo ei ole samaan tapaan terävä ja syvä kuin valon kulkutien katkaiseman esteen tuottama valon varjo. Mitä korkeampi valli on eli toisin sanoen mitä suuremmassa kulmassa vallin harjan yli taittuva ääni joutuu kääntymään alaviistoon, sitä enemmän ääni vaimenee.

Toinen tekijä on sääolot, jotka taivuttavat äänen kulkureittejä. Kun sää on melun leviämislle edullinen eli lähinnä silloin kun tuuli on myötäistä äänen kulkusuuntaan nähden, ääni kaartaa alaspäin. Loivasti ylaviistoon lähtenyt ääni ylittää vallin tai muun esteen ja kaartaa kauempana alaspäin takaisin maanpinnalle.

Näistä syistä vallin korkeuden riittävyttä meluntorjuntaan ei voi päätellä pelkästään siitä, katkaiseeko valli näköyhteyden asean piipusta kohteeseen.

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

Päinvastoin kuin edellisen kohdan ohjeissa, vallin riittävälle korkeudelle ei voida antaa yleisiä, sanallisia ohjeita. Riittävyden ilmaisemiseen tarvitaan täsmällisiä mittoja ja lukuja. Kuvissa 9.12 ja 9.13 on esitetty vallien (tai aitatyyppisten esteiden) korkeuksien ja etäisyyksien sekä tavoiteltavan estevaimennuksen välisiä yhteyksiä. Kuvien käyrästöt perustuvat pohjoismaiseen ampumaratamelun laskentamalliin (NT ACOU 099 2002).

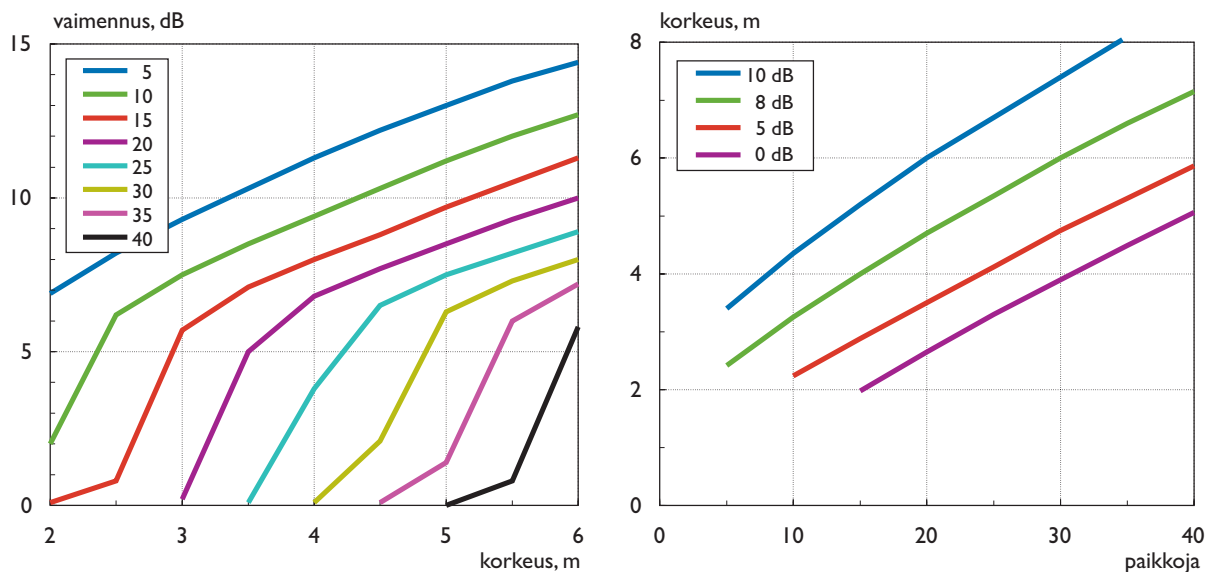
Maa-aineksista tehty meluvalli on aina sellaisenaan materiaaliltaan sopiva ja paras mahdollinen. Se ei päästä ääntä läpi eikä se myöskään heijasta ääntä eli vallin rintteeseen osuva ääni absorboituu siihen. Vallin merkittävin mahdollinen haittapuoli on sen leveys, siis että sen harja on kauempana kuin sen juuren etureuna. Jos on tarpeen tuoda melusteiden harja mahdollisimman lähelle asetta eli melun syntykohtaa, aitatyyppinen este on valliä parempi. Meluaita on perusmuodossaan rakenteeltaan kovapintainen, jolloin se heijastaa ääntä vastakkaiseen suuntaan (kuva 9.11). Jos tämäkin suunta on ongelmallinen, aitatyyppisen melusteiden melulähteen puoleinen pinta täytyy tehdä ääntä absorboivaksi eli varustaa ääntä vaimentavalla verhouksella.

Taulukossa 9.2 on esimerkkejä eräiden esteiden karkeista hinta-arvioista. Esteiden korkeudet on valittu (kuvista 9.12 ja 9.13) siten, että kaikilla saadaan samansuuruisen vaimennus. Arviot on laskettu 10-paikkaiselle pistooli- ja kivääriradalle ja trap-haulikkoradalle.





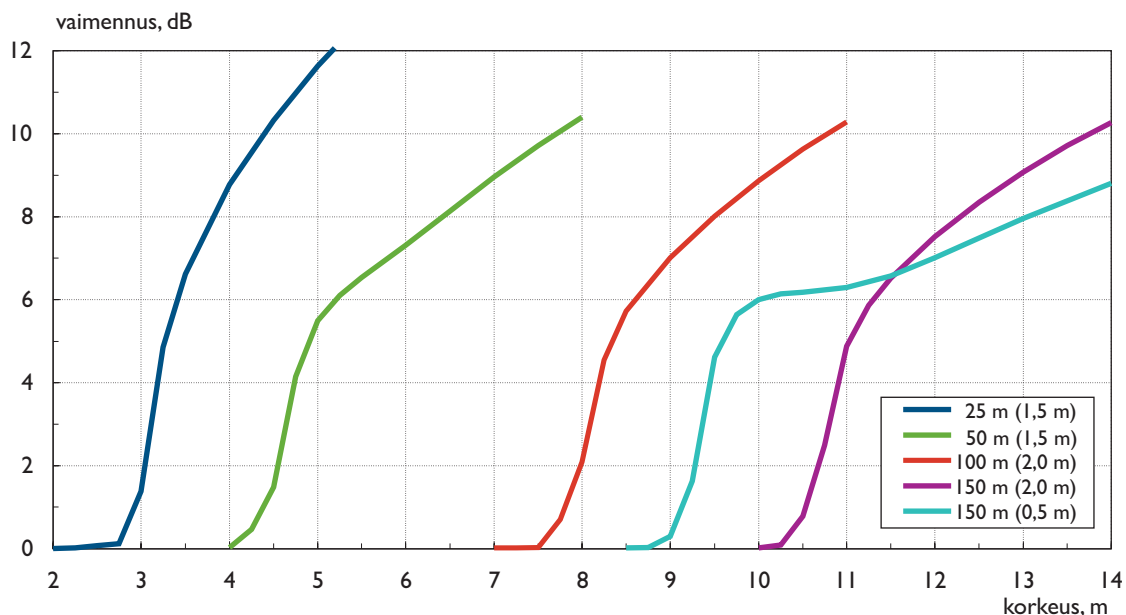
Kuva 9.11. Hirviradalle tehtyä ääntä heijastava meluaita.



Kuva 9.12. Sivuvallin korkeuden vaikutus vaimennukseen kahdella eri esitystavalla: (vasen) vallin vaimennus [dB] korkeuden funktiona, parametrina radan leveys kuvattuna ampumapaikkojen lukumääränä; (oikea) vallilta vaadittava korkeus radan leveyden eli ampumapaikkojen lukumäärän funktiona, parametrina vallilta haluttava vaimennus [dB].

Muut parametrit:

- ammunta epäedullisimmasta eli vallilta katsoen kauimmaisesta ampumapaikasta
- laskentasuunta 60° sivulle ampumasuuntaan nähden
- vallin korkeus ampumakatoksen lattiapinnasta
- vaimennus laskettu 1000 m etäisyydellä
- ampuja makuuasennossa
- maasto radan ulkopuolella tasainen.



Kuva 9.13. Päätyvallin estevaimennus [dB] vallin korkeuden funktiona viidellä radalla. Parametrinä ampumamatka tai etäisyys vallin juurelle, suluissa aseiden suun korkeus alustasta (kaksi ensimmäistä esim. pistooli seisten, kaksi seuraavaa haulikko ja viimeinen kivääri makuulta).

- laskentasuunta suoraan eteen
- vallin korkeus ampumapaikan alustasta
- vaimennus laskettu 1000 metrin etäisyydelle
- maasto vallin ulkopuolella tasainen.

Taulukko 9.2. Esteiden hinta-arvioita, kun vaimennuksen lisätarve on 8 dB.

| Este       | Rata, ammunta   | Esteen korkeus/pituus | Hinta, € |
|------------|-----------------|-----------------------|----------|
| Sivuvalli  | kivääri, makuu  | 3,5 m / 150 m         | 50 000   |
| Sivuaita   | kivääri, makuu  | 3,5 m / 150 m         | 90 000   |
| Päätyvalli | kivääri, makuu  | 13 m / 20 m           | 40 000   |
| Päätyvalli | pistooli, pysty | 4 m / 20 m            | 20 000   |
| Päätyvalli | haulikko        | 12,5 m / 250 m        | 500 000  |

### 9.3.3

## Haulikko

Olemassa olevilla radoilla ampumasuuntaan ja -sektoriin ei voi vaikuttaa, joten tarvittava meluntorjunta on tehtävä rakenteellisin keinoin. Skeet- ja trap-ratojen periaatepiirros ja mahdollisia rakenteellisia melusuojaustapoja on esitetty raportin liitteessä K2. Ampumasuunnassa melun vähentämiseen soveltuu meluvalli tai meluvallin ja aidan yhdistelmä, sivu- ja takasuunnassa voidaan käyttää meluaitoja tai valleja. Lisäksi trap-radoilla meluntorjuntana voidaan käyttää ampumakatosta, sen sijaan skeet-radoilla katosta ei voi käyttää.

Esimerkkejä meluntorjunnan vaikutuksesta melutasoihin trap- ja skeet-radoilla on esitetty liitteessä K2.

Sporting- ja riistapolkuratojen ampumapaikat on rakennettu usein metsään vaihteleviin olosuhteisiin. Myös ampumasuunnat eri paikoilla voivat poiketa selvästi toisistaan, ja samalla myös melun leviämialueet voivat olla selkeästi erilaiset. Ampumapaikkojen sijoitussuunnittelulla voidaan siten vaikuttaa melun leviämiseen. Sivu- ja takasuunnan melua voidaan rajoittaa valli- ja aitaratkaisuilla.



Kuva 9.14. Sipoon SSG:n ampumaradalla trap-radän ampumakatos, joka vaimentaa melua takasektorissa. Ikkuna-aukoissa on tiivis lasitus.

Haulikkoradoilla kyseeseen tulevia melusuojausten sijoitusmahdollisuuksia on esitetty haulikkoradan tyyppipiirroksessa (liite J2).

Ääntä vaimentavaa ampumakatosta voidaan käyttää vain trap-radän ampumapaikalla (kuva 9.14), tällöin ampumasuojan sivu- ja takaseinä on tiivis rakenne. Kilpailukäytössä olevalla radalla katoksen takaseinän on oltava riittävän läpinäkyvä jotta tuomarilla on näköyhteys ampujiin. Paljon ikkunoita sisältävällä läpinäkyvällä katoksella saavutetaan noin 10 dB vaimennus takasektorissa.

Haulikkoradoilla melun leviämisen estämiseen soveltuvat pääsääntöisesti vain melusteet eli aidat, vallit ja niiden yhdistelmät. Haulikkoratojen välinen aita voidaan tehdä meluaidaksi. Tällöin sen on oltava rakenteeltaan umpinainen ja tukeva. Myös takasuunnassa on mahdollista käyttää vastaava aitarakennetta. Etusuunnassa meluaitoja ei yleensä käytetä.

Aidan korkeuden kasvaessa lisääntyvät vaatimukset aidan perustuksille niin että rakenne pysyy pystyssä myös myrskyssä. Kuvassa 9.15 on esimerkki Hälvälän haulikkoradan 5 metriä korkeasta meluaidasta.

Haulikkoratojen meluvalleilla voidaan estää melun leviämistä kaikkiin suuntiin. Etusektorissa eli ampumasuunnassa esteet ovat ainoa mahdollinen meluntorjuntaratkaisu (kuva 9.16). Esteen tulee sijoittua säännöissä edellytetyllä etäisyydellä ampumapaikasta. Skeet-radalle voidaan este tuoda lähemmäs ampumapaikkaa kuin trap-radalle tai yhdistetyllä skeet- ja trap-radalle. Esteen korkeusvaatimus on pienempi tai teho on suurempi mitä lähemmäs se voidaan tuoda ampumapaikkaa.





Kuva 9.15. Meluste Hälvälän haulikkoradalla.



Kuva 9.16. 15 metriä korkea meluvalli Sipoon SSG:n haulikkoradalla.

## Kulissit

Joillakin ampumaradoilla käytetään poikittaisia yläkulisseja ensisijaisesti turvallisuuden takia (kuva 9.17). Niillä voi olla vaikutusta myös melun leviämiseen.

Turvallisuuden kannalta mitoitettu kulissi saattaa olla ulottuvuuksiltaan akustisesti riittämätön eli estevaikutukseltaan vähäinen. Suupamauksen äänialto voi edetä kulissin alta sen alareunan kautta pääty- tai sivuvallin harjalle siten, että äänen reitillä tapahtuvat kaksi taittumista ovat vain suhteellisen loivia. Tällöin toteutuva estevaimennus on pieni. Jos kulissin on tarkoitus tuottaa myös merkittävää estevaimennusta melulle, sen suunnittelu ja mitoitus edellyttää akustista asiantuntemusta.

Jos poikittaiskulissi on akustisesti kovapintainen, se yleensä pahentaa huomattavastikin melutilannetta takasuuntiin, koska se tuottaa heijastuksen taaksepäin. Heijastus tapahtuu sekä suupamaukselle että luodin lentoäänelle. Jos kulisseja on useampi kuin yksi, ääni voi heijastua kahteen tai useampaan kertaan kulissien välillä ja nousta tätä reittiä kulissien yli. Näiden ilmiöiden estämiseksi vähintään kulissien katoksen puoleisen pinnan täytyy olla ääntä absorboiva.

Melun vaimentamiseen voidaan periaatteessa käyttää myös pitkittäistä rakennetta, joko radan koko ampuma-alan pituisia väliseiniä tai vain ylempänä sijaitsevia varsinaisia pitkittäiskulisseja. Tällaisia esteitä voitaneen harkita viimeisenä täydentävänä torjuntatoimenpiteenä, käytännössä kuitenkin vain olemassa olevilla ja melultaan erittäin ongelmallisilla radoilla. Pitkittäiset esteet voivat periaatteessa vaimentaa suupamauksen lisäksi myös lentoääntä. Väliseinien tai pitkittäiskulissien suunnittelu ja mitoitus on erittäin vaativaa.



Kuva 9.17. Ampumaradan turvallisuuden parantamiseksi tehty yläkulissi.

### **Maanpinnan laatu ja kasvillisuus**

Useimmat tavalliset maanpinnat ovat melun kannalta keskenään suunnilleen samanarvoisia ja yhtä sopivia. Selvästi epäedullisia ovat vedenpinta ja asfaltti. Kovaksi tasoitettu sora sekä laaja, yhtenäinen ja paljas avokallio ovat myös likimain akustisesti kovia eli epäedullisia pintoja. Samat säännöt pätevät sekä itse radalla että sen ympäristössä. Esimerkiksi katoksen edustan kova pinta kuten asfaltti on melun leviämisen kannalta huono vaihtoehto.

Kasvillisuus vaimentaa ampumamelua merkittävästi vasta, kun metsävyöhyke on hyvin tiheä ja paksuudeltaan vähintään noin 100–200 m. Puiden lisäksi aluskasvillisuuden tulee olla tiheä. Havupuista kuusi on selvästi mäntyä tehokkaampi. Lehtimetsä ei vaimenna lainkaan lehdettömään aikaan vuodesta. Metsä vaimentaa 0–4 dB, parhaimmillaan hieman enemmänkin.

## **Radan käyttö**

Melupäästön leviämisen estämisen (rakenteellinen meluntorjunta) ja melupäästön pienentämisen lisäksi melun aiheuttamaa haittaa voidaan vähentää myös toimintaan ja toimintatapoihin liittyvillä keinoilla, eli ympäristön kannalta parhailla käytännöillä (BEP). Ampumaratojen kohdalla nämä liittyvät toimintatapoihin, toiminta-aikoihin, ja niiden suunnitteluun, tiedottamiseen ja muuhun sidosryhmätoimintaan. Toimintatavat tulee kirjata selkeästi ja saattaa kaikkien radankäyttäjien tietoisuuteen. Lisäksi niiden seuraamiseen tulee miettiä toimivat käytännöt.

Ampumaradan käytön suunnittelulla ja oheistuksella voidaan vaikuttaa oleellisesti melun aiheuttamaan haittaan sen ympäristössä.

Radan käyttöön liittyviä melun häiritsevyyttä ja haittaa vähentäviä keinoja ovat:

- Ampumapaikkojen käyttöjärjestys
- Käyttöajat vrk, viikko, kk, vuosi, kesä, hiljaiset ajat
- Tiedottaminen, vuorovaikutus sidosryhmien kanssa
- Valvonta.

### **Ampumapaikkojen käyttöjärjestys**

Toimintatavoilla voidaan myös vaikuttaa joissain tapauksissa siihen miten toteutetut meluntorjuntatoimenpiteet tehoavat. Koska melusteiden teho riippuu mm. siitä, kuinka lähellä melulähdettä meluntorjuntarakenteet ovat, voidaan ampumapaikkojen priorisoinnilla saada melusteistä paras mahdollinen hyöty. Esimerkiksi kivääri- ja pistooliradoilla ammunnat tulisi aina suorittaa niiltä paikoilta, jotka sijaitsevat lähimpänä meluvallia, jolloin valli vaikuttaa eniten melun leviämiseen. Tästä syystä radoilla tulisi olla selkeä käytäntö siitä, että ammuntaan käytetään ensisijaisesti niitä paikkoja, jotka ovat lähimpänä suojattavien kohteiden puoleisia sivuvalleja.

### **Käyttöajat**

Ampumaratojen toiminnan ja siitä aiheutuvien haittojen kannalta yhtenä ongelmana on se, että muiden kuin ampumaharrastajien virkistäytymisen ja ulkona liikkumisen ja oleskelun kannalta parhaat ajat; kevät ja kesä, viikonloput ja arki-illat ovat myös

ampumaurheilun harrastamisen kannalta parhaita aikoja. Tästä syystä rakenteellisten meluntorjuntatoimien lisäksi melun aiheuttamien haittojen vähentämiseen voidaan käyttää ampumaradan käyttöaikojen suunnittelua. Hyvin suunnitelluilla käyttöajoilla voidaan vähentää melun aiheuttamaa haittaa ja luoda vaikutusalueella oleville asukkaille ja muille toimijoille ampumamelutonta aikaa oman virkistäytymisen ja muiden harrastusten toteuttamiseen.

Melun häiritseväksi kokevien kannalta on tärkeää tietää, milloin ampumatoimintaa radalla harrastetaan. Tästä syystä tiedottaminen on tärkeä osa ampumaratojen meluntorjuntatoimintaa. Mitä paremmin lähialueen asukkaat tietävät ampumaradan käyttöajat, sitä helpompaa heidän on varautua ja suhtautua toimintaan. Kun tähän liitetään ennustettava, säännöllinen toiminta, voidaan sillä vähentää ampumatoiminnan aiheuttamaa haittaa.

Vuositasolla tarkasteltuna melun aiheuttaman häiriön kannalta kesäaika (kesäelokuu) on herkintä aikaa. Tällöin oleskellaan paljon virkistysalueilla, asuntojen piha-alueilla ja vapaa-ajan asunnoilla. Tästä syystä kesäaikana ampumaradoilta voidaan vaatia tiukempia, lyhyempiä toiminta-aikoja.

Viikkotasolla, erityisesti niillä alueilla, jossa ampumaratojen läheisyydessä on paljon vapaa-ajan asutusta, viikonloput ovat melun kannalta erityisen herkkiä. Viikonlopun voidaan katsoa alkavan jo perjantai-illasta. Lauantaisin ja sunnuntaisin ampumatoiminta on yleensä ympäristölupapäätöksissä rajattu muita päiviä lyhyemmälle ajalle.

Päiväkohtaisessa tarkastelussa ampumamelun aiheuttaman haitan kannalta ongelmattominta aikaa ovat päiväajat maanantaista perjantain alkuiltaan saakka. Iltaaikana esiintyvää melua pidetään päiväaikaista melua häiritsevämpänä ja iltayöstä tapahtuva ammunta ei pääsääntöisesti ole mahdollista radoilla, joiden läheisyydessä on melulle herkkiä toimintoja. Lauantaisin ja sunnuntaisin on perusteltua noudattaa tiukempia aikarajoituksia erityisesti aamupäivän ja jo alkuillan-aikaan, koska koajat ovat virkistäytymisen kannalta merkittäviä ja toisaalta ampumaharrastajilla on paremmat mahdollisuudet käydä ampumassa melunhäiriön kannalta ongelmattomampaan aikaan päivällä.

Toiminta-aikojen rajaamisen tulee lähteä ampumaradan pitäjän omasta suunnittelusta. Kun he itse esittävät toiminnan kannalta sopivimmat käyttöajat ja perustelevat ne hyvin, on todennäköisempää, että ne ovat lähempänä haluttua, kuin pelkästään luvanantajan määräämät käyttöajat.

Ampumaradan käytön suunnittelulla voidaan vähentää melun aiheuttamia haittoja ja parantaa ennakoitavuutta. Tällaisia keinoja ovat:

- Säännölliset ampuma-ajat
- Vähäisten ammuntojen keskittäminen muutamille päiville ja tunneille
- Melupäästöltään erilaisten aseiden ja ammuntojen huomioiminen käyttöajoissa
- Meluttomien ajanjaksojen kohdentaminen iltojen ja viikonloppujen lisäksi kokonaisuin päiviin
- Viikoittainen yksi tai useampi päivä, jolloin radalla ei ole melua aiheuttavaa ampumatoimintaa
- Pitkäaikaisempi esimerkiksi koko kesälomakauden aikainen hiljainen jakso.

#### 9.4.3

### Tiedottaminen ja yhteistyö

Ympäristön asukkaiden kannalta toiminnan ennakoitavuus voi olla myös merkittävässä asemassa melun aiheuttaman haitan kannalta. Tästä syystä toiminnan suunnittelu ja toiminnasta tiedottaminen on tärkeää. Erityisen tärkeää tiedottaminen on silloin, jos radalla järjestetään tavanomaisista käyttöajoista ja laukausmääristä poikkeavaa ampumatoimintaa, esimerkiksi kilpailuja.



Positiivisen suhtautumisen lisäämiseksi ampumaradan läheisyydessä oleville asukkaille on hyvä järjestää mahdollisuus tutustua ampumaseuran toimintaan ja kertoa, ketkä lajia harrastavat ja miksi ammuntaa harrastetaan.

Mahdollisia yhteydenottoja ja tiedusteluja varten ampumaseuralla on syytä olla selkeät yhteystiedot ja -henkilöt, joihin lähialueen asukkaat voivat olla tarvittaessa yhteydessä. Yhteydenottoihin on myös hyvä vastata kohtuullisessa ajassa.

Tiedottamisen onnistumisen kannalta on myös tärkeää, että tiedotusta tehdään ajoissa ja luotettavasti. Esimerkiksi toimintasuunnitelma ja tiedot suunnitelluista tai toteutettavista leireistä, kisoista jne. olisi hyvä toimittaa lähialueen asukkaille jo heti alkukeväästä. Tarvittaessa tiedote olisi hyvä uusua ennen tapahtumaa.

Ampumaseuran olisi hyvä varata myös mahdollisuus joustoihin omassa toiminnassaan esimerkiksi radan ympäristössä järjestettävien melulle herkkien tapahtumien takia.

#### 9.4.4

### Valvonta

Myös ampumaseuran järjestämällä radan valvonnalla voi olla vaikutus siihen miten toiminnan aiheuttama melu koetaan. Asukkaiden kannalta voi olla tärkeää, että he tietävät, että radalla tapahtuva toiminta on aina ennalta hyväksyttyä ja tiettyjen sääntöjen mukaan tapahtuvaa sekä valvonnan alaisista.

Radan käyttöä tulisi voida kontrolloida myös niin, että vain sallittuina ajankohtina tapahtuva toiminta olisi mahdollista ja hyväksyttävää, esimerkiksi radalle pääsy sekä ratalaitteiden ja katosten käyttö olisi estettyä käyttöaikojen ulkopuolella.

#### 9.5

### Meluntorjunnan kustannuksista

Meluntorjunnan kustannukset vaihtelevat suuresti riippuen tarvittavasta keinosta ja sen laajuudesta. Joskus meluntorjunnan kustannukset sisältyvät radan muiden rakenteiden kustannuksiin, kuten esimerkiksi ampumasuojan rakentamiseen. Kustannuksiin vaikuttaa myös paljon se, tehdäänkö rakentamistyö talkoilla tai muuten edullisin työkustannuksin. Joskus myös materiaalia voi olla saatavilla normaalia edullisemmin, kuten ylijäämämaata.

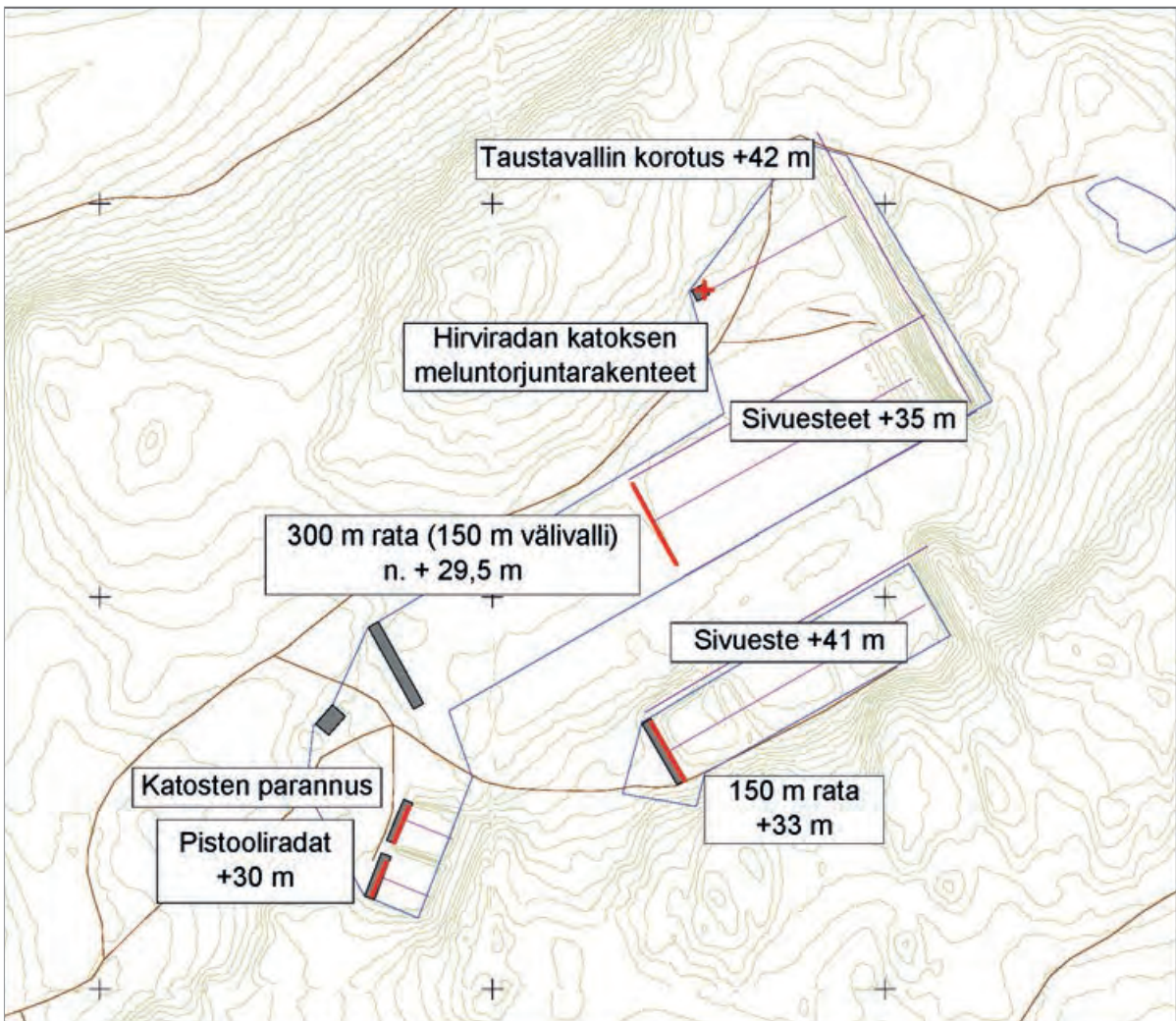
Taulukossa 9.3 on esitetty yleisimpien meluntorjuntarakenteiden kustannuksia ulkopuolisella urakoitsijalla teetettynä ja materiaalit uushankintana. Meluvallien ja meluaitojen osalta kustannukset ovat vuoden 2012 hintatasoa. Nämä kustannukset eivät sisällä rakenteiden suunnittelua eikä mahdollisia maaperän ja pohjaveden suojausrakenteita. Kuvassa 9.18 on esitetty erään ampumaradan meluntorjunnan rakenteet ja taulukossa 9.4 niiden kokonaiskustannukset.

Ampumaratojen meluselvityksiä tekevät ampumameluun erikoistuneet konsulttitoimistot. Hinnat ovat samaa luokkaa kuin muissakin konsulttitoimistojen töissä. Tuntihinta on asiantuntijan kokemuksesta riippuen 60–120 €/h (ALV 0 %) + matkakulut ja laitekulut. Taulukossa 9.5 on muutama esimerkki meluselvityspalveluista vuoden 2012 hintatasolla.

Ks. Liite I

Taulukko 9.3. Meluntorjunnan kustannuksia 2012.

| Keino/rakenne   | Kustannus  |
|---|--|
| Meluaita (liite J2), 7 m korkea                         | 1000 €/m (143 €/m <sup>2</sup> )   |
| Meluaita 3 metriä korkea                                | 600 €/m (200 €/m <sup>2</sup> )  |
| Meluaita (liite J2), 4,8 m korkea                       | 900 €/m (188 €/m <sup>2</sup> )  |
| Meluaita 2 m korkea                                     | 550 €/m (275 €/m <sup>2</sup> )  |
| Meluvalli h=10 m  | 2300–3200 €/m (16–23 €/m <sup>3</sup> ) + maaperän suojaus   |
| Meluvalli h=7 m + meluaita h=3 m                        | valli: 1300–1700 €/m (18–23 €/m <sup>3</sup> )<br>aita: 600 €/m (200 €/m <sup>2</sup> )<br>yhteensä: 1900–2300 €/m |
| Kivääri- tai pistooliradan ääntä vaimentava ampumasuoja | 5000 €/ampumapaikka  |
| Hirviradan ääntä vaimentava ampumasuoja                 | 10 000–20 000 €/katos  |
| Äänenvaimennin  | 100–500 €/kpl  |



Kuva 9.18. Esimerkkejä ampumaradan meluntorjuntatoimenpiteistä.



Taulukko 9.4. Kuvan 9.18 meluntorjunnan kustannusten laskentaesimerkki.

|  |                  |
|--|------------------|
| Pitkät sivuesteet 150 m 2 kpl à 140 000 €  | 280 000 €        |
| Pistooliradan katos                        | 200 000 €        |
| Hirviradan katoksen meluntorjuntarakenteet | 20 000 €         |
| Taustavallin korotus 2 m                   | 50 000 €         |
| <b>Yhteensä</b>                            | <b>550 000 €</b> |

Taulukko 9.5. Esimerkkejä meluselvitysten hinnoista asiantuntijapalveluna.

| Työ                       | Työmäärä | Hinta    | Sisältö  |
|---------------------------|----------|----------|--|
| Seurantamittaus           | 2 htp    | 1 500 €  | sisältää mittauksen yhdessä kohteessa ja raportin, lisäkohteet à 500 €                                 |
| Kevyt kokonaispalvelu     | 4 htp    | 3 000 €  | sisältää sapluunamallinnuksen* tai mallilaskennan muutamaan kohteeseen ja raportin yhdelle lajiradalle |
| (Kattava) kokonaispalvelu | 15 htp   | 10 000 € | sisältää mallilaskennan, mittauksen ja ympäristölupakonsultoinnin                                      |

\* Ks. Liite I

### Yhteenveto ampumaratamelun hallinnasta ja vähentämisestä

- Ampumaradan melua voidaan vähentää aseiden melupäästöä pienentämällä ja estämällä melun leviämistä. Haittavaikutuksia vähennetään käyttöaikojen suunnittelulla.
- Ampumaradan melua hallitaan hyvällä suunnittelulla ja suunnitelmallisella käytöllä
- Edullisin tapa ratkaista ampumaradan meluhaitat on hyvä sijaintipaikan valinta ja ammattitaitoinen suunnittelu.
- Maankäytön suunnittelulla ja kaavoituksella turvataan ampumaradan toiminta tulevaisuudessa
- Melun leviämistä estetään katosrakenteilla, meluaidoilla ja -valleilla
- Ampumaradan käyttöaikojen suunnittelulla vähennetään melun haittavaikutuksia
- Tiedottamisella parannetaan ympäristön tietoisuutta ampumaradan toiminnasta ja hyväksyttävyyttä
- Valvonnalla varmistetaan toiminnan sääntöjenmukaisuus
- Meluntorjunnan kustannuksia voidaan kattaa käyttömaksuilla ja investointiavustuksilta, ja niitä voidaan alentaa talkootöillä.
- Melupäästöä voidaan joskus vähentää ampumalla 22 kaliiperisilla aseilla ja käyttämällä äänenvaimenninta

# 10 Parhaat käyttökelpoiset meluntorjuntatekniikat ja -käytännöt (BAT ja BEP)

10.1

## BAT:n ja BEP:n edellytyksistä

10.1.1

### Haitan ja tarpeen arviointi

Ampumaratamelun tutkimuksissa on havaittu, että haitta riippuu paitsi äänitasosta myös laukausmäärästä (Jokitulppo ym. 2007). Tarvittavan torjunnan laajuus riippuu lisäksi altistuvien määrästä.

Vnp 53/97 3§ todetaan, että sovellettaessa on otettava huomioon mm. laukausmäärät ja alueen käyttö. AMPY-työryhmän oppaassa (Ympäristöministeriö 2012, s. 81) esitetään miten poikkeaminen ohjearvosta voisi tapahtua. Perusteluina voidaan pitää vähäistä laukausmäärää ja ampumatoiminnan ajallista sijoittumista niin, että sen aiheuttama häiriö ympäristössä on vähäistä, tai toisaalta runsasta altistuneiden määrää ja laajaa toimintaa.

Taulukko 10.1. Suositus ampumaradan meluntorjunnan tarpeen arviointimenettelyksi.

| Alueen käyttö 1   | Alueen käyttö 2   | Laukausmäärä vuodessa * |                                    |      |                  |  |
|---|---|-------------------------|------------------------------------|------|------------------|--|
|   |   | alle 10 000 ls/v        | 10 000–100 000 ls/v                |      | yli 100 000 ls/v |  |
|   |   |                         | Altistuvien määrä meluvyöhykkeellä |      |                  |  |
| Meluvyöhyke [L <sub>Almax</sub> ]   | Meluvyöhyke [L <sub>Almax</sub> ]   | 1–10                    | yli 10                             | 1–10 | yli 10           |  |
| Yli 75 dB   | Yli 70 dB   |                         |                                    |      |                  |  |
| 70–75 dB  | 65–70 dB  |                         |                                    |      |                  |  |
| 65–70 dB  | 60–65 dB  |                         |                                    |      |                  |  |
| 60–65 dB  | 55–60 dB  |                         |                                    |      |                  |  |
| alle 60 dB  | alle 55 dB  |                         |                                    |      |                  |  |
|   | Tilanne ei ole hyväksyttävä. Tarvitaan mittavia meluntorjuntatoimenpiteitä.   |                         |                                    |      |                  |  |
|   | Meluntorjuntarakenteet mitoitetaan niin että äänitaso ei ylitä ympäristöluvassa annettua tavoite- tai raja-arvoa ja/tai melukuormitusta vähennetään käyttöaikojen avulla ** |                         |                                    |      |                  |  |
|   | Meluhaitta on vähäinen, yleensä ei tarvetta meluntorjuntatoimille. Erityiset käyttöaika-rajotukset vain poikkeustapauksissa   |                         |                                    |      |                  |  |
| Alueen käyttö 1: Asumiseen käytettävät alueet, oppilaitoksia palvelevat alueet  |   |                         |                                    |      |                  |  |
| Alueen käyttö 2: Virkistysalueet taajamissa tai taajamien välittömässä läheisyydessä, hoitolaitoksia palvelevat alueet, loma-asumiseen käytettävät alueet, luonnonsuojelualueet |   |                         |                                    |      |                  |  |

\* .22 kaliiperisten aseiden laukaukset huomioidaan vain niissä tapauksissa, missä altistuva kohde on hyvin lähellä ampumarataa.

\*\* Pienten ampumaratojen (alle 10 000 ls/v) meluntorjunta toteutetaan ensisijaisesti käyttöaikojen avulla, meluntorjuntarakenteita edellytettäisiin vain poikkeustapauksissa. Ks. kohta 10.1.2.

Edellisen perusteella tässä ohjeessa suositellaan, että olemassa olevan ampumaradan meluntorjunnan tarvetta voitaisiin arvioida ja torjuntaa kohdentaa BAT:n näkökulmasta tarkoituksenmukaisimmin. Arviointi tehdään taulukon 10.1 mukaan perustuen meluvyöhykkeisiin sekä laukausten ja altistuvien määrään. Toimenpiteet on jaettu kolmeen eri värillä merkittyyn luokkaan. Altistuvaksi katsotaan asuinrakennuksen asukas ja loma-asumiseen käytettävä rakennuspaikka.

10.1.2

### **Lähtökohdat ja periaatteet**

Tässä selvityksessä esitetään arviointimenettelyä, jossa laukausten ja altistuvien lukumäärät ovat perusteena ohjearvosta poikkeamiselle joissakin tilanteissa. Ohjearvoja suurempi taso sallittaisiin vähäisen laukauserän tapauksessa. Tällaisena vuositaisena laukauseränä voidaan pitää 10 000 laukausta, jolloin melun ei katsota aiheuttavan terveys- tai merkittävää viihtyisyyshaittaa. Ohjearvoa pienempää tasoa edellytettäisiin suuren laukauserän ja useiden altistuvien tapauksessa.

Ihmisen kyky havaita ampumamelun voimakkuuden muutoksia on rajallinen. Yhden desibelin muutosta ei havaita, kolmen havaitaan, viisi havaitaan selvästi ja kymmenen desibeliä on merkittävä muutos. Tulkintaan vaikuttaa myös havaintojen aikaväli (Jokitulppo ym. 2007). Kun tarkastellaan meluntorjuntatoimia äänitasoina, voidaan torjuntatavoitteet rajata välille 5–15 dB. Vähäistenkin toimenpiteiden toteuttamista kannattaa harkita, vaikka alle viiden desibelin muutosten todentaminen onkin epävarmaa. Muutamakin desibeli voi alentaa häiritsevyyttä. Yli 15 dB vaimentavat meluntorjuntatoimet ovat hyvin massiivisia ja kalliita. Näin suuri tarve kertoo yleensä siitä, että ampumaradan sijainti on sopimaton. Toisaalta ohjearvojen selvästi alittuessa (10 dB) voidaan todeta, että meluntorjuntatoimia ei tarvita ja radan toiminta ei aiheuta meluhaittaa.

Ampumaradan meluntorjunnan mahdollisuudet riippuvat siitä mikä on lähtötilanne. Jos meluntorjuntaa lähdetään toteuttamaan tilanteessa, missä radalla ei ole katoksia, meluvalleja tai muitakaan melunvähentämiseen tähtäviä rakenteita, katos- ja vallirakenteilla voidaan saavuttaa esimerkiksi taakse ja sivulle selviä vaimennuksia, esimerkiksi 5–15 dB. Jos taas lähtötilanne on, että radalla on jo suhteellisen hyvät katokset, sivuvallit ja mahdollisesti muitakin meluntorjuntatoimenpiteitä toteutettu, voi olla vaikeaa saavuttaa kohteessa edes 5 dB lisävaimennusta.

### **Esimerkki meluntorjunnan rahoituksesta**

Taloudellisen kohtuullisuuden arvioinnissa tarkastellaan ampumaratojen meluntorjuntatoimien kustannuksia ja kuinka ne voidaan rahoittaa. Eri torjuntavaihtoehtojen kustannuksia on käsitelty kohdassa 9.5. Tässä tarkastellaan niiden rahoitusta.

Seuraavassa esimerkissä kokonaiskustannukset perustuvat laukauserään, missä vuotuinen laukauserä kerrotaan yhdelle laukauskelle määrättyllä hinnalla ja jaetaan "kuoletusajalla". Rahoitus voidaan kerätä jälkikäteen esimerkiksi laukauserään sidotulla käyttö- tai käyntimaksulla.

Tarvitaan 100 000 euroa maksavat meluntorjuntarakenteet.

#### **Oletukset**

- 100 000 laukausta / vuosi
- Kuoletusaika 10 v
- 10 000 euroa / vuosi
- Yksi käynti on keskimäärin 100 laukausta.
- Seurassa on 50 jäsentä.

Tulos

- Käyntejä radalla 1000 vuodessa
- Yksi käyntimaksu 10 euroa tai yhden laukauksen hinta 0,1 euroa
- Kokonaiskustannus ampujalle vuodessa on 200 euroa.

10.1.3

### **Ampumaradan suunnittelu ja toteutus**

Seuraavassa on lueteltu uuden ja käytössä olevan radan meluntorjunnan suunnittelun ja toteutuksen vaiheet. Keinojen ja käytäntöjen yksityiskohtia on tarkasteltu aikaisemmin, kohdassa 9.1. Alla mainitut toimenpiteet mahdollistavat ampumaradan rakentamisen ja käyttämisen kestäväällä tavalla.

#### *Uusi rata*

Uusi ampumarata on suunniteltava niin, etteivät ohjeavot ylity. Uuden radan suunnittelussa melunäkökohdat on otettava huomioon hankkeen alusta lähtien.

1. Sijaintipaikan valinta. Melutarkastelu ensin sapluunamallilla (ks. liite I), tavoitteena meluallistuksen välttäminen melulle herkkien kohteiden osalta; asunnot, loma-asunnot, virkistysalueet, muut herkät kohteet ja luonnonsuojelualueet. Huomioidaan lähialueen kaavoitus ja käydään alustavat keskustelut alueen kaavoittajan kanssa alueen soveltuvuudesta ampumaratatoimintaan.
2. Asemapiirroksen laatiminen. Piirroksesta on selvittävä lajiradat, ratojen sijoittelu, maaston ja rakenteiden korkeusasemat.
3. Jos 1. vaiheessa todetaan, että alustavalla meluvyöhykkeellä on melulle altistuvia kohteita, meluselvityksen laatiminen ja tarvittaessa meluntorjunnan suunnittelu. Melumallilla lasketaan tarkemmat meluvyöhykkeet (meluselvityksen laatiminen ks. kohta 8.4.4). 2 ja 3 vaihe tehtävä yhtä aikaa, rinnakkain ja vuorovaikutteisesti.
4. Lupahakemusten laatiminen. Ympäristölupahakemus toimitetaan kuntaan tai AVI:lle ja perustamislupahakemus AVI:lle sekä rakennuslupahakemus kuntaan.
5. Esitys kaavoittajille. Hyvä käytäntö on, että ampumaradasta tehdään ampumaratamerkintä ja esitetään melualue kaavakartassa sekä esitetään melualueen suunnittelu- ja rakentamismääräys kaavaselostuksessa. Ampumaradan pitäjän tulee seurata kaavoituksen kehittymistä ja antaa tarvittavat lausunnot osallistumis- ja arviointisuunnitelmaan sekä kaavan luonnos- ja ehdotusvaiheissa.
6. Rakentaminen toteutetaan suunnitelmien ja ympäristöluvan vaatimusten mukaan. Meluntorjunnan suunnittelijan on hyvä olla mukana valvomassa toimenpiteiden toteuttamista.
7. Valmistuneen radan melun todentaminen tarvittaessa mittaamalla ja mallintamalla. Mittauksia suositellaan tehtäviksi ensisijaisesti radan lähiympäristössä ja leviäminen mallinnetaan niiden perusteella.

#### *Käytössä oleva rata*

Käytössä olevan ampumaradan meluntorjunnan suunnittelu käynnistyy yleensä viranomaisen vaatimuksesta tai ympäristölupapäätöksen velvoitteista. Meluntorjunnan suunnittelussa edetään yleensä seuraavasti.

1. Melutarkastelu sapluunamallilla.
2. Jos 1 vaiheessa todetaan, että meluvyöhykkeillä on melulle altistuvia kohteita, laaditaan ampumaradan ympäristömeluselvitys (Ympäristöministeriö 2006, s 28), sisältäen meluvyöhykkeiden määrittämisen ja meluntorjunnan suunnittelun. Tavoitteena, että meluvyöhykkeillä ei ole melulle herkkiä kohteita.

3. Esitykset kaavoittajille. Hyvä käytäntö on, että ampumaradasta tehdään ampumaratamerkintä ja melualue kaavakartassa sekä esitetään melualueen suunnittelu- ja rakentamismääräys kaavaselostuksessa. Ampumaradan pitäjän tulee seurata kaavoituksen kehittymistä ja antaa tarvittavat lausunnot osallistumis- ja arviointisuunnitelmaan sekä kaavan luonnos- ja ehdotusvaiheissa.
4. Rakentaminen toteutetaan suunnitelmien ja ympäristöluvan vaatimusten mukaan. Meluntorjunnan suunnittelijan on hyvä olla mukana valvomassa toimenpiteiden toteuttamista.
5. Toteutettujen meluntorjuntatoimien vaikutusten todentaminen mittaamalla ja päivittämällä mallilaskenta ja melualueet

## 10.2

### Parhaat käyttökelpoiset tekniikat

Ampumaratamelua voidaan vähentää pienentämällä melupäästöä tai vaikuttamalla melun leviämiseen. Seuraavassa on kuvattu tällä hetkellä parhaiksi ja taloudellisesti toteuttamiskelpoisiksi katsottuja ampumaratojen meluntorjuntatekniikoita.

#### 10.2.1

### Aseen melupäästön pienentäminen

Aseen melupäästön pienentämiseksi on käytettävissä vain vähän keinoja. Niitä ovat lähinnä äänenvaimennin ja kaliiperin pienentäminen, silloin kun nämä ovat muista syistä mahdollisia, ks. taulukko 10.7.

Äänenvaimennin vaikuttaa vain suupamaukseen. Sen tehokkuus on suurin sivusuuntiin, mutta huomattava myös muihin suuntiin. Vaimennin ei kuitenkaan vaikuta luotiääneen, joka leviää etuviistoon. Äänenvaimenninta voidaan käyttää kivääri- ja pistooliaseissa. Vaimentimilla saavutetaan ampumaradalla paras hyöty kun kaikki ampujat käyttävät niitä. Äänenvaimentimia on saatavilla kaupallisesti eri valmistajilta. Teho vaihtelee käyttötarkoituksesta riippuen. Äänenvaimennin käyttöä rajoittavat kilpailusäännöt, sotilasaseiden rajoitukset ja haulikon tekniikka.

Aseiden melupäästön pienentämisen kannalta merkittävä hyöty saavutetaan, kun pistooli- ja kivääriammuntaa harrastetaan mahdollisimman laajasti 22 kaliiperisilla aseilla. Kaliiperin pienentämien soveltuu pistoolilajeihin helpommin kuin kiväärilajeihin. Kaliiperin pienentämistä ei voida käyttää esimerkiksi haulikkolajeissa ja hirvikokeissa. Kaliiperin pienentämistä voidaan käyttää yhdessä käyttöaikojen rajaamisen kanssa. Esimerkiksi voidaan harkita, että tiettyinä iltoina sallitaan ammunnat vain 22-kaliiperisilla aseilla.

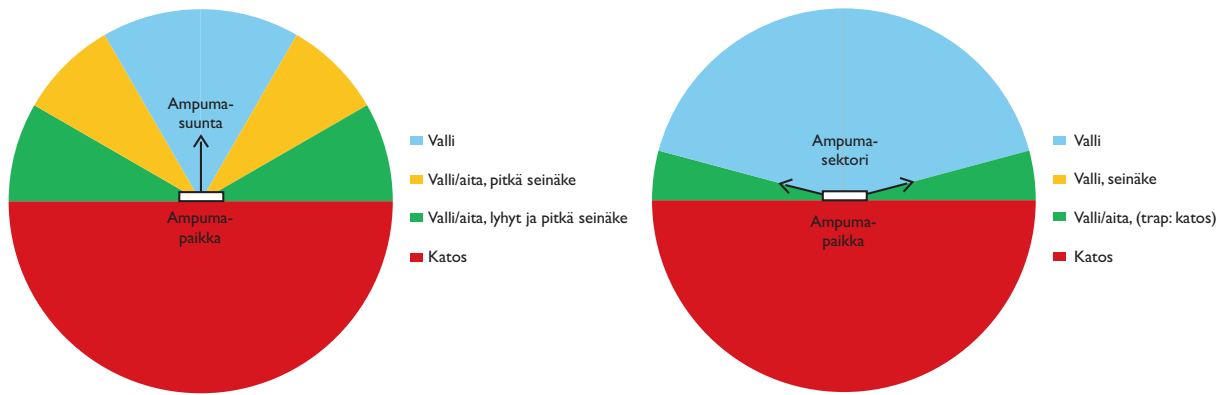
#### 10.2.2

### Melun leviämisen hallinta

Melun leviämisen estäminen tai rajoittaminen on pääasiallinen keino ampumaratamelun vähentämiseksi. BAT:n mukaisia keinoja ovat suunnasta riippuen meluesteet ja katokset. Melun suuntautumiseen voidaan vaikuttaa myös ratojen sijainnin ja ampumasuunnan muutoksilla.

Torjuntatoimia valittaessa tulee olla selvillä melutason alentamistarpeesta. Tämän jälkeen valitaan ratkaisut huomioiden suunta johon meluntorjuntaa tarvitaan (kuva 10.1).





Kuva 10.1. Ensisijaisesti tarkasteltavia meluntorjuntatoimia ampumaradoille. Vasemmalla kivääri- ja pistooliradat ja oikealla haulikkorata.

BAT:n mukaista torjuntatekniikkaa ampumasuunnassa ja sitä lähinnä olevassa etusektorissa on, että kohteet suojataan riittävän korkealla päätyvallilla. Sivulla ja etuviistossa BAT:ia on kivääri- ja pistooliradalla radan sivuun tehtävä meluvalli, -aita tai meluvallin ja aidan yhdistelmä. Este mitoitetaan siten, että melutaso suojattavassa kohteessa ei ylitä ohje- tai raja-arvoa, kuitenkin niin että esteen vaimennus on vähintään 5 dB. Jos suojattava kohde on luotiaänen vaikutusalueella, on tarpeen ulottaa este koko radan pituudelle. Haulikkoradalla sivuaitoja tai -valleja on mahdollista käyttää vain tietyin rajoituksin mm kiekon lentorata huomioiden.

BAT:n mukaiset esimerkkirakenteet on esitetty liitteessä J1 ja J2. Oleellista aitarakenteissa on tiiveys (ei rakoja tai aukkoja) ja massa (pintapaino vähintään 10 kg/m<sup>2</sup>). Molempien estetyyppien tulee olla riittävä korkeita ja pitkiä. Mitat vaihtelevat eri radoilla, ja ne on aina selvitettävä tapauskohtaisesti melumallilaskelmin. Tehokkaalla esteellä saavutetaan tyypillisesti 5–10 dB alenema melutasoon.

Suuremmissa kulmissa etuviistoon (luotiaänisektorista sivulle päin) BAT:ia ovat seuraavat toimenpiteet. Sivuvallin tai aidan vaimennusta voidaan tehostaa rakentamalla ampumasuojaan jatkettua sivuseinät, väliseinäkkeitä ja etulippa (kuva 9.7), jolloin ampuminen tapahtuu ”tunnelista”. Jos ampumaradalla on vain muutama ampumapaikka, voivat tällaiset jatkeet olla yksinäänkin riittävä ratkaisu. Joskus suojaus voidaan tehdä jatkamalla sivuseinää meluaitana, esimerkiksi hirviratojen ampumapaikoilla.

Takasuuntiin BAT-ratkaisu on melua vaimentava katos. Tässä suhteessa katoksen tärkein ominaisuus on, että taka- ja sivuseinät ovat tiiviit (kuva 9.7). Mahdollisesti tarvittava katoksen ilmanvaihto on suunniteltava ääntä vaimentavaksi. Haulikkoradoilla katos tulee kyseeseen vain trap-radalla (kuva 9.14).

Muita BAT:n mukaisia tekniikoita voivat olla seuraavat toimet. Yläkulissit voivat tulla kyseeseen, jos muut keinot eivät riitä ja jos niiden meluvaikutus pystytään riittävän luotettavasti ennakoimaan. Maanpinnan ampumakatoksen tai ampumapaikan edessä on edullista olla pehmeä maaheijastuksen vähentämiseksi. On huomioitava kuitenkin mahdolliset hylsyjen ja haulikon välitulppien keräämiseen liittyvät asiat pintamateriaalin valinnassa.

Kasvillisuuden säilyttäminen ampumaradan lähiympäristössä on tärkeää, etenkin jos kasvillisuus on tiheää ja korkeaa (> 7...10 m) ampumaradan ja häiriintyvän kohteen välisellä alueella. Erityisesti aivan rataan kiinni rajoittuva vyöhyke n. 100 m asti on tärkeää.

Taulukossa 10.2 on esitetty kootusti eri toimenpiteet ja niiden arvioidut vaikutukset.

Taulukko 10.2. Ampumamelun BAT-torjuntakeinoja.

|  | Vaikutus äänitasoon |          |  | Valinnan peruste<br>meluntorjunnan<br>kannalta  | Huomautuksia  |
|--|---------------------|----------|--|---|---|
|  | eteen               | sivulle  | taakse   |   |   |
| <b>Päästön pienentäminen</b>   |                     |          |  |   |   |
| Aseiden kaliiperin<br>valinta 9.00 => .22                                  | 10 dB               | 10 dB    | 10 dB  | Ohjearvon alittumisen<br>tai ympäristölupa-<br>määräysten varmistami-<br>miseksi.   | Harvoin mahdollinen   |
| 308 => pienoiskivääri  | 10 dB               | 10 dB    | 10 dB  |   |   |
| Äänenvaimennin   | 3–8 dB              | 10–20 dB | 10–15 dB<br>(avoin paikka)<br>3 dB<br>(jos on katos) | Ohjearvon alittumisen<br>tai ympäristölupamää-<br>rysten varmistami-<br>seksi.  | Mahdollinen osassa<br>ammunnoista. Kilpailu-<br>säännöt ja sotilasaseiden<br>käyttötarkoitukset rajoitta-<br>vat äänenvaimentimien<br>käyttöä.  |
| <b>Melun leviämisen estäminen</b>  |                     |          |  |   |   |
| Tiivisrakenteinen<br>ampumakatos   | 0 dB                | 3–8 dB   | 5–15 dB  | Kivääri- ja pistooli-<br>radoilla lähes aina  | Huomioitava turvalli-<br>suus, valaistus ja ilman-<br>vaihto  |
| Ampumapaikkojen<br>väliset sivu-<br>seinäkkeet                             | 0 dB                | 3–5 dB   | 0–2 dB   | Lisämeluntorjunta-<br>tarve sivulle   | Huomioitava turvallisuus<br>valaistus ja ilmanvaihto  |
| Meluvalli tai<br>meluaita  | 0-7 dB              | 5–10 dB  | 5–10 dB  | Lisämeluntorjunta-<br>tarve haluttuun<br>suuntaan   | Lisää turvallisuutta.<br>Aitarakenteessa tulee<br>huomioida kimmoke- ja<br>luodin läpäisyvaara.<br>Vaikutus taakse vain, jos<br>katosta ei ole. |
| Ampumakatoksen<br>sisäpintojen verhoilu<br>ääntä imevällä<br>materiaalilla | 0 dB                | 0–3 dB   | 0–2 dB   | Parantaa hieman<br>seinän äänen-<br>eristävyyttä  | Vähentää ampuijen<br>altistusta   |
| Ampumasuunnan<br>valinta tai<br>muuttaminen                                | 10–20 dB            | 10–20 dB | 10–20 dB   | Tarkasteltava aina<br>radan suunnittelu-<br>vaiheessa. Käytössä<br>olevalle radalle vai-<br>keissa meluntorjunta-<br>tarpeissa. | Melu ei vähene vaan<br>suuntautuu uudella<br>tavalla.   |
| Kasvillisuus radan<br>ympäristössä   | 0–4 dB              | 0–4 dB   | 0–4 dB   | Radan ja melulle altis-<br>tuvien kohteiden<br>välinen puusto on<br>hyvä säilyttää.   |   |
| Yläkulissit  | 0–5 dB              | 0–5 dB   | 0 dB*  | Suunniteltava huolella.<br>*Heijastus taaksepäin<br>vaimennettava   |   |
| Ampumapaikan<br>korkeustason<br>alentaminen                                | 0–2 dB              | 0–5 dB   | 0–5 dB   | Lisämeluntorjunta-<br>tarve. Käytetään<br>yhdessä vallien ja<br>esteiden kanssa   | Siirrettäviä maamassoja<br>voidaan hyödyntää esi-<br>merkiksi meluvalleina  |

## Parhaat käyttökelpoiset meluntorjuntakäytännöt

Melun aiheuttamaa haittaa ja osin melun leviämistä radan ympäristöön voidaan vähentää toimintaa ohjaavilla määräyksillä ja toimintatavoilla eli ympäristön kannalta parhailla käytännöillä (BEP).

Ampumaradan käyttöön liittyviä haittaa vähentäviä keinoja ovat:

- Käyttöaikojen suunnittelu
- Toimintaa ohjaavat luvat, säännöt ja niiden valvonta
- Tiedottaminen, vuorovaikutus sidosryhmien ja erityisesti naapureiden kanssa.

Ampumaradan käyttöajat suunnitellaan lajiratakohtaisesti yhteistyössä ampujien, viranomaisten sekä mahdollisuuksien mukaan ympäristön asukkaiden ja muiden toimijoiden kanssa. Suunnittelussa huomioidaan ampumalajien erityispiirteet, toiminnalliset vaatimukset ja melupäästö. Esimerkiksi ympäristöluvassa ampumaradan käyttöä on rajoitettu iltaisin joinakin viikonpäivinä haulikkoradalla ja kivääriradalla ja melupäästöltään pienien .22 kaliiperisten aseiden ammunnat on sallittu ilman rajoituksia.

Ampumaradan käyttöön liittyvillä toimintatavoilla voidaan vaikuttaa, miten toteutetut meluntorjuntatoimenpiteet tehoavat. Esimerkiksi kivääri- ja pistooliradoilla ammunnat tulee suorittaa niiltä ampumapaikoilta, jotka sijaitsevat lähimpänä sivuvallia, jolloin valli estää parhaiten melun leviämistä. Tällaiset toimintatavat tulee kirjata ja saattaa kaikkien radankäyttäjien tietoisuuteen. Lisäksi niiden seuraamiseksi tulee luoda toimivat käytännöt.

Tiedottamisen lisäksi myös muu sidosryhmätoiminta lisää toiminnan hyväksyttävyyttä ja sen kautta vähentää haitan kokemisen tunnetta. Esimerkiksi lähialueen asukkaille voidaan tarjota mahdollisuus tutustua radan toimintaan ja kertoa sekä esittää, että radalla tapahtuva toiminta on vastuullista ja tavoitteellista.

Ratojen rakenteita ja niiden kuntoa tulee valvoa ja katselmoida säännöllisesti. Ampumaradan toimintaa tulee tarkkailla suunnitelmallisesti.

### Yhteenveto parhaista tekniikoista ja käytännöistä

- Melun leviämistä estäviä parhaita tekniikoita ovat oikein suunnitellut ja mitoitettut katosrakenteet sekä meluaidat ja -vallit
- Melukuormitusta vähentäviä käytäntöjä ovat ampumaradan käyttöaikojen suunnittelu ja tiedottaminen ampumaradalla tapahtuvasta toiminnasta sekä toiminnan sääntöjenmukaisuuden valvominen
- Melupäästöä vähentäviä tekniikoita ovat kaliiperin pienentäminen ja äänenvaimennin, huomioiden kilpailusääntöjen ym. asettamat rajoitteet.

# 11 Meluntorjunnan kehittämismahdollisuuksia

## 11.1

### Ampumahallit ja sisäradat

Monissa maissa on jouduttu myös meluvaikutusten takia siirtymään ampumahalleihin ja sisäradoille. Suomessakin on pistooliratoja ja kivääriratoja tehty sisätiloihin poliisin ja joidenkin muiden tahojen toimesta. Samoin joitakin kaupallisia ampumaratoja on kaupunkien keskustoissa toteutettu sisäratoina. Vaikka ympäristöön kohdistuvat ongelmat saadaan näin ratkaistua, voi ampumahallin tai sisäradan käyttö vaikuttaa ampujien terveyteen. Radalla pitää olla hyvä ilmanvaihto ruutikaasujen ja ampumisessa syntyvien pölyjen ja savujen poistamiseksi. Pitkien ratojen rakentaminen on taas kustannuskysymys, esimerkiksi 150 m 30-paikkaisen kivääriradan rakentaminen maksaa helposti useita miljoonia euroja.

## 11.2

### Sään ottaminen huomioon

Yksi periaatteessa mahdollinen keino ampumaratojen meluvaikutuksien hallitsemiseksi voisi olla sääolojen huomioiminen niin, että altistuvien kohteiden kannalta haitallisten sääolojen aikana ei radalla ammuta. Tästä on joitakin kokemuksia ulkomailta mm. raskaiden aseiden ampuma-alueilla. Tämä aiheuttaa kuitenkin hallitsemattomia tilanteita mm. kilpailuissa, ammatillisissa kokeissa ja pätevyystilanteissa, jolloin saattaa syntyä kiistoja ja riitatilanteita säänmukaisen toiminnan soveltamisessa. Nykyään saatavissa on automaattisia sääasemia, joilla voidaan rekisteröidä tilanne sekä ampumapaikalla että altistuvassa kohteessa. Joissakin maissa saadut kokemukset tällaisista järjestelmistä ovat olleet vaihtelevia.

## 11.3

### Äänenvaimentimet

Aselaissa ja metsästyslaissa ei aseteta ehtoja äänenvaimentimien käytölle, mutta esimerkiksi urheiluammunnassa säännöt useimmiten kieltävät niiden käytön. Suomessa on muutama yritys, jotka valmistavat aseiden äänenvaimentimia. Niiden rakenne ja tekniikka eivät ole ratkaisevasti muuttuneet viime aikoina, lähinnä vaimentimien koko on pienentynyt ja käyttömukavuus jonkin verran parantunut. Äänenvaimentimien käyttöönottoa tarkasteltaessa täytyy ottaa huomioon paljon muitakin asioita kuin meluntorjunta. Aseen painopiste muuttuu. Äänenvaimennin pienentää aseiden rekyyliä. Aseen hajontaan vaimennin ei vaikuta kielteisesti ja kohdistuspisteen muutos voidaan korjata tähtäinten säädöllä. Äänenvaimentimien käytöstä voi seurata

tapaturmariskin lisääntyminen. Vaimennin voi mennä tukkoon ja aiheuttaa aseiden tai vaimentimen räjähtämisen. Harjoitustilanteissa ja metsästyksessä vaimentimien käyttö on sallittua ja siksi niiden käyttö on lisääntynyt.

Äänenvaimentimilla on suuri merkitys ampujan tai ampujaryhmän sekä katsojien melualtistumisen vähentämisessä (10–20 dB). Ympäristömelun vaimentuma sivuille ja taakse voi samoin olla noin 10–20 dB. Sen sijaan etuviistoon ja eteen suupamauksen vaimennukseksi jää enintään noin 10 dB. Kokonaismelun vaimentuma voi olla selvästi pienempikin suunnissa, joissa luotiääni on merkittävä. Vaimentimien vaimennus voidaan määrittää aseiden melupäästön mittausmenetelmällä (mittaus ilman vaimenninta ja sen kanssa). Jos äänenvaimentimien käytöstä esitetään vaatimuksia tai suosituksia esimerkiksi ympäristölupamenettelyissä, on sitä varten luotava tehokkuuden arviointimenettely. Äänenvaimentimien melupäästömittauksia tehdään vaihtelevalla kalustolla, mutta ympäristömelun arvioinnin kannalta tarvitaan lisää tutkimusta.

#### 11.4

### **Katokset ja yläkulissit**

Joillakin radoilla, esimerkiksi hirviradoilla on rakennettu katoksiin meluntorjuntarakenteita. Useat niistä on toteutettu ilman tutkittua/todennettua tietoa vaikutuksesta ympäristössä. Kuvassa 9.7 edellä esitettiin esimerkki suuren kivääriradan parannetusta katoksesta, joka vaimentaa melua etuviistoihin suuntiin. Samaa periaatetta voidaan soveltaa myös esimerkiksi hirviradan yksi- tai kaksipaikkaisiin ampumakatoksiin.

Katosten vaimennuksen parantamisesta etuviistoihin suuntiin on melko vähän kokemuksia. Voi olla hyödyllistä tehdä jatkotutkimuksia pidennettyjen väliseinäkkeiden ja katon tai varsinaisen ampumaputken sekä muiden vastaavien rakenteiden vaimennuksesta. Myös kulissien vaikutusta melun leviämiseen tulisi selvittää.









## 12 Tekniikoiden ja käytäntöjen taloudellisen toteuttamiskelpoisuuden arviointi

### 12.1

#### Kustannustehokkuuden ja taloudellisen kohtuullisuuden arvioinnin periaatteet

Osana BAT-selvitystä on tarkasteltu ampumaratojen ympäristönsuojelutoimenpiteiden aiheuttamien kustannusten kohtuullisuutta. Kustannusten kohtuullisuuden arvioinnin tavoitteena on määritellä BAT:n käsitteeseen sisältyvä taloudellinen toteuttamiskelpoisuus ampumaharrastustoiminnassa. Lähtökohtana on, että toimenpiteillä aikaansaatavien hyötyjen tulee olla kustannuksia selvästi merkittävämmät ja että toimenpiteiden kustannusten tulee olla toimialan kannettavissa. Yksittäisen toiminnanharjoittajan taloudellisella tilalla ei sinänsä ole merkitystä edellytettävään vaatimustasoon, vaan joustoja voidaan tehdä korkeintaan suojelutoimien ajoituksessa (Kosola ja Leivonen, 2003.). Toimialalla tarkoitetaan tässä yhteydessä liiketoiminnan luokkaa, lähinnä teollisuuden toimialaa.

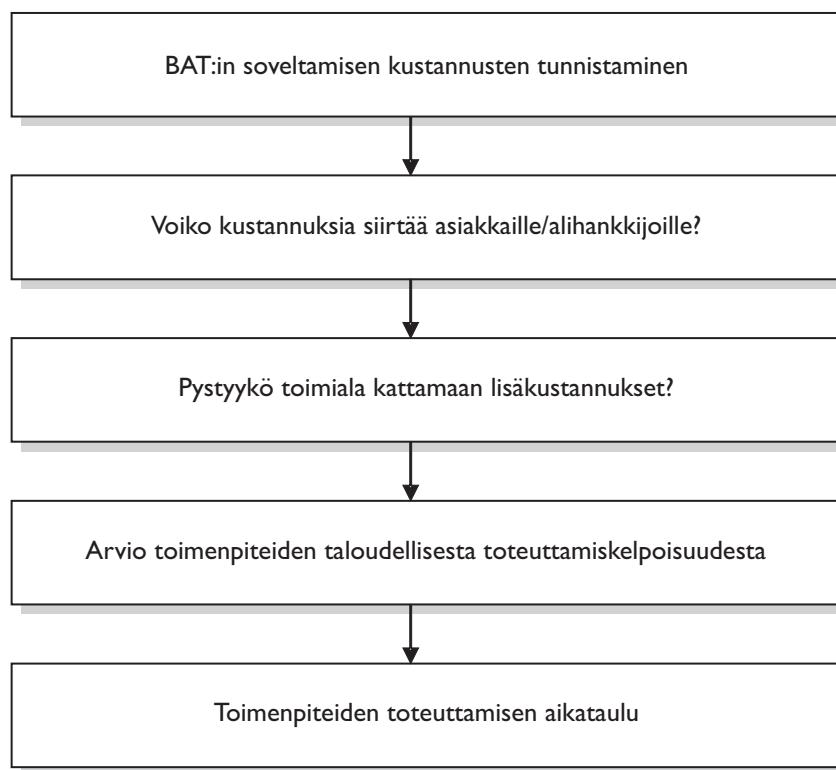
Kustannus-hyötysuhteella tarkoitetaan yleisesti toimenpiteen kustannuksia suhteessa vaikuttavuuteen, esimerkiksi €/dB tai €/poistettu kg Pb. Käytettäessä hyötykustannusanalyysia päätöksenteon välineenä tulisi kaikki toimenpiteeseen liittyvät hyödyt ja kustannukset selvittää ja muuntaa rahalliseksi arvoiksi. Ympäristöön liittyvien hyötyjen rahallinen arviointi on kuitenkin käytännössä erittäin vaikeaa, koska arvioitaville suureille ei ole olemassa vertailu- tai markkinahintoja.

Ampumaratojen ympäristönsuojelun taloudellisen toteuttamiskelpoisuuden tarkastelun pohjana on käytetty yksinkertaistettua oletusta, että hyötyä voidaan pitää riittävänä kun valitun ratkaisun avulla voidaan kohdekohtaisesti saavuttaa ympäristön- ja terveydensuojelun tavoitteet eli hyväksyttävä riskitaso. Tällöin toiminta täyttää ympäristönsuojelun kohdekohtaiset minimivaatimukset ja ympäristöluvan myöntämisedellytykset lähtökohtaisesti täyttyvät. Hyväksyttävänä riskitasona voidaan pitää esimerkiksi taulukon 10.1 mukaisia melutilanteita tai sellaisia haitta-ainepäästöjä, joista ei aiheudu pitkälläkään tähtämellä terveyshaittaa, merkittävää ympäristön pilaantumista tai sen vaaraa, erityisten luonnonolosuhteiden huonontumista, vedenhankinnan tai yleiseltä kannalta muun tärkeän pohjaveden käyttömahdollisuuden vaarantumista toiminnan vaikutusalueella eikä eräistä naapuruuksuhteista annetussa laissa tarkoitettua kohtuutonta rasiutusta naapureille. Ympäristönsuojelulainsäädäntö edellyttää lisäksi, että toiminnassa pyritään haitallisten ympäristövaikutusten minimointiin ja haittojen ennaltaehkäisyyn. Parhaan käyttökelpoisen tekniikan valinnan yhteydessä tulee näin ollen arvioida myös minimitason ylittävien, kohtuulliseksi katsottavilla taloudellisilla panostuksilla toteutettavien toimenpiteiden tuoman lisähyödyn merkittävyys suhteessa kustannuksiin. Mikäli lisätoimenpiteiden hyödyt arvioidaan merkittäviksi kokonaiskustannusten pysyessä edelleen kohtuulliseksi katsottavalla tasolla, voidaan minimitasoa korkeamman vaatimustason soveltamista pitää perusteltuna.

Ympäristönsuojelukustannusten taloudellisen kohtuullisuuden arviointiin sektori-  
 tasolla ei ole käytettävissä täsmällisiä yleisesti hyväksytyjä menetelmiä tai työkaluja.  
 Käytännössä arviointi on yleensä toteutettu eri osapuolten keskusteluprosessina ja  
 asiantuntija-arviointina (Seitsalo et al., 2008). Taloudellisen toteuttamiskelpoisuuden  
 arviointia BAT:n määrittelyn yhteydessä on kuitenkin ohjeistettu taloudellisten ja  
 ristikkäisvaikutusten EU ECM-vertailuasiakirjassa (Commission 2006). Prosessi on  
 suunniteltu teollisuudelle mutta sen periaatteita voidaan soveltaen käyttää myös  
 ampumatoiminnan ympäristönsuojelun taloudellisen kohtuullisuuden arvioinnin  
 runkona. EU ECM-asiakirjan mukaisen taloudellisen kohtuullisuuden arviointiprosessin  
 runko on esitetty kuvassa 12.1.

Tärkeimmät toimialakohtaisessa tarkastelussa huomioon otettavat näkökohdat  
 ovat:

- Toimialan rakenne, eli toiminnan erityispiirteet
- Markkinoiden rakenne, eli laajuus ja kilpailutilanne
- Taloudellinen joustavuus (resilienssi) eli kustannusten kantokyky
- Toteutuksen aikataulu, eli onko aikataulun pidentämisellä vaikutuksia toimen-  
 piteiden toteuttamiskelpoisuuteen?



Kuva 12.1. Toimialakohtaisen taloudellisen toteuttamiskelpoisuuden arviointiprosessin runko EU  
 ECM-asiakirjaa mukaellen.

## Arvioinnin soveltaminen ampumaradoilla

Ampumaratatoiminnan osalta ei suoraan voida puhua toimialasta samassa merkityksessä kuin EU-ECM-vertailuasiakirjassa, koska ampumaratatoiminta ei yleensä ole elinkeinotoimintaa. Arviointia voidaan kuitenkin harkitusti soveltaa ottaen huomioon ampumatoiminnan erityispiirteet.

### Toimialan ja markkinoiden rakenne

- Ampumaratatoiminnan osalta mainittavaa on, että toiminta on Suomessa pääsääntöisesti joko harrastus- tai viranomaistoimintaa. Suurin osa radoista on harrastusseurojen ylläpitämiä jolloin toiminnanharjoittajat ovat yleensä voittoa tavoittelemattomia yhdistyksiä.
- Ratojen koko ja toiminnan volyyymi vaihtelevat suuresti, mutta lukumääräisesti noin puolet radoista on pieniä ampumaratoja, joiden laukausmäärä alle 10 000 laukausta vuodessa.
- Ampumaratojen harrastuskäyttö on pääosin paikallista ja käyttäjämäärät pieniä. Toiminta perustuu pitkälti vapaaehtoistyöhön. Suomessa on tällä hetkellä vain joitakin suurempia ampumaurheilukeskuksia, joiden toiminnan laajuus mahdollistaisi haluttaessa yritysmäisen toiminnan.

### Taloudellinen joustavuus

- Nykyisellään ampumaharrastustoiminnan kustannukset, pois lukien välinehankinnat, ovat harrastajalle verrattain alhaiset. Ampumaseuran jäsenyyden (sisältäen kattojärjestölle maksettavan osuuden) ja seuran ampumaradan käytön kustannukset ovat vuositasolla yleensä muutamista kymmenistä muutamaan sataan euroa. Keskimääräisellä harrastustiheydellä nykyinen radankäyttökustannus käyttökertaa kohti on varsin edullinen verrattuna useimpiin muihin erillisiä tiloja vaativiin harrastuksiin.  
Esimerkiksi Joensuun seudulla tehdyn selvityksen mukaan metsästysharrastuksen keskimääräinen vuosikustannus on noin 1 023 € (vuosi 2102), josta seuran jäsenmaksun osuus on 49 € (4,8 %). Ampumaurheilun aktiiviharrastuksen vuosikustannuksiksi arvioidaan vastaavasti noin 6 490 €, josta jäsenmaksujen ja kilpailulisenssien osuus on 150 € (2,3 %). Suurimpia kustannuseriä ovat selvityksen mukaan varusteet (patruunat, aseet, vaatteet yms) sekä matkustaminen. Näiden osuus kustannuksista on noin 70 %. (Pohjois-Karjalan maakuntaliitto, 2013).
- Ampumaradat sijaitsevat toiminnan luonteen vuoksi pääsääntöisesti alueilla, joille ei ole julkisia liikenneyhteyksiä. Tiivistä asutuilla alueilla etäisyydet ampumaradoille ovat usein pitkät. Ampumaratojen heikon saavutettavuuden takia matkustamiskustannukset muodostavat usein merkittävän osan harrastuskustannuksista.

### Aikataulun pidentämisen vaikutukset toimenpiteiden toteuttamiskelpoisuuteen

Toimenpiteiden välitön tai nopea toteuttaminen on toiminnan kustannusrakenne huomioon ottaen yleensä erittäin haastavaa. Harrastusseurat toimivat nollatulobudjetilla eikä käyttövaroja juuri ole. Jopa tutkimusten ja selvitysten toteuttaminen saattaa olla taloudellisesti haastavaa. Aikataulun pidentäminen ja mahdollisuuden antaminen toiminnanharjoittajalle valmistautua investointeihin saattaa merkittävästi parantaa toimenpiteiden toteuttamiskelpoisuutta.



Ympäristönsuojelutoimenpiteiden kustannuksiin tulee sisällyttää suorien suunnittelu- ja toteutuskustannusten lisäksi arvio käyttö- ja ylläpitokustannuksista sekä toimenpiteiden ansiosta vältetyistä kustannuksista. Viimeksi mainittu tarkoittaa haitta-aineiden osalta ainakin toiminnan lopettamiskustannusten huomioimista osana kustannustarkastelua. Toisaalta vältettyinä kustannuksina tulisi ottaa huomioon myös vältettyjen riskien toteutumisesta toiminnanharjoittajalle aiheutuvat kustannukset, todennäköisyydellä painotettuna. Esimerkiksi maaperän kunnostamisen kustannukset toiminnan loputtua vaihtelevat huomattavasti ja näillä saattaa haitta-aineiden hallinnan osalta olla merkittävä vaikutus eri ympäristönsuojeluratkaisujen kokonaiskustannuksiin. Käyttökustannusten tarkastelujaksona ja investointien kuoletusaikana voidaan käyttää esimerkiksi 10 vuotta. Kustannusten arvioinnissa huomioidaan mahdollisuudet saada investointeihin erilaisia tukia sekä toteutusaikataulun vaikutus toteuttamismahdollisuuksiin.

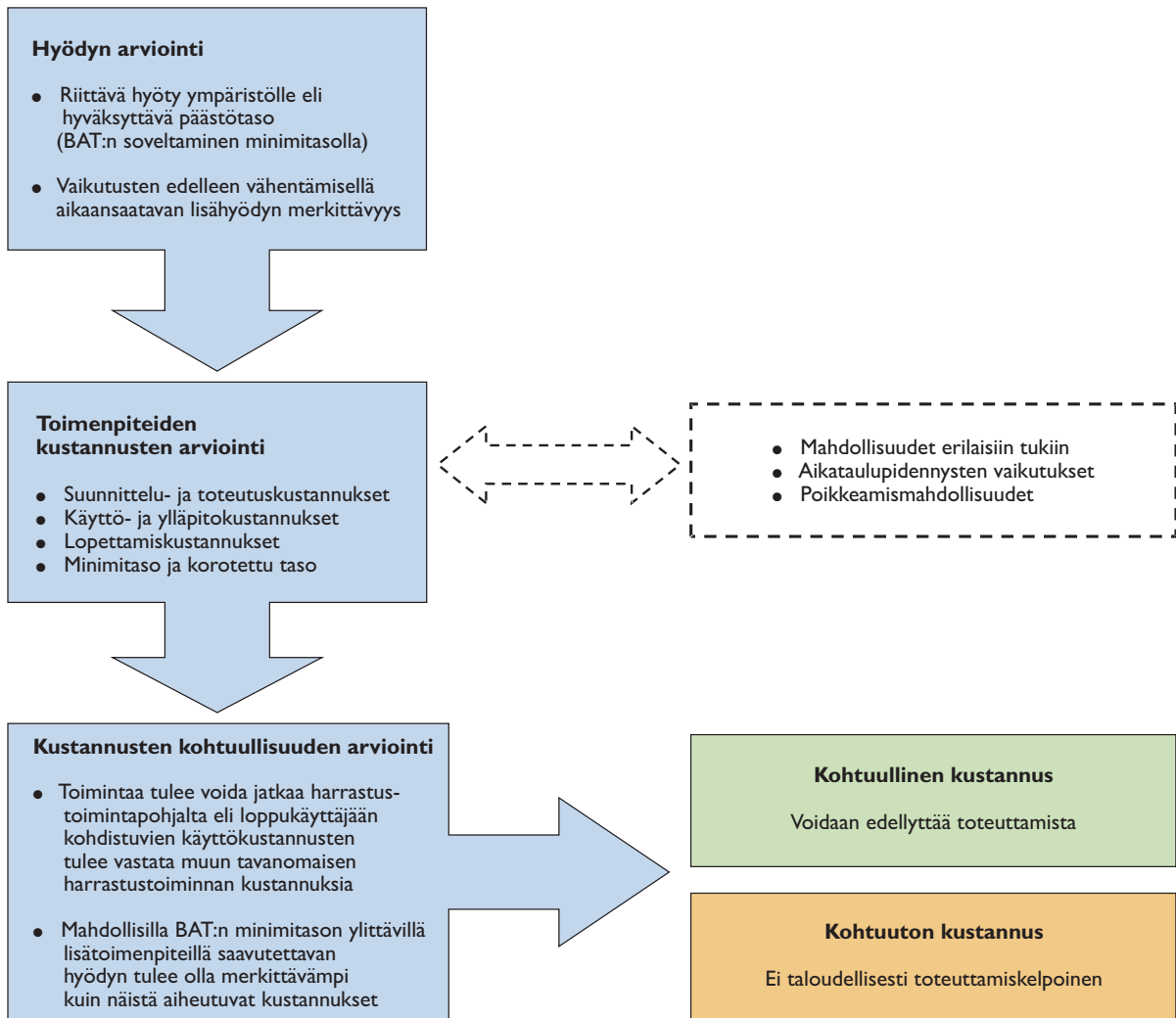
Toimenpiteistä saatava hyöty ei useinkaan kohdistu suoraan toiminnanharjoittajaan. Kuitenkin esimerkiksi melunhallinnan seurauksena ampumaradan melualue saattaa pienentyä merkittävästi, mikä vaikuttaa suoraan ympäröivään maankäyttöön mahdollistaen esim. rakentamisen aiemmin melualueella sijainneille alueille. Tällaiset seikat on hyvä tuoda esille haettaessa taloudellista tukea toimenpiteille. Maankäytön ja ampumaratojen ympäristönsuojelun intressit kohtaavat erityisen hyvin kun toiminnanharjoittajana on kunta. Tällaisilla ns. kunnallisilla liikuntapaikoilla on harrastustoimintaa paremmat mahdollisuudet sekä toiminnan ympäristövaikutusten hallintaan että kaupalliseen tai kaupallisen kaltaiseen toimintaan.

