

UNITED BY OUR DIFFERENCE

WSP

VAASAN KAUPUNKI, KIINTEISTÖTOIMI

VANHANSATAMAN ENTISET AMPUMARADAT

Terveys- ja ympäristöriskien arviointi alkuaineilla pilaantuneille maa-aineksille

18.12.2014

Laadunvarmistus

Issue/revision	Issue 1	Revision 1	Revision 2	Revision 3
Remarks				
Date	18.12.2014			
Prepared by	Satu Pietola			
Signature				
Checked by	Christian Tallsten			
Signature				
Authorised by				
Signature				
Project number	306265			
Report number				
File reference				

VANHANSATAMAN ENTISET AMPUMARADAT

Terveys- ja ympäristöriskien arviointi alkuaineilla pilaantuneille maa-aineksille

18.12.2014

Tilaaja

Vaasan kaupunki
Kiinteistötoimi
PL 3
65101 Vaasa

Yhteyshenkilö:
Katariina Rauhala
katariina.rauhala@vaasa.fi

Konsultti

WSP Finland Oy
Heikkiläntie 7
00210 HELSINKI
Puh: 0207 864 13

Y-tunnus: 0875416-5
www.wspgroup.fi

Yhteyshenkilö

Christian Tallsten

+ 358 207 864 879

christian.tallsten@wspgroup.fi

TIIVISTELMÄ

Kohteen sijainti ja historia:

Kohde sijaitsee noin 3,5 km Vaasan keskustan eteläpuolella, Vanhansataman alueella.

Nykyinen ja tuleva toiminta:

Kohteessa on sijainnut aikaisemmin kaksi ampumarataa/harjoitusaluetta. Nyt alueelle on vireillä asemakaava, jonka myötä alueelle tulee asuintontteja.

Maaperän pilaantuneisuus:

Alueella on havaittu paikoitellen korkeita lyijy- ja kuparipitoisuuksia. Pilaantuneisuus rajoittuu pääosin ylimpään 20 senttimetrin kerrokseen.

Riskinarvioinnin lähtökohdat:

Riskinarvioinnin lähtökohtana on alueen tuleva maankäyttö; aluetta ollaan kaavoittamassa asuin- ja lähivirkistysalueeksi. Pilaantuneet alueet rajoittuvat tulevan kaavan mukaisille lähivirkistysalueille, joille oletetaan kohdistuvan runsasta virkistyskäyttöä mm. lasten leikkien, ulkoilun ja esimerkiksi sienestyksen ja marjastuksen muodossa.

Alueen maankäyttö on sekä terveys- että ympäristöriskien osalta luokiteltavissa herkäksi maankäytöksi.

Riskinarvioinnin kulku:

Kriittisten aineiden ja käsitteellisen mallin perusteella kohteessa todetuille haitta-aineille voi altistua suoran ihokosketuksen ja maansyönnin kautta.

Liukoisuustestin tuloksten perusteella lyijy on alueella osittain liukoisessa muodossa, johtuen todennäköisesti humuskerroksen alhaisesta pH-arvosta. Alhainen pH lisää alkuaineiden liukoisuutta. Vanhansataman alue ei sijaitse luokitellulla pohjavesialueella, eikä alueen pohjavettä tiettävästi hyödynnetä. Ohuen humuskerroksen alapuolinen maaperä on alueella silttiä ja savea, mikä puolestaan hidastaa haitta-aineiden kulkeutumista pohjaveteen. Syvemmissä maakerroksissa korkeampi pH lisäksi vähentää lyijyn liukoisuutta. Liukoisessa muodossa oleva lyijy saattaa kuitenkin kulkeutua sadeveden mukana alueen avo-ojiin ja sitä kautta merialueelle.

Riskinarvioinnin johtopäätökset:

Korkeista lyijypitoisuuksista voi aiheutua hyväksyttävän tason ylittävä terveysriksi erityisesti alueella leikkiville lapsille. Liukoisuustestin perusteella lyijy on myös osittain liukoisessa muodossa, johtuen todennäköisesti maaperän alhaisesta pH:sta. Kulkeutumisriski alueen ulkopuolelle on siis olemassa.

Sisällysluettelo

1. JOHDANTO JA TAVOITE 7
2. KOHTEEN TIEDOT 7
   2.1 KOHTEEN PERUSTIEDOT JA RAJAUS 7
   2.2 TOIMINTAHISTORIA 8
   2.3 MAANKÄYTTÖ KOHTEESSA JA LÄHIALUEELLA 8
   2.4 TULEVA MAANKÄYTTÖ 9
3. MAAPERÄ JA POHJAVESITIEDOT 10
   3.1 MAAPERÄ 10
   3.2 ORSI- JA POHJAVESI 10
   3.3 PINTAVESI JA HULEVEDET 10
4. HAITTA-AINETUTKIMUKSET 10
5. VIITEARVOVERTAILU 11
6. KRIITTISTEN AINEIDEN VALINTA JA OMINAISUUDET 12
   6.1 KRIITTISTEN AINEIDEN VALINTA 12
      6.1.1 Ihmisiin kohdistuvat terveysriskit 12
      6.1.2 Ekologiset riskit 12
      6.1.3 Kulkeutumisriskit 13
   6.2 KRIITTISTEN AINEIDEN OMINAISUUDET 13
7. KÄSITTEELLINEN MALLI 16
   7.1 LÄHTÖKOHDAT 16
   7.2 KULKEUTUMINEN 17
   7.3 ALTISTUMINEN 18
   7.4 EKOLOGINEN ALTISTUMINEN 18
8. RISKIEN ARVIOINTI 19
   8.1 LÄHTÖKOHDAT 19
   8.2 TERVEYSRISKIT 19
   8.3 EKOLOGISET RISKIT 19
   8.4 KULKEUTUMISRISKIT 20
   8.5 EPÄVARMUUSTARKASTELU 21
9. KUNNOSTUSTAVOITTEET JA RISKINHALLINTA-TOIMENPITEET 21

Liitteet

Liite 1. Yhteenveto aikaisemmista tutkimuksista
Liite 2. Kenttähavainnot ja analyysitulokset, vaihe I
Liite 3. Kenttähavainnot ja analyysitulokset, vaihe II

Piirrokset

YMP 306265_05_00... YMP 306265_07_00 Tutkimuspisteet ja arvioitu pilaantuneisuus

Vaasan kaupungin kiinteistötoimi
Vanhansataman entiset ampumaradat
Terveys- ja ympäristöriskien arviointi

1. JOHDANTO JA TAVOITE

Vaasan Vanhansataman alueella sijainneiden entisten ampumaratojen alueella on suoritettu ympäristöteknisiä tutkimuksia syksyllä 2014. Alueella on havaittu paikoitellen korkeita lyijy- ja kuparipitoisuuksia. Pilaantuneisuus rajoittuu pääosin ylimpään 20 senttimetrin kerrokseen. Laajinta maaperän pilaantuneisuus vaikuttaisi olevan Sundominlahden Natura 2000 -alueen koillisosassa ja eteläisen ampumaradan maalialueen ympäristössä. Alueelle kaavoitettavien asuintonttien alueella ei ole havaittu Valtioneuvoston asetuksessa (VNa) 214/2007 määritettyjen alempien ohjearvojen ylittäviä pitoisuuksia.

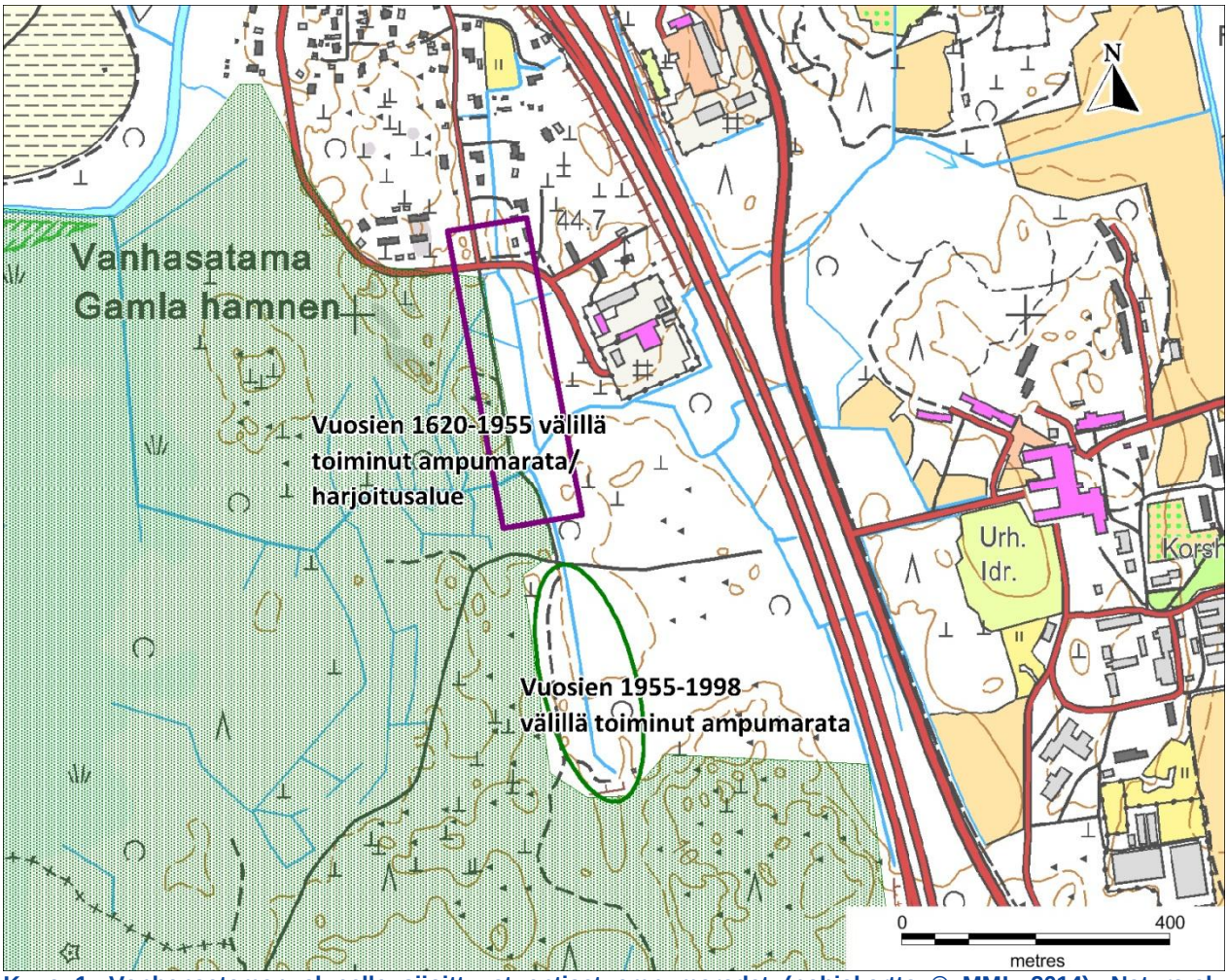
Alueelle on vireillä asemakaava, jonka myötä alueen maankäyttö tulee muuttumaan. Riskinarvioinnin tavoitteena on arvioida, tarvitaanko alueella riskihallintatoimenpiteitä todettujen haitta-aineiden mahdollisesti aiheuttamista riskeistä johtuen. Riskinarvio on rajattu koskemaan Vanhansataman kaava-aluetta.

Hankkeen toimeksiantajana toimi Vaasan kaupungin Kiinteistötoimi. Ympäristöteknisistä tutkimuksista ja riskinarvioinnista on vastannut WSP Finland Oy, asiantuntijana Satu Pietola ja projektipäällikkönä Christian Tallsten.

2. KOHTEEN TIEDOT

2.1 Kohteen perustiedot ja rajaus

Tutkittu alue sijaitsee Vaasan Vanhassasatamassa, noin 3,5 km Vaasan keskustan eteläpuolella (kuva 1). Vanhempi, arvioiden mukaan jo vuodesta 1620 alkaen toiminut ampumarata/harjoitusalue sijoittuu Hevossaarentien eteläpuolella sijaitsevalle rakentamattomalle alueelle. Uudempi pistooli- ja kivääririrata sijoittuu noin 300 metriä etelämmäs. Harjoitusalueet rajoittuvat länsireunoiltaan Ampujantiehen sekä Sundominlahden Natura 2000 -alueeseen.



Kuva 1. Vanhansataman alueelle sijoittuvat entiset ampumaradat (pohjakartta © MML 2014). Natura-alue on merkitty kuvaan vihreällä rasterilla (rajaus © OIVA -ympäristö- ja paikkatietopalvelu, 2014).

2.2 Toimintahistoria

Vanhansataman alueella on lähtötietojen perusteella suoritettu ampumaharjoituksia jo 1600 -luvun alusta lähtien. 1800 -luvun loppuopuolella ampuma-alueelle rakennettiin 300:n askeleen ampumarata kolmannen tarkk'ampujapataljoonan käyttöön. Kyseinen alue poistettiin käytöstä vuonna 1955, jolloin otettiin käyttöön uusi pistooli- ja kivääririrata noin 300 metriä etelämpää. Tämä uudempi rata oli käytössä varuskunnan lakkauttamiseen saakka, vuoteen 1998.

Eteläisen ampumaradan maalialueen ympäristössä on suoritettu pilaantuneen maaperän kunnostustoimenpiteitä syksyllä 2003 (Suomen IP-tekniikka Oy, 2004). Tämän jälkeen suoritetuissa lisätutkimuksissa (Aspholm 2004, WSP Environmental Oy 2006) on todettu, että alueella on edelleen voimakkaasti lyijyllä pilaantunutta maata.

