



KAUPUNKISUUNNITTELUVIRASTO

HERNESAAREN OSAYLEISKAAVA-ALUE, HELSINKI

Maaperän haitta-ainetutkimusten yhteenvedo ja alustava riskinarviointi

100-D3422

1.12.2010

SISÄLLYSLUETTELO

1	JOHDANTO	5
2	KOHTEEN KUVAUS	5
2.1	Sijainti ja omistus- ja hallintasuhteet	5
2.2	Rajaukset ja koko	6
2.3	Toimintahistoria	6
2.4	Nykyiset rakennukset, tekniset rakenteet ja päällysteet	8
2.5	Nykyinen ja tuleva käyttö	8
3	MAAPERÄ- JA POHJAVESIOLOSUHTEET	10
3.1	Maa- ja kallioperä	10
3.2	Pohja-, orsi- ja pintavesi	10
4	AIEMMIN TEHDYT MAAPERÄTUTKIMUKSET	10
4.1	Oy Ford Ab, 1994	10
4.2	WSP Environmental Oy, 2004.....	11
4.3	Suomen IP-Tekniikka Oy, 2006	11
4.4	FCG Planeko Oy, 2007.....	11
4.5	FCG Planeko Oy, 2008.....	12
4.5.1	Maaperätutkimukset	12
4.5.2	Huokoskaasu- ja vesinäytteenotto	13
4.5.3	Sedimenttitutkimukset	13
5	VUONNA 2009 TEHDYT LISÄTUTKIMUKSET	13
5.1	Maaperätutkimukset	13
5.1.1	Maanäytteiden analysointi.....	14
5.2	Vesinäytteenotto	14
5.2.1	Vesinäytteiden analysointi	14
6	HAITTA-AINEIDEN ESIINTYMINEN.....	15
6.1	Vertailu kynnys- ja ohjearvoihin	15
6.2	Maaperän haitta-ainepitoisuuksien vertailu kynnys- ja ohjearvoihin osa-alueittain ...	18
6.3	Osa-alue 1	18
6.3.1	Rajaus ja tutkimuspisteiden määrä	18
6.3.2	Öljy -yhdisteet	19
6.3.3	PAH -yhdisteet	19
6.3.4	Raskasmetallit.....	20
6.3.5	Muut haitta-aineet	21
6.4	Osa-alue 2.....	21
6.4.1	Rajaus ja tutkimuspisteiden määrä	21
6.4.2	Öljy -yhdisteet	21
6.4.3	PAH -yhdisteet	22
6.4.4	Raskasmetallit.....	22
6.4.5	Muut haitta-aineet	23
6.5	Osa-alue 3.....	23
6.5.1	Rajaus ja tutkimuspisteiden määrä	23
6.5.2	Öljy -yhdisteet	23
6.5.3	PAH -yhdisteet	24
6.5.4	PCB -yhdisteet	24
6.5.5	Raskasmetallit.....	25
6.5.6	Muut haitta-aineet	25
6.6	Osa-alue 4.....	26

6.6.1	Rajaus ja tutkimuspisteiden määrä	26
6.6.2	Öljy - yhdisteet	26
6.6.3	PAH - yhdisteet	27
6.6.4	PCB - yhdisteet	27
6.6.5	Raskasmetallit.....	27
6.6.6	Muut haitta-aineet	28
6.7	Vesinäytteiden tulokset	28
6.8	Öljyhiilivetyjen fraktiojako	28
6.9	Liukoisuustestit	29
6.10	Alemman ohjearvon ylittäviä pitoisuuksia sisältävän maan määrä.....	30
6.11	Osayleiskaavaaluonnoksen vesialueet.....	31
6.12	Epävarmuustekijät.....	32
7	ALUSTAVA KUSTANNUSARVIO	32
7.1	Haitta-ainepitoisen maan kunnostuskustannukset.....	32
7.2	Alustava kustannusarvio.....	34
8	RISKIEN PERUSARVIOINTI	34
8.1	Kriittisten haitta-aineiden valinta	34
8.2	Kriittisten haitta-aineiden ominaisuudet.....	35
8.2.1	Öljyhiilivedyt.....	35
8.2.2	PAH-yhdisteet	36
8.2.3	Epäorgaaniset haitta-aineet	36
8.3	Käsitteellinen malli	38
8.3.1	Alueen tuleva käyttö ja rakenne	38
8.3.2	Kulkeutuminen	38
8.3.3	Altistuminen.....	38
8.3.4	Ekologiset riskit	39
9	RISKILASKENTA.....	39
9.1	Rajaukset	39
9.2	Laskentaohjelma	39
9.3	Kulkeutuminen	40
9.4	Terveysriski	42
9.4.1	Yleistä altistuslaskennasta	42
9.4.2	Riskilaskenta.....	43
9.5	Epävarmuustarkastelu.....	44
9.6	Muut kunnostustarpeeseen vaikuttavat tekijät.....	45
9.7	Tavoitepitoisuuksien asettaminen	45
9.7.1	Laskenta.....	45
9.7.2	Alustavat tavoitepitoisuudet.....	46
10	LISÄTUTKIMUSTARVE	47
11	YHTEENVETO JA EHDOTUS JATKOTOIMENPITEISTÄ.....	48

LIITTEET

1. Aikaisempien tutkimusten tulokset (WSP Environmental Oy, FCG IP-Tekniikka Oy, FCG Planeko Oy)
2. Lisätutkimuspisteiden koordinaatit, 2009
3. Lisätutkimuspisteiden tutkimustulokset, 2009
4. Fraktiointianalyysien tulokset, 2009
5. Lisätutkimusten laboratorioanalyysilomakkeet, 2009
6. Havaintoputkikortit
7. Vesinäytteiden tulokset sekä laboratorioanalyysilomakkeet, 2009
8. Liukoisuustestien analyysitulokset
9. Riskilaskennan liitteet
10. Riskiperusteiset suurimmat hyväksyttävät pitoisuudet

PIIRUSTUKSET

YMP.D3422_2 A	Epäorgaanisten haitta-aineiden arvioitu laajuus ja osayleiskaavaluonnos
YMP.D3422_2 B	Orgaanisten haitta-aineiden arvioitu laajuus ja osayleiskaavaluonnos
YMP.D3422_3 A	Tutkimuspisteiden haitta-ainepitoisuus 0-1 m, osayleiskaavaluonnos
YMP.D3422_3 B	Tutkimuspisteiden haitta-ainepitoisuus 1-3 m, osayleiskaavaluonnos
YMP.D3422_3 C	Tutkimuspisteiden haitta-ainepitoisuus yli 3 m, osayleiskaavaluonnos
YMP.D3422_4	Epäorgaanisten ja orgaanisten haitta-aineiden laajuus ja osayleiskaavaluonnos
YMP.D3422_5	Maaperän ja merenpohjan sedimenttien haitta-ainetutkimuspisteet ja osayleiskaavaluonnos

KAUPUNKISUUNNITTELUVIRASTO HERNESAARI, HELSINKI

1 JOHDANTO

Kaupunkisuunnitteluvirastossa on käynnissä Hernesaaren osayleiskaavasunnittelu. Osayleiskaavassa nykyinen teollisuus-, varasto- ja osin virkistyskäytössä oleva Hernesaaren alue suunnitellaan muutettavaksi pääosin asumiskäyttöön.

Osayleiskaava kattaa koko Hernesaaren niemen alueen, rajoittuen pohjoisessa Matalasalmenkujaan sekä lännessä, etelässä ja idässä mereen. Alueelle on tehty useita maaperätutkimuksia vuodesta 1994 lähtien.