Tarkasteltaessa toiminnan taloudellista kantokykyä arvioidaan käytännössä mahdollisuuksia siirtää ympäristönsuojelukustannukset ampumaratojen käyttäjille. Lähelläkohtaisesti toimintaa tulisi voida jatkaa, eli ampumaradan käytön kustannusten tulisi olla hyväksyttäviä harrastajien tai toiminnanharjoittajien näkökulmasta. Käytännössä tämä tarkoittaa harrastustoiminnan osalta yksittäiseen radan käyttäjään kohdistuvien lopullisten käyttökustannusten vertaamista muihin harrastusmaksuihin. Ampumaradalle arvioidaan käyttökertakohtainen kustannus, johon sisällytetään ympäristönsuojelukustannusten lisäksi muut radan hallintaan ja ylläpitoon liittyvät kustannukset kuten maanvuokra, energia ja jätehuolto. Kustannusta verrataan muihin erillisiä tiloja tai rakenteita edellyttävien tavanomaisten harrastusten kustannustasoon.

Ympäristönsuojelukustannusten siirtäminen täysimääräisinä harrastajien kannettavaksi saattaa aiheuttaa nykyistä enemmän kilpailua eri toiminnanharjoittajien välillä. Harrastuskustannusten noustessa harrastajat todennäköisesti edellyttävät rahoilleen parasta mahdollista vastinetta ja siirtyvät radoille, joilla toiminnan laatu parhaiten vastaa kustannuksia. Toiminnan laatutekijöiden (toiminnallisuus, viihtyisyys, palvelut) merkitys todennäköisesti korostuisi ja harrastuspaikan etäisyyden merkitys saattaisi vähentyä tiettyyn rajaan saakka. Toiminnan keskittyminen puolestaan edesauttaisi alueellisesti riittävän elinvoimaisten ja taloudellisesti kantokykyisten harrastuskeskusten kehittymistä. Toisaalta osa pienemmistä radoista saattaisi poistua käytöstä, mikä aiheuttaisi vajetta rataverkostoon ja paineita kohteiden kunnostamiseen.

Ampumaratatoiminnan ympäristönsuojeluun sovellettu taloudellisen toteutuskelpoisuuden arvioinnin periaate on esitetty kuvassa 12.2.

Ympäristövaikutusten hallinnan tavoitetaso voidaan määritellä kappaleissa 6 (haitta-aineet) ja 10 (melu) kuvatulla tavalla. Tapauskohteisesti tulee lisäksi arvioida onko vaatimustason nostamisella ja kohtuulliseksi katsottavilla lisäinvestoinneilla saavutettavissa ympäristön kannalta niin merkittävä hyöty, että toimenpiteiden toteuttaminen on perusteltua ja kohtuullista.



Kuva 12.2. Ampumaratojen ympäristönsuojelutoimenpiteiden taloudellisen toteutuskelpoisuuden arviointiprosessi.

Ympäristönsuojelun kustannukset saattavat ylittää toiminnan kantokyvyn sellaisilla ampumaradoilla, joiden ympäristönsuojelun minimivaatimukset ovat korkeat suhteessa toiminnan volyyymiin. Käytännössä tämä voi tarkoittaa korkean ympäristöriskin kohteita, joiden käyttö on suhteellisen vähäistä, kuten herkässä pohjavesiympäristössä sijaitsevaa rataa jolla on pitkä kuormitushistoria tai lähellä asutusta sijaitsevaa rataa jonka melupäästöt ovat merkittävät.

Taulukossa 12.1 on esitetty esimerkkejä ympäristönsuojelutoimenpiteiden taloudellisen toteuttamiskelpoisuuden arvioinnin toteuttamisesta erityyppisillä ampumaradoilla. Kustakin esimerkkitapauksesta on esitetty kaksi laskelmaa: ylempässä on huomioitu myös toiminnan lopettamiseen liittyvät ympäristötekniiset kunnostustoimet, alemmassa ne on jätetty huomioimatta tai on oletettu, että valitun teknisen ratkaisun takia kyseisiä kustannuksia ei synny. Haitta-aineiden ja melun hallinnan suunnittelun ja toteuttamisen, ylläpidon ja ympäristötarkkailun sekä rata-alueen pitämiseen liittyvät muut kustannukset, kuten vuokra, energia ja jätehuolto, on jyvitetty käyttökertaa kohti 10 vuoden ajanjaksolla (yksinkertaistettu laskenta ilman korkoletuksia tai indeksi- ja muita korjauksia) Taloudellisen toteuttamiskelpoisuuden rajana on pidetty teoreettista käyttökertakustannusta 20 €.

Taulukko 12.1. Esimerkkejä ympäristönsuojelutoimenpiteiden taloudellisen toteuttamiskelpoisuuden arvioinnista erityyppisillä ampumaradoilla.

| Yleistiedot         |                |  |                                     |                           | Haitta-aineiden hallinta, € |                            |                         | Melu, €                 |                            |                         | Kustannukset yht., €      |   |                              |                                  |                         |
|---------------------|----------------|--|-------------------------------------|---------------------------|-----------------------------|----------------------------|-------------------------|-------------------------|----------------------------|-------------------------|---------------------------|---|------------------------------|----------------------------------|-------------------------|
| Kohteen tyyppi      | Laukausmäärä/v | Arvio käyttö-kertojen määrästä vuosittain (80 lauk. / kerta) | Riskitaso, haitta-aineiden hallinta | Meluhallinnan tavoitteet  | Suunnittelu ja toteutus     | Ylläpito ja seuranta / 10v | Lopettamis-kustannukset | Suunnittelu ja toteutus | Ylläpito ja seuranta / 10v | Lopettamis-kustannukset | Kustannukset yhteensä 10v | Ympäristön-suojelukulutus / käyttökerta | Muut rata-kustannukset / 10v | Kokonais-kustannus / käyttökerta | Arvio kohtuullisuudesta |
| Ampumarheilu-keskus | 550 000        | 6875   | 2B                                  | Merkittävä alentamistarve | 250 000                     | 60 000                     | 250 000                 | 570 000                 | 15 000                     | 0                       | 1 145 000                 | 17                                      | 100 000                      | 18                               | Harkittava              |
| Ampumarheilu-keskus | 550 000        | 6875   | 2B                                  | Merkittävä alentamistarve | 250 000                     | 60 000                     | 0                       | 570 000                 | 15 000                     | 0                       | 895 000                   | 13                                      | 100 000                      | 14                               | Kohtuullinen            |
| Ampumarheilu-keskus | 380 000        | 4750   | 2A                                  | Ei toimenpidetarvetta     | 270 000                     | 60 000                     | 330 000                 | 0                       | 0                          | 0                       | 660 000                   | 14                                      | 100 000                      | 16                               | Kohtuullinen            |
| Ampumarheilu-keskus | 380 000        | 4750   | 2A                                  | Ei toimenpidetarvetta     | 270 000                     | 60 000                     | 0                       | 0                       | 0                          | 0                       | 330 000                   | 7                                       | 100 000                      | 9                                | Kohtuullinen            |
| Ampumarata          | 100 000        | 1250   | 2B                                  | Alentamistarve            | 60 000                      | 20 000                     | 70 000                  | 50 000                  | 6 000                      | 0                       | 206 000                   | 16                                      | 15 000                       | 18                               | Harkittava              |
| Ampumarata          | 100 000        | 1250   | 2B                                  | Alentamistarve            | 60 000                      | 20 000                     | 0                       | 50 000                  | 6 000                      | 0                       | 136 000                   | 11                                      | 15 000                       | 12                               | Kohtuullinen            |
| Ampumarata          | 100 000        | 1250   | Perustaso                           | Alentamistarve            | 20 000                      | 20 000                     | 30 000                  | 50 000                  | 6 000                      | 0                       | 126 000                   | 10                                      | 15 000                       | 11                               | Kohtuullinen            |
| Ampumarata          | 100 000        | 1250   | Perustaso                           | Alentamistarve            | 20 000                      | 20 000                     | 0                       | 50 000                  | 6 000                      | 0                       | 96 000                    | 8                                       | 15 000                       | 9                                | Kohtuullinen            |
| Pieni ampumarata    | 10 000         | 125  | Perustaso                           | Alentamistarve            | 5 000                       | 5 000                      | 20 000                  | 30 000                  | 0                          | 0                       | 60 000                    | 48                                      | 8 000                        | 54                               | Kohtuuton               |
| Pieni ampumarata    | 10 000         | 125  | Perustaso                           | Alentamistarve            | 5 000                       | 5 000                      | 0                       | 30 000                  | 0                          | 0                       | 40 000                    | 32                                      | 8 000                        | 38                               | Kohtuuton               |
| Pieni ampumarata    | 10 000         | 125  | Perustaso                           | Ei toimenpidetarvetta     | 5 000                       | 5 000                      | 20 000                  | 0                       | 0                          | 0                       | 30 000                    | 24                                      | 8 000                        | 30                               | Kohtuuton               |
| Pieni ampumarata    | 10 000         | 125  | Perustaso                           | Ei toimenpidetarvetta     | 5 000                       | 5 000                      | 0                       | 0                       | 0                          | 0                       | 10 000                    | 8                                       | 8 000                        | 14                               | Kohtuullinen            |
| Haulikkorata        | 350 000        | 4375   | 2A                                  | Ei toimenpidetarvetta     | 500 000                     | 50 000                     | 300 000                 | 0                       | 0                          | 0                       | 850 000                   | 19                                      | 100 000                      | 22                               | Harkittava              |
| Haulikkorata        | 350 000        | 4375   | 2A                                  | Ei toimenpidetarvetta     | 500 000                     | 50 000                     | 0                       | 0                       | 0                          | 0                       | 550 000                   | 13                                      | 100 000                      | 15                               | Kohtuullinen            |
| Haulikkorata        | 350 000        | 4375   | 2B                                  | Ei toimenpidetarvetta     | 1 500 000                   | 50 000                     | 3 000 000               | 0                       | 0                          | 0                       | 4 500 000                 | 103                                     | 100 000                      | 105                              | Kohtuuton               |
| Haulikkorata        | 350 000        | 4375   | 2B                                  | Ei toimenpidetarvetta     | 1 500 000                   | 50 000                     | 0                       | 0                       | 0                          | 0                       | 1 500 000                 | 34                                      | 100 000                      | 37                               | Kohtuuton               |
| Haulikkorata        | 100 000        | 1250   | Perustaso                           | Ei toimenpidetarvetta     | 20 000                      | 20 000                     | 300 000                 | 0                       | 0                          | 0                       | 340 000                   | 27                                      | 15 000                       | 28                               | Kohtuuton               |
| Haulikkorata        | 100 000        | 1250   | Perustaso                           | Ei toimenpidetarvetta     | 20 000                      | 20 000                     | 0                       | 0                       | 0                          | 0                       | 40 000                    | 3                                       | 15 000                       | 4                                | Kohtuullinen            |
| Haulikkorata        | 400 000        | 5000   | Perustaso                           | Alentamistarve            | 20 000                      | 20 000                     | 300 000                 | 2 500 000               | 15 000                     | 0                       | 2 855 000                 | 57                                      | 100 000                      | 59                               | Kohtuuton               |
| Haulikkorata        | 400 000        | 5000   | Perustaso                           | Alentamistarve            | 20 000                      | 20 000                     | 0                       | 2 500 000               | 15 000                     | 0                       | 2 555 000                 | 51                                      | 100 000                      | 53                               | Kohtuuton               |

## Yhteenveto toimenpiteiden kustannustehokkuuden ja taloudellisen toteuttamiskelpoisuuden arvioinnista

- Ampumaratojen ympäristönsuojelutoimenpiteiden hyödyn arviointi perustuu oletukselle että hyötyä voidaan pitää minimitasolla riittävänä kun valitun ratkaisun avulla hyväksyttävää päästö- tai enimmäisriskitasoa ei ylitetä.
- Hyväksyttävänä kuormituksena voidaan pitää esimerkiksi taulukon 12.1 mukaisia melupäästötilanteita tai sellaisia haitta-ainepäästöjä, joista ei aiheudu pitkälläkään tähtäimellä terveyshaittaa, merkittävää ympäristön pilaantumista tai sen vaaraa, erityisten luonnonolosuhteiden huonontumista, vedenhankinnan tai yleiseltä kannalta muun tärkeän pohjaveden käyttömahdollisuuden vaarantumista toiminnan vaikutusalueella eikä eräistä naapuruussuhteista annetussa laissa tarkoitettua kohtuutonta rasitusta naapureille.
- Ympäristönsuojelulainsäädäntö edellyttää lisäksi, että toiminnassa pyritään haitallisten ympäristövaikutusten minimointiin ja haittojen ennaltaehkäisyyn. Parhaan käyttökelpoisen tekniikan valinnan yhteydessä tulee näin ollen arvioida myös minimitason ylittävien, kohtuulliseksi katsottavilla taloudellisilla panostuksilla toteutettavien toimenpiteiden tuoman lisähyödyn merkittävyys suhteessa kustannuksiin. Mikäli lisätoimenpiteiden hyödyt arvioidaan merkittäviksi kokonaiskustannusten pysyessä edelleen kohtuulliseksi katsottavalla tasolla, voidaan minimitasoa korkeamman vaatimustason soveltamista pitää perusteltuna.
- Toimenpiteiden kustannusten arviointiin sisällytetään toimenpiteiden suunnittelu ja toteutus, rakenteiden ylläpito sekä toiminnan lopettamiseen liittyvät toimet.
- Tarkastelussa voidaan huomioida myös mahdollisuudet erilaisiin tukiin ja aikataulun vaikutus toteuttamiskelpoisuuteen.
- Taloudellisen toteuttamiskelpoisuuden lähtökohtana on, että toimintaa on mahdollista jatkaa harrastuspohjalta siten että loppukäyttäjään kohdistuva suorituspaikkamaksu on verrannollinen muiden vastaavien harrastusten kertamaksuihin.









## 13 Ampumaratatoiminnan jätteet

Ampumaratatoiminnan jätteet voidaan jakaa ampumatoiminnasta syntyvään jätteesseen ja normaaliin yhdyskuntajätteesseen rinnastettavaan jätteesseen. Taulukossa 13.1 on esitetty toiminnasta syntyvät tyypilliset jätejakeet ja parhaat käytännöt niiden käsittelemiseksi.

Luotiaseilla ammuttaessa syntyy metallista jätettä hylsyistä ja taustavalliin päätyvistä luodeista. Hylsyjäte on messinkiä ja on helposti kerättävissä ampumapaikkojen läheisyydestä. Lyijyä ja messinkiä sisältävä luotijäte päätyy taustavalliin tai muuhun luotien talteenottojärjestelmään, josta jäte poistetaan tarvittaessa, kunnostuksen yhteydessä tai ympäristöluvan edellyttämällä aikavälillä. Luotijätteen talteen saaminen kierrätyskelpoisessa muodossa edellyttää erityistoimenpiteitä tai esimerkiksi luotiloukkujen käyttöä. Maansekainen luotijäte tai luoteja sisältävä maa-aines luokitellaan pilaantuneeksi maa-ainekseksi.

Haulikkoammunnassa haulijätettä syntyy haulien leviämisalueelle. Jätettä ovat myös savikiekot ja niiden sirpaleet, joita leviää ratarakenteisiin kiekkojen lentoalueelle. Hauli- ja kiekkojätteen säännöllinen toiminnan aikainen kerääminen edellyttää erityisiä ratarakenteita. Radalla, jossa ei ole erityisrakenteita, näiden jätteiden kerääminen on käytännössä mahdollista vain haulien leviämisalueen pintakerroksen kunnostamisen yhteydessä. Haulien ja kiekonsirpaleiden erottelu rata-alueen pinnasta poistetusta maa-aineksesta on haastavaa ja käytännössä massa joudutaan yleensä käsittelemään kokonaisuudessaan pilaantuneena tai jätteensekaisena maa-aineksena.

Haulikkoammunnassa syntyy myös muovia ja metallia sisältävää hylsyjätettä, joka on helposti kerättävissä pois ampumapaikkojen läheisyydestä. Lisäksi haulikkoammunnasta syntyy muovista välitulppajätettä, joka leviää noin 30 metrin etäisyydelle ampumapaikasta. Metallijäte tulisi mahdollisuuksien mukaan hyödyntää, muoviosat ovat seka- tai energiajätettä.

Ampumaradoilla syntyy lisäksi normaalia yhdyskuntajätettä, kuten sekajätettä, energiajätettä, pahvia ja puujätettä, jotka tulee lajitella ja käsitellä kunnallisten jätehuoltomääräysten mukaisesti. Mikäli toiminnassa syntyy jätevesiä tai käymäläjätettä, tulee näistä huolehtia määräysten mukaisesti.

Taulukko 13.1. Ampumatoiminnasta tyypillisesti syntyvät jätejakeet ja niiden käsittelyvaihtoehdot.

| Jätejake  | EWC-luokitus  | Hyödyntämis- ja käsittelyvaihtoehdot  |
|---|---|---|
| Luoti- ja haulijäte   | 170403<br>Rakentamisessa ja purkamisessa syntyvä metallijäte, lyijy   | 1. Hyödyntäminen materiaalina<br>2. Loppusijoitus   |
| Maansekainen luoti- ja haulijäte; tai maa-aines                           | 170503* tai 170504<br>Maa- ja kiviainekset jotka sisältävät vaarallisia aineita, muut maa- ja kiviainekset. | 1. Hyödyntäminen materiaalina<br>2. Loppusijoitus   |
| Hylsy (metalli)   | 200140<br>Yhdyskuntajäte, metalli   | 1. Uudelleen käyttö<br>2. Hyödyntäminen materiaalina  |
| Muoviset välitulpat   | 200139<br>Yhdyskuntajäte, muovi   | 1. Hyödyntäminen energiana<br>2. Loppusijoitus  |
| Haulikon hylsy – muovi- ja metalliosat erotellaan mahdollisuuksien mukaan | 200140<br>Yhdyskuntajäte, metalli<br>200139<br>Yhdyskuntajäte, muovi  | Metalli<br>1. Hyödyntäminen materiaalina<br>2. Loppusijoitus<br>Muovi<br>1. Hyödyntäminen energiana<br>2. Loppusijoitus |
| Kiekkojäte  | 170904<br>Rakentamisessa ja purkamisessa syntyvä sekalainen jäte  | 1. Uudelleen käyttö mahdollisuuksien mukaan<br>2. Loppusijoitus   |
| Pahvijäte   | 200101<br>Yhdyskuntajäte, paperi ja kartonki  | 1. Hyödyntäminen materiaalina<br>2. Hyödyntäminen energiana   |
| Patruunoiden pakkausjäte  | 150101<br>Paperi- ja kartonkipakkaukset   | 1. Uudelleen käyttö mahdollisuuksien mukaan<br>2. Hyödyntäminen materiaalina<br>3. Hyödyntäminen energiana              |
| Puujäte   | 200138<br>Yhdyskuntajäte, puu (käsittelemätön)  | 1. Hyödyntäminen materiaalina<br>2. Hyödyntäminen energiana   |
| Sekajäte  | 200301<br>Yhdyskuntajäte, sekalaiset yhdyskuntajätteet  | 1. Hyödyntäminen energiana<br>2. Loppusijoitus  |

Ampumaratatoiminnassa mahdollisesti syntyvä maa-aines luokitellaan seuraavasti:

#### **Pilaantumaton maa-aines**

Pilaantumattomalla maa-aineksella tarkoitetaan kallio- tai maaperästä kaivettua maa-ainesta, joka on luonnontilaista tai joka ei sisällä haitallisia aineita siten, että siitä voi aiheutua ympäristön pilaantumista tai sen vaaraa.

#### **Pilaantumaton maa-aines, jossa kohonneita haitta-ainepitoisuuksia**

Pilaantumattomalla maa-aineksella, jossa on kohonneita haitta-ainepitoisuuksia, tarkoitetaan kaivettua maa-ainesta, jonka yhden tai useamman haitallisen aineen edustava pitoisuus ylittää maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnista annetussa valtioneuvoston asetuksessa (nk. PIMA-asetus, VNA 214/2007) säädetyn kynnsarvon ja alueellisen taustapitoisuuden, mutta alittaa alemman ohjearvon.

#### **Pilaantunut maa-aines**

Pilaantuneella maa-aineksella tarkoitetaan maaperästä kaivettua maa-ainesta, jonka yhden tai useamman haitallisen aineen edustava pitoisuus ylittää nk. PIMA-asetuksessa (VNA 214/2007) säädetyn alemman ohjearvon. Jos maa-aines sisältää aineita, joille ei ole annettu ohjearvoja, pilaantuneisuuden arviointiperusteet on määriteltävä tapauskohtaisesti. Määrittelyssä voidaan hyödyntää ohjearvojen määrittelyperusteita. Pilaantuneella maa-aineksella ei tarkoiteta sellaisia jätejakeita, jotka ovat erillisinä kerroksina tai jakeina maa-aineksessa.

## 14 Ampumaratojen käyttöturvallisuus

Tässä selvityksessä kuvatuissa ampumaratojen ympäristönsuojelun ratkaisuisissa on huomioitu rakenteiden käyttöturvallisuuteen liittyviä tekijöitä. Tällaisia ovat muun muassa luotien kimpoaminen rakenteista, rata-alueen esteetön näkyvyys sekä näkyvyys, valaistus ja ilmanvaihto ampumakatoksessa. Ampumatoiminnan valvottavuutta on pidetty ensisijaisena suunnitteluperusteena. Vaaratilanteiden välttämiseksi ammunnan johtajan tai valvojan tulee nähdä samanaikaisesti kaikki radalla olevat ampujat.

Metallisten luotiloukkujen ja muiden kovia pintoja sisältävien, taulualueelle tai taustavalliin sijoitettavien rakenteiden suositeltavuutta ampumaradoilla on rajoittanut kimmokeriski. Mallityöselityksissä taustavallin turvallisena kaltevuuskulmana on käytetty puolustusvoimien varomääräysten mukaisesti 34°.

Ammuttaessa ilman kuulonsuojaimia on aina olemassa kuulovaurion vaara. Ampujan ja valvojan kuulovaurion vaaraa vähentää jonkin verran ampumakatoksen sisäpintojen vuoraus akustisella materiaalilla katoksen rakennekuvien mukaisesti (liite J). Absorptiomateriaalin käyttö katossa ja seinissä ei kuitenkaan poista kuulonsuojaimien käyttötarvetta.

Ammuttaessa ruutiaseella syntyy ruutikaasujen palaessa hiilimonoksidia ja typen oksideja, jotka tietyissä sääolosuhteissa jäävät ampumakatokseen. Ilmanvaihto tulee ottaa huomioon suunniteltaessa ampumakatosten meluntorjuntarakenteita. Selvityksen liitteenä J olevissa rakennekuvissa tämä on ratkaistu sijoittamalla katoksen yläosaan tai istuimen alle painovoimainen tuloilmakanava. Edestä avoimissa ampumakatoksissa ilman epäpuhtauksien pitoisuudet eivät normaaleissa sääolosuhteissa nouse liian korkeiksi.

Ampumaradan käyttöön liittyy muitakin turvallisuusnäkökohtia, joita ei ole tarkasteltu tässä selvityksessä. Henkilöihin, omaisuuteen ja toimintaan liittyviä riskejä voidaan tarkastella riskinarvioinnin kautta, jonka pohjalta voidaan suunnitella tarvittavat toimenpiteet ja varautuminen erityistilanteisiin.

## 15 Muut kehittämistarpeet

Työryhmä tukee AMPY-työryhmän esitystä rahoitusjärjestelmän kehittämisestä toimintansa lopettaneiden ampumaratojen maaperän ja pohjaveden kunnostamiseen. Mallina voitaisiin käyttää esimerkiksi huolto- ja jakeluasemien kunnostamiseen kehitettyä Soili-ohjelmaa, jossa rahoitus perustuu toimiala- ja valtionosuuksiin. Vaihtoehtoisesti voitaisiin selvittää malleja, joissa rahoitus kootaan veron (esimerkiksi luoteihin ja patruunoihin kohdistettuna) tai muun pakollisen maksun muodossa taikka jätevuusjärjestelmän tyyppistä ensisijaiseen vastuuseen perustuvaa mallia.

Lisäksi nähdään, että Ampumaharrastusfoorumien esittämä tavoite valtakunnallisesta ampumarataverkostosta on kannatettava. Verkosto, joka muodostuisi maakunnallisista ampumakeskuksista ja paikallisista ampumaradoista, mahdollistaisi toteutuessaan ampumatoiminnan ympäristönsuojelun nykyistä kokonaisvaltaisemman hallinnan ja kehittämisen sekä käytettävien resurssien paremman kohdentamisen. Asiaa ja sen edistämistä olisi edelleen syytä selvittää kaikkien ampumatoiminnan harjoittajatahojen ja toimintaa ohjaavien viranomaisten yhteistyönä.

## LÄHDELUETTELO

- Aarrekiivi, R. 2011. Lonaton haulikkoradan haulinkeruujärjestelmä. Perustuu tutustumiskäyntiin Lonaton ampumaradalla.
- Action Target Academy. 2011. Bullet trap comparisons. [verkkodokumentti]. [viitattu 5.1.2011]. Saatavissa: <http://actiontargetbeta.com/site/wp-content/uploads/2010/09/Bullet-Trap-Comparisons.pdf>.
- Action Target. 2011. Bullet Traps. Total Containment Trap - TCT TM. [verkkodokumentti]. [viitattu 5.1.2011]. Saatavissa: <http://actiontargetbeta.com/site/wp-content/uploads/2010/10/Product-Cutsheet-Total-Containment-Trap.pdf>.
- AFEMS. 2002. Shooting ranges and the environment.
- A.S. Trap Concaverde, Gallery. [verkkodokumentti]. [viitattu 14.2.2011]. Saatavissa: <http://www.trapconcaverde.it/index.htm>.
- Backman, B, Kettunen, V, Ruskeeniemi, T, Luoma, S & Karttunen, V. 2007. Arseenin poisto pohjavedestä ja pintavedestä – Kokemuksia Pirkanmaan kenttäkokeista. Geologian tutkimuskeskus, Erikaisjulkaisut, 2007.
- Baer, K et al. 1995. Toxicity evaluation of trap and skeet shooting targets to aquatic test species. *Ecotoxicology* 4/1995.
- Begley, M.J. 2007. Environmental Impact of New Materials: The Tungsten Bullet Experience. Sustainable Use of Lead Ammunition. Proceedings of the World Symposium of Lead Ammunition. Sport Shooting and the Environment. Session 6. Emerging Technologies. Rooma 9-10.9. 2004.
- Bufi, S et al. 2007. Methodologies and techniques for the collection of lead. The latest project developments. . Presentation. s.l.: Comitato Nazionale Caccia e Natura - A.N.P.A.M., 2007. Workshop on Shooting Ranges “Lead Reclaiming - Sound attenuation – Backstops. Palermo 2-3.11. 2007.
- Ceccarelli, R & Stefano. 2004. Future Range Design. Sport Shooting and the Environment, Sustainable Use of Lead Ammunition. Proceedings of the World Symposium on Lead Ammunition. Rooma 9-10.9, 2004.
- Clausen J.L et al. 2007. Fate and Transport of Tungsten at Camp Edwards Small Arms Ranges. s.l.: US Army Corps of Engineers, Engineer Research and Development Center, 2007. Strategic Environmental Research and Development Program.
- Commission. 2006. Integrated Pollution Prevention and Control. Reference Document on Economics and Cross-Media Effects. EIPPCB. Sevilla.
- Dermatas, D et al. 2008. Phosphate Treatment of Firing Range Soils: Lead Fixation or Phosphorus Release? *Journal of Environmental Quality*. 2008, 37.
- Doust E et al. 2007. Initial scoping study of tungsten in the UK environment. s.l. : Defence Science and Technology Laboratory.
- Envitop. 2010. Ampumaratojen suoto- ja valumavesien puhdistus EnviSHOT-menetelmällä. Valmistajan esite.
- Fabian, G. 2000. Military Evaluations of the Performance of Outdoor Bullet Traps. Maryland : U.S. Army Environmental Center.
- Hallituksen esitys. 2009. Hallituksen esitys Eduskunnalle laiksi ampuma-asettain ja siihen liittyvien lakien muuttamisesta sekä kansainvälisen järjestäytyneen rikollisuuden vastaisen Yhdistyneiden Kansakuntien yleissopimuksen ampuma-aseiden, niiden osien ja komponenttien sekä ampumatarvikkeiden laittoman valmistuksen ja kaupan torjumista koskevan lisäpöytäkirjan hyväksymisestä ja laiksi lisäpöytäkirjan lainsäädännön alaan kuuluvien määräysten voimaansaattamisesta 106/2009.
- Heinonen, H. 2013. Ampumaratojen pintavesitutkimukset. Case: Upinniemen ampumaradat. AMK-opinnäytetyö. Lahden ammattikorkeakoulu. Tekniikan ala. Ympäristötekniikan koulutusohjelma.
- Hintikka, V. 2010. Ampumaratojen puhdistus. Esitys Ampumaratojen tulevaisuus-seminaarissa 5.3.2010.
- Hopponen, J. 2011. Sähköposti Juha Hopponen/Jenni Takala 8.2.2011
- Hosiokangas, J & Kumpula, T. 2011. Puolustusvoimien ampumaradat, melulle altistuvien analyysi. Ramboll Oy, Tampere 12.12.2011.
- Hurley, P. 2013. Environmental Risks Arising from Changes in Ammunition Materials. LEAD Action News vol. 13 no. 4, June 2013
- IEC 61672-1. 2002. Electroacoustics — Sound level meters — Part 1: Specifications. International Electrotechnical Commission, Geneva 2002.
- Inc., PIMS NW. Phosphate Induced Metal Stabilization using Apatite II. Pricing for Apatite IITM. [verkkodokumentti]. [viitattu 7.2.2011]. Saatavissa: <http://www.pimsnw.com/pricing.php>.
- ISO 1996-1. 2003. Acoustics — Description, measurement and assessment of environmental noise — Part 1: Basic quantities and assessment procedures. International Organization for Standardization, Geneva 2003.
- ISO 9613-1. 1993. Acoustics - Attenuation of sound during propagation outdoors - Part 1: Calculation of the absorption of sound by the atmosphere. International Organization for Standardization, Geneva 1993.



- ISO 17201-1. 2005. Acoustics — Noise from shooting ranges — Part 1: Determination of muzzle blast by measurement. International Organization for Standardization, Geneva 2005.
- ISO 17201-2. 2006. Acoustics — Noise from shooting ranges — Part 2: Determination of muzzle blast and projectile sound by calculation. International Organization for Standardization, Geneva 2006.
- ISO 17201-3. 2010. Acoustics — Noise from shooting ranges — Part 3: Guidelines for sound propagation calculations. International Organization for Standardization, Geneva 2010.
- ISO 17201-4. 2006. Acoustics — Noise from shooting ranges — Part 4: Prediction of projectile sound. International Organization for Standardization, Geneva 2006.
- ISO 17201-5. 2010. Acoustics — Noise from shooting ranges — Part 5: Noise management. International Organization for Standardization, Geneva 2010.
- Johanson, A et al, 2005. Solubility of Antimony and Other Elements in Samples Taken from Shooting Ranges. *Journal of Environmental Quality*, 2005.
- Jokitulppo, J, Lahti, T & Markula, T. 2007. Ampumamelun arviointi. Kirjallisuusselvitys. Suomen ympäristö 39/2007. Ympäristöministeriö, Helsinki.
- Järvinen, K. 2005. Raskasmetallien ympäristövaikutukset puolustusvoimien pistooli- ja kivääriampumaradoilla. Ramboll Finland Oy, selvitys 82108582. Espoo.
- Kalinich, J.F et al. 2005. Embedded Weapons-Grade Tunsgen Alloy Shrapnel Rapidly Induces Metastatic high-Grade Rhabdomyosarcomas in F344 Rats. *Environmental Health Perspectives*. 2005, Vuosik. 113, 6.
- Kettunen, V. 2011. Sähköposti Vesa Kettunen/Jenni Takala 9.2.2011.
- Kettunen, V. 2010. Kemira. Ampumaratojen pohjavesien suojaus. Ampumaratojen tulevaisuus -seminaari 5.3.2010.
- Kemikalinspektionen 2008. KemI Report 4/08 - Economic instruments for lead in ammunition - Report of a government commission. s.l.: Kemikalinspektionen, Swedish Chemicals Agency, 2008.
- Kemira. 2010. Reposelän ampumarata - Cu, Pb ja Sb analyysit. 2010; Oulunsalon ampumarata - Cu, Pb ja Sb analyysit.
- Kosola, M & Leivonen, J. 2003. Katsaus ympäristönsuojeluinvestointien taloudellisen kohtuullisuuden arviointiin. *Ympäristö ja terveys -lehti* 5/2003.
- Kragh, J, Andersen, B & Jacobsen, J, 1982 Environmental noise from industrial plants. General prediction method. Danish Acoustical Laboratory, Report 32. Lyngby.
- Kralik, A. 2014. Sähköposti Anna Kralik/Sara Kajander 4.6.2014.
- Lahermo, P et al. 2002. Tuhat kaivoa – Suomen kaivosien fyysikaalis-kemiallinen laatu vuonna 1999. Geologian tutkimuskeskus, tutkimusraportti 155. Espoo.
- Lahti, T. 2003. Ympäristömelun arviointi ja torjunta. Ympäristöopas 101, Ympäristöministeriö, Helsinki 2003.
- Larson, S et al. 2004. Topical Application of Phosphate Amendments to Lead-Contaminated Small Arms Firing Range Soils. Vicksburg, MS : U.S. Army Corps of Engineers, Engineer Research and Development Center, 2004.
- Lewis et al. 2010. Distribution, Chemical Speciation, and Mobility of Lead and Antimony Originating from Small Arms Ammunition in a Coarse-Grained Unsaturated Surface Sand. *J. Environ. Qual.* 39:863–870 doi:10.2134/jeq2009.0211. Julkaistu sähköisenä 22.3.2010.
- Lindfors, P & Lyly, O. 2004. Helsingin sisäämpumaradat. Raportti vuonna 2004 tehdyistä ympäristötarkastuksista. Helsingin kaupunki.
- London Metal Exchange Limited 2003-2011. [verkkodokumentti]. [viitattu 5.1.2011]. Saatavissa: <http://www.lme.com/home.asp>
- Ltd, Fastmarkets. [www.minormetals.com](http://www.minormetals.com). Fastmarkets Ltd, 2011. [verkkodokumentti]. [viitattu 5.1.2011]. Saatavissa: <http://www.minormetals.com/?tab=1&site=4&lang=EN>
- Markula, T. 2006. Propagation, measurement and assessment of shooting noise. Diplomityö, Teknillinen Korkeakoulu, Sähkö- ja tietoliikennetekniikan osasto, Akustiikan ja äänenkäsittely-tekniikan laboratorio, Espoo 2006.
- Miljøstyrelsen. 1995. Beregning og måling af støj fra skydebaner. Vejledning fra Miljøstyrelsen 2/1995, Kööpenhamina 1995.
- Naumanen, P et al. 2002. Ampumarata-alueiden pilaantunut maaperä. Tutkimukset ja riskienhallinta. Pohjois-Karjalan ympäristökeskus.
- Navy Environmental Health Center. 2002. Indoor Firing Ranges Industrial Hygiene Technical Guide. Portsmouth: Navy Environmental Health Center, 2002. Technical Manual NECH-TM6290.99-10 REV. 1.
- Nikula, S et al. 2005. Ampumaratojen lyijyisten maiden kunnostustarve ja käsittelymenetelmät. Ramboll Finland Oy.
- Nikula S, Lukkari, T & Hosiokangas, J. 2005. Ampumaratarakenteiden kehittäminen. Ramboll Finland Oy, raportti 82109863. Espoo.
- NT ACOU 099. 2002. Shooting ranges. Prediction of noise. Nordtest, Espoo 2002.
- Parri, A. 2009. Laskentamallilla määritetyn laukausselun äänitaso ero mittaamalla määritettyyn äänitasoon. AMK-opinnäytetyö. Mikkelin ammattikorkeakoulu, Ympäristöteknologia, Mikkeli 2009.
- Parri, A. 2004. Puolustusvoimien ampumaradat 2003.
- Partridge, R. 2000. Design Criteria for Indoor Bullet Traps. s.l. : Fourth National Shooting Range Symposium. Technical Track: Indoor Range Design.

- Paski, E. 2011. Sähköposti Pomahko Oy, Eero Paski/Jenni Haapaniemi 10.2.2011
- Pohjois-Karjalan maakuntaliitto. 2013. Joensuun seudun ampumarataselvitys.
- Proact Cross Talk. 2003. Bullet Trap System for Small Arms Ranges. Proact Cross Talk. 2003
- Qvarfort, U & Leffler, P. 2006. Vitbok - Om Bly och Alternativ til Bly i Ammunition vid Skytte. Umeå: FOI NBC Skydd, 2006.
- Saarinen, A. 2013. Valtioneuvoston periaatepäätös ja valtakunnallinen toimintaohjelma meluntorjunnasta. Valtakunnalliset meluntorjuntapäivät, Jyväskylä 13–14.3.2013.
- Saario, H. 1985. Ampumaratamelun laskentamallin sovellutustutkimus. Ympäristö- ja luonnonsuojeluosaston julkaisu A:37 1985. Ympäristöministeriö, Helsinki 1985, 18 s.
- Savage Range Systems. 2010. Snail Systems Deceleration Chamber. [verkkodokumentti]. [viitattu 20.9.2010]. Saatavissa: <http://www.snailtraps.com/popups/circularDeceleration.htm>.
- Schießstand Garlstorf gGmbH. 2011. Schießstand Garlstorf. Umbau Schießstand Garlstorf. [verkkodokumentti]. [viitattu 14.2.2011]. Saatavissa: <http://www.schiessstand-garlstorf.de/umbau.html>.
- Seitsalo, P et al. 2008. Parhaan käyttökelpoisen tekniikan huomioonottaminen ympäristölupamenettelyssä. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 8/2008.
- ShotNet. 2013. [verkkodokumentti]. [viitattu 5.12.2013]. Saatavissa: [www.shotnet.de](http://www.shotnet.de),
- Smolander, E, Dahl, O & Laukkanen, T. 2010. Maaperän ja pohjaveden suojele kivääri- ja pistooliampumadoilla. Aalto-yliopiston teknillinen korkeakoulu, Puunjalostustekniikan laitos, Puhtaat teknologiat tutkimusryhmä. Espoo.
- Stevenson R.J et al. 2003. Use of Apatite for Chemical Stabilization of Subsurface Contaminants. Final Report. s.l.: U.S. Department of Energy. National Energy Technology Laboratory, 2003.
- Strømseng, A & Ljønes, M. 2002. Miljømessige vurderinger av blyfri ammunisjon – Utvaskingsforsøk med forurenset jord. Kjeller : Forsvarets Forskningsinstitutt, 2002.
- Suomen Ampumaurheiluliitto. 2005. Ampumarataopas. Opetusministeriö. Liikuntapaikkajulkaisu 87. Helsinki.
- Suomen Ampumaurheiluliitto 2014. SAL siluettijaosto. [verkkodokumentti]. [viitattu 4.6.2014]. Saatavissa: [http://www.joki.fi/BBPSM2008/slides/IMG\\_0944.html](http://www.joki.fi/BBPSM2008/slides/IMG_0944.html).
- SYKE, Suomen Ympäristökeskus. 2010. Haitallisten aineiden tarkkailu. Päätöt ja vaikutukset vesiin. Suomen ympäristökeskus. Ympäristöhallinnon ohjeita 3/2010. Helsinki.
- Teland, J, Rahimi, R & Huseby, M. 2007. Numerical simulation of sound emission from weapons. Noise Control Eng J 554.
- Terran corporation. 2011. [verkkodokumentti]. [viitattu 28.11.2011]. <http://www.terrancorp.com>
- United States Environmental Protection Agency, EPA. 2005. Best Management Practices for Lead at Outdoor Shooting Ranges. New York: 2005.
- US Army Environmental Center. 1999. US Army Aberdeen Test Center. Shock Absorbing Concrete (SACON) Bullet Traps for Small Arms Ranges, Cost and Performance Report. 1999.
- U.S. Army Environmental Center. 1998. U.S. Army Environmental Center's Range XXI Team and U.S. Army Training Support Center. Prevention of Lead Migration and Erosion from Small Arms Ranges. 1998.
- Venäläinen, S. 2011. Flogopiittipitoisen rikastushiekan vaikutus vesiliukoiseen lyijyn (Pb) spesiaatioon kontaminoituneella ampumarata-alueella. Pro Terra 52/2011. VI maaperätieteiden päivien abstraktit. HY, Elintarvike- ja ympäristötieteiden laitos, 2011.
- Verta, M et al. 2010. Metallien taustapitoisuudet ja haitallisten aineiden seuranta Suomen pintavesissä – Ehdotus laatu- ja ympäristötoimenpiteiden toimeenpanosta. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 12/2010. Helsinki.
- VNp 53/1997. Valtioneuvoston päätös ampumaratojen aiheuttaman melutason ohjeista. Suomen säädöskokoelma 53/97.
- Väyrynen, R. 2011. Puhelinkeskustelu Risto Väyrynen/Jenni Takala 21.2.2011.
- Walsh, M. 2007. Propellant Residues Deposition from Small Arms Munitions. US Army Corps of Engineers. ERDC/CRREL TR-07-17, 2007.
- Wright, J et al. 2004. PIMS Using Apatite IITM: How It Works to Remediate Soil and Water. Proceedings of the Conference of Sustainable Range Management, January 5-8, 2004.
- Ympäristöministeriö. 2012. Ampumaratojen ympäristölupa. Opas toiminnanharjoittajille sekä lupa- ja valvontaviranomaisille. AMPY-työryhmä. Suomen ympäristö 23/2012. Helsinki.
- Ympäristöministeriö. 2006. Puolustusvoimien ampumatoiminta maankäytön suunnittelussa ja ympäristölupamenettelyssä. Ampumaratatyöryhmä. Suomen ympäristö 38/2006, Ampumaratatyöryhmän mietintö. Helsinki.
- Ympäristöministeriö. 1999. Ampumaratamelun mittaaminen. Ympäristöopas 61, Ympäristöministeriö, Helsinki 1999.



## Liite A. Perustietoja ampumatoiminnasta ja ampumaradoista

### A.1 Ulkona sijaitsevat ampumaradat

#### A.1.1 Ampumalajit

Arvio Suomessa toiminnassa olevien ampumaratojen määrästä vaihtelee kuudesta sadasta noin tuhanteen. Ampumaratakokonaisuuteen kuuluu tyypillisesti useita erilisiä lajiratoja. Pääosa ampumaradoista on ampuma- ja metsästysseurojen ylläpitämiä. Suurin yksittäinen toiminnanharjoittaja on puolustusvoimat. Ampumaratoja on myös muilla viranomaisilla, kuten poliisilla, rajavartiolaitoksella ja tullilla. Ampumaratoja tarvitaan, jotta ampuminen voi tapahtua valvotusti tarkoituksenmukaisella alueella.

Erilaisia ampumalajeja eri aseille ja ampumamatkoille on lukuisia (taulukko A.1). Vuonna 2012 puolustusvoimilla oli käytössään 48 ampumarataa, joissa on noin 200 erillistä kivääri-, pistooli-, liikemaali- ja muuta lajirataa (Puolustusvoimat, tiedonanto 2012). Ampuma- ja metsästysseuroilla on pääasiassa kivääri-, pistooli- ja haulikko-ampumaratoja.

### A.2 Ampumaratojen rakenteet

#### A.2.1 Kivääri- ja pistooliradat

Kivääri- ja pistoolilajeissa ammutaan kiinteitä tai liikkuvia maalitauluja luotipatrunoilla. Luodit kasaantuvat luotiloukkuihin tai maalitaulujen taustapenkkaan muutamana kymmenen metrin levyiselle kaistaleelle. Ratojen pituudet vaihtelevat lajista riippuen yleensä 25 metristä 300 metriin. Silhuettiammunnassa radan pituus voi olla jopa 500 metriä ja kasa-ammunnassa vielä tätäkin pidempi.

Kivääri- ja pistooliradat ovat perusrakenteiltaan samanlaisia. Rakenteisiin kuuluvat ampumapaikka, välialue, maalialue ja taustavalli (kuva A.1). Kivääriradoilla välialueella (katoksen ja taulujen välillä) voi olla ampumapaikkoja 50 metrin välein. Taululaitteet on yleensä suojattu etuvallilla (maavalli tai puu- tai betonirakenne). Vanhemmilla kivääriradoilla on usein näyttösuoja ammunnaaikaista toimintaa varten. Uusimilla radoilla näyttösuojaa ei yleensä ole taululaitteiden rakenteen tai sähköisten taulujen vuoksi. Taustavalli on rakenteeltaan kaikilla kivääri- ja pistooliradoilla samanlainen. Erillinen rakennettu taustavalli tai ampumaradan taustavallina käytetyn rinteiden pintaosa ovat osa ratarakennetta. Myös välialueen pintamaa, johon amunnasta syntyvät jätteet kertyvät on ratarakennetta (Ympäristöministeriö 2012).

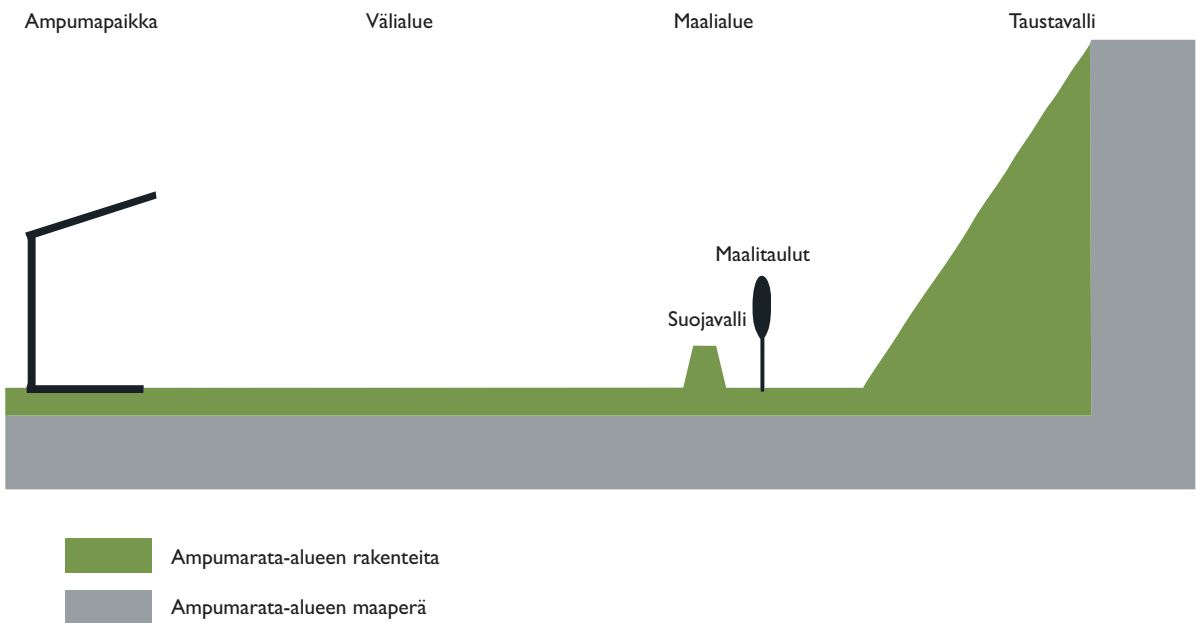
#### Ampumapaikka

Ampumapaikoilla on yleensä puinen katos, jossa on betoninen lattia. Katos toimii lähinnä sääsuojana. Katoksen korkeus on tavallisesti noin 3 metriä ja syvyys 4–6 metriä. Yhden ampumapaikan leveys vaihtelee ampumalajista riippuen. Minimileveys on 1–1,7 metriä. Esimerkiksi 30-paikkaisen kivääriradan ampumakatoksen leveys on siten noin 50 metriä. Ampumapaikkojen välissä voi olla väliseinät.

Ampumapaikkojen edusta on tavallisesti hiekkaa tai soraa. Siinä voi olla jonkin verran matalaa kasvillisuutta. Sade- ja sulamisvedet pyritään ohjaamaan ympäristöön siten, ettei ampumapaikoille synny lammikoita. Joillakin ampumaradoilla on peite maan pinnalla ampumapaikan edessä (kuva A.2). Peitteen pääasiallisena tehtävänä on helpottaa hylsyjen keräystä ampumakatoksen edustalta.

Taulukko A.1. Yleisimmät ampumalajit ja niiden kuvaukset (Ympäristöministeriö 2012, muokattu).

| Asetyyppi                     | Ampumalaji  | Kuvaus   |
|-------------------------------|---|--|
| Kivääri                       | Ilmakivääriammunta  | Ampumamatka 10 metriä, joko paikallaan olevaan tai liikkuvaan maaliin. Kaliiperi 4,5 mm  |
|                               | Urheilukivääri (naisten pienoiskivääri) ja pienoiskivääri | Ampumamatka tyypillisesti 50 metriä. Kaliiperi 22.   |
|                               | Ampumahiihto  | Ampumamatka 50 metriä. Kaliiperi 22. Maalit kaatuvia metallisia tauluja.   |
|                               | Siluettiammunta   | Ampumamatka 50–200 metriä. Kaliiperi 5,6–11 mm. Siluettiammunnassa ammutaan aseilla kiskojen päälle asetettuja metallisia tauluja nurin.   |
|                               | Metsästysammunta  | Ampumamatkat 75–100 metriä. Kaliiperi 6–11 mm. Metsästysammuntalajista riippuen ammutaan joko paikallaan olevaan tai liikkuvaan tauluun.   |
|                               | Riistamaali   | Ampumamatkat 75–100 metriä. Kaliiperi 6–11 mm. Riistamaaliammunnassa ammutaan kivääriaseilla liikkuvaan maaliin. Maalitalusta löytyy aina riistaeläimen kuva, jossa ns. kuolettavimmalle alueelle on merkitty maalitaulu.  |
|                               | Kasa-ammunta  | Ampumamatka 100–600 metriä. Kaliiperi 6–10 mm. Määrätyiltä matkoilta ampuen pyritään saamaan osumat mahdollisimman lähelle toisiaan.   |
|                               | Vakio- ja vapaakivääriammunta                             | Ampumamatka 300 metriä. Kaliiperi maksimissaan 8 mm.   |
| Haulikko                      | Skeet   | Puoliympyrän muotoisella radalla ammutaan haulikolla kahdesta tornista heitettyjä kiekkoja. Ampumapaikkoja on kahdeksan. Kaliiperi 12 cal.   |
|                               | Trap  | Ammutaan haulikolla ampujan edestä pois päin lentäviä kiekkoja. Ampumapaikkoja on viisi. Kaliiperi 12 cal  |
|                               | Metsästysammunta  | (=metsästyshaulikko tai metsästrap) Ampumamatka 5–35 metriä, muistuttaa skeet ja trap ammuntaa. Kaliiperi 12 cal.  |
|                               | Sporting  | Ammunta tapahtuu maastoon rakennetulla radalla, jossa on useita ampumarasteja. Jokaisella rastilla on eri tavalla ammuttavia kiekkoja, jotka jäljittelevät erilaisia metsästystilanteita. Kaliiperi 12 cal.  |
|                               | Compak-sporting   | Samantapainen kuin varsinainen sportingammunta. Compak-sportingissa ampuja ei kuitenkaan kulje rastilta toiselle, vaan radan viisi ampumapaikkaa sijaitsevat suoralla linjalla noin 4 metriä toisistaan. Kaliiperi 12 cal.   |
|                               | Riistapolkuammunta  | Ammunta tapahtuu maastoon rakennetulla radalla, jonka varrella on useita ampumarasteja. Eroaa Sporting-ammunnasta siinä, että maaleina käytetään sekä kiekkoja että riistaeläimen muotoisia kuvia, jotka voivat esimerkiksi liikkua vaijerin varassa tai nousta näkyville. Kaliiperi 12 cal. |
| Pistooli                      | Ilmapistooli  | Ampumamatka 10 metriä, kaliiperi 4,5 mm  |
|                               | 25 m pistooli ja 50 m pistooli                            | Ampumamatka 25 ja 50 metriä. Kaliiperi 22.   |
|                               | Isopistooli, vakioistooli, pienoispistooli                | Ampumamatka 25 metriä. Kaliiperi 5,6 - 10 mm.  |
|                               | Siluettiammunta   | Ampumamatkat tyypillisesti 50–200 m. Kaliiperi 6–11 mm. Siluettiammunnassa ammutaan kiskojen päälle asetettuja metallisia tauluja nurin.   |
| Kivääri, haulikko ja pistooli | Sovellettu reserviläisammunta (SRA)                       | SRA:ssa jokaista ampumasuoritusta vastaavaa rastia varten laaditaan ampumatehtävä, jonka ampuja suorittaa ennalta annetun tilannekuvauksen edellyttämällä tavalla.   |
|                               | Practical-ammunta   | Practicalissa pyritään saamaan paljon osumapisteitä suoritukseen käytettyyn aikaan nähden. Kilpailuissa tarkkuuden ja nopeuden arvostus suhteutetaan käyttämällä Comstock count -pistelaskua, jossa suorituksen aikana saadut osumapisteet jaetaan suoritukseen käytetyllä ajalla.           |



Kuva A.1. Kivääri- ja pistooliradan rakenteita (Ympäristöministeriö 2012, muokattu).



Kuva A.2. Esimerkki pistooliradan ampumakatoksesta ja peitetystä edustasta (Keski-Suomen Ampujat, Laukaa). Kuva Jorma Riissanen



### Välialue

Välialueella tarkoitetaan rata-aluetta, joka on ampumapaikkojen ja maalitaulujen välissä. Välialueen sivuilla voi olla suojavallit tai -kulissit. Ne estävät harhalaukauksia radan ulkopuolelle. Joillain radoilla on myös yläkulissit. Kulissit ovat luodin lento-radon yläpuolelle peräkkäin asetettuja levyjä, jotka estävät luotien ampumisen ulos ampumaradalta. Turvallisuuden lisäksi sivuvallilla ja -kulisseilla on myös jonkin verran vaikutusta melun leviämiseen. Kulisseja käytetään erityisesti asutustaajaman lähellä olevilla ampumaradoilla.

Ampumaradoilla voi olla ampumapaikkoja myös radan välialueella, esimerkiksi 150 metrin etäisyydellä 300 metrin radalla. Välialueen ampumapaikat ovat tavallisesti tasaisia sora- tai betonialustoja eikä niitä yleensä ole katettu.

Kivääriratojen välialueilla voi olla välivallia suojaamassa esimerkiksi lyhyempien etäisyyksien ampumapaikkoja. Välivallien tarkoitus on suojata rakenteita ja estää kimmokkeiden syntymistä. Välivallit on rakennettu maa-aineksesta. Siluettiradoilla maalitaulut ovat välialueella ja maalitaulujen takana ovat matalat välivallit (Kuva A.3).

Vedenkeräystä välialueella ei ole yleensä järjestetty, vaan sadevedet valuvat radan reunaosiin tai imeytyvät maaperään.



Kuva A.3. Siluettirata Sipoon ampumaradalla (Suomen Ampumaurheiluliitto 2014).

## Maalialue

Maalialueella tarkoitetaan aluetta, jossa sijaitsee mahdollinen etuvalli, taululaitteet ja niiden takana oleva taustavalli. Etuvallilla tarkoitetaan maalitaulualueen edessä olevaa suojavallia, jonka tarkoituksena on suojata maalilaitteita ja mahdollista näytösuojaa sekä estää kimmokkeiden syntymistä. Etuvalli on perinteisesti maavalli. Joillain ampumaradoilla etuvalli on korvattu kimmokkeita vähentävällä pystysuoralla seinämällä.

Taululaitteet vaihtelevat vaneriin, rakennuslevyyn tms. kiinnitetyistä paperi- tai pahvitauluista elektronisiin taulujärjestelmiin kuminauhoineen tai metallisine tauluineen. Liikkuvan maalin radoilla, kuten hirviradoilla, taustavallin etupuolella on taululaitteiden sijaan kisko tai vaijeri, jota pitkin silhuetit liikkuvat taulualueen poikki.

Ampumaradan tärkein suojavalli on maalitaulujen takana oleva taustavalli, jonka tarkoituksena on pysäyttää ammutut luodit. Taustavallin vähimmäismitat ja pintamateriaali sekä muut turvallisuuteen vaikuttavat tekijät on määritetty mm. puolustusvoimilla varomääräyksissä. Taustavallin korkeus riippuu radan pituudesta. Esimerkiksi 300 m radalla taustavalli on noin 6 m korkea. Liikkuvaan maaliin ampumista varten taustavalli voidaan rakentaa ampumasuuntaa vastaan kaarevaksi. Taustavallin on noustava kauttaaltaan vähintään 34° kulmassa luotien lentorataan nähden. Taustavallin pinnan on oltava hiekkaa tai soraa (raekoko alle kolmekymmentä viisi (35) mm) ja taustavalliin mahdollisesti jäävät kivet on peitettävä vähintään 30 cm syvyyteen. Pinta voidaan vallin muodon säilyttämiseksi nurmettaa. Taustavalli voidaan kattaa, jolloin sadevedet eivät pääse huuhtomaan taustavallin maaperää.

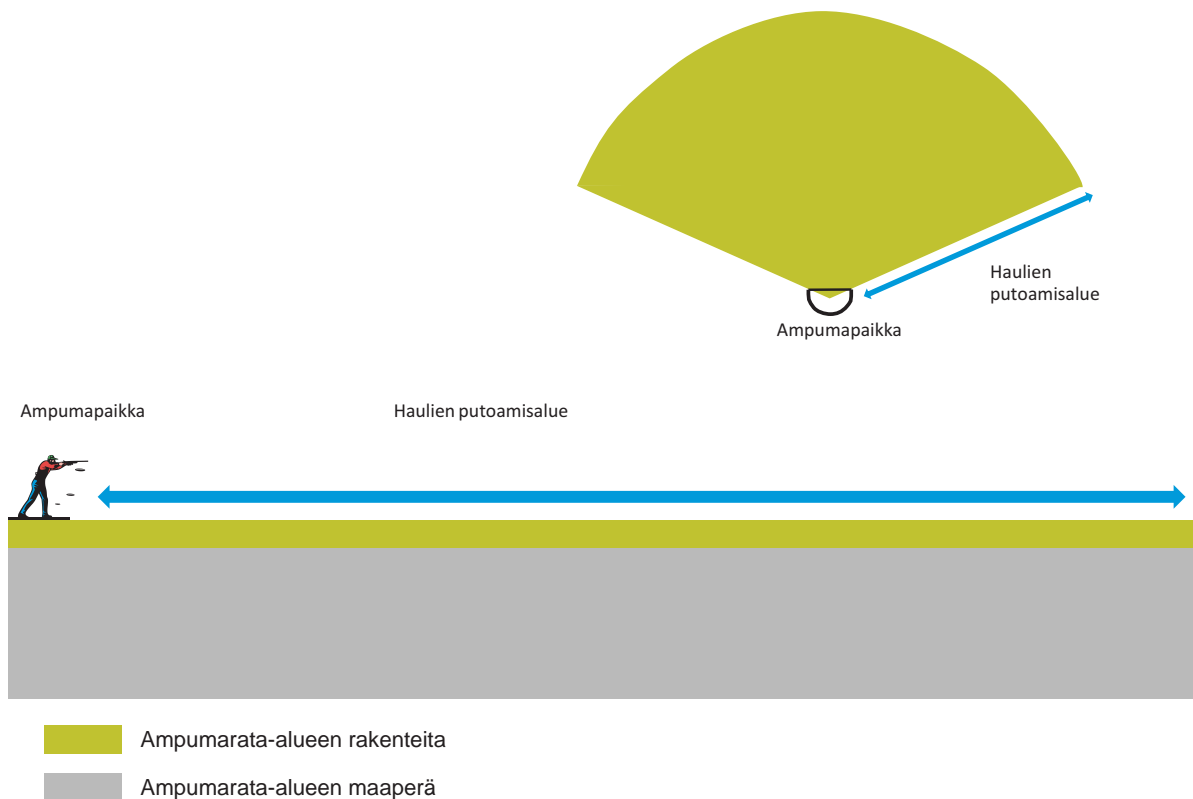
Joillakin radoilla on käytössä luotiloukut luotien keräämistä varten. Luotiloukuja voidaan käyttää taustavallin lisänä tai joissain tapauksissa korvata taustavalli kokonaan. Osassa loukuista käytetään materiaalia, johon osuessaan luoti menettää energiansa ja pysähtyy. Osassa luodin liike-energiaa vähennetään ohjaamalla sitä esimerkiksi metallilevyjen avulla keräysastiaan. Tavoitteena on koota luodit mahdollisimman puhtaana materiaalina jatkokäsittelyyn.

Nykyisillä ampumaradoilla vedenkeräystä maalitaulualueella ei ole muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta järjestetty. Usein veden johdetaan alueen reunaajiin tai ne imeytyvät maaperään.

### A.2.2 Haulikkoradat

Haulikkolajeissa ammutaan lentäviä kiekkoja. Kiekot lähetetään heittimistä, jotka haulikkolajista riippuen on sijoitettu joko torneihin tai maan pinnan tasoon. Heittimissä voidaan muuttaa kiekkojen lentorataa (korkeutta ja kulmaa). Ampujat vaihtavat suorituksen aikana ampumapaikkaa esimerkiksi Skeet-radalla paikkoja on kahdeksan ja Trap-radalla viisi.

Radat voidaan ratarakenteiden puolesta jakaa kahteen alueeseen; ampumapaikat heittimiseen ja torneineen sekä maalialue, johon kiekot ja haulit kertyvät. (Kuva A.4). Haulikkoradoilla ei yleensä ole taustarakenteita, jotka pysäyttäisivät kiekot ja haulit, vaan ne leviävät ympäröivään maastoon laajalle alueelle. Rata-alueen pintamaa, johon amunnasta syntyvät jätteet kertyvät on ratarakennetta (Ympäristöministeriö 2012).



Kuva A.4. Haulikkoradan rata-alueen pintamaa, johon amunnasta syntyvät jätteet kertyvät, on ratarakennetta (Ympäristöministeriö 2012, muokattu).

### A.3 Ampumaratojen ympäristövaikutukset

Ampumaratatoiminnan merkittävät ympäristövaikutukset liittyvät ympäristön pilaantumiseen haitallisilla aineilla, meluun ja jätteisiin. Vaikutukset arvioidaan tapauskohtaisesti ottamalla huomioon kohteen erityispiirteet. Vaikutukset vaihtelevat mm. ampumaradan sijainnin ja ympäristön, käyttöajan, käyttöasteen ja käyttöiän, olemassa olevien ratarakenteiden sekä ampumalajien perusteella.

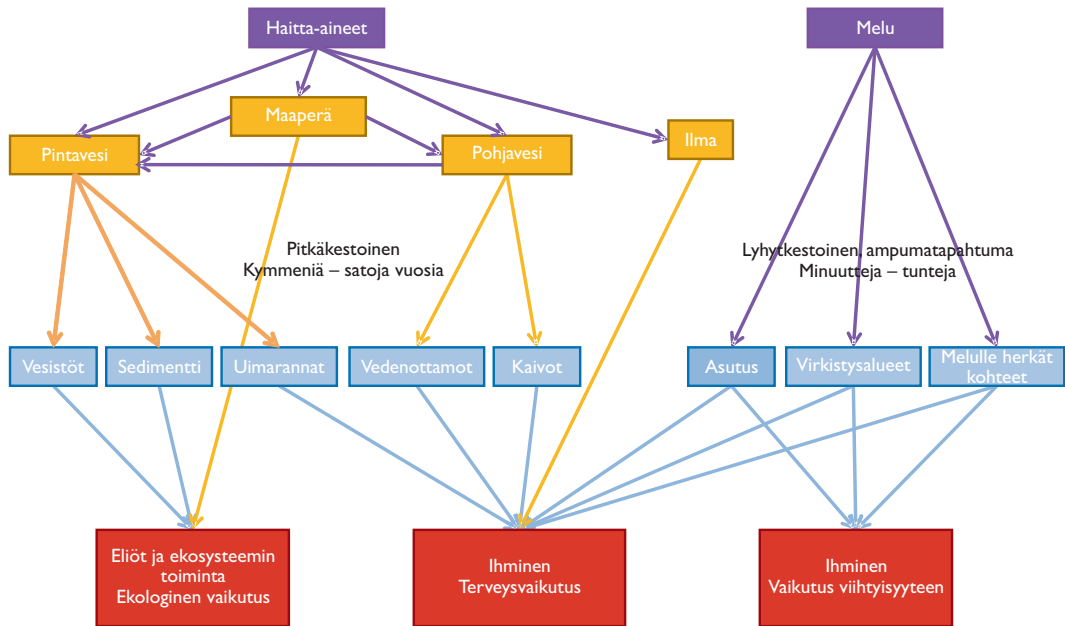
Ampumaratojen ympäristövaikutusten arvioinnissa tarkasteltava vaikutusalue on varsinaista rata-aluetta suurempi. Ammusten sisältämät haitta-aineet voivat levitä rata-alueen ulkopuolelle pinta- ja pohjavesien tai pölyn mukana. Haitta-aineiden leviämiseen liittyvät ympäristövaikutukset ilmenevät yleensä pitkän ajan kuluessa. Ammunnan melu leviää usein laajalle alueelle radan ympäristöön, mutta sille altistuminen tapahtuu vain ammunnan aikana ja on siten lyhytaikaista. Kuvassa A.5 on esitetty yksinkertaistetusti ampumaratojen päästöihin vaikuttavia tekijöitä, päästöjen leviämisreittejä ja mahdollisia vaikutuksia.

Ampumatoinnin päästöjä ja mahdollisia vaikutuksia on kuvattu tarkemmin osissa II ja III sekä liitteessä H.

Ympäristövaikutusten  
suuruuteen ja laajuuteen  
vaikuttavat tekijät



Vaikutusten  
aiheuttajat



Kuva A.5. Ampumaratojen päästöjä ja niiden vaikutuksia.

# Haitta-aineiden hallinta

## Liite B. Savikiekoista teetettyjen analyysien tulokset

Ramboll Analytics Oy

Pvm: 27.12.2010

**RAMBOLL**

### Tutkimustodistus

1/2

Projekti: 89105934/1

Ramboll Finland Oy, Tampere

PL 718  
33101 TAMPERE

|                    |   |                        |            |
|--------------------|---|------------------------|------------|
| Tutkimuksen nimi:  | 82130606 PHRAKL, Ampumarata-BAT, Kiekkojäte, Kaatopaikkakelpoisuus, kokonaispitoisuudet | Näytteenottopvm:       | 12.11.2010 |
| Näytteenottopiste: | Kiekkojäte, kok.pit.  | Näyte saapui:          | 15.11.2010 |
| Näytteenottaja:    | Juha Parviainen   | Analysointi aloitettu: | 15.11.2010 |

#### Tutkimustulokset

| Määrittys                                     | 10SS02245 | Yksikkö  | Menetelmä              |
|---|-----------|----------|------------------------|
| Kuiva-aine                                    | 100       | m-%      | RA4016                 |
| Esikäsittely, jauhatus                        | tehty     |          |                        |
| Orgaaninen hiili, vedetön TOC                 | 32        | m-%      | ISO 10694/SFS-EN 13137 |
| Esikäsittely, mikroaaltohajotus, kuningasvesi | tehty     |          | RA3007                 |
| Metallit 1                                    | tehty     |          |                        |
| Antimoni (Sb)                                 | <0,5      | mg/kg ka | RA3000                 |
| Arseeni (As)                                  | 4,4       | mg/kg ka | RA3000                 |
| Barium (Ba)                                   | 26        | mg/kg ka | RA3000                 |
| Elohopea (Hg)                                 | <0,2      | mg/kg ka | RA3000                 |
| Kadmium (Cd)                                  | 0,68      | mg/kg ka | RA3000                 |
| Kromi (Cr)                                    | 19        | mg/kg ka | RA3000                 |
| Kupari (Cu)                                   | <10       | mg/kg ka | RA3000                 |
| Lyijy (Pb)                                    | 46        | mg/kg ka | RA3000                 |
| Molybdeeni (Mo)                               | <2        | mg/kg ka | RA3000                 |
| Nikkeli (Ni)                                  | 7,3       | mg/kg ka | RA3000                 |
| Seleen (Se)                                   | <1        | mg/kg ka | RA3000                 |
| Sinkki (Zn)                                   | 46        | mg/kg ka | RA3000                 |
| Polyaromaattiset hiilivedyt yht.              | 11000     | mg/kg ka | RA4053                 |
| Antraseeni                                    | 280       | mg/kg ka | RA4053                 |
| Asenaftteeni                                  | 310       | mg/kg ka | RA4053                 |
| Asenaftyleeni                                 | 0,5       | mg/kg ka | RA4053                 |
| Bentso(a)antraseeni                           | 810       | mg/kg ka | RA4053                 |
| Bentso(a)pyreeni                              | 1200      | mg/kg ka | RA4053                 |
| Bentso(b)fluoranteeni                         | 1500      | mg/kg ka | RA4053                 |
| Bentso(g,h,i)peryleeni                        | 890       | mg/kg ka | RA4053                 |
| Bentso(k)fluoranteeni                         | 620       | mg/kg ka | RA4053                 |
| Dibentso(a,h)antraseeni                       | 150       | mg/kg ka | RA4053                 |
| Fenantreeni                                   | 670       | mg/kg ka | RA4053                 |
| Fluoranteeni                                  | 1300      | mg/kg ka | RA4053                 |
| Fluoreeni                                     | 150       | mg/kg ka | RA4053                 |
| Indeno(1,2,3-c,d)pyreeni                      | 870       | mg/kg ka | RA4053                 |
| Kryseeni                                      | 810       | mg/kg ka | RA4053                 |
| Naftaleeni                                    | 44        | mg/kg ka | RA4053                 |
| Pyreeni                                       | 1200      | mg/kg ka | RA4053                 |

Tutkimustodistuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain tutkittua näytettä.

Ramboll Analytics Oy  
Niemenkatu 73 C, 15140 Lahti  
Kiltterinkuja 2, 01600 Vantaa

Puh 020 755 7800  
Fax 020 755 7911

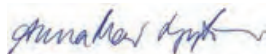
www.ramboll-analytics.fi  
Y-tunnus 2106335-0, Kotipaikka Lahti

Ramboll Analytics Oy  
**Tutkimustodistus**  
Projekti: 89105934/1

Pvm: 27.12.2010  
2/2

**RAMBOLL**

**Ramboll Analytics Oy**



Anna-Mari Lyytinen  
FM, kemisti, 020 755 7860

Tämä tutkimustodistus on allekirjoitettu sähköisesti.

**Jakelu** ANML  
jenni.haapaniemi@ramboll.fi

Tutkimustodistuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain tutkittua näytettä.

Ramboll Analytics Oy  
Niemenkatu 73 C, 15140 Lahti  
Kilteninkuja 2, 01600 Vantaa

Puh 020 755 7800  
Fax 020 755 7911

www.ramboll-analytics.fi  
Y-tunnus 2106335-0, Kotipaikka Lahti



Ramboll Finland Oy, Tampere

PL 718  
33101 TAMPERE

|                   |   |                        |            |
|-------------------|---|------------------------|------------|
| Tutkimuksen nimi: | 82130606 PHRAKL, Ampumarata-BAT, Kiekkojäte, 2-vaiheinen ravistelutesti | Näytteenottopvm:       | 12.11.2010 |
|                   |   | Näyte saapui:          | 15.11.2010 |
| Näytteenottaja:   | Juha Parviainen   | Analysointi aloitettu: | 15.11.2010 |

## Tutkimustulokset

|                                |                       |                        | Yksikkö      | Menetelmä |
|--------------------------------|-----------------------|------------------------|--------------|-----------|
| Näytteenottopisteet            | Kiekkojät<br>e, L/S=2 | Kiekkojät<br>e, L/S=10 |              |           |
| Näytenumero                    | 10SS<br>02248         | 10SS<br>02249          |              |           |
| <b>MÄÄRITYKSET</b>             |                       |                        |              |           |
| Esikäsittely, ravistelu L/S 10 |                       | tehty                  |              |           |
| Esikäsittely, ravistelu L/S 2  | tehty                 |                        |              |           |
| pH-alku                        | 10,0                  | 9,8                    |              |           |
| pH-loppu                       | 10,0                  | 9,7                    |              |           |
| Sähkönjohtavuus                | 39,1                  | 11,6                   | mS/m         | RA2013    |
| DOC                            | 110                   | 190                    | mg/kg ka     | RA2007    |
| Kloridi                        | 21                    | 27                     | mg Cl/kg ka  | RA2018    |
| Fluoridi                       | <0,20                 | <0,96                  | mg F/kg ka   | RA2050    |
| Sulfaatti                      | 220                   | 230                    | mg SO4/kg ka | RA2018    |
| Metallit 1                     | tehty                 | tehty                  |              |           |
| Antimoni (Sb)                  | <0,020                | <0,020                 | mg/kg ka     | RA3000    |
| Arseeni (As)                   | <0,020                | 0,026                  | mg/kg ka     | RA3000    |
| Barium (Ba)                    | 0,087                 | 0,25                   | mg/kg ka     | RA3000    |
| Elohopea (Hg)                  | <0,003                | <0,003                 | mg/kg ka     | RA3000    |
| Kadmium (Cd)                   | <0,020                | <0,020                 | mg/kg ka     | RA3000    |
| Kromi (Cr)                     | <0,020                | <0,020                 | mg/kg ka     | RA3000    |
| Kupari (Cu)                    | 0,038                 | 0,053                  | mg/kg ka     | RA3000    |
| Lyijy (Pb)                     | <0,020                | <0,020                 | mg/kg ka     | RA3000    |
| Molybdeeni (Mo)                | <0,020                | <0,020                 | mg/kg ka     | RA3000    |
| Nikkeli (Ni)                   | <0,020                | <0,020                 | mg/kg ka     | RA3000    |
| Seleen (Se)                    | <0,020                | <0,020                 | mg/kg ka     | RA3000    |
| Sinkki (Zn)                    | <0,020                | <0,020                 | mg/kg ka     | RA3000    |
| Vanadiini (V)                  | <0,020                | <0,020                 | mg/kg ka     | RA3000    |
| Fenoli-indeksi                 | 1,1                   | 1,6                    | mg/kg ka     | RA2051    |

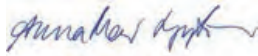
Tutkimustodistuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain tutkittua näytettä.

Ramboll Analytics Oy  
**Tutkimustodistus**  
Projekti: 89105934/2

Pvm: 9.12.2010  
2/2

**RAMBOLL**

**Ramboll Analytics Oy**



Anna-Mari Lyytinen  
FM, kemisti, 020 755 7860

Tämä tutkimustodistus on allekirjoitettu sähköisesti.

**Jakelu** ANML  
jenni.haapaniemi@ramboll.fi

Tutkimustodistuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain tutkittua näytettä.

Ramboll Analytics Oy  
Niemenkatu 73 C, 15140 Lahti  
Kiltterinkuja 2, 01600 Vantaa

Puh 020 755 7800  
Fax 020 755 7911

www.ramboll-analytics.fi  
Y-tunnus 2106335-0, Kotipaikka Lahti

## Tutkimustodistus

Projekti: 89105934/3

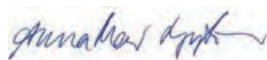
Ramboll Finland Oy, Tampere

PL 718  
33101 TAMPERE

|                    |  |                        |            |
|--------------------|--|------------------------|------------|
| Tutkimuksen nimi:  | 82130606 PHRAKL, Ampumarata-BAT, Tavallinen kiekko, Kaatopaikkakelpoisuus, kokonaispitoi | Näytteenottopvm:       | 12.11.2010 |
| Näytteenottopiste: | Tavallinen kiekko, kok.pit.  | Näyte saapui:          | 15.11.2010 |
| Näytteenottaja:    | Juha Parviainen  | Analysointi aloitettu: | 15.11.2010 |

**Tutkimustulokset**

| Määrittys                        | 10SS02250 | Yksikkö  | Menetelmä |
|----------------------------------|-----------|----------|-----------|
| Kuiva-aine                       | 100       | m-%      | RA4016    |
| Esikäsittely, jauhatus           | tehty     |          |           |
| Polyaromaattiset hiilivedyt yht. | 25000     | mg/kg ka | RA4053    |
| Antraseeni                       | 250       | mg/kg ka | RA4053    |
| Asenaftteeni                     | 350       | mg/kg ka | RA4053    |
| Asenaftyleeni                    | 0,5       | mg/kg ka | RA4053    |
| Bentso(a)antraseeni              | 2100      | mg/kg ka | RA4053    |
| Bentso(a)pyreeni                 | 3300      | mg/kg ka | RA4053    |
| Bentso(b)fluoranteeni            | 4100      | mg/kg ka | RA4053    |
| Bentso(g,h,i)peryleeni           | 2300      | mg/kg ka | RA4053    |
| Bentso(k)fluoranteeni            | 1600      | mg/kg ka | RA4053    |
| Dibentso(a,h)antraseeni          | 350       | mg/kg ka | RA4053    |
| Fenantreeni                      | 880       | mg/kg ka | RA4053    |
| Fluoranteeni                     | 2500      | mg/kg ka | RA4053    |
| Fluoreeni                        | 100       | mg/kg ka | RA4053    |
| Indeno(1,2,3-c,d)pyreeni         | 2500      | mg/kg ka | RA4053    |
| Kryseeni                         | 1900      | mg/kg ka | RA4053    |
| Naftaleeni                       | 39        | mg/kg ka | RA4053    |
| Pyreeni                          | 2300      | mg/kg ka | RA4053    |

**Ramboll Analytics Oy**

Anna-Mari Lyytinen  
FM, kemisti, 020 755 7860

Tämä tutkimustodistus on allekirjoitettu sähköisesti.

**Jakelu** ANML  
jenni.haapaniemi@ramboll.fi

Tutkimustodistuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain tutkittua näytettä.

Ramboll Finland Oy, Tampere

PL 718  
33101 TAMPERE

Tutkimuksen nimi: 82130606 PHRAKL, Ampumarata-BAT, Tavallinen kiekko, 1-vaiheinen ravistelutesti  
Näytteenottopvm: 12.11.2010  
Näyte saapui: 15.11.2010  
Analysointi aloitettu: 15.11.2010

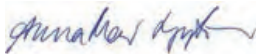
Näytteenottaja: Juha Parviainen

#### Tutkimustulokset

|                                  |                           |                                     | Yksikkö  | Menetelmä |
|----------------------------------|---------------------------|-------------------------------------|----------|-----------|
| Näytteenottopisteet              | Kiekko-<br>jäte<br>L/S=10 | Tavalli-<br>nen<br>kiekko<br>L/S=10 |          |           |
| Näytenumero                      | 10SS<br>02251             | 10SS<br>02252                       |          |           |
| <b>MÄÄRITYKSET</b>               |                           |                                     |          |           |
| Esikäsitely, ravistelu L/S 10    | tehty                     | tehty                               |          |           |
| pH-alku                          | 8,9                       | 9,1                                 |          |           |
| pH-loppu                         | 9,7                       | 10,5                                |          |           |
| Polyaromaattiset hiilivedyt yht. | 1,1                       | 0,9                                 | mg/kg ka | RA4053    |
| Antraseeni                       | 0,05                      | 0,04                                | mg/kg ka | RA4053    |
| Asenaftteeni                     | 0,27                      | 0,29                                | mg/kg ka | RA4053    |
| Asenaftyleeni                    | <0,01                     | <0,01                               | mg/kg ka | RA4053    |
| Bentso(a)antraseeni              | 0,02                      | 0,02                                | mg/kg ka | RA4053    |
| Bentso(a)pyreeni                 | <0,01                     | 0,01                                | mg/kg ka | RA4053    |
| Bentso(b)fluoranteeni            | <0,01                     | 0,02                                | mg/kg ka | RA4053    |
| Bentso(g,h,i)peryleeni           | <0,01                     | <0,01                               | mg/kg ka | RA4053    |
| Bentso(k)fluoranteeni            | <0,01                     | <0,01                               | mg/kg ka | RA4053    |
| Dibentso(a,h)antraseeni          | <0,01                     | <0,01                               | mg/kg ka | RA4053    |
| Fenantreeni                      | 0,26                      | 0,14                                | mg/kg ka | RA4053    |
| Fluoranteeni                     | 0,10                      | 0,11                                | mg/kg ka | RA4053    |
| Fluoreeni                        | 0,09                      | 0,05                                | mg/kg ka | RA4053    |
| Indeno(1,2,3-c,d)pyreeni         | <0,01                     | 0,01                                | mg/kg ka | RA4053    |
| Kryseeni                         | 0,01                      | 0,02                                | mg/kg ka | RA4053    |
| Naftaleeni                       | 0,19                      | 0,11                                | mg/kg ka | RA4053    |
| Pyreeni                          | 0,08                      | 0,08                                | mg/kg ka | RA4053    |

Tutkimustodistuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain tutkittua näytettä.

**Ramboll Analytics Oy**



Anna-Mari Lyytinen  
FM, kemisti, 020 755 7860

Tämä tutkimustodistus on allekirjoitettu sähköisesti.

**Lisätiedot** Suodatinpaperina käytetty lasikuitu A-suodatinta. Suodatinpaperit pesty toluenilla ja kuivattu ennen suodatusta.

**Jakelu** ANML  
jenni.haapaniemi@ramboll.fi

---

Tutkimustodistuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain tutkittua näytettä.

Ramboll Finland Oy, Tampere

PL 718  
33101 TAMPERE

Tutkimuksen nimi: 82130606 PHRAKL, Ampumarata-BAT, Ekokiekko, Kaatopaikkakelpoisuus, kokonaispitoisuudet  
Näytteenottopvm: 12.11.2010  
Näytteenottopiste: Ekokiekko, kok.pit. Näyte saapui: 15.11.2010  
Näytteenottaja: Juha Parviainen Analysointi aloitettu: 15.11.2010

**Tutkimustulokset**

| Määrittys                        | 10SS02253 | Yksikkö  | Menetelmä |
|----------------------------------|-----------|----------|-----------|
| Kuiva-aine                       | 100       | m-%      | RA4016    |
| Esikäsittely, jauhatus           | tehty     |          |           |
| Polyaromaattiset hiilivedyt yht. | <10       | mg/kg ka | RA4053*   |
| Antraseeni                       | <1        | mg/kg ka | RA4053*   |
| Asenaftteeni                     | <0,3      | mg/kg ka | RA4053*   |
| Asenaftyleeni                    | <1        | mg/kg ka | RA4053*   |
| Bentso(a)antraseeni              | <0,2      | mg/kg ka | RA4053*   |
| Bentso(a)pyreeni                 | 0,2       | mg/kg ka | RA4053*   |
| Bentso(b)fluoranteeni            | <0,3      | mg/kg ka | RA4053*   |
| Bentso(g,h,i)peryleeni           | 0,2       | mg/kg ka | RA4053*   |
| Bentso(k)fluoranteeni            | <0,2      | mg/kg ka | RA4053*   |
| Dibentso(a,h)antraseeni          | <0,1      | mg/kg ka | RA4053*   |
| Fenantreeni                      | <1        | mg/kg ka | RA4053*   |
| Fluoranteeni                     | <0,2      | mg/kg ka | RA4053*   |
| Fluoreeni                        | <6        | mg/kg ka | RA4053*   |
| Indeno(1,2,3-c,d)pyreeni         | <0,2      | mg/kg ka | RA4053*   |
| Kryseeni                         | <1        | mg/kg ka | RA4053*   |
| Naftaleeni                       | 0,4       | mg/kg ka | RA4053*   |
| Pyreeni                          | <0,5      | mg/kg ka | RA4053*   |

Tutkimustodistuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain tutkittua näytettä.