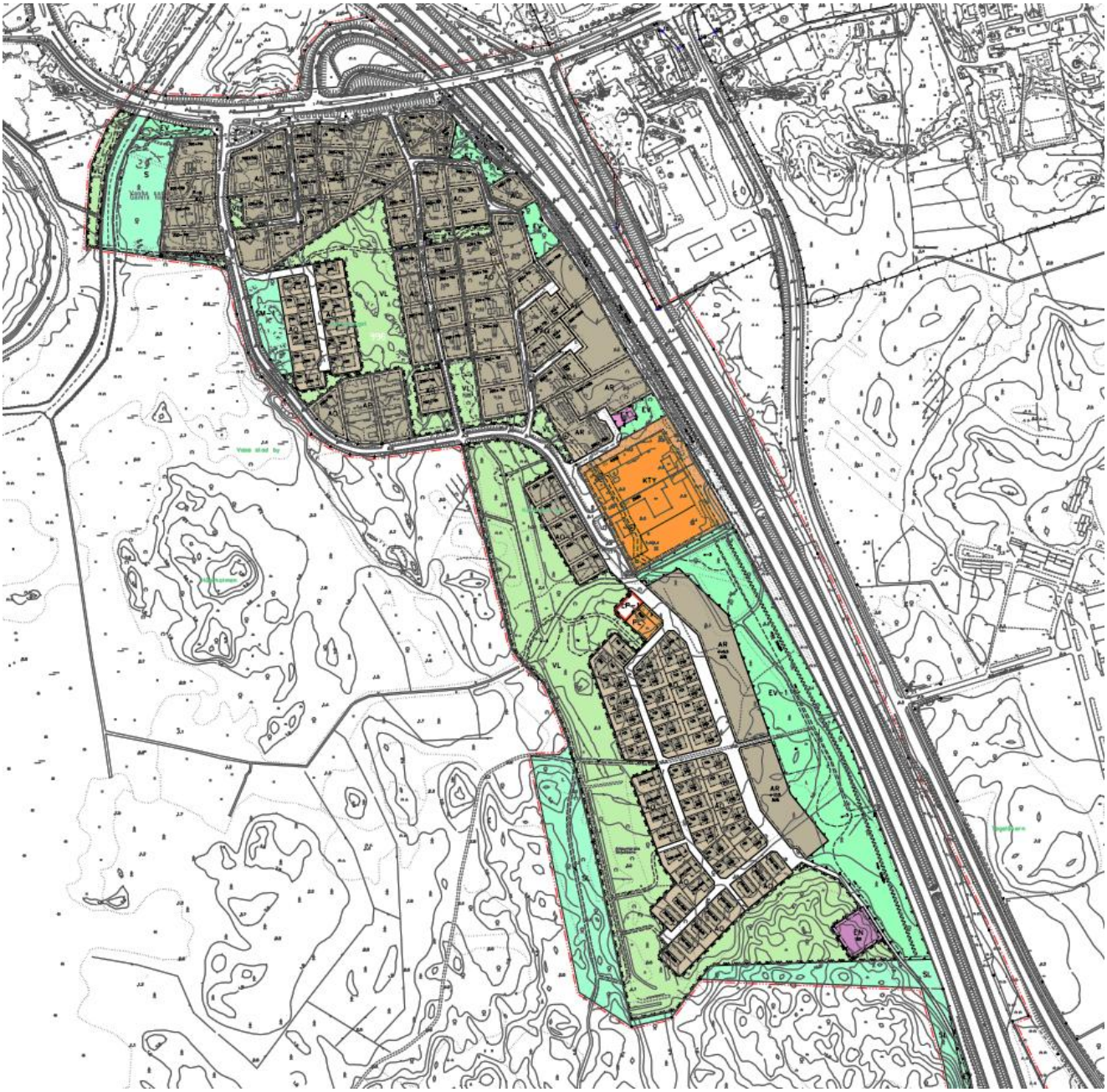
2.3 Maankäyttö kohteessa ja lähialueella

Kohdealue on osittain jo metsittynyttä, osittain puutonta joutomaata. Hevossaarentien varteen sijoittuu muutamia asuinrakennuksia ja tien päähän yksi teollisuuskiinteistö. Valtatie 3 kulkee kohdealueen itäpuolella, lähimmillään noin 300 metrin etäisyydellä. Södra Stadsfjärden–Söderfjärden-Öjen Natura2000 -alueeseen kuuluva Sundominlahden alue sijoittuu kohdealueen länsipuolelle. Alueella on laaja ruovikkovyöhyke ja alueella pesivä linnusto on hyvin monipuolinen. Ampumaratoihin rajautuvalla itäreunalla Natura-aluetta

täydentää valtion metsäalue, josta osa on jokseenkin luonnontilaisena säilynyttä varttunutta ja ikääntyvää kuusivaltaista havusekametsää. Alueella on runsaasti polkuja ja sen virkistyskäyttömerkitys on suuri.

2.4 Tuleva maankäyttö

Vanhansataman alueelle on vireillä asemakaava, jonka tavoitteena on alueen kaavoittaminen erityisesti erillispientalotuotannon tarpeisiin Vaasan yleiskaavan 2030 mukaisessa laajuudessa. Kaava-alue on noin 72 hehtaarin kokoinen ja se rajautuu pohjoisessa Kanvasillantiehen ja idässä moottoritiehen (kuva 2). Lännessä ja etelässä alue rajautuu Natura 2000 -alueeseen. Asenmakaava on tarkoitus saada lainvoimaiseksi vuoden 2015 alkupuolella.



Kuva 2. Kaavaluonnos "Ruutu" (Vaasan kaupunki, 2014).

3. MAAPERÄ JA POHJAVESITIEDOT

3.1 Maaperä

Kohde on melko alavaa ja maanpinta vaihtelee välillä +2,3...4,7. Alueella olevat loivat moreenirinteet kohoavat hieman tätä korkeammalle.

Maaperäkartan ja kenttähavaintojen mukaan alueen luonnontilainen maalaji on savea ja silttiä, mutta rinteisiin sijoittuu myös hiekkamoreenimuodostumia. Savialueilla kovan pohjan syvyyde vaihtelevat jonkin verran; pääsääntöisesti kova pohja on kuitenkin alle kolmen metrin syvyydellä. Alueella ei ole havaittu varsinaisia täyttömaakerroksia.

3.2 Orsi- ja pohjavesi

Kohde ei sijaitse luokitellulla pohjavesialueella. Lähin luokiteltu pohjavesialue, vedenhankintaa varten tärkeä pohjavesialue, Vanha Vaasa (1090501), sijaitsee kohteesta noin 1 kilometrin etäisyydellä idässä.

Tutkimusten yhteydessä muutamissa koekuopissa havaittiin orsivettä/pohjavettä noin 0,5–1,0 metrin syvyydellä.

3.3 Pintavesi ja hulevedet

Kohteen sivuitse ja halki kulkee avo-ojia. Vanhan Vaasan kanaali kulkee noin 550 metrin etäisyydellä kohteen luoteispuolella.

4. HAITTA-AINETUTKIMUKSET

Vuoden 2003 pilaantuneen maaperän kunnostustoimet (Suomen IP-Tekniikka Oy 2004) suoritettiin uudemman ampumaradan kivääri- ja pistooliratojen maalialueen taustapenkan, maalialueen edessä olevan maavallin sekä suojamuurin alueella. Kunnostuksen aikana pilaantuneisuutta todettiin olevan aiemmin arvioitua laajemmalla alueella, minkä vuoksi kunnostustoimenpiteet keskeytettiin. Pilaaantuneita maa-aineksia ehdittiin poistaa yhteensä noin 2 720 tonnia. Tavoitteena oli tuolloin jatkaa kunnostusta vuoden 2004 aikana.

Vuosien 2004 (Aspholm) ja 2006 (WSP Environmental Oy) lisätutkimukset keskittyivät niin ikään maalialueen taustapenkan ja etuosan maavallin alueelle. Tuolloin pilaantuneisuutta havaittiin useassa tutkimuspisteessä mm. maavallin ja taustapenkan välissä, maalialueen länsipuolella sekä taustapenkan takana.

WSP Finland Oy:n suorittamat ympäristötekniset tutkimukset suoritettiin kahdessa eri vaiheessa. Ensimmäisen vaiheen tutkimukset kohdennettiin pohjoisempana sijaitsevan vanhemman ampumaradan/harjoitusalueen ympäristöön. Toisessa vaiheessa tutkimusten tavoittena oli tarkentaa sekä ensimmäisen vaiheen tutkimuksia että eteläisemmän ampumarata-alueen maalialueen ympärillä suoritettujen tutkimusten tuloksia. Tutkimukset suoritettiin ajalla 26.8.2014 ja 30.9–1.10.2014. Näytteenotto tapahtui sekä lapiolla että kaivinkoneella kaivetuista kuopista.

Maanäytteet otettiin muovisella näytteenottolapiolla kokoomanäytteinä eri puolilta koekuoppaa. Koekuopat valokuvattiin ja maanäytteet tutkittiin näytteenoton yhteydessä aistinvaraisesti. Näytteistä kirjattiin kenttämuistiinpanoihin maalaji, haju ja kosteus sekä mahdolliset havainnot jätejakeista.

Kaikki otetut näytteet analysoitiin XRF -kenttäanalysaattorilla As, Cu, Pb ja Zn -pitoisuuksien määrittämiseksi. Kenttätestien perusteella osa näytteistä lähetettiin tarkentaviin laboratorioanalyyseihin alkuaineiden (*As, Hg,*

Cd, Co, Cr, Cu, Pb, Ni, Sb, Zn ja V) pitoisuuksien määrittämistä varten. Muutamien koekuoppien näytteistä analysoitiin lisäksi maan pH ja hehkutushäviö. Yhdelle näytteelle tilattiin myös liukoisuustesti. Laboratorioanalyysit suoritti ALS Finland Oy.

Pilaantuneiden alueiden rajaukset on esitetty liitteenä olevilla tutkimuspistekartoilla YMP 306265_05... 07. Liitteinä 1, 2 ja 3 on esitetty sekä aikaisempien tutkimusten yhteenvetotaulukko että vuonna 2014 tehtyjen tutkimusten kenttähavainnot ja analyysitulokset.

5. VIITEARVOVERTAILU

Valtioneuvoston asetuksessa (VNa 214/2007) säädettyjä maaperän haitallisten aineiden pitoisuuksien kynnysarvoja käytetään ihmistoiminnan maaperälle aiheuttaman kuormituksen ja sen vaikutusten tunnistamiseen. Asetuksen mukaan maaperän pilaantuneisuus ja puhdistustarve on arvioitava, jos yhden tai useamman maaperän haitallisen aineen pitoisuus ylittää kynnysarvon tai vaihtoehtoisesti taustapitoisuuden silloin, kun tämä on kynnysarvoa korkeampi.

Kohdealueen maaperän haitta-ainepitoisuuksia on verrattu valtioneuvoston asetuksen mukaisiin alempiin ja ylempiin ohjearvoihin. Ohjearvoja käytetään tässä arvioinnissa kuitenkin lähinnä kohteessa merkittävinä pitoisuuksina esiintyvien haitta-aineiden tunnistamiseen ja niiden esiintymislaajuuden arviointiin. Vertailussa haitallisten aineiden ohjearvoihin on käytetty kohteessa todettuja maksimipitoisuuksia.

Vanhansataman entisten ampumaratojen ympäristössä suoritetuissa ympäristöteknisissä tutkimuksissa on havaittu maaperän pilaantuneen lyijyllä useilta eri alueilta. Kyseinen pilaantuneisuus on todennäköisesti seurausta alueella suoritetuista ampumaharjoituksista. Maaperä todettiin voimakkaasti lyijyllä pilaantuneeksi alueen läpi virtaavan avo-ojan ja Ampujantien risteysalueella (KK24). Eteläisemmän ampumarata-alueen taustapenkan alueella suoritettujen kunnostustöiden jälkeen tehdyissä lisätutkimuksissa (Länsi-Suomen ympäristökeskus 2004 ja WSP Environmental 2006) taustapenkan takana oleva maaperä on todettu niin ikään voimakkaasti lyijyllä pilaantuneeksi. Kaikkien näiden alueiden ympärille sijoittuu tutkimusten mukaan myös lievemmin pilaantuneita alueita. Maalialueella kahdessa tutkimuspisteessä on havaittu vaarallisen jätteen raja-arvon ylittävä lyijypitoisuus (>2 500 mg/kg).

Kuparin ylempi ohjearvo ylittyy tutkimusten mukaan ainakin avo-ojan ja Ampujantien risteysalueelle sijoittuvassa tutkimuspisteessä KK24. Puolimetalleista arseenin pitoisuudet ovat selvästi koholla kautta koko tutkimusalueen ja ylittävät kynnysarvon useissa tutkimuspisteissä.

Maata, jossa ylittyvät alemmat ohjearvot lyijyn osalta, arvioidaan olevan kaavoitettavalla alueella noin 1 700 m^3 ja maata, jossa ylittyvät lyijyn ylemmät ohjearvot, yhteensä noin 750 m^3. Vaarallisen jätteen raja-arvon ylittäviä maita on arviolta 200 m^3.

Kooste kohteessa todetuista maksimipitoisuuksista on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Yhteenveto kohteessa todetuista maksimipitoisuuksista. Taulukossa on esitetty lisäksi VNa:ssa (214/2007) esitetyt ohjearvot (kynnys= kynnysarvo, a oa = alempi ohjearvo, y oa = ylempi ohjearvo, ong = vaarallisen jätteen raja-arvo).

Yhdiste	max mg/kg	kynnys mg/kg	a oa mg/kg	y oa mg/kg	ong. mg/kg
arseeni	*34*	*5*	50	**100**	**1 000**
kupari	**226**	*100*	150	**200**	**2 500**
lyijy	**7 252**	*60*	200	**750**	**2 500**
nikkeli	*73*	*50*	100	**150**	**1 000**

6. KRIITTISTEN AINEIDEN VALINTA JA OMINAISUUDET

6.1 Kriittisten aineiden valinta

6.1.1 Ihmisiin kohdistuvat terveysriskit

Terveysriskeihin liittyen lähemmän tarkastelun kohteeksi valittiin uuden riskinarviointi -ohjeen (Ympäristöministeriö 2014) mukaisesti kaikki haitta-aineet, joiden maaperän pitoisuudet ylittävät VNa:ssa (214/2007) määritetyt kynnysarvot (arseeni, kupari, lyijy ja nikkeli). Tämä sen vuoksi, että ohjearvojen määritysperusteisiin liittyvien rajauksien ja epävarmuuksien vuoksi ohjearvovertailulla ei voida yleensä määrittää haittoja ja riskejä tarpeeksi luotettavasti silloin, kun kohteessa sijaitsee esimerkiksi leikkipuisto tai kohteessa on herkkiä ja eristyistä suojelua vaativia eliölajeja tai luontoarvoja. Tällöin oppaan mukaan haittojen ja riskien määrittämisessä on sovellettava kynnysarvoja tai muita tarkoitukseen soveltuvia vertailuarvoja.

Vaasan alue kuuluu Etelä-Suomen arseeniprovinssiin, mikä tarkoittaa, että maaperän luontainen arseenipitoisuus kyseisellä alueella on usein suurempi kuin maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnissa käytetty kynnysarvo 5 mg/kg. Vaasan alueelle ei kuitenkaan ole vielä saatavilla tilastotietoja alueen taustapitoisuudesta (taustapitoisuusrekisteri Tapir, GTK), minkä vuoksi arvioinnissa joudutaan nojaamaan kynnysarvoon.

Taulukossa 2 on esitettynä yhteenvetona kriittisten aineiden SHP_{ter} viitearvot ja altistusreitin merkitys (%) lasketusta kokonaisaltistuksesta SHP_{ter} -arvossa.

Taulukko 2. Kriittisten aineiden SHP_{ter} viitearvot ja altistusreitin merkitys (%) lasketusta kokonaisaltistuksesta SHP_{ter} -arvossa (Reinikainen 2007).

Haitta-aine	SHP_{ter} mg/kg	Altistusreitin merkitys (%) lasketusta kokonaisaltistuksesta SHP_{ter} -arvossa.		
		Maan syönti %	Kasvien syönti %	Sisäilman hengitys %
arseeni	424	46,6	53	<1
kupari	>10 000	14,4	85,5	<1
lyijy	212[(1]	85,5	14,3	<1
nikkeli	1 190[(2]	17,8	82,1	<1

[(1] Perustuen pelkästään lapsuusaikana tapahtuvaan altistukseen

[(2] Merkittävin altistusreitti ihon kautta tapahtuva altistus suihkuvedestä

6.1.2 Ekologiset riskit

Ekologisten riskien tarkennettuun arviointiin sisällytettävien haitta-aineiden valinnassa käytettiin pohjana taulukossa 3 esitettyjä suurimpia hyväksyttäviä pitoisuuksia, ekologiset perusteet (SHP_{eko}) (Reinikainen 2007). Annetut ekologiset viitearvot ylittyvät kuparilla, lyijyllä ja nikkelillä. Kyseiset yhdisteet valitaan siten ekologisten riskien perusteella kriittisiksi aineiksi.

Taulukko 3. Kohteessa VNa:n (214/2007) kynnysarvon ylittävien haitta-aine-pitoisuuksien vertailu ekologisiin viitearvoihin (SHP_{eko}), viitearvot ylittävät pitoisuudet on lihavoitu.

Haitta-aine	Maks. pitoisuus mg/kg	SHP_{eko}	Huomioitavaa
arseeni	34	56	
kupari	**226**	125	SHP_{eko} ylitys
lyijy	**7 252**	490	SHP_{eko} ylitys
nikkeli	**73**	65	SHP_{eko} ylitys

6.1.3 Kulkeutumisriskit

Kulkeutumisriskeihin lähemmän tarkastelun kohteeksi valittiin haitta-aineet, joiden maaperän pitoisuudet ylittävät VNa:n (214/2007) alemman ohjearvon.