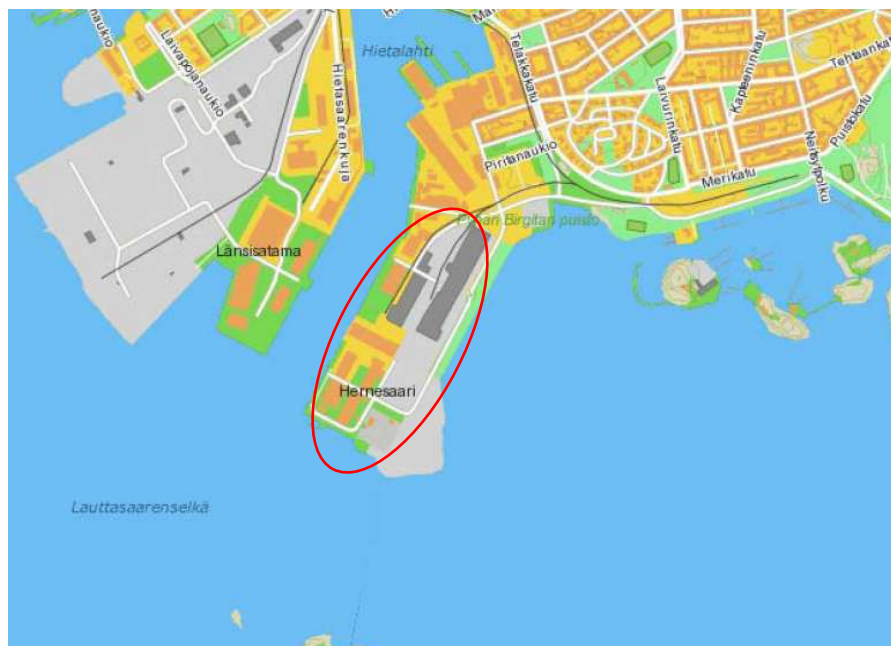
FCG Finnish Consulting Group Oy on tehnyt Helsingin kaupunkisuunnitteluviraston toimeksiannosta Hernesaaren lisätutkimuksia maaperän haitta-ainepitoisuuksien selvittämiseksi heinä-elokuussa 2009. Työtä ohjasi kaupunkisuunnitteluvirastosta Kati Immonen. Projektipäällikkönä toimi FCG:ltä Sari Hämäläinen ja näytteenoton suoritti Henri Kylä-Utsuri. Riskinarvioinnista vastasi Terhi Svanström.

Näytteenotolla tarkennettiin aikaisemmin todettujen haitta-ainepitoisten alueiden rajauksia ja haitta-aineiden esiintymissyvyyyksiä sekä selvitettiin rakennuksien alapuolisen maaperän haitta-aineita. Tutkimustulosten perusteella on tarkasteltu haitta-ainepitoisuuksista aiheutuvia terveys- ja ympäristöriskejä ja alustavasti arvioitu kunnostuskustannuksia osayleiskaavoituksen taustatiedoksi.

2 KOHTEEN KUVAUS

2.1 Sijainti ja omistus- ja hallintasuhteet

Tutkimusalue sijaitsee Helsingissä Hernesaarella. Kuvassa 1 on esitetty Hernesaaren sijainti.



Kuva 1. Hernesaaren sijainti.

Alueen maanomistaja on Helsingin kaupunki. Osa tutkimusalueesta on Helsingin sataman hallinnassa. Tutkimusalueen korttelit ovat 20181, 20235, 20236, 20240, 20241, 20238, 20237, 20242 ja 20243.

Alueella on vuokrasopimuksia useiden eri toimijoiden kanssa, joista merkittävimpin on STX Europe (ent. Aker Finnyards, ent. Kværner, ent. Masa Yards, ent. Wärtsilä). Nykyinen vuokrasopimus on voimassa 31.12.2012 asti käsittäen Laivakadun ja Hernematalankadun väliin jäävät maa-alueet lukuun ottamatta kiinteistöä osoitteessa Henry Fordin katu 6.

Telakka poistuu osittain vuokraamaltaan alueelta Hernesaassa viimeistään 2012 ja purkaa ennen lähtöään suuret hallirakennukset.

2.2 Rajaukset ja koko

Osayleiskaava kattaa koko Hernesaaren niemen alueen, rajoittuen pohjoisessa Matalasalmenkujaan, lännessä, etelässä ja idässä mereen. Tässä tutkimuksessa hiekka- ja louhekaasa-alue suljettiin tutkimusalueen ulkopuolelle.

Tutkimusalueen kokonaispinta-ala on noin 27,5 ha.

Tutkimusalueen rajausta on esitetty kaikissa piirustuksissa osa-alueittain (1-4). Kaikkien näytepisteiden paikat on esitetty liitteinä olevissa piirustuksissa YMP.D3422_2 A (epäorgaaniset) ja YMP.D3422_2 B (orgaaniset).

2.3 Toimintahistoria

Toiminta- ja täyttöhistoria on esitetty raportissa *"Hernesaari, Kvaerner Masa Yards Oy, Helsinki, Helsingin kaupungin kiinteistövirasto, 04/2005, Ympäristö-tekniinen perusselvitys, WSP Environmental Oy, 10.4.2005"*.

Hernesaaren- Munkkisaaren satama- ja teollisuusalue on rakennettu täyttömaiden avulla vaiheittain kahden saaren, Munkkisaaren ja Hernesaaren, ympärille. Hernesaaren aluetta on täytetty erilaisella täyttömateriaalilla 1900-luvun alkupuolelta lähtien. Täyttömaan seassa esiintyy paikoin vähän rakennusjätettä.

Kiinteistön pohjoispuolella toimii Munkkisaaren alueella laivanrakentamista harjoittava STX Europe Oy. Tutkimusalue on ollut 1970-luvulta lähtien eri telakkatoimijoiden käytössä. Tutkimusalueella ei ole enää telakkatoimintaa. Hernesaaren pohjoisosassa on toimistorakennuksia mm. Munkkisaaren yritystalo sekä vanha siilo.

Osoitteessa Henry Fordin katu 6 on toiminut 1940-luvulta 1970-luvulle Oy Ford Ab:n autotalo. Oy Ford Ab sijoitti alueelle kaksi maanalaista öljysäiliötä, joissa on varastoitu polttoöljyä ja bensiini/dieselöljyä. Lisäksi vuosina 1945-46 Oy Ford Ab hallien pohjoispuolella toimi bitumikatteita valmistava yritys. Nykyään Henry Fordin -talossa on useita yrityksiä, joista näkyvimmit ovat markkinointiteknologiaan sekä elokuva- ja videotuotantoon liittyvät yritykset.

Alueen lounaisosassa Munkkisaaren laiturissa toimii risteilijäsatama. Helsingissä vierailee erityisesti kesäaikaan lukuisia risteilijälaivoja päivittäin. Vierailujen määrä on kasvussa. Munkkisaaren laiturissa ankkuroituvat kaikkein suurimmat alukset.

Vuotekno Oy vuokraa Hernesaaren alueella tuotanto- ja varastotiloja sekä avovarastointi-, pysäköinti- ja piha-alueita (asfaltoituja ja aidattuja piha-alueita). Vuokra-alueilla toimii teollisuus- ja palveluyrityksiä mm. autokatsastuskonttori sekä useita venekauppaan että veneiden huoltoon ja talvisäilytyk-

seen erikoistuneita yrityksiä. Alueella järjestetään myös isojen veneiden ja autojen myyntinäyttelyitä. Osa tiloista on varsin uusia mm. 1990-luvulla rakennettuja.



Kuva 2. Hallien 76, 79, 80, 81 ja 82 sijainti.

Yllä olevassa kuvassa 2 näkyy hallien sijainti tutkimusalueen pohjoisosassa.

Rakennus 76: Teräs-/betonirakenteinen halli on valmistunut v. 1972

Rakennus 81: Teräs/betoni-rakenteinen halli valmistunut v 1985

Rakennus 79: Teräs-/betonirakenteinen halli on valmistunut v. 1980

Oy CL Båt Center Ab on harjoittanut pitkään veneiden telakointia, huoltoja, korjauksia, uusien ja käytettyjen veneiden myyntiä Hernesaaren hallissa R76. He tekevät veneiden vahauksia, pinta- ja lasikuitukorjauksia, pohjankunnostustöitä sekä pohjanmyrkkymaalauksia.