Ramboll Analytics Oy

# Tutkimustodistus

Projekti: 89105934/5

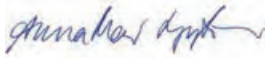
Pvm: 17.12.2010

2/2

**RAMBOLL**

\* FINAS -akkreditoitu menetelmä. Mittausepävarmuus ilmoitetaan tarvittaessa. Akkreditointi ei koske lausuntoa.

## Ramboll Analytics Oy



Anna-Mari Lyytinen  
FM, kemisti, 020 755 7860

Tämä tutkimustodistus on allekirjoitettu sähköisesti.

**Lisätiedot** Tämä tutkimustodistus korvaa aikaisemmin samalla työnumerolla annetun. PAH-tulokset on korjattu.  
10SS02253 PAH-analysissä määritysrajoja jouduttiin nostamaan grammissa näkyvien häiriöpiikkien vuoksi.

**Jakelu** ANML  
jenni.haapaniemi@ramboll.fi

Tutkimustodistuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain tutkittua näytettä.

Ramboll Analytics Oy  
Niemenkatu 73 C, 15140 Lahti  
Kilterinkuja 2, 01600 Vantaa

Puh 020 755 7800  
Fax 020 755 7911

www.ramboll-analytics.fi  
Y-tunnus 2106335-0, Kotipaikka Lahti

**FINAS**  
Finnish Accreditation Service  
T039 (EN ISO/IEC 17025)

Ramboll Finland Oy, Tampere

PL 718  
33101 TAMPERE

---

|                    |  |                        |            |
|--------------------|--|------------------------|------------|
| Tutkimuksen nimi:  | 82130606 PHRAKL, Ampumarata-BAT, Ekokiekko, 2-vaiheinen ravistelutesti | Näytteenottopvm:       | 12.11.2010 |
| Näytteenottopiste: | Ekokiekko, L/S=10  | Näyte saapui:          | 15.11.2010 |
| Näytteenottaja:    | Juha Parviainen  | Analysointi aloitettu: | 15.11.2010 |

---

#### Tutkimustulokset

| Määrittys                        | 10SS02255 | Yksikkö  | Menetelmä |
|----------------------------------|-----------|----------|-----------|
| Esikäsittely, ravistelu L/S 10   | tehty     |          |           |
| pH-alku                          | 8,3       |          |           |
| pH-loppu                         | 8,4       |          |           |
| Polyaromaattiset hiilivedyt yht. | <0,2      | mg/kg ka | RA4053    |
| Antraseeni                       | <0,01     | mg/kg ka | RA4053    |
| Asenaftteeni                     | <0,01     | mg/kg ka | RA4053    |
| Asenaftyleeni                    | <0,01     | mg/kg ka | RA4053    |
| Bentso(a)antraseeni              | <0,01     | mg/kg ka | RA4053    |
| Bentso(a)pyreeni                 | <0,01     | mg/kg ka | RA4053    |
| Bentso(b)fluoranteeni            | <0,01     | mg/kg ka | RA4053    |
| Bentso(g,h,i)peryleeni           | <0,01     | mg/kg ka | RA4053    |
| Bentso(k)fluoranteeni            | <0,01     | mg/kg ka | RA4053    |
| Dibentso(a,h)antraseeni          | <0,01     | mg/kg ka | RA4053    |
| Fenantreeni                      | <0,01     | mg/kg ka | RA4053    |
| Fluoranteeni                     | <0,01     | mg/kg ka | RA4053    |
| Fluoreeni                        | <0,1      | mg/kg ka | RA4053    |
| Indeno(1,2,3-c,d)pyreeni         | <0,01     | mg/kg ka | RA4053    |
| Kryseeni                         | <0,01     | mg/kg ka | RA4053    |
| Naftaleeni                       | <0,01     | mg/kg ka | RA4053    |
| Pyreeni                          | <0,01     | mg/kg ka | RA4053    |

---

Tutkimustodistuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain tutkittua näytettä.

Ramboll Analytics Oy

## Tutkimustodistus

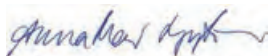
Projekti: 89105934/6

Pvm: 15.12.2010

2/2

**RAMBOLL**

### Ramboll Analytics Oy



Anna-Mari Lyytinen  
FM, kemisti, 020 755 7860

Tämä tutkimustodistus on allekirjoitettu sähköisesti.

**Lisätiedot** Suodatinpaperina käytetty lasikuitu A-suodatinta. Suodatinpaperit pesty tolueenilla ja kuivattu ennen suodatusta.

**Jakelu** ANML  
jenni.haapaniemi@ramboll.fi

Tutkimustodistuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain tutkittua näytettä.

Ramboll Analytics Oy  
Niemenkatu 73 C, 15140 Lahti  
Kiltterinkuja 2, 01600 Vantaa

Puh 020 755 7800  
Fax 020 755 7911

www.ramboll-analytics.fi  
Y-tunnus 2106335-0, Kotipaikka Lahti

## Liite C. Haitta-aineiden tutkimusyhteenvedossa käytetyt tutkimukset

| Kohde/Ampumaradan nimi         | Raportin nimi   | Tutkimuksen suorittaja       | Vuosi |
|--------------------------------|---|------------------------------|-------|
| Lipon ampumarata               | Haulikkoradan maaperän tutkimusraportti   | Ramboll Finland Oy           | 2011  |
|                                | Pilaantuneen maan kunnostuksen loppuraportti  | Ramboll Finland Oy           | 2009  |
| Velaatan ampumarata            | Velaatan ampumarata, pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arviointi  | Ramboll Finland Oy           | 2009  |
| Riipan amp.rata                | Ampumaratamaiden hyötykäyttö- ja kaatopaikkakelpoisuus  | KVVY                         | 2010  |
|                                | Kälviän ampumarata, Tutkimusraportti  | Länsi-Suomen ympäristökeskus | 2005  |
| Santahaan amp.rata             | Ampumaratamaiden hyötykäyttö- ja kaatopaikkakelpoisuus  | Länsi-Suomen ympäristökeskus | 2008  |
|                                | Tutkimusraportti: Santahaan ampumarata Kokkola  | Länsi-Suomen ympäristökeskus | 2007  |
| Räiskylän ampumarata           | Riihimäen Viestirykmentin ampumaradan ympäristön tilan selvitys ja riskinarviointi  | Ramboll Finland Oy           | 2007  |
|                                | Riihimäen viestirykmentin Räiskylän ampumaradan ympäristötekniinen tutkimus, Riihimäki  | Ramboll Finland Oy           | 2004  |
| Alastaron Virttaan ampumarata  | Virttaan ampumarata, Maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arviointi   | Ramboll Finland Oy           | 2009  |
| Peräkankaan ampumarata         | Peräkankaan ampumarata, Maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnin päivitys ja suunnitelma taustavallin suojarakenteista | Ramboll Finland Oy           | 2010  |
| Huhtiniemen entinen ampumarata | Lappeenrannan Huhtiniemen entisen ampumaradan kunnostustavoitteiden määrittäminen riskinarvioinnilla                                    | Ramboll Finland Oy           | 2007  |
| Kaikulan ampumarata            | Kaikulan ampumarata, Forssa, Kunnostussuunnitelma   | Ramboll Finland Oy           | 2007  |
| Hallin varuskunnan ampumarata  | Hallin varuskunnan ampumaradan ympäristötekniinen tutkimus, Kuorevesi   | Ramboll Finland Oy           | 2004  |
| Hyrylän ampumarata             | Helsingin Ilmatorjuntarykmentti, Hyrylän ampumaradan ympäristötekniinen tutkimus  | Ramboll Finland Oy           | 2005  |
| Hälvälän ampumarata            | Hälvälän ampumarata, Maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arviointi   | Ramboll Finland Oy           | 2010  |
|                                | Hämeen Rykmentin ampumaradan ympäristötekniinen tutkimus, Hälvälä   | Ramboll Finland Oy           | 2004  |
| Kontiorannan ampumarata        | Pohjois-Karjalan Prikaati, Kontionrannan ampumaradan ympäristötekniinen tutkimus  | Ramboll Finland Oy           | 2005  |
| Niinisalon ampumarata          | Niinisalon tykistöprikaati, Niinisalon ampumaradan ympäristötekniinen tutkimus  | Ramboll Finland Oy           | 2005  |
| Hättilän ampumarata            | Etu-Hättilän ampumarata, Maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arviointi   | Ramboll Finland Oy           | 2010  |
|                                | Panssariprikaatin Hättilän ampumaradan ympäristötekniinen tutkimus, Hämeenlinna   | Ramboll Finland Oy           | 2004  |
| Parolannummen ampumarata       | Parolannummen ampumarata, Maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arviointi  | Ramboll Finland Oy           | 2010  |
|                                | Parolannummen panssariprikaatin ampumaradan ympäristötekniinen tutkimus   | Ramboll Finland Oy           | 2004  |

| Kohde/Ampumaradan nimi          | Raportin nimi  | Tutkimuksen suorittaja           | Vuosi |
|---------------------------------|--|----------------------------------|-------|
| Tyrrin ampumarata               | Utin Jääkäriyrykmentti, Tyrrin ampumaradan ympäristötekniinen tutkimus                   | Ramboll Finland Oy               | 2005  |
| Hiukkavaaran ampumarata         | Ampumaratojen taustavallitutkimukset, Hiukkavaara, Oulu                                  | Ramboll Finland Oy               | 2006  |
| Nummenmäen entinen ampumarata   | Nummenmäen alueella sijainneiden ampuma-ratojen sekä pylväsvaraston maaperän tutkimus    | Ramboll Finland Oy               | 2005  |
| Kankaanlukon ampumarata         | Tutkimustulosten yhteenvetoraportti, Kankaanlukon ampumarata, Pälkäne                    | Pirkanmaan ympäristökeskus       | 2004  |
| Lehmussuon ampumarata           | Tutkimustulosten yhteenvetoraportti, Lehmussuon ampumarata, Urjala                       | Pirkanmaan ympäristökeskus       | 2004  |
| Levon ampumarata                | Tutkimustulosten yhteenvetoraportti, Levon ampumarata, Vammala                           | Pirkanmaan ympäristökeskus       | 2004  |
| Matinsuon ampumarata            | Tutkimustulosten yhteenvetoraportti, Matinsuon ampumarata, Vammala                       | Pirkanmaan ympäristökeskus       | 2004  |
| Tappikankaan ampumarata         | Tutkimustulosten yhteenvetoraportti, Tappikankaan ampumarata, Ylöjärvi                   | Pirkanmaan ympäristökeskus       | 2004  |
| Padasjoen ampumarata            | Padasjoen ampumarata, Maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arviointi           | Ramboll Finland Oy               | 2010  |
| Tammelan ampumarata             | Tammelan varaston ampumarata, Maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arviointi   | Ramboll Finland Oy               | 2010  |
| Uudenkylän varaston ampumarata  | Uudenkylän varaston ampumarata, Maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arviointi | Ramboll Finland Oy               | 2010  |
| Hyvinkään Uudenkylän ampumarata | Ridasjärvi, Hyvinkää, Ampumaradan pohja- ja pintavesiselvitys                            | Ramboll Finland Oy               | 2010  |
| Houraatin ampumarata vanha      | Houraatin ampumaratojen tutkimusraportti   | Länsi-Suomen ympäristökeskus     | 2004  |
| Houraatin ampumarata uusi       | Houraatin ampumaratojen tutkimusraportti   | Länsi-Suomen ympäristökeskus     | 2004  |
| Tannilanvaaran ampumarata       | Tannilanvaaran ampumarata, Eno, Puhdistustarpeen arviointi                               | Pohjois-Karjalan ympäristökeskus | 2002  |
| Onttolan vanha haulikkorata     | Onttolan vanha haulikkorata, Maaperän ja pohjaveden pilaantuneisuustutkimus              | F CG IP-Tekniikka Oy             | 2008  |
| Anttosen ampumarata             | Anttosen ampumarata, Puhdistustarpeen arviointi  | Pohjois-Karjalan ympäristökeskus | 1999  |
| Kokkolan ampumarata             | Tutkimusraportti Kokkolan ampumarata   | Länsi-Suomen ympäristökeskus     | 2008  |
| Huosiouskankaan ampumarata      | Haukivuoren Huosiouskankaan ampumaradan tutkimukset 1999 ja 2000                         | Suomen IP-Tekniikka Oy200        | 2000  |
| Lempoonsuon ampumarata          | Lempoonsuon ampumarata kunnostus-suunnitelma   | SCC Viatek Oy                    | 2003  |

## Liite D. Mallisuunnitelmat luotiaseradoille

### Liite D1. Taustavallien eristys bentoniitilla

#### Johdanto

Tässä mallityöselityksessä on kuvattu ampumaradan taustavallin eristerakenteen rakentaminen. Mallityöselitys on kirjoitettu siten, että sitä voidaan käyttää pohjana urakoissa. Pienissä urakoissa mallista voidaan jättää tarpeettoman tarkkoja osia pois ja hyödyntää sitä soveltuvilta osin.

Mallityöselityksessä on kuvattu työ mahdollisimman tarkasti, ottaen huomioon että mallin tulee soveltua hyvin erikokoisille kohteille. Asiat, jotka ovat työselityksessä tarpeellisia, mutta joita ei ole ollut mahdollista kirjoittaa yksityiskohtaisesti on mainittu kursivilla.

#### Sisällys

|              |  |     |
|--------------|--|-----|
| <b>D1_1</b>  | <b>YLEISET OHJEET</b> .....                                      | 171 |
| D1_1.1       | Yleistä .....  | 171 |
| D1_1.2       | Työkohde .....   | 171 |
| D1_1.3       | Käytetty nimikkeistö.....  | 171 |
| D1_1.4       | Taustavallin eristerakenteen laajuus ja toteutusaikataulu .....  | 171 |
| D1_1.5       | Asiakirjat, luvat.....   | 172 |
| D1_1.6       | Katselmukset.....  | 172 |
| D1_1.6.1     | Eristekerroksen asennuspinnan tarkastus .....                    | 173 |
| D1_1.6.2     | Bentoniittimaton tarkastus.....                                  | 173 |
| D1_1.7       | Työmaakokoukset.....   | 173 |
| D1_1.8       | Työtulosten raportointi .....                                    | 173 |
| D1_1.9       | Urakoitsijan suunnitelmat ja ennakkoraportit.....                | 173 |
| D1_1.9.1     | Varastot ja varastoalueet.....                                   | 175 |
| D1_1.9.2     | Liikennejärjestelyt ja suojatoimenpiteet.....                    | 175 |
| D1_1.10      | Toimintasuunnitelma erilaisten sääolosuhteiden varalta .....     | 175 |
| D1_1.11      | Ympäristövaatimukset, työturvallisuus .....                      | 175 |
| D1_1.12      | Työnaikaiset mittaukset.....                                     | 175 |
| D1_1.12.1    | Suunnitelman maastoon merkitseminen.....                         | 175 |
| D1_1.12.2    | Mitattavat tasot .....   | 176 |
| D1_1.12.3    | Muut mittaukset.....   | 176 |
| D1_1.12.4    | Työmäärien mittaukset .....                                      | 176 |
| D1_1.12.5    | Tarkepiirustukset .....  | 176 |
| D1_1.13      | Suoritusten ja lopputuotteen laadunvalvonta .....                | 176 |
| D1_1.13.1    | Urakoitsijan laadunvalvonta .....                                | 177 |
| D1_1.13.2    | Tilajan valvonta.....  | 177 |
| D1_1.13.3    | Tilajan paikallisvalvoja .....                                   | 177 |
| D1_1.13.4    | Viranomaisten valvonta.....                                      | 177 |
| D1_1.13.5    | Materiaalien laadunvalvonta .....                                | 177 |
| D1_1.13.6    | Poistettavien materiaalien laadunvalvonta.....                   | 177 |
| D1_1.13.7    | Tiivistystyön valvonta .....                                     | 178 |
| <b>11000</b> | <b>OLEVAT RAKENTEET JA RAKENNUSOSAT</b> .....                    | 178 |
| <b>11200</b> | <b>Poistettavat, siirrettävät ja suojattavat rakenteet</b> ..... | 178 |
| <b>12000</b> | <b>PILAANTUNEET MAAT</b> .....                                   | 178 |
| <b>12100</b> | <b>Poistettavat pilaantuneet maat</b> .....                      | 178 |
| <b>12200</b> | <b>Eristerakenteet</b> .....                                     | 178 |
| 12200.1      | Eristemateriaalit.....   | 178 |
| 12200.2      | Eristerakenteen alusta.....                                      | 179 |
| 12200.3      | Eristerakenteen tekeminen.....                                   | 179 |



|              |  |            |
|--------------|--|------------|
| 12200.4      | Valmis eristerakenne.....  | 180        |
| 12200.5      | Eristerakenteen kelpoisuuden osoittaminen .....                      | 180        |
| <b>14300</b> | <b>KUIVATUSRAKENTEET</b> .....                                       | <b>180</b> |
| <b>14311</b> | <b>Aluesalaojat</b> .....  | <b>180</b> |
| 14311.1      | Salaojan materiaali .....  | 180        |
| 14311.2      | Salaojan alusta.....   | 180        |
| 14311.3      | Salaojan asentaminen .....   | 180        |
| 14311.4      | Valmis salaoja.....  | 181        |
| 14311.5      | Salaojan kelpoisuuden osoittaminen .....                             | 181        |
| <b>14320</b> | <b>Salaojan kaivot ja tarkastusputket</b> .....                      | <b>181</b> |
| 14320.1      | Salaojan kaivojen ja tarkastusputkien materiaali .....               | 181        |
| 14320.2      | Salaojan kaivojen ja tarkastusputkien alusta .....                   | 181        |
| 14320.3      | Salaojan kaivojen ja tarkastusputkien asentaminen .....              | 181        |
| 14320.4      | Valmis salaojan kaivo tai tarkastusputki.....                        | 181        |
| 14320.5      | Salaojan kaivojen ja tarkastusputkien kelpoisuuden osoittaminen..... | 181        |
| <b>16000</b> | <b>MAALEIKKAUKSET</b> .....  | <b>181</b> |
| <b>16110</b> | <b>Maaleikkaus, erittelemätön</b> .....                              | <b>181</b> |
| 16110.3      | Maaleikkauksen tekeminen.....  | 181        |
| 16110.4      | Valmis maaleikkaus .....   | 182        |
| 16110.5      | Maaleikkauksen kelpoisuuden osoittaminen .....                       | 182        |
| <b>18000</b> | <b>PENKEREET, MAAPADOT JA TÄYTÖT</b> .....                           | <b>182</b> |
| <b>18110</b> | <b>Maapenkereet</b> .....  | <b>182</b> |
| 18110.1      | Maapenkereen materiaalit, yleistä .....                              | 182        |
| 18110.2      | Maapenkereen alusta .....  | 182        |
| 18110.3      | Maapenkereen tekeminen.....  | 182        |
| 18110.4      | Valmis maapenger .....   | 182        |
| 18110.5      | Maapenkereen kelpoisuuden osoittaminen .....                         | 182        |
| <b>21100</b> | <b>SUODATINRAKENTEET</b> .....                                       | <b>183</b> |
| <b>21120</b> | <b>Suodatinkankaat</b> .....   | <b>183</b> |
| 21120.1      | Suodatinkankaiden materiaalit .....                                  | 183        |
| 21120.2      | Suodatinkankaiden alusta .....                                       | 183        |
| 21120.3      | Suodatinkankaiden asentaminen .....                                  | 183        |
| 21120.4      | Valmis suodatinkangas .....  | 183        |
| 21120.5      | Asennettujen suodatinkankaiden kelpoisuuden osoittaminen .....       | 183        |

#### PIIRUSTUKSET

|   |  |            |
|---|--|------------|
| 1 | Sijaintikartta                           | 1 : 10 000 |
| 2 | Urakka-alue                              | 1 : 1 000  |
| 3 | Periaatepoikkileikkaukset, taustavalli   | 1 : 50     |
| 4 | Periaatepiirustus, rakenteiden sijainnit |            |

## **DI\_1 YLEISET OHJEET**

### **D1\_1.1 Yleistä**

Tämä työselitys määrittelee kohteena olevan hankkeen tekniset laatuvaatimukset ja työn laajuuden. Urakoitsijan taloudelliset ja juridiset vastuut sekä urakoitsijan muut velvoitteet esitetään erillisessä urakkaohjelmassa, joka pätee tämän selityksen edellä.

Työselityksen liitteenä on luettelo niistä työsuoritteista ja -määristä, jotka sisältyvät urakkaan ja joiden osalta urakkahinta lasketaan yksikköhinnoin.

Urakoitsijan tulee perehtyä huolellisesti työkohteeseen ennen urakkatarjouksen antamista.

### **D1\_1.2 Työkohde**

*Tiedot kohteen sijainnista, laajuudesta ja omistuksesta. Kohteen sijainti on esitetty sijaintikartassa 1. Urakka-alue on esitetty piirustuksessa 2.*

*Tiedot olevista rakenteista.*

Kohteeseen rakennetaan ampumaradan taustavallin eristerakenne.

*Tilaaajan yhteystiedot.*

### **D1\_1.3 Käytetty nimikkeistö**

Tässä työselityksessä on käytetty InfraRYL 2010 (osa 1) nimikkeistöä.

### **D1\_1.4 Taustavallin eristerakenteen laajuus ja toteutusaikataulu**

Eristerakenne rakennetaan kivääri- ja pistooliratojen taustavalleihin mineraalisena tiivistyskerroksena toimivasta bentoniittimatosta. Eristerakenteen alaosaan maanpinnan tasoon rakennetaan salaoja keräämään suotovedet *vesienhallintajärjestelmään*. Eristerakenteen päälle rakennetaan suojakerros ja vaimennuskerros suojaamaan eristettä luotien iskemiltä. Eristerakenne ulottuu maanpinnan tasosta taustavallin lakikorkeudelle ja taustavallin koko leveydelle.

Salaoja rakennetaan olevan taustavallin alaosaan kaivettuun kaivantoon. Kaivumassat hyödynnetään ensisijaisesti kohteessa. Taustavallin maamassat voivat olla luodeista peräisin olevilla haitta-aineilla pilaantuneita. Kaivettavien maamassojen pilaantuneisuus tulee tutkia asianmukaisesti ja kohteesta poistettavat maamassat käsitellä asianmukaisesti.

Pääsääntönä urakkaan voidaan todeta kuuluvaksi mm.

- Työalueen suojaus
- Raivaus
- Kaivutyöt, maamassojen lajittelu ja läjitys alueelle
- Pilaantuneiden ja puhtaiden maamassojen erottelu
- Puhtaiden tai pilaantuneiden maa-aineksien kuljetus ao. luvat omaaviin vastaanottoaikoihin
- Kaivun aikainen kuivatus ja vesien johtaminen
- Bentoniittimaton asennus
- Salaojaputkiston asennus
- Suoja- ja vaimennuskerrosten rakentaminen.

Urakoitsijan luovuttaessa urakan on taustavallin eristerakenne kokonaisuudessaan tehty.

*Urakka-ajan alkamis- ja loppumispäivät.*

### D1\_1.5 Asiakirjat, luvat

Työssä on noudatettava voimassa olevia kansallisia ja EU:n säatelemiä lakeja, asetuksia ja muita virallisia säännöksiä, päätöksiä ja ohjeita sekä alaa koskevia normeja ja standardeja. Jäte- ja ylijäämämateriaalin käsittelyssä on noudatettava viranomaisten määräyksiä ja ohjeita.

Mikäli kohteesta on tarpeen poistaa pilaantuneita maa-aineksia, pitää työstä tehdä ilmoitus pilaantuneen alueen puhdistamisesta alueen ELY-keskukseen tai Helsingin tai Turun kaupunkien ympäristökeskukseen. Pilaantuneen maan poistamiseen tarvitaan ympäristötekniinen valvoja, joka mittaa poistettavan maa-aineksen pitoisuudet, ohjaa aineksen oikeaan sijoituspaikkaan ja laatii urakoitsijan avustuksella pilaantuneen maan kuljetuksia varten valtioneuvoston päätöksen 659/96 mukaisen siirtoasiakirjan jokaiselle poistettavalle maakuormalle kahtena kappaleena. Siirtoasiakirjoista toinen kappale jää kuorman vastaanottajalle ja toinen valvojalle.

Työn suorittamisessa noudatettavia asiakirjoja ovat:

- Tämä työselitys
- Urakkaohjelma
- Suunnitelmapiiirustukset
- Kohteen ympäristölupa
- ELY-keskuksen päätös pilaantuneen alueen puhdistamisesta kohteessa
- InfraRYL 2010, Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset 2010 (Osa 1 väylät ja alueet)
- Maarakennustyömaan ympäristöopas, Ympäristöopas 31, Suomen ympäristökeskus 1997
- Pilaantuneen maa-alueen tutkimuksen ja kunnostuksen työsuojeluopas, Ympäristöhallinnon ohjeita 7/2006
- Pilaantuneen maa-alueen kunnostuksen loppuraportti, Ympäristöopas 2010.
- Työsuojeluhallinnon julkaisu kapeat kaivannot 1992
- Rakennuskaivanto-ohjeet 1989
- Materiaalitoimittajien ohjeet varastoinnista, käsittelystä ja asennuksesta.

Urakoitsijan tulee ennen rakennustyön alkua tehdä asianosaiselle työsuojeluviranomaiselle ja tilaajalle ennakoilmoitus työmaasta, mikäli työ kestää kauemmin kuin kuukauden. Ennakoilmoitus on oltava selvästi näkyvillä rakennustyömaalla ja se on pidettävä tarpeellisilta osin ajan tasalla.

### D1\_1.6 Katselmukset

Alku- ja loppukatselmus pidetään YSE98:n mukaisesti.

Ennen massanvaihdon aloittamista pidetään **alkukatselmus**, jossa ovat läsnä tilaajan työn valvoja, urakoitsijan edustaja, tarvittaessa ympäristötekniinen valvoja, tarvittaessa suunnittelijan edustaja, paikallinen ympäristövalvonnan edustaja sekä ELY-keskuksen edustaja. Alkukatselmuksessa tarkennetaan tarvittaessa työtapa ja selvitetään vaatimustasoa. Samassa yhteydessä voidaan järjestää myös **suunnitelmakatselmus**, jossa tarkistetaan suunnitelmien riittävyys ja lisäsuunnittelutarve käytettävien materiaalien tarkentumisen perusteella.

Työn **vastaanottotarkastus** pidetään työn tai käyttöön otettavan työvaiheen valmistuttua.

Jos katselmuksissa tai tarkastuksissa havaitaan puutteita, on ne korjattava ennen lopullista hyväksyntää.

#### *D1\_1.6.1 Eristekerroksen asennuspinnan tarkastus*

Urakoitsija luovuttaa asennuspinnan mittaustulokset. Tilaisuudessa todetaan, että asennuspinta on leikattu suunnitelmien mukaisesti ja asennuspinta soveltuu eristerroksen rakennusaluksi; kantavuus on riittävä ja korkeustaso- ja pinnantasaisuusvaatimukset on täytetty.

#### *D1\_1.6.2 Bentoniittimaton tarkastus*

Tarkastuksessa todetaan urakoitsijan työsuoritukset. Todetaan myös, että bentoniittimatto on asennettu suunnitelmien mukaisesti riittävässä laajuudessa ja että laadunvarmistustyöt on tehty hyväksyttävästi ja asetetut vaatimukset ovat täyttyneet. Mikäli todetaan, ettei rakenne täytä asetettuja vaatimuksia, korjaus tehdään pääsääntöisesti poistamalla virheellinen rakenne ja rakentamalla se uudelleen.

### **D1\_1.7 Työmaakokoukset**

Työmaalla järjestetään säännöllisesti työmaakokouksia. Kokouksista laaditaan pöytäkirjat.

### **D1\_1.8 Työtulosten raportointi**

Urakoitsija pitää YSE98:n mukaisesti työmaapäiväkirjaa, johon kirjataan kaikki työsuoritukseen liittyvät seikat. Tilaajan edustaja hyväksyy työsuoritukset allekirjoituksellaan. Työmaapäiväkirja ja päivittäiset mittaustulokset on oltava saatavilla työmaalla.

Erityisesti huomiota on kiinnitettävä laadunvalvontamittausten ja korjaustoimenpiteiden dokumentointiin. Kaikki mittaustulokset ja tarkastukset kirjataan työmaapäiväkirjaan. Työmaapäiväkirjaan kirjataan myös puutteet, laadunalitukset ja virheet sekä niiden korjaukset ja tarkistusmittausten tulokset.

Urakoitsija huolehtii, että aliurakoitsijat kokoavat rakentamisesta kertyneet materiaali-, tutkimus-, mitta- ja koetulokset. Yhteenveto laadunvalvontadokumenteista (kelpoisuusasiakirja) toimitetaan työn päätyttyä tilaajalle.

### **D1\_1.9 Urakoitsijan suunnitelmat ja ennakkoraportit**

Urakoitsijan on esitettävä viimeistään kaksi viikkoa ennen urakan työvaiheen aloittamista laatusuunnitelma, johon sisältyvät seuraavat suunnitelmat ja tiedot:

1. työmaasuunnitelma
2. laatusuunnitelma
3. aikataulu
4. mittaussuunnitelma
5. työvaiheittainen työtapasuunnitelma, joka sisältää työvaihekohtaiset laadunvalvontatoimenpiteet
6. työsuojelusuunnitelma
7. bentoniittimaton tuotetiedot
8. bentoniittimaton asennussuunnitelma
9. tiivistyskerroksen laadunvalvontasuunnitelma.

Suunnitelmat hyväksytetään tilaajalla ja tarvittaessa ympäristötekniisellä valvojalla, suunnittelijalla ja ympäristöviranomaisilla ennen työn aloitusta.

- Työmaasuunnitelmassa esitetään mm.
- työmaarakennusten sijainti
- materiaalien varastointipaikat
- ajoreitit ja parkkipaikat
- vesi-, sähkö- ja jätepiisteet
- ensiapu- ja sammutuskaluston sijainti.

Laatusuunnitelmassa esitetään mm.

- työmaaorganisaatio ja laadunvalvonnan vastuhenkilöt
- aliurakoitsijat yhteyshenkilöineen
- materiaalityöntekijät
- käytettävät mittauspalvelut yhteyshenkilöineen
- materiaalien hyväksyttämismenettely
- urakoitsijan oma laadunvalvontasuunnitelma työselityksen perusteella (erityisesti jos poikkeava suunnitelmasta tai käytetään eri materiaaleja)
  - käytettävät laadunvalvontamenetelmät (laitteisto ja määrittäminen standardi)
  - näytteenotto- ja kenttämittaussuunnitelma
  - laatuvaatimukset mukaan lukien sallitut toleranssit
  - toimenpiteet poikkeamien ja muutosten kohdalla
  - korjausten dokumentointimenettely
  - tarkastukset.

Aikataulussa esitetään mm.

- merkittävät työvaiheet viikoittain.

Mittaussuunnitelmassa esitetään mm.

- vastuhenkilöt
- käytettävät lähtö- ja kiintopisteet
- mittauskalusto- ja formaatti
- mittauksessa käytettävät koodit yms. tunnisteet
- mitattavat tasot, linjat, putkilinjat, kaivot yms.
- tulosteet ja tulostusformaatti eli luettelo tuotettavista piirustuksista.

Työtapsuunnitelmassa esitetään mm.

- käytettävät materiaalit
- kalusto
- työmenetelmät
- työjärjestys.

Bentoniittimaton asennussuunnitelmassa esitetään mm.

- kuvamuotoinen levityssuunnitelma, joka sisältää mm. levityssuunnat
- läpiviennit
- kalusto
- työmenetelmät
- työjärjestys.

Suunnitelmia päivitetään työn aikana tarvittaessa.

Kaikki materiaalit on hyväksyttävä tilaajalla ja tarvittaessa ELY-keskuksella ja valvojilla ennen hankintaa ja käyttöä. Mikäli urakoitsija käyttää tästä työselityksestä poikkeavia materiaaleja tai työtapoja, urakoitsijan on esitettävä ennen työn aloitusta rakentamisen työtapaselostus ja selvitys käytettävien materiaalin ominaisuuksista ja kelpoisuudesta ko. käyttökohteeseen. Lisäksi ennen työn aloitusta on esitettävä urakoitsijan materiaalien osalta ennakkokokeiden tulokset ja materiaalitiedot. Tilaajan materiaalien osalta työn aikainen laadunvalvonta kuuluu urakoitsijalle.

Ennakkokokeiden tulokset sisältävät käytettävistä materiaaleista riippuen

- rakeisuuskäyrät käytettävistä materiaaleista
- muut vaaditut tiedot kuten vesipitoisuus, humuspitoisuus, vedenläpäisevyys, kaasujenjohtavuus tai liukoisten aineiden määrä.

#### *D1\_1.9.1 Varastot ja varastoalueet*

Raaka-aineet ja materiaalit varastoidaan työmaan välittömään läheisyyteen. Materiaalit varastoidaan materiaalitoimittajien ohjeiden mukaisesti siten, etteivät käsittely, kosteus, auringonvalo tai alustan epätasaisuus aiheuta muodonmuutoksia tai vauriota materiaaleissa. Pakkausten tulee säilyä ehjinä sekä tuote- ja materiaaliselosteiden luettavina. Tuote- ja materiaaliselosteet dokumentoidaan osana loppuraporttia.

Urakoitsija esittää varastoalueiden tarkan sijainnin työmaasuunnitelmassa.

#### *D1\_1.9.2 Liikennejärjestelyt ja suoja-toimenpiteet*

Urakoitsija vastaa työnaikaista liikennejärjestelyistä ja työmaateistä. Urakoitsija vastaa työkohteen kunnossa- ja puhtaanapidosta sekä suunnittelee ja toteuttaa tarvittaessa työmaatiet, suoja-aitaukset ja suojarakenteet InfraRYL2010 mukaisesti. Urakoitsija hankkii ja asentaa tarvittavat liikenne- ja varoituskyltit.

### **D1\_1.10 Toimintasuunnitelma erilaisten sääolosuhteiden varalta**

Materiaalien liettymistä ja pölyämistä on vältettävä.

Bentoniittimattoa ei saa asentaa sateella eikä se saa jäätyä. Työjärjestyksessä on otettava huomioon, että bentoniittimatto tulee peittää välittömästi suojamaakerroksella (vähintään 300 mm). Kastunut ja paisunut bentoniittimatto on hylättävä ja korvattava uudella urakoitsijan kustannuksella.

Ohutmuovikalvoa ei asenneta lämpötilan ollessa alle 0°C. Kalvo peitetään aurinkoisena päivänä päivän viileimpänä aikana.

#### **D1\_1.11 Ympäristövaatimukset, työturvallisuus**

Työt on suoritettava voimassa olevien lakien ja asetusten mukaisesti aiheuttamatta tarpeetonta haittaa ympäristölle, liikenteelle ja ympäristön asukkaille. Kuljetusten aiheuttama haitta-aineiden leviäminen on estettävä kuljetusreitien valinnalla, kuormien peittämisellä, tiiviiden lavojen käytöllä sekä tarvittaessa renkaiden puhdistamisella. Pilaantuneita maita ei saa kulkeutua työmaan ulkopuolelle kuorma-autojen mukana.

Urakoitsija vastaa siitä, että työt suoritetaan ympäristön ja eri osapuolten kannalta turvallisesti ja noudattaen erityistä varovaisuutta. Urakoitsija vastaa tarvittavista suoja-toimenpiteistä työalueella ja varustaa työntekijänsä tarvittavilla henkilökohtaisilla suojaimilla (kypärä, käsineet, hengityssuojaimet, turvasaappaat, jne.).

*Tilaaajan on laadittava työmaan turvallisuusasiakirja.*

*Tilaaajan on nimettävä työmaalle turvallisuuskoordinaattori.*

#### **D1\_1.12 Työnaikaiset mittaukset**

Urakoitsija tekee kaikki työn toteuttamisen vaatimat rakenteiden korkeusaseman ja sijainnin mittaukset suunnitelma-asiakirjojen mukaisesti. Urakoitsija laatii rakennussuunnitelmien perusteella mittaussuunnitelman. Urakoitsija mittaa työmaan lähtötilan maastomallin työn alkaessa.

Mittaustulokset on koottava sellaisessa muodossa, että laadunvalvonnassa voidaan käyttää niitä rakenteiden mitta- ja sijaintitarkkuuden analysointiin. Kaikki mitaustulokset toimitetaan työn edistymisen mukaan välittömästi tilaaajan valvojalle digitaalisessa muodossa ja paperitulosteena. Mittaustulokset merkitään työn alussa toimitettavalle pohjakartalle.

##### *D1\_1.12.1 Suunnitelman maastoon merkitseminen*

Mittausten lähtötasona käytetään alueella olevia kiintopisteitä, joiden perusteella urakoitsija tekee mittaukset. Ennen työn aloitusta on urakoitsijan verrattava kiintopisteiden korkeus- ja sijaintitietoja suunnittelukorkoihin ja -mittauksiin.



Suunnitelma merkitään maastoon kunkin työvaiheen edellyttämällä tavalla. Maastoon sijoitetaan sellainen määrä mittapaaluja, korkeusmerkkejä, luiskamalleja tai muita merkkejä, että niiden perusteella työ on tehtävissä suunnitelman mukaisesti ja että on mahdollista luotettavasti todeta työn suunnitelmien mukaisuus näiden merkkien perusteella. Rakennustyön aikana tarkistetaan riittävän usein, etteivät merkkien paikat ole muuttuneet. Tarvittaessa merkit mitataan uudestaan maastoon. Käytettäessä laser-sädettä kohdistusmerkkinä tai työkoneen ohjaamiseen säde suunnataan sellaisella tarkkuudella, että rakentamiselle asetettuja tarkkuusvaatimuksia on mahdollista noudattaa. Urakoitsija valitsee mittausmenetelmät sen perusteella, miten rakenteen sijainti ja mitat on esitetty suunnitelmassa.

Suunnitelmissa esitetyt luiskien kaltevuudet ja korkeustasot ovat ohjeellisia.

#### *D1\_1.12.2 Mitattavat tasot*

Kaivantopohjat ja kaivantoluiskat mitataan 10x10 m ruutuun x,y,z-pisteinä. Luiskien ylä- ja alareunat mitataan taiteviivoina enintään 10 m pisteväleihin. Urakoitsija tulostaa mittaukset suunnitelmakartalle tasa-arvokäyrinä siten, että tuloksia voidaan verrata suunnitelmiin ja toimittaa kussakin työvaiheessa tilaajan valvojalta.

#### *D1\_1.12.3 Muut mittaukset*

Ennen rakenteiden peittämistä tehtävät mittaukset ja muut valmiin rakenteen tarkistusmittaukset on esitetty rakennekohtaisissa laatuvaatimuksissa. Lisäksi mitataan tarvittaessa laadunvalvontamittaus- ja jäännöspitoisuusnäytteenottopisteiden sijainnit.

#### *D1\_1.12.4 Työmäärien mittaukset*

Määrät mitataan InfraRYL 2010 mukaisesti ja suunnitelmamukaisten mittojen perusteella ottaen huomioon niihin mahdollisesti työn aikana sovitut muutokset sekä maanpinnan todellinen korkeus.

#### *D1\_1.12.5 Tarkepiirustukset*

Urakoitsija on velvollinen merkitsemään suunnitelmapiirustuksiin kaikki työn aikaiset erot ja poikkeamat alkuperäisestä suunnitelmasta. Nämä piirustukset luovutetaan tilaajalle, kun työ on valmis ja hyväksytty. Rakenteita ei saa peittää ennen kuin mittaukset tarkepiirustusten laatimista varten on tehty.

Urakoitsija toimittaa tilaajalle ja ympäristötekniiselle valvojalta mittausaineistosta 1:500 karttapohjille tulostetut korkeuskäyrät toteutuneista pohjamaan valmiista pinnasta ja leikatun jätetäytön valmiista pinnasta. Lisäksi vastaava aineisto toimitetaan myös sähköisessä muodossa. Karttaan merkitään putkilinjosten ja kaivojen sijainti, vesijuoksut ja korkeusasema. Kaivoista laaditaan kaivokortit.

### **D1\_1.13 Suoritusten ja lopputuotteen laadunvalvonta**

Laadunvalvonnan avulla osoitetaan, että käytettävät materiaalit ja tehdyt rakennustyöt ovat suunnitelmien ja ympäristöluvan ehtojen mukaisia.

Laadunvalvonta koostuu seuraavista osista:

- tuotteiden valmistuksen laadunvalvonta (tuotetiedot ja ko. valmistuserästä tutkittavat parametrit)
- ennakkokokeet ja hyväksyntäkokeet
- työnaikana tehtävät laadunvalvontamittaukset kentällä ja toimintakokeet.

Materiaali- ja rakennekohtaiset laatuvaatimukset ja laadunvalvontamenetelmät on esitetty kunkin työvaiheen kohdalla.

#### *D1\_1.13.1 Urakoitsijan laadunvalvonta*

Urakoitsijalla on päävastuu työn tekemisestä suunnitelmien mukaisesti. Vaatimusten täytyminen todetaan työnaikaisin laadunvarmennusmittauksin.

Urakoitsija tekee päivittäistä laadunvalvontaa työmaalla. Urakoitsija tekee jäljempänä mainittuja kokeita ja selvityksiä ennen varsinaisen työn aloittamista ja työn aikana. Mittauksia tehdään määräin ja pinta-aloihin sidottuna.

Urakoitsijan laadunvalvonnan tulokset ja havainnot annetaan tilaajan valvojalle välittömästi niiden valmistuttua. Lisäksi urakoitsija ja tilaajan edustaja tarkastavat viikoittain työn alla olevan alueen.

Urakoitsijan tulee ottaa huomioon valvojan laadunvalvontamittausten perusteella tekemät huomautukset.

Yhteenveto laadunvalvontadokumenteista (kelpoisuusasiakirja) toimitetaan työn päätyttyä tilaajalle.

Urakoitsija laatii tämän työselityksen perusteella laatusuunnitelman, joka hyväksytetään tilaajalla ja tarvittaessa myös suunnittelijalla.

#### *D1\_1.13.2 Tilaajan valvonta*

Tilaajan valvonta ei vähennä urakoitsijan vastuuta.

#### *D1\_1.13.3 Tilaajan paikallisvalvoja*

Tilaaja voi nimetä valvoja valvomaan urakoitsijan työsuoritusta ja seuraamaan määrää.

Ympäristötekniinen valvoja vastaa tarvittaessa pilaantuneen maaperän kunnostusta ohjaavien maanäytteiden otosta, kenttämittauksista ja näytteiden lähettämisestä laboratorioon sekä tarkastaa urakoitsijan työmaapäiväkirjan. Kenttäanalyysien lisäksi maaperänäytteitä lähetetään laboratorioon tutkittavaksi. Valvoja ohjaa pilaantuneen maan poistamista ja lajittelua soveltuviin vastaanottopaikkoihin sekä vastaa siirtoasiakirjojen laatimisesta ja tiedottamisesta vastaanotto paikalle.

#### *D1\_1.13.4 Viranomaisten valvonta*

Ympäristöviranomaiset voivat tehdä tarkastuskäyntejä ja osallistua esim. työmaakokouksiin, tarkastuksiin ja katselmuksiin.

#### *D1\_1.13.5 Materiaalien laadunvalvonta*

Ennen valmisosien ja materiaalien käyttöönottoa tehdään ne kokeet ja hankitaan ne todistukset, jotka on mainittu suunnitelmassa, tässä työselityksessä tai niissä asiakirjoissa, joihin suunnitelman tai tämän työselityksen asianomaisessa kohdassa on viitattu.

Jos tutkittu koekappale tai näyte ei täytä sille asetettuja vaatimuksia, sitä materiaali-erää, jota kyseinen koetulos edustaa, ei käytetä rakentamiseen ennen lisäselvityksiä. Ennen hylkäämispäätöksen tekemistä voidaan tehdä kaksi uutta koetta. Vain mikäli molemmat uudet koetulokset täyttävät asetetut vaatimukset, koetulosten edustamaa materiaali-erää voidaan käyttää rakentamiseen. Materiaalille suoritettujen parantamistai korjaustoimenpiteiden jälkeen sen kelpoisuus on osoitettava kahdella uudella kokeella.

Laadunvalvonnassa tehtävien kokeiden ja tarkastusten määrää lisätään, jos silmämääräisessä tarkastelussa huomataan materiaalin laadun vaihtelevan.

#### *D1\_1.13.6 Poistettavien materiaalien laadunvalvonta*

Kohteesta mahdollisesti poistettavien maa-ainesten määrä, laatu, haitta-ainepitoisuus sekä käsittely- tai toimitustapa kirjataan päivittäin työmaapäiväkirjaan. Jokaisen

käsittelylaitokseen vietävän kuorman mukana toimitetaan Vnp 659/96 mukainen siirtoasiakirja, jossa esitetään materiaalin tyyppi ja kenttämittauksilla tai laboratorioanalyysillä mitattu haitta-ainepitoisuus. Työalueelle jäävän maa-aineksen laatu ja haitta-ainepitoisuus määritetään tarvittaessa kenttämittauksilla ja osittain laboratoriomäärittelyksillä ja dokumentoidaan tarkemmittauksin. Edellä mainituista pitoisuusmittauksista vastaa tarvittaessa ympäristötekninen valvoja.

#### *D1\_1.13.7 Tiivistystyön valvonta*

Maa-aineksista tehtävien rakenteiden tiiviyyttä valvotaan, mikäli rakenteelle on esitetty tiiviysvaatimus joko suunnitelma-asiakirjoissa tai yleisessä työselityksessä.

Tiiviysasteella tarkoitetaan prosenttilukua, joka ilmoittaa rakenteesta otetusta näytteestä määritetyn tai suoraan rakennekerroksesta mitatun kuivatilavuuspainon suhteen parannetulla tai standardi Proctor-sullonnalla määritettyyn kuivatilavuuspainon maksimiarvoon.

Menetelmätarkkailu valitaan tiivistyskertojen lukumäärän ja käytetyn tiivistyskalluston mukaisesti.

## **I 1000 OLEVAT RAKENTEET JA RAKENNUSOSAT**

### **11200 Poistettavat, siirrettävät ja suojattavat rakenteet**

*Esitetään tiedot työalueella sijaitsevista rakenteista ja laitteista sekä niiden purkamisesta tai suojaamisesta.*

## **I 2000 PILAANTUNEET MAAT**

### **12100 Poistettavat pilaantuneet maat**

*Esitetään tiedot työalueella sijaitsevista pilaantuneista maista ja niiden käsittelystä.*

### **12200 Eristerakenteet**

#### *12200.1 Eristemateriaalit*

Eristemateriaalina käytetään bentoniittimattoa teknisen vaatimuksen 14231.1.1 liitteen T15 mukaisesti. Bentoniittimatolla tulee olla vähintään seuraavat minimiominaisuudet:

- bentoniittimäärä vähintään 3,7 kg/m<sup>2</sup> (hajontaluku 20 %, SFS-EN 14196), testausstiheys 5 000 m<sup>2</sup>
- läpäisevä vesimäärä (flux) < 7 × 10<sup>-9</sup> (m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>)/s (ASTM D 5887-95)
- montmorilloniittipitoisuus XRD:lla määritettynä > 75 % ja metyleenisinikokeella määritettynä > 300 mg/g (VDG P 69), testausstiheys 30 000 m<sup>2</sup>
- bentoniitin tulee olla luonnon natriumbentoniittia ilman paisumista lisääviä tai vedenläpäisevyyttä pienentäviä orgaanisia lisäaineita
- bentoniitin paisumisindeksi vähintään ≥ 24 ml/2g (ASTM D 5890), testausstiheys 5 000 m<sup>2</sup>
- veden adsorptio bentoniitille ≥ 500 % (DIN 18132, 24 h)
- toimitusvesipitoisuus ≤ 15 %
- vetolujuus molempiin suuntiin ≥ 9 kN/m (EN-ISO 10319), testausstiheys 5 000 m<sup>2</sup>
- repäisylujuus ≥ 60 N/10 cm (SFS-EN ISO 10319), testausstiheys 5 000 m<sup>2</sup>
- staattinen puhkaisulujuus ≥ 1,5 kN (SFS-EN ISO 12236)
- muodonmuutos enimmäislujuuden kohdalla 5% > ε < 50% (SFS-EN ISO 10319), testausstiheys 5 000 m<sup>2</sup>
- yläkankaan tulee olla neulasidottu, neliöpaino ≥ 200 g/m<sup>2</sup> (SFS-EN ISO9864 tai SFS-EN 14196), testausstiheys 5 000 m<sup>2</sup>
- alakankaan tulee olla kudottu, neliöpaino ≥ 100 g/m<sup>2</sup> (SFS-EN ISO9864 tai SFS-EN 14196), testausstiheys 5 000 m<sup>2</sup>

Urakoitsijan tulee ilmoittaa tarjousvaiheessa käyttämänsä bentoniittimaton valmistaja, tyyppi sekä tehtaan valmistusspesifikaatiot. Urakoitsijan tulee osoittaa, että tarjoamansa matot soveltuvat tiivistyskerrokseksi. Tuotteiden osalta on esitettävä tiedot materiaalien valmistuksenaikaisesta laadunvalvonnasta (koemenetelmät ja testaustiheys). Urakoitsija sitoutuu käyttämään tarjouksessa ilmoittamiaan ja tilaajan hyväksymiä bentoniittimattoja. Tilaajan urakkaneuvottelussa hyväksymiä matto-tyyppejä ei voi enää rakennusvaiheessa vaihtaa. Bentoniittimattojen eräkohtaisten laadunvalvontatulosten tulee vastata ennakkoon ilmoitettua materiaalia. Edellä mainittu koskee myös ohutmuovikalvojen hyväksymistä.

Bentoniittimatto varastoidaan kuivalle ja kantavalle alustalle, auringon valolta ja sateelta suojattuna. Mattoja ei saa asentaa sateella eikä veteen. Kaivannot tulee pitää kuivana työn aikana, kunnes bentoniittimaton päälle on levitetty vähintään 300 mm paksuinen maakerros.

Eristemateriaalina käytetään muovikalvoa teknisen vaatimuksen 14234.1.1 liitteen T16 mukaisesti. Muovikalvolla tulee olla vähintään seuraavat minimiominaisuudet:

- Paksuus  $\geq 0,5$  mm (SFS-EN 1849-2)
- Oksidaatio  $>70\%$  (SFS-EN ISO 13438)
- Jännitysäröily  $\geq 200$  h (ASTM D 5397)
- Muovilaatu LLDPE, FPE tai LDPE

#### 12200.2 Eristerakenteen alusta

Eristerakenteen alustan tasaisuusvaatimus on  $\pm 50$  mm. Alustan pinnasta poistetaan puun juuret tms. epätasaisuudet ja pinta tiivistetään esim. tärylevyllä tasaiseksi ja kantavaksi. Alustalle ei saa jättää yli 10 mm teräviä särmiä tai yli 20 mm, koloja ja lanjälkiä tai muita teräviä painaumia. Alustana on ensisijaisesti leikattu ja tasoitettu taustavallin materiaali.

Mikäli taustavallin materiaalista ei voida rakentaa tasaisuus- ja raekokovaatimukset täyttävää alustaa, rakennetaan alusta soveltuvasta materiaalista. Esipeittokerroksen materiaalina käytettävien luonnonmateriaalien maksimiraekoko on 32 mm ja murskattujen materiaalien 16 mm.

Jos pohjamaa taustavallin alareunassa on märkää silttiä, märkää siltimoreenia, pehmeää savea tai humusmaata, tehdään kantavuuden parantamiseksi ja kapillaarisen nousun estämiseksi esipeittorakenne, jossa alinna on käyttöluokan N3 suodatinkangas, jonka päälle tulee 200 mm kerros soraa tai mursketta tai 300 mm suhteistunutta routimatonta hiekkaa.

Ohutmuovikalvo asennetaan suoraan bentoniittimaton päälle.

#### 12200.3 Eristerakenteen tekeminen

Urakoitsijan tulee laatia bentoniittimattojen levityksestä asennussuunnitelma ja hyväksyttää se tilaajalla ennen levittämistä. Bentoniittimatto levitetään tasatulle alustalle esimerkiksi asennuspuomin avulla, mattoja ei saa raahata. Matto saumataan limittämällä vähintään 300 mm, jatkoskohdassa 500 mm. Saumaan lisätään bentoniittijauhetta valmistajan ohjeen mukaan, mikäli ei käytetä itsesaumautuvaa mattoa. Luiskaan tulevia jatkoksia tulee välttää ja saumoissa käytetään ns. kattotiililimitystä eli virtausuunnassa yläpuolinen kangas tulee saumassa alapuolisen päälle. Bentoniittimatto ulotetaan taustavallin luiskan yläreunaan asti ja ankkuroidaan taustavallin lakiosaan. Jokaisen bentoniittimattokaistaleen sijainti mitataan ja esitetään tarkepiirroksessa. Mattokaistaleet asennetaan poikittain luiskaan nähden.

Levitetyt matot tulee kuormittaa vähintään 300 mm suojamaakerroksella saman työvuoron aikana ja ennen kastumista. Sateen sattuessa kuormittamaton matto suojataan väliaikaisesti muovikalvolla. Kuormittamattoman bentoniittimaton päällä ei saa liikkua koneilla. Bentoniittimaton päällä saa liikkua raskailla työkoneilla vasta kun maton päällä on vähintään 500 mm maakerros. Suojakerroksena käytetään Infraryl

kuvan 18320:K1a mukaista materiaalia. Kuitenkin siten, että suojakerroksen materiaalina käytettävien luonnonmateriaalien maksimiraekoko on 32 mm ja murskattujen materiaalien 16 mm. Salaojan kaivannon osuudella suoraan bentoniittimaton päälle asennetaan ohutmuovikalvo (LLDPE/FPE/LDPE 0,5 mm). Muovikalvo saumataan limittämällä 500 mm. Bentoniittimaton suojakerroksen paksuus vähennetään 100 millimetriin salaojakaivannon osalta.

Taustavallin laelle leikataan 0,7 m leveä ja 0,4 m syvä ojanne bentoniittimaton yläreunan ankkurointia varten. Ankkurointipituus on 0,4 m.

Bentoniittimaton alareuna viedään salaojan kaivannon vastapenkan puoliväliin asti tai 0,2 m salaojakaivannon ulkopuolelle.

#### *12200.4 Valmis eristerakenne*

Eristerakenteen yhdenmukaisuus suunnitelmien kanssa todetaan bentoniittimaton tarkastuksessa kuten esitetty yleisessä osassa kohdassa 1.6.2. Eristekerroksen valmis pinta tarkastetaan ja hyväksytään siten, ettei valvontatyö aiheuta katkoksia työn etenemiseen. Hyväksyminen kirjataan työmaapöytäkirjaan ja vahvistetaan allekirjoituksin. Hyväksytty pinta suojataan välittömästi haitalliselta kastumiselta, kuivumiselta, eroosiolta ja jääytymiseltä sekä mekaanisilta vaurioilta suojamaakerroksella.

#### *12200.5 Eristerakenteen kelpoisuuden osoittaminen*

Urakoitsija esittää tarkepiirustuksissa eristerakenteen kerrospaksuudet sekä eristemateriaalin sijainnin mitattuna 10 x 10 m ruutuun. Maakerrosten ja materiaalien laadunvarmistustiedot esitetään kelpoisuusasiakirjassa.

## **I 4300 KUIVATUSRAKENTEET**

### **14311 Aluesalaojat**

#### *14311.1 Salaojan materiaali*

Salaojan halkaisija on DN100, putkimateriaalin tulee täyttää standardin SFS 5675 vaatimukset ja oltava rengasjäykkyydeltään vähintään luokkaa SN8. Salaojan laskuputkina käytetään reiättömiä vähintään SN4 luokan PE-muoviputkia. Salaojien kelpoisuus todetaan toimituserän putkien merkintöjen ja toimitusasiakirjojen perusteella ja esitetään kelpoisuusasiakirjassa.

#### *14311.2 Salaojan alusta*

Salaoja asennetaan bentoniittimaton suojakerroksen päälle taustavallin luiskan alareunaan kaivetussa salaojan kaivannossa.

Siltä osin kuin salaoja kulkee eristerakenteen päällä, käytetään salaojaputkea. Eristerakenteen reunasta tarkkailukaivolle käytetään laskuputkea. Eristerakenteen reunan läpiviennin detalji on esitetty piirustuksessa 4. Eristemateriaalin reuna nostetaan ylös ja laskuputki viedään eristeen läpi. Läpiviennissä noudatetaan Infraryl kuvan 14231:K2 periaatetta. Läpiviennissä käytetään pantakiristystä, joka tiivistetään bentoniittipastalla.

#### *14311.3 Salaojan asentaminen*

Salaojan pituuskaltevuus on 0,4 %. Muoviputket liitetään toisiinsa muhviilitoksella, tarvittaessa jatkomuhvilla. Putket liitetään kaivoon tiiviisti, suojaputkena käytetään sopivan kokoista jäykkää muoviputkea. Suojaputken tulee ulottua 0,5 m kovalle maalle.

Laskuputken pää jätetään näkyviin noin 0,3 m pituudelta. Laskuaukon alareuna sijoitetaan keskimääräisen vedenpinnan yläpuolelle ja vähintään 20 cm ojan pohjan yläpuolelle. Pieneläinten pääsy putkeen estetään verkolla.

Salaojan ympärystäyttö tehdään salaojahiekasta, salaojasorasta tai salaojasepelistä, joka täyttää salaojamateriaalin rakeisuusvaatimukset, esim. Infraryl kuvan 18320:K1a mukaisesti.

Salaojan sijainti on esitetty piirustuksissa 3 ja 4.

#### *14311.4 Valmis salaoja*

Putken kaltevuuden sallittu poikkeama on +0,08 %, koska vähimmäiskaltevuutta ei saa alittaa. Salaojan sijainnin vaakasuunnan toleranssi on  $\pm 200$  mm ja korkeuden  $\pm 50$  mm.

#### *14311.5 Salaojan kelpoisuuden osoittaminen*

Salaojan sijainti tarkemitataan 10 m välein. Putkistosta laaditaan sijaintipiirros, johon merkitään kaivot, tarkastusputket ja laskuaukot. Putkiston tiedot kootaan kelpoisuusasiakirjaan.

### **14320 Salaojan kaivot ja tarkastusputket**

#### *14320.1 Salaojan kaivojen ja tarkastusputkien materiaali*

Tarkastusputken sisähalkaisija DN/ID on vähintään 200 mm. Salaoja liitetään kohteeseen valittuun vesienhallintajärjestelmään.

#### *14320.2 Salaojan kaivojen ja tarkastusputkien alusta*

Kaivot ja tarkastusputket asennetaan tasaiselle pohjamaalle. Tarvittaessa pohjamaan pinta tasataan asennusalustalla, joka tehdään hyvin tiivistyvistä materiaalista. Asennuspohjan paksuus on tarvittaessa 150 mm.

#### *14320.3 Salaojan kaivojen ja tarkastusputkien asentaminen*

Kaivot ja tarkastusputket asennetaan pystysuoraan.

#### *14320.4 Valmis salaojan kaivo tai tarkastusputki*

Kaivon tai tarkastusputken pystysuoruudessa saa olla enintään 10 mm poikkeama 1 m matkalla.

#### *14320.5 Salaojan kaivojen ja tarkastusputkien kelpoisuuden osoittaminen*

Putkistosta laaditaan sijaintipiirros, johon merkitään kaivot, tarkastusputket ja laskuaukot. Kaivoista laaditaan kaivokortit. Putkiston tiedot kootaan kelpoisuusasiakirjaan.

## **16000 MAALEIKKAUKSET**

### **16110 Maaleikkaus, erittelemätön**

#### *16110.3 Maaleikkauksen tekeminen*

Taustavallin seinämää leikataan, mikäli eristerakenteen alustan rakentaminen sitä vaatii. Ensisijaisesti alustana toimii leikattu ja tasoitettu taustavallin materiaali.

*Taustavallin luiskan jyrkkyyden tulee olla rakennusmateriaalien kitkakulmasta johtuen enintään 1:1,5 (33,4°).*

Taustavallin luiskan alareunaan kaivetaan salaojan rakentamista varten 0,5 m syvä kaivanto, jonka luiskat ovat 1:1. Kaivannon vietto on 0,4 % vesienhallintajärjestelmän suuntaan. Kaivannon taustavallin puoleisen luiskan yläreuna yhdistyy esipeittokerrokseen, jolloin bentoniittimatto laskeutuu vallin luiskaa pitkin kaivannon pohjalle ja vastakkaiselle luiskalle. Kaivannon pohjan leveys on 0,5 m. Kaivanto kulkee taustavallin editse ja päättyy vesienhallintajärjestelmän määrittelemään paikkaan. Maa leikataan siten, että leikkauspohja ei löyhydy haitallisesti. Kaivannon sijainti on esitetty piirustuksissa 3 ja 4.



*Jos ampumaradan muiden rakenteiden sijainti sallii, rakennetaan maaleikkauksen massoista 1,5 m leveä ja 0,5 m korkea valli kaivannon ampumapaikkojen puolelle. Valli estää välialueen vesien kulkeutumisen salaojaan ja parantaa taustavallin suotovesien kulkeutumista salaojaan.*

#### *16110.4 Valmis maaleikkaus*

Maaleikkaus täyttää esitetyt mitat ja vaatimukset. Leikkauksen pohja ei ole miltään osin suunnitelmien mukaisen korkeusaseman yläpuolella, eikä siinä ole vettä kerääviä painaumuksia tai löyhtyneitä maakerroksia. Häiriintyneet kerrokset on tiivistetty asianmukaisesti. Kaivannon pohjan korkeustason toleranssi on 0...-100 mm, yksittäinen kuoppa ei saa olla yli -50 mm. Kaivannon pohjan vaakasuunnan toleranssi on  $\pm 150$  mm.

#### *16110.5 Maaleikkauksen kelpoisuuden osoittaminen*

Luiskan kaltevuudet ja leikkauksen syvyys tarkistetaan mittaamalla 10 m välein. Leikkauspinnan muu tasaisuus todetaan silmämääräisesti tai tarvittaessa 3 m oikolaudalla. Urakoitsija osoittaa maaleikkauksen kelpoisuuden mittauksilla kelpoisuusasiakirjassa.

## **1800 PENKEREET, MAAPADOT JA TÄYTÖT**

### **18110 Maapenkereet**

#### *18110.1 Maapenkereen materiaalit, yleistä*

Taustavallin vaimennuskerros rakennetaan maapenkereenä. Vaimennuskerroksen materiaali on hiekka 0...8. Materiaalin kelpoisuus todetaan rakeisuustutkimuksen perusteella ennen rakentamista sekä aina ottopaikan vaihtuessa tai materiaalin muutuksessa silmämääräisesti.

#### *18110.2 Maapenkereen alusta*

Vaimennuskerros tehdään salaojan ympärystytön päälle ja taustavallin luiskassa bentoniittimaton suojakerroksen päälle asennetun suodatinkankaan päälle.

#### *18110.3 Maapenkereen tekeminen*

Taustavallin luiskassa vaimennuskerros tehdään suodatinkankaan päälle ja sen alareunassa salaojan ympärystytön päälle. Vaimennuskerroksen paksuus luiskassa on 600 mm ja se tulee rakentaa tasalaatuisesti. Koska eristerakenteiden päällä ei voi liikkua raskailla työkoneilla ennen kuin niiden päällä on riittävän paksu suojamaakerros, tehdään maapenger välialueelta tai taustavallin päältä. Vaimennuskerroksen tekemisen periaate on esitetty piirustuksessa 3.

#### *18110.4 Valmis maapenger*

Vaimennuskerroksen tiivistetty yläpinta on muodoltaan suunnitelma-asiakirjojen mukainen. Kerroksen paksuus ei saa alittaa vaadittua 600 mm. Suurin sallittu poikkeama on +50 mm.

*Kerroksen liittyminen oleviin rakenteisiin taustavallin päällä ja välialueella toteutetaan tapauskohtaisesti.*

#### *18110.5 Maapenkereen kelpoisuuden osoittaminen*

Vaimennuskerroksen pinta mitataan 10 x 10 m ruutuun ja esitetään tarkepiirustuksessa. Materiaalin laadunvalvontatiedot esitetään kelpoisuusasiakirjassa.

## 21100 SUODATINRAKENTEET

### 21120 Suodatinkankaat

#### 21120.1 Suodatinkankaiden materiaalit

Suodatinkankaana käytetään väriltään vaaleaa käyttöluokan N2 kangasta. Suodatinkankaan käyttöikä tulee olla vähintään 25 vuotta. Suodatinkangasrullat varastoidaan kuivalle ja kantavalle alustalle, auringon valolta ja sateelta suojattuina.

#### 21120.2 Suodatinkankaiden alusta

Suodatinkangas asennetaan litterassa 12200.3 kuvatun bentoniittimaton suojakerroksen päälle. Suodatinkankaan alue on esitetty piirustuksissa 3 ja 4.

#### 21120.3 Suodatinkankaiden asentaminen

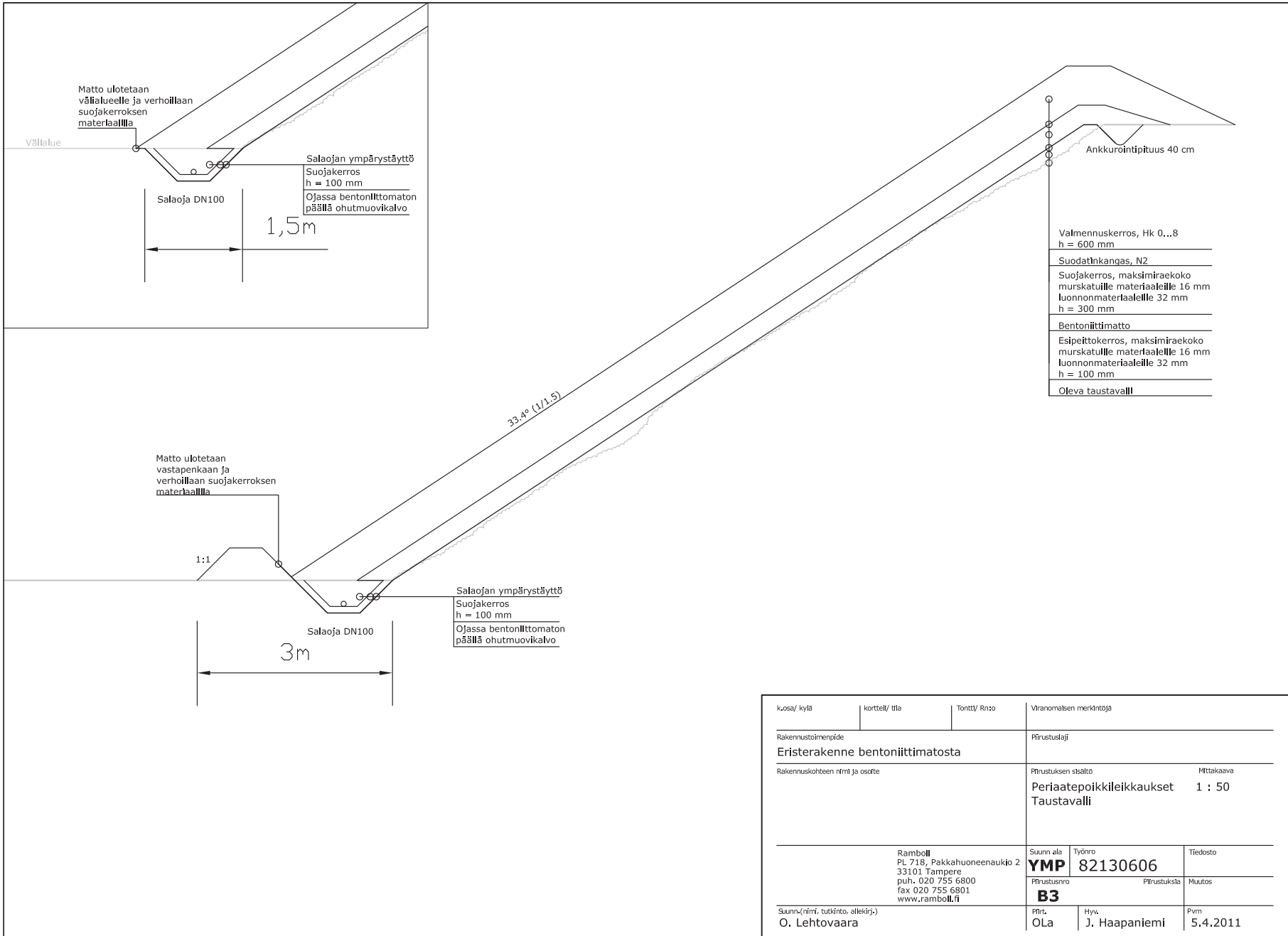
Kankaita ei saa jättää levitettynä auringon valolle alttiiksi yhtä viikkoa pidemmäksi ajaksi. Kankaat levitetään samaan suuntaan kuin bentoniittimatto. Kankaat saumataan limittämällä 500 mm. Limitykset tehdään samaan suuntaan kuin bentoniittimattossa. Kankaan päällä saa liikkua kevyillä työkoneilla kun sen päällä on 300 mm vaimennuskerroksen materiaalia ja raskailla työkoneilla kun sen päällä on 500 mm vaimennuskerroksen materiaalia.

#### 21120.4 Valmis suodatinkangas

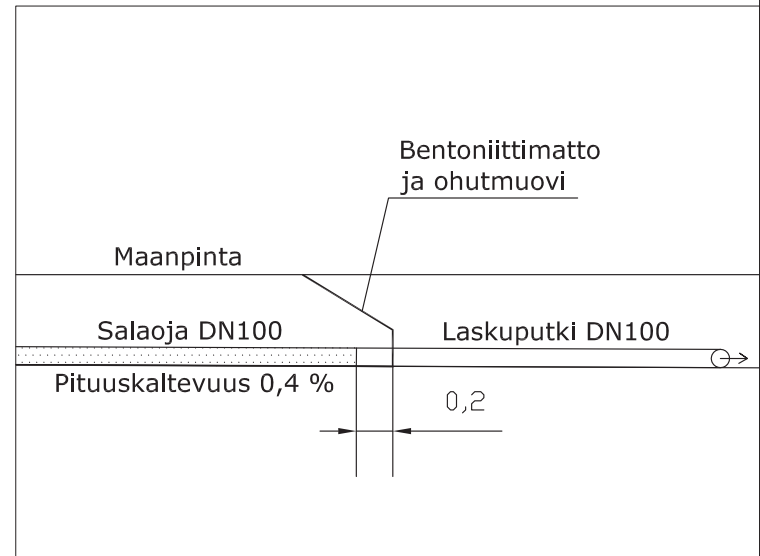
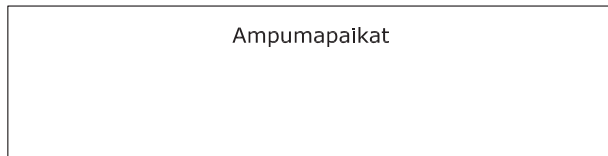
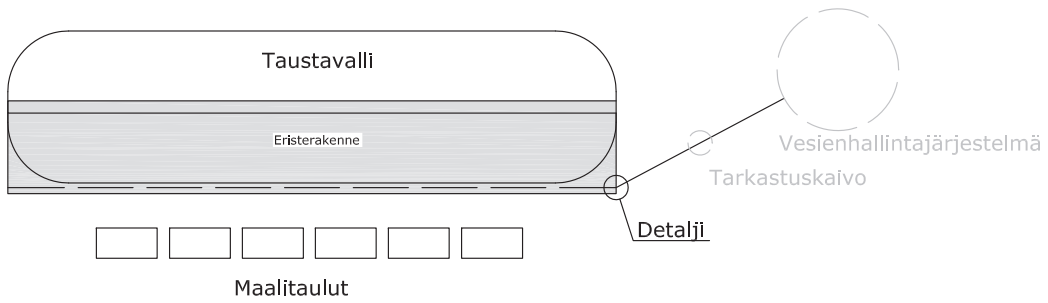
Kangas on asennettu ja limitetty suunnitelmassa esitetyllä tavalla bentoniittimaton suojakerroksen alalle.

#### 21120.5 Asennettujen suodatinkankaiden kelpoisuuden osoittaminen

Työvaiheessa tarkastetaan kankaiden limitys ja saumaus. Kelpoisuusasiakirjan tarkepiirustuksissa esitetään kankaiden toteutunut sijainti ja käyttöluokka.



|  |               |               |                           |                           |
|--|---------------|---------------|---------------------------|---------------------------|
| Kunta/ kylä  | korttel/ tila | Tonitti/ Rn:o | Viranomaisen merkintöjä   |                           |
| Rakennustoimenpide   |               |               | Piirustustyyppi           |                           |
| Eristerakenne bentonitimatosta   |               |               |                           |                           |
| Rakennuskohteen nimi ja osoite   |               |               | Piirustuksen sisältö      | Mittakaava                |
|  |               |               | Periaatepoikkileikkaukset | 1 : 50                    |
|  |               |               | Taustavalli               |                           |
| Ramboll<br>PL 718, Pakkahuoneenaukio 2<br>33101 Tampere<br>puh. 020 755 6800<br>fax 020 755 6801<br>www.ramboll.fi |               |               | Suunn. ala<br><b>YMP</b>  | Työnro<br><b>82130606</b> |
|  |               |               | Tiedosto                  |                           |
|  |               |               | Piirustusnro<br><b>B3</b> | Piirustuksen<br>Muutos    |
| Suunn./nimi, tutkinto, allekirj.   |               |               | Piir.                     | Hyv.                      |
| O. Lehtovaara  |               |               | OLa                       | J. Haapaniemi             |
|  |               |               | Pvm                       | 5.4.2011                  |



|  |               |              |  |                               |                        |
|--|---------------|--------------|--|-------------------------------|------------------------|
| K.osa/ kytä  | korttel/ tila | Tontti/ Rn:o | Viranomaisen merkintöjä                            |                               |                        |
| Rakennustoimenpide<br><b>Eristerakenne bentoniittimatosta</b>  |               |              | Piirustuslaji                                      |                               |                        |
| Rakennuskohteen nimi ja osoite   |               |              | Piirustuksen sisältö                               |                               | Mittakaava             |
|  |               |              | <b>Periaatepiirustus<br/>Rakenteiden sijainnit</b> |                               |                        |
| Ramboll<br>PL 718, Pakkahuoneenaukko 2<br>33101 Tampere<br>puh. 020 755 6800<br>fax 020 755 6801<br>www.ramboll.fi |               |              | Suunn. ala<br><b>YMP</b>                           | Työnro<br><b>82130606</b>     | Tiedosto               |
|  |               |              | Piirustusno<br><b>B4</b>                           | Piirustuskäsi                 | Muutos                 |
| Suunn.(nimi, tutkinto, allekirj.)<br><b>O. Lehtovaara</b>  |               |              | Piirt.<br><b>OLa</b>                               | Hytv.<br><b>J. Haapaniemi</b> | Pvm<br><b>5.4.2011</b> |

## Liite D2. Taustavallien eristys ohutmuovikalvolla

### Johdanto

Tässä mallityöselityksessä on kuvattu ampumaradan taustavallin eristerakenteen rakentaminen. Mallityöselitys on kirjoitettu siten, että sitä voidaan käyttää suurissakin urakoissa. Pienissä urakoissa mallista voidaan jättää tarpeettoman tarkkoja osia pois ja hyödyntää sitä soveltuvilta osin.

Mallityöselityksessä on kuvattu työ mahdollisimman tarkasti, ottaen huomioon että mallin tulee soveltua hyvin erikokoisille kohteille. Asiat, jotka ovat työselityksessä tarpeellisia, mutta joita ei ole ollut mahdollista kirjoittaa yksityiskohtaisesti on mainittu *kursiivoilla*.

### Sisällys

|              |  |     |
|--------------|--|-----|
| <b>D2_1</b>  | <b>YLEISET OHJEET</b> .....                                      | 188 |
| D2_1.1       | Yleistä .....  | 188 |
| D2_1.2       | Työkohde .....   | 188 |
| D2_1.3       | Käytetty nimikkeistö .....                                       | 188 |
| D2_1.4       | Taustavallin eristerakenteen laajuus ja toteutusaikataulu .....  | 188 |
| D2_1.5       | Asiakirjat, luvat .....  | 189 |
| D2_1.6       | Katselmukset .....   | 189 |
| D2_1.6.1     | Eristekerroksen asennuspinnan tarkastus .....                    | 190 |
| D2_1.6.2     | Ohutmuovikalvon tarkastus .....                                  | 190 |
| D2_1.7       | Työmaakokoukset .....  | 190 |
| D2_1.8       | Työtulosten raportointi .....                                    | 190 |
| D2_1.9       | Urakoitsijan suunnitelmat ja ennakkoraportit .....               | 190 |
| D2_1.9.1     | Varastot ja varastoalueet .....                                  | 192 |
| D2_1.9.2     | Liikennejärjestelyt ja suoja-toimenpiteet .....                  | 192 |
| D2_1.10      | Toimintasuunnitelma erilaisten sääolosuhteiden varalta .....     | 192 |
| D2_1.11      | Ympäristövaatimukset, työturvallisuus .....                      | 192 |
| D2_1.12      | Työnaikaiset mittaukset .....                                    | 192 |
| D2_1.12.1    | Suunnitelman maastoon merkitseminen .....                        | 192 |
| D2_1.12.2    | Mitattavat tasot .....   | 193 |
| D2_1.12.3    | Muut mittaukset .....  | 193 |
| D2_1.12.4    | Työmäärien mittaukset .....                                      | 193 |
| D2_1.12.5    | Tarkepiirustukset .....  | 193 |
| D2_1.13      | Suoritusten ja lopputuotteen laadunvalvonta .....                | 193 |
| D2_1.13.1    | Urakoitsijan laadunvalvonta .....                                | 193 |
| D2_1.13.2    | Tilaaajan valvonta .....   | 194 |
| D2_1.13.3    | Tilaaajan paikallisvalvoja .....                                 | 194 |
| D2_1.13.4    | Viranomaisten valvonta .....                                     | 194 |
| D2_1.13.5    | Materiaalien laadunvalvonta .....                                | 194 |
| D2_1.13.6    | Poistettavien materiaalien laadunvalvonta .....                  | 194 |
| D2_1.13.7    | Tiivistystyön valvonta .....                                     | 195 |
| <b>11000</b> | <b>OLEVAT RAKENTEET JA RAKENNUSOSAT</b> .....                    | 195 |
| <b>11200</b> | <b>Poistettavat, siirrettävät ja suojattavat rakenteet</b> ..... | 195 |
| <b>12000</b> | <b>PILAANTUNEET MAAT</b> .....                                   | 195 |
| <b>12100</b> | <b>Poistettavat pilaantuneet maat</b> .....                      | 195 |
| <b>12200</b> | <b>Eristerakenteet</b> .....                                     | 195 |
| 12200.1      | Eristemateriaalit .....  | 195 |
| 12200.2      | Eristerakenteen alusta .....                                     | 195 |
| 12200.3      | Eristerakenteen tekeminen .....                                  | 196 |

|              |  |            |
|--------------|--|------------|
| 12200.4      | Valmis eristerakenne.....  | 196        |
| 12200.5      | Eristerakenteen kelpoisuuden osoittaminen .....                      | 196        |
| <b>14300</b> | <b>KUIVATUSRAKENTEET</b> .....                                       | <b>196</b> |
| <b>14311</b> | <b>Aluesalaojat</b> .....  | <b>196</b> |
| 14311.1      | Salaojan materiaali .....  | 196        |
| 14311.2      | Salaojan alusta.....   | 197        |
| 14311.3      | Salaojan asentaminen .....   | 197        |
| 14311.4      | Valmis salaoja.....  | 197        |
| 14311.5      | Salaojan kelpoisuuden osoittaminen .....                             | 197        |
| <b>14320</b> | <b>Salaojan kaivot ja tarkastusputket</b> .....                      | <b>197</b> |
| 14320.1      | Salaojan kaivojen ja tarkastusputkien materiaali .....               | 197        |
| 14320.2      | Salaojan kaivojen ja tarkastusputkien alusta .....                   | 197        |
| 14320.3      | Salaojan kaivojen ja tarkastusputkien asentaminen .....              | 197        |
| 14320.4      | Valmis salaojan kaivo tai tarkastusputki.....                        | 197        |
| 14320.5      | Salaojan kaivojen ja tarkastusputkien kelpoisuuden osoittaminen..... | 197        |
| <b>16000</b> | <b>MAALEIKKAUKSET</b> .....  | <b>198</b> |
| <b>16110</b> | <b>Maaleikkaus, erittelemätön</b> .....                              | <b>198</b> |
| 16110.3      | Maaleikkauksen tekeminen.....  | 198        |
| 16110.4      | Valmis maaleikkaus .....   | 198        |
| 16110.5      | Maaleikkauksen kelpoisuuden osoittaminen .....                       | 198        |
| <b>18000</b> | <b>PENKEREET, MAAPADOT JA TÄYTÖT</b> .....                           | <b>198</b> |
| <b>18110</b> | <b>Maapenkereet</b> .....  | <b>198</b> |
| 18110.1      | Maapenkereen materiaalit, yleistä .....                              | 198        |
| 18110.2      | Maapenkereen alusta .....  | 198        |
| 18110.3      | Maapenkereen tekeminen.....  | 198        |
| 18110.4      | Valmis maapenger .....   | 199        |
| 18110.5      | Maapenkereen kelpoisuuden osoittaminen .....                         | 199        |
| <b>21100</b> | <b>SUODATINRAKENTEET</b> .....                                       | <b>199</b> |
| <b>21120</b> | <b>Suodatinkankaat</b> .....   | <b>199</b> |
| 21120.1      | Suodatinkankaiden materiaalit.....                                   | 199        |
| 21120.2      | Suodatinkankaiden alusta .....                                       | 199        |
| 21120.3      | Suodatinkankaiden asentaminen .....                                  | 199        |
| 21120.4      | Valmis suodatinkangas .....  | 199        |
| 21120.5      | Asennettujen suodatinkankaiden kelpoisuuden osoittaminen .....       | 199        |

## PIIRUSTUKSET

|   |  |                   |
|---|--|-------------------|
| 1 | <i>Sijaintikartta</i>                    | <i>1 : 10 000</i> |
| 2 | <i>Urakka-alue</i>                       | <i>1 : 1 000</i>  |
| 3 | Periaatepoikkileikkaus, taustavalli      | 1 : 50            |
| 4 | Periaatepiirustus, rakenteiden sijainnit |                   |



## D2\_I YLEISET OHJEET

### D2\_1 Yleistä

Tämä työselitys määrittelee kohteena olevan hankkeen tekniset laatuvaatimukset ja työn laajuuden. Urakoitsijan taloudelliset ja juridiset vastuut sekä urakoitsijan muut velvoitteet esitetään erillisessä urakkaohjelmassa, joka pätee tämän selityksen edellä.

Työselityksen liitteenä on luettelo niistä työsuoritteista ja -määristä, jotka sisältyvät urakkaan ja joiden osalta urakkahinta lasketaan yksikköhinnoin.

Urakoitsijan tulee perehtyä huolellisesti työkohteeseen ennen urakkatarjouksen antamista.

### D2\_1.2 Työkohde

*Tiedot kohteen sijainnista, laajuudesta ja omistuksesta. Kohteen sijainti on esitetty sijaintikartassa 1. Urakka-alue on esitetty piirustuksessa 2.*

*Tiedot olevista rakenteista.*

Kohteeseen rakennetaan ampumaradan taustavallin eristerakenne.