6.2 Kriittisten aineiden ominaisuudet

Alkuaineet esiintyvät maaperässä yleensä lujasti sitoutuneena, sitoutumiseen vaikuttaa kuitenkin maaperän laatu. Voimakkaimmin metallit sitoutuvat humukseen sekä hienorakeiseen maa-ainekseen ja heikoimmin taas karkeaan mineraalimaahan. Maaperän pH:n laskiessa useimmat metallit muuttuvat liikkuvampaan muotoon. Metallien liukenevuus veteen on keskimäärin heikkoa, mutta pH:n lasku lisää myös metallien liukoisuutta.

Arseeni

Arseeni esiintyy maaperässä tavallisesti hapetusasteilla 0, +3 ja +5. Arseeni sitoutuu tavallisesti maaperän oksideihin (rauta- ja alumiinisaostumiin), orgaaniseen ainekseen ja savimineraaleihin. Karkearakeisissa maalajeissa arseeni voi kuitenkin olla helposti liikkuvaa ja kulkeutua pohjaveteen.

Valtakunnallisen taustapitoisuusrekisterin, Tapir, mukaan arseenin keskimääräinen pitoisuus Etelä-Suomen arseeniprovinssin alueella luonnonmaan humuskerroksessa on noin 2,8 mg/kg. Saven, hiedan ja siltin kohdalla keskimääräinen arseenipitoisuus on noin 6,5 mg/kg.

Ihmisten altistuminen arseenille tapahtuu voi tapahtua hengittämällä arseenipitoista pölyä tai arseenipitoisesta kaivo- ja porakaivovedestä. Myös kyllästetyn puun käsittely voi aiheuttaa altistumista arseenille. Pitkäaikaisen altistumisen on todettu aiheuttavan syöpää (Työterveyslaitos).

Kupari

Ihmistoiminnan seurauksena maaperään joutunut kupari on usein liukoisemmassa muodossa kuin maaperässä luonnollisesti oleva kupari (Reinikainen 2007). Yleisesti ottaen kupari sitoutuu maaperään tiukasti ja on muihin raskasmetalleihin verrattuna kohtalaisen liikkumaton. Se kertyy yleisesti maaperän ylimpiin kerroksiin. Kuparin liikkuvuutta lisäävät maaperän happamoituminen, kuparin kompleksoituminen orgaanisiin ja epäorgaanisiin yhdisteisiin sekä hapettavat olosuhteet (Heikkinen 2000).

Kupari esiintyy luonnossa hapetusluvuilla 0,+1,+2 ja +3. Sitä on monissa mineraaleissa ja eri oksideihin adsorboituneena sekä kompleksoituneena orgaaniseen ainekseen. Ihmistoiminnan seurauksena maaperään joutunut kupari on usein liukoisemmassa muodossa kuin maaperässä luonnollisesti oleva kupari (Reinikainen 2007).

Maaperän luontaiset kuparipitoisuudet vaihtelevat paljon (Heikkinen 2000). Valtakunnallisen taustapitoisuusrekisterin, Tapir, mukaan kuparin keskimääräinen pitoisuus Etelä-Suomen arseeniprovinssin alueella luonnonmaan humuskerroksessa on noin 16,6 mg/kg . Saven, hiedan ja siltin kohdalla keskimääräinen kuparipitoisuus on noin 31,5 mg/kg.

Yleisesti ottaen kupari sitoutuu maaperään tiukasti ja on muihin raskasmetalleihin verrattuna kohtalaisen liikkumaton. Se kertyy yleisesti maaperän ylimpiin kerroksiin. Kuparin liikkuvuutta lisäävät maaperän happamoituminen sekä kuparin kompleksoituminen orgaanisiin ja epäorgaanisiin yhdisteisiin sekä hapettavat olosuhteet (Heikkinen 2000). pH:n ollessa alle 4 kupari esiintyy etupäässä kahdenarvoisena liukoisena kationina. Olosuhteissa, joissa pH on yli 4 alkaa kupari immobilisoitua saostumalla ja mineraaleihin sitoutumalla. Vahvasti hapettavissa olosuhteissa voi kupari olla liukoisena laajalla pH-alueella sitoutuneena orgaanisiin komplekseihin.

Kupari on ihmisille, eläimille ja kasveille välttämätön hivenaine, mutta suurina annoksina myrkyllinen. Pitkäaikainen tai toistuva altistus saattaa aiheuttaa ihon herkistymisen (Heikkinen 2000, Työterveyslaitos). Ihmiselle kupari on välttämätöntä entsyymien toiminnan kannalta (Heikkinen 2000). Erityisesti vesieliöille kupari on pieninäkin pitoisuuksina erittäin myrkyllistä (Reinikainen 2007).

Lyijy

Luonnossa lyijy esiintyy hapetusluvuilla +2 ja +4. Maaperässä sitä esiintyy erilaisissa mineraalisaostumissa, silikaattien kiderakenteessa sekä sitoutuneena orgaaniseen ainekseen ja eri oksideihin (Heikkinen 2000). Lyijyä esiintyy maaperässä tavallisesti kertyneenä orgaaniseen pintakerrokseen (Reinikainen 2007).

Pohjavesien keskimääräinen lyijypitoisuus on Suomessa 0,02–2,3 µg/l ja talousveden suurin sallittu pitoisuus 10 µg/l.

Valtakunnallisen taustapitoisuusrekisterin, Tapir, mukaan lyijyn keskimääräinen pitoisuus Etelä-Suomen arseeniprovinssin alueella luonnonmaan humuskerroksessa on noin 45 mg/kg . Saven, hiedan ja siltin kohdalla keskimääräinen lyijypitoisuus on noin 16 mg/kg. Lyijy leviää ilman kautta aiheuttaen pilaantuneisuutta erityisesti pintamaahan ja sitoutuu voimakkaasti humuskerrokseen.

Muihin raskasmetalleihin verrattuna lyijy on kaikkein heikoimmin liikkuva. Lyijyn liikkumiseen maaperässä vaikuttavat maaperän happamuus, sidontakapasiteetti sekä hapetus-pelkistysolot. Emäksisessä ja neutraalissa pH:ssa lyijy on liikkumattomassa muodossa, samoin pelkistävissä olosuhteissa. Maaperän pH:n laskiessa alle 6,5 lyijy esiintyy kahdenarvoisena ja on heikosti liikkuva hapettavissakin olosuhteissa. Kaikissa olosuhteissa lyijyn liikkuvuus on suurimmillaankin heikkoa ja sen liukoisuus maaperästä vähäistä (Reinikainen 2007, Heikkinen 2000).

Lyijy on sekä kasveille, eläimille että ihmisille myrkyllistä, erityisesti ionimuodossa ja organoyhdisteinä. Kasveille lyijy kuitenkin toimii myös hivenaineena ja ne voivatkin ottaa lyijyä myös ilmalaskeuman kautta lehdillään.

Ihmisten altistuminen lyijylle tapahtuu joko ravintoketjun kautta tai hengittämällä lyijypitoista pölyä. Orgaaniset lyijy-yhdisteet voivat imeytyä myös iholta. Lyijy siirtyy elimistössä laajalti pehmytkudoksiin, jossa sen puoliintumisaika on n. 30 vrk. Luuhun elimistön lyijystä kertyy noin 15 %; puoliintumisaika on 20 v. Lyijy vaikeuttaa punasolujen muodostumista ja vaurioittaa keskushermostoa sekä on vahingollista ihmisen lisääntymiselle ja kehitykselle (Heikkinen 2000, Työterveyslaitos).

Nikkeli

Nikkeliä esiintyy luonnossa hapetusasteilla +1, +2 ja +3. Näistä hapetusaste +2 on yleisin ja pysyvin muoto. Tärkein nikklein käyttäytymistä säätelevä tekijä on pH: nikkelin liikkuvuus kasvaa maaperän happamoitumisen

myötä. Nikkeli on helpommin kulkeutuva runsaasti happea sisältävissä olosuhteissa kun maaperän pH on alle 4. Kun maaperän pH on yli 6,5, nikkeli kerasoituu rautayhdisteiden kanssa (Heikkinen 2000). Nikkelin liikkuvuutta maaperässä säätelevät lisäksi orgaanisen aineksen ja alumiinipitoisten savimineraalien määrä. Orgaaniseen ainekseen nikkeli sitoutuu voimakkaammin kuin esim. lyijy tai sinkki.

Valtakunnallisen taustapitoisuusrekisterin, Tapir, mukaan nikkelin keskimääräinen pitoisuus Etelä-Suomen arseeniprovinssin alueella luonnonmaan humuskerroksessa on noin 9,6 mg/kg. Saven, hiedan ja siltin kohdalla keskimääräinen nikkelipitoisuus on noin 30,5 mg/kg.

Nikkelille altistutaan pääasiassa hengitysteitse tai ravinnon kautta. Nikkelin imeytyminen ihon läpi on vähäistä. Altistuminen nikkelille aiheuttaa kosketusihottumaa ja lisääntynyttä riskiä mm. nenäontelo- ja keuhosyövälle (Työterveyslaitos).

Yhteenveto alueella havaittujen haitta-aineiden ominaisuuksista on esitetty taulukossa 4.

Taulukko 4. Yhteenveto merkittävimpien kohteessa todettujen orgaanisten haitta-aineiden ominaisuuksista.

	Arseeni	Kupari	Lyijy	Nikkeli
Esiintymismuodot	Maaperässä alkuaineena, arsenideina, oksideina, arsenaatteina ja arseniitteina.	Maaperässä mineraalien kidehiloissa, saostumina sekä sitoutuneena orgaaniseen ainekseen, savimineraaleihin ja Mn:n, Fe:n ja Al:n oksideihin. Maavedessä mm liukoisina ioneina.	Maaperässä saostumissa, silikaattien kiderakenteissa ja sitoutuneena orgaaniseen ainekseen, oksideihin tai savimineraaleihin. Maavedessä mm. ionina.	Maaperässä liukoisessa muodossa joko kahdenarvoisena ionina tai komplek-soituneena humus- ja fulvohappoligandeihin sekä epäorgaanisiin suoloihin tai kiinnittyneenä maaperän orgaaniseen ainek-seen, raudan ja mangaanin oksideihin tai savimineraaleihin.
Liukoisuus veteen	Ei liukene	Niukkaliukoinen	Niukkaliukoinen	Ei liukene
Haihtuvuus	Happamassa ja pelkistävässä ympäristössä jossain määrin haihtuvaa.	Hyvin heikosti haihtuva.	Hyvin heikosti haihtuva.	Merkityksetöntä
Sitoutuminen maaperässä	Sitoutuu maaperän oksideihin, orgaaniseen ainekseen ja savimineraaleihin.	Sitoutuu orgaaniseen ainekseen, savimineraaleihin ja Mn:n, Fe:n ja Al:n oksideihin.	Sitoutuu orgaaniseen ainekseen, raudan, alumiinin ja mangaanin oksideihin sekä savimineraaleihin.	Sitoutuu orgaaniseen ainekseen, raudan ja mangaanin oksideihin sekä savimineraaleihin.
Biokertyvyys	Alhainen	Ei kerry.	Kertyvää.	Mahdollisesti kertyvää.

	Arseeni	Kupari	Lyijy	Nikkeli
Haittavaikutukset ihmiselle	Syöpää aiheuttava.	Pitkäaikainen tai toistuva altistus saattaa aiheuttaa ihon herkistymisen.	Vaurioittaa keskushermostoa ja haittaa lisääntymistä.	Toistuva tai pitkäaikainen ihokosketus voi aiheuttaa ihon herkistymisen. Toistuva tai pitkäaikainen hengitysteitse altistuminen voi aiheuttaa astman ja vahingoittaa keuhkoja.Mahdollisesti syöpää aiheuttava.
Haittavaikutukset eliöstölle	Myrkyllistä vesieliöille.	Myrkyllistä vesieliöille.	Erittäin myrkyllistä vesieliöille.	Myrkyllistä vesieliöille.

7. KÄSITTEELLINEN MALLI

Terveys- tai ympäristöriskin esiintyminen edellyttää kolmen tekijän yhtäaikaista olemassaoloa:

- haitta-aineen haitalliset pitoisuudet
- vastaanottaja: ihmiset ja/tai ympäristö
- kulkeutumis- ja altistumisreitti, jonka kautta vastaanottaja voi altistua haitta-aineelle.

Terveys- tai ympäristöhaitta muodostuu, kun haitta-aine joutuu haitallisena pitoisuutena tiettyjen kulkeutumis- ja altistumisreittien kautta vastaanottajalle. Altistujana voi olla ihminen (terveysriskit) tai eliö (ympäristöriskit). Mikäli joku edellä mainituista osatekijöistä puuttuu, riskiä ei synny.

Käsitteellinen malli kuvaa kohteen nykytilaa, riskejä ja niihin vaikuttavia tekijöitä. Mallissa kuvataan haitta-aineiden lähteet, leviäminen ja mahdolliset altistumisreitit. Riskinarvioinnissa keskitytään riskien kannalta olennaisiin haitta-aineisiin, kulkeutumisreitteihin ja altistustilanteisiin. Käsitteellisen mallin avulla on mahdollista rajata pois ne kulkeutumis- ja altistumisreitit, jotka:

- eivät ole mahdollisia,
- eivät sovellu päätepisteiksi tai
- eivät ole tärkeitä tai todennäköisiä.

7.1 Lähtökohdat

Alueelle on kaavoitettu asuinalue sekä luonnontilaiseksi jääviä lähivirkistysalueita. Virkistysalueeksi kaavoitettu vanhempi ampumarata-alue on osittain jo metsittynyttä, sen sijaan etelämpänä sijaitseva uudempi ampumarata on vielä vähäpuustoista. Itse ampuma-rata-alueet ovat maastoltaan tasaisia, mutta niitä ympäröivä maasto on vaihtelevampaa. Erityisesti Ampujantien ja avo-ojan risteyskohdassa kaava-alueen keskiosissa, esiintyy muutamia rinteitä. Asuintonteiksi kaavoitetut alueet ovat pääosin metsäisiä, mutta maastoltaan melko tasaisia. Alueella on useita avo-ojia, jotka laskevat kohti Vanhan Vaasan kanaalia.

Alueella pätevät siis seuraavat lähtökohdat:

- Asuintonteilla tullaan rakentamisen vuoksi kaivamaan tai vaihtamaan pintamaita niin, että käytännössä kaikki mahdolliset kohonneita haitta-ainepitoisuuksia sisältävät pintamaat tulevat poistetuiksi.
- Virkistyskäyttöön suunnitelluilla metsäisillä alueilla metsien säilyttäminen nykyisen kaltaisina on käytännössä mahdotonta, mikäli alueelta poistetaan haitta-ainepitoiset pintamaat. Myös peittäminen muuttaisi merkittävästi alueen maisemaa ja voisi vaarantaa puuston säilymisen.

Alueen maankäyttö on terveysriskien osalta luokiteltavissa herkäksi maankäytöksi. Alueen ekologinen arvo voidaan nähdä kohtalaiseksi: alue rajautuu linnustoltaan monipuoliseen Natura 2000 -alueeseen ja alueelle sijoittuu jonkin verran metsäisiä alueita, jotka voidaan nähdä alueellisessa mittakaavassa ekologisesti arvokkaiksi. Seuraavassa on periaatteellisella tasolla kuvattu ne haitta-aineiden leviämis-, kulkeutumis- ja altistusreitit sekä altistujat, jotka ovat mahdollisia tarkasteltavassa kohteessa.