A.K. CRAFTech Oy toimintaan kuuluu veneiden talvisäilytys, laaja edustus veneiden maahantuonnissa ja palveluissa. Vator Oy:llä on myös venetelakka toimintaa Hernesaassa. Vator Oy harjoittaa myös moottoriveneiden myyntiä ja niiden varustelutoimintaa hallissa R81.

Rakennuksessa 88 on kylmää varastotilaa ja rakennuksessa 89 toimii mm. autokatsastusasema. Rakennus 83:ssa on myös toimistohuoneita ja neuvotteluhuoneita. South Marinen telakalla on tilat veneiden käsittelyyn/entisöinti, varusteluun, muutostöihin, huoltoon ja säilytykseen.



Kuva 3. Rakennus 83: Teräs/betoni-rakennus on valmistunut v. 1985

Hernesaaren eteläosassa sijaitsee Jouko Lindgren Oy:n toimistotilat, venehallit ja pienvenekorjaamo. Toimistotilarakennuksessa harjoitetaan pienimuotoista korjaamo- ja huoltotoimintaa (kaksi erillistä huoltomonttua). Pääasiassa hallit toimivat pienveneiden säilytyspaikkana. Rakennuksen ulkopuolella sijaitsee ongelmajätepiste ja sisäpuolella palavien aineiden varastotila (mm. maalaja). Pienvenekorjaamon alueella on muutaman vuoden vanhoja venehalleja.

Hallit on rakennettu asfaltin päälle. Pienvenekorjaamon alueella harjoitetaan korjaamotoimintaa, joissa käsitellään epokseja, polyesterihartseja ja veneiden pohjamaaleja. Alueella on harjoitettu laivojen sekä pienveneiden korjaus ja maalaustoimintaa. Veneiden säilytysalueella on asfalttipinta. Alueella on aiemmin toiminut Finnsteve.

Hernesaaren eteläpäässä sijaitsevat jäähalli ja helikopterikenttä. Helikopterikentän eteläosassa sijaitsee pieni maanpäällinen öljysäiliö (noin 10 m³). Terminaalin ja kopterihallin välissä sijaitsee helikopterien tankkauspiste (arviolta 20-40 m³). Molempien säiliöiden valumalaatan alapuolelta on yhteys öljynerotuskaivoon. Kiinteistön itäosassa sijaitsi Tallinnan helikopteriliikenteen aikana säiliöauton perävaunu helikopterien tankkausta varten.

2.4 Nykyiset rakennukset, tekniset rakenteet ja päällysteet

Aluetta peittävät tällä hetkellä joko asfaltoidut satamatiet, piha- ja paikoitusalueet ja varastokentät tai varasto- tai huoltoon tarvittavat rakennukset tai toimistotilat.

Alueella on runsaasti putkijohtoja ja kaapeleita. Alueella on kunnallistekniikka. Alueen pääviemäri sijaitsee Matalasalmenkujalla ja Laivakadun itäosalla. Niemen keskellä, teollisuustonttien välissä, sijaitsevat lounas-koillinen -suuntaiset viemärit, vesijohdot ja kaukolämpöjohdot.

Nykyiset rakennukset on esitetty piirustuksissa YMP.D3422_2 A-B ja 3 A-C.

2.5 Nykyinen ja tuleva käyttö

Yleiskaava 2002:ssa Hernesaari on määritetty merkinnällä: Työpaikka-alue, teollisuus/toimisto/satama. Kaakon puoleinen ranta ja kapea suikale lounaispäässä on merkitty kaupunkipuistoksi. Eteläkärjessä on ulostyöntyvällä niemikkeellä pieni alue varattu hallinnon ja julkisten palvelujen alueeksi.

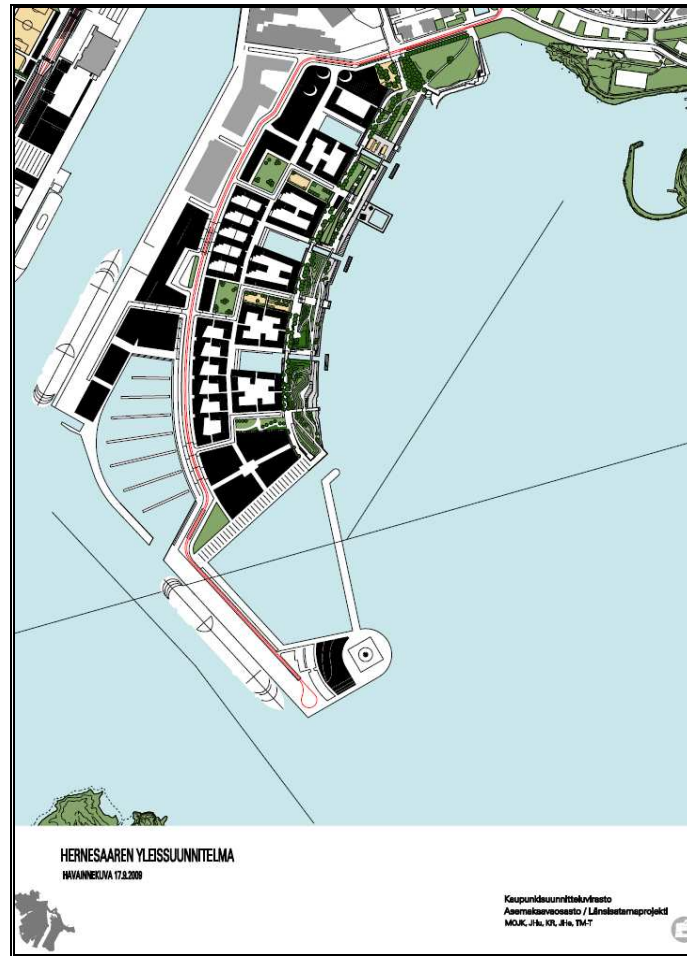
Osayleiskaavoituksen yhteydessä nykyinen teollisuus-, varasto- ja osin virkistyskäytössäkin oleva Hernesaaren alue suunnitellaan muutettavaksi pääosin asumiskäyttöön. Tulevassa osayleiskaavassa Hernesaari tullaan varaamaan pääasiassa asumiselle, turismiin liittyville palveluille, helikopterikentälle, venesatamatoiminnoille sekä risteilijälaivojen satamakäyttöön.

Alueen viihtyisyyttä lisätään vesiaiheilla, aukioilla, puistoilla ja katutiloilla. Rannat ovat pääosin yleisessä käytössä. Hernesaaren itärantaan rakennetaan puisto, jonka pinta-ala on noin 5 ha. Kilpapurjehdukselle ja veneilylle taataan alueella mahdollisimman hyvät olosuhteet myös jatkossa.

Hernesaarella poikkeusluvoin toimiva helikopterikenttä on tarkoitus sijoittaa kauempana asutuksesta risteilijälaivoille varten rakennettavalle nimekkeelle. Joukkoliikenne on tarkoitus hoitaa raitiovaunuilla.

Suojelukohteiksi on merkitty Henry Fordin kadulla sijaitsevat Fordin tehdasto- sekä viljasiilorakennus. Matalasalmenkujan eteläpuolella sijaitsevat käytöstä poistuneet siilot säilytetään luontevalla uusiokäytöllä. Ilman suojelumerkintää jää Helsingin käsityö- ja teollisuusyhdistyksen talo, jota ei ole kuitenkaan tarkoitus purkaa.

Seuraavalla sivulla kuvissa 4 ja 5 on esitetty suunnitelmatilanne, johon perustuen vuoden 2009 lisätutkimukset tehtiin.



Kuva 4. Yleissuunnitelma Hernesaaresta.



Kuva 5. Hernesaaren osayleiskaava-alueen viistoilmakuva idästä.