*Tilaajan yhteystiedot.*

### D2\_1.3 Käytetty nimikkeistö

Tässä työselityksessä on käytetty InfraRYL 2010 (osa 1) nimikkeistöä.

### D2\_1.4 Taustavallin eristerakenteen laajuus ja toteutusaikataulu

Eristerakenne rakennetaan kivääri- ja pistooliratojen taustavalleihin tiivistyskerroksena toimivasta ohutmuovikalvosta. Eristerakenteen alaosaan maanpinnan tasoon rakennetaan salaoja keräämään suotovedet *vesienhallintajärjestelmään*. Eristerakenteen päälle rakennetaan suojakerros ja vaimennuskerros suojaamaan eristettä luotien iskemiltä. Eristerakenne ulottuu maanpinnan tasosta taustavallin lakikorkeudelle ja taustavallin koko leveydelle.

Salaoja rakennetaan olevan taustavallin alaosaan kaivettuun kaivantoon. Kaivumassat hyödynnetään ensisijaisesti kohteessa. Taustavallin maamassat voivat olla luodeista peräisin olevilla haitta-aineilla pilaantuneita. Kaivettavien maamassojen pilaantuneisuus tulee tutkia asianmukaisesti ja kohteesta poistettavat maamassat käsitellä asianmukaisesti.

Pääsääntönä urakkaan voidaan todeta kuuluvaksi mm.

- Työalueen suojaus
- Raivaus
- Kaivutyöt, maamassojen lajittelu ja läjitys alueelle
- Puhtaiden tai pilaantuneiden maa-aineksien kuljetus ao. luvat omaaviin vastaanottoaikoihin
- Pilaantuneiden ja puhtaiden maamassojen erottelu
- Kaivun aikainen kuivatus ja vesien johtaminen
- Ohutmuovikalvon asennus
- Salaojaputkiston asennus
- Suoja- ja vaimennuskerrosten rakentaminen.

Urakoitsijan luovuttaessa urakan on taustavallin eristerakenne kokonaisuudessaan tehty.

*Urakka-ajan alkamis- ja loppumispäivät.*

## D2\_1.5 Asiakirjat, luvat

Työssä on noudatettava voimassa olevia kansallisia ja EU:n säätelemiä lakeja, asetuksia ja muita virallisia säännöksiä, päätöksiä ja ohjeita sekä alaa koskevia normeja ja standardeja. Jäte- ja ylijäämämateriaalin käsittelyssä on noudatettava viranomaisten määräyksiä ja ohjeita.

Mikäli kohteesta on tarpeen poistaa pilaantuneita maa-aineksia, pitää työstä tehdä ilmoitus pilaantuneen alueen puhdistamisesta alueen ELY-keskukseen tai Helsingin tai Turun kaupunkien ympäristökeskukseen. Pilaantuneen maan poistamiseen tarvitaan ympäristötekninen valvoja, joka mittaa poistettavan maa-aineksen pitoisuudet, ohjaa aineksen oikeaan sijoituspaikkaan ja laatii urakoitsijan avustuksella pilaantuneen maan kuljetuksia varten valtioneuvoston päätöksen 659/96 mukaisen siirtoasiakirjan jokaiselle poistettavalle maakuormalle kahtena kappaleena. Siirtoasiakirjoista toinen kappale jää kuorman vastaanottajalle ja toinen valvojalle.

Työn suorittamisessa noudatettavia asiakirjoja ovat:

- Tämä työselitys
- Urakkaohjelma
- Suunnitelmapiirustukset
- Kohteen ympäristölupa
- ELY-keskuksen päätös pilaantuneen alueen puhdistamisesta kohteessa
- InfraRYL 2010, Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset 2010 (Osa 1 väylät ja alueet)
- Maarakennustyömaan ympäristöopas, Ympäristöopas 31, Suomen ympäristökeskus 1997
- Pilaantuneen maa-alueen tutkimuksen ja kunnostuksen työsuojeluopas, Ympäristöhallinnon ohjeita 7/2006
- Pilaantuneen maa-alueen kunnostuksen loppuraportti, Ympäristöopas 2010.
- Työsuojeluhallinnon julkaisu kapeat kaivannot 1992
- Rakennuskaivanto-ohjeet 1989
- Materiaalitoimittajien ohjeet varastoinnista, käsittelystä ja asennuksesta.

Urakoitsijan tulee ennen rakennustyön alkua tehdä asianomaiselle työsuojeluviranomaiselle ja tilaajalle ennakkoilmoitus työmaasta, mikäli työ kestää kauemmin kuin kuukauden. Ennakkoilmoitus on oltava selvästi näkyvillä rakennustyömaalla ja se on pidettävä tarpeellisilta osin ajan tasalla.

## D2\_1.6 Katselmukset

Alku- ja loppukatselmus pidetään YSE98:n mukaisesti.

Ennen massanvaihdon aloittamista pidetään **alkukatselmus**, jossa ovat läsnä tilaajan työn valvoja, urakoitsijan edustaja, tarvittaessa ympäristötekninen valvoja, tarvittaessa suunnittelijan edustaja, paikallinen ympäristövalvonnan edustaja sekä ELY-keskuksen edustaja. Alkukatselmuksessa tarkennetaan tarvittaessa työtapoja ja selvitetään vaatimustasoa. Samassa yhteydessä voidaan järjestää myös **suunnitelmakatselmus**, jossa tarkistetaan suunnitelmien riittävyys ja lisäsuunnittelutarve käytettävien materiaalien tarkentumisen perusteella.

Työn **vastaanottotarkastus** pidetään työn tai käyttöön otettavan työvaiheen valmistuttua.

Jos katselmuksissa tai tarkastuksissa havaitaan puutteita, on ne korjattava ennen lopullista hyväksyntää.

#### *D2\_1.6.1 Eristekerroksen asennuspinnan tarkastus*

Urakoitsija luovuttaa asennuspinnan mittaustulokset. Tilaisuudessa todetaan, että asennuspinta on leikattu suunnitelmien mukaisesti ja asennuspinta soveltuu eristerroksen rakennusallustaksi; kantavuus on riittävä ja korkeustaso- ja pinnantasaisuusvaatimukset on täytetty.

#### *D2\_1.6.2 Ohutmuovikalvon tarkastus*

Tarkastuksessa todetaan urakoitsijan työsuoritukset. Todetaan myös, että ohutmuovikalvo on asennettu suunnitelmien mukaisesti riittävässä laajuudessa ja että laadunvarmistustyöt on tehty hyväksyttävästi ja asetetut vaatimukset ovat täyttyneet. Mikäli todetaan, ettei rakenne täytä asetettuja vaatimuksia, korjaus tehdään pääsääntöisesti poistamalla virheellinen rakenne ja rakentamalla se uudelleen.

### **D2\_1.7 Työmaakokoukset**

Työmaalla järjestetään säännöllisesti työmaakokouksia. Kokouksista laaditaan pöytäkirjat.

### **D2\_1.8 Työtulosten raportointi**

Urakoitsija pitää YSE98:n mukaisesti työmaapäiväkirjaa, johon kirjataan kaikki työsuoritukseen liittyvät seikat. Tilaajan edustaja hyväksyy työsuoritukset allekirjoituksellaan. Työmaapäiväkirja ja päivittäiset mittaustulokset on oltava saatavilla työmaalla.

Erityisesti huomiota on kiinnitettävä laadunvalvontamittausten ja korjaustoimenpiteiden dokumentointiin. Kaikki mittaustulokset ja tarkastukset kirjataan työmaapäiväkirjaan. Työmaapäiväkirjaan kirjataan myös puutteet, laadunallitukset ja virheet sekä niiden korjaukset ja tarkistusmittausten tulokset.

Urakoitsija huolehtii, että aliurakoitsijat kokoavat rakentamisesta kertyneet materiaali-, tutkimus-, mittaus- ja koetulokset. Yhteenveto laadunvalvontadokumenteista (kelpoisuusasiakirja) toimitetaan työn päätyttyä tilaajalle.

### **D2\_1.9 Urakoitsijan suunnitelmat ja ennakkoraportit**

Urakoitsijan on esitettävä viimeistään kaksi viikkoa ennen urakan työvaiheen aloittamista laatusuunnitelma, johon sisältyvät seuraavat suunnitelmat ja tiedot:

1. työmaasuunnitelma
2. laatusuunnitelma
3. aikataulu
4. mittaussuunnitelma
5. työvaiheittainen työtapasuunnitelma, joka sisältää työvaihekohtaiset laadunvalvontatoimenpiteet
6. työsuojelusuunnitelma
7. ohutmuovikalvon tuotetiedot
8. ohutmuovikalvon asennussuunnitelma
9. tiivistyserroksen laadunvalvontasuunnitelma.

Suunnitelmat hyväksytetään tilaajalla ja tarvittaessa ympäristötekniisellä valvojalla, suunnittelijalla ja ympäristöviranomaisilla ennen työn aloitusta.

- Työmaasuunnitelmassa esitetään mm.
- työmaarakennusten sijainti
- materiaalien varastointipaikat
- ajoreitit ja parkkipaikat
- vesi-, sähkö- ja jätepiisteet
- ensiapu- ja sammutuskaluston sijainti.

Laatusuunnitelmassa esitetään mm.

- työmaaorganisaatio ja laadunvalvonnan vastuhenkilöt
- aliurakoitsijat yhteyshenkilöineen
- materiaalitoimittajat
- käytettävät mittauspalvelut yhteyshenkilöineen
- materiaalien hyväksyttämismenettely
- urakoitsijan oma laadunvalvontasuunnitelma työselityksen perusteella (erityisesti jos poikkeaa suunnitelmasta tai käytetään eri materiaaleja)
  - käytettävät laadunvalvontamenetelmät (laitteisto ja määrittäminen tai standardi)
  - näytteenotto- ja kenttämittausuunnitelma
  - laatuvaatimukset mukaan lukien sallitut toleranssit
  - toimenpiteet poikkeamien ja muutosten kohdalla
  - korjausten dokumentointimenettely
  - tarkastukset.

Aikataulussa esitetään mm.

- merkittävät työvaiheet viikoittain.

Mittaussuunnitelmassa esitetään mm.

- vastuhenkilöt
- käytettävät lähtö- ja kiintopisteet
- mittauskalusto- ja formaatti
- mittauksessa käytettävät koodit yms. tunnisteet
- mitattavat tasot, linjat, putkilinjat, kaivot yms.
- tulosteet ja tulostusformaatti eli luettelo tuotettavista piirustuksista.

Työtapsuunnitelmassa esitetään mm.

- käytettävät materiaalit
- kalusto
- työmenetelmät
- työjärjestys.

Ohutmuovikalvon asennussuunnitelmassa esitetään mm.

- kuvamuotoinen levityssuunnitelma, joka sisältää mm. levityssuunnat
- läpiviennit
- kalusto
- työmenetelmät
- työjärjestys.

Suunnitelmia päivitetään työn aikana tarvittaessa.

Kaikki materiaalit on hyväksyttävä tilaajalla ja tarvittaessa ELY-keskuksella ja valvojilla ennen hankintaa ja käyttöä. Mikäli urakoitsija käyttää tästä työselityksestä poikkeavia materiaaleja tai työtapoja, urakoitsijan on esitettävä ennen työn aloitusta rakentamisen työtapaselostus ja selvitys käytettävien materiaalin ominaisuuksista ja kelpoisuudesta ko. käyttökohteeseen. Lisäksi ennen työn aloitusta on esitettävä urakoitsijan materiaalien osalta ennakkokokkeiden tulokset ja materiaalitiedot. Tilaajan materiaalien osalta työn aikainen laadunvalvonta kuuluu urakoitsijalle.

Ennakkokokkeiden tulokset sisältävät käytettävistä materiaaleista riippuen

- rakeisuuskäyrät käytettävistä materiaaleista
- muut vaaditut tiedot kuten vesipitoisuus, humuspitoisuus, vedenläpäisevyys, kaasujenjohtavuus tai liukoisten aineiden määrä.

#### *D2\_1.9.1 Varastot ja varastoalueet*

Raaka-aineet ja materiaalit varastoidaan työmaan välittömään läheisyyteen. Materiaalit varastoidaan materiaalityöimittäjien ohjeiden mukaisesti siten, etteivät käsittely, kosteus, auringonvalo tai alustan epätasaisuus aiheuta muodonmuutoksia tai vauriota materiaaleissa. Pakkausten tulee säilyä ehjinä sekä tuote- ja materiaaliselosteiden luettavina. Tuote- ja materiaaliselosteet dokumentoidaan osana loppuraporttia.

Urakoitsija esittää varastoalueiden tarkan sijainnin työmaasuunnitelmassa.

#### *D2\_1.9.2 Liikennejärjestelyt ja suojatoimenpiteet*

Urakoitsija vastaa työnaikaista liikennejärjestelyistä ja työmaateistä. Urakoitsija vastaa työkohteen kunnossa- ja puhtaanapidosta sekä suunnittelee ja toteuttaa tarvittaessa työmaatiet, suoja-aitaukset ja suojarakenteet InfraRYL2010 mukaisesti. Urakoitsija hankkii ja asentaa tarvittavat liikenne- ja varoituskyltit.

### **D2\_1.10 Toimintasuunnitelma erilaisten sääolosuhteiden varalta**

Materiaalien liettymistä ja pölyämistä on vältettävä.

Ohutmuovikalvoa ei asenneta lämpötilan ollessa alle 0°C. Kalvo peitetään aurinkoisena päivänä päivän viileimpänä aikana.

### **D2\_1.11 Ympäristövaatimukset, työturvallisuus**

Työt on suoritettava voimassa olevien lakien ja asetusten mukaisesti aiheuttamatta tarpeetonta haittaa ympäristölle, liikenteelle ja ympäristön asukkaille. Kuljetusten aiheuttama haitta-aineiden leviäminen on estettävä kuljetusreitit valinnalla, kuormien peittämisellä, tiiviiden lavojen käytöllä sekä tarvittaessa renkaiden puhdistamisella. Pilaantuneita maita ei saa kulkeutua työmaan ulkopuolelle kuorma-autojen mukana.

Urakoitsija vastaa siitä, että työt suoritetaan ympäristön ja eri osapuolten kannalta turvallisesti ja noudattaen erityistä varovaisuutta. Urakoitsija vastaa tarvittavista suojatoimenpiteistä työalueella ja varustaa työntekijänsä tarvittavilla henkilökohtaisilla suojaimeilla (kypärä, käsineet, hengityssuojaimet, turvasaappaat, jne.).

*Tilaaajan on laadittava työmaan turvallisuusasiakirja.*

*Tilaaajan on nimettävä työmaalle turvallisuuskoordinaattori.*

### **D2\_1.12 Työnaikaiset mittaukset**

Urakoitsija tekee kaikki työn toteuttamisen vaatimat rakenteiden korkeusaseman ja sijainnin mittaukset suunnitelma-asiakirjojen mukaisesti. Urakoitsija laatii rakennussuunnitelmien perusteella mittaussuunnitelman. Urakoitsija mittaa työmaan lähtötalanteen maastomallin työn alkaessa.

Mittaustulokset on koottava sellaisessa muodossa, että laadunvalvonnassa voidaan käyttää niitä rakenteiden mita- ja sijaintitarkkuuden analysointiin. Kaikki mitaustulokset toimitetaan työn edistymisen mukaan välittömästi tilaaajan valvojalle digitaalisessa muodossa ja paperitulosteena. Mittaustulokset merkitään työn alussa toimitettavalle pohjakartalle.

#### *D2\_1.12.1 Suunnitelman maastoon merkitseminen*

Mittausten lähtötasona käytetään alueella olevia kiintopisteitä, joiden perusteella urakoitsija tekee mittaukset. Ennen työn aloitusta on urakoitsijan verrattava kiintopisteiden korkeus- ja sijaintitietoja suunnittelukorkoihin ja mittauksiin.

Suunnitelma merkitään maastoon kunkin työvaiheen edellyttämällä tavalla. Maastoon sijoitetaan sellainen määrä mittapaaluja, korkeusmerkkejä, luiskamalleja tai muita merkkejä, että niiden perusteella työ on tehtävissä suunnitelman mukaisesti ja että on mahdollista luotettavasti todeta työn suunnitelmien mukaisuus näiden merkkien

perusteella. Rakennustyön aikana tarkistetaan riittävän usein, etteivät merkkien paikat ole muuttuneet. Tarvittaessa merkit mitataan uudestaan maastoon. Käytettäessä laser-sädetä kohdistusmerkinä tai työkoneen ohjaamiseen säde suunnataan sellaisella tarkkuudella, että rakentamiselle asetettuja tarkkuusvaatimuksia on mahdollista noudattaa. Urakoitsija valitsee mittausmenetelmät sen perusteella, miten rakenteen sijainti ja mitat on esitetty suunnitelmassa.

Suunnitelmissa esitetyt luiskien kaltevuudet ja korkeustasot ovat ohjeellisia.

#### *D2\_1.12.2 Mitattavat tasot*

Kaivantopohjat ja kaivantoluiskat mitataan 10x10 m ruutuun x,y,z-pisteinä. Luiskien ylä- ja alareunat mitataan taiteviivoina enintään 10 m pisteväleihin. Urakoitsija tulostaa mittaukset suunnitelmakartalle tasa-arvokäyrinä siten, että tuloksia voidaan verrata suunnitelmiin ja toimittaa kussakin työvaiheessa tilaajan valvojalle.

#### *D2\_1.12.3 Muut mittaukset*

Ennen rakenteiden peittämistä tehtävät mittaukset ja muut valmiin rakenteen tarkistusmittaukset on esitetty rakennekohtaisissa laatuvaatimuksissa. Lisäksi mitataan tarvittaessa laadunvalvontamittaus- ja jäännöspitoisuusnäytteenottopisteiden sijainnit.

#### *D2\_1.12.4 Työmäärien mittaukset*

Määrät mitataan InfraRYL 2010 mukaisesti ja suunnitelmamukaisten mittojen perusteella ottaen huomioon niihin mahdollisesti työn aikana sovitut muutokset sekä maanpinnan todellinen korkeus.

#### *D2\_1.12.5 Tarkepiirustukset*

Urakoitsija on velvollinen merkitsemään suunnitelmapiirustuksiin kaikki työn aikaiset erot ja poikkeamat alkuperäisestä suunnitelmasta. Nämä piirustukset luovutetaan tilaajalle, kun työ on valmis ja hyväksytty. Rakenteita ei saa peittää ennen kuin mittaukset tarkepiirustusten laatimista varten on tehty.

Urakoitsija toimittaa tilaajalle ja ympäristötekniiselle valvojalle mittausaineistosta 1:500 karttapohjille tulostetut korkeuskäyrät toteutuneista pohjamaan valmiista pinnasta ja leikatun jätetäytön valmiista pinnasta. Lisäksi vastaava aineisto toimitetaan myös sähköisessä muodossa. Karttaan merkitään putkilinjojen ja kaivojen sijainti, vesijuoksut ja korkeusasema. Kaivoista laaditaan kaivokortit.

### **D2\_1.13 Suoritusten ja lopputuotteen laadunvalvonta**

Laadunvalvonnan avulla osoitetaan, että käytettävät materiaalit ja tehdyt rakennustyöt ovat suunnitelmien ja ympäristöluvan ehtojen mukaisia.

Laadunvalvonta koostuu seuraavista osista:

- tuotteiden valmistuksen laadunvalvonta (tuotetiedot ja ko. valmistuserästä tutkittavat parametrit)
- ennakkokokeet ja hyväksyntäkokeet
- työaikana tehtävät laadunvalvontamittaukset kentällä ja toimintakokeet.

Materiaali- ja rakennekohtaiset laatuvaatimukset ja laadunvalvontamenetelmät on esitetty kunkin työvaiheen kohdalla.

#### *D2\_1.13.1 Urakoitsijan laadunvalvonta*

Urakoitsijalla on päävastuu työn tekemisestä suunnitelmien mukaisesti. Vaatimusten täytyminen todetaan työnaikaisin laadunvarmennusmittauksin.

Urakoitsija tekee päivittäistä laadunvalvontaa työmaalla. Urakoitsija tekee jäljempänä mainittuja kokeita ja selvityksiä ennen varsinaisen työn aloittamista ja työn aikana. Mittauksia tehdään määriin ja pinta-aloihin sidottuna.



Urakoitsijan laadunvalvonnan tulokset ja havainnot annetaan tilaajan valvojalle välittömästi niiden valmistuttua. Lisäksi urakoitsija ja tilaajan edustaja tarkastavat viikoittain työn alla olevan alueen.

Urakoitsijan tulee ottaa huomioon valvojan laadunvalvontamittausten perusteella tekemät huomautukset.

Yhteenvedo laadunvalvontadokumenteista (kelpoisuusasiakirja) toimitetaan työn päätyttyä tilaajalle.

Urakoitsija laatii tämän työselityksen perusteella laatusuunnitelman, joka hyväksytetään tilaajalla ja tarvittaessa myös suunnittelijalla.

#### *D2\_1.13.2 Tilaajan valvonta*

Tilaajan valvonta ei vähennä urakoitsijan vastuuta.

#### *D2\_1.13.3 Tilaajan paikallisvalvoja*

Tilaaja voi nimetä valvojia valvomaan urakoitsijan työsuoritusta ja seuraamaan määrä.

Ympäristötekniinen valvoja vastaa tarvittaessa pilaantuneen maaperän kunnostusta ohjaavien maanäytteiden otosta, kenttämittauksista ja näytteiden lähettämisestä laboratorioon sekä tarkastaa urakoitsijan työmaapäiväkirjan. Kenttäanalyysien lisäksi maaperänäytteitä lähetetään laboratorioon tutkittavaksi. Valvoja ohjaa pilaantuneen maan poistamista ja lajittelua soveltuviin vastaanotto paikkoihin sekä vastaa siirtoasiakirjojen laatimisesta ja tiedottamisesta vastaanotto paikalle.

#### *D2\_1.13.4 Viranomaisten valvonta*

Ympäristöviranomaiset voivat tehdä tarkastuskäyntejä ja osallistua esim. työmaakoukuihin, tarkastuksiin ja katselmuksiin.

#### *D2\_1.13.5 Materiaalien laadunvalvonta*

Ennen valmisosien ja materiaalien käyttöönottoa tehdään ne kokeet ja hankitaan ne todistukset, jotka on mainittu suunnitelmassa, tässä työselityksessä tai niissä asiakirjoissa, joihin suunnitelman tai tämän työselityksen asianomaisessa kohdassa on viitattu.

Jos tutkittu koekappale tai näyte ei täytä sille asetettuja vaatimuksia, sitä materiaalierää, jota kyseinen koetulos edustaa, ei käytetä rakentamiseen ennen lisäselvityksiä. Ennen hylkäämispäätöksen tekemistä voidaan tehdä kaksi uutta koetta. Vain mikäli molemmat uudet koetulokset täyttävät asetetut vaatimukset, koetulosten edustamaa materiaalierää voidaan käyttää rakentamiseen. Materiaalille suoritettujen parantamistai korjaustoimenpiteiden jälkeen sen kelpoisuus on osoitettava kahdella uudella kokeella.

Laadunvalvonnassa tehtävien kokeiden ja tarkastusten määrää lisätään, jos silmämääräisessä tarkastelussa huomataan materiaalin laadun vaihtelevan.

#### *D2\_1.13.6 Poistettavien materiaalien laadunvalvonta*

Kohteesta mahdollisesti poistettavien maa-ainesten määrä, laatu, haitta-ainepitoisuus sekä käsittely- tai toimitustapa kirjataan päivittäin työmaapäiväkirjaan. Jokaisen käsittelylaitokseen vietävän kuorman mukana toimitetaan Vnp 659/96 mukainen siirtoasiakirja, jossa esitetään materiaalin tyyppi ja kenttämittauksilla tai laboratorioanalyysillä mitattu haitta-ainepitoisuus. Työalueelle jäävän maa-aineksen laatu ja haitta-ainepitoisuus määritetään tarvittaessa kenttämittauksilla ja osittain laboratoriomäärityksillä ja dokumentoidaan tarkemmittauksin. Edellä mainituista pitoisuusmittauksista vastaa tarvittaessa ympäristötekniinen valvoja.

#### *D2\_1.13.7 Tiivistystyön valvonta*

Maa-aineksista tehtävien rakenteiden tiiviyttä valvotaan, mikäli rakenteelle on esitetty tiiviyysvaatimus joko suunnitelma-asiakirjoissa tai yleisessä työselityksessä.

Tiiviyysasteella tarkoitetaan prosenttilukua, joka ilmoittaa rakenteesta otetusta näytteestä määritetyn tai suoraan rakennekerroksesta mitatun kuivatilavuuspainon suhteen parannetulla tai standardi Proctor-sullonnalla määritettyyn kuivatilavuuspainon maksimiarvoon.

Menetelmätarkkailu valitaan tiivistyskertojen lukumäärän ja käytetyn tiivistyskaluston mukaisesti.

## **I 1000 OLEVAT RAKENTEET JA RAKENNUSOSAT**

### **11200 Poistettavat, siirrettävät ja suojattavat rakenteet**

*Esitetään tiedot työalueella sijaitsevista rakenteista ja laitteista sekä niiden purkamisesta tai suojaamisesta.*

### **12000 PILAANTUNEET MAAT**

#### *12100 Poistettavat pilaantuneet maat*

*Esitetään tiedot työalueella sijaitsevista pilaantuneista maista ja niiden käsittelystä.*

### **12200 Eristerakenteet**

#### *12200.1 Eristemateriaalit*

Eristemateriaalina käytetään muovikalvoa teknisen vaatimuksen 14234.1.1 liitteen T16 mukaisesti. Muovikalvolla tulee olla vähintään seuraavat minimiominaisuudet:

- Paksuus  $\geq 0,7$  mm (SFS-EN 1849-2)
- Oksidaatio  $>70$  % (SFS-EN ISO 13438)
- Jännityssäröily  $\geq 200$  h (ASTM D 5397)
- Muovilaatu LLDPE, HDPE tai FPE.

Ohutmuovikalvon tulee olla kitkavalvoa. Urakoitsijan tulee tarjousvaiheessa ilmoittaa käyttämänsä ohutmuovikalvon valmistaja, tyyppi sekä tehtaan valmistusspesifikaatiot. Urakoitsijan tulee osoittaa, että tarjoamansa ohutmuovikalvo soveltuu tiivistyskerrokseksi. Tuotteiden osalta on esitettävä tiedot materiaalien valmistusaikaisesta laadunvalvonnasta (koemenetelmät ja testaustiheys). Urakoitsija sitoutuu käyttämään tarjouksessa ilmoittamaansa ja tilaajan hyväksymää ohutmuovikalvoa. Tilaajan urakkaneuvottelussa hyväksymää ohutmuovikalvoa ei voi enää rakennusvaiheessa vaihtaa. Ohutmuovikalvon eräkohtaisten laadunvalvontatulosten tulee vastata ennakkoon ilmoitettua materiaalia.

Ohutmuovikalvo varastoidaan kuivalle ja kantavalle alustalle, auringon valolta ja sateelta suojattuna. Kalvoja käsiteltäessä rullia ei saa nostaa ilman sisäputkea eikä vetää maata pitkin.

#### *12200.2 Eristerakenteen alusta*

Eristerakenteen alustan tasaisuusvaatimus on  $\pm 50$  mm. Alustan pinnasta poistetaan puun juuret tms. epätasaisuudet ja pinta tiivistetään esim. tärylevyllä tasaiseksi ja kantavaksi. Alustalle ei saa jättää yli 10 mm teräviä särmiä tai yli 20 mm, koloja ja lanjälkiä tai muita teräviä painaumuksia. Alustana on ensisijaisesti leikattu ja tasoitettu taustavallin materiaali.

Mikäli taustavallin materiaalista ei voida rakentaa tasaisuus- ja raekokovaatimukset täyttävää alustaa, rakennetaan alusta soveltuvasta materiaalista. Esipeittokerroksen materiaalina käytetään kitkamaata, jonka maksimiraekoko on 22 mm, kun 2 mm

seulan läpäisy on vähintään 70 % ja enintään 12 mm, kun 2 mm seulan läpäisy on 30...70 %.

Jos pohjamaa taustavallin alareunassa on märkää silttiä, märkää silttimoreenia, pehmeää savea tai humusmaata, tehdään kantavuuden parantamiseksi ja kapillaarisen nousun estämiseksi esipeittorakenne, jossa alinna on käyttöluokan N3 suodattinkangas, jonka päälle tulee 200 mm kerros soraa tai murskettä tai 300 mm suhteitunutta routimatonta hiekkaa.

#### *12200.3 Eristerakenteen tekeminen*

Urakoitsijan tulee laatia ohutmuovikalvon levityksestä asennussuunnitelma ja hyväksyttää se tilaajalla ennen levittämistä. Ohutmuovikalvo levitetään tasatulle alustalle esimerkiksi asennuspuomin avulla, kalvoa ei saa raahata. Matto saumataan limittämällä vähintään 500 mm. Luiskaan tulevia jatkoksia tulee välttää ja saumoissa käytetään ns. kattotiililimitystä eli virtaussuunnassa yläpuolinen kangas tulee saumassa alapuolisen päälle. Ohutmuovikalvo ulotetaan taustavallin luiskan yläreunaan asti ja ankkuroidaan taustavallin lakiosaan. Jokaisen ohutmuovikalvokaistaleen sijainti mitataan ja esitetään tarkepiirroksessa. Kalvokaistaleet asennetaan poikittain luiskaan nähden.

Levitetyt kalvot tulee kuormittaa vähintään 300 mm suojamaakerroksella saman työvuoron aikana. Kuormittamattoman ohutmuovikalvon päällä ei saa liikkua jalan muut kuin kalvon asentajat eikä lainkaan työkoneilla. Ohutmuovikalvon päällä saa liikkua kevyillä työkoneilla vasta kun kalvon päällä on vähintään 300 mm maakerros ja raskailla työkoneilla kun päällä on 500 mm maakerros. Suojakerroksen materiaalin vaatimukset ovat samat kuin asennusalusta materiaalille. Ohutmuovikalvon suojakerros ohennetaan 100 millimetriin salaojakaivannon osuudella.

Taustavallin laelle leikataan 0,7 m leveä ja 0,4 m syvä ojanne ohutmuovikalvon yläreunan ankkurointia varten. Ankkurointipituus on 0,4 m.

Ohutmuovikalvon alareuna viedään salaojan kaivannon vastapenkan puoliväliin asti tai 0,2 m salaojakaivannon ulkopuolelle.

#### *12200.4 Valmis eristerakenne*

Eristerakenteen yhdenmukaisuus suunnitelmien kanssa todetaan ohutmuovikalvon tarkastuksessa kuten esitetty yleisessä osassa kohdassa 1.6.2. Eristekerroksen valmis pinta tarkastetaan ja hyväksytään siten, ettei valvontatyö aiheuta katkoksia työn etenemiseen. Hyväksyminen kirjataan työmaapöytäkirjaan ja vahvistetaan allekirjoituksin. Hyväksytty pinta suojataan välittömästi haitalliselta kastumiselta, kuivumiselta, eroosiolta ja jäätymiseltä sekä mekaanisilta vaurioilta suojamaakerroksella.

#### *12200.5 Eristerakenteen kelpoisuuden osoittaminen*

Urakoitsija esittää tarkepiirustuksissa eristerakenteen kerrospaksuudet sekä eristemateriaalin sijainnin mitattuna 10 x 10 m ruutuun. Maakerrosten ja materiaalien laadunvarmistustiedot esitetään kelpoisuusasiakirjassa.

## **I 4300 KUIVATUSRAKENTEET**

### **14311 Aluesalaojat**

#### *14311.1 Salaojan materiaali*

Salaojan halkaisija on DN100, putkimateriaalin tulee täyttää standardin SFS 5675 vaatimukset ja oltava rengasjäykkyydeltään vähintään luokkaa SN8. Salaojan laskuputkina käytetään reiättömiä vähintään SN4 luokan PE-muoviputkia. Salaojien kelpoisuus todetaan toimituserän putkien merkintöjen ja toimitusasiakirjojen perusteella ja esitetään kelpoisuusasiakirjassa.

#### *14311.2 Salaojan alusta*

Salaoja asennetaan suoraan ohutmuovikalvon päälle taustavallin luiskan alareunaan kaivetussa salaojan kaivannossa.

Siltä osin kuin salaoja kulkee eristerakenteen päällä, käytetään salaojaputkea. Eristerakenteen reunasta tarkkailukaivolle käytetään laskuputkea. Eristerakenteen reunan läpiviennin detalji on esitetty piirustuksessa 4. Eistemateriaalin reuna nostetaan ylös ja laskuputki viedään eristeen läpi. Läpiviennissä noudatetaan Infraryl kuvan 14231:K2 periaatetta. Läpiviennissä käytetään pantakiristystä, joka tiivistetään bentoniittipastalla.

#### *14311.3 Salaojan asentaminen*

Salaojan pituuskaltevuus on 0,4 %. Muoviputket liitetään toisiinsa muhviilitoksella, tarvittaessa jatkomuovilla. Putket liitetään kaivoon tiiviisti, suojaputkena käytetään sopivan kokoista jäykkää muoviputkea. Suojaputken tulee ulottua 0,5 m kovalle maalle.

Laskuputken pää jätetään näkyviin noin 0,3 m pituudelta. Laskuaukon alareuna sijoitetaan keskimääräisen vedenpinnan yläpuolelle ja vähintään 20 cm ojan pohjan yläpuolelle. Pieneläinten pääsy putkeen estetään verkolla.

Salaojan ympärystyttö tehdään salaojahiekasta, salaojasorasta tai salaojasepelistä, joka täyttää salaojamateriaalin rakeisuusvaatimukset, esim. Infraryl kuvan 18320:K1a mukaisesti.

Salaojan sijainti on esitetty piirustuksissa 3 ja 4.

#### *14311.4 Valmis salaoja*

Putken kaltevuuden sallittu poikkeama on +0,08%, koska vähimmäiskaltevuutta ei saa alittaa. Salaojan sijainnin vaakasuunnan toleranssi on  $\pm 200$  mm ja korkeuden  $\pm 50$  mm.

#### *14311.5 Salaojan kelpoisuuden osoittaminen*

Salaojan sijainti tarkemmitataan 10 m välein. Putkistosta laaditaan sijaintipiirros, johon merkitään kaivot, tarkastusputket ja laskuaukot. Putkiston tiedot kootaan kelpoisuusasiakirjaan.

### **14320 Salaojan kaivot ja tarkastusputket**

#### *14320.1 Salaojan kaivojen ja tarkastusputkien materiaali*

Tarkastusputken sisähalkaisija DN/ID on vähintään 200 mm. Salaoja liitetään kohteeseen valittuun vesienhallintajärjestelmään.

#### *14320.2 Salaojan kaivojen ja tarkastusputkien alusta*

Kaivot ja tarkastusputket asennetaan tasaiselle pohjamaalle. Tarvittaessa pohjamaan pinta tasataan asennusalustalla, joka tehdään hyvin tiivistyvistä materiaalista. Asennuspohjan paksuus on tarvittaessa 150 mm.

#### *14320.3 Salaojan kaivojen ja tarkastusputkien asentaminen*

Kaivot ja tarkastusputket asennetaan pystysuoraan.

#### *14320.4 Valmis salaojan kaivo tai tarkastusputki*

Kaivon tai tarkastusputken pystysuoruudessa saa olla enintään 10 mm poikkeama 1 m matkalla.

#### *14320.5 Salaojan kaivojen ja tarkastusputkien kelpoisuuden osoittaminen*

Putkistosta laaditaan sijaintipiirros, johon merkitään kaivot, tarkastusputket ja laskuaukot. Kaivoista laaditaan kaivokortit. Putkiston tiedot kootaan kelpoisuusasiakirjaan.

## I 6000 MAALEIKKAUKSET

### 16110 Maaleikkaus, erittelemätön

#### 16110.3 Maaleikkauksen tekeminen

Taustavallin seinämää leikataan, mikäli eristerakenteen alustan rakentaminen sitä vaatii. Ensisijaisesti alustana toimii leikattu ja tasoitettu taustavallin materiaali.

*Taustavallin luiskan jyrkkyyden tulee olla rakennusmateriaalien kitkakulmasta johtuen enintään 1:1,5 (33,4°).*

Taustavallin luiskan alareunaan kaivetaan salaojan rakentamista varten 0,5 m syvä kaivanto, jonka luiskat ovat 1:1. Kaivannon vietto on 0,4 % vesienhallintajärjestelmän suuntaan. Kaivannon taustavallin puoleisen luiskan yläreuna yhdistyy esipeittokerrokseen, jolloin ohutmuovikalvo laskeutuu vallin luiskaa pitkin kaivannon pohjalle ja vastakkaiselle luiskalle. Kaivannon pohjan leveys on 0,5 m. Kaivanto kulkee taustavallin editse ja päättyy vesienhallintajärjestelmän määrittelemään paikkaan. Maa leikataan siten, että leikkauspohja ei löyhydy haitallisesti. Kaivannon sijainti on esitetty piirustuksissa 3 ja 4.

*Jos ampumaradan muiden rakenteiden sijainti sallii, rakennetaan maaleikkauksen massaista 1,5 m leveä ja 0,5 m korkea valli kaivannon ampumapaikkojen puolelle. Valli estää välialueen vesien kulkeutumisen salaojaan ja parantaa taustavallin suotovesien kulkeutumista salaojaan.*

#### 16110.4 Valmis maaleikkaus

Maaleikkaus täyttää esitetyt mitat ja vaatimukset. Leikkauksen pohja ei ole miltään osin suunnitelmien mukaisen korkeusaseman yläpuolella, eikä siinä ole vettä kerääviä painaumia tai löyhtyneitä maakerroksia. Häiriintyneet kerrokset on tiivistetty asianmukaisesti. Kaivannon pohjan korkeustason toleranssi on 0...-100 mm, yksittäinen kuoppa ei saa olla yli -50 mm. Kaivannon pohjan vaakasuunnan toleranssi on ±150 mm.

#### 16110.5 Maaleikkauksen kelpoisuuden osoittaminen

Luiskan kaltevuudet ja leikkauksen syvyys tarkistetaan mittaamalla 10 m välein. Leikkauspinnan muu tasaisuus todetaan silmämääräisesti tai tarvittaessa 3 m oikolaudalla. Urakoitsija osoittaa maaleikkauksen kelpoisuuden mittaustuloksilla kelpoisuusasiakirjassa.

## I 8000 PENKEREET, MAAPADOT JA TÄYTÖT

### 18110 Maapenkereet

#### 18110.1 Maapenkereen materiaalit, yleistä

Taustavallin vaimennuskerros rakennetaan maapenkereenä. Vaimennuskerroksen materiaali on hiekka 0...8. Materiaalin kelpoisuus todetaan rakeisuustutkimuksen perusteella ennen rakentamista sekä aina ottopaikan vaihtuessa tai materiaalin muutuksessa silmämääräisesti.

#### 18110.2 Maapenkereen alusta

Vaimennuskerros tehdään salaojan ympärystytön päälle ja taustavallin luiskassa ohutmuovikalvon suojakerroksen päälle asennetun suodatinkankaan päälle.

#### 18110.3 Maapenkereen tekeminen

Taustavallin luiskassa vaimennuskerros tehdään suodatinkankaan päälle ja sen alaosassa salaojan ympärystytön päälle. Vaimennuskerroksen paksuus luiskassa on 600 mm ja se tulee rakentaa tasalaatuisesti. Koska eristerakenteiden päällä ei voi liikkua raskailla työkoneilla ennen kuin niiden päällä on riittävän paksu suojamaakerros,

tehdään maapenger välialueelta tai taustavallin päältä. Vaimennuskerroksen tekeminen on esitetty piirustuksessa 3.

#### *18110.4 Valmis maapenger*

Vaimennuskerroksen tiivistetty yläpinta on muodoltaan suunnitelma-asiakirjojen mukainen. Kerroksen paksuus ei saa alittaa vaadittua 600 mm. Suurin sallittu poikkeama on +50 mm.

*Kerroksen liittyminen oleviin rakenteisiin taustavallin päällä ja välialueella toteutetaan tapauskohtaisesti.*

#### *18110.5 Maapenkereen kelpoisuuden osoittaminen*

Vaimennuskerroksen pinta mitataan 10 x 10 m ruutuun ja esitetään tarkepiirustuksessa. Materiaalin laadunvalvontatiedot esitetään kelpoisuusasiakirjassa.

## **21100 SUODATINRAKENTEET**

### **21120 Suodatinkankaat**

#### *21120.1 Suodatinkankaiden materiaalit*

Suodatinkankaana käytetään väriltään vaaleaa käyttöluokan N2 kangasta. Suodatinkankaan käyttöikä tulee olla vähintään 25 vuotta. Suodatinkangasrullat varastoidaan kuivalle ja kantavalle alustalle, auringon valolta ja sateelta suojattuina. Kankaita käsiteltäessä rullia ei saa nostaa ilman sisäputkea eikä vetää maata pitkin.

#### *21120.2 Suodatinkankaiden alusta*

Suodatinkangas asennetaan litterassa 12200.3 kuvatun ohutmuovikalvon suojakerroksen päälle. Suodatinkankaan alue on esitetty piirustuksissa 3 ja 4.

#### *21120.3 Suodatinkankaiden asentaminen*

Kankaita ei saa jättää levitettynä auringon valolle alttiiksi yhtä viikkoa pidemmäksi ajaksi. Kankaat levitetään samaan suuntaan kuin ohutmuovikalvo. Kankaat saumataan limittämällä 500 mm. Limitykset tehdään samaan suuntaan kuin ohutmuovikalvossa. Kankaan päällä saa liikkua kevyillä työkoneilla kun sen päällä on 300 mm vaimennuskerroksen materiaalia ja raskailla työkoneilla kun sen päällä on 500 mm vaimennuskerroksen materiaalia.

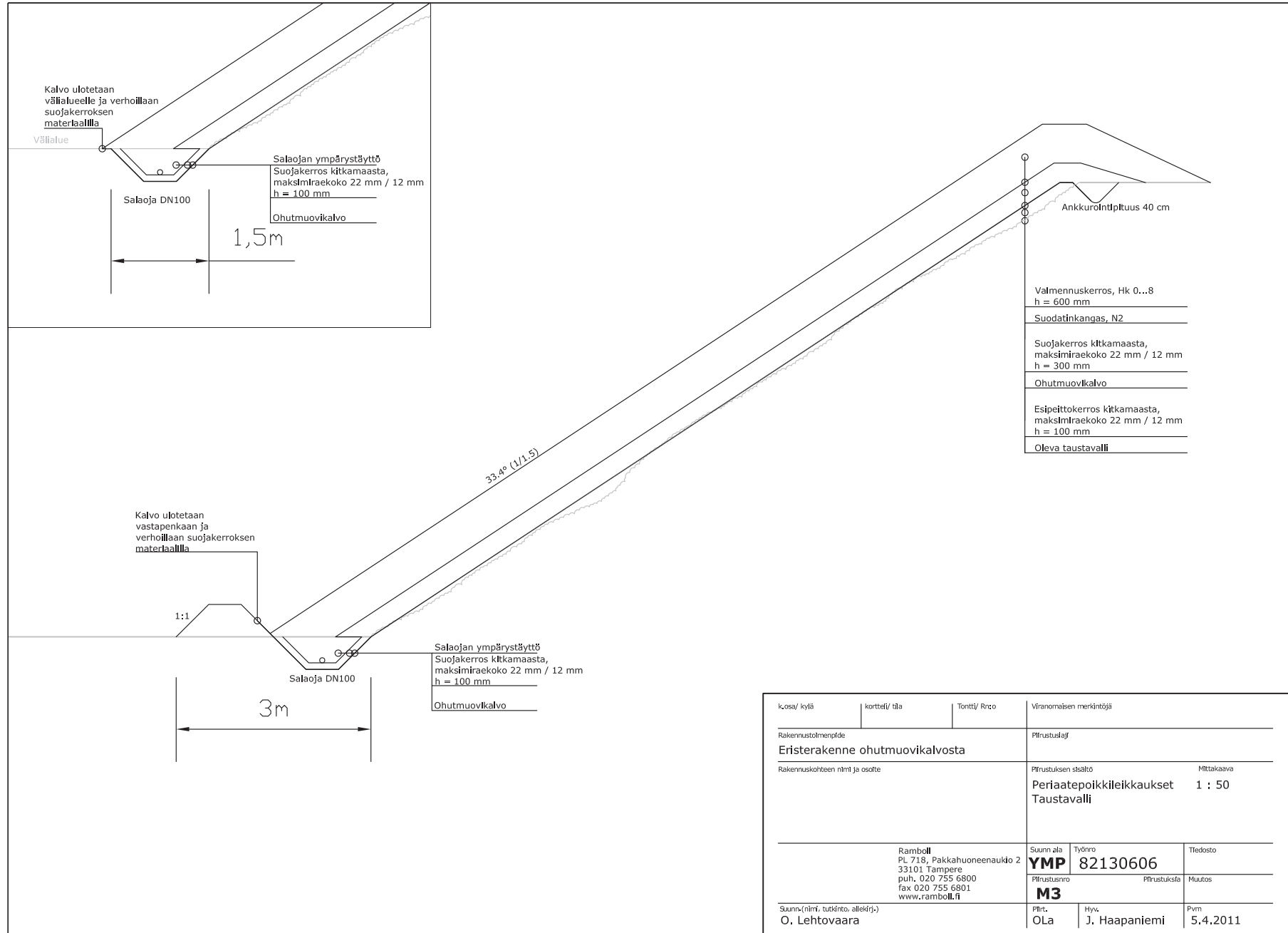
#### *21120.4 Valmis suodatinkangas*

Kangas on asennettu ja limitetty suunnitelmassa esitetyllä tavalla ohutmuovikalvon suojakerroksen alalle.

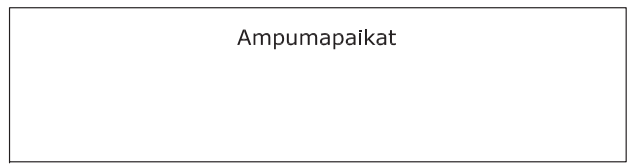
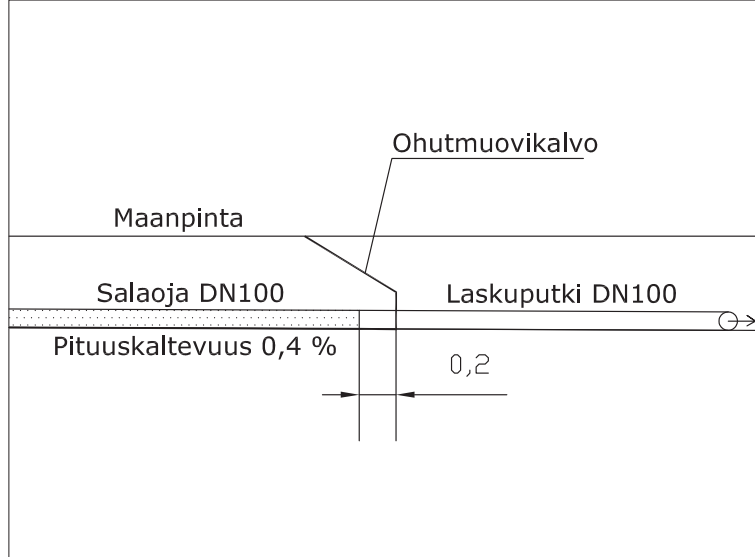
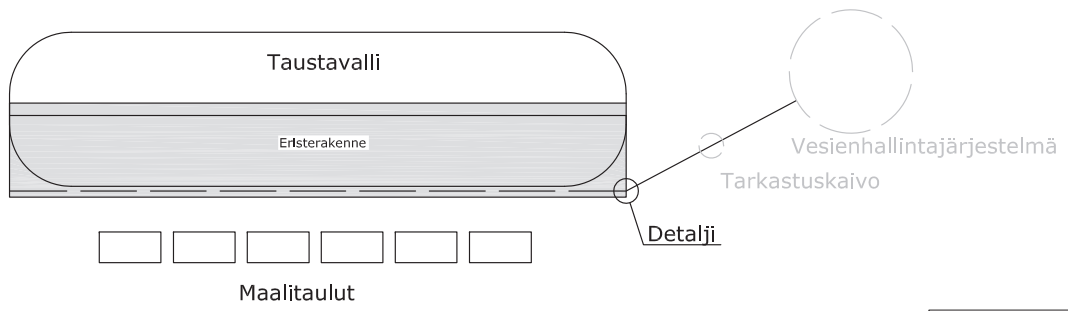
#### *21120.5 Asennettujen suodatinkankaiden kelpoisuuden osoittaminen*

Työvaiheessa tarkastetaan kankaiden limitys ja saumaus. Kelpoisuusasiakirjan tarkepiirustuksissa esitetään kankaiden toteutunut sijainti ja käyttöluokka.





|  |                |              |                           |                           |
|--|----------------|--------------|---------------------------|---------------------------|
| Kosa/ kylä   | kornteli/ tila | Tontti/ Rnco | Viranomaisen merkintöjä   |                           |
| Rakennusohjelmänide  |                |              | Pirustuslaji              |                           |
| <b>Eristerakenne ohutmuovikalvosta</b>   |                |              |                           |                           |
| Rakennuskohteen nimi ja osotte   |                |              | Pirustuksen sisältö       | Mittakaava                |
|  |                |              | Periaatepoikkileikkaukset | 1 : 50                    |
|  |                |              | Taustavalli               |                           |
| Ramboll<br>PL 718, Pakkahuoneenaukio 2<br>33101 Tampere<br>puh. 020 755 6800<br>fax 020 755 6801<br>www.ramboll.fi |                |              | Suunn. ala<br><b>YMP</b>  | Työnro<br><b>82130606</b> |
|  |                |              | Pirustusno<br><b>M3</b>   | Tiedosto                  |
| Suunn.(nimi, tutkinto, allekirj.)<br>O. Lehtovaara   |                |              | Pirustusla<br>OLA         | Hyv.<br>J. Haapaniemi     |
|  |                |              | Muutos                    | Pvm<br>5,4.2011           |



|  |               |              |  |                              |
|--|---------------|--------------|--|------------------------------|
| Kosa/ kylä   | korttel/ tila | Tontti/ Rn:o | Viranomaisen merkintöjä                            |                              |
| Rakennustoimenpide<br><b>Eristerakenne ohutmuovikalvosta</b>   |               |              | Pirustuslaji                                       |                              |
| Rakennuskohteen nimi ja osoite   |               |              | Pirustuksen sisältö                                | Mittakaava                   |
|  |               |              | <b>Periaatepiirustus<br/>Rakenteiden sijainnit</b> |                              |
| Ramboll<br>PL 718, Pakkahuoneenaukko 2<br>33101 Tampere<br>puh. 020 755 6800<br>fax 020 755 6801<br>www.ramboll.fi |               |              | Suunn. ala<br><b>YMP</b>                           | Työnumero<br><b>82130606</b> |
|  |               |              | Pirustusno<br><b>M4</b>                            | Tiedosto                     |
| Suunn.(nimi, tutkinto, allekirj.)<br><b>O. Lehtovaara</b>  |               |              | Pirt.<br><b>OLa</b>                                | Hyv.<br><b>J. Haapaniemi</b> |
|  |               |              |  | Pvm<br><b>5.4.2011</b>       |

## Liite D3. Taustavallien eristys tiivisasfaltilla

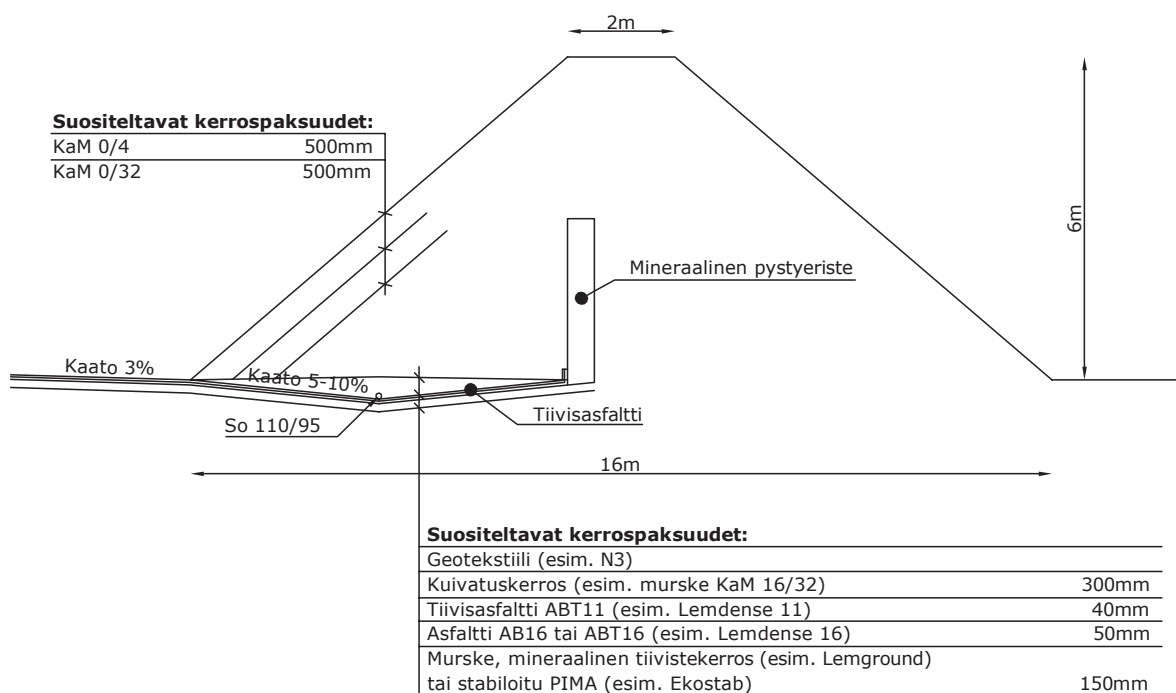
### D3\_1 Johdanto

Tässä mallityöselityksessä esitetään kivääriratojen taustavallien pohjavesisuojausrakenteiden toteuttaminen tiiviillä asfalttirakenteilla. Jokainen kohde on aina suunniteltava kohdekohtaisesti. Tässä esitetyt tyyppiratkaisut ovat luonteeltaan periaatekuvia ja niistä esitetyt kustannusarviot ovat siksi hyvin karkeita kustannusarvioita, joita on tapauskohtaisesti tarkennettava. Esitetty kivääriradan taustavallin ympäristönsuojausrakenne soveltuu myös käytettäväksi pistooliratojen taustavalleissa.

Asfalttikerros kestää hyvin mekaanista rasitusta ja pintamaiden uusiminen esim. kaivinkoneella on mahdollista toteuttaa rakenteita rikkomatta. Lisäksi taustavallin edusta voidaan asfaltoida, jolloin se toimii myös hyvänä työskentelytasona tarvittaville huoltotoimenpiteille.

### D3\_2 Uuden taustavallin rakentaminen kivääriradoille

Uuden taustavallin rakentamisessa tiivisrakenne voidaan asentaa taustavallin pohjalle. Ampumaradan taustavallin etuosan pohjalle rakennetaan asfalttinen tiivisrakenne, joka on esitetty kuvissa 1 ja 2. Pohjarakenteen avulla voidaan kerätä taustavallin maa-aineksesta suotautuvaa vettä talteen ja ohjata sitä salaojaputkien avulla tarkkailu- ja käsittelykaivoihin tai -altaisiin. Ampumaradan taustavallin etuosa rakennetaan maa-aineskerroksilla.



Kuva 1. Ympäristönsuojarakenne kivääriradalle.

Rakeneratkaisu sisältää seuraavat osaratkaisut:

### 1) Asfalttinen tiivis pohjarakenne

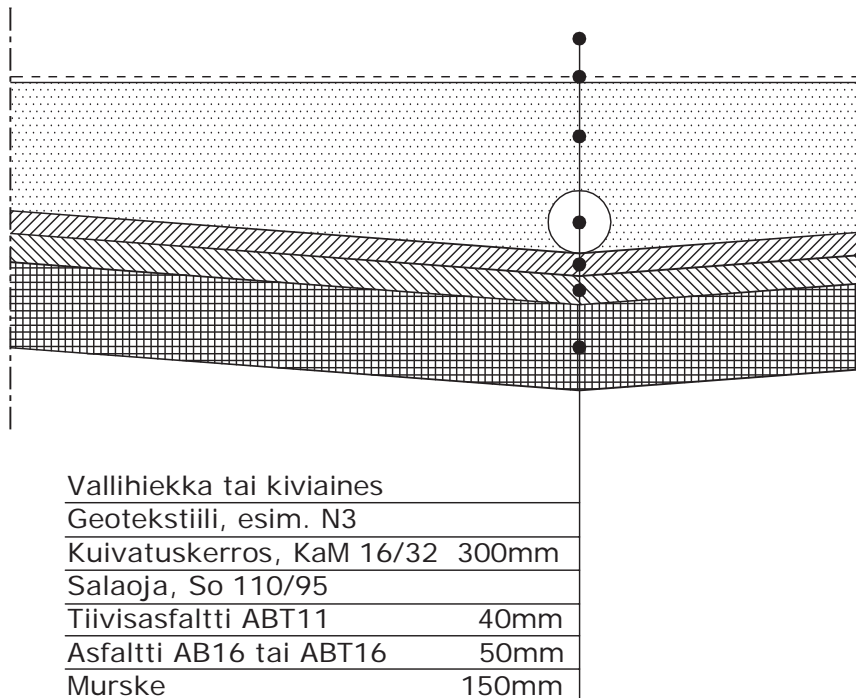
Taustavallin pohjalle rakennetaan tiivis kaksikerroksinen asfalttirakenne siten, että päällimmäinen kerros tehdään vesitiiviiksi (tyhjätila < 3 %) tiivisasfaltilla ABT11 (esim. Lemdense 11, 40 mm) ja alempi kerros tehdään tiivisasfaltista ABT16 (esim. Lemdense 16, 50 mm) tai asfalttibetonista AB16 (50 mm). Asfalttikerroksen päälle levitetään mursketta (KaM 16/32) salaojakerrokseksi. Salaojakerrokseen asennetaan salaojaputki (halk. 110/95 mm) taustavalliin suotautuvien vesien keräämistä varten.

Tiivis asfalttikerros edellyttää kantavaa pohjarakennetta. Kantava pohjarakenne rakennetaan murskekerroksella tai kohteen pilaantuneita maa-aineksia voidaan ympäristöluvan niin salliessa myös kiinteyttää ja hyödyntää pohjarakenteessa.

Taustavallin pohjan asfalttikerroksen leveys ja kaltevuus (5–10 %) on suunniteltu tehtäväksi siten, että asfaltin levitys ja tiivistys voidaan suorittaa asfaltinlevityskalustolla lähinnä vallin suuntaisesti. Asfalttisen pohjarakenteen mitoitus (esim. syvyys vallin etualareunasta) tehdään periaatteella, että kaikki vesi joka suotautuu vallin luodeista pilaantuneelta alueelta kerätään tiiviin pohjarakenteen ja salaojien avulla talteen vesien käsittelyä varten.

### 2) Salaojarakenne

Salaojakerros rakennetaan murskeesta (KaM 16/32), johon asennetaan salaojaputki (halk. 110/95 mm). Jotta vallihiekan hienoaines ei kulkeudu ja tuki salaojakerrosta, asennetaan niiden väliin suodatinkangas (esim. N3). Rakenne on esitetty kuvassa 2.



Kuva 2. Detaljikuva salaojarakenteesta.

### 3) Taustavallin kalteva pintarakenne

Taustavallin kaltevaan pintakerrokseen, johon luodit osuvat, ehdotetaan seuraavaa rakennetta:

- Pintakerrokseen (500 mm) yläosaan voidaan käyttää murskattuja materiaaleja (kitkakerroin  $\geq 40^\circ$ ) esim. kivituhkaa (KaM 0/4), joka on vaihdettavaa pintamateriaalia.
- Pintakerroksen alapuolelle karkeampaa materiaalia (esim. KaM 0/32) (500 mm), joka on myös tarvittaessa vaihdettavaa materiaalia
- Näiden alle voidaan asentaa huomioverkko, jonka avulla tuleva saneeraus helpottuu (tunnetaan kaivusvyvyys)

### 4) Vallin sisäinen pystyeriste

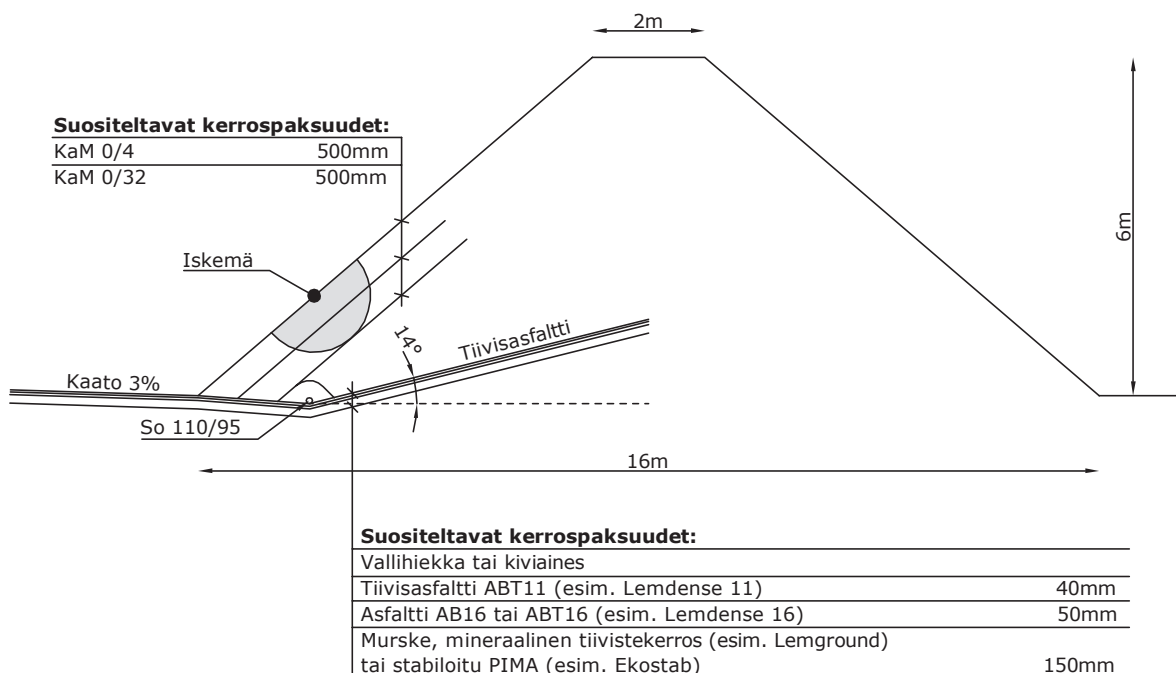
Taustavalliin sydämeen voidaan tarvittaessa asentaa esim. 3 m korkea ja 0,5 m leveä mineraalinen pystyeristeseinä (esim. Lemground-maabentoniitista). Pystyeristeseinämän tehtävänä on eristää ja ohjata sadevesiä. Pystyeristeseinä voi tulla tarpeelliseksi mikäli arvioidaan, että pilaantunut suotovesi menee myös vallin taustapuolelle. (Siinä tapauksessa pohjaeriste voidaan myös rakentaa vaihtoehtoisesti vallin koko alueen alle)

### 5) Taustavallin edusta

Taustavallin edusta voidaan asfaloitaa, samalla kuin rakennetaan pohjaeriste, jolloin se toimii työskentelytasona tarvittaville taustavallin huoltotoimenpiteille.

## D3\_3 Vanhan radan taustavallin suojaus tiiviillä asfalttirakenteella

Olemassa olevalla ampumaradalla taustavalliin rakennetaan tiivis asfalttirakenne, jonka avulla kerätään talteen luodeista liuennutta suotovettä. Ympäristönsuojausrakenne on esitetty kuvassa 3.



Kuva 3. Ympäristönsuojausrakenne kivääriradalle.

Rakeneratkaisu sisältää seuraavat osaratkaisut:

### 1) Luotijätettä sisältävän maa-aineksen poistaminen taustavallista

Luotijätettä sisältävä maa-aines poistetaan ja käsitellään ympäristöluvan tai viranomaispäätöksen määräämällä tavalla.

### 2) Taustavalliin rakennettava tiivis asfalttirakenne

Tässä ympäristönsuojauksen ehdotetaan taustavallin sisään asennettavaksi asfalttipäällyste maksimissaan 14 asteen kulmassa (1:4), jonka tarkoituksena on ohjata vallin etupuolelta imeytyvät sadevedet hallitusti vesienkeräysjärjestelmään. Tiivis asfalttikerros ulotetaan joko vallin keskiosaan saakka (kuva 3) tai päällyste ulotetaan vallin sisään noin 5 m syvyydelle, siten että taustavallin luodeilla pilaantuneen maa-aineksen läpi suotautuvat sadevedet kulkeutuvat päällysteelle ja sitä myöten vesienkäsittelyyn.

Asfalttisen suojarakenteen mitoitus tehdään periaatteella, että kaikki sadevesi joka suotautuu vallin etuosasta luodeista pilaantuneelta alueelta kulkeutuu tiiviille asfalttipäällysteelle ja vesien käsittelyyn. Asfalttipäällysteelle, joka ulotetaan 5 m:n syvyydelle vallin sisään, mitoituksessa on käytetty seuraavia lähtötietoja:

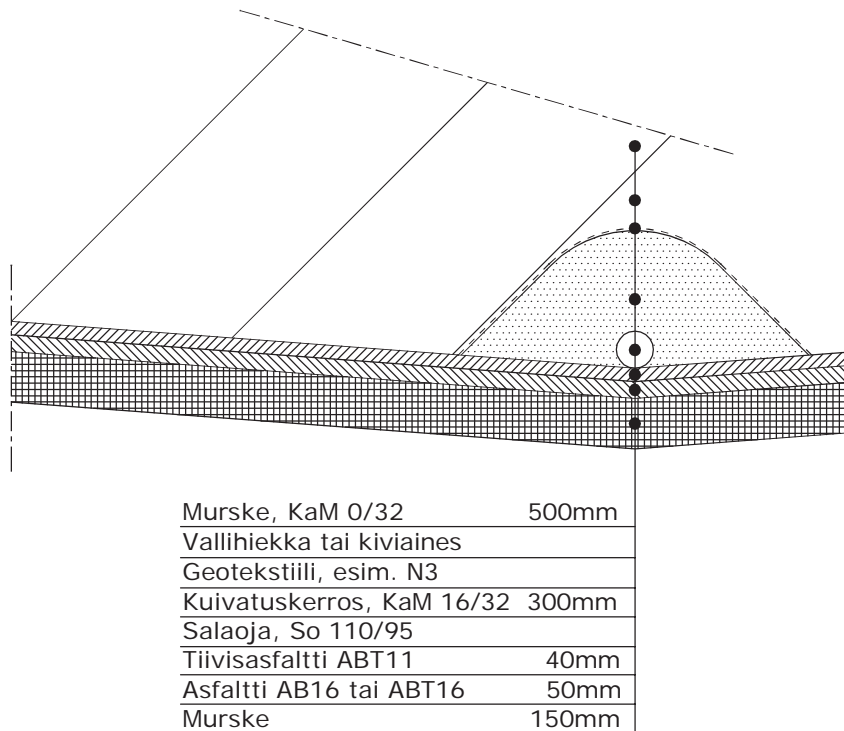
- Vallikulma on 34°
- Luotien iskemäkohdan keskipiste vallin etuosassa on noin 1,5–2 m korkeudella maanpinnan tasosta
- Vallin etuosassa 3 m:n korkeudella maanpinnan tasosta suotautunut sadevesi kulkeutuu asfalttipäällysteelle (varmuus hajalaukauksille + 1 m iskemäkohdasta)
- Laskennassa on arvioitu, että valliin suotautunut sadevesi virtaa sivusuunnassa max. 45°:een kulmassa suoraan alaspäin suuntautuvaa virtaukseen nähden. Sadanta on tasainen koko vallin alueella, jolloin sateen aikana vallihiekan huokostila on vedellä kyllästynyt ja ns. hydraulinen paine on ennemminkin pois päin vallista.

Asfalttikerros tehdään kaksikerroksisena päällysteenä tiivisasfaltista ABT11 (esim. Lemdense 11, 40 mm) ja tiivisasfaltista ABT16 (esim. Lemdense 16, 50 mm) tai asfalttibetonista AB16 (50 mm). Asfalttipäällyste levitetään kantavan murskekerroksen (150 mm) päälle. Myös salaojaputken alue rakennetaan em. kaksikerroksisena asfalttirakenteena.

### 3) Salaojarakenne

Salaojakerros rakennetaan murskeesta (KaM 16/32), johon asennetaan salaojaputki (halk. 110/95 mm). Jotta vallihiekan hienoaines ei kulkeudu ja tuki salaojakerrosta, asennetaan niiden väliin suodatinkangas (esim. N3). Rakenne on esitetty kuvassa 4.





Kuva 4. Detaljikuva salaojakerroksesta.

#### 4) Taustavallin kalteva pintarakenne

Taustavallin kaltevaan pintakerrokseen, johon luodit osuvat, ehdotetaan seuraavaa rakennetta:

- Pintakerrokseen (500 mm) yläosaan voidaan käyttää murskattuja materiaaleja (kitkakerroin  $\geq 40^\circ$ ) esim. kivituhkaa (KaM 0/4), joka on vaihdettavaa pintamateriaalia.
- Pintakerroksen alapuolelle karkeampaa materiaalia (esim. KaM 0/32) (500 mm), joka on myös tarvittaessa vaihdettavaa materiaalia.
- Näiden alle voidaan asentaa huomioverkko, jonka avulla tuleva saneeraus helpottuu (tunnetaan kaivussyvyys).

Vanhojen taustavallien kunnostamiskohteissa valmiin asfalttipinnan päälle voidaan siirtää takaisin kaivettua rakentamiskelpoista maa-ainesta tai rakentaa valli tarvittavilta osin täysin uudesta puhtaasta materiaalista.

## D3\_4 Kustannusarviot ympäristönsuojaurakenteille

Kivääriradan rakenteiden kustannusarviot on laskettu kivääriradan taustavallille, mutta samaa suojausrakennetta voidaan käyttää myös pistooliratojen taustavalleissa.

Kivääriradan rakenteiden mitoituksessa ja kustannusarviossa on käytetty seuraavia lähtötietoja:

- Taustavallin pituus 50 m, korkeus 6 m, syvyys 16 m, valliharja 2 m
- Vallikulma 40°
- Työskentelytaso taustavallin edustalla, leveys 4 m, pituus 50 m.

### D3\_4.1 Kustannusarvio kivääriradan uuden taustavallin rakenteelle

Suuntaa antava kustannusarvio uuden vallin rakenteelle on 140 000 € (0 % alv).

Rakenteen kustannukset muodostuvat seuraavasti:

- Materiaali- ja työkustannukset: 40 000 € (0 % alv)
- Vallin pohjatyöt (300 m<sup>2</sup>)
- Vallin asfaltointityöt (300 m<sup>2</sup>)
- Asfalttinen työskentelytaso vallin edustalle (200 m<sup>2</sup>)
- Vallin kaltevan etureunan rakentaminen
- Taustavallin salaojarakenne
- Vallin muotoilu
- Kitkamaa (3300 m<sup>3</sup>): 100 000 € (0 % alv).

Taustavalliin voidaan asentaa lisäksi mineraalinen pystyeristeseinä (75 m<sup>3</sup>) (esim. Lemground-maabentonista), jonka kustannus on 50 000 € (0 % alv).

### D3\_4.2 Kustannusarvio kivääriradan olemassa olevan taustavallin rakenteelle

Asfalttirakenteen mitoituksessa ja kustannusarviossa on käytetty seuraavia lähtötietoja:

- Asfalttipäällysteen kulma 14° (1:4)
- Rakenne A: Asfalttipäällyste ulotetaan vallin keskelle (kuva 3)
- Rakenne B: Asfalttipäällyste ulotetaan 5 m vallin sisään.

Suuntaa antava kustannusarvio rakenteelle A on 40 000 € (0 % alv) ja rakenteelle B 35 000 € (0 % alv). Kustannusarvio sisältää seuraavat materiaali- ja työkustannukset:

- Vallin pohjatyöt (rakenne A, 400 m<sup>2</sup>, rakenne B, 250 m<sup>2</sup>)
- Vallin asfaltointityöt (rakenne A, 400 m<sup>2</sup>, rakenne B, 250 m<sup>2</sup>)
- Asfalttinen työskentelytaso vallin edustalle (200 m<sup>2</sup>)
- Vallin kaltevan etureunan rakentaminen
- Taustavallin salaojarakenne
- Vallin kaivu ja muotoilu.

Jos kohteeseen tehdään täysin uusi taustavalli, niin em. kustannusten lisäksi kitkaan kustannus tilavuudeltaan 3300 m<sup>3</sup>:n vallille on noin 100 000 € (0 % alv).

Olemassa olevassa kohteessa kustannuksia voi muodostua pilaantuneen maan aineksen käsittelystä ja/tai sen tilalle tuotavasta puhtaasta kitkamaasta, joita ei ole huomioitu tässä kustannusarviossa.

## Liite D4. Luotiaseradan vesien käsittely kosteikolla

### D4\_1 Johdanto

Tässä mallisuunnitelmassa esitetään kosteikon toimintaperiaatteet luotiaseradan vesien käsittelyssä.

### D4\_2 Kosteikko luotiaseradalla

Luotiaseradan eroosioainesta ja valumavesien mukana kulkeutuvia ravinteita ja haitta-aineita voidaan pyrkiä poistamaan erilaisissa kosteikoissa. Kosteikko on myös monimuotoinen luonnon elinympäristö. Suositeltava kosteikon pinta-ala on noin 2–4 % valuma-alueesta.

Kosteikossa veden puhdistumiseen liittyvät prosessit tapahtuvat virtaavassa vedessä sinä aikana kun vesi viiptyy kosteikossa. Mahdollisimman pitkä viipymä parantaa aineiden pidättymistä ja taas äkilliset olosuhteiden muutokset, kuten tulva tai hapettomuus voi aiheuttaa kosteikkoon jääneiden aineiden liikkeelle lähtöä. Aineiden kierto vedessä on kosteikoille hyvin ominaista vaihtelevissa hydrologisissa olosuhteissa. Pysyvää kokonaisuhyötyä kosteikoissa voidaan saavuttaa luomalla sekä pidättäviä olosuhteita että toisaalta estämällä olosuhteita, joissa aineet lähtevät kosteikosta uudestaan liikkeelle.

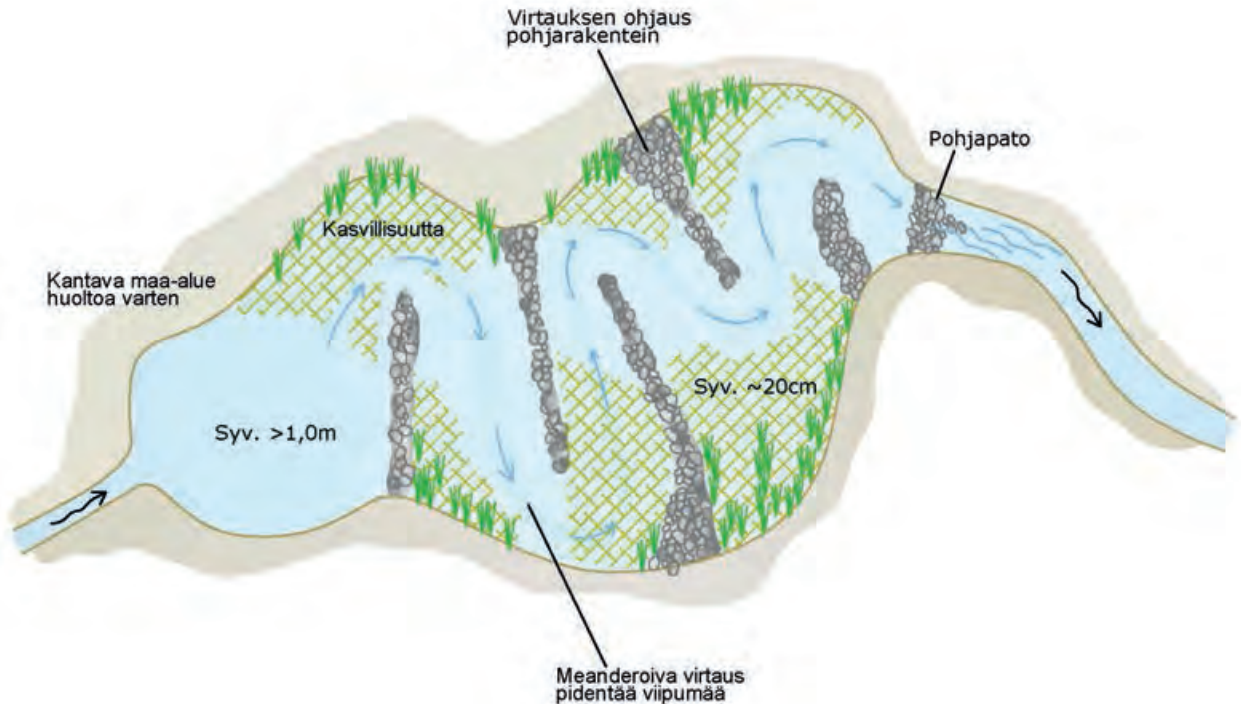
Metallien on todettu liikkuvan pääosin sitoutuneena mineraaliseen hienoainekseen ja orgaaniseen ainekseen. Kosteikossa valumaveden virtaus hidastuu ja veden mukana kulkeutuva hienoaines sekä siihen sitoutuneet metallit sedimentoituvat pohjalle ja osin tarttuvat kosteikon kasvillisuuteen. Mineraalisen hienoaineksen laskeuttaminen onnistuu helpommin, mutta orgaanisen aineksen laskeuttaminen on vaikeampaa ja vaatii pitkän viipymän.

Kosteikolla viipymää voidaan kasvattaa pinta-alaa ja vesitilavuutta kasvattamalla, virtauksen ohjauksella meandroivaksi eli mutkitteluksi esimerkiksi poikittaisiin patovalleihin sekä kasvillisuuden määrää ja laatua säätelemällä.

### D4\_3 Kosteikon toimintaperiaate

Toimivan kosteikon periaatekuva on esitetty kuvassa 1. Kosteikkoon varataan sen alkuosaan syvemmän veden (> 1,0 m) alue, jossa pysyy vettä ympäri vuoden, myös kuivina kausina. Syvemmän veden alueelle laskeutuu enin osa kiintoaineesta. Syvemmän kosteikkoalueen kohdalle rantaan on hyvä jättää huoltoväylä, jotta kosteikon kevyet kunnossapitoruoppaukset on helppo ja edullinen toteuttaa tarvittaessa.

Syvännealueen jälkeisen varsinaisen kosteikon vesisyvyys on vaihteleva, mutta kuitenkin pääosin alle 0,5 m. Vesisyvyys voi olla kuivimpaan kesäaikaan jopa lähellä nollaa. Kosteikkoalueelle muotoillaan pohjakynnyksiä, joilla vesi pakotetaan kulkemaan meandroivassa uomassa, jolloin viipymä muodostuu mahdollisimman pitkäksi. Vesi- ja kosteikkokasvillisuutta muodostuu kosteikkoon usein luontaisesti, mutta tarvittaessa haluttua kasvillisuutta voidaan myös tuoda alueelle. Kasvillisuus sitoo juurillaan kosteikon löyhää pohjaa ja osaltaan hidastaa virtausta ja suodattaa vedestä kiintoainesta. Mitä runsaampi ja monimuotoisempi kasvillisuus on, sen tehokkaammin kosteikko toimii.



Kuva 1. Toimivan kosteikon periaatekuva. Kosteikon alkuosassa on syvemmän veden alue, johon kiintoaines pääosin laskeutuu. Kosteikkoon muodostuvat oikovirtaukset estetään rakentamalla kosteikkoon pohjakynnyksiä. Pohjakynnykset jäävät yliveden aikaan veden pinnan alle. Kosteikkokasvillisuuden annetaan joko muodostua itsestään tai kasvillisuuden muodostumista voidaan vauhdittaa istutuksin.

#### D4\_4 Kosteikon toteuttaminen

Kosteikko soveltuu ensisijassa mineraalisen kiintoaineksen ja siihen sitoutuneiden haitta-aineiden pidättämiseen, mutta riittävän pitkällä viipymällä voidaan pidättää jossain määrin myös orgaanista ainesta.

Kosteikon toteuttaminen edellyttää kosteikolle sopivaa vapaata maa-aluetta. Parhaat paikat kosteikon perustamiselle ovat luontaisesti tulva-aikaan vettyviä alueita. Kosteikko on mahdollista toteuttaa joko patoamalla tai kaivamalla. Patoamalla kosteikko voidaan toteuttaa luontaiseen ojan painanteeseen ja toteutustapa on kaivamista edullisempi ja luonnonmukaisempi.

Kosteikon toteuttamiseksi tarvitaan asiantuntijan laatima kohdekohtainen suunnitelma. Suunnitelmaa varten toteutetaan maastossa korkeustason vaaitukset. Suunnitelmassa määritetään kosteikon valuma-alue (optimaalisesti vain ampumarata-alue), jonka avulla lasketaan tarvittava kosteikkoala ja mitoitusvirtaamat. Lisäksi suunnitelmassa kuvataan kosteikon toteutustapa ja tarvittavat materiaalit. Hyvin laaditun suunnitelman ohjeiden mukaisesti kosteikko voidaan jopa toteuttaa kaivinkoneella ja talkootyönä.

Kosteikon rakentamisen luvanvaraisuus riippuu kohteesta ja toteutustavasta. Vesilaki asettaa joitakin rajoitteita kosteikkojen toteuttamisen näkökulmasta. Maanomistaja voi tehdä omalle maalleen kosteikon kaivamalla, patoamalla tai pengertämällä sekä varastoida vettä ojaan tai puroon ilman vesilain mukaista lupaa, mikäli vaikutukset rajoittuvat vain hänen alueelleen. Mikäli padon tekeminen ja veden varastointi uomassa vaikuttavat naapureiden alueella, tarvitaan myös heidän suostumuksensa.

Padottaessa kosteikko puroon, joka lasketaan vesistöksi, on vesilain mukaan padon yhteyteen toteutettava turvattu kalan kulkureitti. Vesistöjen luonnontilaisuuden säilymiseen liittyen on myös joitain rajoitteita. Isoissa kohteissa on huomioitava patoturvallisuuslaki ja maisemaa merkittävästi muuttavissa kohteissa tarvitaan maisematyöluja (maankäyttö- ja rakennuslaki, 128 §).

## **D4\_5 Kosteikon huolto ja ylläpito**

Kosteikon huoltotarve riippuu oleellisesti kosteikkoon kertyvän kiintoaineksen määrästä. Mitä enemmän kiintoainesta kertyy, sen useammin kosteikkoa on tarpeen tyhjentää. Peruseriaatteena on hyvä pitää sitä, että kosteikon alkuosan lietekuoppaa tyhjenetään kaivamalla säännöllisesti, esim. 2–5 vuoden välein ja varsinaisen kosteikkoalueen annetaan olla koskemattomana. Noin 10 vuoden välein voi olla tarpeen ruopata kosteikkoa laajemminkin. Laajemmankin ruoppauksen yhteydessä on hyvä jättää koskemattomaksi kosteikon purkupadon läheinen alue ja lisäksi jättää ”emokasveja” kosteikkoon, jotta kasvillisuus palautuisi mahdollisimman nopeasti.