7.2 Kulkeutuminen

Kulkeutuminen maan pölyämisen kautta: Todetut haitta-ainepitoisuudet ovat pääosin aivan maan pintaosassa, jota osittain sitoo kasvillisuus. Hienoaineksen kulkeutuminen tuulen vaikutuksesta on epätodennäköistä. Maapölyn ts. hienoaineksen ilmalevitteisen kulkeutumisen kantama on lisäksi melko pieni. Eläinten ja ihmisten liikkumisen aiheuttaman kulutuksen mukana pintamaiden leviäminen on mahdollista, mutta suuressa mittakaavassa melko vähäistä.

Maapölyn mukana kulkeutuminen on vähäistä.

Haihtuminen: Kohteessa todetut haitta-aineet eivät ole haihtuvia.

Ilman kautta haitta-aineille altistuminen ei ole merkittävää.

Kulkeutuminen veden mukana: Runsaiden rankkasateiden aikana pintavaluma voi irrottaa kasvillisuuskerroksen alta haitta-ainepitoista hienoainesta jonkin verran, mutta pääsääntöisesti kasvillisuus sitoo maa-ainesta hyvin ja pintavaluman mukana kulkeutuminen jää vähäiseksi.

Kohteen maaperä koostuu suurelta osin siltistä ja savesta, minkä vuoksi imeytyminen pohjavedeksi on hidasta. Alueella kulkee useita avo-ojia, mihin sadevedet alueella päätyvät.

Kriittiset haitta-aineet ovat veteen niukkaliukoisia, mutta pitoisuudet ovat paikoitellen erittäin korkeita, minkä vuoksi vajoveteen liukenevien metallien määrä voi nousta merkittävälle tasolle ainakin paikallisesti. Pohjaveteen päätyessään pitoisuudet kuitenkin ovat laimenneet huomattavasti.

Haitta-aineiden päätyminen pohjaveteen ei todennäköisesti ole merkittävää. Haitta-aineiden kulkeutuminen avo-ojiin päätyvän sadeveden mukana on mahdollista.

7.3 Altistuminen

Altistuminen ilmaan haihtumisen kautta: Kohteessa havaitut haitta-aineet eivät ole haihtuvia.

Ilmaan haihtumisen kautta altistuminen ei ole merkittävää.

Altistuminen veden kautta: Pohjavettä ei käytetä alueella, joten altistumista sen kautta ei katsota mahdolliseksi. Haitta-aineiden kulkeutuminen pintavesien mukana alueella kulkeviin avo-ojiin on todettu mahdolliseksi. Avo-ojat purkavat Vanhan Vaasan kanaaliin, joka purkaa lopulta mereen Patterinniemen kohdalla. Alueella on muutamia loma-asuntoja ja rantoja käytetään todennäköisesti uimiseen. Nämä mahdolliset uimapaikat sijaitsevat kuitenkin niin etäällä pilaantuneesta alueesta, että pitoisuudet ovat laimenneet huomattavasti. Tämän vuoksi altistuminen uimaveden kautta katsotaan hyvin vähäiseksi.



Altistuminen veden kautta on epätodennäköistä.

Altistuminen ravintokasvien kautta: Entisten ampumaratojen alueella ei tulla viljelemään ravintokasveja. Tulevassa tilanteessa piha-alueilla on puhtaat kasvukerrokset. Virkistyskäyttöön kaavoitettavilla alueilla kuitenkin harrastetaan marjastusta ja sienestystä. Tutkimusten mukaan erityisesti metsäsieniin voi absorption kautta kertyä säädetyn enimmäispitoisuuden (EU 1881/2006) ylittäviä metallipitoisuuksia. Käytännössä sieniä pitäisi kuitenkin nauttia päivittäin hyvin suuria määriä hatallisen annoksen saamiseksi. Metsistä kerättyjen marjojen ja sienien osuus ravinnossa on todennäköisesti niin vähäinen, ettei altistus nouse merkittäväksi. Muutamilla ampumarata-alueilla (esim. Helsingin Maunulan alue) on kuitenkin päädytty rajoittamaan alueen sienien ja marjojen käyttöä turvallisuussyistä.



Kasvatettujen ravintokasvien kautta altistuminen ei ole mahdollista, mutta metsästä poimittujen sienien kautta altistuminen on mahdollista, tosin hyvin vähäistä.

Altistuminen ihokosketuksen ja maan nielemisen kautta: Korkeita alkuaineiden pitoisuuksia on todettu alueella erityisesti aivan maan pintakerroksessa. Periaatteessa näille maanpinnassa oleville haitta-aineille voi altistua ihokosketuksen kautta, etenkin kun tulevan maankäytön kautta lähivirkistysalueiden välittömään läheisyyteen tulee asutusta. Tällöin myös lähivirkistysalueiksi kaavoitettujen alueiden käyttö tulee todennäköisesti lisääntymään ja esimerkiksi lasten leikkiminen alueella on todennäköistä. Asuintonteilla ei altistuminen tulevassa tilanteessa ole mahdollista, sillä kyseisille alueille tulee uudet kasvu- ja rakennekerrokset, joiden vuoksi mahdolliset kohonneet haitta-ainepitoisuudet tulevat poistetuiksi.



Altistuminen ihokosketuksen tai maan nielemisen kautta on mahdollista lähivirkistysalueella.

7.4 Ekologinen altistuminen

Kaavoitettava alue sijoittuu Sundominlahden Natura 2000 -alueen välittömään läheisyyteen. Myös itse Natura-alueella on havaittu pilaantuneisuutta, joka on syntynyt oletettavasti ampumaharjoitusten seuraksena. Natura-alueen suojeluperusteena ovat sekä linnustolliset (SPA) että luontodirektiivin (SCI) mukaiset arvot. Alueella sijaitsee myös jonkin verran varttuneita metsiä, joten alueella voidaan katsoa olevan monipuolinen lintu- ja eläinlajisto.

Alueella havaittu pilaantuneisuus on paikoitellen hyvin vanhaa. Pohjoisempana toiminut puolustusvoimien ampumarata on arvioiden mukaan ollut toiminnassa vuodesta 1600 alkaen. Eteläisemmän ampumaradan alueella pilaantuneisuus on tuoreempaa. Pilaantuneisuus on kuitenkin jokseenkin pistemäistä, minkä vuoksi pilaantunut alue edustaa alueen eläinten elinympäristöstä vain pientä osaa.

Eläimet voivat altistua maan pintakerroksessa oleville haitta-aineille suoran ihokosketuksen tai ravinnon kautta. Maaperän haitta-ainepitoisuudet ovat todennäköisesti vaikuttaneet alueen eliökirjoon, erityisesti maaperän pieneliöstöön, vuosikymmenien, jopa vuosisatojen aikana.

Ekologinen riski voi olla mahdollinen alueella liikkuvien eläinten altistumisen osalta. Tulevan maankäytön kautta eläinten liikkuminen alueella tulee todennäköisesti jonkin verran vähentymään, kun osa alueesta rakennetaan asuinkäyttöön ja ihmistoiminta lisääntyy alueella.

8. RISKIEN ARVIOINTI

8.1 Lähtökohdat

Riskinarvioinnin tavoitteena on määrittää, tarvitaanko alueella riskinhallintatoimenpiteitä alueen tulevaa käyttötarkoitusta ajatellen.

8.2 Terveysriskit

Käsitteellisen mallin avulla keskeisimmiksi altistusreiteiksi nousivat altistuminen ihokosketuksen ja maan nielemisen kautta. Pilaantuneet alueet sijoittuvat kaavassa lähivirkistysalueiksi osoitetuille alueille ja keskittyvät selkeästi toimintahistorian perusteella tunnistetuille toiminta-alueille. Uuden kaavan myötä alueen virkistyskäyttö tulee todennäköisesti painottumaan kevyenliikenteen väylille, poluille ja niiden välittömään läheistyyteen. Rakennettujen alueiden läheistyyteen sijoittuvilla metsäalueilla tulee kuitenkin liikkumaan ihmisiä, kuten leikkiviä lapsia, marjastajia, sienestäjiä ja koirien ulkoiluttajia. Erityisen voimakkaasti käytettyjä alueita tulevat todennäköisesti olemaan asuintontteihin rajautuvat metsäalueet, jotka voivat toimia asuintalojen ”takapihojen jatkeena”.

Kriittisistä aineista lyijyn todetut pitoisuudet ylittävät selkeästi SHP_{ter} -viitearvon. Kyseinen haitaton pitoisuus (212 mg/kg) perustuu pelkästään lapsuusaikana tapahtuvaan altistukseen, minkä vuoksi maansyönnin osuus lasketusta kokonaisaltistuksesta on suuri (85,5 %). Tämän johdosta Vanhansataman lähivirkistysalueilla esiintyvistä korkeista lyijypitoisuuksista voi aiheutua terveyshaitan riski erityisesti alueella leikkiville lapsille.

8.3 Ekologiset riskit

Ekologiset viitearvot (SHP_{eko}, Reinikainen 2007) ylittyvät lyijyn osalta useissa tutkimuspisteissä lähivirkistysalueiksi kaavoitetuilla alueilla; nikkelin ja kuparin osalta ylityksiä on huomattavasti vähemmän (Cu; 4 tutkimuspistettä, Ni; 1 tutkimuspiste).

Käsitteellisen mallin avulla todettiin, että eläinten altistuminen korkeille metallipitoisuuksille on mahdollista. Alueen maaperän pilaantuneisuus on kuitenkin paikoitellen hyvin vanhaa, minkä vuoksi alueen eliöstön katsotaan sopeutuneen vallitsevaan tilanteeseen. Vireillä olevan kaavan myötä alueen maankäyttö tulee lisäksi muuttumaan selkeästi enemmän urbaaniksi, minkä vuoksi eläinten liikkuminen alueella tulee todennäköisesti vähenemään. Lisäksi terveysriskin pienentämiseksi tehtävät riskinhallintatoimenpiteet vähentävät myös ekologista riskiä.

8.4 Kulkeutumisriskit

Eteläisen ampumaradan maalialueelta otetulle näytteelle KK90 (0,2–-0,5 m) suoritettiin 2-vaiheinen ravistelutesti alueen maaperässä esiintyvien alkuaineiden liukoisuuden selvittämiseksi. Liukoisuustestin tulokset on esitetty taulukossa 5.

Taulukko 5. Näytteen KK90 (0,2–0,5) analyysitulokset verrattuna asetuksen VNa 202/2006 mukaisiin arvoihin.

Aine	Raja-arvo, L/S 10	Liukoisuus L/S 10	Kokonaispitoisuus, mg/kg	%
As	2	<0,01	6,06	
Ba	100	2,15		
Cd	1	0,00754	< 0,1	
Cr	10	<0,050	40,0	
Cu	50	0,225	48,6	0,5
Hg	0,2	<0,0001	< 0,2	
Mo	10	<0,01		
Ni	10	0,605	15,8	3,8
Pb	10	84,9	619	13,7
Sb	0,7	<0,001	< 0,5	
Se	0,5	<0,005		
Zn	50	1,96	54,3	3,6
Cl^-	15 000	<5		
F^-	150	<0,2		
So_4^{2-}	20 000	168		
DOC	800	62,2		

Liukoisuustestin tuloksista voidaan havaita, että helpoiten liukeneva alkuaine alueella on lyijy. Suoritetun liukoisuustestin perusteella lyijyn liukoisuus ylittää selvästi Valtioneuvoston asetuksessa 202/2006 esitetyn raja-arvon tavanomaiselle jätteelle. Analysoidun näytteen pH on ollut alhainen, 4,4, mikä on tyypillistä metsien humuskerroksille. Alhainen pH lisää alkuaineiden liukoisuutta. Yleisesti ottaen alle 4,5 pH-lukemissa metallien liukeneminen voi olla merkittävää, tosin humuskerroksessa on runsaasti metalleja sitovaa orgaanista ainesta, mikä puolestaan ehkäisee haitta-aineiden kulkeutumista. Tutkimusten mukaan maan pH kautta koko alueen on pintamaakerroksissa melko alhainen, noin 4,4–5,0, mutta vaikuttaisi kohoavan syvempiä maakerroksia kohden.

Vanhansataman alue ei sijaitse luokitellulla pohjavesialueella, eikä alueen pohjavettä tiettävästi hyödynnetä. Ohuen humuskerroksen alapuolinen maaperä on alueella silttiä ja savea, mikä puolestaan hidastaa haitta-aineiden kulkeutumista pohjaveteen. Syvemmissä maakerroksissa korkeampi pH lisäksi vähentää lyijyn liukoisuutta. Liukoisessa muodossa oleva lyijy saattaa kuitenkin kulkeutua sadeveden mukana alueen avo-ojiin ja sitä kautta merialueelle. Lähimmät loma-asunnot ja uimarannat sijaitsevat merenrannalla, lähimmilläänkin noin 1 kilometrin etäisyydellä pilaantuneista alueista. Mikäli lyijyä pääsee kulkeutumaan avo-ojien kautta alueen ulkopuolelle, ovat pitoisuudet ehtineet laimentua haitattomiksi.

8.5 Epävarmuustarkastelu

Riskinarviointiin liittyy useita tekijöitä, jotka voivat aiheuttaa epävarmuutta ja vaikuttaa riskinarvion luotettavuuteen. Seuraavassa on esitetty epävarmuustekijöitä sekä niiden vaikutusta riskinarvion luotettavuuteen.

Maaperän ja haitta-aine-esiintymien heterogeenisuus aiheuttaa tiettyä epävarmuutta jokaisessa kohteessa. Kokoomanäytteet koostuvat aina rajallisesta määrästä osanäytteitä, eikä täydellistä varmuutta maaperäkoostumuksesta voida saada. Myös maaperän pilaantuneisuus on yleensä aina enemmän tai vähemmän heterogeenistä, erityisesti ampumarata-alueilla. Toisinaan haitta-aineita esiintyy jopa pelkästään pistemäisinä alueina, jolloin näytteenoton kohdistaminen pilaantuneisuusalueille on sattumanvaraista.

Eri haitta-aineiden yhteisvaikutukset aiheuttavat aina epävarmuutta kohteissa, jotka ovat pilaantuneet useilla eri haitta-aineilla. Haitta-aineiden mahdollisia yhteisvaikutuksia ei pystytä arvioimaan luotettavasti, eikä yhteisvaikutuksista ole olemassa kattavia tieteellisiä tutkimuksia.

Vireillä olevan kaavan mukaisen virkistyskäytön alueellisesta jakautumisesta voidaan esittää vain arvioita. Oletuksena on ollut, että voimakkaimmin käytettyjä alueita tulisivat olemaan asuintontteihin rajautuvat lähivirkistysalueet, joihin kohdistuu eniten lasten leikkejä. Maan merkittävää nielemistä oletetaan tapahtuvan ainoastaan pikkulasten leikkien yhteydessä. Varttuneempien lasten ja aikuisten virkistyskäytön yhteydessä maan tahatonta nielemistä tapahtuu vain satunnaisesti ja hyvin pieniä määriä. Aikuisten virkistyskäytön voidaan myös olettaa jakautuvan alueelle melko tasaisesti mm. marjastuksen ja lenkkeilyn muodossa. Käytettävään virkistysalueeseen kuuluu toki myös kaavoitettavan alueen ulkopuolisia, puhtaita alueita, jolloin kokonaisaltistus ja siten myös terveysriski vähenee.

Riskinarvio on suoritettu kvalitatiivisesti nojautuen kirjallisuuden perusteella esitettyihin suurimpiin haitattomiin pitoisuuksiin, eikä varsinaisia altistuslaskentoja ole suoritettu. Tämä aiheuttaa luonnollisesti epävarmuutta arvioituihin terveysvaikutuksiin.