3 MAAPERÄ- JA POHJAVESIOLOSUHTEET

3.1 Maa- ja kallioperä

Tutkimusalueella maanpinta vaihtelee tasovälillä +0,9...+2,8 m. Pintamaa on pääosin hiekkaa ja kiveä. Täyttömaakerroksen alla on louhetäyttöä tai kallio. Kairauspistetietojen perusteella kallionpinta vaihtelee alueella 3,4...21,5 m syvyydellä maanpinnasta. Hernesaaren eteläosassa on myös kalliopaljastuma pienvenerkorjaamon ja jäähallin välisellä alueella.

Alueella on aiemmin sijainnut saari nimeltään Hernesaari sekä matalikko nimeltään Hernematalankari. Osayleiskaava-alueen maaperä on pääosaltaan mereen tehtyä täyttöä. Kallioinen vanha Hernesaari on tasattu. Alueen vanhat täytöt on tehty vaiheittain siten, että vanhimmat täytöt on tehty 1930-luvulla ja uusimmat täytöt 1990-luvulla. Vuoden 1989 geoteknisessä kartassa tutkimusalueen maaperä on ollut noin ± 0 tasolla.

Näytteenoton yhteydessä on havaittu jätettä mm. puuta, tiiltä, vaneria ja/tai metalliromua. Alueella ei ole ollut yhdyskuntajätteen kaatopaikkaa.

Vuoden 2008 lisätutkimuksissa alueelle 1 tehdyissä koekuopissa todettiin hiekkaa, soraa, puuta, metallia, humusta, silttiä ja savea. Pintamaa oli mursketta. Alueen 2 ja 3 koekuopissa todettiin mursketta, tiiltä, betonia, hiekkaa sekä louhetta. Alueen 4 koekuopissa havaittiin täyttömaan seassa tiiltä, betonia, asfalttia ja metallia sekä puuta.

3.2 Pohja-, orsi- ja pintavesi

Aikaisemmin tehdyn ympäristötekni- sen perusselvityksen ("*Hernesaari, Kvaerner Masa Yards Oy, Helsinki, Helsingin kaupungin kiinteistövirasto, 04/2005, Ympäristötekni- nen perusselvitys, WSP Environmental Oy, 10.4.2005*") mukaan orsi-/pohjaveden pinta alueella noudattelee meriveden pinnan tasoa ol- len noin 2,0...4,0 m syvyydellä maanpinnasta.

Vuosien 2008 ja 2009 maaperätutkimuspisteissä havaittiin vettä noin 2,0...5,0 m syvyydellä maanpinnasta. Väliaikaisina pohjavesiputkina käyte- tyissä huokoskaasuputkissa vedenpinta oli tasolla 0...-0,26 m mpy. Alue ra- jautuu merialueeseen.

Alue ei sijaitse luokitellulla pohjavesialueella. Lähin pohjavesialue (Santaha- mina, I lk, 0109103) sijaitsee noin 6 km päässä Hernesaaresta itään.

4 AIEMMIN TEHDYT MAAPERÄTUTKIMUKSET

4.1 Oy Ford Ab, 1994

Oy Ford Ab on tehnyt toimitilojen alueelle ympäristötekni- sen perusselvityksen vuonna 1994. Tulokset on esitetty raportissa "*Initial soil investigation, phase II environmental audit, ERM, Germany, Oy Ford Ab, 1994*". Kohteen lähiym- päristöön tehtiin tällöin 11 porakonekairauspistettä (SB1-SB11-pisteet, piirus- tukset YMP.D3422_2 A-B). Tutkimukset on kohdistettu riskitoimintojen lähei- syyteen sekä bitumikatteita valmistaneen yrityksen alueelle (3 tutkimuspiste- tä).

Maaperänäytteistä analysoitiin laboratoriossa mineraaliöljy- (12 kpl) ja fenoli- pitoisuus (5 kpl) sekä PAH- (5 kpl) ja BTEX-yhdisteiden (4 kpl) pitoisuus. Alu- eella todettiin öljyhiilivedyillä ja fenolilla pilaantunutta maata.

4.2 WSP Environmental Oy, 2004

Vuonna 2004 WSP Environmental Oy on tehnyt telakka-alueella maaperätutkimuksia ("*Hernesaari, Kvaerner Masa Yards Oy, Helsinki, Helsingin kaupungin kiinteistövirasto, 04/2005, Ympäristötekkinen perusselvitys, WSP Environmental Oy, 10.4.2005*"). Tutkimusalueelle (noin 17,2 ha) tehtiin tällöin 50 porakonekairapistettä (P1-P50, piirustukset YMP.D3422_2 A-B).

Näytteitä otettiin yhteensä 189 kpl. Näytteenotto ulottui keskimäärin 4 metriin ja syvimmillään 7 metriin. Näytteistä (30 kpl) analysoitiin öljyhiilivetyttöisyys (PetroFLAG-kenttäanalyysi) ja kaikista näytteistä raskasmetallipitoisuus XRF-kenttäanalysointilaitteella. Laboratoriossa näytteistä analysoitiin mineraaliöljypitoisuus (24 kpl), PAH (17 kpl) ja raskasmetallit As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Sn, V ja Zn (22 kpl). Mittaus- ja analyysitulokset on esitetty tulostaulukossa liitteessä 1.

Tutkimusten perusteella alueella todettiin raskasmetalleilla ja öljyhiilivedyillä pilaantunutta maata. Täyttömaakerroksen paksuus vaihteli noin 1...7 metriin ja koostui lähinnä hiekasta ja kivistä. Paikoin seassa esiintyi puuta, vaneria, metallia ja tiilen muruja.

4.3 Suomen IP-Tekniikka Oy, 2006

Vuonna 2006 Suomen IP-Tekniikka Oy (nyk. FCG Finnish Consulting Group Oy) teki CapMan Real Estate Oy:n toimeksiannosta maaperän haitta-ainetutkimuksia osoitteessa Henry Fordin katu 6 (*CapMan Real Estate Oy, Henry Fordin katu 6, Maaperän haitta-ainetutkimukset, Suomen IP-Tekniikka Oy, 21.6.2006*). Tehdyissä tutkimuksissa kohdealueelle tehtiin yhteensä 13 porakonekairauspistettä (P100-P108 rakennuksen ulkopuolella ja S109-S112 rakennuksen sisäpuolella, piirustukset YMP.D3422_2 A-B).

Näytteitä otettiin yhteensä 27 kpl. Näytteenotto ulottui syvimmillään 5 m ja rakennuksen sisäpuolisissa tutkimuspisteissä 2 metriin. Kaikki näytteet mitattiin XRF-kenttäanalysointilaitteella, joista viidelle tehtiin raskasmetallianalyysi (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb ja Zn) laboratoriossa. Osasta näytteitä (12 kpl) analysoitiin öljyhiilivetyttöisyys PetroFLAG-kenttäanalyysillä, joista viidelle tehtiin öljyhiilivetyttöisyys (C₆-C₄₀) laboratoriossa. Kolmesta näytteestä analysoitiin myös klooratut VOC-yhdisteet. Laboratorioanalyysit on analysoitu Lantmännen Analycen Oy:n laboratoriossa Tampereella. Mittaus- ja analyysitulokset on esitetty tulostaulukossa liitteessä 1.

Alueella havaittiin täyttömaan lisäksi tiiltä, betonia ja metallia. Tutkimusten perusteella alueella todettiin raskasmetalleilla ja öljyhiilivedyillä pilaantunutta maata. Tutkimuspisteessä P39/3,0-4,0 m on todettu kynnysarvon ylittävä PAH-pitoisuus 23 mg/kg, jolloin vastaavaa maata voi esiintyä myös tutkimuspisteessä P103/3,0-5,0 m. VOC-pitoisuudet (CI-VOC) olivat hyvin alhaisia.