## **D4\_6 Kustannukset**

Kosteikon kustannukset vesienkäsittelymenetelmänä muodostuvat suunnitelman laadinnasta, toteutuksesta ja toisaalta huollosta.

- suunnitelman laadinta, n. 5–10 t€
- konetyö, 10–200 tuntia (1 000–30 000 €)
- tarvikkeet (suodatinmateriaalit, kivet) 1–25 t€
- lietteen / massojen käsittely 0–10 t€
- huoltotyöt 1 000–2 000 €/v.

## Liite D5. Luotiaseradatan vesien puhdistus adsorptiotekniikalla

### D5\_1 Johdanto

Tässä mallisuunnitelmassa kuvataan luotiaseradalta postuvan veden metallinpoistokäsittely, joka perustuu veden suodattamiseen adsorptioaineen läpi.

### D5\_2 Tekniikan periaate

Ampumarata-alueelta salaojituksen kautta tuleva valumavesi voidaan ohjata kulkemaan adsorptiosuodattimen läpi. Kun vesi virtaa halutulla nopeudella suodattimeen asennetun adsorptioaineen läpi, vesiliukoiset metallit jäävät siihen tiukasti kiinni. Puhdistettu vesi ohjataan edelleen esim. ojaan tai imeytetään maahan.

### D5\_3 Suodatuskaivon rakenne

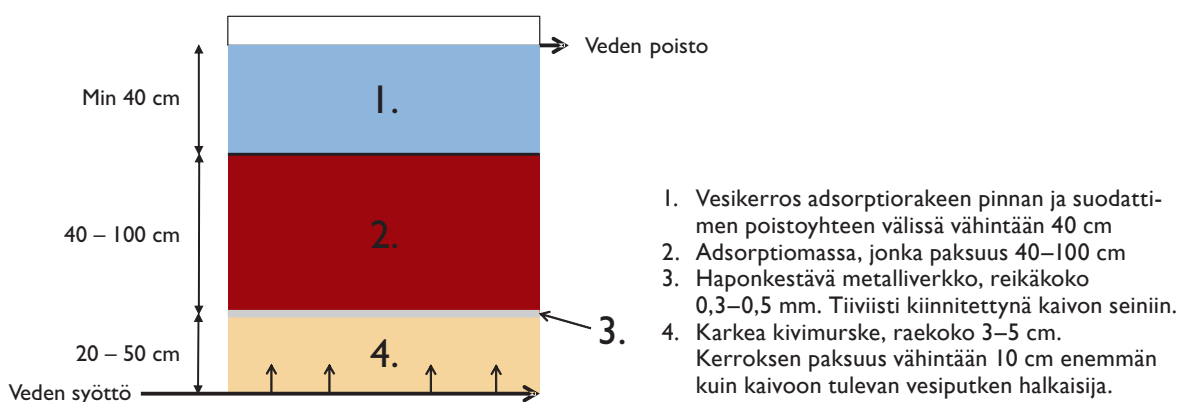
Suodatuskaivon suunnittelua varten täytyy ensin arvioida vesieristetyltä alueelta tuleva maksimi vesivirtaama  $\text{m}^3/\text{h}$ , jolle suodatuskaivo suunnitellaan. Suodatuskaivon johdettavan veden tulee sisältää mahdollisimman vähän kiintoainetta, koska kiintoaine voi tukkia suodatinta ja lyhentää sen käyttöikää merkittävästi. Siksi salaojaputket on hyvä suojata suodatuskankaalla, salaojasoralla ja vähintään 30 cm hiekkakerroksella.

Suodatuskaivossa olevan adsorptioaineen ja siihen virtaavan veden kontaktiaika tulee olla vähintään 5 min. Kontaktiaika voi olla myös pidempi. Jos suodatin mitoitetaan esim. veden maksimivirtaukselle  $0,5 \text{ m}^3/\text{min}$ , adsorptioaineen minimimäärä suodatuskaivossa on  $2,5 \text{ m}^3$  (~3,0t). Veden virtaussuunnan suodatuskaivossa tulee olla alhaalta ylös. Tällöin saadaan tasaisempi veden virtaus ja parempi puhdistustulos metallien poistossa.

Suodatuskaivon pinta-alan tulee olla riittävän suuri halutulle vesivirtaamalle. Adsorptioaineen maksimivedenläpäisevyys on  $0,5 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{min}$ . Maksimivirtaukselle  $0,5 \text{ m}^3/\text{min}$  mitoitetun kaivon pinta-ala tulee siis olla vähintään  $1 \text{ m}^2$ .

Adsorptioaineen kerroksen paksuus suodattimessa tulee olla vähintään 0,4 m ja korkeintaan 1,0 m. Liian ohut adsorptioaineen kerros voi huonontaa vedenpuhdistuksen tehokkuutta ja liian paksu kerros voi huonontaa suodatuskaivon vedenläpäisykykyä.

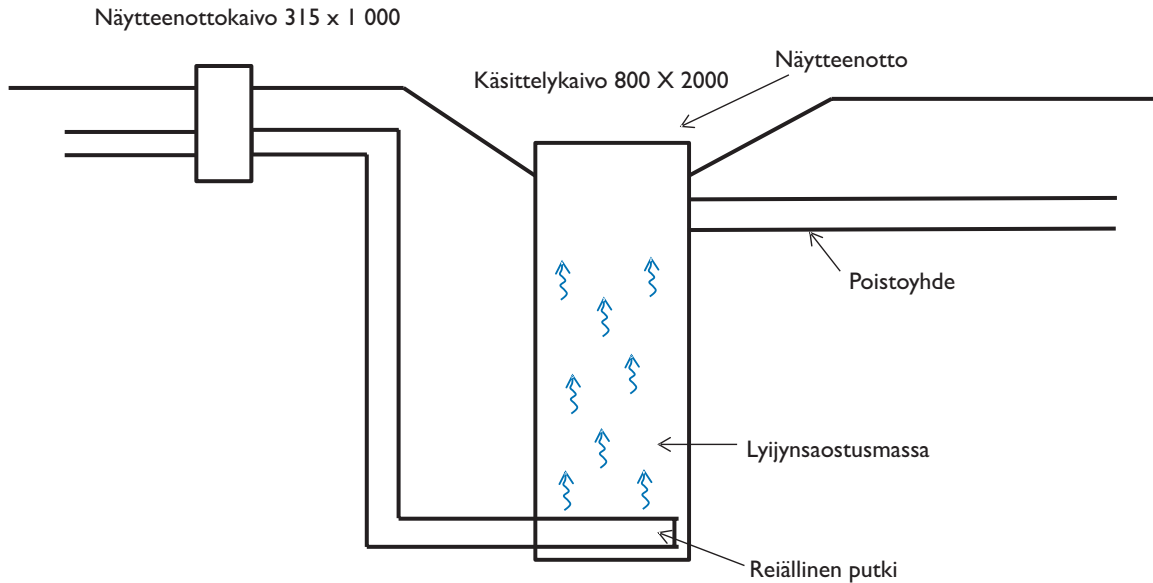
Veden tulo kaivoon pitää suunnitella siten, että vesi pääsee vapaasti kaivon pohjalle koko pinta-alalle. Esim. alla olevan kuvan tyyppinen rakenne:





Vesi ohjataan suodatuskaivoon salaojaputkistosta painovoimaisesti, joten suodatuskaivon tulee olla matalammalla kuin salaojaputkisto. Kaivo tulee asentaa siten, että kaivon poistoyhde on vähintään 1 m matalammalla kuin salaojaputkisto. Tällöin saavutetaan noin 0,1 bar hydraulinen paine.

Suodatuskaivon materiaali voi olla betoni, muovi tai metalli. Kaivon rakenteiden ja läpiviennin tulee olla vesitiiviitä. Alla on esitetty suuntaa antava poikkileikkaukskuva suodatuskaivosta, jonka pinta-ala on 0,5 m<sup>2</sup>. Maksimissaan 100 cm kerrospaksuudella tällaiseen kaivoon voidaan asentaa korkeintaan 1 m<sup>3</sup> adsorptiomassaa, jolloin voidaan suunnitella maksimivesivirtaus 200 l/min.



Kaikki liitokset ja läpiviennit vesitiiviitä

Sekä kaivoon tulevalle että siitä lähtevälle vedelle kannattaa suunnitella näytteenottopaikat veden laadun tarkkailua varten. Yllä olevassa kuvassa on esitetty tulevan veden näytteenottokaivo, joka voi olla esim. tavallinen salaojakaivo. Lähtevän veden näytteenotto on yllä olevassa kuvassa suodatuskaivosta. Suodatuskaivossa tulee olla kansi, joka estää roskien pääsyn kaivoon.

#### D5\_4 Adsorptiomassan ominaisuudet ja hävittäminen

Metallien poistoon soveltuu rautaa sisältävä ferrihydroksidi-rae. Aineen raekoko on 1–2 mm ja tiheys 1,2 kg/l. Aineen pH on noin 6–7. Adsorptioaine ei ole haitallista. Uuden rakeen täytön yhteydessä esiintyy jonkin verran pölyämistä.

Käytetty rae, joka ei enää poista metalleja, voidaan poistaa suodattimesta esim. imuautolla. Käytetty rae tulee tutkia kaatopaikkakelpoisuustutkimuksella ja tämän perusteella voidaan päättää loppusijoitukseen soveltuva kaatopaikka.

Adsorptioaine pystyy sitomaan metalleja yhteensä noin 2–5 g/kg ennen kuin se pitää vaihtaa uuteen. Liitteenä 1 on esitetty erään mahdollisen adsorptioaineen (Kemira CFH 12) tuote-esite.

## D5\_5 Luotiaseradän vesienpuhdistus

Luotiaseradalla pinta-ala, jolta vedet kerätään, on useimmiten taustavallin ala eli noin 1 000–3 000 m<sup>2</sup>. Luotiaseradalla kaivo kannattaa mitoittaa rankkasateelle, koska vettä ei voi merkittävästi kerätä melko pieneen salaojajärjestelmään. Jos oletetaan, että alue on 2 000 m<sup>2</sup> ja suunnittelussa on käytetty sadevesimääränä 7 mm/h (=rankkasade), niin kaivoon tuleva vesimäärä on maksimissaan 14 m<sup>3</sup>/h = 0,23 m<sup>3</sup>/min. Tässä tapauksessa kaivossa olevan adsorptioaineen määrä tulee olla vähintään 1,2 m<sup>3</sup> (~1,5 t), että saavutetaan tarvittava vähintään 5 min kontaktiaika.

Suodatuskaivo kannattaa mitoittaa siten, että tarvittaessa adsorptiorakeen määrä ja kontaktiaika voidaan kaksinkertaistaa.

Kaivon rakenne suunnitellaan kohdan 3 mukaisesti.

# kemira

## CFH 12

### Käyttötarkoitus

Kemira CFH 12 tuote soveltuu hyvin arseenin ja useiden metallien poistamiseen vesiliuoksista. Tuote soveltuu lisäksi fosforin poistoon. Tuotetta voidaan käyttää säiliöissä, altaissa ja maasuodattimissa. Tuotteen toiminta perustuu erilaisten vesiliukoisten epäpuhtauksien adsorboitumiseen ferrihydroksidirakeisiin.

### Kemialliset ja fysikaaliset tiedot

Ulkonäkö rakeinen, ruskea tai punaruskea

|                           |           | Tyypillinen arvo |   |            |
|---------------------------|-----------|------------------|---|------------|
| Rauta (Fe <sup>3+</sup> ) | 39 - 48   | 44               | % | (EN 12902) |
| Vesiliukoinen aines       | 3,0 - 6,0 | 4,5              | % |            |
| Kosteus                   | 13 - 19   | 16               | % |            |

### Epäpuhtaudet: Pitoisuus tuotteessa

|               | Max.   | Tyypillinen arvo |       |
|---------------|--------|------------------|-------|
| Arseeni (As)  | < 1    |                  | mg/kg |
| Kadmium (Cd)  | < 1    |                  | mg/kg |
| Kromi (Cr)    | < 25   | 10               | mg/kg |
| Kupari (Cu)   | < 20   | 5                | mg/kg |
| Mangaani (Mn) | < 2500 | 1000             | mg/kg |
| Nikkeli (Ni)  | < 200  | 140              | mg/kg |
| Lyijy (Pb)    | < 20   | 3                | mg/kg |

### Tyypillinen seula-analyysi

|                 |             |      |      |
|-----------------|-------------|------|------|
| D <sub>50</sub> | 1,4         |      | mm   |
| 98 %            | < 2,0       |      | mm   |
| Irtotiheys      | 1,10 - 1,30 | 1,20 | kg/m |

### Asennus

Kemira CFH 12 tulee sijoittaa suodattimeen tukimateriaalin päälle. Tukimateriaaliksi soveltuu esimerkiksi hiekka tai riittävän hienojakoinen kivimurske. Kemira CFH 12 lisätään suodattimeen ja suodatinta täytetään vedellä. Suodatinta huuhdellaan vedellä vastavirtaan noin 20-kertaisella vesimäärällä asennetun Kemira CFH 12 tuotteen tilavuuteen verrattuna. Vastavirtahuuhtelussa poistetaan adsorbentista pöly ja suurin osa veteen liukevasta aineesta. Huuhteluvesi tulee pumpata viemäriin.

## Liite E. Mallisuunnitelmat haulikkoradoille

### Liite EI. Haulikkoradan vesien puhdistus adsorptiotekniikalla

#### EI\_1 Johdanto

Tässä mallisuunnitelmassa kuvataan haulikkoradalta valuvan veden metallinpoistokäsittely, joka perustuu veden suodattamiseen adsorptioaineen läpi.

#### EI\_2 Tekniikan periaate

Ampumarata-alueelta salaojituksen kautta tuleva valumavesi voidaan ohjata kulkemaan adsorptiosuodattimen läpi. Kun vesi virtaa halutulla nopeudella suodattimeen asennetun adsorptioaineen läpi, vesiliukoiset metallit jäävät siihen tiukasti kiinni. Puhdistettu vesi ohjataan edelleen esim. ojaan tai imeytetään maahan.

#### EI\_3 Suodatuskaivon rakenne

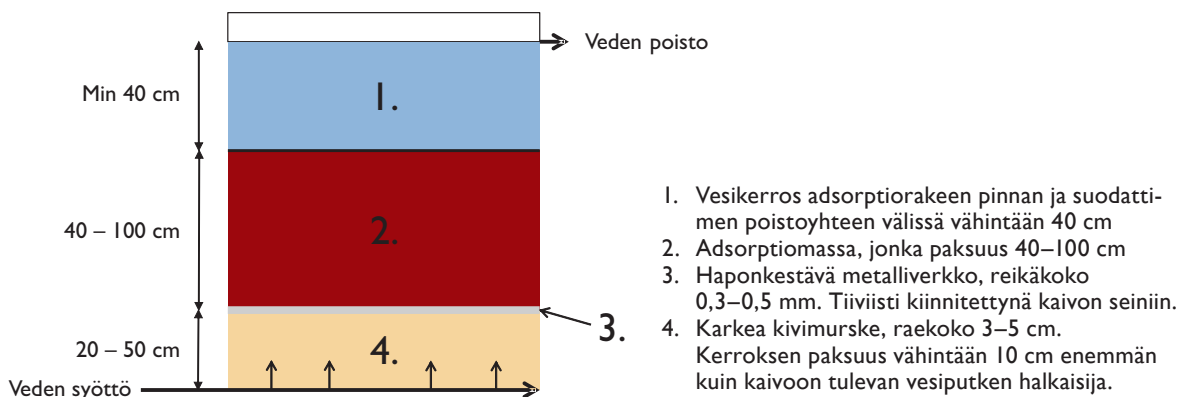
Suodatuskaivon suunnittelua varten täytyy ensin arvioida vesieristetyltä alueelta tuleva maksimi vesivirtaama  $\text{m}^3/\text{h}$ , jolle suodatuskaivo suunnitellaan. Suodatuskaivon johdettavan veden tulee sisältää mahdollisimman vähän kiintoainetta, koska kiintoaine voi tukkia suodatinta ja lyhentää sen käyttöikää merkittävästi. Siksi salaojaputket on hyvä suojata suodatuskankaalla, salaojasoralla ja vähintään 30 cm hiekkakerroksella.

Suodatuskaivossa olevan adsorptioaineen ja siihen virtaavan veden kontaktiaika tulee olla vähintään 5 min. Kontaktiaika voi olla myös pidempi. Jos suodatin mitoitetaan esim. veden maksimivirtaukselle  $0,5 \text{ m}^3/\text{min}$ , adsorptioaineen minimimäärä suodatuskaivossa on  $2,5 \text{ m}^3$  (~3,0t). Veden virtaussuunnan suodatuskaivossa tulee olla alhaalta ylös. Tällöin saadaan tasaisempi veden virtaus ja parempi puhdistustulos metallien poistossa.

Suodatuskaivon pinta-alan tulee olla riittävän suuri halutulle vesivirtaamalle. Adsorptioaineen maksimivedenläpäisevyys on  $0,5 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{min}$ . Maksimivirtaukselle  $0,5 \text{ m}^3/\text{min}$  mitoitettun kaivon pinta-ala tulee siis olla vähintään  $1 \text{ m}^2$ .

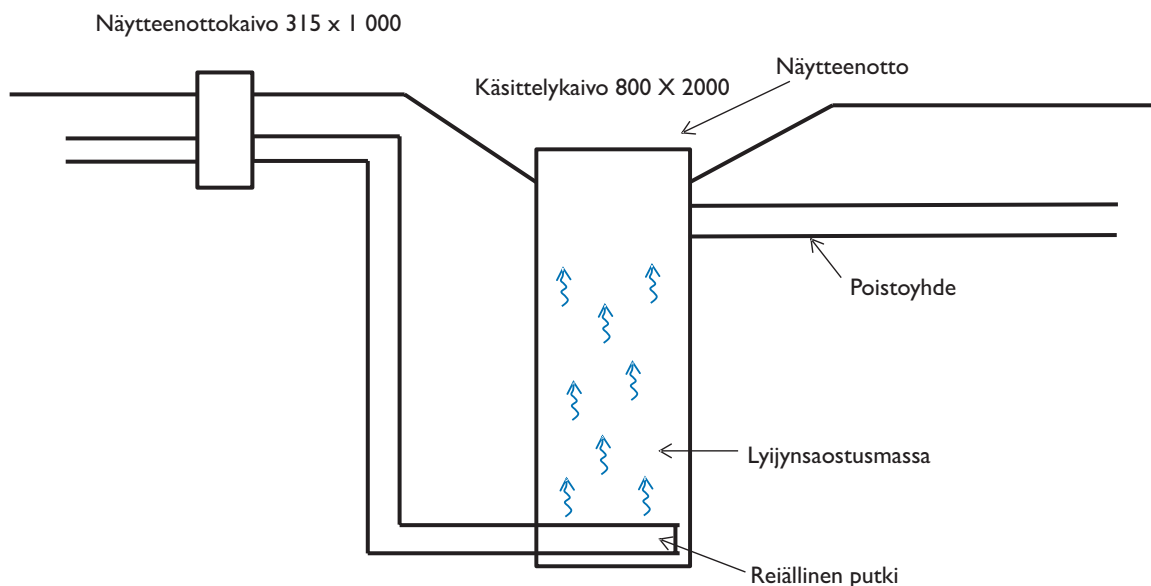
Adsorptioaineen kerroksen paksuus suodattimessa tulee olla vähintään 0,4 m ja korkeintaan 1,0 m. Liian ohut adsorptioaineen kerros voi huonontaa vedenpuhdistuksen tehokkuutta ja liian paksu kerros voi huonontaa suodatuskaivon vedenläpäisykykyä.

Veden tulo kaivoon pitää suunnitella siten, että vesi pääsee vapaasti kaivon pohjalle koko pinta-alalle. Esim. alla olevan kuvan tyyppinen rakenne:



Vesi ohjataan suodatuskaivoon salaojaputkistosta painovoimaisesti, joten suodatuskaivon tulee olla matalammalla kuin salaojaputkisto. Kaivo tulee asentaa siten, että kaivon poistoyhde on vähintään 1 m matalammalla kuin salaojaputkisto. Tällöin saavutetaan noin 0,1 bar hydraulinen paine.

Suodatuskaivon materiaali voi olla betoni, muovi tai metalli. Kaivon rakenteiden ja läpiviennin tulee olla vesitiiviitä. Alla on esitetty suuntaa antava poikkileikkauskuvaa suodatuskaivosta, jonka pinta-ala on 0,5 m<sup>2</sup>. Maksimissaan 100 cm kerrospaksuudella tällaiseen kaivoon voidaan asentaa korkeintaan 1 m<sup>3</sup> adsorptiomassaa, jolloin voidaan suunnitella maksimivesivirtaus 200 l/min.



Kaikki liitokset ja läpiviennit vesitiiviitä

Sekä kaivoon tulevalle että siitä lähtevälle vedelle kannattaa suunnitella näytteenottoaikat veden laadun tarkkailua varten. Yllä olevassa kuvassa on esitetty tulevan veden näytteenotto-kaivo, joka voi olla esim. tavallinen salaojakaivo. Lähtevän veden näytteenotto on yllä olevassa kuvassa suodatuskaivosta. Suodatuskaivossa tulee olla kansi, joka estää roskien pääsyn kaivoon.

#### EI\_4 Adsorptiomassan ominaisuudet ja hävittäminen

Metallien poistoon soveltuu rautaa sisältävä ferrihydroksidi-rae. Aineen raekoko on 1–2 mm ja tiheys 1,2 kg/l. Aineen pH on noin 6–7. Adsorptioaine ei ole haitallista. Uuden rakeen täytön yhteydessä esiintyy jonkin verran pölyämistä.

Käytetty rae, joka ei enää poista metalleja, voidaan poistaa suodattimesta esim. imuautolla. Käytetty rae tulee tutkia kaatopaikkakelpoisuustutkimuksella ja tämän perusteella voidaan päättää loppusijoitukseen soveltuva kaatopaikka.

Adsorptioaine pystyy sitomaan metalleja yhteensä noin 2–5 g/kg ennen kuin se pitää vaihtaa uuteen. Liitteenä 1 on esitetty erään soveltuvan adsorptioaineen (Kemira CFH 12) tuote-esite.

## EI\_5 Haulikkoradan vesienpuhdistus

Haulikkoradalla täytyy usein suojata ja salaojittaa jopa 10 000–30 000 m<sup>2</sup> pinta-ala. Tällöin alueelta suodatuskaivoon tuleva vesimäärä on sateiden aikana suuri. Jos oletetaan, että alue on 30 000 m<sup>2</sup> ja suunnittelussa on käytetty sadevesimääränä 3 mm/h, niin kaivoon tuleva vesimäärä on maksimissaan 90 m<sup>3</sup>/h = 1,5 m<sup>3</sup>/min. 3 mm/h vesimäärä ei ole kovin voimakas sade, mutta vettä voidaan mahdollisesti kerätä laajaan salaojajärjestelmään kovien sateiden aikana. Laajoilla haulikkorata-alueilla rankkasateiden aiheuttamaa suurta vesimäärää voidaan tasata rakentamalla useampi kaivo eri puolille aluetta.

Tässä tapauksessa kaivossa olevan adsorptioaineen määrä tulee olla vähintään 7,5 m<sup>3</sup> (9,0 t), että saavutetaan tarvittava vähintään 5 min kontaktaika.

Kaivon rakenne suunnitellaan kohdan 3 mukaisesti.



# kemira

## CFH 12

### Käyttötarkoitus

Kemira CFH 12 tuote soveltuu hyvin arseenin ja useiden metallien poistamiseen vesiliuoksista. Tuote soveltuu lisäksi fosforin poistoon. Tuotetta voidaan käyttää säiliöissä, altaissa ja maasuodattimissa. Tuotteen toiminta perustuu erilaisten vesiliukoisten epäpuhtauksien adsorboitumiseen ferrihydroksidirakeisiin.

### Kemialliset ja fysikaaliset tiedot

Ulkonäkö rakeinen, ruskea tai punaruskea

|                           |           | Tyypillinen arvo |   |            |
|---------------------------|-----------|------------------|---|------------|
| Rauta (Fe <sup>3+</sup> ) | 39 - 48   | 44               | % | (EN 12902) |
| Vesiliukoinen aines       | 3,0 - 6,0 | 4,5              | % |            |
| Kosteus                   | 13 - 19   | 16               | % |            |

### Epäpuhtaudet: Pitoisuus tuotteessa

|               | Max.   | Tyypillinen arvo |       |
|---------------|--------|------------------|-------|
| Arseeni (As)  | < 1    |                  | mg/kg |
| Kadmium (Cd)  | < 1    |                  | mg/kg |
| Kromi (Cr)    | < 25   | 10               | mg/kg |
| Kupari (Cu)   | < 20   | 5                | mg/kg |
| Mangaani (Mn) | < 2500 | 1000             | mg/kg |
| Nikkeli (Ni)  | < 200  | 140              | mg/kg |
| Lyijy (Pb)    | < 20   | 3                | mg/kg |

### Tyypillinen seula-analyysi

|                 |             |      |      |
|-----------------|-------------|------|------|
| D <sub>50</sub> | 1,4         |      | mm   |
| 98 %            | < 2,0       |      | mm   |
| Irtotiheys      | 1,10 - 1,30 | 1,20 | kg/m |

### Asennus

Kemira CFH 12 tulee sijoittaa suodattimeen tukimateriaalin päälle. Tukimateriaaliksi soveltuu esimerkiksi hiekka tai riittävän hienojakoinen kivimurske. Kemira CFH 12 lisätään suodattimeen ja suodatinta täytetään vedellä. Suodatinta huuhdellaan vedellä vastavirtaan noin 20-kertaisella vesimäärällä asennetun Kemira CFH 12 tuotteen tilavuuteen verrattuna. Vastavirtahuuhtelussa poistetaan adsorbentista pöly ja suurin osa veteen liukevasta aineesta. Huuhteluvesi tulee pumpata viemäriin.

## Liite E2. Haulien lentoradan rajoittaminen

### Johdanto

Tässä mallityöselityksessä on kuvattu haulikkoradan taustavallin rakentaminen. Tämän mallisuunnitelman pohjalta voidaan laatia kohdekohtaiset suunnitelmat erilaisille radoille sekä kilpailuttaa urakat. Oletusratana on käytetty tasaisella, kantavalla maaperällä sijaitsevaa haulikkorataa, jossa sijaitsevat sekä skeet- että trap-rata. Mallityöselityksen päämääränä on ollut saavuttaa taustavalliratkaisu, jolla saadaan pysäytettyä suurin osa (90–95 %) haulaista.

Mallityöselityksessä on kuvattu työ mahdollisimman tarkasti, ottaen huomioon että mallin tulee soveltua hyvin erikokoisille kohteille. Mallityöselostus on laadittu siten, että sitä voidaan käyttää tarjouspyyntöasiakirjojen työselitysrunkona suurissakin taustavalliurakoissa. Pienissä urakoissa mallista voidaan jättää tarpeettomia osioita ja väliotsikoita pois. Asiat, jotka ovat kohdekohtaisessa työselityksessä tarpeellisia, mutta joita ei ole ollut mahdollista kirjoittaa yksityiskohtaisesti on mainittu *kursiivilla*, samoin kuin asiat, jotka tulee huomioida kohdekohtaisten suunnitelmien perusteella tarvittaessa.

Taustavallin ja vallin päälle mahdollisesti suunniteltavan erillisen korotusrakenteen kokonaiskorkeus tulee määrittää kohdekohtaisissa suunnitelmissa. Mikäli alueella sijaitsee luonnonrinne, jota voidaan hyödyntää, voi rakennettavan taustavallirakenteen korkeus poiketa merkittävästi mallisuunnitelmassa esitetystä. Taustavallin ja mahdollisen erillisen korotusrakenteen keskinäiset korkeussuhteet tulee huomioida kohdekohtaisesti ottaen huomioon mm. maamassojen saatavuus ja kuljetusetäisyydet. Myös melusuojausten tarve tulee huomioida vallin korkeudessa. Kohdekohtaisesti tulee tarkastella myös mm. maapohjan kantavuutta, riittävää maaperän ja pohjaveden suojaustasoa ja mahdollisia rakenteellisia suojausratkaisuja sekä rata-alueen vesienhallintaratkaisuja.

Skeet- ja trap-radoilla vallin sijainti ampumapaikkoihin nähden voi olla toisistaan poikkeava. Yleisesti voidaan todeta, että mitä lähempänä ampumapaikkoja vallirakenne on, sitä paremmin valli estää melun ja epäpuhtauksien leviämisen ympäristöön. Haulikkoammuntalajien säännöt ja luonne tuovat kuitenkin omat vaatimuksensa rakenteiden etäisyyksiin. Trap-radalla ampumapaikat on sijoitettu 15 metriä heitinhaudan taakse ja kiekon on päästävä lentämään vapaasti vähintään 76 metriä. Tällöin vallin alareunan vähimmäisetäisyydeksi ampujasta muodostuu 91 metriä. Skeet-radalla valli voi sijaita pääsääntöisesti huomattavasti lähempänä ampumapaikkoja kuin trap-radalla. Kiekon tulee voida lentää vapaasti kuitenkin noin 67 metriä, jotta heittimet saadaan kalibroituja. Varsinaisessa ampumatilanteessa kiekkojen lentoratoja voidaan rajoittaa mm. siirrettävillä verkoilla. Jos radalla ei järjestetä virallisia kilpailuja, voidaan näistä etäisyyksistä poiketa.

Haulien todennäköisiin lentoratoihin perustuvat vallirakenteiden korkeudet ja etäisyydet on esitetty piirustuksissa 01 ja 02.

Tiivisterakenteena käytettävän asfaltoinnin mallisuunnitelma on esitetty ulkona sijaitsevien ampumaratojen BAT-hankkeen raportin liitteenä, kuten tämäkin mallisuunnitelma. Asfaltointia ei käsitellä tässä mallisuunnitelmassa, paitsi yleisissä osioissa viitataan tarvittaessa tehtävään tiivisterakenteeseen.

## Sisällys

|              |  |     |
|--------------|--|-----|
| <b>E2_1</b>  | <b>YLEISET OHJEET</b> .....                              | 222 |
| E2_1.1       | Yleistä .....  | 222 |
| E2_1.2       | Työkohde .....   | 222 |
| E2_1.3       | Käytetty nimikkeistö .....                               | 222 |
| E2_1.4       | Hankkeen laajuus ja toteutusaikataulu .....              | 222 |
| E2_1.5       | Asiakirjat, luvat .....                                  | 223 |
| E2_1.6       | Katselmuksset .....                                      | 223 |
| E2_1.6.1     | Alku- ja loppukatselmuksset .....                        | 223 |
| E2_1.7       | Työmaakokoukset .....                                    | 224 |
| E2_1.8       | Työtulosten raportointi .....                            | 224 |
| E2_1.9       | Urakoitsijan suunnitelmat ja ennakkoraportit .....       | 224 |
| E2_1.9.1     | Varastot ja varastoalueet .....                          | 225 |
| E2_1.9.2     | Liikennejärjestelyt ja suojoitoimenpiteet .....          | 225 |
| E2_1.10      | Ympäristövaatimukset, työturvallisuus .....              | 225 |
| E2_1.11      | Työnaikaiset mittaukset .....                            | 226 |
| E2_1.11.1    | Suunnitelman maastoon merkitseminen .....                | 226 |
| E2_1.11.2    | Muut mittaukset .....                                    | 226 |
| E2_1.11.3    | Työmäärien mittaukset .....                              | 226 |
| E2_1.11.4    | Tarkepiirustukset .....                                  | 226 |
| E2_1.12      | Suoritusten ja lopputuotteen laadunvalvonta .....        | 227 |
| E2_1.12.1    | Urakoitsijan laadunvalvonta .....                        | 227 |
| E2_1.12.2    | Tilaajan valvonta .....                                  | 227 |
| E2_1.12.3    | Viranomaisten valvonta .....                             | 227 |
| E2_1.12.4    | Poistettavien materiaalien laadunvalvonta .....          | 227 |
| E2_1.12.5    | Valli- ja korotusrakenteen laadunvalvonta .....          | 228 |
| <b>10000</b> | <b>MAA-, POHJA- JA KALLIORAKENTEET</b> .....             | 228 |
| <b>11000</b> | <b>OLEVAT RAKENTEET JA RAKENNUSOSAT</b> .....            | 228 |
| <b>12000</b> | <b>PILAANTUNEET MAAT</b> .....                           | 228 |
| <b>12100</b> | <b>Poistettavat pilaantuneet maat ja rakenteet</b> ..... | 228 |
| <b>12200</b> | <b>Eristerakenteet</b> .....                             | 228 |
| <b>13000</b> | <b>PERUSTUSRAKENTEET</b> .....                           | 228 |
| <b>14000</b> | <b>POHJARAKENTEET</b> .....                              | 228 |
| <b>14100</b> | <b>Vahvistetut maarakenteet</b> .....                    | 228 |
| <b>14200</b> | <b>Suojaukset ja eristykset</b> .....                    | 228 |
| <b>14300</b> | <b>Kuivatusrakenteet</b> .....                           | 228 |
| <b>16000</b> | <b>MAALEIKKAUKSET JA -KAIVANNOT</b> .....                | 228 |
| <b>17000</b> | <b>KALLIOLEIKKAUKSET JA -KAIVANNOT</b> .....             | 228 |
| <b>18000</b> | <b>PENKEREET, MAAPADOT JA TÄYTÖT</b> .....               | 228 |
| <b>18100</b> | <b>Penkereet</b> .....                                   | 228 |
| <b>18110</b> | <b>Maapenkereet</b> .....                                | 228 |
| 18110.1      | Maapenkereen materiaalit .....                           | 228 |
| 18110.2      | Maapenkereen alusta .....                                | 228 |
| 18110.3      | Maapenkereen tekeminen .....                             | 228 |
| 18110.4      | Valmis maapenger .....                                   | 229 |
| 18110.5      | Maapenkereen kelpoisuuden osoittaminen .....             | 229 |
| <b>18120</b> | <b>Louhepenkereet</b> .....                              | 229 |
| <b>18130</b> | <b>Penkereet uusiomateriaalista</b> .....                | 229 |
| <b>18140</b> | <b>Kevennetyt penkereet</b> .....                        | 229 |
| <b>18300</b> | <b>Kaivantojen täytöt</b> .....                          | 229 |

|       |  |     |
|-------|--|-----|
| 20000 | <i>PÄÄLLYS- JA PINTARAKENTEET</i> .....                                | 229 |
| 21000 | <i>PÄÄLLYSRAKENTEEN OSAT JA RADAN ALUSRAKENNE-<br/>KERROKSET</i> ..... | 229 |
| 21100 | Suodatinrakenteet.....   | 229 |
| 21200 | Jakavat kerrokset, eristyskerrokset ja välikerrokset.....              | 229 |
| 21300 | Kantavat kerrokset.....  | 229 |
| 21400 | Päällysteet ja pintarakenteet.....                                     | 229 |
| 22000 | <i>REUNATUET, KOURUT, ASKELMAT JA EROOSIO-<br/>SUOJAUKSET</i> .....    | 229 |
| 22100 | Reunatuot, kourut, askelmat ja muurit.....                             | 229 |
| 22200 | Luisuverhoukset ja eroosiosuojaukset.....                              | 229 |
| 23000 | <i>KASVILLISUUSRAKENTEET</i> .....                                     | 229 |
| 30000 | <i>JÄRJESTELMÄT</i> .....  | 229 |
| 31000 | <i>VESIHUOLLON JÄRJESTELMÄT</i> .....                                  | 229 |
| 31100 | Jätevesiviemärit.....  | 229 |
| 31200 | Hulevesiviemärit.....  | 229 |
| 31300 | Vesijohdot.....  | 229 |
| 32000 | <i>TURVALLISUUSRAKENTEET JA OPASTUSJÄRJESTELMÄT</i> .....              | 229 |
| 32100 | Kaiteet, johteet ja törmäyssuojat.....                                 | 229 |
| 32200 | Aidat, puomit ja portit.....   | 229 |
| 40000 | <i>RAKENNUSTEKNISET RAKENNUSOSAT</i> .....                             | 230 |
| 41000 | <i>ERITTELEMÄTTÖMÄT RAKENNUSSTEKNISET<br/>RAKENNUSOSAT</i> .....       | 230 |
| 41100 | Betonirakenteet.....   | 230 |
| 41200 | Teräsrakenteet.....  | 230 |
| 44000 | <i>PERUSTUS JA TUKIRAKENTEET</i> .....                                 | 230 |
| 4419  | Muut perustusrakenteet.....  | 230 |
| 45000 | <i>YMPÄRISTÖRAKENTEET</i> .....  | 230 |
| 45100 | Suojaus- ja vaimennusrakenteet.....                                    | 230 |
| 46000 | <i>RAKENNELMAT JA KALUSTEET</i> .....                                  | 230 |
| 46100 | Suojat.....  | 230 |
| 46200 | Kalusteet ja varusteet.....  | 230 |

#### PIIRUSTUKSET

|   |  |          |
|---|--|----------|
| 1 | <i>Sijaintikartta</i>                    | 1:10 000 |
| 2 | <i>Urakka-alue</i>                       | 1:1 000  |
| 3 | Periaatepoikkileikkaukset, taustavalli   | 1:50     |
| 4 | Periaatepiirustus, rakenteiden sijainnit |          |

## E2\_I YLEISET OHJEET

### E2\_1.1 Yleistä

Tämä työselostus määrittelee kohteena olevan hankkeen teknisiä laatuvaatimuksia sekä ohjeita työtavoista sekä käytettävistä rakennustavaroista. Urakoitsijan ja tilaajan taloudelliset ja juridiset vastuut sekä osapuolten muut velvoitteet esitetään erillisessä urakkaohjelmassa.

Työselityksen liitteenä on luettelo niistä työsuoritteista ja -määristä, jotka sisältyvät urakkaan ja joiden osalta urakkahinta lasketaan yksikköhinnoin.

Urakoitsijan tulee perehtyä huolellisesti työkohteeseen ennen urakkatarjouksen antamista.

### E2\_1.2 Työkohde

*Tiedot kohteen sijainnista, laajuudesta ja omistuksesta.*

Kohteen sijainti on esitetty sijaintikartassa 1. Urakka-alue on esitetty piirustuksessa 2.

*Tiedot olemassa olevista rakenteista.*

Kohteeseen rakennetaan haulien lentorataa rajoittava taustavalli sekä korotusrakenne. Urakassa rakennetaan:

- ampumaradan taustavalli ja siihen liittyvä korotusrakenne
- tarvittaessa vesienhallintajärjestelmä
- tarvittaessa tiivisterakenne taustavallin sisään sekä vallin etualalle
- tarvittaessa pilaantuneen maa-aineksen kunnostus

*Tilaajan yhteystiedot.*

*Tarvittaessa suunnittelijan ja ympäristöviranomaisen yhteystiedot.*

### E2\_1.3 Käytetty nimikkeistö

Tässä työselityksessä on käytetty InfraRYL 2010 nimikkeistöä.

### E2\_1.4 Hankkeen laajuus ja toteutusaikataulu

Haulikkoradalle rakennetaan taustavalli maa-aineksesta sekä korotusrakenne metallisesta verkosta.

*Tarvittaessa taustavallin sisään sekä etualalle asennetaan tiivisterakenne. Tarvittaessa vallin alaosaan maanpinnan tasoon sekä vallin etualalle tiivisterakenteen alueelle rakennetaan vedenhallintajärjestelmä.*

*Urakan laajuus määritellään kohdekohtaisesti. Urakka-alue määritetään yleensä urakkarakjalla (karttapiirros). Urakkaan voi kuulua mm.*

- Työalueen suojaus
- Raivaus
- Rakentamisen aikainen kuivatus ja vesien johtaminen
- Vesienhallintajärjestelmän rakentaminen
- Maavallin rakentaminen
- Suojavallin korotusrakenteen ja sen perustusten rakentaminen
- Tiivisterakenteen rakentaminen vallin sisään ja etualalle

Urakoitsijan luovuttaessa urakan on tässä esitetyt työsuoritteet kokonaan tehty.

*Urakka-ajan alkamis- ja loppumispäivät.*

## E2\_1.5 Asiakirjat, luvat

Työssä on noudatettava voimassa olevia kansallisia ja EU:n säätelemiä lakeja, asetuksia ja muita virallisia säännöksiä, päätöksiä ja ohjeita sekä alaa koskevia normeja ja standardeja.

*Mikäli kohteesta on tarpeen poistaa pilaantunutta maa-ainesta, tulee tehdä ilmoitus pilaantuneen alueen puhdistamisesta alueen ELY-keskukseen. Pilaantuneen maan poistamisen valvontatyöhön tarvitaan ympäristötekniinen valvoja, joka mittaa poistettavan maa-aineksen pitoisuudet, ohjaa aineksen oikeaan sijoituspaikkaan ja laatii pilaantuneen maan kuljetuksia varten lainmukaisen siirtoasiakirjan jokaiselle poistettavalle maakuormalle kahtena kappaleena. Siirtoasiakirjoista toinen kappale jää kuorman vastaanottajalle ja toinen valvojalle.*

Urakassa ja työn suorittamisessa noudatettavia asiakirjoja ovat:

- Urakkaohjelma
- Tämä työselostus
- Suunnitelmapiiirustukset
- YSE 1998 (Rakennusurakan yleiset sopimusehdot)
- Kohteen ympäristölupa
- InfraRYL 2010, Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset 2010
- Maarakennustyömaan ympäristöopas, Ympäristöopas 31, Suomen ympäristökeskus 1997
- Materiaalitoimittajien ohjeet varastoinnista, käsittelystä ja asennuksesta
- *Tarvittaessa muut normit ja ohjeet (esim. Asfalttinormit, Betoninormit ...)*
- *Tarvittaessa ELY-keskuksen päätös pilaantuneen alueen puhdistamisesta kohteessa*
- *Tarvittaessa pilaantuneen maa-alueen tutkimuksen ja kunnostuksen työsuojeluopas, Ympäristöhallinnon ohjeita 7/2006 ja pilaantuneen maa-alueen kunnostuksen loppuraportti, Ympäristöopas 2010.*

Urakoitsijan tulee ennen rakennustyön alkua tehdä asianosaiselle työsuojeluviranomaiselle ja tilaajalle ennakkoilmoitus työmaasta, mikäli työ kestää kauemmin kuin kuukauden. Ennakkoilmoitus on oltava selvästi näkyvillä rakennustyömaalla ja se on pidettävä tarpeellisilta osin ajan tasalla.

## E2\_1.6 Katselmukset

### E2\_1.6.1 Alku- ja loppukatselmukset

Alku- ja loppukatselmus pidetään YSE98:n mukaisesti.

Ennen työn aloittamista pidetään **alkukatselmus**, jossa ovat läsnä tilaajan työn valvoja, urakoitsijan edustaja, tarvittaessa ympäristötekniinen valvoja, tarvittaessa suunnittelijan edustaja, paikallinen ympäristövalvonnan edustaja sekä ELY-keskuksen edustaja. Alkukatselmuksessa tarkennetaan tarvittaessa työtapoja ja selvitetään vaatimustasoa. Samassa yhteydessä voidaan järjestää myös **suunnitelmakatselmus**, jossa tarkistetaan suunnitelmien riittävyys ja lisäsuunnittelutarve käytettävien materiaalien tarkentumisen perusteella.

Työn **vastaanottotarkastus** pidetään työn tai käyttöön otettavan työvaiheen valmistuttua.

Jos katselmuksissa tai tarkastuksissa havaitaan puutteita, on ne korjattava ennen lopullista hyväksyntää.

*Tarvittaessa alku- ja loppu katselmusten lisäksi kohteessa pidetään muita katselmuksia ja tarkastuksia, kuten esimerkiksi korotusrakenteen perustusten tarkastus, vesienhallintajärjestelmän tarkastus, tiivisterakenteen tarkastus. Sopimusosapuolet voivat tarvittaessa pyytää katselmusta tarpeelliseksi katsomastaan asiasta.*



### **E2\_1.7 Työmaakokoukset**

Työmaalla järjestetään säännöllisesti työmaakokouksia. Kokouksista laaditaan pöytäkirjat.

### **E2\_1.8 Työtulosten raportointi**

Urakoitsija pitää YSE98:n mukaisesti työmaapäiväkirjaa, johon kirjataan kaikki työsuoritukseen liittyvät seikat. Tilaajan edustaja hyväksyy työsuoritukset allekirjoituksellaan. Työmaapäiväkirja ja päivittäiset mittaustulokset on oltava saatavilla työmaalla.

Eriyisesti huomiota on kiinnitettävä laadunvalvontamittausten ja korjaustoimenpiteiden dokumentointiin. Kaikki mittaustulokset ja tarkastukset kirjataan työmaapäiväkirjaan. Työmaapäiväkirjaan kirjataan myös puutteet, laadunalitukset ja virheet sekä niiden korjaukset ja tarkistusmittausten tulokset.

Urakoitsija huolehtii, että aliurakoitsijat kokoavat rakentamisesta kertyneet materiaali-, tutkimus-, mittaus- ja koetulokset. Yhteenveto laadunvalvontadokumenteista (kelpoisuusasiakirja) toimitetaan työn päätyttyä tilaajalle.

### **E2\_1.9 Urakoitsijan suunnitelmat ja ennakkoraportit**

Urakoitsijan on esitettävä viimeistään kaksi viikkoa ennen urakan työvaiheen aloittamista laatusuunnitelma, johon sisältyvät seuraavat suunnitelmat ja tiedot:

1. työmaasuunnitelma
  - työmaarakennusten sijainti
  - materiaalien varastointipaikat
  - ajoreitit ja parkkipaikat
  - vesi-, sähkö- ja jätepiisteet
  - ensiapu- ja sammutuskaluston sijainti
2. laatusuunnitelma
  - työmaaorganisaatio ja laadunvalvonnan vastuhenkilöt
  - aliurakoitsijat yhteyshenkilöineen
  - materiaalityöntekijät
  - käytettävät mittauspalvelut yhteyshenkilöineen
  - materiaalien hyväksyttämismenettely
  - urakoitsijan oma laadunvalvontasuunnitelma työselityksen perusteella (erityisesti jos poikkeaa suunnitelmasta tai käytetään eri materiaaleja)
    - käytettävät laadunvalvontamenetelmät (laitteisto ja määrittäminen tai standardi)
    - näytteenotto- ja kenttämittausuunnitelma
    - laatuvaatimukset mukaan lukien sallitut toleranssit
    - toimenpiteet poikkeamien ja muutosten kohdalla
    - korjausten dokumentointimenettely
    - tarkastukset
3. aikataulu
  - merkittävät työvaiheet viikoittain
4. mittausuunnitelma
  - vastuhenkilöt
  - käytettävät lähtö- ja kiintopisteet
  - mittauskalusto- ja formaatti
  - mittauksessa käytettävät koodit yms. tunnisteet
  - mitattavat tasot, linjat, putkilinjat, kaivot yms.
  - tulosteet ja tulostusformaatti eli luettelo tuotettavista piirustuksista

5. työvaiheittainen työtapasuunnitelma, joka sisältää työvaihekohtaiset laadunvalvontatoimenpiteet
  - käytettävät materiaalit
  - kalusto
  - työmenetelmät
  - työjärjestys
6. työsuojelusuunnitelma
7. käytettävien materiaalien tuotetiedot.

Suunnitelmat hyväksytetään tilaajalla ja tarvittaessa ympäristöteknisellä valvojalla, suunnittelijalla ja ympäristöviranomaisilla ennen työn aloitusta.

Yksityiskohtaisten rakenteiden työsuunnitelmat

- Vallin rakenne
- Korotusrakenteen perustukset
- *Tarvittaessa tiivisterakenne*
- *Tarvittaessa vedenvedenhallintajärjestelmän rakenteet.*

Suunnitelmia päivitetään työn aikana tarvittaessa.

Kaikki materiaalit on hyväksyttävä tilaajalla ja tarvittaessa ELY-keskuksella ja valvojilla ennen hankintaa ja käyttöä. Mikäli urakoitsija käyttää tästä työselityksestä poikkeavia materiaaleja tai työtapoja, urakoitsijan on esitettävä ennen työn aloitusta rakentamisen työtapaselostus ja selvitys käytettävien materiaalin ominaisuuksista ja kelpoisuudesta ko. käyttökohteeseen. Lisäksi ennen työn aloitusta on esitettävä urakoitsijan materiaalien osalta ennakkokokeiden tulokset ja materiaalitiedot. Tilaajan materiaalien osalta työn aikainen laadunvalvonta kuuluu urakoitsijalle.

Ennakkokokeiden tulokset sisältävät käytettävistä materiaaleista riippuen

- rakeisuuskäyrät käytettävistä materiaaleista
- muut vaaditut tiedot kuten vesipitoisuus, humuspitoisuus, vedenläpäisevyys, kaasujenjohtavuus tai liukoisten aineiden määrä.

#### *E2\_1.9.1 Varastot ja varastoalueet*

Raaka-aineet ja materiaalit varastoidaan työmaan välittömään läheisyyteen. Materiaalit varastoidaan materiaalitoimittajien ohjeiden mukaisesti siten, etteivät käsittely, kosteus, auringonvalo tai alustan epätasaisuus aiheuta muodonmuutoksia tai vauriota materiaaleissa. Pakkausten tulee säilyä ehjinä sekä tuote- ja materiaaliselosteiden luettavina. Tuote- ja materiaaliselosteet dokumentoidaan osana loppuraporttia.

Tilaaja osoittaa urakoitsijalle urakkaan käytettävissä olevan alueen. Urakoitsija esittää varastointialueen sijainnin työmaasuunnitelmassaan.

#### *E2\_1.9.2 Liikennejärjestelyt ja suojoitoimenpiteet*

*Tähän kohtaan lisätään mahdolliset kohdekohtaiset vaatimukset liikennejärjestelyille.*

Urakoitsija vastaa työnaikaista liikennejärjestelyistä ja työmaateistä. Urakoitsija vastaa työkohteen kunnossa- ja puhtaanapidosta sekä suunnittelee ja toteuttaa tarvittaessa työmaatiet, suoja-aitaukset ja suojarakenteet InfraRYL2010 mukaisesti. Urakoitsija hankkii ja asentaa tarvittavat liikenne- ja varoituskyltit.

### **E2\_1.10 Ympäristövaatimukset, työturvallisuus**

Työt on suoritettava voimassa olevien lakien ja asetusten mukaisesti aiheuttamatta tarpeetonta haittaa ympäristölle, liikenteelle ja ympäristön asukkaille.

*Mikäli pilaantuneen maan kunnostustoimenpiteitä tehdään, kuljetusten aiheuttama haitta-aineiden leviäminen on estettävä kuljetusreitin valinnalla, kuormien peittämisellä, tiiviiden*

*lavojen käytöllä sekä tarvittaessa renkaiden puhdistamisella. Pilaantuneen maa-aineksen hallitsematon kulkeutuminen kunnostusalueen ulkopuolelle tulee estää.*

Urakoitsija vastaa siitä, että työt suoritetaan ympäristön ja eri osapuolten kannalta turvallisesti ja noudattaen erityistä varovaisuutta. Urakoitsija vastaa tarvittavista suo- jatoimenpiteistä työalueella ja varustaa työntekijänsä tarvittavilla henkilökohtaisilla suo- jaimilla (kypärä, käsineet, hengityssuojaimet, turvasaappaat, jne.). Urakoitsija huomioi työturvallisuussuunnittelussaan ja -valvonnassaan normaalien rakennus- töihin sisältyvien riskien lisäksi rakennuttajan laatimassa turvallisuusasiakirjassa mainitut kohdekohtaiset erityispiirteet.

*Rakennuttajan/tilaajan on laadittava työturvallisuuslain mukainen työmaan turvallisuus- asiakirja.*

*Rakennuttajan/tilaajan on nimettävä työmaalle turvallisuuskoordinaattori.*

### **E2\_1.11 Työnaikaiset mittaukset**

Urakoitsija tekee kaikki työn toteuttamisen vaatimat rakenteiden korkeusaseman ja sijainnin mittaukset suunnitelma-asiakirjojen mukaisesti. Urakoitsija laatii rakennus- suunnitelmien perusteella mittaussuunnitelman. Mittaustulokset on koottava sellai- sessa muodossa, että laadunvalvonnassa voidaan käyttää niitä rakenteiden mitta- ja sijaintitarkkuuden analysointiin. Kaikki mittaustulokset toimitetaan työn edistymisen mukaan välittömästi tilaajan valvojalle digitaalisessa muodossa ja paperitulosteena. Mittaustulokset merkitään työn alussa toimitettavalle pohjakartalle.

#### *E2\_1.11.1 Suunnitelman maastoon merkitseminen*

Mittausten lähtötasona käytetään alueella olevia kiintopisteitä, joiden perusteella urakoitsija tekee mittaukset. Ennen työn aloitusta on urakoitsijan verrattava kiinto- pisteiden korkeus- ja sijaintitietoja suunnittelukorkoihin ja -mittauksiin.

Suunnitelma merkitään maastoon kunkin työvaiheen edellyttämällä tavalla. Maas- toon sijoitetaan sellainen määrä mittapaaluja, korkeusmerkkejä, luiskamalleja tai mui- ta merkkejä, että niiden perusteella työ on tehtävissä suunnitelman mukaisesti ja että on mahdollista luotettavasti todeta työn suunnitelmien mukaisuus näiden merkkien perusteella. Rakennustyön aikana tarkistetaan riittävän usein, etteivät merkkien pai- kat ole muuttuneet. Tarvittaessa merkit mitataan uudestaan maastoon. Käytettäessä laser-sädettä kohdistusmerkinä tai työkoneen ohjaamiseen säde suunnataan sellai- sella tarkkuudella, että rakentamiselle asetettuja tarkkuusvaatimuksia on mahdollista noudattaa. Urakoitsija valitsee mittausten menetelmät sen perusteella, miten rakenteen sijainti ja mitat on esitetty suunnitelmassa.

Suunnitelmissa esitetyt luiskien kaltevuudet ja korkeustasot ovat ohjeellisia.

#### *E2\_1.11.2 Muut mittaukset*

Ennen rakenteiden peittämistä tehtävät mittaukset ja muut valmiin rakenteen tar- kistusmittaukset on esitetty rakennekohtaisissa laatuvaatimuksissa. Lisäksi mitataan laadunvalvontamittauspisteiden ja tarvittaessa jäännöspitoisuusnäytteenottopisteiden si- jainnit.

#### *E2\_1.11.3 Työmäärien mittaukset*

Määrät mitataan InfraRYL 2010 mukaisesti ja suunnitelman mukaisten mittojen pe- rusteella ottaen huomioon niihin mahdollisesti työn aikana sovitut muutokset sekä maanpinnan todellinen korkeus.

#### *E2\_1.11.4 Tarkepiirustukset*

Urakoitsija on velvollinen merkitsemään suunnitelmapiirustuksiin kaikki työn aikai- set erot ja poikkeamat alkuperäisestä suunnitelmasta. Nämä piirustukset luovutetaan

tilaajalle, kun työ on valmis ja hyväksytty. Rakenteita ei saa peittää ennen kuin mitaukset tarkepiirustusten laatimista varten on tehty.

Urakoitsija toimittaa tilaajalle *ja tarvittaessa ympäristötekniiselle valvojalle* mittausaineistosta 1:500 karttapohjille tulostetut korkeuskäyrät toteutuneista pinnantasosta. Lisäksi vastaava aineisto toimitetaan myös sähköisessä muodossa. Karttaan merkitään mahdollisten putkilinjojen ja kaivojen sijainti, vesijuoksut ja korkeusasema. Kaivoista laaditaan kaivokortit.

### **E2\_1.12 Suoritusten ja lopputuotteen laadunvalvonta**

Laadunvalvonnan avulla osoitetaan, että käytettävät materiaalit ja tehdyt rakennustyöt ovat suunnitelmien ja ympäristöluvan ehtojen mukaisia.

Laadunvalvonta työn aikana koostuu laadunvalvontamittauksista ja toimintakokeista. Materiaali- ja rakennekohtaiset laatuvaatimukset sekä laadunvalvontamenetelmät on esitetty kunkin työvaiheen kohdalla.

#### *E2\_1.12.1 Urakoitsijan laadunvalvonta*

Urakoitsijalla on päävastuu työn tekemisestä suunnitelmien mukaisesti. Vaatimusten täytyminen todetaan työnaikaisin laadunvarmennusmittauksin.

Urakoitsija tekee päivittäistä laadunvalvontaa työmaalla. Urakoitsija tekee jäljempänä mainittuja kokeita ja selvityksiä ennen varsinaisen työn aloittamista ja työn aikana. Mittauksia tehdään määriin ja pinta-aloihin sidottuna.

Urakoitsijan laadunvalvonnan tulokset ja havainnot annetaan tilaajan valvojalle välittömästi niiden valmistuttua. Lisäksi urakoitsija ja tilaajan edustaja tarkastavat viikoittain työn alla olevan alueen.

Urakoitsijan tulee ottaa huomioon valvojan laadunvalvontamittausten perusteella tekemät huomautukset.

Yhteenveto laadunvalvontadokumenteista (kelpoisuusasiakirja) toimitetaan työn päätyttyä tilaajalle.

Urakoitsija laatii tämän työselityksen perusteella laatusuunnitelman, joka hyväksytetään tilaajalla ja tarvittaessa myös suunnittelijalla.

#### *E2\_1.12.2 Tilaajan valvonta*

Tilaaja voi nimetä valvoja valvomaan urakoitsijan työsuoritusta ja seuraamaan määrää. Tilaajan valvonta ei vähennä urakoitsijan vastuuta.

*Tarvittaessa ympäristötekniinen valvoja vastaa pilaantuneen maaperän kunnostusta ohjaavien maanäytteiden otosta, kenttämittauksista ja näytteiden lähettämisestä laboratorioon. Kenttäanalyysien lisäksi maaperänäytteitä lähetetään laboratorioon tutkittavaksi. Valvoja ohjaa pilaantuneen maan kaivua ja lajittelua sekä soveltuviin vastaanottopaikkoihin toimitamista. Valvoja vastaa siirtoasiakirjojen laatimisesta ja tiedottamisesta vastaanottopaikalle.*

#### *E2\_1.12.3 Viranomaisten valvonta*

Viranomaiset voivat tehdä tarkastuskäyntejä ja osallistua esim. työmaakokouksiin, tarkastuksiin ja katselmuksiin.

#### *E2\_1.12.4 Poistettavien materiaalien laadunvalvonta*

*Tarvittaessa kohteesta poistettavien maa-ainesten määrä, laatu, haitta-ainepitoisuus sekä käsittely- tai toimitustapa kirjataan päivittäin työmaapäiväkirjaan. Jokaisen käsittelylaitokseen vietävään kuorman mukana toimitetaan voimassa olevien lakien ja asetusten mukainen siirtoasiakirja, jossa esitetään materiaalin tyyppi ja kenttämittauksilla tai laboratorioanalyysillä mitattu haitta-ainepitoisuus. Työalueelle jäävän maa-aineksen laatu ja haitta-ainepitoisuus määritetään tarvittaessa kenttämittauksilla ja osittain laboratoriomäärityksillä ja dokumentoidaan tarkemmittauksin. Edellä mainituista pitoisuusmittauksista vastaa ympäristötekniinen valvoja.*

#### *E2\_1.12.5 Valli- ja korotusrakenteen laadunvalvonta*

Rakenteissa käytettävien materiaalien laatua sekä rakenteiden sijaintia, korkeus-  
asemaa, kaltevuutta sekä tiivyyttä tulee seurata vähintään yleisissä työselostuksissa  
esitetyn mukaisesti.

## **I 0000 MAA-, POHJA JA KALLIORAKENTEET**

### **11000 OLEVAT RAKENTEET JA RAKENNUSOSAT**

*Esitetään tiedot työalueella sijaitsevasta kasvillisuudesta, rakenteista, järjestelmistä, maa-,  
penger- ja päällysrakenteista, avo-ojista ja kaivannoista, niiden purkamisesta, siirtämisestä  
tai suojaamisesta ja suojauksien purkamisesta.*

### **12000 PILAANTUNEET MAAT**

#### **12100 Poistettavat pilaantuneet maat ja rakenteet**

*Tarvittaessa esitetään tiedot työalueella sijaitsevasta pilaantuneesta maa-aineksesta tai raken-  
teista sekä niiden käsittelystä.*

#### **12200 Eristerakenteet**

*Mikäli pilaantunutta maata sijoitetaan esimerkiksi valliin eristerakenteen sisään, tulee eris-  
terakenne kuvata kohdekohtaisten suunnitelmien pohjalta.*

### **13000 PERUSTUSRAKENTEET**

### **14000 POHJARAKENTEET**

#### **14100 Vahvistetut maarakenteet**

#### **14200 Suojaukset ja eristykset**

#### **14300 Kuivatusrakenteet**

### **16000 MAALEIKKAUKSET JA -KAIVANNOT**

### **17000 KALLIOLEIKKAUKSET JA -KAIVANNOT**

### **18000 PENKEREET, MAAPADOT JA TÄYTÖT**

#### **18100 Penkereet**

##### *18110 Maapenkereet*

##### *18110.1 Maapenkereen materiaalit*

Taustavallin materiaalina käytetään hiekkaa tai sitä karkeampia tiivistettävissä ole-  
via kivennäismaalajeja. Materiaali ei sisällä kiviä tai lohkareita, joiden läpimitta on  
suurempi kuin 2/3 kerralla tiivistettävän kerroksen paksuudesta. Penkereiden maa-  
ainekset eivät sisällä haitallisia määriä epäpuhtauksia. Penger materiaali ei sisällä  
lunta, jäätä eikä jäätäneitä maakokkareita tai materiaaleja. Materiaalin kelpoisuus  
todetaan yleensä silmämääräisesti.

##### *18110.2 Maapenkereen alusta*

Maapohjan ominaisuudet selvitetään pohjatutkimuksilla ennen penkereen suun-  
nittelua. Pengerrystöiden aikana tarkkaillaan, että pohjasuhteet on suunnitelma-  
asiakirjoissa arvioitu oikein.

Maapenkereen alta ei poisteta pintamaata. Pensaat, metsänkaatojätteet ja muu  
puuaines poistetaan koko pengerrettävältä alueelta.

##### *18110.3 Maapenkereen tekeminen*

Penger rakennetaan tasalaatuisina kerroksina.

#### 18110.4 Valmis maapenger

Taustavallin kaivinkoneen kauhalla tiivistetty yläpinta sekä sivut ovat muodoltaan suunnitelma-asiakirjojen mukainen. Suurin sallittu korkeuspoikkeama suunnitelmanmukaiseen on 100 mm.

#### 18110.5 Maapenkereen kelpoisuuden osoittaminen

Penkereen pinta mitataan maastossa 20 m:n välein mittaamalla poikkileikkauksen taitepisteet sekä taitepisteiden välit 1 m:n välein.

Maapenkereen pinta mitataan luiskasta 10m ruutuun ja taitepisteet 5 m välein. Mittaustulokset esitetään tarkepiirustuksessa. Materiaalin laadunvalvontatiedot esitetään kelpoisuusasiakirjassa.

#### 18120 Louhepenkereet

#### 18130 Penkereet uusiomateriaalista

#### 18140 Kevennetyt penkereet

#### 18300 Kaivantojen täytöt

### **20000 PÄÄLLYS- JA PINTARAKENTEET**

#### 21000 PÄÄLLYSRAKENTEEEN OSAT JA RADAN ALUSRAKENNEKERROKSET

#### 21100 Suodatinrakenteet

#### 21200 Jakavat kerrokset, eristyskerrokset ja välikerrokset

#### 21300 Kantavat kerrokset

#### 21400 Päällysteet ja pintarakenteet

#### 22000 REUNATUET, KOURUT, ASKELMAT JA EROOSIOSUOJAUKSET

#### 22100 Reunatuet, kourut, askelmat ja muurit

#### 22200 Luiskaverhoukset ja eroosiosuojaukset

#### 23000 KASVILLISUUSRAKENTEET

### **30000 JÄRJESTELMÄT**

#### 31000 VESIHUOLLON JÄRJESTELMÄT

#### 31100 Jätevesiviemärit

#### 31200 Hulevesiviemärit

*Taustavalliratkaisuun mahdollisesti liittyvät hulevesijärjestelmät suunnitellaan kohdekohtaisesti. Tyypillisesti hulevesijärjestelmän tulee sisältää sakkapesä tai vastaava rakenne haulien ja hiekan keräämiseen, tarkkailukaivo sekä varaus veden käsittelylaitteiston asennukseen tai jätevesijärjestelmään johtamiseen.*

#### 31300 Vesijohdot

#### 32000 TURVALLISUUSRAKENTEET JA OPASTUSJÄRJESTELMÄT

#### 32100 Kaiteet, johteet ja törmäyssuojat

#### 32200 Aidat, puomit ja portit



## **40000 RAKENNUSTEKNISET RAKENNUSOSAT**

### **41000 ERITTELEMÄTTÖMÄT RAKENNUSTEKNISET RAKENNUSOSAT**

*Haulikkoradan taustavallirakenteiden rakenteelliset yksityiskohdat suunnitellaan aina kohdekohtaisesti. Kohdekohtaisesti suunnitelluista ratkaisuksista riippuen suunnitelmatekstit sijoitetaan sopivien väliotsikoiden alle. Tämän mallisuunnitelman lähtökohtana on ollut noin 15 m korkea taustavalli ja vallin päälle rakennettava 8 m korkea teräsverkkoratkaisu. Tässä suunnitelmassa olevat tekstit koskevat em. valli + verkkoratkaisua.*

#### **41100 Betonirakenteet**

Betonipeitevaatimukset koskevat myös työteräksiä.

Betonirakenteiden sijaintitoleranssit määräytyvät 42210.4.1 (Päällysrakenteen sijainti) mukaisesti. Verkkorakenteen pylväiden pulttiryhmiä sijaintitoleranssit ovat +/- 5 mm.

#### **41200 Teräsrakenteet**

Verkkorakenne koostuu kuumasinkityistä teräsosista.

Urakoitsija laatii teräsosien valmistamista ja asentamista varten tekniset työsuunnitelmat ja laatusuunnitelmat tilaajan hyväksyttäväksi.

Teräsosat ovat teräslaatua S355J2G3. Materiaalin toimituserän mukana tulee laadun vahvistuksena olla koestustodistus standardin SFS-EN 10204-2.2 mukaisesti.

Teräsosat kuumasinkitään SFS-EN ISO 1461, liite F luokan C mukaisesti.

Asennushitsattaessa kuumasinkittyä terästä hitsattavasta kohdasta poistetaan sinkitys laikalla. Hitsisauman kuona poistetaan.

Hitsausluokka standardin SFS-EN 25817 luokka C. Hitsaukset tehdään ko. teräslaadun edellyttämää lisäainetta käyttäen.

Teräksen pintakäsittely tehdään maalinvalmistajan ohjeiden mukaisesti. Sinkittömät pinnat maalataan sinkkimaalilla luokan B (SFS-EN-ISO -1461) mukaisesti >100µm ensin pensselillä, ja maalin kuivuttua spraymaalilla.

Mittatarkkuusvaatimus reikiä suhteen on ± 2 mm.

### **44000 PERUSTUS JA TUKIRAKENTEET**

#### **4419 Muut perustusrakenteet**

Perustukset asennetaan murskeen varaan. Vedet ohjataan tarvittaessa salaojalla läheisiin avo-ojiin. Perustusten alle asennetaan vähintään 0,5 m paksuinen täyttö routimattomasta maa-aineksesta. Täyttö tiivistetään enintään 250 mm kerroksissa. Tiivistys tehdään 400 kg tärylevyllä kolmella ylityskerralla tai 200 kg tärylevyllä neljällä ylityskerralla.

### **45000 YMPÄRISTÖRAKENTEET**

#### **45100 Suojaus- ja vaimennusrakenteet**

### **46000 RAKENNELMAT JA KALUSTEET**

#### **46100 Suojat**

#### **46200 Kalusteet ja varusteet**

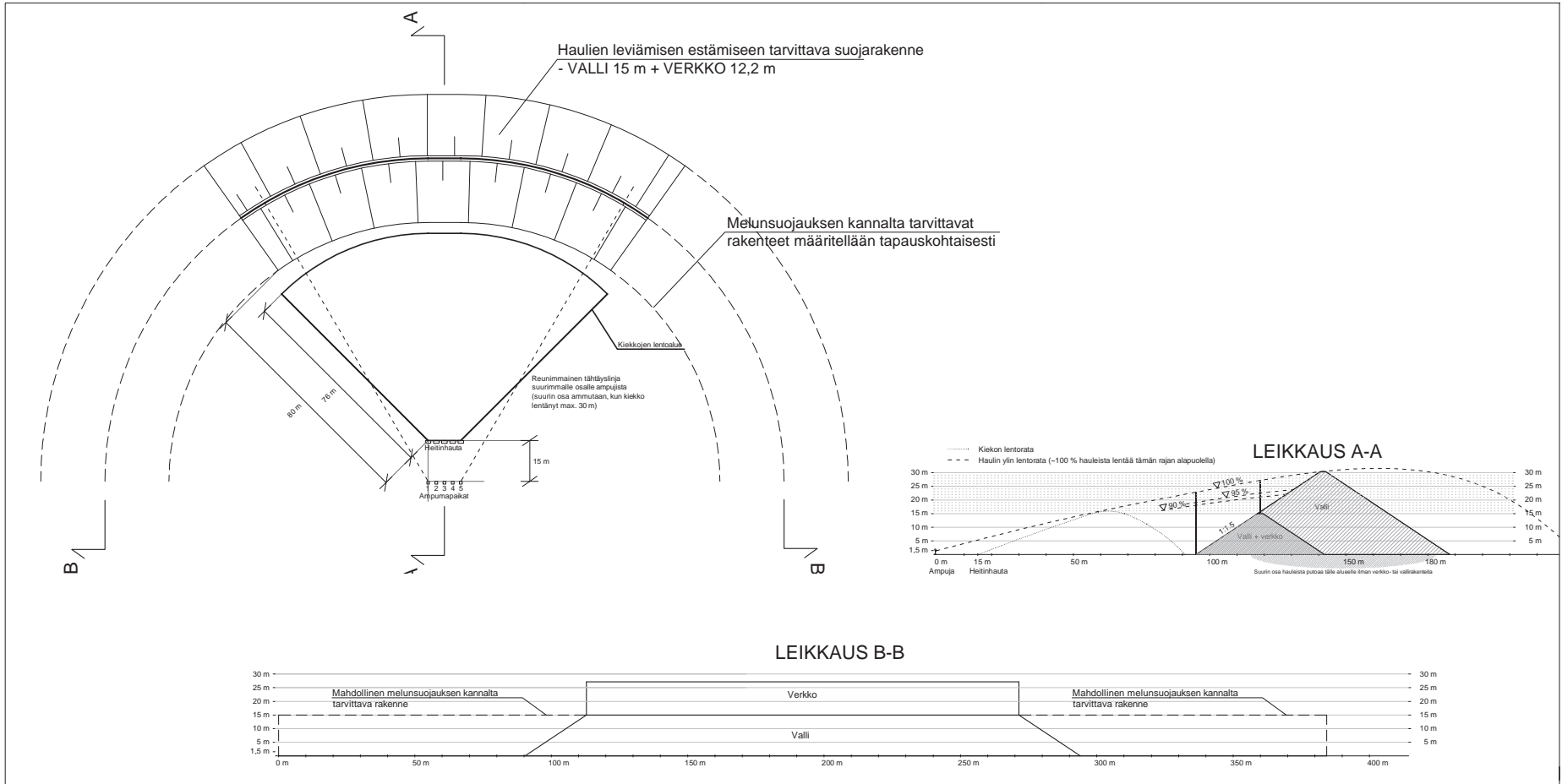
Mallisuunnitelma haulikkoradan valli- ja verkkoratkaisulle  
Kustannusarvio

| <b>Kun vallin materiaali ja verkko joudutaan ostamaan</b> |                         |  |             |              |              |
|---|-------------------------|--|-------------|--------------|--------------|
| <b>Vallin korkeus /m</b>                                  | <b>Verkon korkeus/m</b> | <b>Yhteiskustannus vallin pituudelle</b> |             |              |              |
|   |                         | <b>1 m</b>                               | <b>10 m</b> | <b>100 m</b> | <b>200 m</b> |
| 23  | -                       | 6 300 €                                  | 63 000 €    | 630 000 €    | 1 260 000 €  |
| 15  | 8                       | 4 800 €                                  | 48 000 €    | 480 000 €    | 960 000 €    |
| 10  | 13                      | 5 800 €                                  | 58 000 €    | 580 000 €    | 1 160 000 €  |

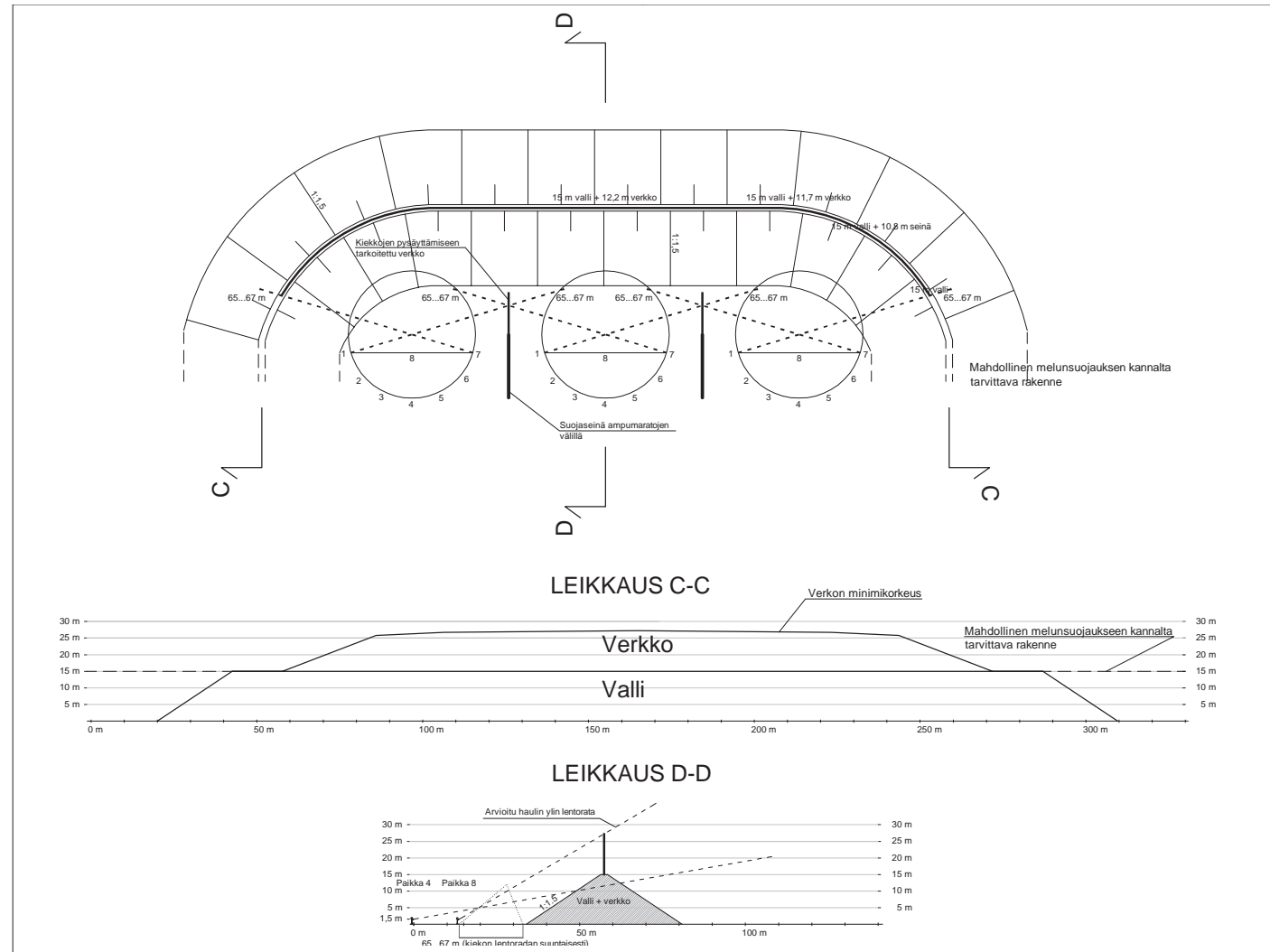
| <b>Kun vallin materiaali on omaa ja verkko joudutaan ostamaan</b> |                         |  |             |              |              |
|---|-------------------------|--|-------------|--------------|--------------|
| <b>Vallin korkeus /m</b>  | <b>Verkon korkeus/m</b> | <b>Yhteiskustannus vallin pituudelle</b> |             |              |              |
|   |                         | <b>1 m</b>                               | <b>10 m</b> | <b>100 m</b> | <b>200 m</b> |
| 23  | -                       | 3 000 €                                  | 30 000 €    | 300 000 €    | 600 000 €    |
| 15  | 8                       | 3 300 €                                  | 33 000 €    | 330 000 €    | 660 000 €    |
| 10  | 13                      | 5 100 €                                  | 51 000 €    | 510 000 €    | 1 020 000 €  |

**Kustannuslaskennan oletukset:**

- 1) Vallin luiskakaltevuus on 1:1,5.
- 2) Vallin harjan leveys on 2 m.
- 3) Valliin kuluvan materiaalin määrä on laskettu kaavalla  $1,5x^2 + 2x$ , jossa x on vallin korkeus
- 4) Maapenkereen kustannus on 7,5 €/m<sup>3</sup> sisältäen maa-aineksen ja rakennustyön.
- 5) Pelkän maa-ainesmateriaalin kustannus on 4€/m<sup>3</sup> (-> vallin rakentaminen 3,5 €/m<sup>3</sup>)
- 6) Kuljetuskustannuksia ei ole huomioitu, joten ne tulee lisätä kuljetusmatkan perusteella (karkeasti)

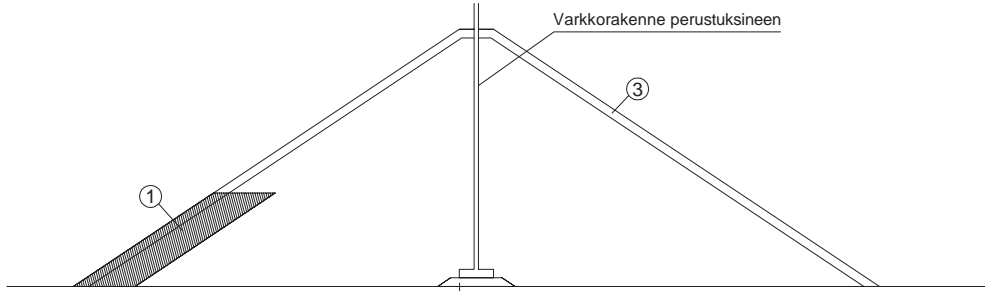


|   |   |                   |                         |  |
|---|---|-------------------|-------------------------|--|
| K. osa/ kylä  | Korttel/ tila   | Tontti/ Rn: o     | Viranomaisen merkintöjä |  |
| Rakennuslomake  | Piirustuslaji   |                   | Julk. seura nro         |  |
| Rakennuskohteen nimi ja osoite  | Piirustuksen sisältö  |                   | Mittakaava              |  |
| Haulikkoradan mallisuunnitelma<br>Trap-rata                                   | Trap-radan taustavalli ja korotus<br>Leikkaukset A-A ja B-B |                   | 1:100<br>1:100          |  |
| Ramboll Finland Oy<br>PL 25, Säterinkatu 6<br>02601 Espoo<br>puh. 020 755 611 | Suunn. ala  | Työnrö            | Tiedosto                |  |
|   | GEO   | 82140974          |                         |  |
| hyv.  | piirt.  | suunn.            | Muutos                  |  |
| J. Setälä   | JULS  | J. Sassi/J. Sikio | pvm                     |  |

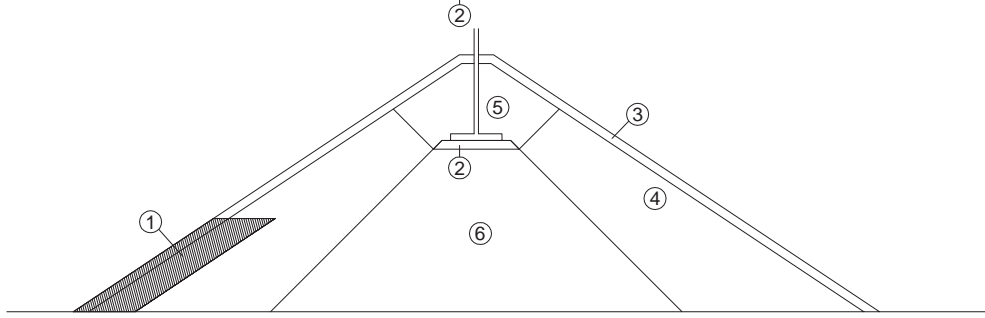


|                                       |   |                   |                         |          |
|---------------------------------------|---|-------------------|-------------------------|----------|
| K.osa/ kylä                           | Korttel/ tila   | Tontti/ Rn:o      | Viranomaisen merkintöjä |          |
| Rakennustoimenpide                    | Piiirustustalaji  |                   | Juokseva nro            |          |
| Rakennuskohteen nimi ja osoite        | Piiirustuksen sisälto   |                   | Mittakaava              |          |
| <b>Haulikkoradan mallisuunnitelma</b> | <b>Skeet-radan taustavalli ja korotus</b>                                     |                   | 1: 100                  |          |
| <b>Skeet-rata</b>                     | <b>Leikkaukset C-C ja D-D</b>   |                   | 1: 100                  |          |
| <b>RAMBOLL</b>                        | Ramboll Finland Oy<br>PL 25, Säterinkatu 6<br>02601 Espoo<br>puh. 020 755 611 | Suunn. ala        | Työnro                  | Tiedosto |
|                                       |   | <b>GEO</b>        | <b>82140974</b>         |          |
| hyv.                                  | piirt.  | suunn.            | Muuutos                 |          |
| J. Setälä                             | JULS  | J. Sassa/J. Sikio | pvm                     |          |

# VE1

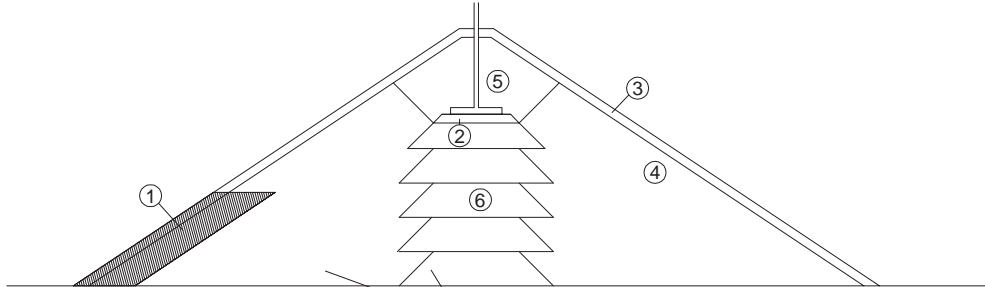


# VE2



Anturan alapinnan syvyys 5 m vallin harjasta.