9. KUNNOSTUSTAVOITTEET JA RISKINHALLINTA-TOIMENPITEET

Entisten ampumarata-alueiden ympäristössä on havaittu hyvin korkeita lyijypitoisuuksia maaperän ylimmässä kerroksessa. Kaavoitettavalla alueella korkeimmat havaitut pitoisuudet sijoittuvat eteläisen ampumaradan maalialueelle, jossa on havaittu jopa vaarallisen jätteen raja-arvon ylittäviä lyijypitoisuuksia (2 tutkimuspistettä). Korkeista lyijypitoisuuksista voi aiheutua hyväksyttävän tason ylittävä terveysriksi erityisesti alueella leikkiville lapsille. Liukoisuustestin perusteella lyijy on myös osittain liukoisessa muodossa, johtuen todennäköisesti maaperän alhaisesta pH:sta. Kulkeutumisriski alueen ulkopuolelle on siis olemassa.

Mahdollisen terveysriskin vuoksi alueelle suositellaan kunnostustoimenpiteitä. Lähivirkistysalueiden kohdalla kunnostustavoitteiksi esitetään alempia ohjearvoja, jolloin myös lyijyn osalta terveysperusteinen viitearvo (SHP_{ter}, Reinikainen 2007) alittuu. Asuinalueiden kohdalla oletuksena on ollut, että rakentamisen yhteydessä asuintonteilta poistetaan mahdolliset kynnysarvon ylittävät pintahumukset. Asuinalueiden kohdalla maaperässä ei ole havaittu alemmat ohjearvot ylittäviä haitta-ainepitoisuuksia.

Kunnostusmenetelmistä massanvaihdon katsotaan soveltuvan alueelle parhaiten. Peittäminen voi olla myös mahdollinen kunnostusmenetelmä vaikeakulkuisimmilla alueilla, mutta koska se voi vaarantaa säästettävän puuston menestymisen, ei sen katsota soveltuvan alueille, joille kohdistuu enemmän virkistyskäyttöä. Lisäksi lyijyn liukoisuudesta johtuva kulkeutumisriski tulee ottaa huomioon kunnostusmenetelmän valinnassa. Mikäli peittämiseen päädytään, tulee sadevesien pääsy pilaantuneeseen kerrokseen estää eristerakenteella.

Kustannustehokkain kunnostusmenetelmä alueelle olisi, mikäli lyijyllä pilaantuneet maakerrokset voitaisiin sijoittaa alueen itäpuolelle suunniteltavaan meluvalliin. Kyseinen vaihtoehto kaipaa kuitenkin lisäselvityksiä mm. lyijyn liukoisuuden suhteen.

WSP Finland Oy
18.12.2014

Christian Tallsten

Satu Pietola

Kirjallisuusviitteet

Aspholm, J. 2004. Vaasan lakkautetun varuskunnan suljettu ampumarata. Raportti jatkotutkimuksista 10/2004. Länsi-Suomen Ympäristökeskus.

Heikkinen, P. 2000. Haitta-aineiden sitoutuminen ja kulkeutuminen maaperässä. Geologian tutkimuskeskus, Espoo. Geologian tutkimuskeskuksen tutkimusraportti 150. 74 s. ISBN 951-690-767-9.

Priha, E., Anttila, P., Ahonen, I., Elovaara, E, Mäkelä, M., Vainiotalo, S., Zitting, A., Santonen, T. 2010 PAH-yhdisteiden tavoitetasoperustelumuistio. Työterveyslaitos. Tavoitetaso TY-01-2010.

Reinikainen 2007. Maaperän kynnys- ja ohjearvojen määritysperusteet. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. Suomen ympäristö 23/2007. 164 s. ISBN 978-952-11-2731-1.

Reinikainen 2007, Ympäristöhallinnon ohjeita 2/2007. 210 s. Edita Prima Oy, Helsinki 2007.

Suomen IP-Tekniikka Oy 2004. Vaasan lakkautetun varuskunnan suljettu ampumarata. Pilaantuneen maaperän kunnostuksen toimenpideraportti.

WSP Environmental Oy 2006. Vanhan Vaasan käytöstä poistettu ampumarata-alue. Maaperän laatuselvitys.

Ympäristöministeriö 2014. Pilaantuneen maa-alueen riskinarviointi ja kestävä riskinhallinta. Ympäristöhallinnon ohjeiita 6/2014.

UNITED
BY OUR
DIFFERENCE



KOHDE: Vaasan kaupunki, Vanhansataman entiset ampumaradat
TYÖNUMERO: 306265
Alueella suoritettujen tutkimusten yhteenvetotaulukko

Piste	Syvyysväli	Maalaji	Alkuaine:	Metallit ja puolimetallit, laboratorio									*Metallit, XRF kenttäanalysaattori*						Lisätietoja
				As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	V	Zn	As	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn	
			luontainen pitoisuus *1	1	0,03	31	22	0,005	17	5	38	31	1	31	22	17	5	31	
			VNa -kynnysarvo	*5*	*1*	*100*	*100*	*0,5*	*50*	*60*	*100*	*200*	*5*	*100*	*100*	*50*	*60*	*200*	
			VNa -alempi ohjearvo	50	10	200	150	2	100	200	150	250	50	200	150	100	200	250	
		(mahdollinen louhe ja isot maakivet ilmoitettu kivi-% Lisätietoja -kohdassa)	VNa -ylempi ohjearvo	100	20	300	200	5	150	750	250	400	100	300	200	150	750	400	
			Vaarallisen jätteen raja-arvo	1 000	100	1 000	2 500	1 000	1 000	2 500	10 000	2 500	1 000	1 000	2 500	1 000	2 500	2 500	
	tasolta - tasolle			(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	
Kunnostuksen 2003 jäännöspitoisuusnäytteet, joissa ylittyvät Vna 214/2007 alemmat ohjearvot																			
KK4	0,0 - 0,2												<	<	<	<	394	<	
	0,2 - 0,6												<	<	<	<	*155*	<	
KK5	0,0 - 0,3												<	<	<	<	295	<	
KK6	0,0 - 0,5												<	<	65	<	280	<	
P30	0,0 - 0,5			< 10	< 0,5	25	46	< 0,2	12	1385	29	78							
P31	0,0 - 0,1			< 10	< 0,5	34	205	< 0,2	15	7262	30	154							
Jatkotutkimukset, 09/2004, Länsi-Suomen ympäristökeskus																			
K1	0,1 - 0,3	tu/hk											<	<	<	<	249	<	
K2	0,15 - 0,2	hk/mr											<	<	<	<	216	<	
K3	0,05 - 0,1	si/sa											<	<	<	<	237	<	
	0,3 - 0,4	si/sa											<	<	<	<	31	<	
K4	0,05 - 0,1	si											<	<	<	<	1327	<	
	0,15 - 0,2	hk/mr											<	<	<	<	*79*	<	
K5	0,15 - 0,25	hk											<	<	<	<	15	<	
K6	0,2 - 0,3	hk/mr											<	<	<	<	*86*	<	
K7	0,05 - 0,1	si/mr											<	<	<	<	49	<	
	0,3 - 0,35	hk											<	<	<	<	19	<	
K9	0,05 - 0,15	org											<	<	<	<	45	<	
K10	0,03 - 0,05	mr											<	<	<	<	37	<	
	0,13 - 0,15	sa											<	<	<	<	55	<	
K11	0,05 - 0,10	si/mr											<	<	<	<	315	<	
K12	0,05 - 0,10	si/sa											<	<	<	<	*66*	<	
K13	0,05 - 0,10	si/mr											<	<	<	<	398	<	
K14	0,03 - 0,08	si/mr											<	<	<	<	312	<	
K15	0,1 - 0,15	si/mr											<	<	<	<	*138*	<	
K16	0,05 - 0,1	si/org											<	<	<	<	59	<	
Lisätutkimukset 11/2006, WSP																			
KK101	0,00 - 0,5	hk											<		*130*	<	2017	362	
	0,50 - 1,0	si/hk											<		<	<	44	117	
KK102	0,00 - 0,5	si											60		<	<	411	126	
	0,50 - 1,0	si											<		<	<	<	67	
KK103	0,00 - 0,5	si											<		<	<	*128*	133	
	0,50 - 1,0	si		< 2,3			31		18	51		54	<		<	<	58	68	
KK104	0,00 - 0,5	sa											<		<	<	<	<	
	0,50 - 1,0	sa											<		<	<	<	<	
KK105	0,00 - 0,5	si											<		<	<	258	<	
	0,50 - 1,0	si		< 2,1			13		8	39	29		<		<	<	*81*	<	
KK 106	0,00 - 0,5	sa											<		<	<	<	70	
	0,50 - 1,0	sa											<		<	<	<	69	
KK107	0,00 - 0,5	hk											<		<	<	*79*	<	
	0,50 - 1,0	hk											<		<	<	<	<	
KK108	0,00 - 0,5	hk		< 2,8			*140*		8	2600		76	92		<	<	1162	<	
	0,50 - 1,0												<		<	<	274	60	
KK109	0,00 - 0,5	si											<		<	<	*142*	<	
	0,50 - 1,0	si											<		<	<	<	<	
KK110	0,00 - 0,5	hm/si											<		<	<	2205	112	
	0,50 - 1,0	si		< 2,3			14		8	480	30		<		<	<	*164*	<	
KK111	0,00 - 0,5	hk											<		<	<	<	<	
	0,50 - 1,0	hk											<		<	<	<	<	
KK112	0,00 - 0,5	hk											<		<	<	29	<	
	0,50 - 1,0	hk											<		<	<	<	<	
KK113	0,00 - 0,5	hk											<		<	<	<	<	
	0,50 - 1,0	hk		< 2,0			10		8	8	22		<		<	<	28	<	
KK114	0,00 - 0,5	si		2,5			32		14	*190*	55		<		<	<	716	71	
	0,50 - 1,0	sa											<		<	<	31	<	
KK115	0,00 - 0,5	hm/sa											<		241	<	1085	71	
	0,50 - 1,0	sa											<		<	<	<	<	
KK116	0,00 - 0,5	hk											<		<	<	373	65	
	0,50 - 1,0	si		< 2,2			160		14	1700		57	<		<	<	628	<	

KOHDE: Vaasan kaupunki, Vanhansataman entiset ampumaradat
TYÖNUMERO: 306265
Alueella suoritettujen tutkimusten yhteenvetotaulukko

Piste	Syvyysväli	Maalaji	Alkuaine:	Metallit ja puolimetallit, laboratorio									*Metallit, XRF kenttäanalysaattori*						Lisätietoja
				As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	V	Zn	As	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn	
			luontainen pitoisuus *1	1	0,03	31	22	0,005	17	5	38	31	1	31	22	17	5	31	
			VNa -kynnysarvo	*5*	*1*	*100*	*100*	*0,5*	*50*	*60*	*100*	*200*	*5*	*100*	*100*	*50*	*60*	*200*	
			VNa -alempi ohjearvo	50	10	200	150	2	100	200	150	250	50	200	150	100	200	250	
		(mahdollinen louhe ja isot maakivet ilmoitettu kivi-% Lisätietoja -kohdassa)	VNa -ylempi ohjearvo	100	20	300	200	5	150	750	250	400	100	300	200	150	750	400	
			Vaarallisen jätteen raja-arvo	1 000	100	1 000	2 500	1 000	1 000	2 500	10 000	2 500	1 000	1 000	2 500	1 000	2 500	2 500	
	tasolta - tasolle			($^{mg}/_{kg}$)	($^{mg}/_{kg}$)	($^{mg}/_{kg}$)	($^{mg}/_{kg}$)	($^{mg}/_{kg}$)	($^{mg}/_{kg}$)	($^{mg}/_{kg}$)	($^{mg}/_{kg}$)	($^{mg}/_{kg}$)	($^{mg}/_{kg}$)	($^{mg}/_{kg}$)	($^{mg}/_{kg}$)	($^{mg}/_{kg}$)	($^{mg}/_{kg}$)	($^{mg}/_{kg}$)	
KK117	0,00 - 0,5	hk											<		<	<	*175*	<	
	0,50 - 1,0	hk											<		<	<	41	<	
KK118	0,00 - 0,5	si		< 2,2			75		20	510	40		<		<	<	364	<	
	0,50 - 1,0	sa/si											<		<	<	*101*	<	
KK119	0,00 - 0,5	hk		*34*			30		8	*86*	44		<		<	<	*109*	47	
	0,50 - 1,0	sa											*35*		<	<	<	<	
KK120	0,00 - 0,5	si/mr		< 2,1			35		13	220		58	<		<	<	330	77	
													<		<	<	43	<	
Lisätutkimukset, 09/2013, ELY																			
Vv1	0,0 - 0,05	hm											<	<	<	<	52	<	
	0,05 - 0,15	Mm											<	<	<	<	509	<	
	0,15 - 0,25	Mm											<	<	<	<	*192*	<	
Vv2	0,0 - 0,05	Hm											<	<	<	<	*133*	<	
	0,05 - 0,15	Mm											<	<	<	<	304	<	
	0,15 - 0,25	Mm											<	<	<	<	365	<	
Vv3	0,0 - 0,05	Hm											<	<	<	<	33	<	
	0,05 - 0,15	Mm											<	<	<	<	*192*	<	
	0,15 - 0,25	Mm											<	<	<	<	*173*	<	
Vv4	0,0 - 0,05	Hm											<	<	<	<	13	<	
	0,05 - 0,15	Mm											<	<	<	<	*61*	<	
	0,15 - 0,25	Mm											<	<	<	<	36	<	
Vv5	0,0 - 0,05	Hm											<	<	<	<	18	<	
	0,05 - 0,15	Mm											<	<	<	<	23	<	
	0,15 - 0,25	Mm											<	<	<	<	20	<	
Vv6	0,0 - 0,05	Hm											<	<	<	<	*99*	<	
	0,05 - 0,15	Mm											<	<	<	<	*101*	<	
	0,15 - 0,25	Mm											<	<	<	<	*64*	<	
Vv7	0,0 - 0,05	Mm											<	<	<	<	*67*	<	
	0,05 - 0,15	Mm											<	<	<	<	291	<	
	0,15 - 0,25	Mm											<	<	<	<	211	<	
Vv8	0,0 - 0,05	Hk											<	<	<	<	16	<	
	0,05 - 0,15	Hk											<	<	<	<	238	<	
	0,15 - 0,25	Hk											<	<	<	<	359	<	
tulosten lukumäärä [n]				12	2	2	12	2	12	12	8	6	77	35	75	75	75	75	
laskennallinen keskiarvo:				*6,2*	0,5	29,5	65,9	0,2	12,2	**1 210,9**	34,9	79,5							
laskennallinen keskiluku:				2,3	0,5	29,5	33,5	0,2	12,5	350,0	30,0	67,0							
laskennallinen minimi:				2,0	0,5	25,0	10,0	0,2	8,0	8,2	22,0	54,0							
laskennallinen maksimi:				*34,0*	0,5	34,0	**205,0**	0,2	20,0	**7 262,0**	55,0	154,0							
keskihajonta:				9,2	0,0	6,4	65,6	0,0	4,2	2 073,5	10,7	37,9							

Taulukossa aistinvaraisten havaintojen luokitukset ovat seuraavat:

Luokka 0 : Ei haitta-aineen hajua
Luokka 1 : Lievä haitta-aineen haju
Luokka 2 : Kohtalainen haitta-aineen haju
Luokka 3 : Voimakas haitta-aineen haju

Taulukossa analyysitulosten merkkien selitykset:

XX : analyysitulos ylittää VNa kynnysarvon
XX : analyysitulos ylittää VNa alemman ohjearvon
XX : analyysitulos ylittää VNa ylemmän ohjearvon
< : analyysitulos alle detektiorajan
EEEE : kenttämittarin analyysitulos yli asteikon

Taulukossa käytetyt maalaji- ja rakennusaines lyhenteet:

Sa = Savi
Si = Siltti
hHk = Hieno hiekka
Hk = Hiekka
Sr = Sora
Mr = Moreeni
Ki = Kivi
Lo = Louhe
Hm = Humus
Tv = Turve
Bet = Betoni
Asf = Asfaltti
Ti = Tiili

Huomautukset:
*1 moreenin hienoaineksen luontaisen pitoisuuden mediaani kuningasvesiuutolla määritettynä, paitsi Hg pyrolyyttisesti määritettynä. Kohdekohtaisessa tarkasteluissa tulee ottaa huomioon, että erityisesti savissa luontaiset pitoisuudet voivat olla selvästi suurempia kuin moreenista mitatut pitoisuudet.