4.4 FCG Planeko Oy, 2007

Vuonna 2007 FCG Planeko Oy (nyk. FCG Finnish Consulting Group Oy) ("*Kaupunkisuunnitteluvirasto, Hernesaaren osayleiskaava-alue, Helsinki, Maaperän haitta-aineiden tutkimusraportti, lisätutkimukset ja yhteenveto aiemmista tutkimuksista, FCG Planeko Oy, 5.5.2008*") teki alueelle 10.-17.9.2007 välisenä aikana keskiraskaalla vaunuporakoneella yhteensä 40 lisätutkimuspistettä (P200-P239, piirustukset YMP.D3422_2 A-B). Näytteenotto ulotettiin keskimäärin noin 5 m syvyydelle maanpinnasta, syvimmillään noin 8 metriin.

Munkkisaaren laiturin edustalla olevassa sedimentissä on Helsingin Sataman teettämässä tutkimuksissa todettu tributyyliä (TBT). Alueen maaperästä ei

ole aiemmin tutkittu TBT:tä. Tämän vuoksi Munkkisaaren laiturin reuna-alueelle sijoittuvien tutkimuspisteiden pintamaanäytteistä (koonti 1 ja koonti 2, 0-1,0 m) määritettiin TBT-pitoisuudet.

Hernesaaren alueella ei havaittu merkkejä selkeästä rakennusjätetäytöstä tai yhdyskuntajätteestä. Täyttömaan seassa havaittiin jonkun verran tiiltä, puun kappaleita ja louhetäyttöä.

Näytteitä otettiin yhteensä 165 kpl. Kaikki näytteet mitattiin XRF-kenttäanalyysointilaitteella (As, Cr, Cu, Ni, Pb ja Zn). Lisäksi kahdesta koomanäytteestä tributyylitinapitoisuudet analysoitiin SGS Inspection Services Oy:n laboratoriossa Haminassa. Novalab Oy:n laboratoriossa analysoitiin raskasmetallit (As, Ba, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, V ja Zn) 20 kpl, öljyhiilivedyt (C₁₀-C₄₀) 40 kpl, hiilivedyt (C₄-C₁₀, BTEX) 20 kpl, PAH-yhdisteet 20 kpl ja PCB-yhdisteet 10 kpl. Mittaus- ja analyysitulokset on esitetty tulostaulukossa liitteessä 1.

4.5 FCG Planeko Oy, 2008

4.5.1 Maaperätutkimukset

FCG Planeko Oy (nyk. FCG Finnish Consulting Group Oy) teki alueelle 29.8.-5.9.2007 yhteensä 38 tutkimuspistettä. Tulokset on esitetty raportissa "*Kaupunkisuunnitteluvirasto, Hernesaaren osayleiskaava-alue, Helsinki, Maaperän haitta-aineiden tutkimusraportti, lisätutkimukset ja yhteenveto aiemmista tutkimuksista, 30127-D1702, FCG Planeko Oy, 27.1.2009*".

Alueelle tehtiin keskiraskaalla vaunuporakoneella yhteensä 30 lisätutkimuspistettä (P301-P305, P309-P312, P314, P316, P318-P320, P322-P324, P326-328, P331-P322, P334-P335 ja P337). Alueelle tehtiin myös rakennusten sisäpuolisia tutkimuspisteitä yhteensä 9 kpl (P311, P312, HP313, P314, P316, P318, P324, P331 ja HP333).

Lisäksi tutkimuspisteisiin HP313, HP321, HP325, HP329 ja HP333 asennettiin näytteenoton jälkeen huokoskaasuputket. Näytteenotto ulotettiin keskimäärin noin 5 m syvyydelle maanpinnasta, syvimmillään noin 6 metriin.

Kaivinkoneella tehdyt tutkimuspisteet (8 kpl) olivat KK306, KK307, KK308, KK315, KK317, KK330, KK336 ja KK338. Näytteenottosyvyys vaihteli 0,6...3,0 metriin. Koekuoppien perusteella maaperässä oli havaittavissa täyttömaata, jossa oli seassa tiilen palasia, metallin ja betonin kappaleita, puuta sekä asfalttia. Tutkimuspisteessä KK317 ja KK330 todettiin louhetta 0,6...0,7 m syvyydellä. Hernesaaren alueella ei ole havaittu merkkejä selkeästä rakennusjätetäytöstä tai yhdyskuntajätteestä.

Näytteitä otettiin yhteensä 140 kpl. Kaikki näytteet mitattiin INNOV-X -kenttäanalyysointilaitteella (As, Cr, Cu, Ni, Pb ja Zn). Aistinvaraisten havaintojen perusteella maanäytteille tehtiin PetroFLAG-kenttäanalyysyjä yhteensä 40 kpl. Laboratorioanalyysit suoritettiin Novalab Oy:n Karkkilan laboratoriossa.

Laboratoriossa analysoitiin raskasmetallit (As, Ba, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, V ja Zn) 20 kpl, öljyhiilivedyt (C₄-C₃₉) 40 kpl, Cl-VOC-yhdisteet 20 kpl, PAH-yhdisteet 15 kpl ja PCB-yhdisteet 15 kpl. Mittaus- ja analyysitulokset on esitetty tulostaulukossa liitteessä 1.

4.5.2 Huokoskaasu- ja vesinäytteenotto

Hernesaaren alueelle asennettiin huokoskaasu- ja pohjavesinäytteenottoa varten 5 havaintoputkea (HP313, HP321, HP325, HP329 ja HP333). Havaintoputket ovat halkaisijaltaan 32 mm teräsputkia ja ulottuvat keskimäärin 4 metrin syvyyteen maanpinnasta.

Vesinäytteenotot suoritettiin havaintoputkista HP313 ja HP329 18.9.2008 ja 12.11.2008. Havaintoputkissa olevan veden määrä oli vähäinen. Pohjaveden taso vaihteli havaintoputkissa +1,29...+0,06 välillä (2008).

Huokoskaasunäytteet otettiin 19.9.2008 kaikista havaintoputkista ennen vesinäytteenottoa. Näytteet otettiin ilmapumpun (näytteenottoaika 30-47 min) avulla huokoskaasuputkiin ja ilmamäärät vaihtelivat 16,50...25,85 dm³ välillä.

Vesinäytteistä HP313 ja HP329 analysoitiin öljyhiilivedyt (C₁₀-C₄₀) sekä klooratut VOC-yhdisteet Novalab Oy:n laboratoriossa. Klooratut VOC-yhdisteet analysoitiin 12.11.2008 otetuista vesinäytteistä. Huokoskaasuputkinäytteistä (HP313, HP321, HP325, HP329 ja HP333) analysoitiin haihtuvat orgaaniset yhdisteet (TVOC) Työterveyslaitoksella Tampereella.

4.5.3 Sedimenttitutkimukset

FCG Finnish Consulting Group Oy teki Hernesaaren ranta-alueella sedimenttitutkimuksia syksyllä 2008 yhteensä 25 tutkimuspistettä (S1-S25). Tulokset on esitetty raportissa *"Helsingin kaupunki, Kaupunkisuunnitteluvirasto, Hernesaaren osayleiskaava-alueen sedimenttitutkimukset, tutkimusraportti, 30127-D1703, FCG Finnish Consulting Group Oy, 9.4.2010"*.

Tehtyjen maaperä- ja sedimenttitutkimusten haitta-ainepisteet on esitetty piirustuksessa YMP.D3422_5, jonka taustalla on Hernesaaren osayleiskaavan luonnos.

5 VUONNA 2009 TEHDYT LISÄTUTKIMUKSET

5.1 Maaperätutkimukset

FCG Finnish Consulting Group Oy teki alueelle lisätutkimuksina 15.7-7.8.2009 välisenä aikana yhteensä 40 tutkimuspistettä (FCG1-FCG40) keskiraskaalla vaunuporakoneella. Tutkimuspisteistä 17 kpl sijoittui rakennusten sisälle (FCG3-FCG5, FCG8, FCG11, FCG14, FCG15, FCG17-FCG19, FCG22-FCG25, FCG33-FCG35).