# VE3



Pohjapenger ja pengertäyttö rakennetaan samanaikaisesti.

|                               |                                  |
|-------------------------------|----------------------------------|
| ①                             | Vesikeräysjärjestelmän rakenteet |
| ②                             | Arina                            |
| ③                             | Luisuverhoaus, eroosiosuojaus    |
| ④                             | Pengertäyttö                     |
| ⑤                             | Anturan päällystäyttö            |
| ⑥                             | Pohjapenger                      |
| Maapenkereen korkeus on 15 m. |                                  |

|                                |                |  |  |  |
|--------------------------------|----------------|--|--|--|
| K.osa/ kylä                    | Kortteli/ tila | Tontti/ Rn:o   | Viranomaisen merkintöjä                |  |
| Rakennustoimiperide            |                |  | Piirustaja                             | Julkaisija/ ro                         |
|                                |                |  | POHJARAKENNUSPIIRUSTUS                 |  |
| Rakennuskohteen nimi ja osoite |                |  | Piirustuksen sisältö                   | Mittakaava                             |
| Haulikoradan mallisuunnitelma  |                |  | Taustavallin poikkileikkaukset VE1-VE3 | 1:200                                  |
| Taustavallin rakenne           |                |  |  |  |
| <b>RAMBOLL</b>                 |                | Ramboll Finland Oy<br>Pl. 25, Säterinkatu 6<br>02601 Espoo<br>puh. 020 755 611 | Suunn.ala<br><b>GEO</b>                | Työnro<br><b>82140974</b>              |
|                                |                |  | Piirust.oreo<br><b>S3</b>              | Tiedosto                               |
| pjo.<br>J. Setälä              |                |  | piir.<br>JULS                          | Maailon<br>pvm<br>J. Sassaali/J. Sikio |





## Liite E3. Haulien putoamisalueen päällystäminen asfaltilla

### E3\_1 Johdanto

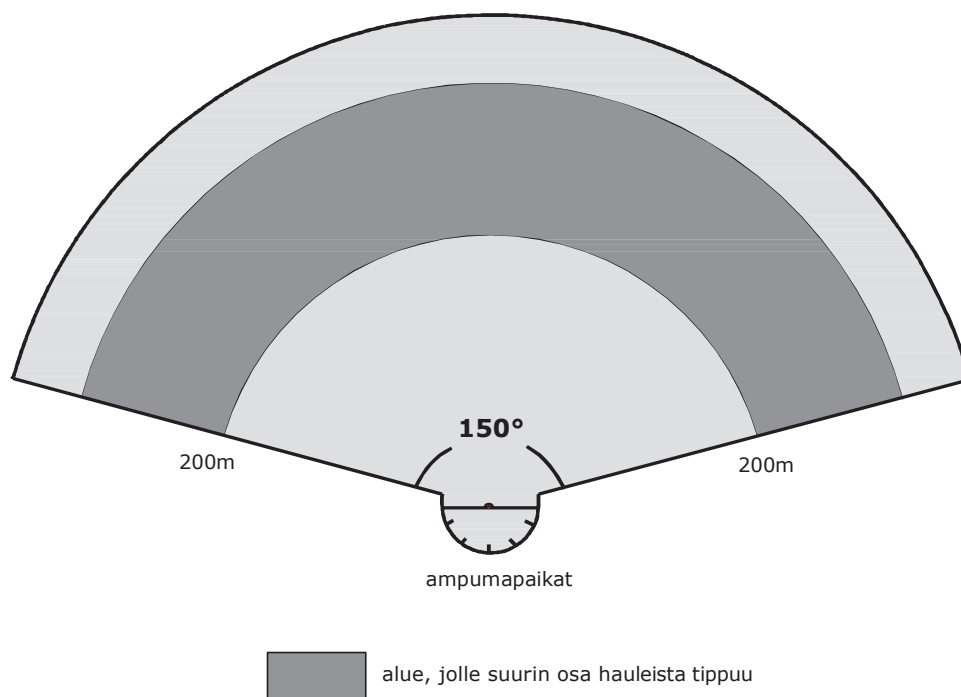
Tässä mallityöselityksessä esitetään haulikkoratojen pohjavesisuojausrakenteiden toteuttaminen tiiviillä asfalttirakenteilla. Jokainen kohde on aina suunniteltava kohdekohtaisesti. Tässä esitetyt tyyppiratkaisut ovat luonteeltaan periaatekuvia ja niistä esitetyt kustannusarviot ovat siksi hyvin karkeita kustannusarvioita, joita on tapauskohtaisesti tarkennettava.

Asfalttikerros kestää hyvin mekaanista rasitusta ja se toimii myös hyvänä työskentelytasona tarvittaville huoltotoimenpiteille.

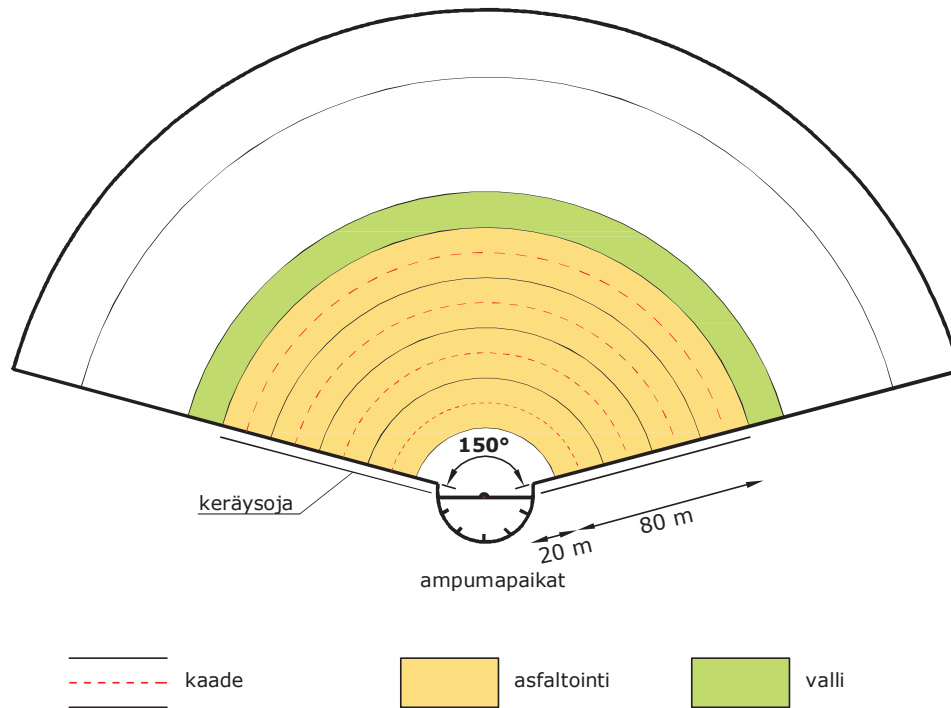
### E3\_2 Haulikkoratojen päällystäminen tiiviillä asfaltilla hauli- ja savikiekkojätteiden puhdistusta ja pohjavesien suojausta varten

Skeet- ja trap-haulikkoradat ovat malliltaan sektorimaisia. Kuvassa 1 on esitetty haulien leviäminen skeet-radalla.

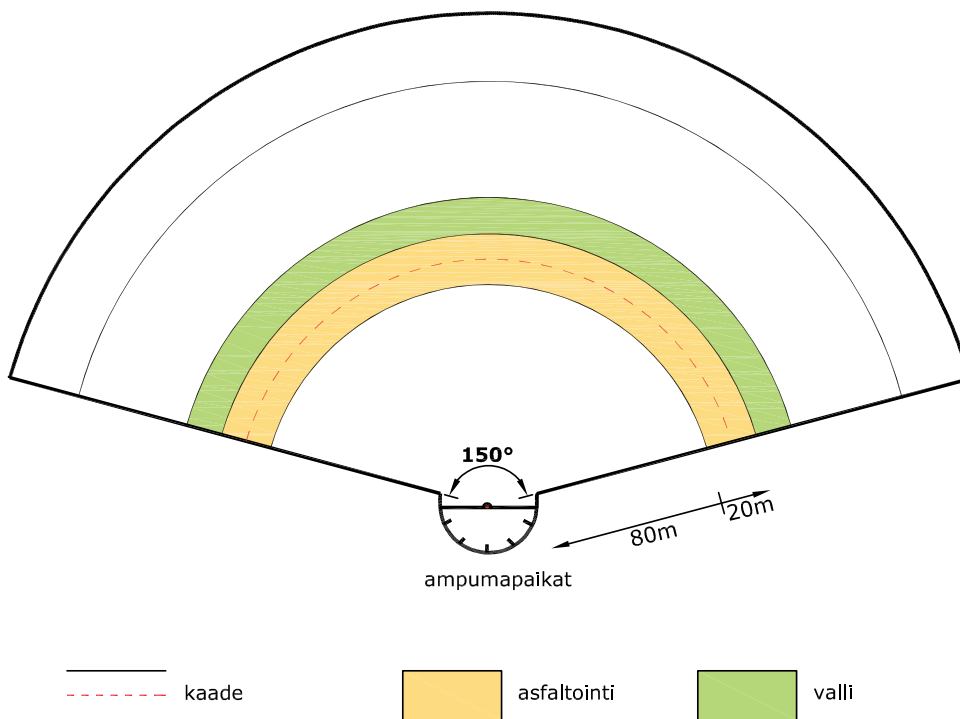
Haulien leviämisen rajoittamiseksi on tiivisrakenteen yhteydessä suositeltavaa käyttää valli- tai verkkorakennetta, jolloin leviämisalue ja siten myös päällystettävä alue on pienempi. Valli- tai verkkorakenteen etureunan etäisyys on suunnitelmassa 100 m ampumapaikalta. Rakennevaihtoehtoja on kaksi, joista toisessa ampumapaikan ja vallin välinen kenttä päällystetään lähes kokonaan lukuun ottamatta ampumapaikan edustalta 20 m matkaa meluvaikutuksen vähentämiseksi (kuva 2) ja toisessa vain vallin edusta päällystetään 20 m leveydeltä (kuva 3). Päällystetyltä rakenteelta haulien ja savikiekkon sirpaleiden keräys onnistuu myös koneellisesti.



Kuva 1. Haulien leviämisalueet skeet-radalla.



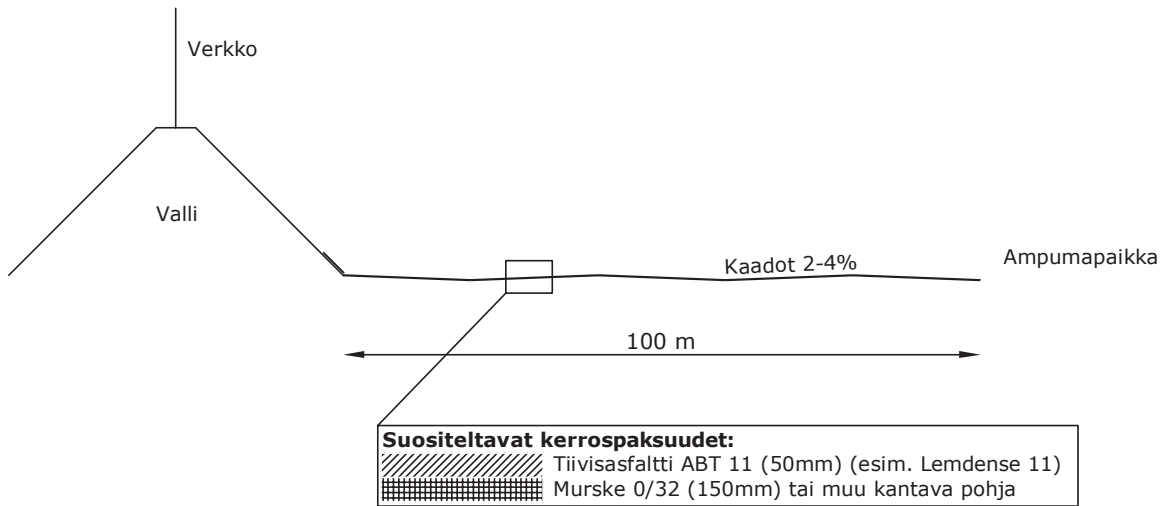
Kuva 2. Kenttä päällystetään lähes kokonaan (pl. 20 m ampumapaikan edustalta).



Kuva 3. Osa kentästä päällystetään.

Pintarakenne päällystetään tiivisasfaltilla. Rakenne voidaan toteuttaa joko yhdellä paksulla tiiviillä asfalttikerroksella ( $> 120 \text{ kg/m}^2$ , 50 mm) tai kahdella asfalttikerroksella, joista pinta-asfaltin tulee olla tiivis. Pintakerroksen asfaltin sideaineena käytetään kumibitumia mikäli asfaltin halkeilu (pakkashalkeilu) halutaan minimoida (tiivisasfaltti ABT 11, esim. Lemdense 11). Tiivis asfalttikerros edellyttää kantavaa pohjarakennetta, joten tarvittaessa pehmeän pohjan kantavuutta on parannettava esim. stabiloimalla.

Kenttä rakennetaan loivilla kaadoilla (2–4 %) kuvien 2–4 mukaisesti. Kaatojen avulla saadaan sadevedet ohjattua hallitusti vesienkeräykseen. Kaadot voidaan tehdä loivina, jolloin kentän koneellinen puhdistus on mahdollista. Rata-alueen ympäriltä estetään ulkopuolinen pintavalunta rata-alueelle tarvittaessa ojituksin.



Kuva 4. Haulikkoradan asfalttipäällysteen poikkileikkauskuva.

### E3\_3 Kustannusarvio haulikkoradan rakenteelle

Haulikkoradan mitoituksessa ja kustannuslaskennassa on käytetty seuraavia lähtötietoja:

- Vallin etureunan etäisyys ampumapaikalta on 100 m
- Koko kenttä asfaltoidaan (pl. ampumapaikan edustalta 20 m), asfalttipäällysteen pinta-ala on  $13\,000 \text{ m}^2$
- Vallin etureunan edusta päällystetään 20 m alueelta, asfalttipäällysteen pinta-ala on  $5\,000 \text{ m}^2$ .

Suuntaa antava kustannusarvio sisältää päällystämisen materiaali- ja työkustannukset

- Lähes koko kenttä päällystetään: 230 000 € (0 % alv)
- Vallin etureuna päällystetään: 90 000 € (0 % alv).

## Liite F. Ampumaradan haitta-aineiden hallinnan tarpeen arvionti. Tekninen ohje

### **F1 Johdanto**

Tämä asiakirja on laadittu ampumaratojen ympäristövaikutusten hallinnan parhaan käyttökelpoisen tekniikan selvityshankkeen ”Ampumaratojen ympäristövaikutusten hallinta – Paras käyttökelpoinen tekniikka (BAT)” yhteydessä. Kyseisen nk. ampumaratojen BAT-selvityksen mukaisesti ampumaradan ympäristövaikutusten hallinnan tarve ja taso määräytyy kohteen todennäköisten ympäristövaikutusten ja -riskien perusteella. Tämän asiakirjan tavoitteena on ohjeistaa olemassa olevan ampumaradan haitta-ainepäästöjen suuruuden ja niiden aiheuttaman ympäristöriskin selvittäminen siten, että tulosten perusteella voidaan määritellä haitta-aineiden hallinnan tarve BAT-selvityksen mukaisesti sekä suunnitella tarpeelliset toimenpiteet. Selvitys on tarkoitettu tehtäväksi ympäristölupaprosessin yhteydessä ja sisältö palvelee laajasti myös ympäristölupahakemuksen laatimista. Ohje on suunnattu ampumaratatoiminnan harjoittajille, ympäristölupia käsitteleville viranomaisille sekä ampumaratojen ympäristötutkimuksia tekeville asiantuntijoille.

### **F2 Selvityksen tavoitteet ja toteuttaminen**

Ohje on tarkoitettu ensisijaisesti ampumaradan haitta-ainepäästöjen aiheuttaman ympäristöriskin arviointiin ja BAT:n soveltamisen työkaluksi, eikä esimerkiksi maaperän kunnostuksen suunnitteluun. Ohjetta tai siinä esitettyä selvitystarveluokittelua ei ole tarkoitettu sitovaksi, eikä se sellaisenaan sovellu kaikille radoille. Jokaisen radan tutkimuksia suunniteltaessa on huomioitava radan toiminnalliset ja ympäristölliset erityispiirteet ja päätettävä tutkimuksista niiden mukaisesti. Tutkimusten riittävä taso määräytyy kunkin kohteen ja sen ympäristön sekä toiminnan tyyppin ja laajuuden perusteella.

Selvitysten tekemisessä tulisi käyttää riittävää ympäristötutkimuksen, ympäristönäytteenoton, riskinarvioinnin ja ympäristösuunnittelun asiantuntemusta. Suomessa on useita ympäristötutkimuksiin perehtyneitä konsulttitoimistoja, joilta ampumaratatoimija voi pyytää tarjoukset tutkimusohjelman laatimisesta ja tutkimuksen toteuttamisesta.

### **F3 Esiselvitykset**

Tutkimusten oikein kohdentamiseksi ja käytettävien resurssien optimoimiseksi tulisi kohteesta ja sen ympäristöstä selvittää käytettävissä olevat lähtötiedot mahdollisimman kattavasti. Mikäli tietoja ei ole, on tämä mainittava. Osa lähtötiedoista on toiminnanharjoittajan koottava ja osa voidaan tarvittaessa antaa ympäristötutkimuksen toteuttavan asiantuntijan selvitettäväksi. Toiminnanharjoittajan tekemät selvitykset vähentävät asiantuntijatyön tarvetta ja pienentävät siten kustannuksia. Tietoja voi selvittää esimerkiksi kunnan ympäristöviranomaiselta ja rakennustarkastajalta, alueelliselta Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukselta tai ympäristöhallinnon tietokannoista, kuten Oiva-palvelusta ([www.ymparisto.fi/oiva](http://www.ymparisto.fi/oiva)). Tietoja voi täydentää maastokatselmuksella sekä kartta-aineistolla, jota on saatavissa esim. Kansalaisen karttapaikasta ([kansalaisen.karttapaikka.fi](http://kansalaisen.karttapaikka.fi)).

### F3.1 Toiminnanharjoittajan selvittävät asiat

Toiminnanharjoittajan tulisi koota kohteen perustietoja ja toimintaa koskevat tiedot. Seuraavia tietoja tarvitaan riskinhallintatarveselvityksen suunnittelun lähtötiedoiksi (osa tiedoista voidaan tarvittaessa jättää työn toteuttavan asiantuntijan selvittäväksi):

- Kohteen sijainti
  - osoite
  - kiinteistörekisteritunnus
  - sijaintikoordinaatit ja käytetty koordinaattijärjestelmä
  - rajanaapurit
  - kaavoitustilanne
- Kohteen hallintasuhteet
  - omistaja
  - haltija (jos eri kuin omistaja)
  - käyttäjä(t) (jos eri kuin omistaja/haltija)
- Toiminnan kuvaus
  - käytössä olevat ampumaradat alueella
    - ampumalajit ja ratarakenteet ratakohtaisesti
    - käyttöönottovuosi ratakohtaisesti
    - laukausmäärät/vuosi ratakohtaisesti
    - sijainti ja ampumapaikkojen määrä ratakohtaisesti
    - muut erityiset seikat, kuten patruunatyypit tai tavanomaisesta poikkeavat materiaalit
    - käyttöhistoria
    - mahdolliset toiminnalliset muutokset, esim. ampumasuunnissa
  - ampumaradat (vast.), joilla toiminta on lopetettu
    - ampumalajit, ratarakenteet ja luoti/patruunamateriaalit ratakohtaisesti
    - käyttöönotto- ja lopettamisvuodet ratakohtaisesti
    - sijainti ja ampumapaikkojen määrä
- Toteutetut ympäristön suojaus-, kunnostus- ja selvitystoimet
  - mahdolliset tekniset päästöjen hallintarakenteet (esimerkiksi luotiloukut) ratakohtaisesti
  - mahdolliset maaperän kunnostukset/muokkaukset alueella (esimerkiksi taustavallien korotukset, pilaantuneen maan poisto)
  - aikaisemmat ympäristötutkimukset alueella tai sen lähiympäristössä
  - ympäristön tarkkailu ja sen tulokset
- Tiedossa olevat tai suunnitellut muutokset maankäytössä kohteen ympäristössä
- Muut mahdollisesti ympäristön laatuun vaikuttavat seikat, kuten aiemmat maaperän pilaantumisvaaraa aiheuttavat maankäyttömuodot tai esim. täyttömaan käyttö rakenteissa.

Sanallisen kuvauksen lisäksi kohteesta tulee laatia asemapiirros, josta käy ilmi olemassa olevien ja mahdollisesti lopettujen ratojen sijainti ja rakenteet.

### F3.2 Asiantuntijan selvittävät asiat

Seuraavat seikat kuuluvat pääsääntöisesti ympäristötekniikan asiantuntijan selvittäväksi. Toiminnanharjoittajan osallistuminen myös näiden tietojen koontiin asiantuntimuksensa mukaan, erityisesti paikallistuntemusta edellyttävien seikkojen osalta, on kuitenkin toivottavaa.

- Pohjasuhteet
  - arvio päämaalajeista alueella
  - arvio kallion pinnan syvyydestä alueella

- maanpinnan korkeus alueella
- maanpinnan viettosuunta alueella
- Pohjavesi ja sen käyttö
  - sijaitseeko luokitellulla pohjavesialueella (pohjavesialueen tiedot)
  - etäisyys lähimpään luokiteltuun pohjavesialueeseen
  - pohjaveden muodostuminen ja virtaussuunta
  - kaivojen sijainti alueella ja sen ympäristössä
  - vedenottamot ja havaintoputket alueella ja sen ympäristössä
  - pohjaveden käyttömäärä
  - havaintoputkien tyyppi (metalli/muovi, halkaisija) ja kunto (maininta, mikäli vahingoittunut, taipunut, tukossa tms.)
  - olemassa oleva tieto alueen pohjaveden laadusta
  - arvio etäisyydestä maan pinnasta pohjaveden pintaan
- Pintavedet
  - rata-alueen ojat ja niiden kulkusuunnat
  - rata-alueelta lähtevien kokoomaajien valuma-alueet ja niillä muodostuvan pintaveden määrä
  - lähimmät vesistöt
  - kosteikot ja suot
- Ympäristön kannalta herkät kohteet
  - luonnonsuojelualueet
  - Natura-alueet
  - muut tiedossa olevat herkät kohteet.

#### F4 Tutkimusten laajuus

Tehtävien selvitysten tulisi olla riittävän kattavat, jotta tulosten perusteella voidaan luotettavasti päätellä ampumarata-alueelta nykytilassa ympäristöön kohdistuvat päästöt ja niiden vaikutukset sekä mahdolliset pitkällä aikavälillä aiheutuvat riskit. Tavoitteen saavuttamisen edellyttämien tutkimusten laajuus ja kohdistaminen ympäristön eri osiin kuitenkin vaihtelevat kohdekohtaisesti. Tutkimusten suunnittelun lähtökohtana ovat toiminta ja sen volyyymi sekä ympäristölliset olosuhteet. Suppeammat perustason selvitykset ovat yleensä riittävät, mikäli toiminnan volyyymi on pieni eikä ampumarata sijaitse luokitellulla pohjavesialueella. Laajemmat tutkimukset ovat yleensä tarpeen pohjavesialueella tai talousvesikaivojen lähistöllä sijaitsevilla ampumaradoilla tai radoilla, joiden läheisyydessä sijaitsee erityisiä riskikohteita tai luontoarvoja.

Tutkimusten suunnittelua varten ampumaradat on jaettu kolmeen tutkimustarveluokkaan. Luokitus tehdään esiselvityksen tietojen perusteella koko ampumarata-alueen tarkastellen. Jako on ohjeellinen ja siitä voidaan perustellusti poiketa. Pienillä luotiaseradoilla, joilla ratarakenteisiin päätyneen lyijyn kokonaisuus on suhteellisen vähäinen, ei pääsääntöisesti ole tarpeen tehdä maastotutkimuksia, vaan johtopäätökset toimenpidetarpeesta voidaan tehdä esiselvityksen tietojen perusteella. Ohjeellinen enimmäislyijymäärä ratarakenteissa on 5 t lyijyä (Pb). Haulikkoradoilla tutkimukset ovat haitta-aineilla kuormittuneen alueen laajuuden ja haulien luoteja suuremman liukoisuuden takia yleensä tarpeen kaikissa kokoluokissa. Tapauskohtaisen harkinnan perusteella tästä kuitenkin voidaan poiketa.

*Perustason tutkimus* toteutetaan kohteissa, joissa ei lähtötietojen perusteella oleteta olevan merkittävää pinta- tai pohjavesiriskiä.



*Pintaveden osalta laajennettu tutkimus* toteutetaan kohteissa, joissa lähtötietojen tai perustason selvityksen perusteella saattaa olla merkittävä pintaveden pilaantumisen riski.

*Pohjaveden osalta laajennettu tutkimus* toteutetaan kohteissa, joissa lähtötietojen tai perustason selvityksen perusteella saattaa olla merkittävä pohjaveden pilaantumisen riski.

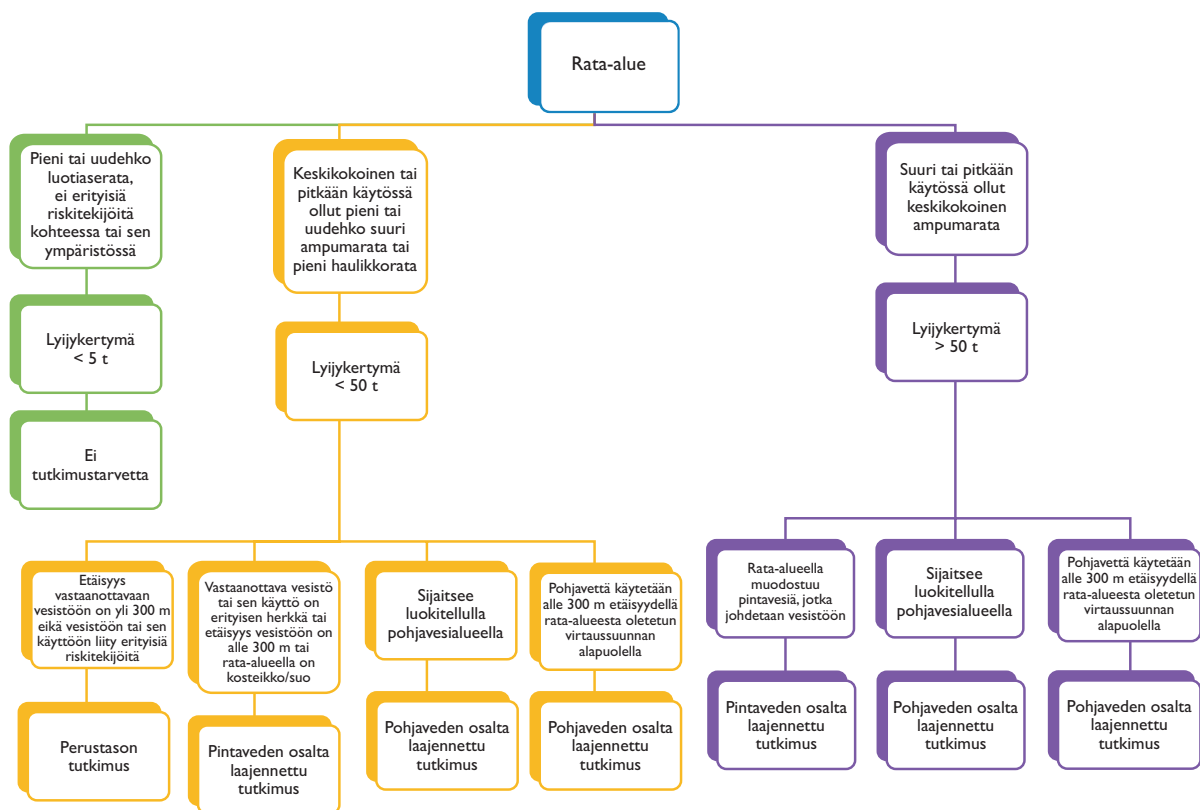
Kohteissa joissa olosuhteet ovat sellaiset, että rata-alueen hule- ja vajovesiä sekä imeytyy merkittävässä määrin maahan että poistuu pintavesien mukana, toteutetaan selvitys sekä pinta- että pohjaveden osalta laajennettuna, erityisesti jos pohjavettä käytetään talousvetenä.

Ampumarata-alueen ympäristössä sijaitsevien suojeltujen kohteiden osalta arvioidaan tapauskohtaisesti tarpeellisten tutkimusten laajuus ja kohdentuminen.

Tutkimustarveluokkien tekniset vaatimukset on esitetty alla taulukossa F.1 ja kuvassa F.1.

Taulukko F.1. Tutkimustarpeen arviointi erilaisilla ampumaradoilla

| Tutkimustarve                          | Rata-alueen kuormitus  | Pintavesiolosuhteet  | Pohjavesiolosuhteet   |
|--|--|--|---|
| Ei tutkimustarvetta                    | Pieni tai uudehko luotiaserata Lyijykertymä < 5t Pb eikä kohteessa tai sen ympäristössä ole erityisiä riskitekijöitä         | Ei erityisiä riskitekijöitä  | Ei erityisiä riskitekijöitä   |
| Perustason tutkimus                    | Keskikokoinen tai pitkään käytössä ollut pieni tai uudehko suuri luotiaserata tai pieni haulikkorata. Lyijykertymä < 50 t Pb | Etäisyys vastaanottavaan vesistöön on yli 300 m eikä vesistöön tai sen käyttöön liity erityisiä riskitekijöitä                   | Ei sijaitse pohjavesialueella eikä pohjavettä käytetä alle 300 m etäisyydellä rata-alueesta oletetun virtaussuunnan alapuolella |
| Pintaveden osalta laajennettu tutkimus | Suuri tai pitkään käytössä ollut keskikokoinen ampumarata Lyijykertymä > 50 t Pb   | Rata-alueella muodostuu pintavesiä, jotka johdetaan vesistöön tai rata-alueella on kosteikko/suo                                 |   |
|  | Keskikokoinen tai pitkään käytössä ollut pieni tai uudehko suuri luotiaserata tai pieni haulikkorata Lyijykertymä < 50 t Pb  | Vastaanottava vesistö tai sen käyttö on erityisen herkkä tai etäisyys vesistöön on alle 300 m tai rata-alueella on kosteikko/suo |   |
| Pohjaveden osalta laajennettu tutkimus | Suuri, keskikokoinen tai pitkään käytössä ollut pieni ampumarata   |  | Sijaitsee luokitellulla pohjavesialueella   |
|  | Haulikkoradat; luotiaseradat joilla lyijykertymä > 5t Pb   |  | Pohjavettä käytetään alle 300 m etäisyydellä rata-alueesta oletetun virtaussuunnan alapuolella                                  |



Kuva F.1. Tutkimustarpeen arviointi erilaisilla ampumaradoilla

## F5 Tutkimussuunnitelma

Esiselvityksen tietojen perusteella laaditaan tutkimussuunnitelma. Suunnitelman laatimisessa tulisi pääsääntöisesti käyttää ympäristötutkimuksiin erikoistunutta asiantuntijaa. Tutkimussuunnitelmassa tulisi esittää:

- Esiselvityksen tiedot ja niiden perusteella tehdyt päätelmät
- Selvitystarpeen laajuus
- Tutkimuksen tavoitteet
- Tutkimusalueen rajaus
- Tutkimuksen toteutus, sisältäen
  - mahdollisten maaperänäytteiden määrä, kokoomänäytteiden koontiohjeet ja tarvittava näytemäärä
  - mahdollisten pintavesinäytenpisteiden sijainnit ja näytteenotto-ohje
  - mahdollisten pohjaveden näyte- ja havaintopisteiden sijainnit ja tekniset tiedot sekä näytteenotto-ohje
  - mahdollisten lysimetri tai muiden lisätutkimusten toteutus
  - tarpeelliset analyysit
- Aikataulu.

Tutkimussuunnitelma on hyvä tarkastuttaa toimivaltaisella ympäristöviranomaisella (kunta, ELY-keskus, AVI).

### F5.1 Tutkimuksen tavoitteet

Selvityksen tavoitteena on tuottaa riittävät tiedot olemassa olevan ampumarata-alueen ympäristöolosuhteista (pintavesi, pohjavesi, maaperä) ja ampumatoiminnan mahdollisista vaikutuksista näihin. Lisäksi tavoitteena on arvioida ampumaratatoiminnan aiheuttama pitkän aikavälin ympäristö- ja terveysriski päästöjen, olosuhteiden ja altistujien tunnistamisen kautta siten, että tulosten perusteella voidaan määrittellä ampumaradan haitta-aineiden hallinnan tarve ja taso BAT-selvityksen riskitasoluokituksen (BAT-selvitysraportin taulukko 6.3) mukaisesti.

Haitta-aineiden kulkeutumiskilpää rata-alueen ulkopuolelle on merkittävin huomio otettava tekijä arvioitaessa tarvittavia teknisiä ja toiminnallisia toimenpiteitä ampumaradan ympäristön suojelemiseksi. Ratarakenteita, kuten taustavallia ja rata-alueen pintakerrosta ei AMPY-raportin (Ympäristöministeriö 2012) mukaisesti katsota maaperäksi, vaan rakenteeksi, joka toiminnan loputtua poistetaan. Tästä syystä toiminnassa olevalla ampumaradalla rakennekerrosten metallimäärien ja -pitoisuuksien määrittäminen ei ole tutkimuksen pääasiallinen tarkoitus, vaan tavoitteena on arvioida metallien kulkeutumisesta ympäristöön mahdollisesti aiheutuvia vaikutuksia. Haitta-aineiden määrää rakenteissa arvioidaan ensisijaisesti laukaussuunnan ja toiminta-ajan perusteella.

Tutkimuksen tavoitteet tulee tarkentaa ja yksilöidä tutkimussuunnitelmassa esimerkiksi seuraavasti:

- Tavoitteena on selvittää rata-alueelta aiheutuvat haitta-ainepäästöt ja niiden ympäristövaikutukset riskien hallintatarpeen arviointia varten. Tutkimus kattaa seuraavat osaselvitykset
  - Maaperä-, pintavesi- ja pohjavesiolosuhteiden sekä pinta- ja pohjavesien käytön selvittäminen niiltä osin, kun esiselvityksen tiedot ovat puutteelliset
  - Pintavesiin kohdistuvien päästöjen, vaikutusten ja riskien selvittäminen
  - Pohjaveteen kohdistuvien päästöjen, vaikutusten ja riskien selvittäminen
  - Alueen eliöstöön ja toiminnan vaikutusalueella esiintyviin, suojeltuihin eliöihin kohdistuvien vaikutusten ja riskien selvittäminen tarpeen mukaan.

### F5.2 Tutkimusalueen raja

Tutkimussuunnitelmassa esitetään perusteltu tutkimusalueen raja sekä tutkimuksen ja näytteenoton mittakaava. Nämä päätetään esiselvityksen ja tutkimuksen tavoitteiden perusteella. Periaatteena on, että tutkimukset ulotetaan niin laajalle kuin vaikutuksia on tai voi olla havaittavissa. Tutkimusalue jaetaan tarvittaessa kuormituksen tyyppiä tai määrää kuvaaviin alueisiin, joista näitä alueita edustavat näytteet otetaan.

### F5.3 Tutkimuksen toteutus

Tutkimussuunnitelmassa tulisi esittää tutkimuksen laajuus ja kuvata käytännön toteutus. Tutkimuksen toteutuksesta esitetään näytemäärät, näytenäytteen sijainnit sekä näytteenoton ja näytteiden käsittelyn yleiset ja erityiset ohjeet. Lisäksi listataan tarvittavat kenttämittaukset ja laboratorioanalyysit. Suunnitelmassa esitetään myös tutkimusten toteuttamisen aikataulu ja siihen mahdollisesti vaikuttavat tekijät.

Luvuissa F6–F7 on kuvattu ohjeellisesti eritasoisten tutkimusten sisältöä pinta- ja pohjavesitutkimusten osalta. Eliöstöön kohdistuvien vaikutusten ja riskien selvittäminen suunnitellaan tarvittaessa kohdekohtaisesti.

## F6 Perustason tutkimus

### F6.1 Yleistä

Tässä kappaleessa on kuvattu yleisellä tasolla tutkimukset, jotka suositellaan tehtäväksi kaikissa kohteissa, joissa ratarakenteiden lyijykuormituksesta arvioidaan

voivan aiheutua ympäristölle haitallisia päästöjä. Päättävänä on selvittää ampu-  
maratatoiminnan pintavesipäästöt ja niistä aiheutuva kuormitus lähimpään vesistöön  
sekä vesistön nykytila. Jos maaperä on niin hyvin vettä läpäisevää, että varsinaisia  
pintavesiä ei alueella synny, tutkitaan pohjavesiolosuhteet ja pohjaveden laatu tut-  
kimustarveluokituksen mukaisesti.

Näytteenotossa tulisi pääsääntöisesti käyttää sertifioitua tai kokenutta ympäristö-  
näytteenottajaa tai työ tulisi toteuttaa asiantuntijan ohjauksessa.

Tutkimuskohteissa suositellaan otettavaksi näytteenoton yhteydessä valokuvia.  
Valokuvauspaikat ja -suunnat merkitään karttaan.

Ohjeistus ei ole sitova, vaan sitä voidaan tarvittaessa soveltaa olosuhteiden niin  
edellyttäessä. Mikäli perustason tutkimukset osoittavat, että alustava arvio kohteen  
aiheuttamista riskeistä oli liian optimistinen, tulee kohteessa suorittaa tarkentavia  
tutkimuksia.

## **F6.2 Maaperätutkimukset**

Maaperätutkimuksia voidaan tehdä ympäristöolosuhteiden, kuten maaperän laadun  
ja vedenläpäisevyyden sekä kallionpinnan syvyyden todentamiseksi, mikäli esisel-  
vitystiedot ovat näiltä osin riittämättömät.

Haitta-aineiden määrä ratarakenteissa arvioidaan pääsääntöisesti laukausmäärien  
perusteella. Perustason tutkimuksissa ei katsota välttämättömäksi tutkia maaperän  
haitta-ainepitoisuuksia ampumaradan eri osa-alueilla.

## **F6.3 Pintavesitutkimukset**

Pintavesitutkimusten tavoitteena on tuottaa tarpeelliset tiedot ampu-  
maratatoiminnan päästöistä pintavesiin ja pintavesien nykytilasta sekä arvioida toiminnasta  
aiheutuvia pitkän aikavälin pintavesiriskejä.

Päästöt pintavesiin tulisi pääsääntöisesti selvittää tutkimalla pintaveden haitta-  
ainepitoisuuksien vuosikeskiarvo rata-alueelta lähtevästä ojasta. Päästön hyväksyt-  
tävyyttä arvioidaan vertaamalla tulosta lyijyn osalta sellaiseen laskennalliseen pitoi-  
suuteen, joka ei missään tilanteessa voi aiheuttaa ympäristönlaatonormin ylittymistä  
vastaanottavassa vesistössä.

Selvitettyä hyväksyttävää päästötasoa hyödynnetään riskinhallinnan tavoitteen-  
asettelussa ja suunnittelussa sekä toteutuman seurannassa, esimerkiksi valumavesi-  
tarkkailun pitkän aikavälin vertailuarvona. Hyväksytyä päästötasoa ei ole tarkoitettu  
käytettäväksi raja-arvona siten, että havaittu ylitys laukaisee välittömän toimenpide-  
tarpeen.

Olemassa olevan ampumaradan mahdolliset vaikutukset lähimpään vesistöön  
selvitetään näytteenoton avulla. Mikäli ampumarata-alueelta ei lähde laskuojaa, tai  
virtaama ojassa on ympärivuotisesti vähäinen tai pintavesipäästön selvittäminen on  
muuten epäluotettavaa tai mahdotonta, selvitetään perustason tutkimuksessa vain  
vastaanottavan vesistön tila ampumaradan haitta-aineiden osalta.

### *F6.3.1 Pintavesinäytteenotto*

#### *F6.3.1.1 Näytteenotto ampumaradan laskuojasta*

Näytteenotto toteutetaan vuosikeskiarvon selvittämiseksi joko yksittäisnäytteenot-  
tona kerran kuukaudessa sulan veden aikana, jotta vuodenaikaisvaihtelu tasoittuu,  
tai passiivikeräimen avulla.

Yksittäisnäytteet pyritään ottamaan uoman keskeltä ojan vedestä pinnan alta siten,  
ettei pohjalietettä sekoiteta. Näyte otetaan mielellään suoraan laboratorion määrit-  
telemään pulloon. Pullo suljetaan tiiviisti heti näytteenoton jälkeen. Virhemahdolli-  
suuksien minimoimiseksi näytteenottajan tulisi olla alan asiantuntija.

Näytteistä tutkitaan ainakin lyijyn, kuparin, sinkin, antimonin ja ennen vuotta 1960 toimineilla radoilla nikkelin ja haulikkoradoilla arseenin kokonaispitoisuudet ja liukoiset pitoisuudet<sup>1</sup>. Lisäksi voidaan tutkia pH, happi ja orgaanisen aineksen pitoisuus.

Yksittäisnäytteenoton tuloksia ei käsitellä yksittäisinä, vaan niistä muodostetaan vuosikeskiarvo, jota verrataan kohteeseen määritettyyn hyväksyttävään kuormitukseen. Näytteenoton yhteydessä on hyvä mitata tai arvioida ojan virtaama tulosten tulkintaa varten.

Passiivikeräimiä on useita kaupallisia malleja. Passiivikeräimen tulee antaa olla vedessä riittävän pitkään, valmistajan ohjeiden mukaan (esim. 4 viikkoa, 3 kuukautta tai 8 kuukautta). Passiivikeräimen ajatuksena on koota keskiarvopitoisuus koko näytteenottoajalta, jolloin mahdolliset hetkelliset vaihtelut tasoittuvat. Passiivikeräimellä tarkkailumahdollisuutena on asentaa joko useampi (2–3) lyhytaikainen keräin vuodessa tai yksi pitkäaikainen kokoamaan sulan veden aikainen vuosikeskiarvo. Ojan virtaama on syytä mitata tulosten tulkintaa varten myös passiivinäytteenotinta käytettäessä. Tällöin virtaama mitataan keräintä vietäessä ja haettaessa.

Passiivikeräimistä tutkitaan vähintään lyijyn, kuparin, sinkin, antimonin ja ennen vuotta 1960 toimineilla radoilla myös nikkelin pitoisuudet. Haulikkoradoilla tutkitaan lisäksi arseenipitoisuus.

Haitta-aineiden kulkeutumisen ja niiden aiheuttaman kuormituksen selvittämiseen tähtäävien näytteiden lisäksi tutkimusalueelta otetaan aina referenssinäyte (tai tarvittaessa useampia) taustapitoisuuksien selvittämiseksi. Taustapitoisuusnäytteenotto suositellaan toteutettavaksi samalla menetelmällä kuin varsinaisten tutkimusnäytteiden ottaminen.

#### *F6.3.1.2 Näytteenotto vesistöstä*

Toiminnassa olevan ampumaradan ympäristövaikutusten nykytilan selvittämiseksi tutkitaan veden laatu ampumaradan haitta-aineiden osalta lähimmästä vesistöstä, johon ampumarata-alueen hulevedet laskevat. Tutkimus suositellaan toteutettavaksi muodostamalla vuosikeskiarvo kerran kuussa sulan veden aikana otettujen näytteiden tuloksista. Suuremmissa vesistöissä joissa vuodenaikaisvaihtelut ovat sekoittumisen jälkeen vähäisiä, voidaan käyttää yksittäisnäytettä. Näytteet otetaan riittävän sekoittumisen jälkeen, eli ei aivan purkupisteen läheisyydestä.

Näyte otetaan vedestä pinnan alta siten, ettei pohjalietettä sekoiteta. Näyte otetaan mielellään suoraan laboratorion määrittelemään pulloon. Pullo suljetaan tiiviisti heti näytteenoton jälkeen. Virhemahdollisuuksien minimoimiseksi näytteenottajan tulisi olla alan asiantuntija.

Näytteistä tutkitaan lyijyn, kuparin, sinkin, antimonin ja ennen vuotta 1960 toimineilla radoilla nikkelin ja haulikkoradoilla arseenin kokonaispitoisuudet ja liukoiset pitoisuudet. Lisäksi voidaan tutkia pH, happi ja orgaanisen aineksen pitoisuus.

Tulosten tulkinnassa tulee ottaa huomioon mahdollinen muu vesistöön kohdistuva metallikuormitus. Tilanteissa, joissa vesistössä todetaan metallikuormitusta (esim. lyijy) mutta kuormituksen syy on epäselvä, arvioidaan ampumaradan aiheuttaman kuormituksen osuutta päästöselvityksen perusteella.

#### *F6.3.2 Hyväksyttävän päästötason määrittäminen*

Valtioneuvoston asetuksen 1022/2006 mukaisesti haitta-aineen pitoisuus pintavedessä ei saa ylittää sille asetettua ympäristölaatunormia. Pintavedellä tarkoitetaan tässä yhteydessä vesilain (587/2011) määritelmän mukaista vesistöä eli lampea, jokea, puroa ja muuta luonnollista vesialuetta sekä tekojärveä, kanavaa ja muuta vastaavaa keinotekoisista vesialuetta. Vesistöksi ei katsota noroa, jolla tarkoitetaan sellaista puroa

<sup>1</sup> Liukoisena pitoisuutena tarkoitetaan 0,45 µm suodattimella suodatettua vesinäytettä

pienempää vesiuomaa, jonka valuma-alue on vähemmän kuin kymmenen neliökilometriä ja jossa ei jatkuvasti virtaa vettä eikä kalankulku ole merkittävässä määrin mahdollista, tai ojaa.

Pintavesien lyijypitoisuudelle asetettu ympäristölaatu normi on Valtioneuvoston asetuksen 1022/2006 mukaan  $7,2 \mu\text{g/l}$  vuosikeskiarvona (= jokaisen yksittäisen, edustavan, seurantapisteen yhden vuoden aikana mitattujen tulosten aritmeettinen keskiarvo). Ympäristöluvassa voidaan toiminnanharjoittajan hakemuksesta erikseen määrätä myös sekoittumisvyöhykkeestä, jolla haitta-aineen tai aineiden pitoisuus voi ylittää mainitussa kohdassa esitetyn ympäristölaatu normin, jos muu osa pintavesimuodostumasta on kyseisten normien mukainen. Sekoittumisvyöhykkeen laajuus rajataan ympäristöluvassa päästölähteen läheisyyteen siten, että se on oikeassa suhteessa pilaavien aineiden pitoisuuksiin päästölähteen kohdalla ja että noudatetaan ympäristön pilaantumisen vaaraa aiheuttavaan toimintaan sovellettavia ympäristönsuojelulain 4 §:n mukaisia yleisiä periaatteita.

Jos sekoittumisvyöhykettä ei ole määrätty, voidaan riskinhallinnan ensisijaisena tavoitteena pitää sitä, että ampumarata-alueelta johdettavan pintaveden lyijypitoisuus vastaanottavaan vesistöön purkautumiskohdassa ei ylitä ympäristölaatu normia ( $7,2 \mu\text{g/l}$  vuosikeskiarvona vesistön näytepisteissä). Valtioneuvoston asetuksen 1022/2006 mukaan ympäristölaatu normin toteutumista seurataan vesistöstä vasta riittävän sekoittumisen jälkeen, joten ympäristölaatu normitasoisten vesien johtaminen vesistöön ei voi heikentää tämän tilaa merkittävästi.

Tällöin ampumarata-alueelta poistuvan veden suurin hyväksyttävä lyijypitoisuus voidaan arvioida esimerkiksi jakamalla ympäristölaatu normi rata-alueen ja alueelta vesistöön johtavan ojan valuma-alueen pinta-alojen suhdeluvulla (sekoittumiskerroin).

*Esimerkki:*

*Ampumaradalta vesistöön johtavan ojan valuma-alue on 10 ha eli  $100\,000 \text{ m}^2$ . Ampumaratojen yhteenlaskettu pinta-ala on  $20\,000 \text{ m}^2$ . Tällöin sekoittumiskerroin on 0,2 ja hyväksyttäväksi päästökseen rata-alueelta saadaan  $36 \mu\text{g/l}$  ( $= 7,2 \mu\text{g/l} / 0,2$ ). Tällöin ojassa tapahtuvan sekoittumisen takia rata-alueelta vesistöön purkautuvan ojaveden keskimääräinen pitoisuus purkupisteessä ei ylitä lyijyn ympäristölaatu normia.*

Lyijy toimii ensisijaisena indikaattorina ampumaratojen haitta-ainepäästöille. Muiden metallien osalta hyväksyttävä päästö voidaan tarvittaessa määrittää tarkennetuissa tutkimuksissa riskinarvioperustaisesti. Nikkelille on annettu ympäristölaatu normi ( $20 \mu\text{g/l}$  vuosikeskiarvona), mutta muille ampumaradan metalleille ei raja-arvoa ole esitetty. Nikkeliä voi esiintyä vanhoilla ampumaradoilla.

## **F6.4 Pohjavesitutkimukset**

Perustason tutkimuksessa ei pääsääntöisesti ole aihetta esiselvitystä laajempiin pohjavesitutkimuksiin. Tutkimustarveluokituksen mukaisesti perustasolla tutkittavat kohteet eivät sijaitse luokitellulla pohjavesialueella eikä niiden lähellä ole talousvesikaivoja.

## **F7 laajennetut tutkimukset**

### **F7.1 Laajennetut pintavesitutkimukset**

#### *F7.1.1 Sedimenttinäytteenotto*

Laajennetun pintavesitutkimuksen yhteydessä ampumaradoilta lähtevistä laskuojista ja vastaanottavasta vesistöstä tulisi tutkia myös sedimentin haitta-ainepitoisuudet sedimentaatioalueilta.



Laskuojasta otettava näyte koostetaan noin 30 osanäytteen kokoomana uoman ampumaradan puoleisesta päädyistä n. 10 metrin matkaa edustaen. Lisäksi otetaan vastaavat 10 m matkaa edustavat noin 30 osanäytteestä koostuvat kokoomanäytteet edempää uomasta, esimerkiksi noin 50–100 metrin ja 200–500 m etäisyydeltä kulkeutumisen selvittämiseksi.

Vastaanottavan vesistön pohjasedimentistä otetaan näytteet vastaavalla menettelyllä laskuojan kohdalta noin 10 metrin säteellä purkupisteestä. Tarvittaessa voidaan ottaa lisänäytteitä kauempaa. Tulosten tulokinnassa tulee ottaa huomioon mahdollinen muu vesistöön kohdistuva metallikuormitus. Tilanteissa, joissa sedimentissä todetaan metallikuormitusta (esim. lyijy) mutta kuormituksen syy on epäselvä, arvioidaan ampumaradan aiheuttaman kuormituksen osuutta laskuojan sedimenttitutkimuksen perusteella.

Sedimentistä tulee tutkia ainakin lyijy, kupari, sinkki, antimoni ja ennen vuotta 1960 toimineilla radoilla nikkeli. Haulikkoradoilla tulee lisäksi tutkia arseenipitoisuudet.

## F7.2 Pohjavesitutkimukset

Pohjavesitutkimusten tavoitteena on tuottaa tarpeelliset tiedot pohjaveden virtauskuva- vasta ja laadusta ampumarata-alueella ja sen ympäristössä sekä arvioida toiminnan aiheuttamia pitkän aikavälin pohjavesiriskejä.

Pohjaveden virtauskuva- ja laatututkimusten lisäksi voidaan arvioida pohjaveteen kohdistuvan kuormituksen määrää ja hyväksyttävyyttä (kohdat F7.2.3 ja F7.2.4). Menettely on perusteltu erityisesti tilanteissa, joissa ampumaratatoiminta tai pohjavesiolosuhteet antavat viitteitä kohonneesta pohjavesiriskestä mutta riskitasosta ei muilla selvityksillä saada riittävää tietoa. Tällaisia erityisiä riskitekijöitä voivat olla esimerkiksi pohjavedenottamon läheisyys, laaja ja pitkään jatkunut toiminta, haitta-aineiden liukoisuuden ja liikkumisen kannalta erityisen otolliset maaperäolosuhteet tms. Hyväksyttävän kuormitustason arviointi saattaa olla tarpeen myös riskinhallinnan suunnittelun yhteydessä, kun halutaan selvittää minkälaisia vesiä voidaan turvallisesti imeyttää maahan.

### F7.2.1 Pohjaveden virtausolosuhteiden selvittäminen

Pohjaveden virtauskuva voidaan selvittää havaintoputkista tai kaivoista tehtävien pohjaveden pinnan mittausten avulla (yleensä vähintään kolme havaintopistettä) tai asiantuntijan avustuksella esim. karttatarkasteluna tai geofysikaalisin menetelmin.

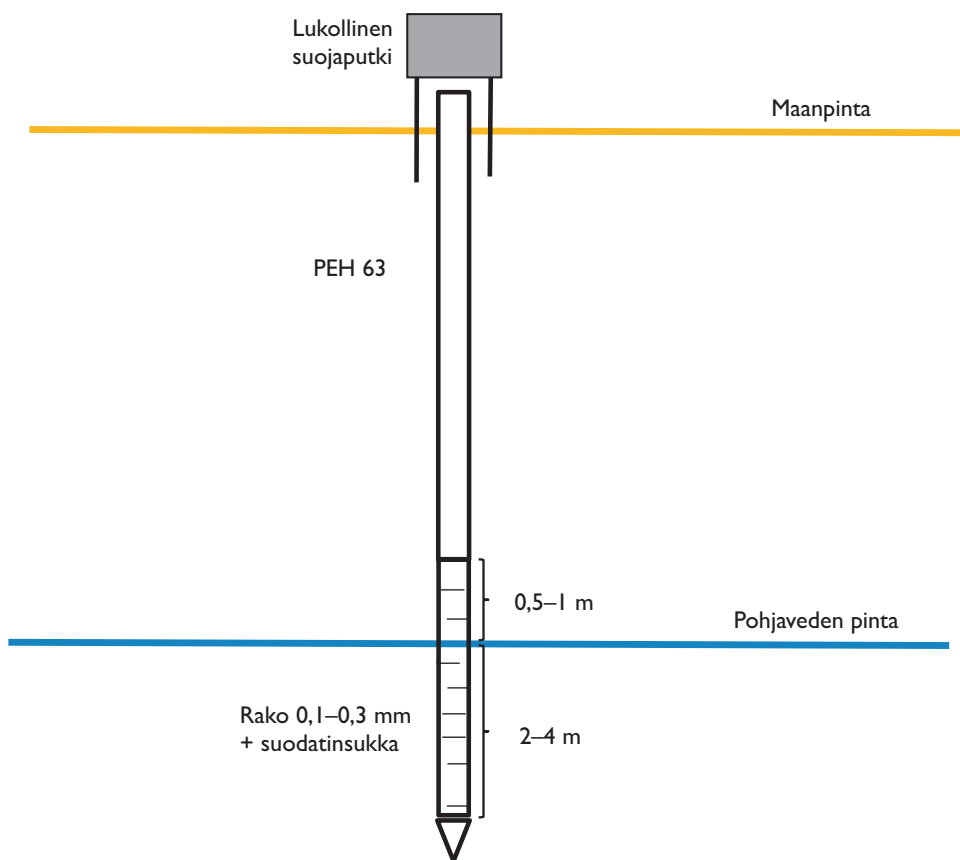
Tutkimusalueella sijaitsevien pohjavesiputkien ja kaivojen sijainnit tarkastetaan ja vedenpinnan korkeus näissä mitataan, vaikka näytteitä ei otettaisikaan. Tiedot kootaan havaintopistekorteiksi. Mikäli tutkimusalueella ei ole riittävää määrää havaintoputkia tai kaivoja kohteen ylä- ja alapuolisen pohjaveden laadun määrittämiseksi, asennetaan tarvittava määrä havaintoputkia. Pysyvien havaintoputkien asennuksen tavoitteena on että nämä palvelevat myöhemmin toiminnan tarkkailupisteinä.

Pohjavesiputket asennetaan oheisen periaatekuvan (kuva F.2) mukaisesti.

Mikäli alueella esiintyy orsivesikerroksia tai olosuhteet ovat sellaiset, että orsivettä saattaa esiintyä, tulee putkien asennus suunnitella erikseen tutkimussuunnitelman yhteydessä huomioiden erityisesti näytteenoton kohdistaminen oikeaan kerrokseen.

Pohjavesiputkien sijainti sekä putken pään ja maanpinnan korkeudet mitataan putkien asennuksen yhteydessä. Tietojen perusteella laaditaan pohjavesiputkikortit, joista tulee käydä ilmi vähintään seuraavat asiat:

- Putken nimi
- Putken sijainti (koordinaatit ja koordinaattijärjestelmä)
- Asennuspäivämäärä
- Putken asentaja



Kuva F.2. Periaatekuva pohjavesiputken asentamisesta

- Putken pään korkeus maan pinnasta ja korkeusjärjestelmä
- Maanpinnan korkeus ja korkeusjärjestelmä
- Siiviläosan pituus
- Siivilätyyppi
- Putken kokonaispituus
- Putken materiaali ja halkaisija
- Vedenpinnan korkeus asennushetkellä ja korkeusjärjestelmä
- Onko putki lukittu ja mikä avain / kenellä hallussa.

#### F7.2.2 Pohjaveden laadun tutkimukset

Pohjaveden laadun määrittämistä varten otetaan vesinäytteitä joko havaintoputkista tai alueella olevista kaivoista. Alueelta tulee aina ottaa sekä taustanäyte että toiminnan mahdollisia vaikutuksia kuvaava näyte tai näytteitä. Taustanäyte otetaan virtaussuunnassa ampumaradan yläpuolelta. Toiminnan vaikutuksia kuvaava näyte tai näytteet tulee ottaa virtaussuunnassa ampumaradan alapuolelta, mieluiten hyväkuntoisesta pohjaveden havaintoputkesta.

Pohjavesinäytteet otetaan pumppaamalla aina kun se on mahdollista. Pohjavesiputkesta/kaivosta pumpataan vettä tasaisella virtaamalla (yleensä 5 l/min tai alle), kunnes vesi kirkastuu tai putkesta on pumpattu vettä vähintään 3 x putken tilavuus. Näytteet tulee pyrkiä ottamaan mahdollisimman kirkkaana, kiintoaineista välttämällä, koska tavoitteena on selvittää liuenneiden metallien pitoisuus. Metallit kulkeutuvat pohjavedessä pääosin liukoisessa muodossa.

Mikäli vesi on sameaa ja maaperässä hienoainesta, kannattaa näyte ottaa hidaskvirtatekniikalla<sup>2</sup>. Näyte voidaan myös suodattaa hienoaineksen poistamiseksi. Suodatus on suositeltavaa tehdä kentällä heti näytteenoton jälkeen, ettei saostumista tai liukenemistä ehdi olosuhteiden muuttuessa tapahtua, mutta voidaan olosuhteiden sitä edellyttäessä tehdä myös laboratoriossa. Suodatus tehdään 0,45 µm suodattimella. Myös pH on suositeltavaa mitata kenttäolosuhteissa.

Pohjavesinäytteenotossa on tärkeää huomioida kontaminaatiovaara. Kontaminaatiolta voidaan välttyä käyttämällä puhtaita näytteenottovälineitä ja puhtaita, laboratorion toimittamia näytteenottoastioita. Näytteenotto toteutetaan oletetusta puhtaimmasta pisteestä likaiseen päin eli taustanäyte otetaan ensimmäisenä. Tarvittaessa näytteenottovälineet pestään pisteeltä toiselle siirryttäessä.

Ampumaratojen pohjavedestä tutkittavia parametreja ovat ainakin lyijy, antimoni, kupari, sinkki, happi ja pH. Lisäksi ennen vuotta 1960 toimineilla radoilla tulee analysoida nikkelin pitoisuus. Haulikkoradoilta tulee lisäksi tutkia arseenipitoisuudet.

### F7.2.3 Pohjaveteen kohdistuvan kuormituksen arviointi

Pohjaveden laadun suojelun ensisijaisena tavoitteena ympäristönsuojelulain pohjaveden pilaamiskiellon mukaisesti on pohjaveden talousvesikäytön turvaaminen. Tämän tavoitteen nojalla on perusteltua pitää pohjaveden laatutavoitteena talousveden laatuvaatimuksia (Vna 461/2000; Pb 10 µg/l, Ni 20 µg/l ja Cu 2 mg/l).

Pohjavedelle on myös EU-direktiivin nojalla säädetty ympäristönlaatu normit jotka on esitetty asetuksessa 1040/2006 (Pb 5 µg/l, Sb 2,5 µg/l, Cu 20 µg/l, Ni 10 µg/l ja As 5 µg/l). Laatu normit ovat ampumaradoilla esiintyvien metallien suhteen tiukemmat kuin talousveden laatuvaatimukset. Laatu normi on laadittu ensisijaisesti ohjaamaan viranomaistyötä, mutta toisaalta näitäkin normeja voidaan soveltaa arvioitaessa rata-alueella hyväksyttävää pohjaveden haitta-ainepitoisuutta. Ennen tutkimusten suorittamista olisikin suositeltavaa, että paikallisen ELY-keskuksen kanssa sovitaan mitä laatu kriteeriä pohjavedelle sovelletaan. Yhtenä vaihtoehtona voisi olla, että rata-alueella sovelletaan talousveden raja-arvoja ja rata-alueen ulkopuolella sovelletaan ympäristönlaatu normeja. Myös kohteen olosuhteet, kuten pohjaveden käyttö ja pohjavesivaraston kiertoaika, voivat ohjata laatu kriteerien valintaa siten, että lähtökohteisesti sovelletaan talousveden laatuvaatimuksia mutta erityisen herkissä kohteissa voidaan edellyttää tiukempia ympäristönsuojelutoimia.

Pohjaveteen kohdistuva hyväksyttävä haitta-ainekuormitus voidaan määrittää sekoittumiskertoimella seuraavasti:

Kohdekohtainen sekoittumiskerroin voidaan määrittää ampumaradan olosuhteiden perusteella. Tärkeimpinä muuttujina sekoittumiskertoimen määrittämiseen ovat alueen pituus pohjaveden virtaussuunnassa sekä sadannasta imeytyvä vesimäärä. Sekoittumiskerroin määritetään seuraavaan kaavaan perustuen:

$$DF = \frac{L_{gw} \times I}{v_{gw} \times d_{mix} + (L_{gw} + x) \times I}$$

missä

- DF on sekoittumiskerroin
- $L_{gw}$  on haitta-ainepitoisen alueen pituus pohjaveden virtaussuunnassa metreinä (m)
- I on pohjaveteen imeytyvän veden määrä metreinä vuodessa (m/a) (yleensä 0,2–0,3 m/a)

<sup>2</sup> Hidasvirtaus tekniikka I. Low Flow sampling on US.EPA:n kehittämä menetelmä pohjavesinäytteenottoon. Lisätietoja saa <http://www.epa.gov/region1/lab/qa/pdfs/EQASOP-GW001.pdf> (26.6.2013)

- v<sub>gw</sub> on pohjaveden virtaama, jona käytetään yleensä 1 m/d eli 365 m/a, ellei ole kohteesta mitattua tietoa.
- d<sub>mix</sub> on sekoittumiskerros pohjaveden pintaosassa, jona käytetään aina 1 m
- x on etäisyys tarkastelupisteeseen, jona käytetään yleensä 0 m.

Kun kaavaan sijoitetaan valmiiksi ennakkoon määritellyt lukuarvot, saadaan kaavasta muoto

$$DF = \frac{L_{gw} \times I}{365 + L_{gw} \times I}$$

Mikäli käytettävissä ei ole tietoja laskennan toteuttamiseksi, voidaan sekoittumiskertoimena käyttää lukuarvoa 0,1, mikä on konservatiivinen arvio.

Hyväksyttävä rata-alueen vajoveden pitoisuus, eli pohjaveteen suotautuvan veden haitta-aineen pitoisuus saadaan jakamalla turvallinen pohjaveden pitoisuus kyseiselle aineelle (yleensä talousveden raja-arvo tai ympäristönlautunormi) sekoittumiskertoimella. Tätä voidaan käyttää vertailuarvona esimerkiksi arvioitaessa riskinhallinnan suunnittelun yhteydessä minkä laatuista vesiä maaperään voidaan turvallisesti imeyttää. Hyväksyttäviä vajoveden haitta-ainepitoisuuksia ei ole tarkoitettu käytettäväksi raja-arvoina siten, että hyväksyttävän tason ylitys laukaisee välittömästi kunnostustarpeen.

#### *F7.2.4 Vajoveden ja ratarakenteen alapuolisen maaperän laadun tutkiminen*

Ampumarata-alueella suotautuvan veden laatua ja ratarakenteen alapuolisen maaperän tilaa voidaan tarvittaessa tutkia kolmella vaihtoehdoisella tavalla: lysimetrillä, liukoisuuskokeella tai maanäytteenotolla. Näistä lysimetritutkimus on luotettavin ja siinä mielessä suositeltava, vaikkakin sen suorittaminen kestää pääsääntöisesti vuoden. Mikäli tuloksia tarvitaan nopeammalla aikataululla, voidaan liukoisuuskokeiden avulla laboratorio-olosuhteissa määrittää kuinka paljon haitta-aineita maa-aineksestä määrättyissä olosuhteissa liukenee. Nämä tulokset eivät suoraan kuvaa vajoveden laatua, mutta niitä voidaan käyttää apuna arvioitaessa suuruusluokkatasoisesti kulkeutumista huokosveden välityksellä. Ratarakenteen alapuolisen maaperän tutkimuksilla saadaan tietoa vajoveden sisältäminen haitta-aineiden pidätyksestä ratarakenteiden alapuoliseen maaperään. Maaperänäytteillä ei voida arvioida vajoveden laatua, mutta niillä voidaan usein haarukoida kulkeutumisen laajuutta ja aikajännettä. Seuraavassa on kuvattu kyseiset tutkimukset.

##### *F7.2.4.1 Vajoveden laadun tutkiminen lysimetrillä*

Lysimetri on yksinkertainen laite, johon kerätään tutkittavalta alueelta edustava maanäyte. Tutkimusta varten määritellään olosuhteiltaan ja kuormitukseltaan riittävän homogeeninen tutkimusalue, jonka tilannetta kuvaamaan lysimetri asennetaan. Laite jätetään paikoilleen esimerkiksi 3-12 kuukaudeksi. On suositeltavaa asentaa lysimetri 12 kuukaudeksi, koska pohjaveden viitearvoa tarkastellaan vuosikeskiarvona.

Sade- ja sulamisvesi imeytyy kerätyn maanäytteen läpi keräysastiaan. Vajovedestä otetaan näyte koeajan päätyttyä ja näytteestä tehdään tarvittavat analyysit (esim. Pb, Sb, Cu). Näytteitä voidaan ottaa myös kokeen aikana, mikäli halutaan seurata tilanteen kehittymistä. Vesinäyte on hyvä suodattaa, koska maanäytteestä voi huuhtoutua hienoinen keräysastiaan, joka voi vääristää näytetulosta. Lysimetrin etuna asennuksen helppouden lisäksi on se, että sillä voidaan suoraan määrittää alueella imeytyvän vajoveden määrä. Imeytyvän veden määrää käytetään pohjaveden sekoittumiskertoimen määrittämisessä (kaavassa I).

Lysimetrillä voidaan tutkia koko rata-alueen vajovesien laatua ja tarvittaessa lisäksi osa-alueittain (taustavalli, ampumapaikkojen edusta jne.). Tutkimusalueet olisi rajattava siten, että ne vastaavat sekoittumiskertoimen määrittämisessä valikoituja osa-alueita.

Yllä esitetyllä tavalla toteutettuna lysimetrikoe pääsääntöisesti yliarvioi haitta-aineiden määrän vajovedessä. Häiritystä näytteestä liukeneminen on yleensä suurempaa kuin häiriintymättömästä eikä koe huomioi haitta-aineiden pidättymistä tutkittavan kerroksen alapuolisissa maakerroksissa.

#### F7.2.4.2 Vajoveden laadun tutkiminen liukoisuuskokein

Vajoveden laatua voidaan tutkia myös maanäytteestä tehtävin liukoisuuskokein. Liukoisuuskokeita tekevät mm. ympäristölaboratoriot. Liukoisuuskokeen avulla voidaan lisäksi selvittää maanäytteen kaatopaikkakelpoisuutta. Kaatopaikkakelpoisuus tulee usein osoittaa, mikäli pilaantuneita maita toimitetaan vastaanottokeskuksiin maaperän kunnostuksen yhteydessä.

Tutkittaessa vajovesien laatua liukoisuuskokein tulisi erikseen määritellä tutkimusalue tai -alueet, joiden vajoveden laatu halutaan selvittää. Kultakin tutkimusalueelta otetaan edustava kokoomanäyte liukoisuuskoea varten. Tulosten tulkintaa varten tulee lisäksi arvioida kullakin tutkimusalueella muodostuvan vajoveden määrä. Imeytyvän veden määrä voi vaihdella mm. pinnan kaltevuuden, maalajin ja kasvi- peitteen mukaan, jonka vuoksi vajoveden määrä olisi hyvä määrittää kohdekohtaisin mittauksin.

#### F7.2.4.3 Ratarakenteen alapuolisen maaperän laadun tutkiminen

Rata-alueen metallien (Pb, Cu, Sb, Ni) kulkeutumista ratarakenteesta maaperään voidaan myös selvittää ottamalla maanäytteitä ratarakenteen alta. Maanäytteen ottamisessa on kiinnitettävä erityistä huomiota näytteen edustavuuteen. Yksittäinen näyte ei anna kattavaa kuvaa koko radan tilanteesta, minkä vuoksi on suositeltavaa kerätä useita näytteitä erikseen määritellyltä syvyydeltä tutkittavalta alueelta. Kunkin tutkimusalueen näytteet voidaan yhdistää yhdeksi kokoomanäytteeksi, joka analysoidulla saadaan selville tutkittavan alueen metallien keskiarvopitoisuudet. Käyttämällä useita vertikaalisia näytesarjoja voidaan saada myös todellisia olosuhteita kuvaava arvio haitta-aineiden syvyyssuuntaisesta kulkeutumisesta.

Maanäytteiden ottaminen ratarakenteen alta edellyttää yleensä kairakoneen käyttöä. Näyte joudutaan ottamaan kairaamalla metallia sisältävän ratarakenteen läpi, mikä voi aiheuttaa kontaminaatiota. Maanäytteenotto onkin syytä tämän vuoksi suunnitella ja toteuttaa huolella. Maanäytteiden perusteella ei saada myöskään selvitettyä alueella imeytyvän veden määrää, mutta maalajihavaintojen avulla voidaan imeytyvän veden määrästä tehdä arvioita tai vajoveden määrää voidaan selvittää kohdekohtaisin mittauksin.

## F8 Haitta-ainepäästöjen hallinnan tarpeen arviointi

Johtopäätösten läpinäkyvyyden ja selvitysten yhdenmukaisuuden takaamiseksi toiminnan aiheuttama ympäristöriski tulisi lisäksi kuvata sekä numeerisesti liitteen F\_1 mukaisen, tätä tarkoitusta varten luodun pisteytysjärjestelmän avulla että sanallisesti.

Erikseen pisteytetään ja kuvataan päästöpotentiaali (kuormitus), pintavesiriski ja pohjavesiriski. Raportissa esitetään kunkin osatekijän pisteluku ja perustelut sille sekä kunkin osion yhteenlaskettu pistemäärä. Pienten luotiaseratojen riskinarviointi tehdään esiselvitystietojen perusteella, muiden kohteiden osalta apuna käytetään tutkimustietoa. Pisteytystä sovelletaan riskien hallinnan tarpeen määrittämisessä

BAT-selvityksen taulukon 6.3 mukaisesti. Selvityksen johtopäätöksenä esitetään haitta-aineiden hallinnan tarve BAT-selvityksen mukaisena riskitasona sekä suositukset riskinhallintamenetelmiksi.

Laajemmissa selvityksissä ympäristöriskien arvioinnin perusteluissa voidaan keskittyä niihin ympäristönsiin, joihin kohdistuvat riskit katsotaan merkittäviksi.

## F9 Raportointi

Esiselvitystiedot, kaikki tehdyt tutkimukset ja näiden perusteella tehdyt päätelmät päästöistä, niiden vaikutuksista ja riskeistä sekä niiden hallinnan vaatimustasosta raportoidaan. Erityisesti tulee kiinnittää huomiota siihen, että tutkimustuloksia, epävarmuuksia ja tulosten merkitystä arvioidaan huolellisesti perustellen. Selvitysten keskeinen tarkoitus on arvioida ympäristön pilaantumisen tai sen vaaran merkittävyyttä ja arvioida suhteellisuusperiaate huomioiden, minkälaisiin toimenpiteisiin on tarpeellista ryhtyä pilaantumisen vaaran hallitsemiseksi.

Raportti voidaan liittää ympäristölupahakemukseen tai se voidaan toimittaa ympäristöviranomaisille erillisenä selvityksenä.

Raportissa tulee esittää ainakin seuraavat seikat:

- Lähtötiedot
- Tutkimuksen tavoitteet
- Ympäristöolosuhteiden kuvaus
- Näytteenoton ja alueella tehtyjen havaintojen kuvaukset
- Tutkimusten ja arviointien tulokset. Tulokset kuvataan mahdollisimman selkeästi ja esitetään taulukoin, piirustuksin ja kartoin
- Ympäristöriskin arviointi
- sanallinen kuvaus toiminnan aiheuttamista keskeisistä ympäristövaikutuksista ja riskeistä, sekä niiden mahdollisista vaikutuksista ja näiden merkittävyydestä
- pisteytys perusteluineen
- Johtopäätökset siten, että ainakin seuraaviin seikkoihin on otettu kantaa
- tutkimusten kattavuus ja riittävyys
- riskinhallinnan tarve ja kohdistuminen eli BAT-selvityksen mukainen riskitaso
- kohteeseen soveltuvat tekniikat ja käytännöt
- ympäristötarkkailun tarve ja kohdistuminen
- mahdollinen muu toimenpidetarve
- Perustellut epävarmuudet sekä tutkimusten että riskinarvioinnin osalta.



## LIITE F\_1

Haitta-ainepäästöjen riskitason pisteytysjärjestelmä. Erikseen pisteytetään päästöpotentiaali (kuormitus), pintavesiriski ja pohjavesiriski.

| <b>PÄÄSTÖPOTENTIAALI</b>                              |                               |   |                     |
|---|-------------------------------|---|---------------------|
| <b>Riskitekijä</b>                                    | <b>Pistemäärä</b>             | <b>Pisteytyskriteerit</b>   | <b>Huomautukset</b> |
| Lyijyn määrä rata-rakenteissa L                       | 0                             | < 5 t Pb  |                     |
|   | 1                             | 5–50 t Pb   |                     |
|   | 2                             | 50–100t Pb  |                     |
|   | 3                             | > 100 t Pb  |                     |
| Käyttöikä I   | 0                             | 0   | Uusi rata           |
|   | 1                             | 1–20 v  |                     |
|   | 2                             | 20–50 v   |                     |
|   | 3                             | > 50 v  |                     |
| Kuormittuneen alueen laajuus: luotiaseratojen määrä K | 1                             | 1–2 kpl   |                     |
|   | 2                             | 3–5 kpl   |                     |
|   | 3                             | > 5 kpl   |                     |
| Lisäksi haulikkoradasta                               | I ... x                       | Jokaisesta rata-alueella sijaitsevasta haulikkoradasta yksi lisäpiste |                     |
| <b>Kuormitus yht.</b>                                 | <b>L+I+K</b>                  |   |                     |
| Max.  | 9 + haulikkoratojen lukumäärä |   |                     |

Päästöpotentiaalın merkittävyys  
Pieni 1–4 pistettä  
Kohtalainen 5–8 pistettä  
Suuri > 9 pistettä

| <b>PINTAVESIRISKI</b>  |                   |   |   |
|--|-------------------|---|---|
| <b>Riskitekijä</b>   | <b>Pistemäärä</b> | <b>Pisteytyskriteerit</b>   | <b>Huomautukset</b>   |
| Maaperän vedenläpäisevyys K                                    | 0                 | Vettä johtava   | Esim. Hiekka, sora, hiekkamoreeni   |
|  | 1                 | Jonkin verran vettä johtava   | Esim. Silttinen hiekka  |
|  | 2                 | Vettä pidättävä   | Esim. Savi, hienoainesmoreeni   |
|  | 3                 | Suo, kosteikko  |   |
| Sekoittumiskerroin rata-alueelta johtavassa ojassa SK          | 0                 | < 0,01  |   |
|  | 1                 | 0,01–0,1  |   |
|  | 2                 | 0,1–0,25  |   |
|  | 3                 | > 0,25  |   |
| Nykytilanne, pintaveden ja sedimentin haitta-ainepitoisuudet N | 0                 | Ei vaikutuksia havaittavissa  | Ampumatoiminnasta peräisin olevat haitta-aineet rata-alueen ympäristössä                                    |
|  | 1                 | Lievästi kohonneet luonnontilaan nähden, vaikutus paikallinen   | Luonnontilalla tarkoitetaan pääsääntöisesti kunkin alueen taustapitoisuuksia                                |
|  | 4                 | Selvästi kohonneet luonnontilaan nähden ja/tai vaikutuksia havaittavissa laajemmalla alueella   |   |
|  | 6                 | Sedimentin haitta-ainepitoisuudella on vaikutusta vesistön käyttöön tai pintaveden ympäristölaatunormi ylittyy rata-alueen ojan vastaanottavassa vesistössä |   |
| Riskin realisoitumisen seurausten vakavuus S                   | 0                 | Oletettavasti ei merkittäviä seurauksia   | Esim. haitta-aineita kertyy ajan mittaan rata-alueelta ulos johtavien ojien pohjasedimenttiin paikallisesti |
|  | 1                 | Rajoitetut vaikutukset mahdollisia  | Vaikutukset paikallisia ja vähäisiä tai hallittavissa   |
|  | 4                 | Vakavat vaikutukset mahdollisia   | Paikallisia vaikutuksia esim. erityisiin luontoarvoihin tai eliölajeihin tai pintaveden käyttöön            |
|  | 6                 | Erittäin vakavat vaikutukset mahdollisia  | Paikallista laajempia vaikutuksia esim. erityisiin luontoarvoihin tai eliölajeihin tai pintaveden käyttöön  |
| <b>Pintavesiriski yht.</b>                                     | <b>K+SK+N+S</b>   |   |   |
| Max  | 18                |   |   |

Pintavesiriskin merkittävyys

Pieni 0–9 pistettä

Kohtalainen 9–14 pistettä

Suuri >14 pistettä tai N>4

| <b>POHJAVESIRISKI</b>   |                   |   |  |
|---|-------------------|---|--|
| <b>Riskitekijä</b>  | <b>Pistemäärä</b> | <b>Pisteytyskriteerit</b>   | <b>Huomautukset</b>  |
| Maaperän vedenläpäisevyys K   | 0                 | Heikosti vettä johtava tai suo  | Esim. Savi, siltti, hienoainesmoreeni, suo   |
|   | 1                 | Jonkin verran vettä johtava   | Esim. Silttinen hiekka   |
|   | 2                 | Vettä johtava   | Esim. Hieno hiekka, hiekkamoreeni  |
|   | 3                 | Hyvin vettä johtava   | Karkea hiekka, sora  |
| Etäisyys pohjaveden pintaan E   | 1                 | >10 m   |  |
|   | 2                 | 4–10 m  |  |
|   | 3                 | <4 m  |  |
| Nykytilanne, maaperän, vajoveden ja pohjaveden haitta-ainepitoisuus N | 0                 | Ampumatoiminnasta peräisin olevat haitta-ainepitoisuudet rajoittuvat ampumaradan rakenteisiin, vajovesien pitoisuudet hyväksyttävällä tasolla, pohjavedessä ei havaittavissa vaikutuksia  |  |
|   | 1                 | Kohonneita haitta-ainepitoisuuksia ampumaradan alapuolisessa maaperässä, vajovesien pitoisuudet hyväksyttävällä tasolla tai lievästi kohonneet, pohjavedessä ei havaittavissa vaikutuksia |  |
|   | 4                 | Pohjavedessä havaittavissa taustapitoisuudet ylittäviä haitta-ainepitoisuuksia, vajovesien pitoisuudet ylittävät hyväksyttävän tason tai haitta-aineita kulkeutunut syvälle maaperässä    |  |
|   | 6                 | Pohjaveden haitta-ainepitoisuudet ylittävät talousveden tai pohjaveden laadulle annetut viitearvot  | Edellyttäen että taustapitoisuudet alittavat ko. normit  |
| Riskin realisoitumisen seurausten vakavuus S                          | 0                 | Oletettavasti ei merkittäviä seurauksia   | Esim. kohde ei sijaitse luokitellulla pohjavesialueella, maaperän tai pohjaveden pilaantuminen rajoittuu kohteen välittömään läheisyyteen, pohjavettä ei käytetä eikä käyttö tulevaisuudessa ole todennäköistä |
|   | 1                 | Rajoitetut vaikutukset mahdollisia  | Esim. vaikutukset paikallisia ja vähäisiä tai hallittavissa  |
|   | 4                 | Vakavat vaikutukset mahdollisia   | Esim. vaarantaa pohjaveden käytön talousvesikaivoista  |
|   | 6                 | Erittäin vakavat vaikutukset mahdollisia  | Esim. vaarantaa alueellisesti merkittävän vedenottamon käytön tai muun tärkeän kohteen   |
| <b>Pohjavesiriski yht.</b>  | <b>K+E+N+S</b>    |   |  |
| Max   | 18                |   |  |

Pohjavesiriskin merkittävyys

Pieni 0–9 pistettä

Kohtalainen 9–14 pistettä

Suuri >14 pistettä tai N>4

## LIITE G. Ampumaradan haitta-aineiden päästö- ja vaikutustarkkailu. Suunnitteluohje

### **G1 Johdanto**

Ampumaratojen ympäristöluvuissa edellytetään pääsääntöisesti toiminnan haitta-ainepäästöjen ja niiden vaikutusten tarkkailua. Ampumatoiminnasta saattaa aiheutua metallikuormitusta joko pohjaveteen tai pintavesiin tai molempiin, riippuen alueen olosuhteista ja toiminnasta. Päästö- ja vaikutustarkkailun tavoitteena on toiminnan ympäristöturvallisuuden varmistaminen ja haittojen ehkäisy. Suunnitelmallinen, tarkoituksenmukainen ja oikein kohdistettu tarkkailu tuottaa kustannustehokkaasti tarpeelliset tiedot toiminnan ympäristövaikutuksista.

Tarkkailun suunnittelu pohjautuu ampumaradan arvioituihin ympäristövaikutuksiin ja niiden kohdentumiseen sekä toteutettuihin hallintatoimenpiteisiin. Lähtötietona voi olla ampumaradan haitta-ainepäästöjen hallintatarpeen arviointi ja sen perusteella suunnitellut tai toteutetut toimenpiteet taikka vastaavat tiedot. Haitta-aineiden hallintatarpeen arviointimenettely on ohjeistettu Ampumaratojen ympäristövaikutusten hallinta – Paras käyttökelpoinen tekniikka –selvityksen (nk. Ampumarata-BAT) liitteessä F. Tässä ohjeessa kuvataan tarkkailusuunnitelman laatimisen, tarkkailun toteutuksen ja raportoinnin periaatteet. Ohje on laadittu Ampumarata-BAT -selvityksen yhteydessä ja on kyseisen hankkeen raportin liite G. Ohje on suunnattu ampumaratatoiminnan harjoittajille, ympäristölupia käsitteleville viranomaisille sekä ampumaratojen ympäristötutkimuksia tekeville asiantuntijoille.