KOHDE: Vaasan kaupunki, Vanhansataman vanha ampumarata, Vaihe I
TYÖNUMERO: 306265
Tutkimusnäytteiden kenttähavainnot ja analyysitulokset
Näytteenotto: 26.8.2014
Näytteenottajat: Tiina Bergbacka

Piste	Syvyysväli	Koekuoppien koordinaatit		Maalaji	Kosteus	Haju		kuiva-aine	Alkuaine:	Metallit ja puolimetallit, laboratorio									Metallit, XRF kenttäanalysaattori						pH	Jätetäyttö	Lisätietoja
								%		As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	V	Zn	As	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn		yhd.+rak.+hakkuujäte	
									luontainen pitoisuus *1	1	0,03	31	22	0,005	17	5	38	31	1	31	22	17	5	31		% täytöstä	
									VNa -kynnysarvo	*5*	*1*	*100*	*100*	*0,5*	*50*	*60*	*100*	*200*	*5*	*100*	*100*	*50*	*60*	*200*		*5*	
									VNa -alempi ohjearvo	50	10	200	150	2	100	200	150	250	50	200	150	100	200	250		20	
		E / lon.	N / lat.	(mahdollinen louhe ja isot maakivet ilmoitettu kivi-% Lisätietoja -kohdassa)	1…5 1=kuiva 5=märkä	Aistin varaiset havainnot 0…3	1. XRF-reading		VNa -ylempi ohjearvo	100	20	300	200	5	150	750	250	400	100	300	200	150	750	400		50	
									Vaarallisen jätteen raja-arvo	1 000	100	1 000	2 500	1 000	1 000	2 500	10 000	2 500	1 000	1 000	2 500	1 000	2 500	2 500			
	tasolta - tasolle									(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)				
TUTKIMUSNÄYTTEET KK1…KK27, lapionäytteenotto																											
KK1	0,1 - 0,3	3232197	7007064	hm	2	0				1,9	< 0,4	18	57	< 0,2	14	259	16	26	<	<	<	<	*147*	<	4,5		
	0,3 - 0,4			sa/si	2	0													<	<	<	<	8	20	4,7		
KK2	0,0 - 0,2	3232196	7007027	hm, mu	2	0													<	<	<	<	40	38			
	0,2 - 0,4			sa/si	2	0													<	14	24	<	34	35			
KK5	0,0 - 0,2	3232233	7006866	hm/sa	2	0													<	<	24	<	*76*	37			Alueella paljon haulikon
	0,2 - 0,3			sa/si	2	0													<	<	<	<	42	32			hylsyjä
KK6	0,0 - 0,2	3232361	7006526	sa/hm	2	0													<	<	<	<	24	43			
	0,2 - 0,3			sa	2	0													<	<	<	<	16	44			
KK7	0,0 - 0,2	3232233	7006866	hm	2	0													<	<	<	<	46	48			Alueella paljon haulikon
	0,2 - 0,3			si	2	0													<	<	24	<	20	50			hylsyjä
KK8	0,0 - 0,2	3232293	7006905	hm	2	0													<	<	30	<	29	54			
	0,2 - 0,3			hm/sa	2	0				*7,86*	0,1	43,8	26,2	< 0,2	14,4	16,2	53,3	62,3	*16*	<	<	<	17	46	4,7		
KK9	0,0 - 0,2	3232337	7006906	mu	2	0													<	<	25	<	30	48			
	0,2 - 0,3			mu/sa	2	0													<	<	25	<	16	34			
KK10	0,1 - 0,2	3232229	7006917	hm/si	2	1				4,5	< 0,4	40	248	< 0,2	26	*179*	42	96	<	<	78	<	*134,3*	66			Alueella paljon
	0,2 - 0,3			si	2	0													<	<	34	<	21	50			haulikon hylsyjä
KK11	0,0 - 0,2	3232370	7006889	mu	2	0													<	<	<	18	12	24			
	0,2 - 0,3			sa/si	2	0													<	<	<	<	16	23			
KK12	0,0 - 0,2	3232233	7006866	hm	2	0													<	<	<	<	15	39			
	0,2 - 0,3			si	2	0													<	<	<	<	46	28			
KK13	0,1 - 0,2	3232295	7006637	hm/sa	2	0													<	<	<	<	324	37			
	0,2 - 0,3			si/sa	2	0													<	15	26	<	35	38			
KK14	0,0 - 0,2	3232295	7006637	hm	2	0				*5,6*	< 0,4	38	37	< 0,2	23	1010	42	74	<	<	<	<	530	42			
	0,2 - 0,3			sa	2	0													<	<	42	<	46	47			
KK15	0,1 - 0,2	3232286	7006827	hm	2	0				*6,68*	0,14	41,8	58,8	< 0,2	16,3	*69,5*	49,5	65,8	<	<	28	<	52	59	4,4		
	0,2 - 0,3			si/sa	2	0													<	<	35	<	57	42			
KK16	0,0 - 0,2	3232384	7006854	hm	2	0													<	<	<	<	17	33			
	0,2 - 0,3			si	2	0													<	<	<	<	12	36			
KK17	0,1 - 0,2	3232295	7006637	hm	2	0				*5,1*	< 0,4	27	18	< 0,2	14	1500	32	54	<	<	<	<	759	32	4,8		
	0,2 - 0,3			sa	2	0													<	<	<	<	19	25	5,2		
KK18	0,0 - 0,2	3232348	7006791	hm	2	0													<	<	<	<	14	40			
	0,2 - 0,4			sa/si	2	0				*6,23*	< 0,1	47,2	24,0	< 0,2	16,2	12,1	56,8	56,2	<	14	28	<	15	38			
KK19	0,0 - 0,2	3232307	7006756	sa/hm	2	0													<	<	<	<	47	47			
	0,2 - 0,3			sa	2	0				*9,72*	< 0,1	55,8	54,5	< 0,2	26,6	21,5	69,9	96,1	<	16	36	<	17	82			

KOHDE: Vaasan kaupunki, Vanhansataman vanha ampumarata, Vaihe I
TYÖNUMERO: 306265
Tutkimusnäytteiden kenttähavainnot ja analyysitulokset
Näytteenotto: 26.8.2014
Näytteenottajat: Tiina Bergbacka

Piste	Syvyysväli	Koekuoppien koordinaatit		Maalaji	Kosteus	Haju		kuiva-aine	Alkuaine:	Metallit ja puolimetallit, laboratorio									*Metallit, XRF kenttäanalysaattori*						pH	Jätetäyttö	Lisätietoja
								%		As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	V	Zn	As	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn		yhd.+rak.+hakkuujäte	
									luontainen pitoisuus *1	1	0,03	31	22	0,005	17	5	38	31	1	31	22	17	5	31		% täytöstä	
									VNa -kynnysarvo	*5*	*1*	*100*	*100*	*0,5*	*50*	*60*	*100*	*200*	*5*	*100*	*100*	*50*	*60*	*200*		*5*	
									VNa -alempi ohjearvo	50	10	200	150	2	100	200	150	250	50	200	150	100	200	250		20	
		E / lon.	N / lat.	(mahdollinen louhe ja isot maakivet ilmoitettu kivi-% Lisätietoja -kohdassa)	1…5 1=kuiva 5=märkä	Aistin varaiset havainnot 0…3	1. XRF-reading		VNa -ylempi ohjearvo	100	20	300	200	5	150	750	250	400	100	300	200	150	750	400		50	
									Vaarallisen jätteen raja-arvo	1 000	100	1 000	2 500	1 000	1 000	2 500	10 000	2 500	1 000	1 000	2 500	1 000	2 500	2 500			
	tasolta - tasolle									(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)			
KK20	0,0 - 0,2	3232346	7006782	hm	2	0													<	<	<	<	18	40			
	0,2 - 0,3			sa/si	2	0													<	18	<	<	10	63			
KK21	0,0 - 0,2	3232364	7006751	hm	2	0													<	<	<	<	22	45			
	0,2 - 0,4			si	2	0													<	<	<	<	27	37			
KK22	0,0 - 0,1	3232406	7006715	hm	2	0													<	<	<	<	20	27			
	0,1 - 0,3			hhk	2	0													<	<	<	<	14	23			
KK23	0,0 - 0,1	3232405	7006688	hm	2	0													<	<	<	<	29	39			
	0,1 - 0,3			sa	2	0													<	<	<	<	19	48			
KK24	0,1 - 0,2	3232318	7006671	hm	2	0				*5,3*	< 0,4	44	228	< 0,2	41	1190	48	77	<	<	85	<	644	42	4,8		
	0,2 - 0,3			hm/si	2	0													<	<	37	<	617	45	4,7		
KK25	0,0 - 0,1	3232358	7006648	hm	2	0				*7,83*	< 0,1	35,3	50,0	< 0,2	23,2	*139,0*	46,6	53,2	<	<	29	<	*120*	30			
	0,1 - 0,3			sa/si	2	0													<	<	28	<	17	34			
KK26	0,0 - 0,1	3232412	7006674	hm	2	0													<	<	<	<	16	37			
	0,1 - 0,3			si	2	0													<	<	<	<	13	32			
KK27	0,0 - 0,1	3232411	7006678	hm	2	0													<	<	<	<	19	14			
	0,1 - 0,3			sa	2	0													<	<	<	<	18	53			
									tulosten lukumäärä [n]	10	10	10	10	10	10	10	10	10	50	48	48	48	48	48	8	0	
									laskennallinen keskiarvo:	*6,1*	0,3	39,0	80,2	0,2	21,5	439,6	45,6	66,0									
									laskennallinen keskiluku:	*5,9*	0,3	40,9	52,3	0,2	19,7	*159,0*	47,2	64,1									
									laskennallinen minimi:	1,9	0,1	17,7	17,7	0,2	14,0	12,1	15,8	26,2									
									laskennallinen maksimi:	*9,7*	0,4	55,8	248,0	0,2	40,6	1 500,0	69,9	96,1									
									keskihajonta:	2,1	0,2	10,7	84,6	0,0	8,4	565,4	14,5	21,0									

Taulukossa aistinvaraisten havaintojen luokitukset ovat seuraavat:

Luokka 0 : Ei haitta-aineen hajua
Luokka 1 : Lievä haitta-aineen haju
Luokka 2 : Kohtalainen haitta-aineen haju
Luokka 3 : Voimakas haitta-aineen haju

Taulukossa analyysitulosten merkkien selitykset:

XX : analyysitulos ylittää VNa kynnysarvon
XX : analyysitulos ylittää VNa alemman ohjearvon
XX : analyysitulos ylittää VNa ylemmän ohjearvon
< : analyysitulos alle detektiorajan
EEEE : kenttämittarin analyysitulos yli asteikon

Taulukossa käytetyt maalaji- ja rakennusaines lyhenteet:

Sa = Savi, Mr = Moreeni, Bet = Betoni
Si = Siltti, Ki = Kivi, Asf = Asfaltti
hHk = Hieno hiekka, Lo = Louhe, Ti = Tiili
Hk = Hiekka, Hm = Humus
Sr = Sora, Tv = Turve

Huomautukset:
*1 moreenin hienoaineksen luontaisen pitoisuuden mediaani kuningasvesiuutolla määritettynä, paitsi Hg pyrolyyttisesti määritettynä. Kohdekohtaisessa tarkasteluissa tulee ottaa huomioon, että erityisesti savissa luontaiset pitoisuudet voivat olla selvästi suurempia kuin moreenista mitatut pitoisuudet.

KOHDE: Vaasan kaupunki, Vanhansataman vanha ampumarata, Vaihe II
TYÖNUMERO: 306265
Tutkimusnäytteiden kenttähavainnot ja analyysitulokset
Näytteenotto: 29.9-1.10.2014
Näytteenottajat: Tiina Bergbacka

Piste	Syvyysväli	Koekuoppien koordinaatit		Maalaji	Kosteus	Haju	kuiva-aine	Alkuaine:	Metallit ja puolimetallit, laboratorio									*Metallit, XRF kenttäanalysaattori*						pH	Jätetäyttö	Lisätietoja
							%		As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	V	Zn	As	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn		yhd.+rak.+hakkuujäte	
								luontainen pitoisuus *1	1	0,03	31	22	0,005	17	5	38	31	1	31	22	17	5	31		% täytöstä	
								VNa -kynnysarvo	*5*	*1*	*100*	*100*	*0,5*	*50*	*60*	*100*	*200*	*5*	*100*	*100*	*50*	*60*	*200*		*5*	
								VNa -alempi ohjearvo	50	10	200	150	2	100	200	150	250	50	200	150	100	200	250		20	
		E / lon.	N / lat.	(mahdollinen louhe ja isot maakivet ilmoitettu kivi-% Lisätietoja -kohdassa)	1…5 1=kuiva 5=märkä	Aistin varaiset havainnot 0…3		VNa -ylempi ohjearvo	100	20	300	200	5	150	750	250	400	100	300	200	150	750	400		50	
								Vaarallisen jätteen raja-arvo	1 000	100	1 000	2 500	1 000	1 000	2 500	10 000	2 500	1 000	1 000	2 500	1 000	2 500	2 500			
	tasolta - tasolle	(KKJ)	(KKJ)						(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)			
TUTKIMUSNÄYTTEET KK50… KK96																										
KK50	0,0 - 0,2	3232227	7007075	hm	2	0	62,6 %		3,4	<0,1	21	54	<0,2	9	*75*	28	40	<	<	<	<	56	30			
	0,2 - 0,3			hm/sihk	2	0												<	<	<	<	16	21			isoja kiviä, ei voi kaivaa lapiolla syvemmälle
KK51	0,0 - 0,2	3232141	7006905	hm	2	0												<	<	<	<	33	14			
	0,3 - 0,5			si/hk	4	0												<	<	<	<	14	18			
KK52	0,0 - 0,2	3232141	7006905	hm/si	2	0												<	<	<	<	50	33			
	0,3 - 0,5			sisa	2	0	73,1 %		*37*	<0,1	65	62	<0,2	41	23	69	126	72	<	<	<	26	67	5,6		hh 6,55%
KK53	0,0 - 0,2	3232259	7006981	hm	1	0												<	<	<	<	26	54			
	0,2 - 0,5			sisa	1	0												*13*	<	<	<	17	45			
	0,5			sa	1	0												*14*	<	30	<	18	47			
KK54	0,0 - 0,2	3232347	7006931	hm/sa	1	0												<	<	<	<	19	55			
	0,2 - 0,5			sa	1	0												<	<	32	<	13	56			
	0,5 1,0			sa	1	0												<	<	<	<	12	28			
KK55	0,1 - 0,2	3232145	7006909	hm/si	2	1												95	<	<	<	326	28			
	0,3 - 0,5			si/sa	4	1												<	<	<	<	35	48			
KK56	0,0 - 0,2	3232233	7006792	hm	2	0												*36*	<	0	<	704	25			
	0,2 - 0,5			sa	4	0												<	<	0	<	20	27			
KK57	0,0 - 0,2	3232330	7006887	hm/sa	1	0	72,9 %											<	<	26	<	24	50			
	0,2 - 0,5			sa	1	0			*9,3*	<0,1	57	32	<0,2	22	17	64	68	*14*	<	<	<	17	45			
	0,5			sa	1	0												<	15	<	<	13	62			
KK58	0,0 - 0,2	3232233	7006792	hm/sa	2	0	50,8 %		*13*	0	36	18	<0,2	15	2280	41	46	106	<	<	<	2801	20	4,6		hh 22,7 %, TOC 5,35 %
	0,2 - 0,5			sa/si	5	0												<	<	<	<	18	24			
KK59	0,0 - 0,2	3232207	7006786	hm/si	1	0												<	<	<	<	31	26			
	0,3 - 0,5			sa	1	0												<	<	<	<	20	54			
KK60	0,0 - 0,2	3227094	7009845	hm	2	0												<	<	<	<	*87*	41			
(KK66)	0,2 - 0,5			si/hu	2	0												<	<	<	<	*104,7*	25			
	0,5 - 1,0			si	2	0												<	<	<	<	<	<			
KK61	0,0 - 0,2	3232384	7006803	hm/sasi	1	0												<	<	<	<	15	35			
	0,2 - 0,5			sa/(si)	1	0												<	<	26	<	11	28			
	0,5			sa	1	0												<	<	<	<	12	61			
KK62	0,0 - 0,2	3232351	7006731	hm	1	0	65,7 %		*7*	<0,1	39	20	<0,2	17	27	44	55	<	<	<	<	20	38			
	0,2 - 0,5			sa/hu	1	0												<	<	<	<	18	27			
	0,5 1,0			sa	1	0												<	<	<	<	10	<			
KK63	0,0 - 0,2	3227094	7009845	hm	1	0												<	<	<	<	37	50			
	0,2 - 0,5			sa	1	0												<	<	<	<	53	29			
	0,5			sa	2	0												<	<	27	<	20	72			