Sisätiloihin sijoitetuilla lisätutkimuspisteillä kartoitettiin alueella sijaitsevien rakennuksien alapuolista maaperää. Joitakin tutkimuspisteitä sijoitettiin alueellisesti kuvaamaan öljyhiilivetyjen leviämistä maaperässä. Neljä tutkimuspistettä sijoitettiin niin, että maanäytteiden liukoisuustesteillä arvioidaan alueellisesti raskasmetallien kulkeutumista maaperässä.

Tutkimuspisteiden sijoittamisessa rakennuksen sisätiloissa tuli ottaa huomioon esim. hallissa 81 alueella liikkuvien työkoneiden ajoreitit sekä poraamisesta aiheutuvan pölyn vaikutus pakattaviin tuotteisiin (ABB Oy) ja huolettaviin veneisiin sekä veneiden siirrettävyys turvaetäisyydelle tutkimuksen ajaksi (halli 76 ja Lingren Oy). Myös alueella olevat kaapelit, kaukolämpö-, vesi- ja viemärrilinjat sekä em. seikat vaikuttivat tutkimuspisteiden sijoitteluun.

Näytteet otettiin jatkuvina näytteinä maalajikerroksittain siten, että ne edustavat enintään 1 m kerrospaksuutta. Näytteenotto ulotettiin keskimäärin noin

5,0 m syvyydelle maanpinnasta. Näytteenoton jälkeen porauspisteet ennallistettiin siten, ettei niistä ole haittaa alueen nykyiselle käytölle.

Näytepisteiden sijainnit on esitetty piirustuksissa YMP.D3422_2 A-B. Porauspisteet mitattiin takymetrisesti ja työssä käytettiin Helsingin kaupungin korkeus- ja koordinaattijärjestelmää (xyz). Näytepisteiden koordinaatit on esitetty liitteessä 2.

5.1.1 Maanäytteiden analysointi

Näytteitä otettiin yhteensä 152 kpl. Näytteet otettiin tiiviisti suljettaviin, hiilivetyjä läpäisemättömiin Rilsan-pusseihin. Näytteenoton yhteydessä näytteet tutkittiin aistinvaraisesti ja niistä kirjattiin ylös maalaji, mahdollinen jätesisältö, haju, väri, kosteus sekä muut havainnot. Kaikki näytteet mitattiin INNOV-X -kenttäanalyysointilaitteella (As, Cr, Cu, Ni, Pb ja Zn). Aistinvaraisten havaintojen perusteella maanäytteille tehtiin PetroFLAG-kenttäanalyysi yhteensä 21 kpl. Mittaustulosten perusteella valitut näytteet toimitettiin Novalab Oy:n Karkkilan laboratorioon analysoitaviksi.

Kymmenelle (10 kpl) maanäytteelle tehtiin TerrAttest-analyysi, jossa määritetään yli 200 yhdisteen pitoisuudet Eurofins Oy:n laboratoriossa Tampereella.

Laboratoriossa analysoitiin raskasmetallit (As, Ba, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, V ja Zn) 29 kpl, öljyhiilivedyt (C₄-C₁₀) 29 kpl, öljyhiilivedyt (C₁₀-C₃₉) 40, PAH-yhdisteet 22 kpl, PCB-yhdisteet 21 kpl ja 4 kpl syanidia.

Kolmelle (3) maanäytteelle tehtiin 2-vaiheinen liukoisuustesti (SFS-EN 12457-3) ja yhdestä 1-vaiheinen liukoisuustesti (SFS-EN 12457-2) SGS Inspection Services Oy:n laboratoriossa Haminassa. Lisäksi viidestä (5) maanäytteestä määritettiin öljyhiilivetyjen fraktiointi ja raekokojakauma (Novalab Oy).

Näytteet säilytettiin kylmässä ja valolta suojattuna sekä toimitettiin laboratorioihin kylmälaukuissa. Mittaus- ja analyysitulokset on esitetty tulostaulukossa liitteessä 3. Fraktiointianalyysien tulokset on esitetty liitteessä 4. Maanäytteiden laboratorion analyysituloslomakkeet epävarmuusarvioineen ovat liitteessä 5.

5.2 Vesinäytteenotto

Hernesaaren alueelle on asennettu pohjavesinäytteenottoa varten 5 havaintoputkea (HP313, HP321, HP325, HP329 ja HP333). Havaintoputket ovat halkaisijaltaan 32 mm teräsputkia ja ulottuvat keskimäärin 4 metrin syvyyteen maanpinnasta. Ne sijoitettiin mahdollisimman tasaisesti lähelle alueita, joissa esiintyy ongelmajätearvon ylittäviä haitta-ainepitoisuuksia.

Vesinäytteenotot suoritettiin havaintoputkista HP313, HP329 ja HP333 27.7.2009. Havaintoputkien HP321 ja HP325 näytteenotto suoritettiin 28.7.2009. Ennen vesinäytteenottoa havaintoputkista mitattiin vedenpinnat, putket tyhjennettiin ja vesinäytteet otettiin vedenpinnan palautumisen jälkeen. Pohjaveden taso vaihteli havaintoputkissa 0...-0,26 mpy välillä. Liitteessä 6 on esitetty havaintoputkikortit.

5.2.1 Vesinäytteiden analysointi

Vesinäytteistä HP321, HP329 ja HP333 analysoitiin öljyhiilivedyt (C₁₀-C₃₉) ja vesinäytteestä HP313 öljyhiilivedyt (C₅-C₄₀), MTBE- ja BTEX -yhdisteet. Vesinäytteistä HP313, HP321, HP329 ja HP333 analysoitiin raskasmetallit (As, Hg, Cd, Co, Cr, Cu, Pb, Ni, Sb, Zn ja V) Novalab Oy:n laboratoriossa. FCG Finnish

Consulting Group Oy:n ympäristölaboratoriossa määritettiin pH vesinäytteistä HP313, HP321, HP329 ja HP333.

Vesinäytteelle HP325 tehtiin TerrAttest-analyysi, jossa määritettiin yli 200 yhdisteen pitoisuudet Eurofins Oy:n laboratoriossa Tampereella. Vesinäytteestä tutkittiin mm. sähkönjohtavuus, pH, PAH- ja öljyhiilivety-yhdisteet.

Vesinäytteiden yhteenvetotaulukko ja laboratorion analyysituloslomakkeet on esitetty liitteessä 7. Laboratorion analyysilomakkeessa on lueteltu TerrAttest-analyysin yhdisteet.

6 HAITTA-AINEIDEN ESIINTYMINEN

6.1 Vertailu kynnys- ja ohjearvoihin

Valtioneuvoston asetuksessa pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnista eli ns. PIMA-asetuksessa (Vna 214/2007) annetaan haitta-aineille kolme arvoa: kynnysarvo, alempi ohjearvo ja ylempi ohjearvo.

Maaperän katsotaan olevan pilaantumaton kun sen haitta-ainepitoisuudet alittavat **kynnysarvon**. Kun yhden tai useamman haitta-aineen kynnysarvo ylittyy, maaperän pilaantuneisuus ja kunnostustarve on arvioitava.

Maaperää pidetään lähtökohtaisesti teollisuus-, liikenne-, varasto- tai muulla vastaavalla alueella pilaantuneena, jos yhden tai useamman haitta-aineen pitoisuus ylittää **ylemmän ohjearvon**. Muilla alueilla (esim. asuinalueella) maaperää pidetään yleensä pilaantuneena, jos yhden tai useamman haitta-aineen pitoisuus ylittää **alemman ohjearvon**.

Maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnin on kuitenkin aina perustuttava riskinarvioon. Tässä raportissa vertaillaan haitta-ainepitoisuuksia PIMA-asetuksen ohjearvoihin.