### **G2 Tarkkailun tavoitteet**

Tarkkailun tavoitteena on havainnoida ampumaradan haitta-ainekuormitusta, päästöjä rata-alueen ulkopuolelle sekä mahdollisia ympäristövaikutuksia. Tarkkailu kohdistetaan niihin ympäristön osiin, joihin mahdollisia vaikutuksia alueen olosuhteiden perusteella voi kohdistua. Ratarakenteisiin kohdistuvaa metallikuormitusta seurataan ensisijaisesti laukausmäärien seurannan avulla. Päästöjä alueen ulkopuolelle ja toiminnan ympäristövaikutuksia havainnoidaan tarkkailemalla ampumarata-alueelta lähtevän pintaveden, ojaston sedimentin, vastaanottavan vesistön ja pohjaveden sekä tarvittaessa muodostuvan vajoveden laatua. Tarkkailulla selvitetään sekä kuormituksen tasoa että ympäristössä toiminnan myötä tapahtuvia muutoksia. Tulosten perusteella arvioidaan riskienhallintatoimenpiteiden tehokkuutta, kuormituksen hyväksyttävyyttä ja mahdollisten jatkotoimenpiteiden tarvetta.

Tarkkailun kohdekohtaiset tavoitteet määritellään tarkkailun suunnittelun yhteydessä ja kirjataan tarkkailusuunnitelmaan sekä tulosten perusteella laadittaviin raportteihin.

### **G3 Tarkkailusuunnitelma**

Tarkkailua varten laaditaan suunnitelma, jossa otetaan huomioon kyseisen radan olosuhteet ja toiminnan erityispiirteet. Käytännössä suunnittelun pohjana ovat haitta-ainepäästöjen hallintatarpeen arvioinnin tulokset, jos sellainen on tehty, toteutetut suojaustoimenpiteet sekä aiemmat tarkkailutulokset ja muut alueella tehdyt tutkimukset ja selvitykset. Ehdotus tarkkailun periaatteista ja tavoitteista liitetään ympäristölupahakemukseen tai ympäristöluvan tarkistamiseksi tehtävään hakemukseen.

Tarkkailusuunnitelmassa esitetään tarkkailukohteet ja -pisteet valintaperusteiseen, näytteenotto-ohjeistus sekä tarkkailusykli. Lisäksi kuvataan raportointi. Rata-alueelta ympäristöön kohdistuva hyväksyttävä kuormitus on määritetty haitta-ainepäästöjen hallintatarpeen arvioinnin yhteydessä. Mikäli kyseistä arviointia ei ole tehty, voidaan tarkkailusuunnitelmassa määrittää kohdekohtainen hyväksyttävä kuormitus pinta- tai pohjavedelle. Hyväksyttävän kuormituksen määrittäminen on ohjeistettu Ampumarata-BAT-selvityksen raportin liitteessä F.

Tarkkailusuunnitelma on syytä laatia yhteistyössä viranomaisten kanssa. Suunnitelma tulisi myös hyväksyttävä valvontaviranomaiselle ennen tarkkailun käynnistämistä, mikäli tarkkailun suunnittelu ei tapahdu ympäristöluvan hakemisen tai tarkistamisen yhteydessä.

Tarkkailun suunnittelussa, toteuttamisessa ja tulosten analysoinnissa sekä raportoinnissa tulee käyttää riittävää ympäristöalan asiantuntemusta. Näytteenottajien tulee olla sertifioituja tai muuten kokeneita alan ammattilaisia.

## G4 Käytön seuranta

Haitta-aineiden kertymistä ampumaradan rakenteisiin ja sitä kautta kuormituspotentiaalia seurataan laukausmäärien seurannalla. Laukausmääriä seurataan ratakohtaisesti vuositasolla. Mahdollisuuksien mukaan laukausmääriä seurataan ase- ja patruunatyypeittäin, vähimmäistasolla kirjataan erikseen haulikkoaseilla ja luotiaseilla ammutut laukaukset. Materiaaleiltaan poikkeavien erityispatruunojen (erityisesti mikäli nämä sisältävät muita kuormitusta aiheuttavia aineita kuin lyijy, antimoni, sinkki, kupari ja arseeni) käyttö kirjataan. Lisäksi seurataan radan käyttöaikoja.

## G5 Pintavesitarkkailu

### G5.1 Tarkkailun tarve

Haitta-ainekuormitusta pintavesiin aiheutuu erityisesti alueilla, joilla maaperä on heikosti vettä läpäisevää eikä sadevesi imeydy maaperään. Rata-alueen pintavedet kootaan ojiin ja ohjataan ojaverkostoa pitkin lähimpään vesistöön. Ympäröivien alueiden puhtaat hulevedet ohjataan yleensä ojituksella rata-alueen ohi.

Pintavesien tarkkailuvaatimuksista on säädetty Valtioneuvoston asetuksessa vesi-ympäristölle vaarallisista ja haitallista aineista (1022/2006) seuraavasti:

*7§ Ympäristöluvanvaraista toimintaa harjoittavan on tarkkailtava pintavettä, johon päästetään tai huuhtoutuu liitteen 1 C kohdassa tarkoitettuja aineita. Ympäristöluvanvaraista toimintaa harjoittavan on tarkkailtava pintavettä, johon päästetään taikka johon huuhtoutuu merkittävässä määrin liitteen 1 D kohdassa tarkoitettuja aineita. Pintavettä tarkkaillaan pitoisuutena vedessä, sedimentissä tai eliöstössä siten kuin jäljempänä säädetään.*

Ampumatoiminnan haitta-aineista lyijy ja nikkeli kuuluvat asetuksen liitteessä C mainittuihin aineisiin. Asetusta sovelletaan sen 2§ mukaan vesilaissa (587/2011) tarkoitettuun vesistöön, noroon, ojaan ja pohjaveteen sekä Suomen aluevesiin ja talousvyöhykkeeseen. Näin ollen ampumaratatoiminnan pintavesivaikutuksia on tarkkailtava käytännössä aina kun rata-alueella muodostuu vähäistä enemmän pintavesiä, jotka kulkeutuvat ympäristöön.

Toiminnanharjoittajan velvollisuus on olla selvillä toimintansa ympäristövaikutuksista. Myös muilla ampumaratojen haitta-aineilla kuin lyijyllä ja nikkelillä on todettuja ympäristövaikutuksia, joten on päästöjä ja vaikutuksia tulee tarkkailla myös näiden osalta.

## G5.2 Näytteenottotiheys

Yleisesti pätevä näytteenottotiheys on määritetty Valtioneuvoston asetuksessa vesiympäristölle vaarallisista ja haitallista aineista (1022/2006) seuraavasti:

*9§ Pintaveden tarkkailun tiheys ja ajoitus on valittava siten, että saavutetaan hyväksyttävä luotettavuus- ja tarkkuustaso. Seurantatiheydestä päätettäessä otetaan huomioon sekä luonnon että ihmistoiminnan aiheuttama vaikutus pintaveteen. Luonnon vuodenaikavaihtelun vaikutuksen tuloksiin tulee olla mahdollisimman pieni.*

*Liitteen 1 C kohdassa tarkoitettuja aineita on tarkkailtava pitoisuutena vedessä kerran kuukaudessa, vähintään 12 kertaa vuodessa. Niitä liitteen 1 C kohdassa tarkoitettuja aineita, joiden on esitetty laatunormi eliöstössä tai sedimentissä, on tarkkailtava sedimentissä tai eliössä vähintään kerran vuodessa. Näitä aineita ei ole tällöin tarpeen tarkkailla pitoisuutena vedessä ympäristölaatu- ja noudattamisen todentamiseksi. Liitteen 1 D kohdassa tarkoitettuja aineita on tarkkailtava pitoisuutena vedessä kolmen kuukauden välein, vähintään neljä kertaa vuodessa. (7.10.2010/868)*

*Edellä 2 momentissa tarkoitettua tarkkailutiheyttä voidaan muuttaa, jos se on aiheellista olosuhteiden muuttumisen, teknisen tietämyksen tai asiantuntija-arvion perusteella.*

Asetuksen mukaisesti lyijyn ja nikkelin edellyttämä tarkkailutiheys on kerran kuukaudessa. Asetuksessa annetaan kuitenkin mahdollisuus muuttaa tarkkailutiheyttä perustellusti. Ampumaradoilta aiheutuva kuormitus ei ole äkillistä, eivätkä vuosittaiset muutokset kuormituksen kumulatiivisuudesta huolimatta ole suuria, mikäli toiminnassa ei tapahdu merkittäviä muutoksia. Tähän perustuen tarkkailusykliksi esitetään vuodenaikavaihtelut huomioivaa vuosikeskiarvotarkkailua 1–6 vuoden välein riippuen ympäristön herkkyydestä. Mikäli kuormitus päästöjen hallintatarveluokituksen mukaan kohdistuu herkkiin vesistökohteisiin ja BAT-selvityksen raportin taulukon 6.3 mukainen riskitaso on 3 eli erittäin vaativa, on sopiva näytteenottoväli 1–6 vuotta riippuen kohteesta toteutetuista suojaustoimenpiteistä. Mikäli pintavesi-riski on kohtuullinen eli riskitaso on 2A, voidaan näytteenotto toteuttaa 3–6 vuoden välein. Riskitason 1 kohteissa tarkkailun tarve ja tiheys tarkastellaan kohdekohtaisesti sen mukaan arvioidaanko pintavesiin kulkeutuvan rata-alueelta metallipitoisia hulevesiä.

## G5.3 Tarkkailupisteiden valinta ja näytteenotto

Tarkkailupisteistä on säädetty Valtioneuvoston asetuksessa vesiympäristölle vaarallisista ja haitallista aineista (1022/2006) seuraavasti:

*8§ Pintaveden tarkkailupaikkoja on oltava riittävästi, jotta päästön tai huuhtoutuman suuruus ja vaikutus pintaveden tilaan voidaan arvioida sekä vesienhoidon järjestämisestä annetun lain 12 §:ssä tarkoitettussa toimenpideohjelmassa esitettyjen toimien seuraukset vesien tilassa voidaan havaita. Tarkkailupaikat määrätään ympäristönsuojelulain 46 §:n mukaisissa tarkkailumääräyksissä.*

*Tarkkailupaikat ympäristölaatu- ja noudattamisen todentamiseksi sijoitetaan siten, että päästö tai huuhtoutuma on sekoittunut riittävässä määrin pintaveteen. Tarkkailupaikkojen sijoittamisessa on tarpeen mukaan otettava huomioon, mitä 6 b §:ssä säädetään sekoittumisvyöhykkeen määrittämisestä. (7.10.2010/868)*

*Tarkkailupaikat ympäristölaatu- ja noudattamisen todentamiseksi sijoitetaan siten, että päästö tai huuhtoutuma on sekoittunut riittävässä määrin pintaveteen.*



*Talousveden valmistamiseen tarkoitetun pintaveden tarkkailupaikat sijoitetaan veden oton kannalta merkitykselliseen osaan pintavettä.*

Rata-alueelta ympäristöön huuhtoutuvan päästön suuruutta seurataan rata-alueelta vesistöön johtavaan kokoomaajaan purkautuvasta vedestä. Havainnot verrataan tällöin kohdekohtaisesti määritettyyn hyväksyttävään päästötasoon. Mikäli rata-alueen vedet vastaanottava vesistö sijaitsee sellaisella etäisyydellä ampumaradasta, että haitta-aineita voidaan kohtuudella olettaa kulkeutuvan tähän, tarkkaillaan myös tätä. Vastaanottavan vesistön tarkkailun tarkoituksena on todentaa ympäristölaatu-normin täyttyminen. Lisäksi on tulosten tulkintaa varten suositeltavaa tutkia myös alueellinen taustapitoisuus mahdollisimman edustavasta pisteestä.

Näytteenotto toteutetaan vuosikeskiarvon selvittämiseksi joko yksittäisnäytteenotona 8–10 kertaa vuoden aikana, jotta vuodenaikaisvaihtelu tasoittuu tai virtaavan veden ollessa kyseessä metallien tarkkailuun soveltuvilla passiivikeräimillä.

Näytteenotot toteutetaan sulan ja virtaavan veden aikana. Yksittäisnäytteet pyritään ottamaan uoman keskeltä ojan vedestä, tai vesistöstä riittävän sekoittumisen jälkeen, pinnan alta siten, ettei pohjalietettä sekoiteta. Näyte otetaan mielellään suoraan laboratorion määrittelemään pulloon. Pullo suljetaan tiiviisti heti näytteenoton jälkeen. Näytteenottoon liittyvien virheiden minimoimiseksi näytteenottajan tulisi olla asiantuntija tai tehtävään riittävällä tavalla perehdytetty. Virtaavasta vedestä tapahtuvan näytteenoton yhteydessä mitataan virtaama näytteenottopisteessä tulosten tulkintaa varten.

Yksittäisten näytteenotokertojen tuloksia ei käsitellä erillisinä, vaan niistä muodostetaan aritmeettinen vuosikeskiarvo, jota verrataan päästöjen hallintatarpeen arvioinnissa tai tarkkailusuunnitelmassa määritettyyn hyväksyttävään kuormitukseen, tai vesistön osalta ympäristölaatu-normiin. Jos ampumarata-alueen laskuajan tulosten aritmeettista keskiarvopitoisuutta ei syystä tai toisesta voida luotettavasti tai edustavasti määrittää, tulee arvioida voidaanko tuloksen luotettavuutta parantaa käyttämällä virtaamapainotettua keskiarvoa.

Virtaavan veden tutkimuksissa käytettävien passiivikeräinten kaupallisia malleja on kymmeniä erilaisia, joista useat soveltuvat käytettäväksi metallipitoisuuksien seurantaan. Passiivikeräimen valinnassa on syytä selvittää mm. ampumaratametallien (lyijy, antimoni, kupari, sinkki) analyysimahdollisuudet sekä tulosten riittävä tarkkuus. Passiivikeräimen tulee antaa olla vedessä riittävän pitkään, valmistajan ohjeiden mukaan esim. 4 viikkoa, 3 kuukautta tai 8 kuukautta keräintyyppistä riippuen. Passiivikeräimen ajatuksena on koota keskiarvopitoisuus koko näytteenottoajalta, jolloin hetkelliset vaihtelut virtaamassa ja pitoisuudessa tasoittuvat. Passiivikeräimen avulla tarkkailu voidaan toteuttaa joko asentamalla useampi lyhytaikainen keräin vuoden mittaan tai yksi pitkäaikainen kokoamaan sulan veden aikainen vuosikeskiarvo. Passiivikeräimelle voidaan asentaa teline sopivaan kohtaan uomassa, jolloin keräimen paikoilleen asentaminen ja poistaminen on helppoa, nopeaa ja lähes kenen tahansa toteutettavissa. Passiivikeräimen käyttö mahdollistaa toiminnanharjoittajan osallistumisen näytteenottoon, mikäli asennus ei edellytä erityistä asiantuntemusta (esim. telinettä käytettäessä). Passiivikeräimen asennuksen ja purkamisen yhteydessä voidaan uoman virtaama mitata tulosten tulkintaa varten.

#### **G5.4 Sedimenttinäytteenotto**

Pintavesinäytteenoton täydentämiseksi, erityisesti jos haitta-aineiden todetaan kulkeutuvan merkittävässä määrin kiintoaineksen mukana, voidaan kokoomaajasta tai kohdevesistöstä ottaa sedimenttinäytteitä vaikutusalueen laajuuden ja toimenpiteen tarpeen selvittämiseksi. Sedimenttinäytteenoton suunnittelemiseksi olisi hyvä selvittää uoman sedimentaatioalueet, mutta tämä on usein erittäin haastavaa. Kivisestä pohjasta sedimenttinäytettä ei oteta, vaan ainoastaan pehmeästä aineksestä. Sedi-

menttinäytteenotto tehdään kolmen vuoden välein tai tulosten perusteella perustellusti harvemmin, esimerkiksi pintavesinäytteenoton yhteydessä. Näytteet otetaan uoman pituuden mukaan 2–3 eri alueelta, esimerkiksi rata-alueen rajalta, 50–100 m etäisyydeltä ja 200–500 m etäisyydeltä. Näytteet otetaan edustavasti ennakkoon rajatulta näytteenottoalueelta (esim. 10 metrin pituinen alue uomasta), jota tasapuolisesti otettu vähintään 30 osanäytteen kokoomanäyte edustaa. Näyte otetaan sedimentin pintakerroksesta ja purkitetaan näytteenoton yhteydessä laboratorion ohjeiden mukaisesti. Kohdevesistön ollessa erityisen herkkä voidaan sedimenttinäytteitä ottaa vastaavalla tavalla vyöhykkeittäin ampumarata-alueen laskuojan purkautumispiirteen ympäristöstä.

### **G5.5 Analyysit**

Laboratoriossa sekä pintavesinäytteistä että sedimenttinäytteistä analysoidaan vähintään ampumaradoille tyypillisten pintavettä kuormittavien metallien eli lyijyn, antimoinin, kuparin ja sinkin pitoisuudet sekä arseenin pitoisuus, mikäli ampumarata-alueella on haulikkorata. Lisäksi ennen vuotta 1960 toimineilla radoilla tulisi analysoida nikkelin pitoisuudet. Tulosten tulkinnan parantamiseksi vesinäytteistä suositellaan tutkittavaksi myös pH, sameus ja orgaanisen aineksen pitoisuus sekä sedimenttinäytteistä orgaanisen ja saviaineksen pitoisuus.

Vesinäytteiden metallien pitoisuudet selvitetään sekä kokonaispitoisuuksina että liukoisina pitoisuuksina (0,45 µm suodatin). Päästön hyväksyttävyyden ja ympäristölaatuunormin toteutumisen vertailuarvoina käytetään liukoisia pitoisuuksia. Kokonaispitoisuudesta saadaan tietoa metallien kulkeutumistavasta kohteessa ja tuloksia voidaan käyttää sedimenttiin kohdistuvan kuormituksen arvioinnissa.

## **G6 Pohjavesitarkkailu**

### **G6.1 Tarkkailun tarve**

Pohjaveden tarkkailutarpeesta ei ole säädetty vastaavasti kuin pintavedestä. Ampumaradan sijaitessa luokitellulla pohjavesialueella, tai jos sen lähiympäristössä on talousvesikäytössä oleva kaivo, johon riskinhallintaselvityksen perusteella kohdistuu pohjaveden virtausta ampumarata-alueelta, on pohjavesitarkkailu pääsääntöisesti tarpeen, jos radan BAT-selvityksen mukainen riskitaso on 2b (kohtalainen pohjavesiriski) tai 3 (suuri pohjavesiriski). Riskitason 1 (pieni pohjavesiriski) kohteissa tarkkailun tarve tarkastellaan kohdekohtaisesti.

### **G6.2 Tarkkailun toteuttaminen ja näytteenotto**

Pohjavesitarkkailu toteutetaan pääsääntöisesti tarkkailemalla toiminnan vaikutuksia pohjavesiesiintymään havaintoputkien ja -kaivojen avulla. Lisäksi tai vaihtoehtoisesti voidaan tarkkailla pohjaveteen kohdistuvaa kuormitusta kiinteän tai tilapäisen lysimetrin avulla. Kohteissa, joissa on toteutettu sellainen pohjaveden suojausrakenne, jonka avulla vajovesiä kootaan, ohjataan tai puhdistetaan, tarkkaillaan suojausrakenteesta maahan imeytettävän tai vesistöön purettavan veden laatua. Soveltuessa tarkkailu määritetään tapauskohtaisesti mm. kohteen olosuhteiden ja olemassa olevien rakenteiden perusteella.

Lysimetritarkkailun etuna on se, että pohjaveteen kohdistuva riski voidaan havaita ja sen merkittävyys arvioida jo ennen päästön kulkeutumista pohjaveteen saakka. Menetelmää suositellaan käytettäväksi erityisesti korkean riskin kohteissa. Pohjaveden havaintoputkien kautta toteutettu tarkkailu osoittaa kohoavan trendin siinä vaiheessa, kun pohjaveteen on jo kulkeutunut metalleja. Havaintoputkien avulla tapahtuva tarkkailu on yksinkertainen toteuttaa ja vastaa tarkoitustaan siinä mielessä, että sen avulla voidaan seurata ympäristölaatuunormien toteutumista pohjavesiesiintymässä. Havaintoputkitarkkailu on yleensä riittävä pienen ja kohtalaisen riskin kohteissa.

### G6.3.1 Tarkkailu pohjaveden havaintoputkien avulla

Pohjaveden metallipitoisuutta seurataan rata-alueen välittömään läheisyyteen pohjaveden virtaussuunnassa alavirtaan asennetusta havaintoputkesta tai laajemmin alueelle asennetusta havaintoputkiverkostosta. Havaintopisteiden sijainti ja määrä riippuu pohjavesiolosuhteista ja pohjaveden käytöstä. Havaintopisteverkosto suunnitellaan kohdekohtaisesti.

Tarkkailun luotettavuuden kannalta on tärkeää, että pohjaveden virtausolosuhteet kohteessa tunnetaan riittävän hyvin. Taustanäytteen ottaminen jokaisella tarkkailukierroksella ei ole välttämätöntä päästöjen hallintatarveselvityksen tekemisen jälkeen, koska tarkkailun tarkoitus on seurata rata-alueen pitkäaikaista paikallista vaikutusta pohjaveteen. Taustanäytteitä voidaan kuitenkin tapauskohtaisesti hyödyntää tiedon saamiseksi rata-alueen ulkopuolelta tulevasta kuormituksesta.

Pohjavesinäytteet otetaan pumpaamalla aina kun se on mahdollista. Pohjavesiputkesta/kaivosta pumpataan vettä tasaisella virtaamalla (yleensä 5 l/min tai alle), kunnes vesi kirkastuu tai putkesta on pumpattu vettä vähintään 3 x putken tilavuus. Näytteet tulee pyrkiä ottamaan mahdollisimman kirkkaana, kiintoaineista välttämällä, koska tavoitteena on selvittää liuenneiden metallien pitoisuus. Metallit kulkeutuvat pohjavedessä pääosin liukoisessa muodossa.

Mikäli vesi on sameaa ja maaperässä hienoaainesta, kannattaa näyte ottaa ns. hidastavirtaustekniikalla (low-flow menetelmä). Näyte voidaan myös suodattaa hienoaineksen poistamiseksi. Suodatus on suositeltavaa tehdä kentällä heti näytteenoton jälkeen, ettei saostumista tai liukenemista ehdi olosuhteiden muuttuessa tapahtua, mutta se voidaan olosuhteiden niin edellyttäessä tehdä myös laboratorioissa. Suodatus tehdään 0,45 µm suodattimella. Myös pH on suositeltavaa mitata kenttäolosuhteissa.

Pohjavesinäytteenotossa on tärkeää huomioida kontaminaatiovaara. Kontaminaatiolta voidaan välttyä käyttämällä puhtaita näytteenottovälineitä ja puhtaita, laboratorion toimittamia näytteenottoastioita.

Pohjaveden tarkkailusykli suhteutetaan riskitasoon ja toteutettuihin riskinhallintatoimenpiteisiin. Tarkkailusyklin tulee kuitenkin olla riittävä mahdollisen kohoavan trendin havaitsemiseksi. Sopiva tarkkailuväli voi olla esimerkiksi 1–3 vuotta. Näytteenottoajankohdalla ei ole suurta merkitystä, mutta sulamisvesipulssin maahan imeytyminen ja sääolosuhteet huomioon ottaen sopiva näytteenottoaika voi olla esimerkiksi touko-syyskuussa.

### G6.3.2 Lysimetritarkkailu

Lysimetrin avulla voidaan tarkkailla ammunnan maalialueella tai muulla kuormittavalla alueella muodostuvan vajoveden pitoisuutta, jota verrataan haitta-ainepäästöjen hallintatarpeen arvioinnin tai tarkkailusuunnitelman laadinnan yhteydessä määritettyyn hyväksyttävään kuormitukseen.

Lysimetri on yksinkertainen laite, johon kerätään tutkittavalta alueelta edustava maanäyte (mahdollisimman häiriintymätön). Laite jätetään rata-alueelle tai sen läheisyyteen, kuitenkin alueelle, jonka sadanta vastaa rata-alueen sadantaa. Sade- ja sulamisvesi imeytyy kerätyn maanäytteen läpi keräysastiaan. Vaihtoehtoisesti laite voidaan asentaa kiinteästi tarkkailtavaan kohteeseen (esim. taustavalli) siten että näytteenotto keräysastiasta on mahdollista.

Lysimetrissä on yksinkertaisimmillaan kaksi astiaa, josta ylempään tulee tutkittava maanäyte ja alempaan kertyy vajovesi, josta otetaan näytteet. Ylemmän astian pohjassa on oltava reikiä, joista maa-aineksen läpi virtaava vajovesi pääsee valumaan alempaan, näytteenottoastiaan. Yksinkertaisen lysimetrin periaate on esitetty kuvassa G1.

Lysimetristä otetaan vajovesinäytteitä esim. 1–3 kertaa tarkkailuvuoden aikana. Vesinäyte on hyvä suodattaa, koska maanäytteestä voi huuhtoutua hienoaainesta keräysastiaan, joka voi vääristää näytetulosta.



Kuva G1. Yksinkertaisen lysimettrin periaate.

Lysimetritarkkailua tehdään yhdestä lysimetristä vuoden ajan ja tarkkailu toistetaan tapauskohtaisesti määritetyin aikavälein. Mikäli kuormitus kohdistuu herkkiin kohteisiin ja BAT-selvityksen mukainen riskitaso on 3 eli erittäin vaativa, on sopiva tarkkailutiheys 1–3 vuotta riippuen alueella toteutetuista suojaustoimenpiteistä. Mikäli pohjavesiriski on kohtuullinen eli riskitaso on 2B, voidaan lysimetritutkimus toteuttaa 3–6 vuoden välein. Tutkimuksen luotettavuuden takaamiseksi samasta kohteesta tutkitaan vähintään kaksi lysimetriä. Mikäli kuormitusta aiheuttavia kohteita on useita, tutkitaan jokaisen kohteen vajovettä vähintään kahden lysimettrin avulla.

#### G6.4 Analyysit

Laboratoriossa pohjavesi-, vajovesi- ja suojausrakenteiden koontivesinäytteistä analysoidaan vähintään ampumaradoille tyypillisten metallien eli lyijyn, antimonin, kuparin ja sinkin pitoisuudet sekä arseenin pitoisuus, mikäli ampumarata-alueella on haulikkorata. Lisäksi ennen vuotta 1960 toimineilla radoilla on analysoitava nikkelin pitoisuudet. Tulosten tulkinnan parantamiseksi näytteistä suositellaan tutkittavaksi myös pH (jos ei mitattu kentällä), happipitoisuus, sameus ja orgaanisen aineksen pitoisuus. Lysimetri- ja suojausrakenteiden tarkastuskaivojen näytteistä ei tutkita happipitoisuutta.

Tutkittavien metallien pitoisuudet määritetään liukoisina pitoisuuksina (0,45 µm suodatin tai hidasvirtaustekniikalla toteutettu näytteenotto).

### G7 Raportointi

Ampumaradan päästö- ja vaikutustarkkailun sekä käytön seurannan tulokset kootaan, analysoidaan ja raportoidaan viranomaisvaatimusten mukaisesti ja asiantuntijan toimesta.

Tarkkailuraportissa tulisi esittää vähintään seuraavat tiedot:

- Tarkkailun tavoite
- Kuvaus ampumaradan toiminnasta seurantakauden aikana, ml. laukausmäärät ja erityistilanteet
- Tarkkailun toteutuksen kuvaus, mukaan lukien näytteenoton kuvaus
- Havaintopisteiden sijainnit kartalla riittävällä tarkkuudella
- Näytteenoton yhteydessä tehdyt erityiset havainnot
- Analyysitulokset
- Haitta-aineiden pitoisuuksien kehitystrendit kuvaajina koko tarkkailun ajalta sisältäen myös aiempien vuosien tulokset
- Vertailu kohdekohtaiseen hyväksyttävään kuormitustasoon ja tarvittaessa muihin relevantteihin vertailuarvoihin
- Tarkkailuohjelmaan tai sen toteuttamiseen liittyvät epävarmuudet
- Johtopäätökset tuloksista ja mahdolliset muutosehdotukset.

Mikäli tarkkailun yhteydessä todetaan, että ampumaradan päästöt ylittävät kohdekohtaisesti määritellyn hyväksyttävän tason, tulee tilanteesta laatia riskinarvio, jonka perusteella valvontaviranomainen päättää tarvittaessa toimenpiteistä.

## Melun hallinta

### Liite H. Perustietoa ampumaratamelusta

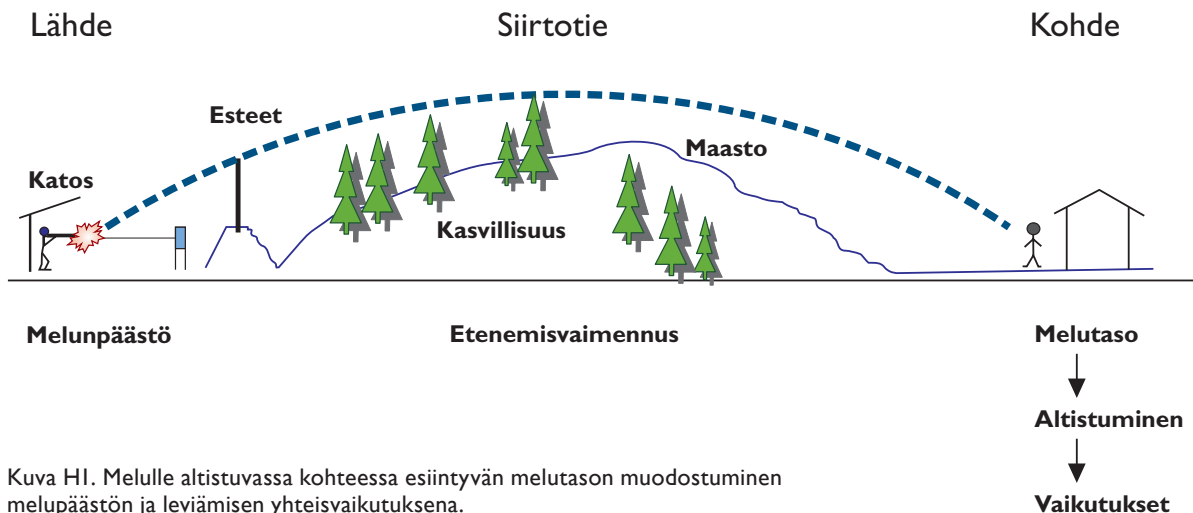
#### H1 Melun peruskäsitteet: päästö, leviäminen ja altistus

Ammunnan ympäristömelun tarkastelussa ja melun vaikutusten arvioinnissa käytettävät peruskäsitteet sekä melun fysikaaliset ominaisuudet ovat suurelta osin samoja tai vastaavia kuin muullakin ympäristömelulla (Lahti 2003). Ampumamelu eroaa muusta ympäristömelusta ennen muuta melun ajallisen vaihtelun osalta.

Ammunnan ympäristömelua kuvaavista käsitteistä tärkeimmät ovat

- melulähteen melupäästö ja
- melun kohteena olevan paikan melutaso.

Melun leviäminen lähteestä kohdepisteeseen määrää, miten melutaso muodostuu melupäästön seurauksena. Melun leviämistä säätelee äänen kulkureitin etenemisvaimennus. (Kuva H1).



Kuva H1. Melulle altistuvassa kohteessa esiintyvän melutason muodostuminen melupäästön ja leviämisen yhteisvaikutuksena.

#### H1.1 Melupäästö

##### H1.1.1 Äänienergiataso

Ampumamelun perusilmiö on yksittäinen ja hyvin lyhytaikainen ääni. Tämän vuoksi ammunnan melupäästöä ei kuvata muun ympäristömelun tapaan äänen akustista tehoa käyttäen, vaan äänitehon korvaa äänen akustinen energia.

Ampumamelun melupäästö on yleiskielinen synonyymi täsmälliselle käsitteelle melulähteen säteilemä äänienergiataso  $L_Q$ . Melupäästö voitaisiin periaatteessa ilmoittaa suoraan äänienergiana eli jouleina. Vakiotapana on kuitenkin käyttää tasosuuretta äänienergiataso, jonka yksikkö on desibeli. Melupäästö eli säteilty äänienergia on melulähteiden oma perusominaisuus, joka on riippumaton lähteen sijoituspaikasta ja ympäristöstä.

Äänienergiataso määritellään

$$L_Q = 10 \lg (Q / Q_0) \quad [\text{dB}]$$

missä  $Q$  on äänienergia. Vertailuenergia on  $Q_0 = 1 \text{ pJ}$  (pikojoule).

Äänienergiataso ilmoitetaan yleensä spektrinä eli taajuuden funktiona. Jos se halutaan ilmoittaa yhdellä luvulla, käytetään A-äänienergiatasoa  $L_{QA}$ .

Sekä tavallisella äänitasolla (äänipainetasolla) että äänienergiatasolla on sama yksikkö, desibeli (dB). Sekaannusta voi aiheutua, vaikka tasojen lukuarvot eroavatkin huomattavasti toisistaan. Äänienergiatason arvo on yleensä paljon suurempi kuin tavallisen äänitason. Sekaannuksen välttämiseksi melupäästön tasosuure, äänienergiataso, ja sen tunnus,  $L_Q$  tai  $L_{QA}$ , on aina syytä erikseen mainita.

#### *H1.1.2 Päästön säätely ja torjunta*

Melupäästö on samankaltainen käsite kuin muidenkin ympäristöhaittojen päästöt, mutta vain tiettyyn rajaan asti. Analogiaa ei pidä jatkaa liian pitkälle. Äänen, kuten muidenkin tavallisten fysikaalisten suureiden, päästö eroaa kemiallisten ympäristöhaittojen päästöistä siinä, että sen tuottama altistus ei säily, koska jäämiä ei esiinny. Toisaalta melupäästö ei aiheuta haittaa eli ympäristön pilaantumista, jos ei esiinny altistusta eli melutasolla ei ole kuulijaa.

Melupäästö on merkittävä ja ylipäänsä mielekäs käsite vain sillä hetkellä, kun se saavuttaa vaikutuskohteensa ja sillä on kuulija. Sen jälkeen päästö on merkityksetön, koska äänienergia häviää muuttumalla lämmöksi muutaman sekunnin kuluessa. Tästä syystä meluvaatimusten, esimerkiksi lupaehtojen asettaminen pelkästään melupäästölle ei pääsääntöisesti sovi ympäristömelulle, vaan yleensä tavallinen tapa säännellä kohteen melutasoa on mielekkäämpää.

#### **H1.2 Leviäminen eli etenemisvaimennus**

Melupäästön ja melutason sitoo yhteen melun etenemisen siirtotie. Melulähde säteilee melupäästön. Säteilty energia leviää lähteestä pois päin ja saapuessaan melun kohteeseen aiheuttaa siinä melutason. Siirtotien vaste eli etenemisvaimennus kertoo, miten melutaso muodostuu melupäästöstä. Jos matkalla esiintyy heijastuksia, kulkureittejä on useita ja siirtotie koostuu niiden yhteisvaikutuksesta.

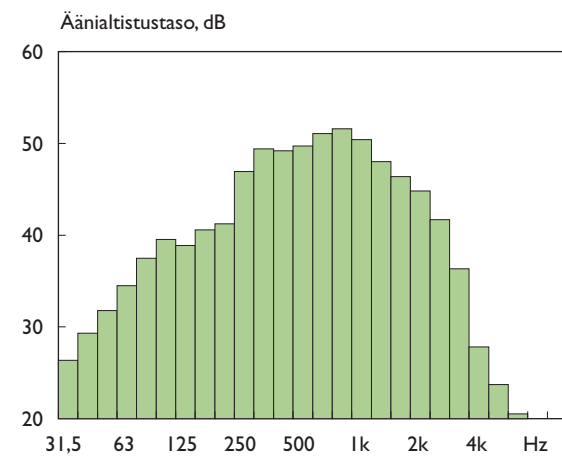
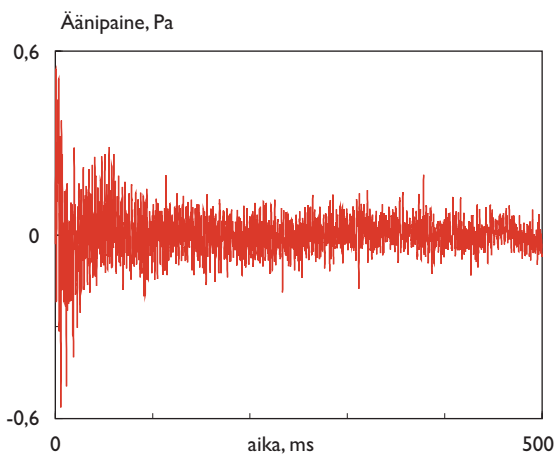
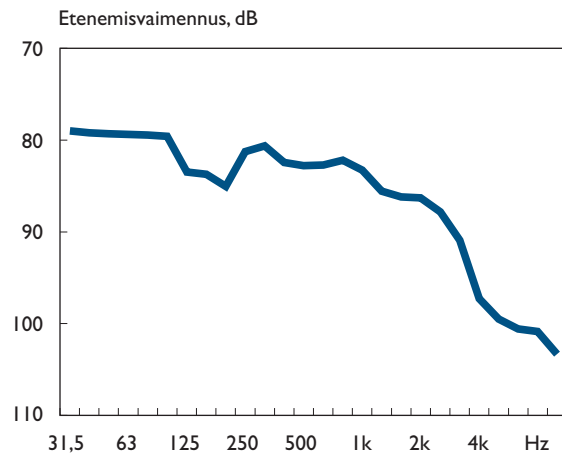
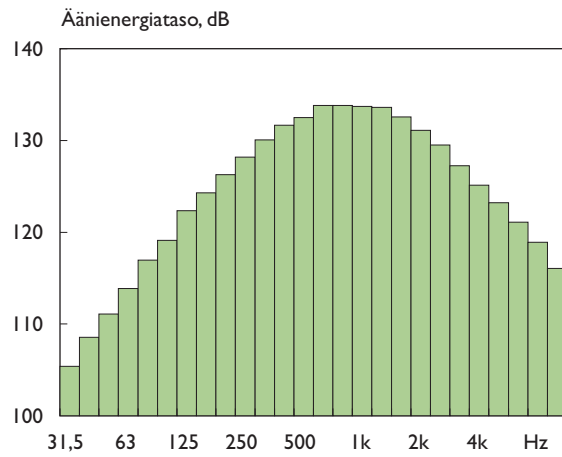
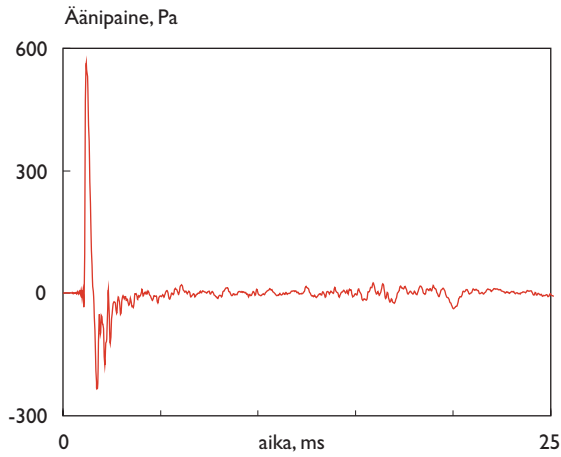
Etenemisvaimennus  $D(f)$  määritellään periaatteessa kaavalla

$$L_p(f) = L_Q(f) - D(f)$$

jossa  $L_p(f)$  on melutaso ja  $L_Q(f)$  melupäästö, esitettyinä spektreinä eli taajuuden  $f$  funktioina.

Melutason määräävät siis yhdessä lähteen melupäästö ja etenemistien ominaisuudet. Etenemisvaimennusta käytetään mm. melun leviämisen laskentamalleissa. Etenemisvaimennus on aina taajuuden funktio (kuva H2).





Kuva H2. Kohteen melutaso (alarivi) saadaan, kun melupäästöstä (yläriivi) vähennetään siirtotien etenemisvaimennus lähteestä kohdepisteeseen (keskirivi; vasen keskikuva puuttuu, koska laskutoimitus voidaan tehdä vain spektreille). Kuvissa rynnäkkökiväärin laukaus 10 m ja 640 m etäisyydellä.

### H1.3 Melualtistus ja melutaso

Melun kohteena olevassa paikassa kuulijat voivat altistua melulle. Tavallisesti ympäristömelun tapauksessa ensisijaisina kohteina tarkastellaan asuinrakennuksia, melulle herkkiä kohteita tai muita niihin verrattavia rakennuksia sekä niiden pihapiiriä. Tarkastelu voi koskea myös kaavoitettuja virkistysalueita ja luonnonsuojelualueita.

Melun haitallisuutta arvioidaan käsitteen melutaso avulla. Melutaso on tarkemmin kohteessa esiintyvän melun tavallinen A-äänitaso eli A-painotettu äänipainetaso. A-painotus on melun haitallisuuden arvioinnissa lähes poikkeuksetta käytetty melun eri taajuuksien painotus, joka jäljittelee ihmisen kuuloaistimusta. Kohteen melutaso on vastaava käsite kuin erällä muilla ympäristönsuojelun lohkoilla käytetty ympäristön kuormitus.

A-äänitasoja on useita erilaisia, ja melutasosta puhuttaessa täytyy usein täsmentää, mitä A-äänitasoa tarkoitetaan. Ampumaratamelun tapauksessa kyseeseen tulevat seuraavat kaksi vaihtoehtoa:

- AI-enimmäisäänitaso  $L_{AImax}$ , tarkemmin A-taajuuspainotettu ja I-aikapainotettu enimmäisäänitaso. Ensisijainen ampumaratamelun arvioinnin tasosuure, sillä Suomen ampumaratamelun ohjeavrot on annettu tätä suureta käyttäen. Ei ota laukaussuuremääriä huomioon.
- Keskiäänitaso  $L_{Aeq}$ , tarkemmin tietyn (ilmoitetun) ajanjakson A-painotettu keskiäänitaso eli ekvivalentti A-äänitaso. Useimpien muiden ympäristömelulajien vaikutuksia arvioidaan tätä tasosuureta käyttäen. Voidaan haluttaessa käyttää myös ampumaratamelulle toissijaisena suureena. Ottaa laukaussuuremäärän huomioon.

Silloin kun ampumaratamelua arvioidaan käyttäen keskiäänitasoa, mittaus- tai laskentatulokseen täytyy lisätä erityinen impulssikorjaus. Korjaus on määritelty kansainvälisessä standardissa ISO 1996-1 ja sen arvo on 12 dB.

Kolmas ampumaratamelun laskennassa ja mittauksissa joskus tarvittava melutaso on äänialtistustaso  $L_E$ . Kun se esitetään spektrinä, se on sama kuin yllä etenemisvaiennuksen kaavassa esiintyvä melutaso  $L_p(f)$ . A-äänialtistustaso  $L_{AE}$  on laskentamallin tuottama raakatulos ennen siirtymistä AI-enimmäisäänitasoon tai keskiäänitasoon. Jos halutaan mitata ampumaratamelun keskiäänitasoa tai laskentamallin lähtöarvoja, A-äänialtistustaso tai altistustaso spektrinä on silloin myös mitattava raakasuuure.

## H2 Ampumamelun synty

Ampumaratamelulla on yleensä kaksi erilaista äänen syntytapaa, jolloin melu koostuu kahdesta eri osäänestä: laukaussääni eli suupamaus ja luodin lentoääni eli yliäänipamaus.

Laukauksen äänen eli suupamauksen aiheuttaa aseiden piipusta purkautuva, ruudin palamisen synnyttämä palokaasu. Se laajenee nopeasti ja synnyttää laajetessaan paine- eli ääniaallon. Lentävä luoti synnyttää toisen, erillisen äänen eli yliäänipamauksen, jos luodin lentonopeus on suurempi kuin ääninopeus (lämpötilasta riippuen n. 330–340 m/s).

Joissakin erityistapauksissa luodin iskeminen kovaan maaliin tuottaa tavallista voimakkaamman kolmannen eli iskemä-äänen. Yleensä iskemän ääni on muihin osameluihin verrattuna merkityksetön. Kovapintaiset luotiloukut saattavat hieman lisätä osumääntä.

## H2.1 Suupamaus

Luoti lähtee liikkeelle palavan ruudin synnyttämän palokaasun paineen työntämänä. Luodin tullessa piipun suusta ulos palokaasun paine piipussa on kivääriaseissa tyypillisesti noin 100 MPa eli 100 000 kPa eli 1000 ilmakehää.

Kun luoti lähtee piipun suusta, palokaasu pääsee sen perässä vapaasti liikkumaan luodin ohi ja laajenemaan kaikkiin suuntiin. Laajeneva palokaasu synnyttää piipun suun ympärille pallonmuotoisen laajenevan šokkiaallon. Šokkiaallon etureuna on hyvin äkillinen, ja aallon laajenemisnopeus on aluksi äänennopeutta suurempi.

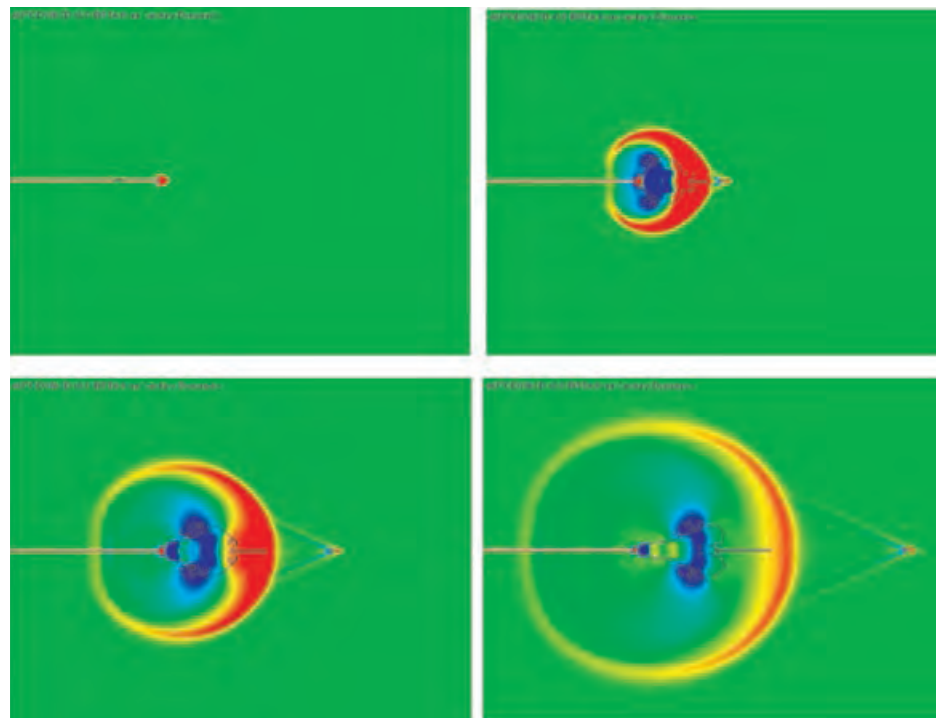
Palokaasut ja jäljellä olevat ruutijyväsät jatkavat vielä hetken palamista. Tästä syntyy laukaukseen joskus liittyvä suuliekki.

Šokkiaallon laajenemisnopeus ja palokaasun lämpötila pienenevät nopeasti, mutta samalla aalto lähettää matkaan paineaallon eli ääniaallon, joka laajenee myös pallomaisesti ja etenee normaalilla äänennopeudella. Ääniaalto muodostuu tässä vaiheessa yhdestä lyhyestä ja voimakkaasta positiivisen ylipaineen puoliallostasta ja sitä seuraavasta yhdestä negatiivisen alipaineen heikommasta puoliallostasta.

Noin 10 m etäisyydelle asti ääniaalto on epälineaarinen alueella. Tämä tarkoittaa sitä, että aallon paine on niin suuri, niin lähellä ilmanpainetta, että väliaineen akustiset ominaisuudet ovat erilaiset aallon etureunan positiivisen ylipaineen ja sitä seuraavan negatiivisen alipaineen kohdalla.

Ilmanpaine on noin 100 kPa, joten sen painetaso on 194 dB. Jos ääniaallon paine on suurempi kuin noin 1 % siitä eli noin 154 dB, ääniaalto on epälineaarinen. Aallon näkemä paikallinen äänennopeus on suurempi positiivisen ylipaineen kohdalla kuin negatiivisen alipaineen. Tämän seurauksena positiivinen paine etenee nopeammin kuin negatiivinen ja aallon etureuna pysyy äkillisen terävänä.

Noin 10 m etäisyydeltä eteenpäin ääniaalto on heikentynyt laajenemisen seurauksena niin paljon, että se asettuu tavalliseksi lineaariseksi ääniaalloksi. Samalla sen terävä, äkillinen muoto alkaa useiden mekanismien seurauksena hitaasti pehmentyä.



Kuva H3. Suupamauksen synnyn alkuvaiheita: punainen viiva vasemmalla esittää asepiippua; punainen ja keltainen kuvaavat ylipainetta, sinisen eri sävyt alipainetta. Laajeneva paineaalto on pallomainen, mutta sen voimakkuus on eri suunnissa erisuuri; pallon keskipiste on piipun suulla. Yliääninopeudella lentävä luoti ilmestyy esiin paineaallon etupuolelle oikealla (Teland ym. 2007).

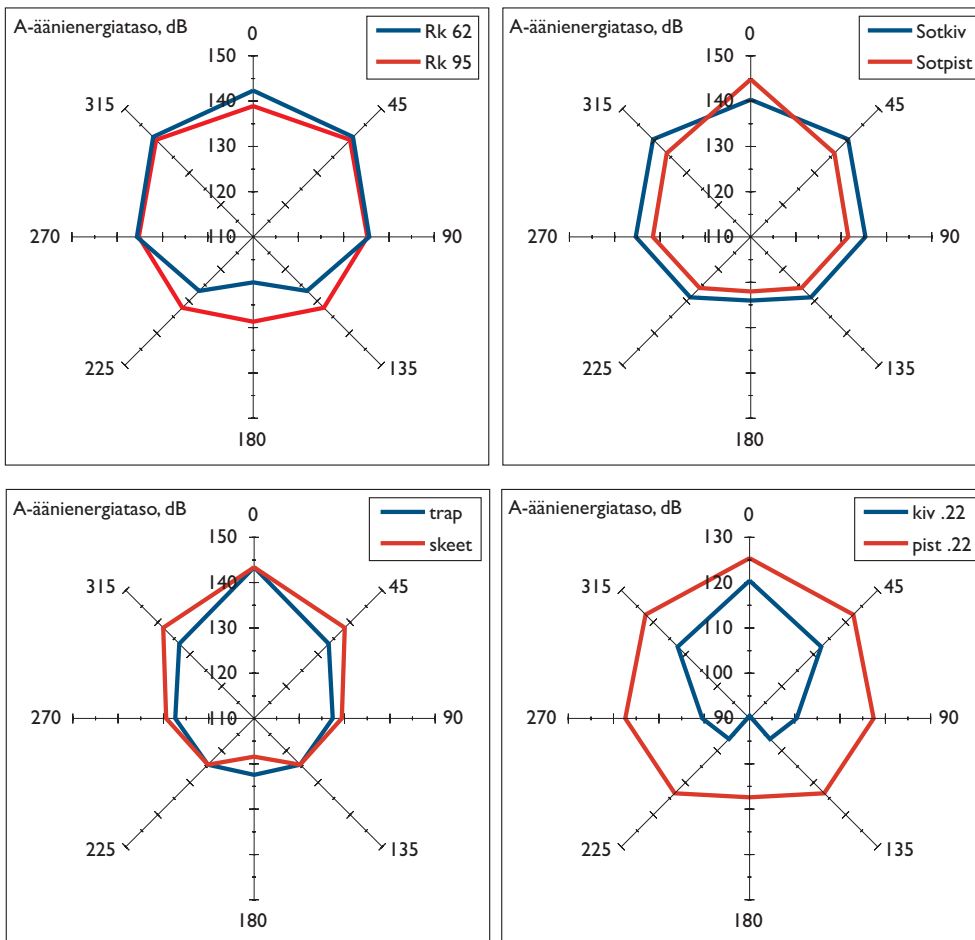
Sillä rajalla, josta eteenpäin lineaarinen akustiikka vallitsee, on huomattava käytännön merkitys melun mittaamisessa ja laskemisessa. Ympäristömeluun liittyviä mittauksia, esimerkiksi melupäästön määrittämistä varten, ei ole syytä yrittää tehdä rajan sisäpuolella. Myös mallilaskenta perustuu akustiikan sääntöihin ja etenemisvaimennusta koskeviin oletuksiin, jotka pätevät vain lineaarisella alueella.

Joissakin aseissa käytetään suujarrua rekyylin vaikutusten lieventämiseksi. Suujarru on piipun suuhun lisättävä rakenne, jossa on sivulle tai takaviistoon suuntautuvia aukkoja. Suujarru suuntaa laajenevaa palokaasua halutulla tavalla, jolloin kaasun paineen tuottama, asetta taaksepäin työntävä reaktivoima eli rekyyli pienenee. Suujarru vaikuttaa samalla myös ulospäin laajenevan palokaasun paineen suuntautumiseen ja sitä kautta edelleen ääniaallon syntyyn ja äänen säteilyn suuntaavuuteen.

Suujarrua käytetään mm. rynnäkkökiväärissä sekä olympiapistoolissa ja practical-aseissa.

Suupamauksen synnyttämä ääniaalto on muodoltaan pallomainen eli se leviää tasaisesti kaikkiin suuntiin. Aallon voimakkuus sen sijaan ei ole eri suunnissa sama. Yleensä voimakkain ääni esiintyy asean piipusta suoraan eteenpäin ja heikoin taaksepäin (kuva H3).

Suupamauksen melupäästön voimakkuutta eri suunnissa nimitetään sen suuntaavuudeksi. Kuvassa H4 on esitetty esimerkkejä eräiden aseiden melupäästöistä suunnan funktiona.



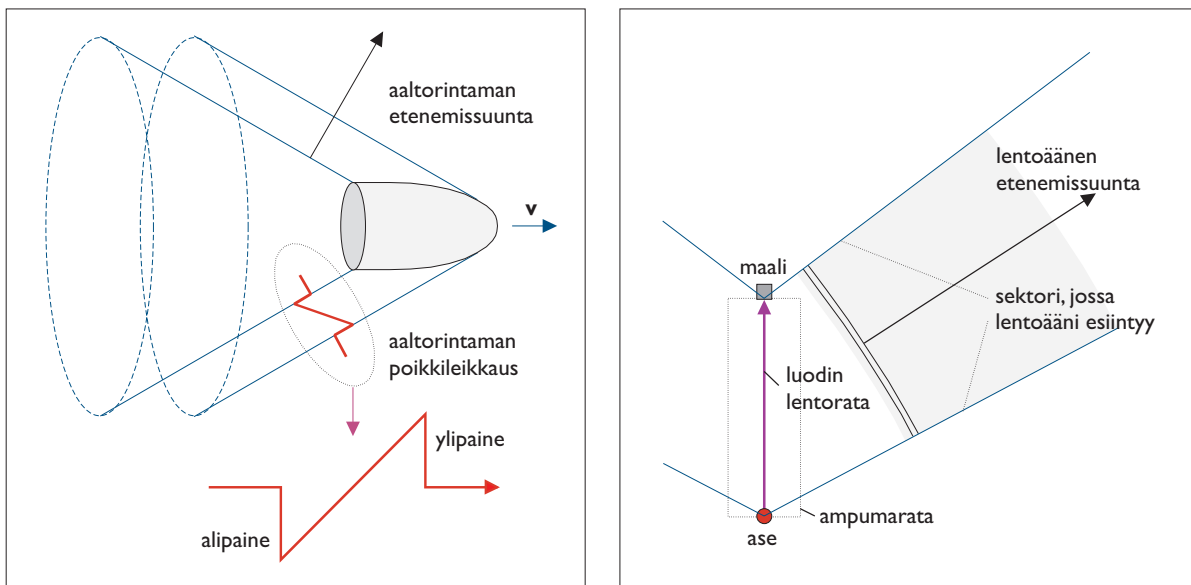
Kuva H4. Eräiden aseiden suupamauksen äänienergiatason suuntaavuus: (ylävasen) rynnäkkökiväärin, (yläoikea) sotilaskivääri ja -pistooli, (alavasen) haulikoita, (alaoikea) pienoiskivääri ja -pistooli. Huom: alaoikean kaavion voimakkuus akseli on 20 dB pienempi kuin muiden kaavioiden.

## H2.2 Lentoääni

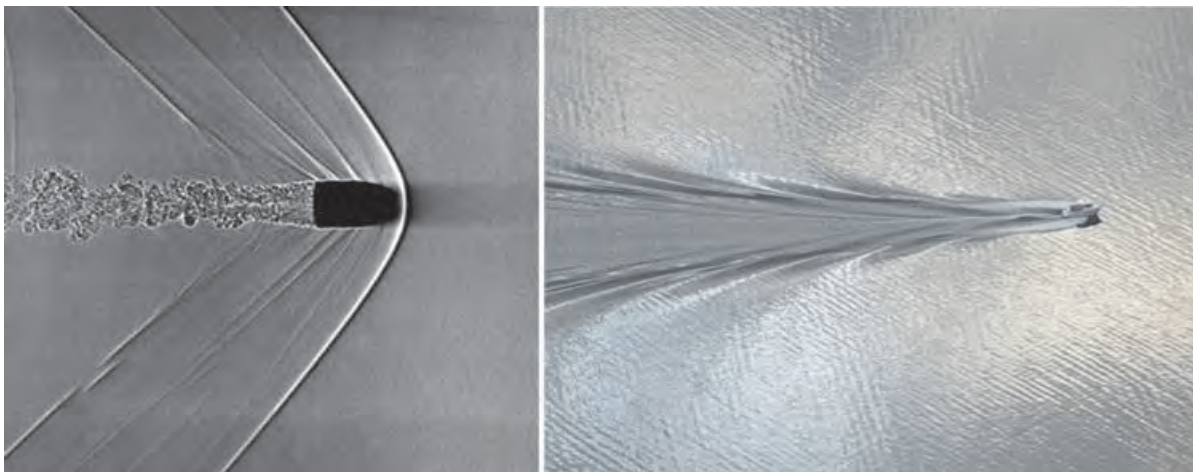
Useimpien luotiaseiden luodin lentonopeus on aluksi selvästi äänennopeutta suurempi, jolloin luoti aiheuttaa ylääänipamauksen. Se muistuttaa syntyperiaatteeltaan moottoriveneen veteen synnyttämää keula-aaltoa. Se on myös akustisesti sama ilmiö, joka syntyy kun lentokone lentää yläääninopeudella.

Ylääänipamauksen ääniaalto laajenee kartion muotoisesti; kartion kärki on kaikinajana ajanhetkinä luodin kärjessä. Aallon poikkileikkauksen eli signaalin muoto on N-kirjaimen muotoinen (kuva H5). Luodin kärki synnyttää etureunastaan terävän positiivisen ylipaineen ja luodin takapäällä takareunastaan yhtä äkillisen alipaineen. Sama epälineaarinen äänennopeuden paikallinen vaihtelu, joka kuvattiin edellä suupamauksen tapauksessa, säilyttää suhteellisen pitkään aallon terävät etu- ja takareunat: positiivinen paine liikkuu suuremmalla äänennopeudella kuin negatiivinen paine.

Kartionmuotoisesta aallosta seuraa, että ylääänipamaus leviää vain tiettyyn sektoriin etuviistoon. Kartion kulman ja aallon etenemissuunnan määrää luodin lentonopeus. Lentoääni ei ole lainkaan kuultavissa suoraan edestä eikä tiettyä kulmaa sivummalla. (Kuvat H5 ja H6.)



Kuva H5. Lentoäänen synty: (vasen) periaate, (oikea) leviäminen ylhäältä katsottuna.



Kuva H6. Lentoäänen synty: (vasen) valokuva lentävästä luodista, (oikea) syntymekanismi muistuttaa veneen keula-aallon syntymä. (lähde: Wikimedia commons)

Suurella yläääninopeudella lentävän luodin lentoäänikartio on terävä ja aaltorintama etenee suureen kulmaan sivulle. Luodin nopeus hidastuu lennon aikana, jolloin lentoäänikartio tylppenee ja aaltorintama kääntyy pienempään kulmaan ampumasuuntaan nähden. Numeerisena esimerkkinä tässä esitetään rynnäkkökiväärin tiedot: piipun suulla luodin nopeus on 710 m/s ja lentoäänikartion aaltorintama etenee 62° kulmaan sivulle; 150 m päässä nopeus on 560 m/s ja lentoäänikulma on 53°; 300 m päässä nopeus on 410 m/s ja kulma 35°. Alue, jossa lentoääni on kuultavissa, on siten loivasti levenevän viuhkan muotoinen.

Ampumaradan ulkopuolella suuremmilla etäisyyksillä sekä suupamaus että lentoääni "venyvät" ajallisesti eli niiden kesto kasvaa. Venyminen aiheutuu maaston ja kasvillisuuden aiheuttamasta sironnasta ja kaiunnasta. Venymisen takia suupamaus ja lentoääni esiintyvät suurelta osin tai kokonaan samanaikaisesti eli päällekkäin.

### **H2.3 Haulikkoammunnan erityispiirteitä**

Haulikon ympäristöön leviävän melun merkittävin tekijä on suupamaus. Sen voimakkuus on samaa luokkaa kuin esimerkiksi hirvi- tai rynnäkkökiväärillä.

Haulikon melu poikkeaa luotiasesta siten, että ääntä nopeammin lentävän ammuksen aiheuttamaa lentoääntä ei varsinaisesti synny. Haulien lähtönopeus on vajaa 400 m/s, ja se alenee jo 20 m etäisyydellä noin 250 m/s nopeuteen eli alle äänennopeuden. Haulit voivat siis synnyttää hieman lentoääntä, mutta sen voimakkuus ja osuus kokonaisuudesta on hyvin vähäinen.

Haulien osuminen kiekkoon aiheuttaa hieman ääntä, mutta sen ei katsota olevan merkittävää ympäristömelun kannalta.

Haulikkoammunnan melun säteilyn suuntautuminen poikkeaa luotiradoista ampumasektorin eli ampumasuunnan vaihtelun osalta. Skeet-radan ampumasektori laidasta laitaa on noin 150 astetta ja trap-radan noin 90 astetta. Tämä vaikuttaa siten että melu leviää laajemmalle alueelle kuin pelkästään yhteen suuntaan ammuttaessa. Ampumasuunnan vaihtelu aiheuttaa myös melutason vaihtelua ympäristössä riippuen siitä mihin suuntaan laukaus on ammuttu.

## **H3 Ampumamelun leviäminen**

Ampumamelun leviämiseen pätevät samat akustiikan ilmiöt kuin muullekin ympäristömelulle (Lahti 2003). Päinvastoin kuin Suomessa on joissakin yhteyksissä aiemmin esitetty, ampumamelun hyvin lyhyt kesto verrattuna muihin hitaasti vaihteleviin tai tasaisena jatkuviin ympäristömeluihin ei vaikuta mitenkään niiden leviämistä hallitseviin akustiikan perussääntöihin.

### **H3.1 Leviämisen perusmuodot**

Äänilähde säteilee ympärilleen pois päin etenevän ääniaallon, jossa äänienergia leviää laajemmalle pinnalle, kun etäisyys kasvaa. Äänipaine pienenee vastaavasti. Tämä etäisyyden aiheuttama ns. leviämisvaimennus esiintyy aina, maastosta ja muista tekijöistä riippumatta.

Leviäminen noudattaa seuraavia pääsääntöjä: Äänienergia on kääntäen verrannollinen aaltorintaman pinta-alaan ja äänipaine on verrannollinen äänienergian neliöjuureen. Äänienergian ja paineen pieneneminen riippuu äänilähteen koosta ja muodosta: Tarkasteluetäisyyteen verrattuna pieni melulähde on pistelähde. Laukausäänen suupamauksen syntytahtuma on akustisesti pistemäinen. Äänilähteen tyyppi on pistelähde ja sen synnyttämä ääniaalto on muodoltaan palloaalto. Aalto noudattaa normaaleja palloaallon leviämissääntöjä.



Lentoäänen synty ja ääniaallon tyyppi ovat yläääninopeuden seurauksena mutkikkaita ilmiöitä. Kartionmuotoisena aaltona tiettyyn kulmaan etenevän aallon leviämismuutos noudattaa omaa erikoista muotoaan. Pelkistämällä luodin lentoradan lähialueella kartioaalto vaimenee selvästi hitaammin kuin palloaalto.

#### *H3.1.1 Palloaalto*

Palloaallon äänienergia pienenee kääntäen verrannollisena etäisyyden neliöön. Äänipaine pienenee verrannollisena etäisyyteen:

- kun etäisyys kaksinkertaistuu, äänipaine pienenee puoleen (äänipainetaso laskee 6 dB);
- kun etäisyys kymmenkertaistuu, paine pienenee kymmenesosaan (äänipainetaso laskee 20 dB).

Äänipainetasolla tarkoitetaan tässä täsmällisesti äänipaineen äänialtistustasoa  $L_E$ .

#### *H3.1.2 Kartioaalto*

Kartioaalto vaimenee etäisyyden kasvaessa hitaammin kuin palloaalto. Äänienergia pienenee kääntäen verrannollisena etäisyyden potenssiin  $5/4$  ja äänipaine kääntäen verrannollisena edellisen neliöjuureen:

- kun etäisyys kaksinkertaistuu, paine pienenee noin 0,65-kertaiseksi (äänipainetaso laskee 3,8 dB);
- kun etäisyys kymmenkertaistuu, paine pienenee noin neljäsosaan (äänipainetaso laskee 12,5 dB).

### **H3.2 Taittuminen ja taipuminen**

Ääniaalto etenee pääasiassa suoraviivaisesti, aaltorintaman normaalin suuntaan. Eteneminen tapahtuu suunnilleen samalla tavalla kuin valolla, esimerkkinä auringsäteet. Ympäristömelussa on tarpeen tarkastella kahta ilmiötä, jotka synnyttävät lievät poikkeamat tähän pääsääntöön.

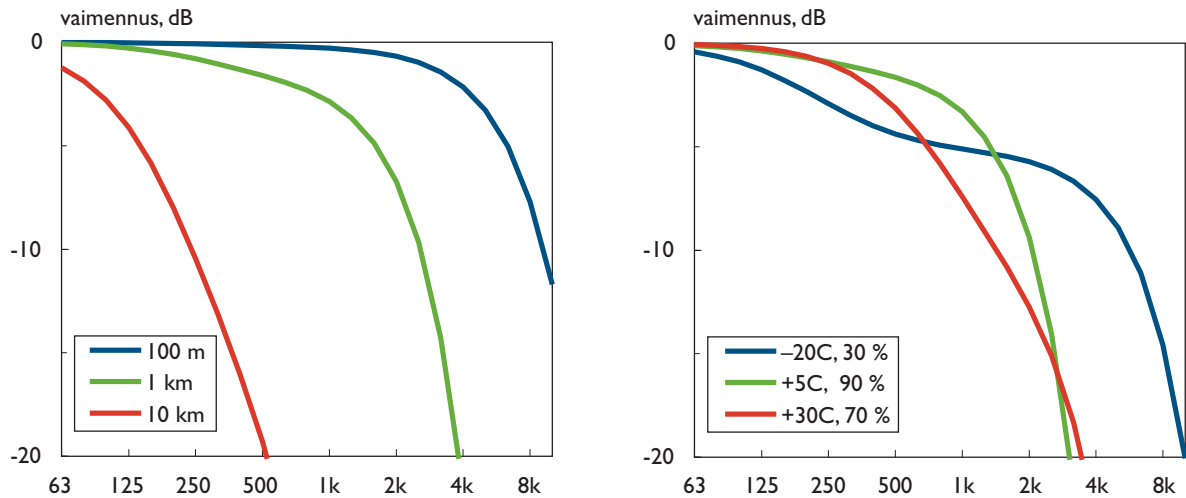
Esteiden aiheuttama äänivarjo ei ole terävä samaan tapaan kuin valon varjo. Pieni osa äänestä kiertää reunan ympäri esteen taakse varjoalueelle. Ilmiö on nimeltään diffraktio eli taittuminen ja se on sitä selvempi mitä matalampi ääni on eli mitä pienempi on sen taajuus. Ampumaratamelu on leimallisesti spektriltään keskitaajuisia. Taittuminen esteen taakse on vähäisempää kuin esimerkiksi liikennemelulla.

Silloin kun äänennopeus ei ole kaikkialla sama, ääni ei kuljekaakaan suoraan, vaan kaartaa hieman. Ääni pyrkii kääntymään siihen suuntaan, jossa äänennopeus on pienempi. Ilmiön nimi on refraktio eli taipuminen. Ilmiö on yleensä hyvin heikko, mutta juuri ympäristömelussa sillä on joissakin tapauksissa siitä huolimatta huomattavaakin merkitystä erityisesti suurilla etäisyyksillä.

### **H3.3 Ilmakehä ja sää**

#### *H3.3.1 Ilman absorptio*

Kun ääni etenee ilmassa pitkän matkan, osa siitä absorboituu. Suuret taajuudet eli korkeat äänet suodattuvat melusta ilmamolekyylien välisen kitkan ansiosta pois; äänienergia muuttuu lämmöksi. Ilmakehän aiheuttama äänen absorptio tunnetaan hyvin, ja ilmiöstä on laadittu kansainvälinen standardi (ISO 9613-1). Absorptioon vaikuttavat lämpötila ja suhteellinen kosteus. Nyrkkisäännöksi etäisyydelle, jolla absorptio alkaa vaikuttaa selvästi ampumameluun, sopii tasaluku 1 km.



Kuva H7. (vasen) Ilman absorptio eri etäisyyksillä 10° C lämpötilassa ja 70 % kosteudella. (oikea) Ilman absorptio 1 km etäisyydellä hellepäivänä, syys- tai kevätpäivänä ja kovalla pakkasella.

### H3.3.2 Tuuli ja lämpötila

Ympäristömelun etenemisen kannalta ainoat merkittävät varsinaiset sääilmiöt ovat

- tuulen nopeuden riippuvuus korkeudesta,
- lämpötilan riippuvuus korkeudesta,

joita nimitetään tuulennopeuden ja lämpötilan pystygradienteiksi.

Pystygradientin lisäksi tuulen nopeus tai suunta sinänsä eivät vaikuta muuten etenemiseen. Muista sääsuureista ilmanpaine ei vaikuta lainkaan etenemiseen; lämpötila sinänsä tai kosteus eivät vaikuta muulla tavoin etenemiseen kuin ilman absorption kautta. Tuulen ja lämpötilan korkeusvaihteluiden ansiosta melu etenee taipuen eli kaarevia kulkureittejä pitkin. Jos tuuli- ja lämpögradientit ovat positiivisia, ääni kaartaa alaspäin. Loivasti ylviistoon lähtenyt ääni ylittää esteet ja kaartaa takaisin kohti maanpintaa.

Akustinen kangastus eli kaartaminen alaspäin esiintyy kahdessa tapauksessa:

- ääni etenee myötätuuleen,
- ilman lämpötila nousee maanpinnalta ylöspäin.

Jälkimmäistä tilannetta nimitetään ilmatieteessä inversioksi. Tämä ilmiö on merkittävä muun ympäristömelun kannalta, mutta se esiintyy yleensä yöllä, joten sen merkitys ampumamelun tapauksessa on vähäinen.

Taipuminen toiseen suuntaan eli kaartaminen ylöspäin tapahtuu vastakkaisissa tapauksissa:

- ääni etenee vastatuuleen,
- ilman lämpötila laskee maanpinnalta ylöspäin.

Tällöin voi suorankin näköyhteyden tapauksessa esiintyä äänivarjo. Varjo ei ole täydellinen, vaan osa äänestä pääsee diffraktion ansiosta varjoalueelle. Sivutuuli ei vaikuta äänen etenemiseen mitenkään ja muun suuntaiset tuulet vaikuttavan äänen etenemissuuntaisen tuulennopeuden komponentin välityksellä.

Äänennopeus riippuu lämpötilasta; tarkemmin äänennopeus on verrannollinen (absoluuttisen) lämpötilan neliöjuureen. Näin lämpötilan muutos korkeuden suhteen aiheuttaa äänennopeudenkin muutoksen, johon etenevä ääniaalto reagoi.

Tuulen suunta ja nopeus vaikuttavat etenemiseen seuraavasti. Tuulennopeuden voi laskea suoraan yhteen tyynessä ilmassa vallitsevan äänennopeuden kanssa. Tuulennopeus kasvaa käytännössä aina maanpinnalta ylöspäin. Näin tuulennopeudella ja myös äänennopeudella on gradientti, myötätuuleen äänennopeus kasvaa ylöspäin ja vastatuuleen se pienenee. Myötätuuleessa ääni kaartaa alaspäin ja vastatuuleessa ylöspäin.

Tuulen suunta ja nopeuskin on helppo päätellä omin aistein. Mutta myös lämpötilan gradientti on suhteellisen vaivatonta tunnistaa ilman mittareita. Aurinkoisena iltapäivänä maanpinta on lämmennyt auringon säteilyn ansiosta ilmaa lämpimämmäksi ja se lämmittää edelleen maanpintaa lähinnä olevia ilmakerroksia. Ääni kaartaa ylöspäin. Pilvisellä säällä, sateella ja sumulla ei esiinny lämpötilagradienttia, eli ilmähä on tässä suhteessa melun etenemisen kannalta neutraali ja ääni kulkee suoraviivaisesti.

Gradientit voivat sekä voimistaa että kumota toisiaan.

### H3.4 Etenemiseen vaikuttavat pinnat ja esteet

#### H3.4.1 Heijastus ja absorptio

Äänen kulkutiellä olevat pinnat voivat aiheuttaa äänen heijastumista, absorptiota ja taittumista. Kun ääniaalto osuu pintaan, osa äänestä heijastuu ja osa absorboituu siihen. Jos pinta on paksuudeltaan ja akustisilta ominaisuuksiltaan äärellinen kerros, osa äänestä voi kulkea sen läpi. Ampumamelussa tällainen pinta on esimerkiksi ampumakatoksen seinä tai aitatyyppinen meluste.

Jos heijastava pinta on suuri äänen aallonpituuteen nähden, heijastuminen tapahtuu suoraviivaisesti samoin kuin valon heijastuminen peilistä. Heijastus pienestä pinnasta on epätäydellistä, ja osa äänestä taittuu pinnan reunojen ympäri sen taakse. Ampumamelussa pieniä pintoja ovat tyypillisesti puiden rungot.

Ympäristömelulla heijastuminen on ilmiöistä ehkä merkittävin. Heijastumisia on monenlaisia:

- Liki täydellinen heijastuminen tapahtuu (akustisesti) kovasta pinnasta.
- Jos pinta on kovan lisäksi sileä, heijastus tapahtuu kuin peilistä.
- Epätasaisesta kovasta pinnasta ääni heijastuu kuin valo valkoisesta mattapinnasta: kokonaan mutta lisäksi hajaantuen satunnaisesti suuntiin.
- Jos pinta on akustisesti jossain määrin pehmeä, heijastus on osittainen.

Äänen kannalta kovia ja sileitä pintoja ovat tyyni vedenpinta sekä asfaltti, betoni ja yleensä talojen seinät. Kovia, mutta ei sileitä, ovat aallokko ja avokallio. Talven kovia pintoja ovat paljas jää ja kova hanki. Tavalliset pehmeät maanpinnat, kuten ruohikko, niitty, pelto ja metsänpohja, ovat myös akustisesti pehmeitä. Suo voi olla märkydestä riippuen miltei mitä vain kovan ja pehmeän väliltä.

Jos pinta on akustisesti hyvin pehmeä, ääni voi imeytyä eli absorboitua pintaan lähes täysin, jolloin havaittavaa heijastusta ei tapahdu. Näin pehmeitä pintoja on ympäristössä lähinnä vain tuore pehmeä lumi. Se onkin äänen kannalta lähes täysi kovan hangen vastakohta.

Suora imeytyminen tapahtuu lähinnä silloin kun ääni kohtaa pehmeän pinnan suuressa kulmassa, eli enemmän tai vähemmän kohtisuoraan. Ampumaratamelulla tällainen ilmiö esiintyy mm. äänen kohdistuessa maavalliin.

#### H3.4.2 Pehmeä maanpinta

Kun ääni etenee lähes maanpinnan suuntaisesti (siis kun maanpinta on enimmäkseen vaakatasossa ja äänilähde ja kuulija ovat molemmat matalalla), ei imeytymistä tapahdukaan. Pintaan osuva ääni heijastuu pehmeästä huolimatta lähes kokonaan. Mutta

ääniaalto ”kääntyy ympäri” eli vaihtaa merkkiään: positiivinen ylipaine muuttuu negatiiviseksi alipaineeksi ja päinvastoin. Suoraan edennyt ääni ja heijastunut ääni ovat tämän jälkeen (lähes) vastakkaismerkkisiä ja miltei kumoavat toisensa. Tämä on pehmeän maan aiheuttaman maavaimennuksen pääasiallinen selitys.

Kun ääni etenee pitkän matkan likimain pehmeän maanpinnan suuntaisesti, se vaimenee huomattavasti verrattuna kovaan pintaan. Maavaimennuksen vaikutus ampumamelun kokonaisäänitasoihin on yleensä 3–7 dB. Kovilla pinnoilla maavaimennus puuttuu, mistä syystä esimerkiksi järven yli ääni kuuluu erityisen hyvin. Maavaimennus on suurimmillaan, kun etäisyys on suuri, noin 500 m tai enemmän, ja kun lähteen ja kuuntelupisteen korkeudet ovat pieniä, enintään muutama metri.

#### H3.4.3 Esteet

Äänen kulkutiellä olevien esteiden (esimerkiksi mäki, rakennus tai varsinainen meluste) vaimennuksen määräävät kaksi tekijää:

- esteen mitat,
- äänen taajuus.

Karkeana nyrkkisääntönä on, että esteen on katkaistava näköyhteys äänilähteeseen, ennen kuin estevaimennusta voi esiintyä. Täsmällisemmin vaimennus riippuu ensisijaisesti siitä kulmasta, jossa esteen harjan ympäri kiertävän (diffraktoituvan) ääniaallon kulkureitti taittuu matkallaan kohteeseen. Mitä terävämpi taittumiskulma on, sitä suurempi estevaimennus. Este on tehokkaimmillaan, kun este on aivan joko lähteen tai kuulijan lähellä. Este on tehottomin niiden puolivälissä.

Matkaeron lisäksi estevaimennus riippuu äänen taajuudesta. Korkeat äänet vaimenevat enemmän kuin matalat, jotka taittuvat helpommin esteen toiselle puolelle. Jos esteen korkeutta kasvatetaan edelleen, estevaimennus ei käytännössä jatka kasvua enää sen jälkeen, kun määrätty enimmäisvaimennus on saavutettu. Käytännössä ampumaratamelu vaimenee hyvin heti tehokkaan esteen takana enimmillään noin 20–25 dB.

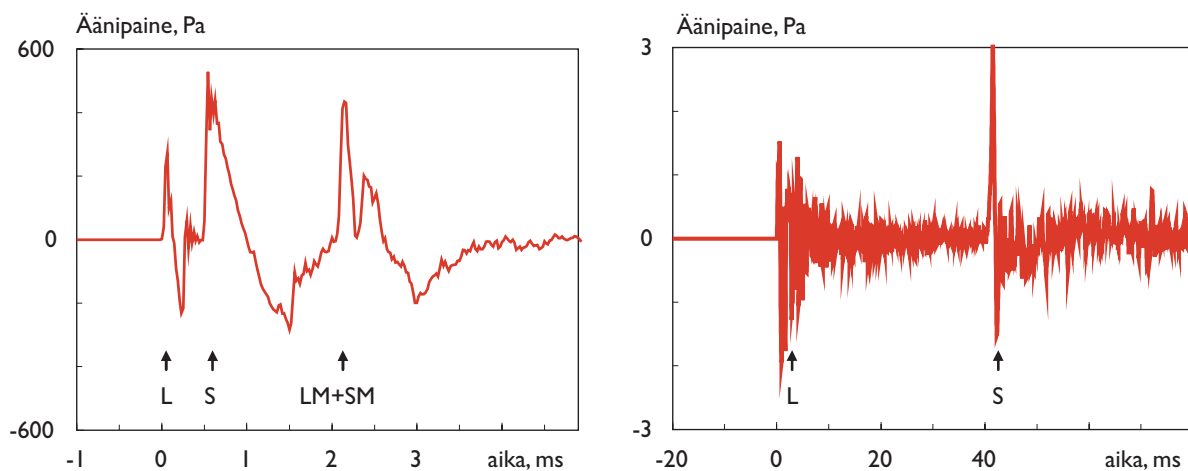
Kasvillisuuden kykyä vaimentaa sen läpi etenevää melua yliarvioidaan usein; puut ja muu kasvillisuus eivät tosiasiallisesti voi tuntuvasti vaimentaa ääniaallon energiaa. Lievä, muutaman desibelin vaimennus havaitaan vasta, kun metsävyöhyke on hyvin tiheä ja paksuudeltaan vähintään noin 100–200 m. Puiden lisäksi aluskasvillisuuden tulee olla tiheä. Havupuista kuusi on selvästi mäntyä tehokkaampi. Lehtimetsä ei vaimenna lainkaan lehdettömään aikaan vuodesta.

## H4 Ampumamelun fysikaaliset ominaisuudet

Melun tärkeimmät fysikaaliset ominaisuudet ovat voimakkuus, ajallinen vaihtelu ja taajuusjakautuma eli spektri. Ampumaratamelulla ajallinen vaihtelu on ilmeinen: äänet ovat hyvin lyhytaikaisia. Spektri on yleensä melko vakio, lähinnä vain etenemisvaimennus voi tuoda siihen havaittavia muutoksia.

### H4.1 Voimakkuus

Ammunnan laukaus- ja lentoäänet ovat ajallisesti lyhyitä, ja ne toistuvat suunnilleen samanlaisina. Pienikaliiperisten aseiden laukauksen ääniaallon äänipaine on lähietäisyydellä (n. 10 m) suurimmillaan noin 100 Pa – 1 kPa. Painottomaton huippuäänitaso  $L_{Zpeak}$  on noin 134–154 dB.



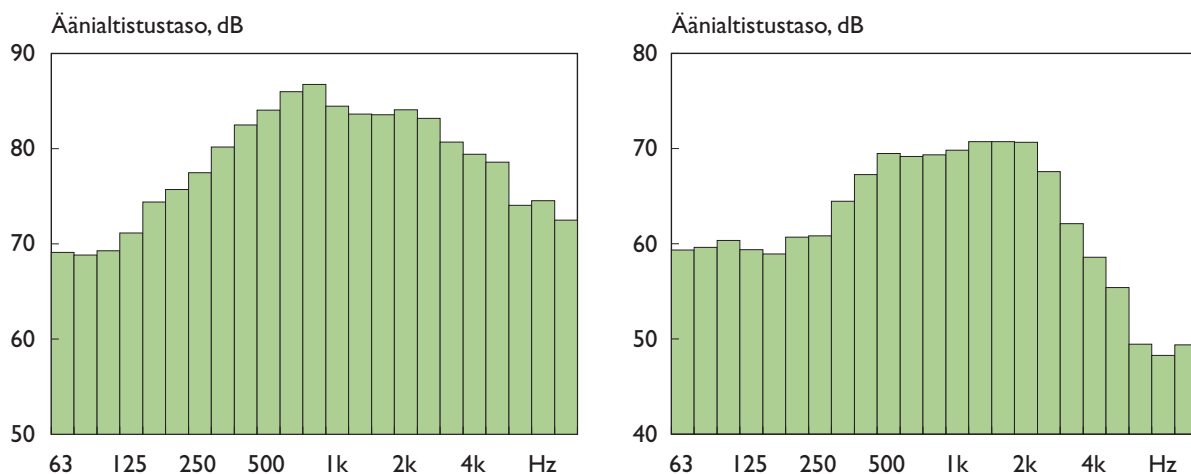
Kuva H8. Rynnäkkökiväärin laukaus etäisyydellä 10 m (vasen) ja 300 m (oikea); L: luotiääni, S: suupamaus, LM+SM: luotiäänen ja suupamauksen maaheijastus. (Kuvien aika-akselit erisuuret.)