KOHDE: Vaasan kaupunki, Vanhansataman vanha ampumarata, Vaihe II
TYÖNUMERO: 306265
Tutkimusnäytteiden kenttähavainnot ja analyysitulokset
Näytteenotto: 29.9-1.10.2014
Näytteenottajat: Tiina Bergbacka

Piste	Syvyysväli	Koekuoppien koordinaatit		Maalaji	Kosteus	Haju	kuiva-aine	Alkuaine:	Metallit ja puolimetallit, laboratorio									*Metallit, XRF kenttäanalysaattori*						pH	Jätetäyttö	Lisätietoja
							%		As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	V	Zn	As	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn		yhd.+rak.+hakkuujäte	
								luontainen pitoisuus *1	1	0,03	31	22	0,005	17	5	38	31	1	31	22	17	5	31		% täytöstä	
								VNa -kynnysarvo	*5*	*1*	*100*	*100*	*0,5*	*50*	*60*	*100*	*200*	*5*	*100*	*100*	*50*	*60*	*200*		*5*	
								VNa -alempi ohjearvo	50	10	200	150	2	100	200	150	250	50	200	150	100	200	250		20	
		E / lon.	N / lat.	(mahdollinen louhe ja isot maakivet ilmoitettu kivi-% Lisätietoja -kohdassa)		Aistin varaiset havainnot 0…3		VNa -ylempi ohjearvo	100	20	300	200	5	150	750	250	400	100	300	200	150	750	400		50	
					1…5 1=kuiva 5=märkä			Vaarallisen jätteen raja-arvo	1 000	100	1 000	2 500	1 000	1 000	2 500	10 000	2 500	1 000	1 000	2 500	1 000	2 500	2 500			
	tasolta - tasolle	(KKJ)	(KKJ)						(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)			
KK64	0,0 - 0,2	3232373	7006426	hm	1	0												<	<	171	*71*	378	25			
	0,2 - 0,5			sa/si	1	0												<	<	<	<	20	24			
KK65	0,0 - 0,2	3232422	7006646	hm	1	0												<	<	<	<	16	32			
	0,2 - 0,5			si/sa	1	0												<	16	<	<	13	55			
	0,5			sa	1	0												<	13	<	<	19	28			
KK66	0,0 - 0,2	3227094	7009845	hm	1	0												<	<	<	<	*92*	38			
(KK60)	0,2 - 0,5			si	1	0												<	<	32	<	29	54			
	0,5 1,0			sa	1	0												<	<	<	<	30	47			
KK67	0,0 - 0,2	3232370	7006621	hm	1	0	60,6 %		*9*	<0,1	48	86	<0,2	34	*128*	53	73	<	<	<	<	267	17			
	0,2 - 0,5			hm/sa	1	0												<	<	<	<	13	20			
	0,5			sa	1	0												<	<	<	<	14	39			
KK68	0,0 - 0,2	3231971	7007297	hm	2	0	50,6 %		*11*	<0,1	47	63	<0,2	21	500	50	58	<	<	25	<	*162*	32			
	0,2 - 0,5			sa	2	0												<	<	<	<	13	45			
	0,5 1,0			sa	4	0												<	<	<	<	15	53			
KK69	0,0 - 0,2	3232448	7006563	hm/hksi	2	0												<	<	<	<	*72*	48			
	0,2 - 0,5			sa	2	0												<	<	<	<	*60*	37			
	0,5			sa	2	0												<	<	<	<	13	55			
KK70	0,0 - 0,2	3232400	7006529	hm/hk	2	0												<	<	<	<	14	20			
	0,2 - 0,5			si/sa	2	0												<	<	<	<	13	39			
	0,5 - 1,0			sa	3	0												<	<	<	<	17	32			
KK71	0,0 - 0,2	3232389	7006474	hm	2	0												<	<	87	<	40	29			
	0,2 - 0,5			sa	2	0												<	<	<	<	13	29			
	0,5 -			sa	2	0												<	<	44	<	14	50			
KK72	0,0 - 0,2	3232352	7006182	hm/si	1	0	67,2 %		*6*	<0,1	44	23	<0,2	12	*175*	51	43	<	<	<	<	*166*	35			
	0,2 - 0,5			sasi	1	0												<	<	<	<	14	21			
																		<	<	<	<	<	<			
KK73	0,0 - 0,2	3232443	7006518	hm/sasi	3	0												<	<	<	<	24	21			
	0,2 - 0,5			sa	4	0												<	<	<	<	13	30			
	0,5 -			sa	5	0												<	<	<	<	9	30			
KK74	0,0 - 0,2	3232417	7006444	hm/sa	1	0												<	<	24	<	*71*	31			
	0,2 - 0,5			sa	2	0												<	<	<	<	12	38			
	0,5 -			sa	2	0												<	<	<	<	9	64			
KK75	0,0 - 0,2	3232443	7006470	hm	2	0	34,7 %		2	<0,1	31	36	<0,2	14	*82*	30	38	<	<	<	<	*105*	15			
	0,2 - 0,5			sa	3	0												<	<	<	<	9	25			
	0,5 -			sa	5	0												<	<	<	<	11	25			
KK76	0,0 - 0,2	3232382	7006425	hm	1	0												<	<	31	<	*97*	37			
	0,3 - 0,5			sasi	1	0												<	<	<	<	14	25			
																		<	<	<	<	<	<			

KOHDE: Vaasan kaupunki, Vanhansataman vanha ampumarata, Vaihe II
TYÖNUMERO: 306265
Tutkimusnäytteiden kenttähavainnot ja analyysitulokset
Näytteenotto: 29.9-1.10.2014
Näytteenottajat: Tiina Bergbacka

Piste	Syvyysväli	Koekuoppien koordinaatit		Maalaji	Kosteus	Haju	kuiva-aine	Alkuaine:	Metallit ja puolimetallit, laboratorio									*Metallit, XRF kenttäanalysaattori*						pH	Jätetäyttö	Lisätietoja
							%		As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	V	Zn	As	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn		yhd.+rak.+hakkuujäte	
								luontainen pitoisuus *1	1	0,03	31	22	0,005	17	5	38	31	1	31	22	17	5	31		% täytöstä	
								VNa -kynnysarvo	*5*	*1*	*100*	*100*	*0,5*	*50*	*60*	*100*	*200*	*5*	*100*	*100*	*50*	*60*	*200*		*5*	
								VNa -alempi ohjearvo	50	10	200	150	2	100	200	150	250	50	200	150	100	200	250		20	
		E / lon.	N / lat.	(mahdollinen louhe ja isot maakivet ilmoitettu kivi-% Lisätietoja -kohdassa)	1…5 1=kuiva 5=märkä	Aistin varaiset havainnot 0…3		VNa -ylempi ohjearvo	100	20	300	200	5	150	750	250	400	100	300	200	150	750	400		50	
								Vaarallisen jätteen raja-arvo	1 000	100	1 000	2 500	1 000	1 000	2 500	10 000	2 500	1 000	1 000	2 500	1 000	2 500	2 500			
	tasolta - tasolle	(KKJ)	(KKJ)						($^{mg}/_{kg}$)	($^{mg}/_{kg}$)	($^{mg}/_{kg}$)	($^{mg}/_{kg}$)	($^{mg}/_{kg}$)	($^{mg}/_{kg}$)	($^{mg}/_{kg}$)	($^{mg}/_{kg}$)	($^{mg}/_{kg}$)	($^{mg}/_{kg}$)	($^{mg}/_{kg}$)	($^{mg}/_{kg}$)	($^{mg}/_{kg}$)	($^{mg}/_{kg}$)	($^{mg}/_{kg}$)	($^{mg}/_{kg}$)			
KK77	0,0 - 0,2	3232427	7006412	hm/sa	1	0												<	<	<	<	40	35			
	0,2 - 0,5			sa/(hm)	1	0												<	<	<	<	18	29			
	0,5 - 1,0			sa	2	0												<	<	<	<	23	47			
KK78	0,0 - 0,2	3232460	7006437	hm	2	0	46,8 %		4	<0,1	34	26	<0,2	20	*74*	39	48	<	<	<	<	38	22			
	0,2 - 0,5			sa	3	0												<	<	<	<	12	35			
	0,5 -			sa	5	0												<	<	<	<	13	43			
KK79	0,0 - 0,2	3232447	7006338	hm	1	0												<	<	<	<	45	24			
	0,2 - 0,5			hm/sa	2	0												<	<	<	<	10	22			
	0,5 -			sasi	3	0												<	<	<	<	13	27			
KK80	0,0 - 0,2	3232486	7006321	hm	1	0	52,2 %		2	0	29	47	<0,2	*73*	25	27	109	<	<	25	*78*	18	79			
	0,2 - 0,5			sa/(hm)	3	0												<	<	<	<	11	34			
	0,5 -			sa	5	0												<	<	<	<	11	32			
KK81	0,0 - 0,2	3232487	7006300	hm/(sa)	1	0												<	<	25	<	23	77			
	0,2 - 0,5			sa	1	0												<	<	26	<	14	73			
	0,5 -			sa	2	0												<	21	23	<	11	61			
KK82	0,0 - 0,2	3232403	7006327	hm	1	0												<	<	<	<	33	27			
	0,2 - 0,5			si	1	0												<	<	<	<	14	39			
	0,5 - 1,0			sa	1	0												<	<	<	<	33	22			
KK83	0,0 - 0,2	3232422	7006321	hm	1	0												<	<	<	<	38	41			
	0,2 - 0,5			sa	1	0												<	<	<	<	20	25			
	0,5 -			sa	1	0												<	<	<	<	16	41			
KK84	0,0 - 0,2	3232481	7006306	hm	1	0												<	<	<	<	18	46			
	0,2 - 0,5			sa	1	0												<	<	27	<	13	70			
	0,5 -			sa	2	0												<	<	24	<	17	46			
KK85	0,0 - 0,2	3232501	7006278	hm	1	0												<	<	<	<	<	20			
	0,2 - 0,5			sa/si	1	0												<	<	<	<	16	41			
	0,5 -			sa	1	0												<	<	<	<	11	49			
KK88	0,0 - 0,2	3232504	7006266	hm	1	0	81,6 %											<	<	<	<	13	13			
	0,2 - 0,5			si	1	0			1,5	<0,1	20	5	<0,2	6	2	19	17	<	<	<	*73*	14	20			
	0,5 -			si	1	0												<	<	36	<	10	41			
KK89	0,0 - 0,2	3232425	7006300	hm	1	0												<	<	36	<	44	32			
	0,2 - 0,5			sa/(hm)	1	0												<	<	<	<	12	20			
	0,5 - 1,0			sa	1	0												*17*	<	<	<	12	43			
KK90	0,0 - 0,2	3232415	7006271	hm/hksi	1	0												<	<	<	*70*	*65*	51			
	0,2 - 0,5			sa/(hm)	1	0												<	<	<	<	637	31			
	0,5 -			sa	1	0												<	<	<	<	17	57			
KK91	0,0 - 0,2	3232499	7006267	hm	1	0	77,8 %		2	<0,1	28	8	<0,2	9	17	33	34	<	<	<	<	25	26			
	0,2 - 0,5			si	1	0												<	<	<	<	12	27			
	0,5 -			si	1	0												<	<	<	<	13	35			

KOHDE: Vaasan kaupunki, Vanhansataman vanha ampumarata, Vaihe II
TYÖNUMERO: 306265
Tutkimusnäytteiden kenttähavainnot ja analyysitulokset
Näytteenotto: 29.9-1.10.2014
Näytteenottajat: Tiina Bergbacka

Piste	Syvyysväli	Koekuoppien koordinaatit		Maalaji	Kosteus	Haju	kuiva-aine	Alkuaine:	Metallit ja puolimetallit, laboratorio										*Metallit, XRF kenttäanalysaattori*						pH	Jätetäyttö	Lisätietoja
							%		As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	V	Zn	As	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn		yhd.+rak.+hakkuujäte	
								luontainen pitoisuus *1	1	0,03	31	22	0,005	17	5	38	31	1	31	22	17	5	31		% täytöstä	
								VNa -kynnysarvo	*5*	*1*	*100*	*100*	*0,5*	*50*	*60*	*100*	*200*	*5*	*100*	*100*	*50*	*60*	*200*		*5*	
								VNa -alempi ohjearvo	50	10	200	150	2	100	200	150	250	50	200	150	100	200	250		20	
		E / lon.	N / lat.	(mahdollinen louhe ja isot maakivet ilmoitettu kivi-% Lisätietoja -kohdassa)	1…5 1=kuiva 5=märkä	Aistin varaiset havainnot 0…3		VNa -ylempi ohjearvo	100	20	300	200	5	150	750	250	400	100	300	200	150	750	400		50	
								Vaarallisen jätteen raja-arvo	1 000	100	1 000	2 500	1 000	1 000	2 500	10 000	2 500	1 000	1 000	2 500	1 000	2 500	2 500			
	tasolta - tasolle	(KKJ)	(KKJ)						(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)				
KK92	0,0 - 0,2	3232417	7006243	hm/si	1	0												<	<	<	<	29	42				
	0,2 - 0,5			si/ki	1	0												<	<	31	<	17	37				kiviä halk 10-50 cm
	0,5 -			hksi	1	0												<	<	<	<	14	21				
KK93	0,0 - 0,2	3232419	7006199	hm/si	1	0												<	<	<	<	9	25				isoja kiviä, ei voi kaivaa lapiolla syvemmälle
(KK95)	0,2 - 0,5			sasi	1	0												<	<	<	<	16	24				
KK94	0,0 - 0,2	3232484	7006223	ki/hm/(hk)	1	0												<	<	<	<	14	22				kiviä halk 10-50 cm
	0,2 - 0,5			ki/sihk	1	0												<	<	<	<	13	23				
	0,5 -			ki/hksi	1	0												<	13	<	<	16	24				
KK95	0,0 - 0,2	3232419	7006199	hm/hk	1	0												<	<	<	<	*85*	14				isoja kiviä, ei voi kaivaa lapiolla syvemmälle
(KK93)	0,3 -			ki/sihk	1	0												<	<	<	<	16	29				
KK96	0,0 - 0,2	3232389	7006195	hm/hk	1	1												<	<	<	<	14	25				
	0,2 - 0,5			sihk	1	1												<	<	<	<	16	23				
								tulosten lukumäärä [n]	8	8	8	8	8	8	8	8	8	124	124	124	124	124	124	2	0	
								laskennallinen keskiarvo:	*12,0*	0,1	44,8	44,7	#DIV/0!	21,3	403,1	49,9	63,6									
								laskennallinen keskiluku:	*9,3*	0,1	45,9	43,0	#NUM!	19,0	*101,6*	50,5	56,4									
								laskennallinen minimi:	3,4	0,1	21,3	17,8	0,0	8,8	16,7	28,0	40,0									
								laskennallinen maksimi:	*37,4*	0,1	64,6	85,6	0,0	41,0	2 280,0	69,0	126,0									
								keskihajonta:	10,7	#DIV/0!	13,3	24,9	#DIV/0!	11,0	774,9	12,9	27,8									