Mikäli maaperän haitta-ainepitoisuus ylittää taulukossa 1 esitetyt **ongelmajätteen raja-arvot**, kaivettua maa-ainesta pidetään ongelmajätteenä (*liite 14/1 sekä Jätteen luokittelu ongelmajätteeksi – arvioinnin perusteet ja menetelmät, Ympäristöopas, Helena Dahlbo, 2002, liite 9*).

Taulukossa 1 esitetyt ongelmajätearvot ovat suuntaa-antavia. Taulukoissa 1 ja 2 on huomioitu koko Hernesaaren alueen tutkimustulokset.

Taulukko 1. Kohteessa todettujen epäorgaanisten haitta-aineiden maksimi-, mediaani- ja keskiarvopitoisuudet sekä PIMA-asetuksen kynnys- ja ohjearvot (mg/kg)

Haitta-aine Epäorgaaniset	n	Max	Ka	Med	Kynnys- arvo	Alempi OA	Ylempi OA	Ongelma- jätteen raja- arvo
Arseeni (As)	93	88	<u>9,3</u>	<u>5,9</u>	5	50	100	10000
Antimon (Sb)	32	80	<u>10,1</u>	<u>3</u>	2	10	50	2500
Barium (Ba)	54	900	161,1	96,8		600	600	
Kadmium (Cd)	93	<u>6</u>	0,8	0,5	<u>1</u>	10	20	
Kromi (Cr)	93	<u>200</u>	26,1	17	<u>100</u>	200	300	1000
Kupari (Cu)	93	53000	923,4	45	<u>100</u>	150	200	2500
Elohopea (Hg)	93	77	<u>1,4</u>	0,2	<u>0,5</u>	2	5	
Nikkeli (Ni)	93	140	17,7	10	<u>50</u>	100	150	10000
Lyijy (Pb)	93	9300	393,6	<u>64</u>	<u>60</u>	200	750	2500
Vanadiini (V)	93	190	28,1	18	<u>100</u>	150	250	
Sinkki (Zn)	93	4100	568,3	260	<u>200</u>	250	400	2500

Arseenia, kadmiumia, kromia, nikkeliä ja vanadiinia on todettu alemman ja ylempään ohjearvon välisinä pitoisuuksina. Bariumin pitoisuus ylitti yhdessä tutkimuspisteessä ennen PIMA-asetusta käytössä olleen SAMASE-raja-arvon. Elohopealla todettiin yksi erittäin korkea, ylempään ohjearvon ylittävä pitoisuus (77 mg/kg); muut pitoisuudet olivat kuitenkin alle alemman ohjearvotason. Selvästi kohonneina pitoisuuksina todettiin kuparia, lyijyä ja sinkkiä. Kuparin ja sinkin keskiarvopitoisuudet ylittivät ylempään ohjearvotason ja lyijyn keskiarvopitoisuus alemman ohjearvotason. Sinkkiä näyttäisi tulosten perusteella esiintyvän laajimmin alueen maaperässä kuin muita metalleja.

Sinkkiä ja lyijyä lukuun ottamatta kaikkien epäorgaanisten yhdisteiden mediaanipitoisuudet olivat kynnysarvojen tasolla tai niitä alhaisempia. Tulos kertoo siitä, että erittäin korkeita pitoisuuksia esiintyy pääosin muutamissa HotSpot-pisteissä, merkittävän osan näytteistä ollessa pitoisuuksiltaan puhtaita. Metallipilaantuneita maita todettiin pintamaassakin, mutta suhteellisesti enemmän yli 1 m:n syvyydessä nykyisen maan pinnasta.

Taulukko 2. Kohteessa todettujen orgaanisten haitta-aineiden maksimi-, mediaani- ja keskiarvopitoisuudet sekä PIMA-asetuksen kynnys- ja ohjearvot (mg/kg)

Haitta-aine Orgaaniset	n	Max	Ka	Med	Kynnys- arvo	Alempi QA	Ylempi QA	Ongelmajätteen raja-arvo
TVOC C ₆ -C ₁₀	85	140	31	30		100	500	
Öljyt C ₁₁ -C ₂₃	141	21600	339	50		300	1000	
Öljyt C ₂₄ -C ₄₀	141	14000	677	240		600	2000	
Kok. öljyt >C ₁₀ -C ₄₀	141	35600	<u>963</u>	273	<u>300</u>			10000
Bentseeni	20	0,06	<0,01	<0,01	0,02	0,2	1	
MTBE	20	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	5	50	
TAME	20	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	5	50	
Tolueneeni	20	0,12	<0,01	<0,01		5	25	
Et.Bentseeni	20	0,09	<0,01	<0,01		10	50	
Ksyleeni	20	0,24	0,02	0,01		10	50	
Fenoli	3	43,8	1)	1)		10³⁾	40³⁾	
PAH-yhdisteet	74	960	71	16	15	30	100	
Naftaleeni	51	40	1,8	0,3	1	5	15	
Antraseeni	51	57	3	0,5	1	5	15	
Bentso(a) pyreeni	51	99	3,2	<u>1,1</u>	<u>0,2</u>	2	15	
Bentso(k)fluoranteeni	51	71	<u>2,9</u>	<u>1,4</u>	1	5	15	
Fenantreeni	51	148	9,6	<u>3,1</u>	1	5	15	
Fluorantreeni	51	128	9,6	<u>3,1</u>	1	5	15	
Bentso(a)antraseeni	51	83	3,9	<u>1,2</u>	1	5	15	
Fluoreeni	51	47	2,6	0,5		2³⁾	20³⁾	
Pyreeni	51	101	7,2	2,3		4³⁾	40³⁾	
Kryseeni	51	77	3,9	1,3		2³⁾	40³⁾	
PCB	49	<u>0,26</u>	0,05	0,05	<u>0,10</u>	0,50	5	
Trikloorieteeni	33	<u>0,14</u>	2)	2)	<u>0,01</u>	1	5	
Tetrakloorieteeni	33	<u>0,07</u>	2)	2)	<u>0,01</u>	0,50	2	

1) Muiden analyysien tuloksista ei ole ollut saatavilla tietoa. Lisäksi analyysijä ei ole tehty tarpeeksi tilastolliseen tarkasteluun.

2) Muissa 32:ssa analyysissä tulokset alittivat analyysikohtaisen määrittämissä raja-arvoissa.

3) SAMASE-ohje- ja raja-arvot. Ko. haitta-aineille ei ole asetettu PIMA-asetuksessa kynnys- ja raja-arvoja.

Orgaanisista yhdisteistä haihtuvien TVOC C₆-C₁₀ -yhdisteiden kohonneita pitoisuuksia on todettu vain yhdessä tutkimuspisteessä (P108) Henry Fordinkadun tutkimuksessa. Koko alueen muissa analysoiduissa näytteissä pitoisuuksien vaihteluväli oli <30...30 mg/kg (laboratorion määrittämissä raja-arvo on 30 mg/kg). BTEX-yhdisteiden ja MTBE/TAMEn pitoisuudet sekä PCB-yhdisteiden pitoisuudet olivat niin ikään kynnysarvojen tasolla tai niiden alle. Kohteessa on todet-

tu korkeina pitoisuuksina öljyhiilivetyjä sekä PAH-yhdisteitä. Kuten epäorgaanisten yhdisteiden kohdalla todettiin, myös suurimmat öljy- ja PAH-pitoisuudet todettiin yksittäisissä pisteissä, ja em. yhdisteiden mediaanipitoisuudet ovatkin lähellä kynnyspitoisuuksia. Valtaosa kohonneista orgaanisten yhdisteiden pitoisuuksista todettiin yli 1 m:n syvyydessä nykyisen maan pinnasta.

6.2 Maaperän haitta-ainepitoisuuksien vertailu kynnys- ja ohjearvoihin osa-alueittain

Haitta-ainepitoisuuksien vertailussa on huomioitu kaikki Hernesaaren tutkimusalueelle tehty tutkimuspisteet. Koko Hernesaaren tutkimusalueella on tehty yhteensä 193 tutkimuspistettä (1 tutkimuspiste/1400 m²).