#### H4.2 Pulssien muoto ja kesto

Laukausimpulssin muoto on lähellä aseensa suuta varsin yksinkertainen. Se koostuu miltei vain yhdestä positiivisesta ja yhdestä negatiivisesta puoliallostasta. Ensin kuulijapisteen ohittaa positiivinen ylipaine ja sen jälkeen negatiivinen alipaine. Kun laukauksen äänialto etenee kauemmaksi, äänipainepulssin muoto muuttuu huomattavasti maaston ja ilmakehän yhteisvaikutuksesta: sen kesto pitenee ja rakenne mutkistuu. Lähietäisyydellä laukauksen impulssi on pituudeltaan muutamia millisekunteja (kuva H7). Kaukana laukauksen peruspulssi voi olla pituudeltaan muutamia kymmeniä millisekunteja.

Kun etäisyys kasvaa, lentoäänen N-kirjaimen muotoinen pulssi pyöristyy ja laukausäänen energian jälkivaimenemisen aika pitenee huomattavasti. Jälkimmäinen ilmiö muistuttaa huoneakustiikasta ja konserttisaleista tuttua jälkikaiun käsitettä – myös avoimessa ulkotilassa esiintyy metsän ja maaston ”kaiuntaa”, joka on syynä pulssin ajalliseen venymiseen.

Mitä suuremmalla etäisyydellä melua tarkastellaan, sitä pidemmäksi pulssien kokonaiskesto venyy. Hyvin suurilla etäisyyksillä tasaisesti vaimenevana kaiuntana ilmenevä kokonaiskesto voi kasvaa jopa yli sekunniksi maaston ja metsän heijastusten ja sironnan vuoksi.



Kuva H9. Rynnäkkökiväärin laukauksen spektri etäisyydellä 100 m (vasen) ja 300 m (oikea), laukaus sisältää sekä luotiääntä että suupamauksen; pienimmillä ja suurimmilla taajuuskaistoilla esiintyy tuulen aiheuttamaa taustääntä.

### H4.3 Spektri

Ampumamelun spektri on aina laajahko ja lähes aina muodoltaan melko pehmeä (kuva H8). Toisin sanoen ampumamelu ei ole koskaan spektriltään kapeakaistaista. Spektrin maksimikohta on keskitaajuusalueella ja spektri laskee sekä pieniin että suuriin taajuuksiin päin. Spektrin muodon yksityiskohdat riippuvat asean kaliiperista, ja toisaalta spektrin muoto muuttuu, kun tarkasteluetaisyys kasvaa.

Spektrin tärkein taajuusalue on yleensä noin 250 Hz – 2 kHz ja spektrin huippu on usein noin 1 kHz taajuuden tienoilla. Tyypillisesti pehmeän maan aiheuttama maavaimennus synnyttää suuremmilla etäisyyksillä spektriin minimin noin 100–200 Hz alueelle.

## H5 Ampumamelun arviointi, mittaus ja laskenta

Melun arviointi, mittaus ja laskenta eivät ole varsinaista parasta käyttökelpoista tekniikkaa, mutta ovat tarpeellisia tekniikoiden määrittämiseksi ja mitoittamiseksi. Mittausten ja laskennan tulosten tulisi olla yhtenevät. Tulokset vaikuttavat suurestikin meluntorjuntatarpeen mitoittamiseen sekä toimien laajuuteen ja kustannuksiin.

### H5.1 Ampumaratamelun mittaaminen

Ampumaratamelua mitataan ympäristöministeriön mittausohjeen (Ympäristöministeriö, 1999) mukaisesti. Ohje ei tunne muita äänitasosuureita kuin ohjearvojen AI-enimmäisäänitason  $L_{AImax}$ . Se mitataan vähintään viiden laukauksen keskiarvona. Mittausohjeessa ei kuitenkaan määritellä, miten keskiarvo muodostetaan. Yleensä sen on tulkittu tarkoittavan äänitasojen aritmeettista keskiarvoa. Vähintään yhtä oikeana voidaan kuitenkin pitää tulkintaa, että keskiarvo olisi enimmäisäänipaineiden neliöiden keskiarvo eli ns. energiakeskiarvo. Jälkimmäinen tulkinta perustuu siihen, että I-aikapainotettu äänitaso on myös tehollisarvon taso ja että tehollisarvojen keskiarvo lasketaan aina energiakeskiarvona.

Mittausohjeessa määritellään mittausten aikaiselle säälle suositeltavat olosuhteet (lämpö +10...+25 C, suhteellinen kosteus 40–80 % sekä tuulen nopeus 1–5 m/s ja suunta myötätuuli ±45°). Lämpötila- ja kosteusrajoituksia voidaan perustellusti pitää aivan tarpeettoman tiukkoina. Mittaukset voitaisiin hyvin sallia ainakin 0 C lämpötilaan asti, ehkäpä tätä kylmemmälläkin. Myös kosteus voisi aivan hyvin olla hyväksyttyä 100 % asti.

Tuulensuunnan rajoitus on sikäli outo, että positiivinen tuulenoisuusgradientti ei todellisuudessa määräydy sektorin vaan tuulensuuntavektorin äänen etenemissuuntaisen komponentin mukaan, sillä tuulensuunnan poikittaiskomponentti ei vaikuta äänen etenemiseen. Ohjeessa ei ole lämpötilagradienttia koskevaa rajoitusta. Tämä saattaa johtaa äänen etenemisen kannalta epäsuotuisiin mittausoloihin aurinkoisena ja heikkotuulisena päivänä.

Toistaiseksi missään ei ole määritetty sitä, miten useina eri päivinä tehtyjen mittausten tuloksia käsitellään ennen vertaamista ohjearvoihin. Toisin sanoen, valitaanko aina pelkästään suurimmat mittaustulokset (koska arviointisuurekin on enimmäistaso) vai sovelletaanko tuloksiin jotakin tilastollista arviointia. Sopiva ja tarkoituksenmukainen käsittely olisi tulosten keskiarvo, laajentaen yhden mittauskerran eri laukausten tulosten käsittelyn periaatetta.

Tässäkin tapauksessa tulee valita keskiarvon muodostamistapa. Mittausteknisesti oikea keskimääräinen tulos on eri mittauskertojen tulosten energiakeskiarvon taso (koska arviointisuurekin on tehollisarvon taso). Jos mittaustulosten vaihteluväli on enintään noin 5 dB, sen ero äänitasojen aritmeettiseen keskiarvoon on merkityksetömän pieni ja keskiarvo voidaan käytännössä laskea aritmeettisesti. Jos vaihteluväli on suurempi, keskiarvo tulee laskea energiakeskiarvona.



## H5.2 Ampumaratamelun laskenta

Ampumaratamelua lasketaan Suomessa yhteispohjoismaisella ampumaratamelun laskentamallilla (NT ACOU 099: 2002). Mallilaskennan periaatteellisena tarkoituksena on tuottaa suoraan pitkän ajan melutilannetta edustava tulos, joka vastaa mahdollisimman hyvin sellaisten pitkän ajan kuluessa tehtyjen monien eri mittausten kokonaistulosta, jotka tehdään määritellyissä sää- ja muissa mittaolosuhteissa. Mallilaskennan periaatteeseen kytkeytyy olennaisena osana eri päivinä tehtyjen mittausten tilastollinen käsittely. Edellä kyseiseksi kokonaistulokseksi nimettiin energia-keskiarvon taso, joka siten on samalla laskennalta haluttu tulos.

Ampumaratamelun laskentamallin (eli täsmällisemmin sen pohjana olevan yleisen teollisuusmelun laskentamallin) tiedetään laskevan melun signaalienergian leviämisen tämän periaatteen mukaisesti hyvinkin luotettavasti muutamien satojen metrien etäisyydelle ja suhteellisen luotettavasti yleensä ainakin noin runsaan kilometrin päähän.

Mallin laskenta on kaikkein luotettavinta tasaisessa avoimessa maastossa (esimerkiksi pelto tai vesistö). Estevaimennuksen laskenta on myös varsin luotettavaa tapauksissa, joissa este on melulähteen (tai kohteen) lähellä. Ampumaradoilla tämä tarkoittaa lähinnä radan omia melusteitä tai -valleja. Mallin pehmeän maan maavaimennus on karkeampi ja sen luotettavuus epävarmempi, jos maasto on vaihtelevaa. Suurin epävarmuus liittyy voimakkaasti vaihteleviin maaston muotoihin melun etenemistien keskivaiheilla.

Mallissa lähtötiedot on määritelty syötettäväksi myös AI-tasoina määritettyinä oktaavikaistoittain ja kahdeksaan eri suuntaan 45° välein. Mallin täsmällistä noudatettavuutta rajaa kaksi periaatteessa merkittävää tekijää:

- Yleisesti saatavilla olevat kaupalliset melulaskentaohjelmat eivät sisällä suoraan ampumaratamelun mallia eli AI-tasojen laskentaa.
- Melupäästön määrittäminen AI-tasoina on epäluotettavampaa kuin aidon melupäästön eli äänienergiatasojen mittaaminen.

Edellinen puute voidaan käytännössä ratkaista käyttämällä ohjelmien sisältämää yleistä pohjoismaista laskentamallia. Tällöin melupäästö eli lähtöarvot syötetään malliin äänienergiatasoina  $L_Q$ , jolloin laskettavaksi raakasuureeksi tulee A-äänialtistustaso  $L_{AE}$ . Muunnos AI-enimmäisäänitasoksi voidaan tehdä luotettavasti teoreettista tasojen erotusta käyttäen. Lisäongelman muodostaa lentoäänen laskenta, joka on myös määritelty mallissa. Ongelmaa käsitellään tarkemmin alla.

Jälkimmäisen puutteen perusteella ampumaratamelun mittausohjeen (Ympäristöministeriö 1999) liitteessä esitetty lähtöarvojen mittausohje on käytännössä vajavainen. Ohjetta täytyy soveltaa siten, että mitattava melupäästösuure on äänienergiataso. Sen jälkeen jatketaan kuten yllä.

Ampumaratamelun laskentamallin käytössä kenties kaikkein olennaisin tekijä on lähtötietojen luotettavuus eli tiedot aseiden melupäästöstä. Suomessa tilanne on, että riittävät ja luotettavat tiedot on käytettävissä vain puolustusvoimien perusaseista (Markula 2006). Laskentamallin aikaisempaa versiota varten tehdyt mittaukset (Saario 1985) ovat mallinnukseen riittämättömiä, koska ne eivät sisällä tietoja oktaavikaistoittain.

## H5.3 AI-tason mittausten ja laskennan erotus

Yleinen kokemus ampumaratamelun laskentamallin käytöstä on, että AI-enimmäisäänitaso  $L_{Amax}$  laskentatulokset ovat systemaattisesti suurempia kuin mittausohjeen mukaisesti tehtyjen ampumaratamelun mittausten tulokset. Ero on yleensä noin 5 dB.

Mittaus tuloksia suurempi laskentatulosaadaan silloin, kun laskennassa ei käytetä mallin kasvillisuuskorjausta, mikä on aikaisemmin ollut ainakin puolustusvoimien selvityksissä yleisenä tapana. Kasvillisuuskorjauksen käyttämättömyyden perusteena on ollut se, että Suomen kasvillisuus ei yleensä ole erityisen runsasta ja tiheää lehdettömään aikaan vuodesta. Kasvillisuus ei tällöin todellisuudessa juurikaan vaimenna

leviävää melua. Lehdetön aika kestää Etelä- ja Keski-Suomessa tavallisesti suunnilleen lokakuun puolivälistä toukokuun puoliväliin eli noin seitsemän kuukautta.

Kasvillisuuskorjaus on kuitenkin laskentamallissa kytketty käytettäväksi myös toiseen tarkoitukseen. Mallin kohdassa 7 ”Kasvillisuus” todetaan: ”Korjaus on erisuuri kuin lähteessä (Kragh ym. 1982), koska se sisältää I-aikapainotuksen vaikutuksen todellisiin impulssimelusignaaleihin.”

Selitys liittyy laukauspulssien venymiseen, kun etäisyys kasvaa. Tavallisessa maastossa esiintyy maaston muotojen ja metsän aiheuttamaa kaiuntaa. Kaiunnan seurauksena laukauspulssin kesto kasvaa. Kun laukauspulssin enimmäisäänitasoa mitataan I-aikapainotuksella, äänitasomittari hukkaa suuren osan laukauksen signaalienergiasta. Ihmisen kuuloaisti sen sijaan havaitsee koko signaalienergian ja arvioi melun häiritsevyyttä sen perusteella.

Jos ylimääräinen n. 5 dB osuus erotettaisiin varsinaisesta kasvillisuusvaimennuksesta ja tämän suuruista lisäkorjausta käytettäisiin laskennassa erillisenä ”I-painotuskorjauksena”, alussa mainittu noin 5 dB suuruinen systemaattinen ero ampumaratamelun mittausten ja laskennan tulosten välillä kumoutuisi. Mallissa ei sallita tällaista valintaa, mutta se voitaisiin toteuttaa erillisellä soveltamisohjeella. Puolustusvoimien viime vuosien meluselvitysten laskennassa on kasvillisuuskorjausta sovellettu näin.

Mallilaskennassa maaston kaiunta tulee sinänsä otetuksi huomioon automaattisesti. Malli olisi siis varsin luotettava, jos laskettavana olisikin laukausmelun A-äänialtistustaso  $L_{AE}$ . Koko laskenta- ja mittaustulosten systemaattisten erojen hankaluus liittyy vain AI-enimmäisäänitasoon  $L_{AImax}$ . Mikäli ampumaratamelun arviointi tehtäisiin tulevaisuudessa käyttäen samoja melutasosuureita kuin muun ympäristömelun tapauksessa (äänialtistustasoa ja keskiäänitasoa), ongelmalta vältyttäisiin.

#### H5.4 Lentoäänien laskenta

Yliääninopeudella lentävän luodin lentoäänien laskenta muodostaa erillisen ongelman. Ilmiö on akustisesti erikoinen ja mutkikas, ja tavallinen ympäristömelun laskentamenettely ei sovi sen käsittelemiseen. Pohjoismainen ampumaratamelun laskentamalli sisältää erikseen ohjeet lentoäänien laskemiseksi. Ongelmana on, että saatavilla olevat tietokoneohjelmat eivät ainakaan suoraan sisällä tätä osuutta. Eräissä ohjelmissa voidaan laskentamenettely toteuttaa niiden sisältämällä lisätyökaluilla, tosin hyvin työläästi.

Mallin lähtöarvo muodostetaan teoreettisen mallin perusteella. Lentoäänien melupäästö voitaisiin myös mitata laskentaa varten. Sopiva mittauspaikka on yleensä ampumaradan sivuvallin päällä. Eräissä puolustusvoimien ampumaradoilla tehdyissä lentoäänimittauksissa on havaittu, että pohjoismaisen mallin teoreettinen ja mitattu lähtöarvo vastaavat kohtalaisen hyvin toisiaan.

Laskenta jommallakummalla tavalla saatavasta lähtöarvosta eteenpäin on kuitenkin edelleen hankalaa. Kuvassa 11.5 on esitetty esimerkki lentoäänien sisältävästä mallilaskennasta pohjoismaisen mallin mukaan, jossa lentoäänien osuus on laskettu Cadna/A-ohjelman lisätyökaluilla.

Suosittelava menettely lentoäänien ottamiseksi huomioon on seuraava: Lentoääntä ei sisällytetä tavalliseen mallilaskentaan, mikäli teoreettisesti laskettavassa lentoäänisektorissa ei ole melulle altistuvia kohteita, kuten asuinrakennuksia. Jos niitä on, lentoääni lasketaan pistekohtaisesti vain altistuviin kohteisiin käyttäen mallin laskentamenettelyä esimerkiksi taulukkolaskentaohjelmalla. Vaihtoehtoisesti lentoäänien sisältävä kokonaismelu määritetään vain mittauksin altistuvissa kohteissa.

#### H5.5 Lähitulevaisuuden arviointinäkömät

Kansainvälinen standardisoimisjärjestö ISO on vuosina 2005–2010 julkaissut ampumaratamelun mittaamista, laskemista ja arviointia koskevan standardisarjan ISO 17201. Siinä mitattava melupäästösuure on äänienergiataso  $L_Q$ . Mitattava ja laskettava

primääri melutasosuure on A-äänialtistustaso  $L_{AE}$ . Laskenta tehdään käyttäen standardia ISO 9613, joka on pieniä yksityiskohtia lukuun ottamatta sama kuin yleinen pohjoismainen laskentamalli (Kragh ym. 1982). Lentoäänelle on erillinen laskentamenettely, joka puolestaan on peräisin samasta lähteestä kuin pohjoismaisen ampumaratamelumallin (NT ACOU 099: 2002) lentoäänen laskenta.

On ilmeistä, että ampumaratamelun mittausta ja laskenta on useissa maissa suuntautumisessa lähivuosina tämän standardisarjan käyttöön perustuvaksi.

### H5.6 Meluohjearvojen muutostarve

Nykyisenä ohjearvosuureena käytetään AI-enimmäisäänitasoa  $L_{AI,max}$ . Sen sopivuus ampumaratamelun haitallisuuden arviointiin on rajallinen. Seikkaperäinen arvio sopivuudesta on lähteessä (Jokitulppo ym. 2007). Lyhyesti AI-enimmäisäänitasolla on kaksi merkittävää puutetta:

- AI-enimmäistaso ei ota lainkaan huomioon laukausten lukumäärää tai esiintymisen ajankohtaa; periaatteessa yksi ainoa laukaus määrää haitta-asteen. Tämä ei vastaa todellista tutkimuksissa todettua haitallisuutta, joka mm. riippuu suoraan lukumäärästä.
- I-aikapainotus ei kykene ilmaisemaan oikein pitkäksi venyneiden laukauspulsien äänekkyyttä. Laukausten akustisista ominaisuuksista riippuva häiritsevyyttä määräytyy pääosin äänekkyydestä, joka puolestaan riippuu pulssin koko energiasta.

Äänitasot sekä niiden aika- ja taajuuspainotukset määritellään kansainvälisessä standardissa (IEC 61672-1: 2002). I-aikapainotus on poistettu standardista, ja sen huomautusosassa I-painotus tuomitaan sopimattomaksi äänekkyyden määrittämiseen. Koska häiritsevyyttä liittyy äänekkyyteen, kritiikki pätee myös häiritsevyydelle. Tämä merkitsee samalla sitä, että I-painotuksen mittaamiseen kykenevät melumittarit tulevat poistumaan markkinoilta.

Ampumaratamelun mittausta ja laskentaa käsittelevässä tuoreessa kansainvälisessä standardisarjassa (ISO 17201) ei myöskään mainita I-painotusta.

Näillä perusteilla lähitulevaisuudessa on nähtävissä tarve Suomen ohjearvojen uudistamiseen arviointisuureen osalta. Korvaava suure voisi olla A-keskiäänitaso  $L_{Aeq}$  eli suure jolla arvioidaan kaikkea muuta ympäristömelua. Se ottaisi automaattisesti huomioon laukausten lukumäärän ja siihen voidaan liittää ajankohtaan liittyviä painotuksia. Lisäksi tarvitaan impulssikorjaus.

### H5.7 Seurannan järjestäminen

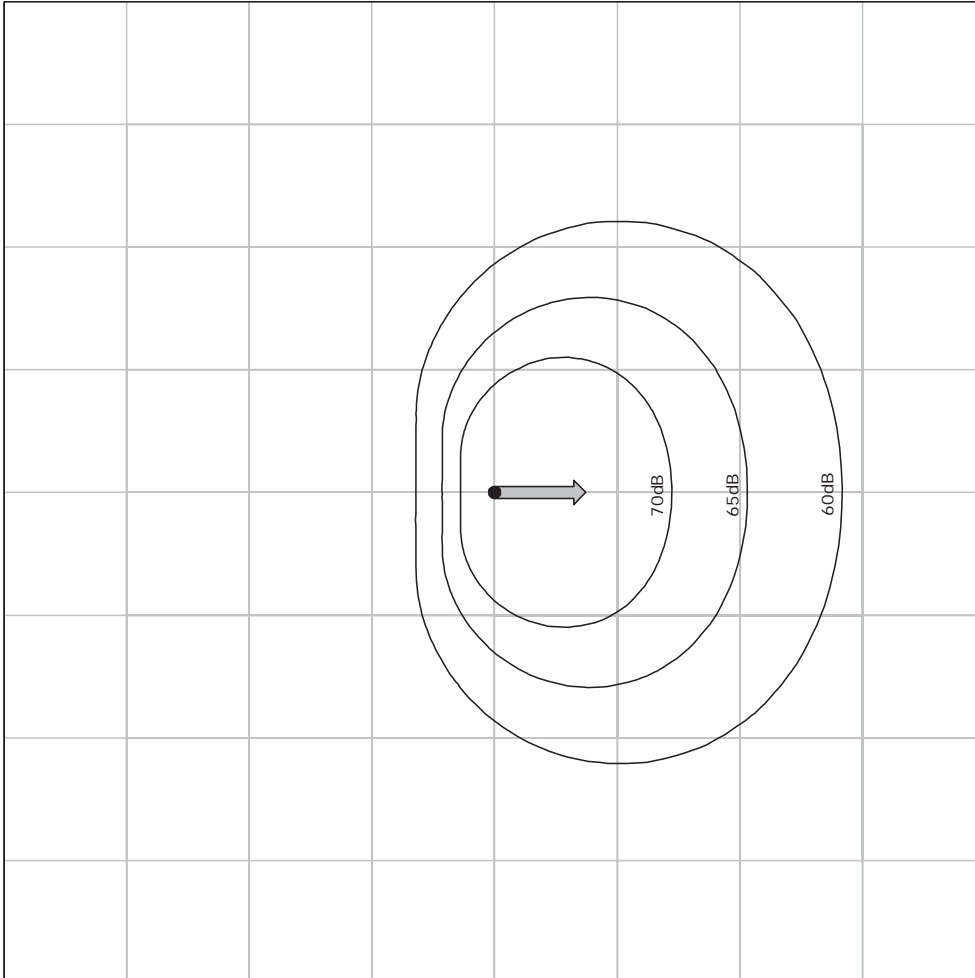
Ampumaratojen meluselvityksissä todetun melutilanteen kehittymistä ja ympäristöluvuissa määrättyjen melurajojen noudattamista varten on usein tapana säätää myös seurannan järjestämisestä. Yleensä seuranta on määrätty toteutettavaksi altistuvissa kohteissa tehtävin mittauksin.

Jos ampumaradalla ei mallintamalla tehdyn selvityksen jälkeen ole tapahtunut olennaisia meluun vaikuttavia muutoksia, lisämittausten tekemiselle on itse asiassa hyvin vähän perusteita. Mittausten suhteellisen epäluotettavuuden takia lisätietoa ei käytännössä saada.

Seuranta on sen sijaan tarpeen silloin, jos olennaisia muutoksia on tapahtunut. Tällöin suositeltava menettely toteuttaa seuranta on tehdä päivitys laskentaselvitykseen. Tärkein peruste mallinnuksen ensisijaiselle käytölle on, että sen tulos on suoraan vertailukelpoinen edellisiin laskentatuloksiin. Mittaustulosten vertailukelpoisuus on selvästi heikompi. On lisäksi huomattava, että nykyisen ohjearvokäytännön ollessa voimassa laukausmäärän muutos ei ole sellainen muutos, jota pitäisi seurata mallintamalla tai uusien mittauksin.

## Liite I. Kaaviot (sapluunamallit, ”tasaisen avomaaston mallit”)

### II Sapluunamalli kivääri 7–9 mm

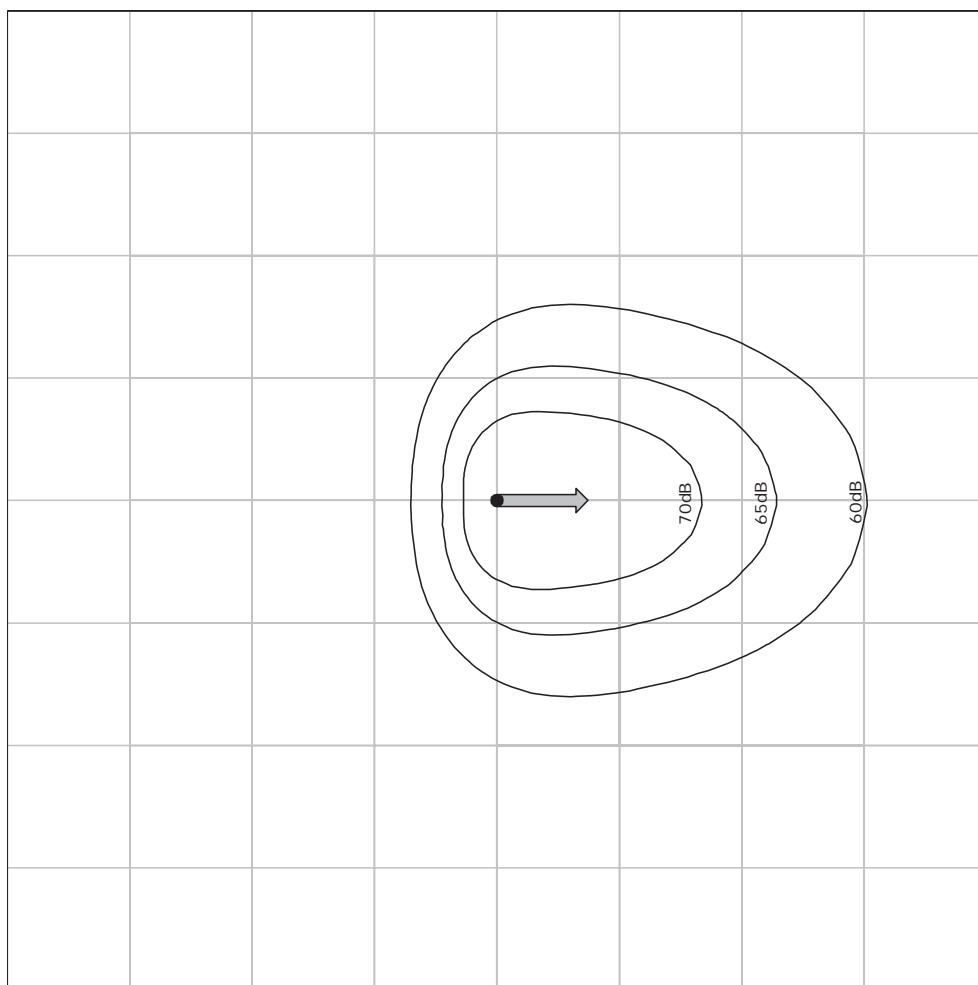


RUUTUKOKO 1Km x 1Km

Kiväärit 7-9 mm

Mallinnettu melun leviäminen  
tasaisessa pehmeässä maastossa  
ilman ampumasuojaa  
Enimmäistaso  $L_{A1max}$   
1:50 000

## I2 Sapluunamalli pistooli yli 7 mm

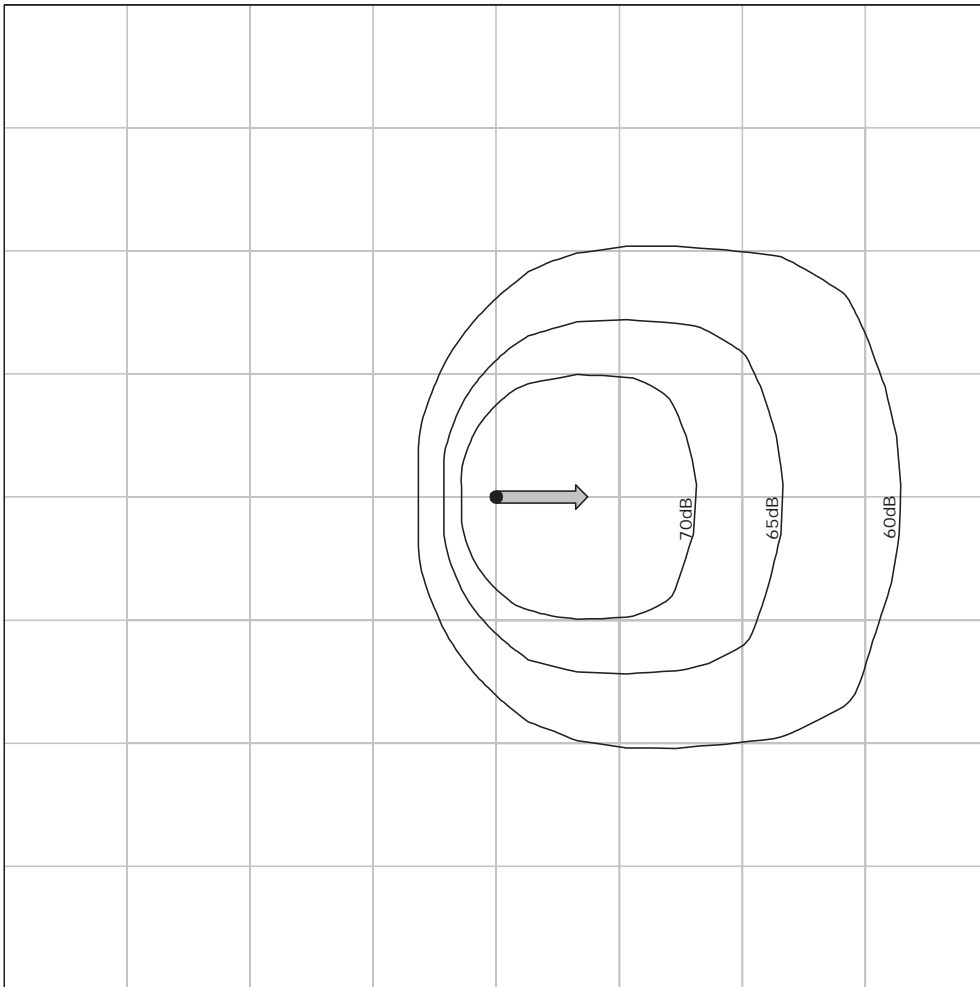


RUUTUKOKO 1Km x 1Km

### Pistoolit yli 7 mm

Mallinnettu melun leviäminen  
tasaisessa pehmeässä maastossa  
ilman ampumasuojaa  
Enimmäistaso  $L_{A1max}$   
1:50 000

I3 Sapluunamalli trap



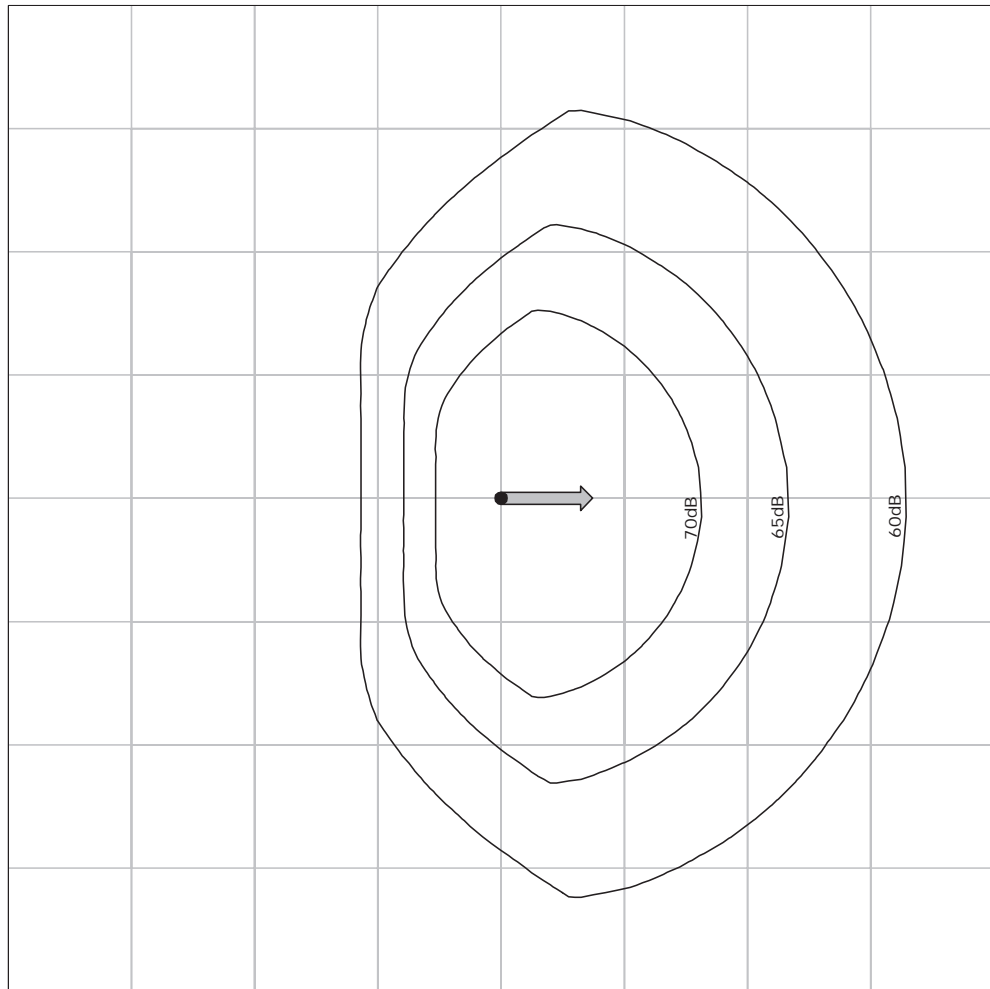
RUUTUKOKO 1Km x 1Km

Trap, haulikko 12 cal

Mallinnettu melun leviäminen  
tasaisessa pehmeässä maastossa  
ilman ampumasuojaa  
Enimmäistaso  $L_{A\text{max}}$   
1:50 000



#### I4 Sapluunamalli skeet

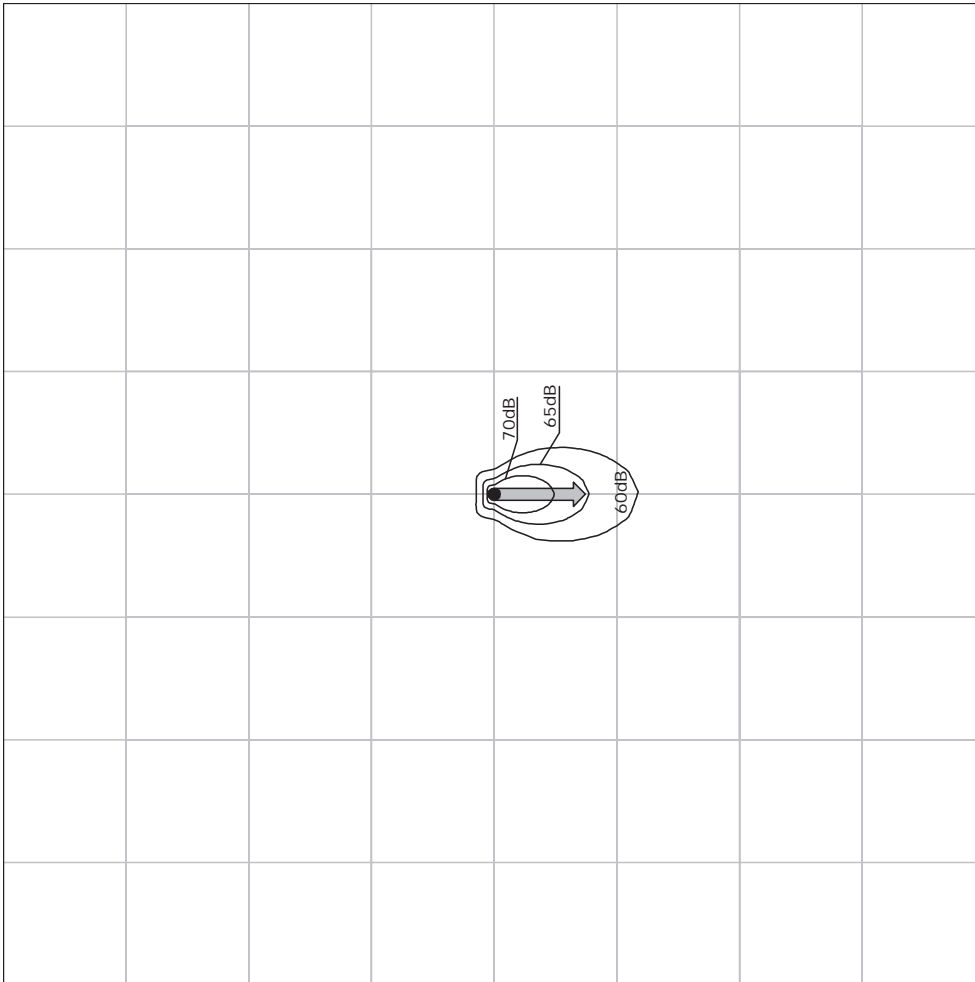


RUUTUKOKO 1Km x 1Km

Skeet, haulikko 12 cal

Mallinnettu melun leviäminen  
tasaisessa pehmeässä maastossa  
ilman ampumasuojaa  
Enimmäistaso  $L_{A1max}$   
1:50 000

I5 Sapluunamalli 22cal



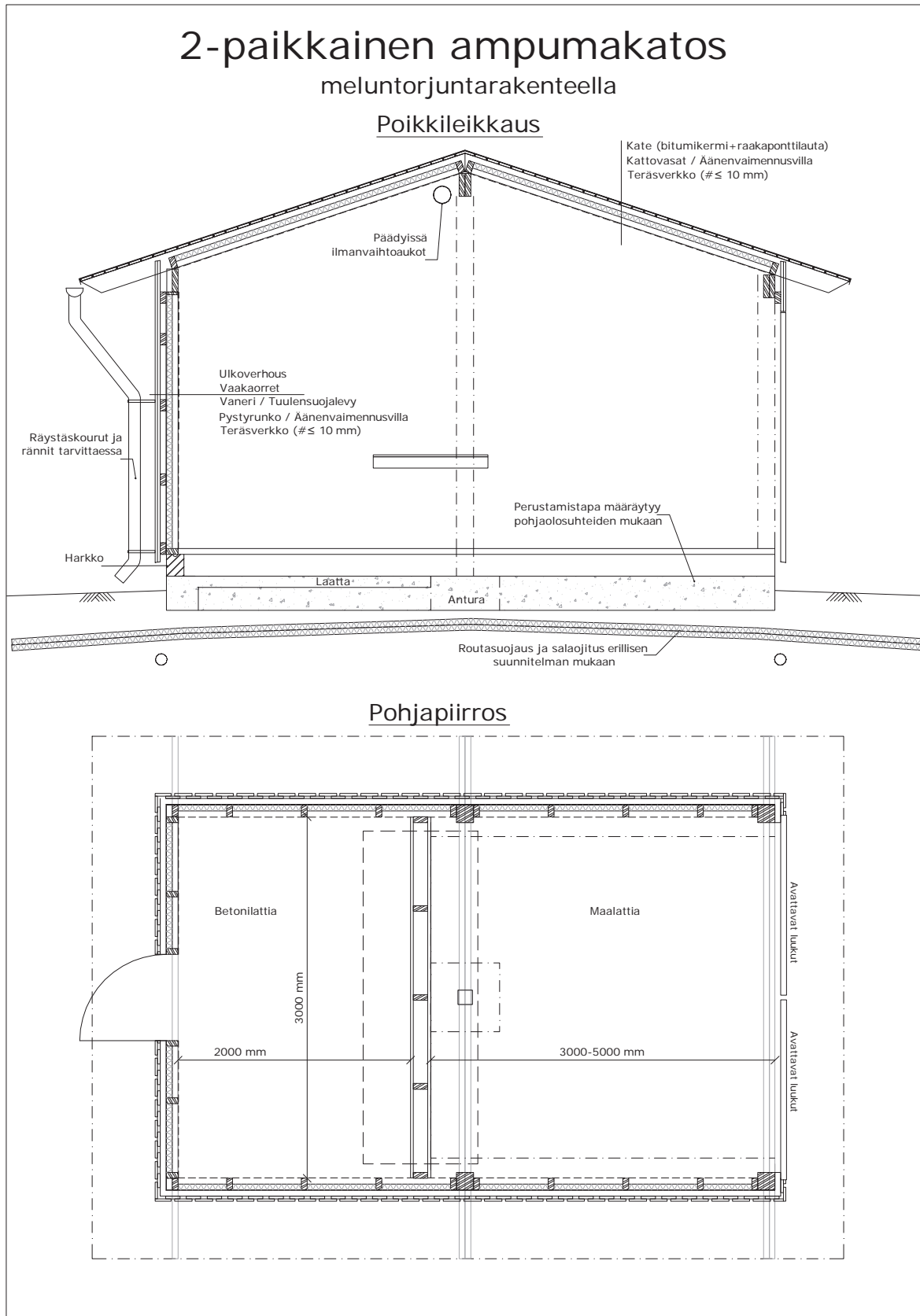
RUUTUKOKO 1Km x 1Km

.22 kaliiperin aseet

Mallinnettu melun leviäminen  
tasaisessa pehmeässä maastossa  
ilman ampumasuojaa  
Enimmäistaso  $L_{A\text{Imax}}$   
1:50 000

# Liite J. Rakennekuvat, katokset

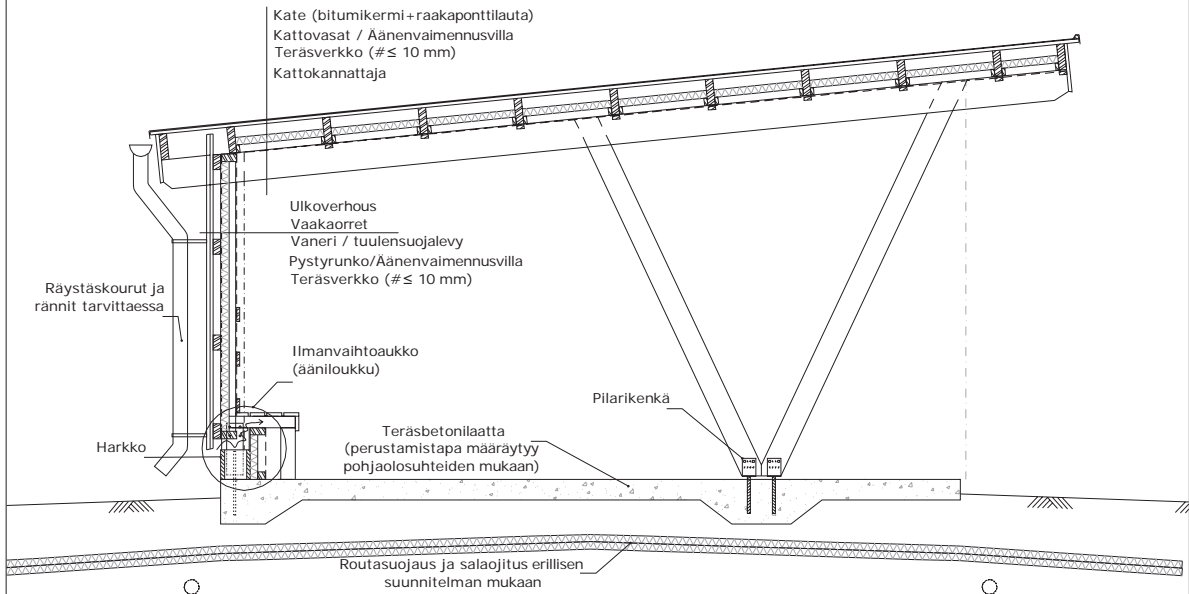
## J1.1 2-paikkainen ampumakatos



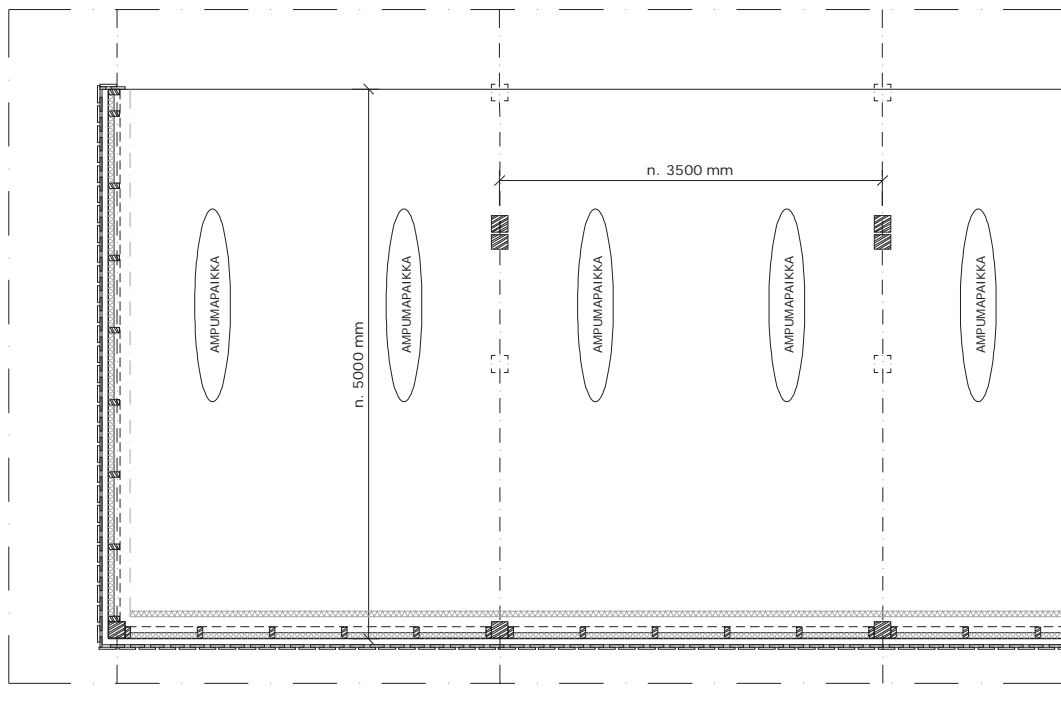
# Ampumakatos, tyyppi A

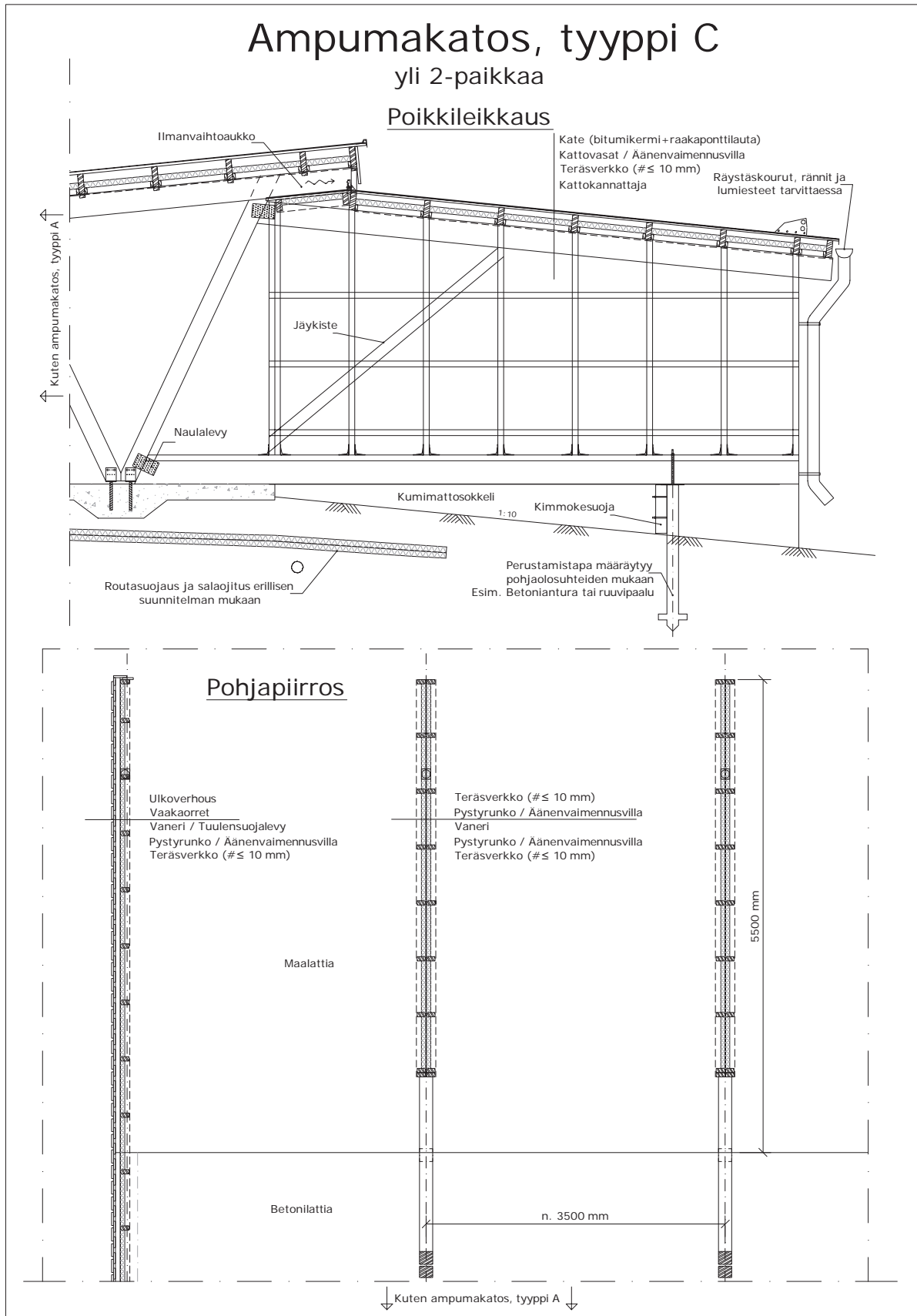
yli 2-paikkaa

## Poikkileikkaus



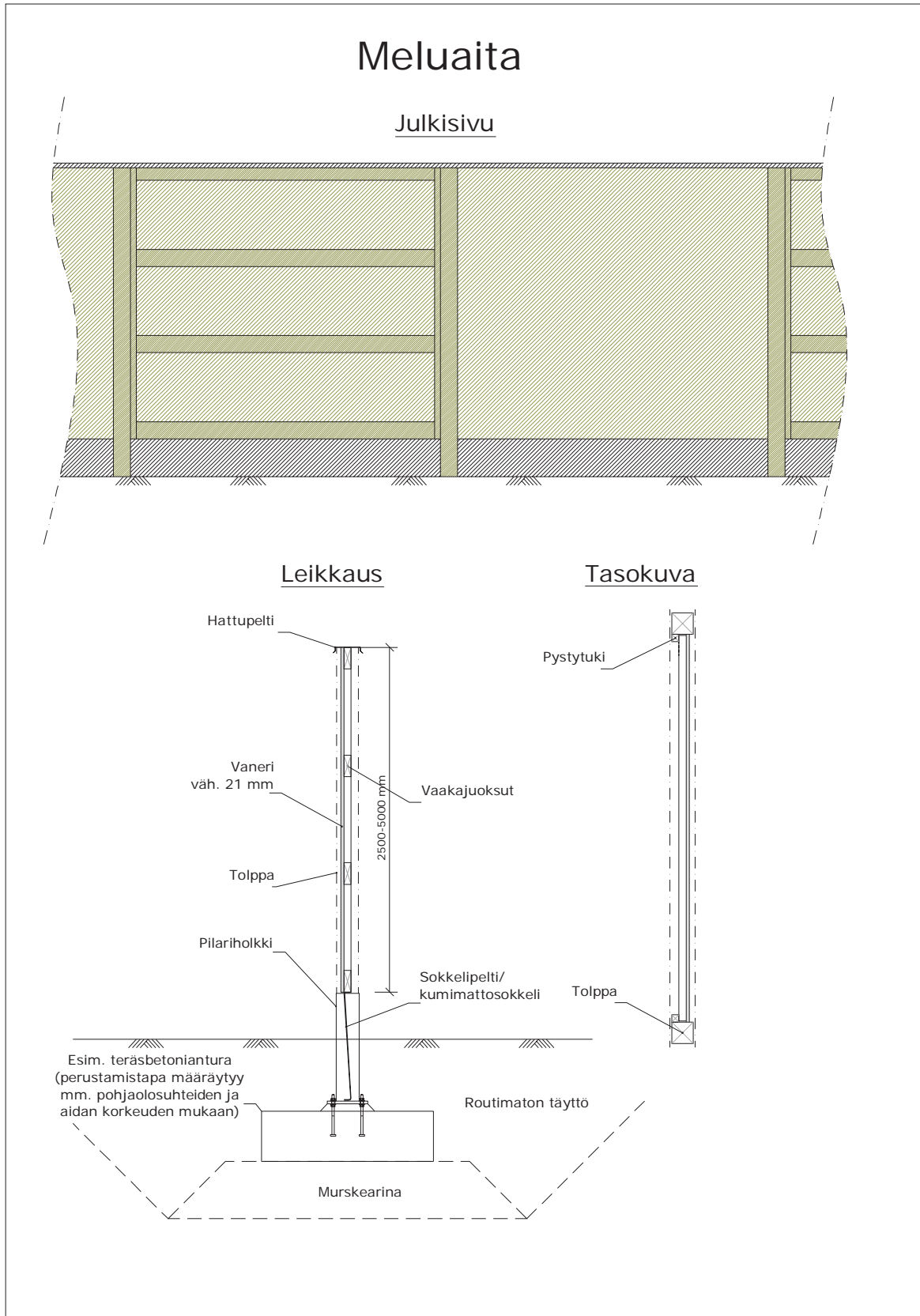
## Pohjapiirros





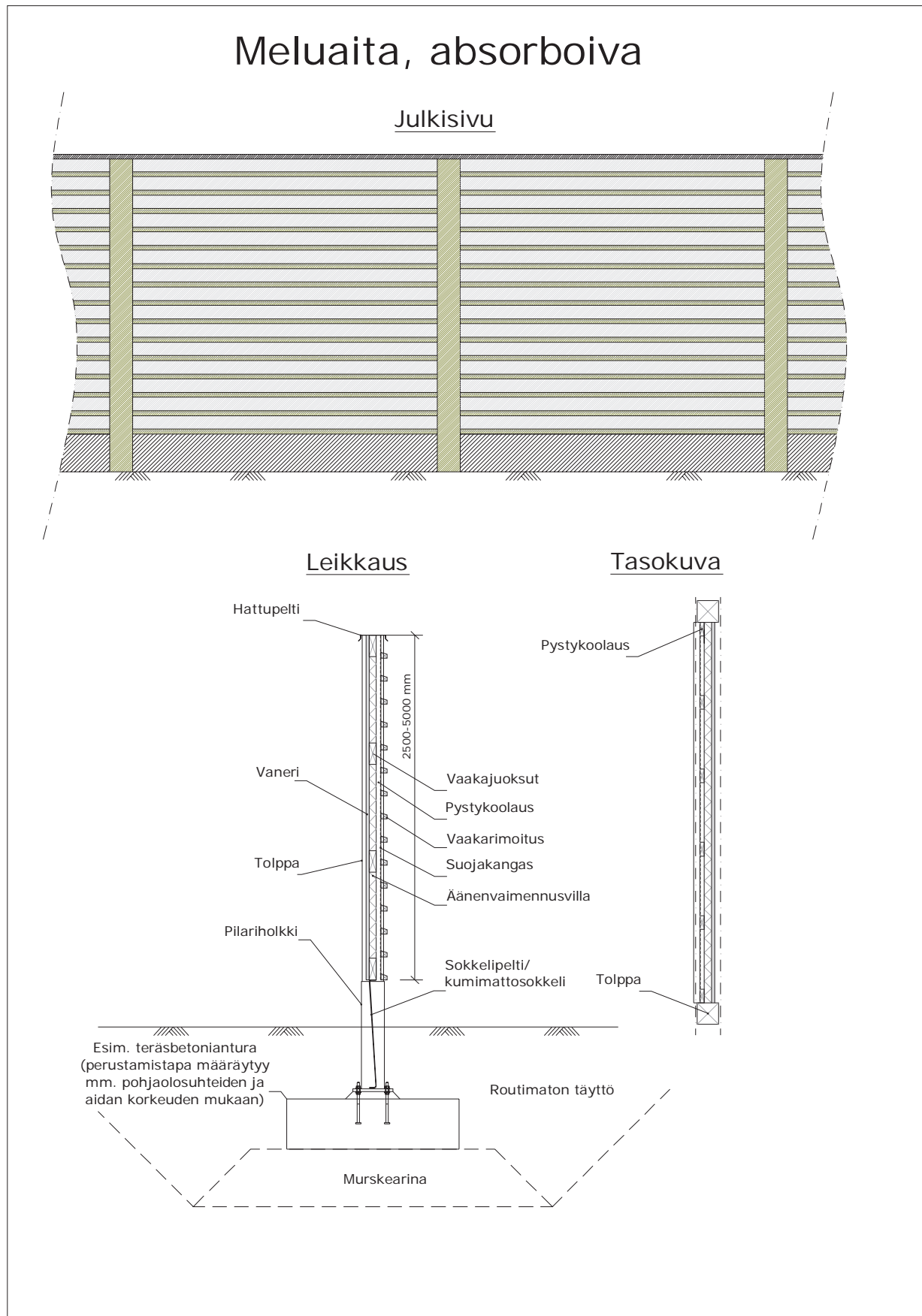
# Rakennekuvat, esteet

## J2.1 Heijastava este



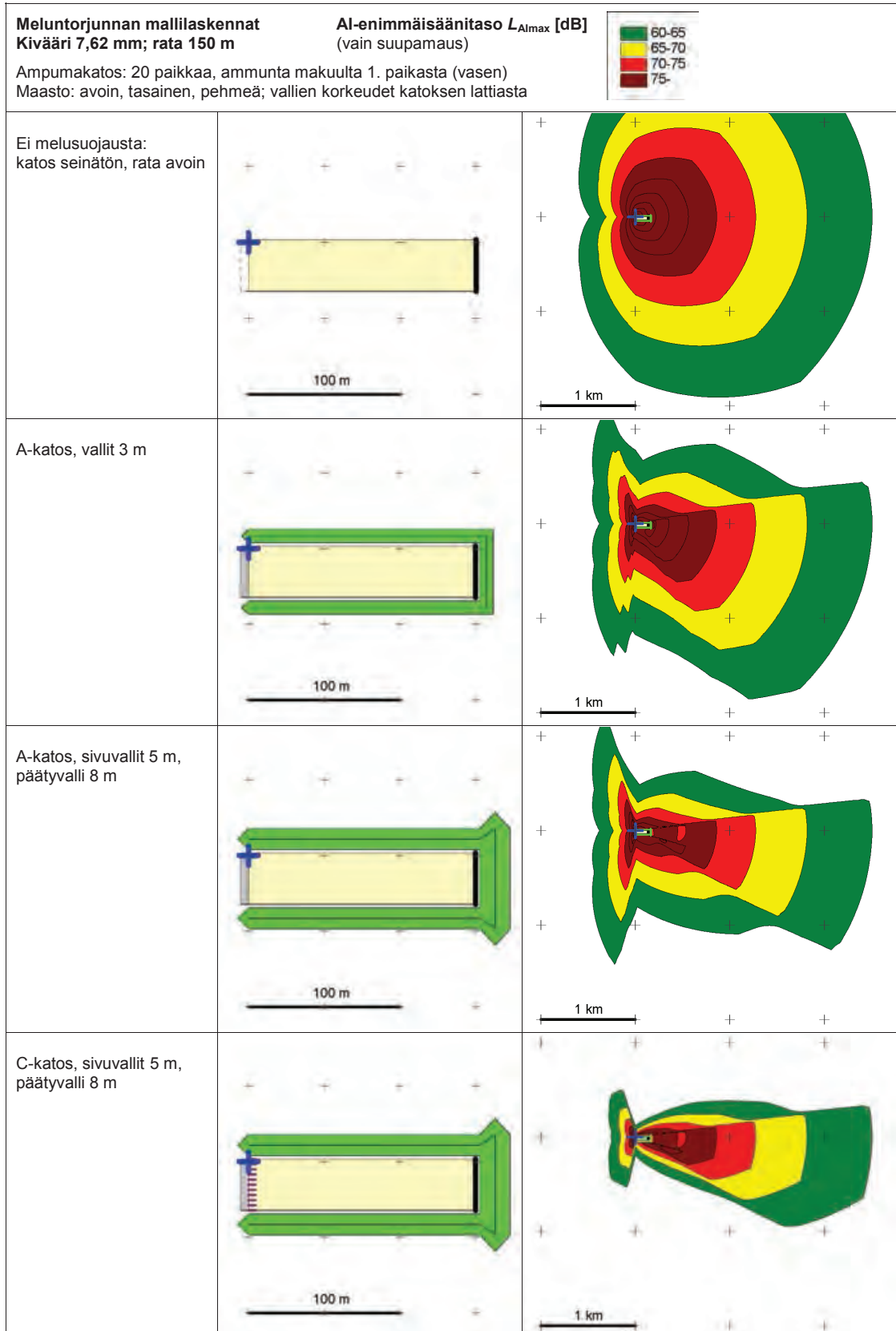


## Meluitaita, absorboiva

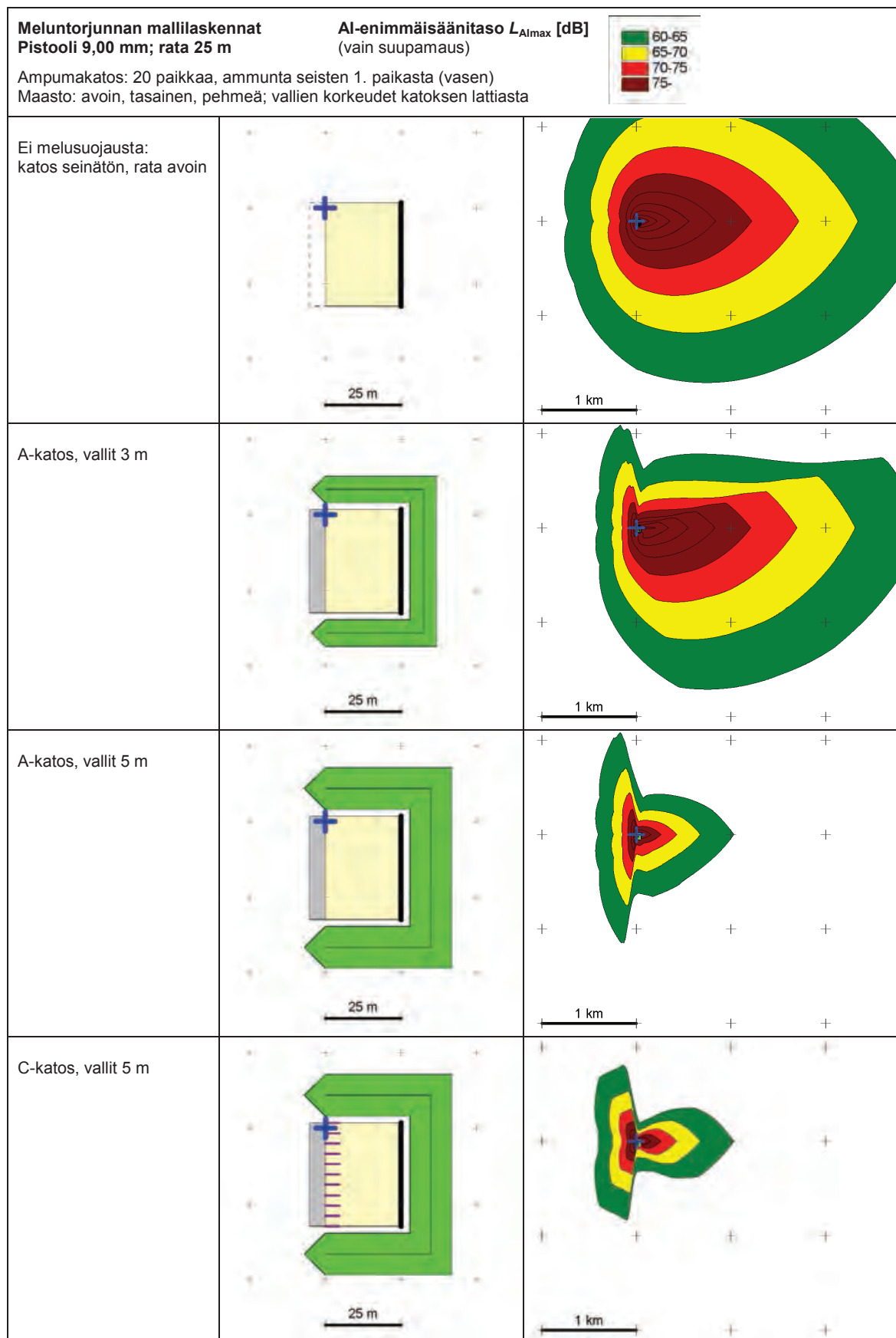


# Liite K. Torjuntavoimien vaikutuskaaviot

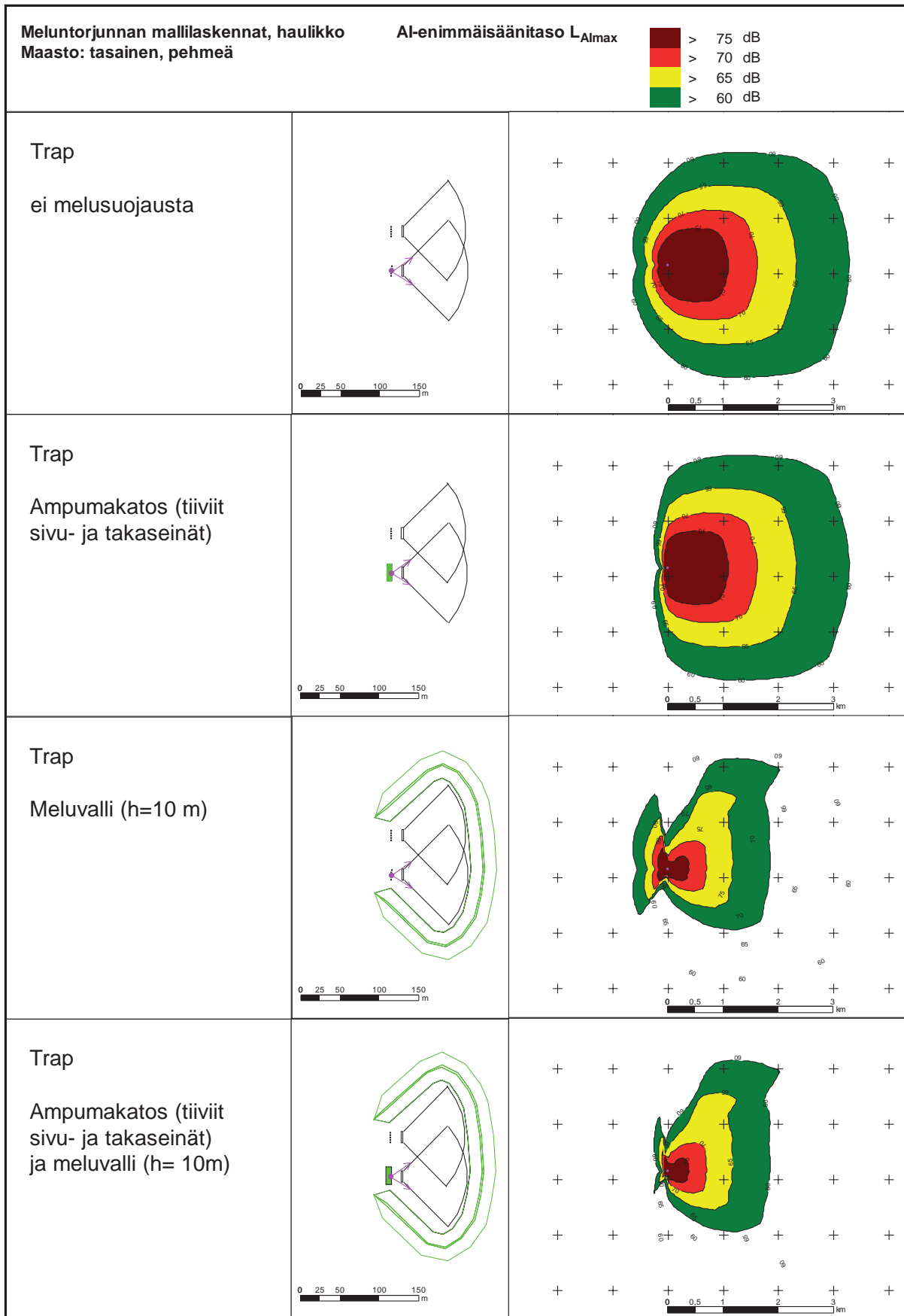
## KI.I Kivääri



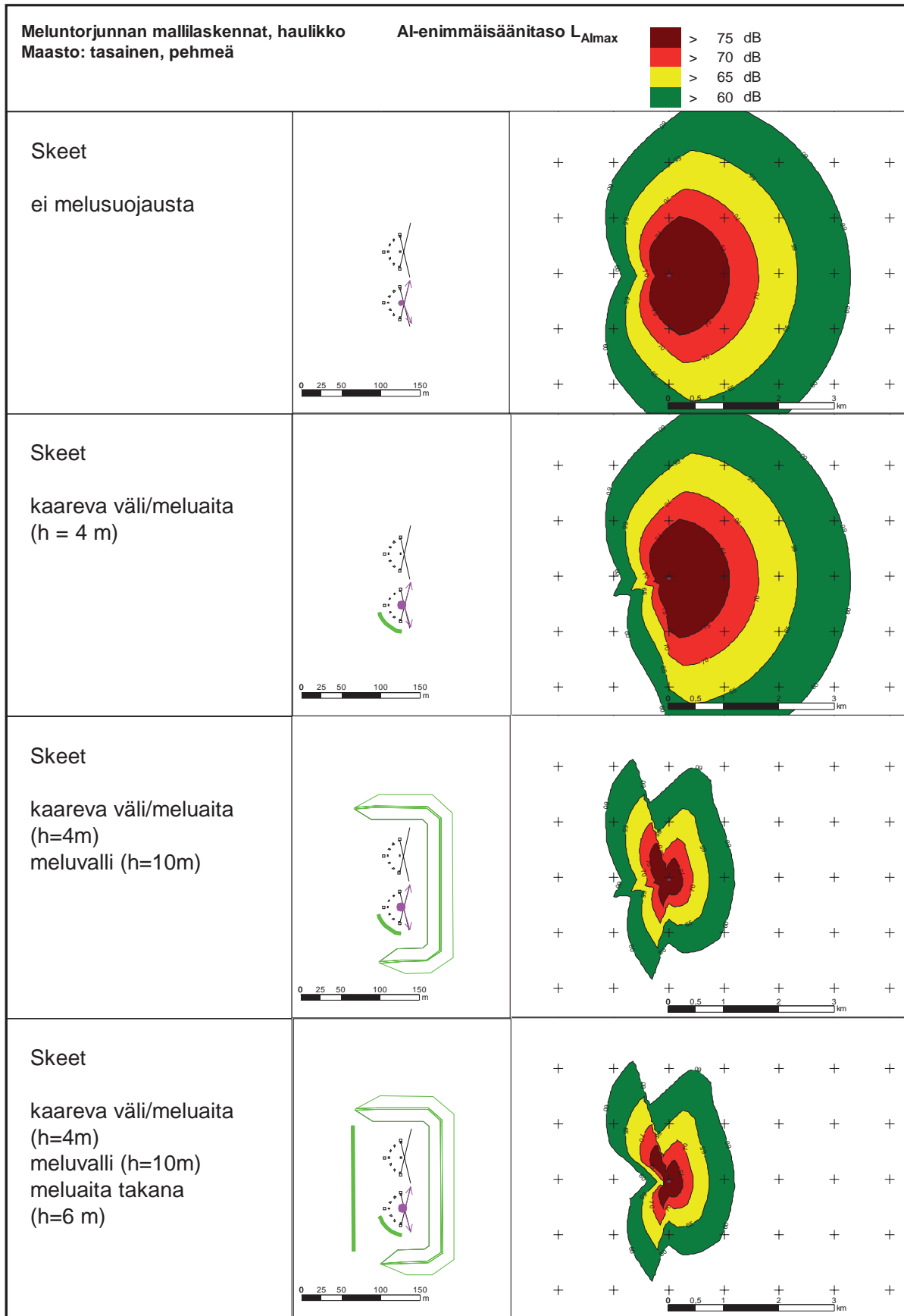
K1.2 Pistooli



K2.1 Trap



K2.2 Skeet



## KUVAILULEHTI

|  |  |                                 |                                |                              |
|--|--|---------------------------------|--------------------------------|------------------------------|
| Julkaisija   | Ympäristöministeriö  | Julkaisuaika                    | Elokuu 2014                    |                              |
| Tekijä(t)  | Sara Kajander ja Asko Parri (toim.)  |                                 |                                |                              |
| Julkaisun nimi   | <b>Ampumaratojen ympäristövaikutusten hallinta – Paras käyttökelpoinen tekniikka (BAT)</b>   |                                 |                                |                              |
| Julkaisusarjan nimi ja numero                            | Suomen ympäristö 4/2014  |                                 |                                |                              |
| Julkaisun teema  | Ympäristönsuojelu  |                                 |                                |                              |
| Julkaisun osat/ muut saman projektin tuottamat julkaisut | Julkaisu on saatavana myös internetistä: <a href="http://www.ym.fi/julkaisut">www.ym.fi/julkaisut</a>  |                                 |                                |                              |
| Tiivistelmä  | <p>Ampumaratojen ympäristövaikutuksia ovat haitallisten aineiden, pääasiassa metallien, mahdollinen leviäminen ympäristöön sekä melu. Vuonna 2010 käynnistettiin eri viranomais- ja toiminnanharjoittajatahojen yhteistyönä hanke, jonka tavoitteena oli määritellä ulkona sijaitseville ampumaradoille paras käyttökelpoinen tekniikka (BAT). Tässä hankkeen loppuraportissa on esitelty käytössä ja osin vasta kehitteillä olevia, mahdollisesti potentiaallisia menetelmiä luotiase- ja haulikkoampumaratojen ympäristövaikutusten hallintaan sekä arvioitu niiden tehokkuutta ja soveltuvuutta eri ratatyypeille sekä kustannuksia ja taloudellista toteuttamiskelpoisuutta. Raportissa on lisäksi arvioitu ympäristövaikutusten hallinnan tarvetta erityyppisillä ampumaradoilla ja erilaisissa ympäristöissä sekä annettu ohjeistus kohdekohtaisen arvioinnin tekemiseen.</p> <p>Selvitystyön johtopäätöksenä esitetään parhaat käyttökelpoiset tekniikat ja käytännöt ampumaratojen haitta-aine- ja melupäästön hallintaan, sekä ohjeelliset linjaukset kohdekohtaisesti soveltuvimman menetelmän valintaan. Parhaiksi arvioiduista tekniikoista on laadittu ohjeellisia tai periaatteellisia mallityöselityksiä ja rakennekuvia.</p> <p>Tämän kansallisen BAT-raportin on tarkoitus toimia ohjeena ympäristölupahakemusten laatijoille ja käsittelijöille.</p> |                                 |                                |                              |
| Asiasanat  | Ampumaradat, ympäristövaikutukset, paras käyttökelpoinen tekniikka, haitta-aineiden hallinta, meluntorjunta  |                                 |                                |                              |
| Rahoittaja/ toimeksiantaja                               | Ympäristöministeriö  |                                 |                                |                              |
|  | ISBN<br>978-952-11-4351-9 (nid.)   | ISBN<br>978-952-11-4352-6 (PDF) | ISSN<br>1238-7312 (pain.)      | ISSN<br>1796-1637 (verkkoi.) |
|  | Sivuja<br>297  | Kieli<br>Suomi                  | Luottamuksellisuus<br>Julkinen | Hinta (sis. alv 8 %)         |
| Julkaisun myynti/ jakaja                                 | Suomen ympäristökeskus (SYKE), neuvonta<br>PL 140, 00251 Helsinki<br>Sähköposti: <a href="mailto:neuvonta.syke@ymparisto.fi">neuvonta.syke@ymparisto.fi</a>  |                                 |                                |                              |
| Julkaisun kustantaja                                     | Ympäristöministeriö  |                                 |                                |                              |
| Painopaikka ja -aika                                     | Juvenes Print, 2014  |                                 |                                |                              |

## PRESENTATIONSBLAD

|  |  |                                 |                           |                            |
|--|--|---------------------------------|---------------------------|----------------------------|
| Utgivare   | Miljöministeriet   | Datum<br>August 2014            |                           |                            |
| Författare   | Sara Kajander och Asko Parri (red.)  |                                 |                           |                            |
| Publikations titel   | <b>Ampumaratojen ympäristövaikutusten hallinta – Paras käyttökelpoinen tekniikka (BAT)</b><br>(Begränsande av skjutbanors miljöpåverkan – Bästa tillgängliga teknik (BAT))   |                                 |                           |                            |
| Publikationsserie och nummer                                 | Miljön i Finland 4/2014  |                                 |                           |                            |
| Publikationens tema  | Miljövård  |                                 |                           |                            |
| Publikationens delar/ andra publikationer inom samma projekt | Publikationen finns tillgänglig också på internet: <a href="http://www.ym.fi/julkaisut">www.ym.fi/julkaisut</a>  |                                 |                           |                            |
| Sammandrag   | <p>Skjutbanors miljöpåverkan består i huvudsak av utsläpp av skadliga ämnen, främst metaller, samt buller. År 2010 påbörjades ett samarbetsprojekt mellan olika myndigheter och verksamhetsutövare för att fastställa bästa tillgängliga teknik (BAT) för skjutbanor utomhus. I denna slutrapport för projektet presenteras olika metoder för att begränsa miljöpåverkan av skjutbanor för finkalibriga vapen och jaktsskytte. En del av metoderna är beprövade och tillgängliga, medan en del fortfarande är under framtagande men anses potentiella. De olika metodernas effektivitet och lämplighet för olika typer av skjutbanor, samt kostnader och ekonomisk genomförbarhet har bedömts. I rapporten har man också granskat behovet av miljökrav på olika typer av skjutbanor i varierande miljö.</p> <p>Som slutsats av den genomförda utredningen framförs bästa tillgängliga teknik och bästa miljöpraxis för att begränsa skjutbanors metallutsläpp och bullerpåverkan. Därtill ges riktlinjer för miljökrav och val av lämpligaste metod för olika typer av skjutbanor och situationer. Principiella eller vägledande modellritningar och arbetsbeskrivningar har utarbetats för de tekniker som bedömts vara bäst.</p> <p>Denna nationella BAT-rapport är ämnad som vägledning både för dem som skriver och dem som behandlar miljötillståndsansökningar för skjutbanor.</p> |                                 |                           |                            |
| Nyckelord  | Skjutbanor, miljöpåverkan, bästa tillgängliga teknik, BAT, begränsande av metallförorening, bullerbekämpning   |                                 |                           |                            |
| Finansiär/ uppdragsgivare                                    | Miljöministeriet   |                                 |                           |                            |
|  | ISBN<br>978-952-11-4351-9 (hft.)   | ISBN<br>978-952-11-4352-6 (PDF) | ISSN<br>1238-7312 (print) | ISSN<br>1796-1637 (online) |
|  | Sidantal<br>297  | Språk<br>Finska                 | Offentlighet<br>Offentlig | Pris (inneh. moms 8 %)     |
| Beställningar/ distribution                                  | Finlands miljöcentral (SYKE)<br>PB 140, 00251 Helsingfors<br>Epost: <a href="mailto:neuvonta.syke@ymparisto.fi">neuvonta.syke@ymparisto.fi</a>   |                                 |                           |                            |
| Förläggare   | Miljöministeriet   |                                 |                           |                            |
| Tryckeri/tryckningsort och -år                               | Juvenes Print, 2014  |                                 |                           |                            |



## DOCUMENTATION PAGE

|   |  |                                 |                           |                            |
|---|--|---------------------------------|---------------------------|----------------------------|
| <i>Publisher</i>  | Ministry of the Environment  | <i>Date</i><br>August 2014      |                           |                            |
| <i>Author(s)</i>  | Sara Kajander and Asko Parri (eds)   |                                 |                           |                            |
| <i>Title of publication</i>                             | <b>Ampumaratojen ympäristövaikutusten hallinta – Paras käyttökelpoinen tekniikka (BAT)</b><br>(Environmental Impact Management at Shooting Ranges – Best Available Techniques (BAT))   |                                 |                           |                            |
| <i>Publication series and number</i>                    | The Finnish Environment 4/2014   |                                 |                           |                            |
| <i>Theme of publication</i>                             | Environmental protection   |                                 |                           |                            |
| <i>Parts of publication/ other project publications</i> | The publication is available on the internet: <a href="http://www.ym.fi/julkaisut">www.ym.fi/julkaisut</a>   |                                 |                           |                            |
| <i>Abstract</i>   | <p>The main environmental impacts of shooting ranges are contamination by heavy metals and noise. In 2010, a project for defining the best available techniques (BAT) for outdoor shooting ranges was started in co-operation with environmental authorities and range operators. In this report, a variety of methods for managing the environmental impacts of small arms and shotgun ranges is presented. Some of the methods are well-known and available, whereas others are emerging technologies with recognized potential. The environmental efficiency and suitability for different types of ranges, as well as costs and economic feasibility of the presented methods have been assessed. Furthermore, the environmental protection requirements for different types of ranges in different settings have been considered.</p> <p>As a result of the study, best available techniques and best practices for contamination and noise management on shooting ranges are introduced, as well as guidelines for determining the most suitable solutions for different situations. Indicative plans and drawings have been produced of the best techniques.</p> <p>This national BAT report is aimed as a tool for environmental permit applicants and permit authorities.</p> |                                 |                           |                            |
| <i>Keywords</i>   | Shooting ranges, environmental impacts, best available techniques, BAT, contaminant management, noise management   |                                 |                           |                            |
| <i>Financier/ commissioner</i>                          | Ministry of the Environment  |                                 |                           |                            |
|   | ISBN<br>978-952-11-4351-9 (pbk.)   | ISBN<br>978-952-11-4352-6 (PDF) | ISSN<br>1238-7312 (print) | ISSN<br>1796-1637 (online) |
|   | No. of pages<br>297  | Language<br>Finnish             | Restrictions<br>Public    | Price (incl. tax 8 %)      |
| <i>For sale at/ distributor</i>                         | Finnish Environment Institute (SYKE), neuvonta<br>P.O.Box 140, 00251 Helsinki, Finland<br>Email: <a href="mailto:neuvonta.syke@ymparisto.fi">neuvonta.syke@ymparisto.fi</a>  |                                 |                           |                            |
| <i>Financier of publication</i>                         | Ministry of the Environment  |                                 |                           |                            |
| <i>Printing place and year</i>                          | Juvenes Print, 2014  |                                 |                           |                            |



Ympäristöministeriö  
Miljöministeriet  
Ministry of the Environment



**ISBN 978-952-11-4351-9 (nid.)**

**ISBN 978-952-11-4352-6 (PDF)**

**ISSN 1238-7312 (pain.)**

**ISSN 1796-1637 (verkkokj.)**