Taulukossa aistinvaraisten havaintojen luokitukset ovat seuraavat:

Luokka 0 : Ei haitta-aineen hajua
Luokka 1 : Lievä haitta-aineen haju
Luokka 2 : Kohtalainen haitta-aineen haju
Luokka 3 : Voimakas haitta-aineen haju

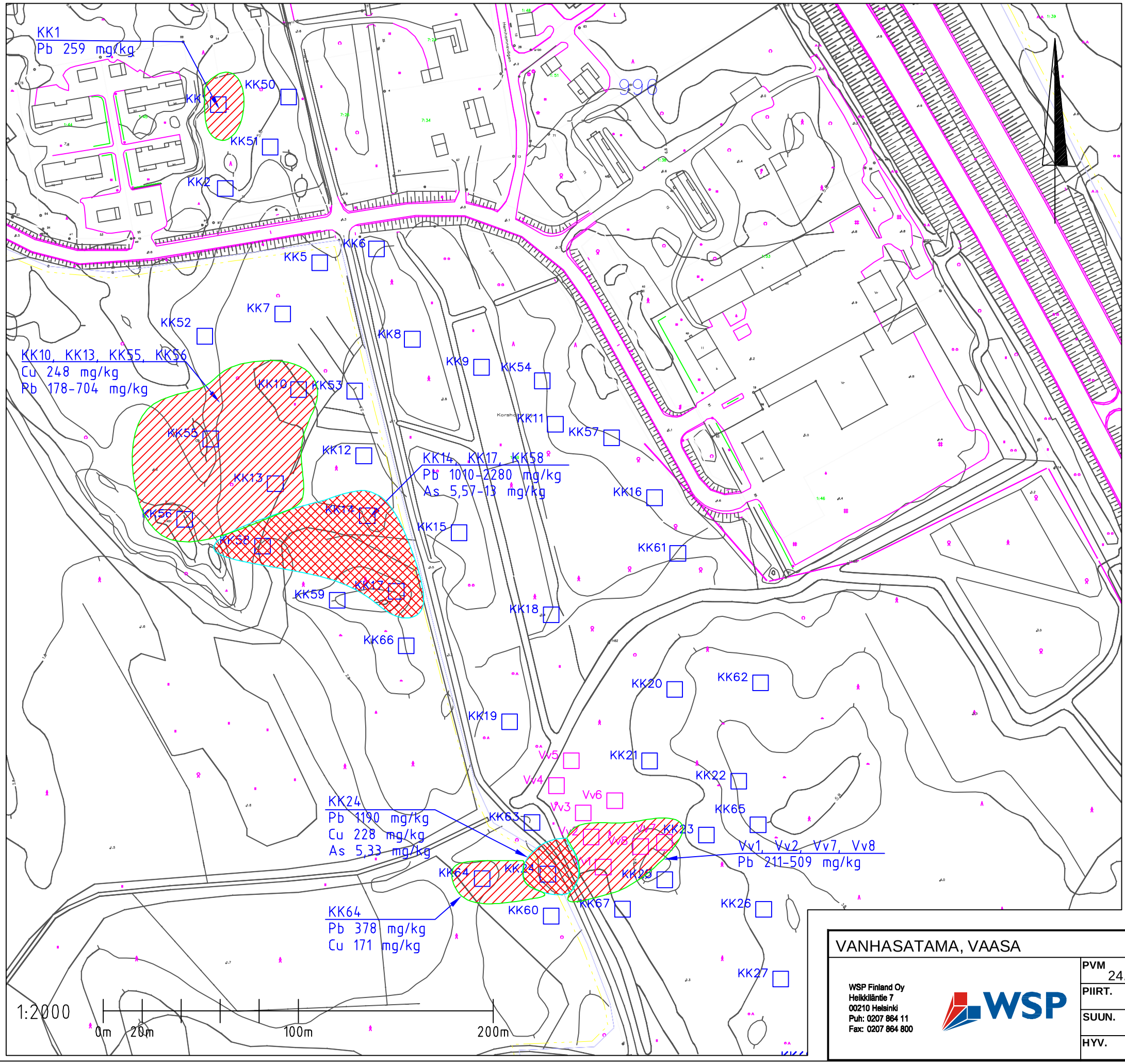
Taulukossa analyysitulosten merkkien selitykset:

xx : analyysitulos ylittää VNa kynnysarvon
xx : analyysitulos ylittää VNa alemman ohjearvon
xx : analyysitulos ylittää VNa ylemmän ohjearvon
< : analyysitulos alle detektiorajan
EEEE : kenttämittarin analyysitulos yli asteikon

Taulukossa käytetyt maalaji- ja rakennusaines lyhenteet:

Sa = Savi, Mr = Moreeni, Bet = Betoni
Si = Siltti, Ki = Kivi, Asf = Asfaltti
hHk = Hieno hiekka, Lo = Louhe, Ti = Tiili
Hk = Hiekka, Hm = Humus
Sr = Sora, Tv = Turve

Huomautukset:
*1 moreenin hienoaineksen luontaisen pitoisuuden mediaani kuningasvesiuutolla määritettynä, paitsi Hg pyrolyyttisesti määritettynä. Kohdekohtaisessa tarkasteluissa tulee ottaa huomioon, että erityisesti savissa luontaiset pitoisuudet voivat olla selvästi suurempia kuin moreenista mitatut pitoisuudet.



Vv5 Tutkimuspiste, ELY 09/2013

KK1 Tutkimuspiste, WSP 08-09/2014

Arvioitu metallipilaantuneisuus, pitoisuudet yli VNa 214/2007 alemman ohjearvon

Arvioitu metallipilaantuneisuus, pitoisuudet yli VNa 214/2007 ylemmän ohjearvon

1:2000 (A3)

VANHASAMATAMA, VAASA

Tutkimuspisteet ja arvioitu pilaantuneisuus 1/3

WSP Finland Oy
Heikkiläntie 7
00210 Helsinki
Puh: 0207 864 11
Fax: 0207 864 800

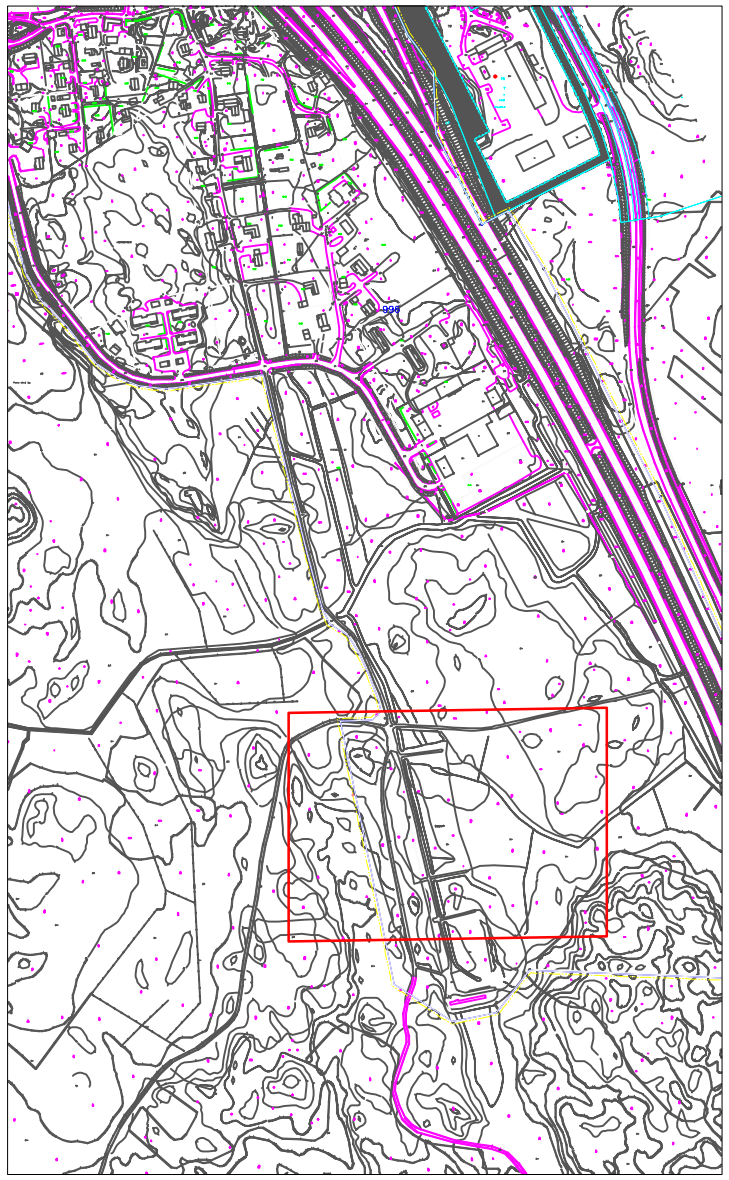
PVM	SUUN. ALA	TYÖ N:O	PIIR. N:O	REV
24.10.2014	YMP	306265	05	00

PIIRT.	SUUN.	HYV.
SPi	SPi	CTa

KK68
Pb 500 mg/kg
As 11 mg/kg

KK1 Tutkimuspiste, WSP 08-09/2014

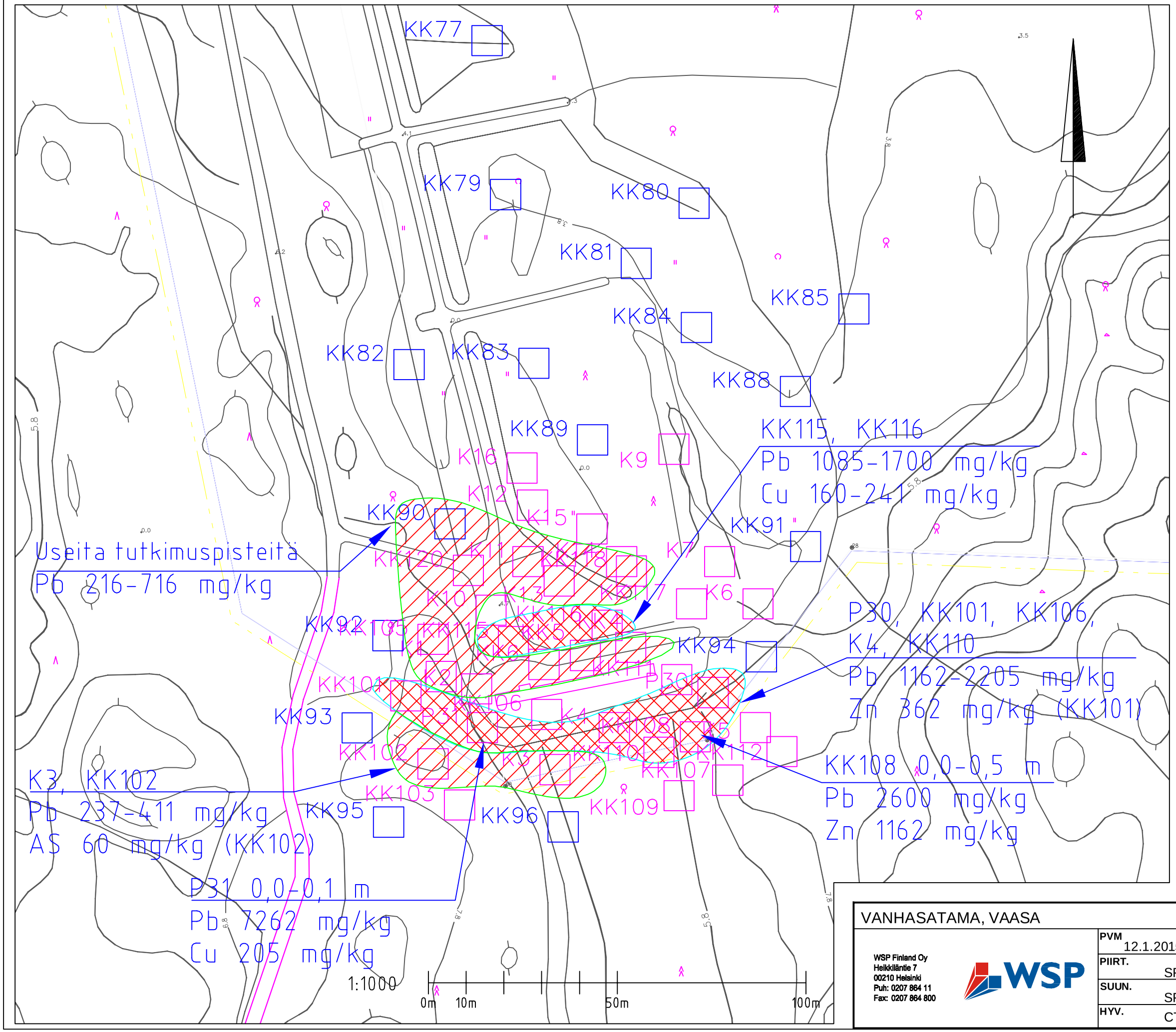
Arvioitu metallipilaantuneisuus, pitoisuudet yli VNa 214/2007 alemman ohjearvon



1:1000 (A3)

1:1000
0m 10m 50m 100m

VANHASATAMA, VAASA			Tutkimuspisteet ja arvioitu pilaantuneisuus 2/3	
WSP Finland Oy Heikkiläntie 7 00210 Helsinki Puh: 0207 864 11 Fax: 0207 864 800	PVM 24.10.2014 PIIRT. SPi SUUN. SPi HYV. CTa	SUUN. ALA	TYÖ N:O	PIIR. N:O	REV
		YMP	306265	06	00



K9 — Tutkimuspiste, Länsi-Suomen Ympäristökeskus 2004

KK109 — Tutkimuspiste, WSP Environmental Oy 2006

KK79 — Tutkimuspiste, WSP 2014

Arvioitu metallipilaantuneisuus, pitoisuudet yli VNa 214/2007 alemman ohjearvon

Arvioitu metallipilaantuneisuus, pitoisuudet yli VNa 214/2007 ylemmän ohjearvon

1:1000 (A3)

VANHASATAMA, VAASA

Tutkimuspisteet ja arvioitu pilaantuneisuus 3/3

WSP Finland Oy
Heikkiläntie 7
00210 Helsinki
Puh: 0207 864 11
Fax: 0207 864 800

PVM	SUUN. ALA	TYÖ N:O	PIIR. N:O	REV
12.1.2015	YMP	306265	07	01

PIIRT. SPi
SUUN. SPi
HYV. CTa