Tarkempaa vertailua varten Hernesaaren alue on jaettu selvyiden vuoksi neljään osa-alueeseen (osa-alueet 1-4). Tutkimusalueen ja osa-alueiden rajaukset on esitetty piirustuksissa.

Tehtyjen tutkimusten perusteella epäorgaanisten haitta-aineiden laajuutta on arvioitu piirustuksessa YMP.D3422_2 A ja orgaanisten haitta-aineiden piirustuksessa YMP.D3422_2 B.

Piirustuksessa YMP.D3422_4 on esitetty sekä epäorgaanisten ja orgaanisten haitta-aineiden laajuus sekä vesialueiden sijainnit. Raskasmetallien haitta-ainepitoisuus on esitetty punaisella ja orgaanisten haitta-ainepitoisuudet sinisellä.

Hernesaaren tehtyjen maaperä- ja sedimenttitutkimusten haitta-ainepisteet on esitetty piirustuksessa YMP.D3422_5, jonka taustalla on Hernesaaren osayleiskaava-alue.

Hernesaaren alueen tutkimuspisteet on jaoteltu myös pintamaassa 0-1 m esiintyvän, 1-3 m syvyydellä esiintyvän sekä yli 3 m syvemmällä esiintyvän haitta-ainepitoisuuden perusteella. Tämä jako on esitetty piirustuksissa YMP.D3422_3 A (0-1 m), YMP.D3422_3 B (1-3 m) ja YMP.D3422_3 C (yli 3 m).

Haitta-aineiden esiintymistä kuvaavassa syvyys/ kerrospaksuus – yhteenvetokappaleessa on huomioitu tutkimuspisteiden alemman/ ylemmän/ ongelmajäteohjearvon ylittävät pitoisuudet. Raskasmetallipitoisuuksia verrattaessa kynnys- ja ohjearvoihin on huomioitu sekä XRF-mittaukset että laboratorioanalyysitulokset.

6.3 Osa-alue 1

6.3.1 Rajaus ja tutkimuspisteiden määrä

Osa-alue 1 rajautuu pohjoisessa Matalasalmenkujaan, Pyhän Birgitan puistoon, idässä Hernesaarenrantaan ja etelässä Henry Fordin katuun.

Alueelle on tehty kaikkiaan yhteensä 45 tutkimuspistettä, joista 8 kpl on tehty rakennuksien alapuolisen maaperän tutkimiseksi. Alueen tutkimuspisteistä yhdeksässä (9) ei yhdenkään tutkitun haitta-aineen pitoisuus ylittänyt kynnysarvoa. Näytteitä on otettu yhteensä 170 kpl.

Taulukko 3. Osa-alueen 1 kynnys- ja ohjearvojen ylittävien maanäytteiden määrä syvyysprofiilissa

Syvyysväli	kynnys-ao ^{*1)}	ao-yo ^{*2)}	yo-oj ^{*3)}	yli oj ^{*4)}
0-1 m	4	1	5	0
1-3 m	9	7	5	1
> 3 m	8	5	9	0
yhteensä:	21	13	19	1

*1) Kynnysarvon ja alemman ohjearvon välissä olevien maanäytteiden määrä

*2) Alemman ja ylemmän ohjearvon välissä olevien maanäytteiden määrä

*3) Ylemmän ja ongelmajäteraja-arvon välissä olevien maanäytteiden määrä

*4) Ongelmajäteraja-arvon ylittävät maanäytteiden määrä

6.3.2 Öljy -yhdisteet

Ylemmän ohjearvon ylittäviä öljyhiilivetyjä todettiin tutkimuspisteissä P209/4,0-5,0 m (C₁₀-C₂₁ pitoisuus 2160 mg/kg) ja P29/3,0-4,0 m (C₂₁-C₄₀ pitoisuus 4350 mg/kg). Tutkimuspisteessä FCG1/4,0-5,0 m ja FCG3/2,0-3,0 m todettiin öljyhiilivetyjakeiden C₂₁-C₄₀ ylemmän ohjearvon ylittävät pitoisuudet (1680 mg/kg ja 910 mg/kg).

Alemman ohjearvon ylittäviä öljyhiilivetyjakeiden C₁₀-C₂₃ pitoisuuksia todettiin tutkimuspisteissä P200/1,0-2,0 m, P205/3,0-4,0 m ja P206/4,0-5,0 m vaihteluvälin ollessa 620...930 mg/kg. Alemman ohjearvon ylittäviä öljyhiilivetyjakeiden C₂₃-C₄₀ pitoisuuksia todettiin tutkimuspisteissä P1/3,0-4,0 m, P28/2,0-3,0 m, P29/3,0-4,0 m, P200/1,0-2,0 m, P205/3,0-4,0 m, P206/3,0-4,0 m ja P209/4,0-5,0 m vaihteluvälin ollessa 520...1380 mg/kg.

Kynnysarvon ylittäviä öljy-yhdisteiden (C₁₀-C₄₀ summapitoisuus) pitoisuuksia todettiin tutkimuspisteissä P2, P30, P209, P210, P213, P303, KK308, P309, P311 sekä FCG6 vaihteluvälin ollessa 320...520 mg/kg. Tutkimuspisteen näytteessä P206/4,0-5,0 m todettiin analyysissä lievä bentseenin kynnysarvon ylittävä pitoisuus 0,06 mg/kg.

Tutkimuspisteen HP313/3,0-4,0 m näytteessä todettiin bentseeniä 0,04 mg/kg kynnysarvon ylittävä pitoisuus.

PetroFLAG-kenttäanalyysin perusteella tutkimuspisteissä P3/3,0-4,0 m, P304/1,0-2,0 m ja KK308/0,5-1,5 m todettiin kynnysarvon ylittävät öljyhiilivetyjen summapitoisuudet (428 mg/kg, 843 mg/kg ja 349 mg/kg). Tutkimuspisteiden maanäytteissä FCG6/3,0-4,0 m ja FCG8/4,0-5,0 m todettiin öljyhiilivetyjen summapitoisuudeksi 834 mg/kg ja 1097 mg/kg.

Syvimmillään öljy-yhdisteitä todettiin tutkimuspisteissä P206/3,0-5,0 m ja P209/4,0-5,0 m. Korkeimmat pitoisuudet tutkimuspisteissä havaittiin P209/4,0-5,0 m (C₁₀-C₄₀ 3540 mg/kg) ja P29/3,0-4,0 m (C₁₀-C₄₀ 4870 mg/kg). Öljypitoisuudet esiintyivät pääosin syvyydellä 2...5 m. Haitta-aineita sisältävän maa-aineskerrosten paksuus vaihteli välillä 1...2 m.

6.3.3 PAH -yhdisteet

Ylemmän ohjearvon ylittävä PAH -pitoisuus (170...960 mg/kg) todettiin tutkimuspisteissä P28/2,0-3,0 m ja P205/4,0-5,0 m sekä FCG9/3,0-3,5 m.

Alemman ohjearvon ylittäviä PAH -yhdisteiden pitoisuuksia todettiin pisteissä (P2/1,0-2,0 m, P29/3,0-4,0 m, P200/1,0-2,0 m, P207/1,0-2,0 m, KK308/1,5-2,0 m, FCG1/4,0-5,0 m ja FCG6/3,0-4,0 m) pitoisuuksien ollessa 42,4...93 mg/kg välillä. Maanäytteissä P30/3,0-4,0 m ja FCG1/4,0-5,0 m todettiin

alemman ohjearvon ylittäviä yksittäisten PAH-yhdisteiden pitoisuuksia summapitoisuuden jäädessä kynnysarvotasolle.

Kynnysarvon ylittäviä PAH -yhdisteiden summapitoisuuksia (16...27 mg/kg) todettiin tutkimuspisteiden P29/5,0-6,0 m, P30/3,0-4,0 m, P209/3,0-4,0 m ja P210/2,0-3,0 m, KK306/2,5-3,0 m näytteissä. Maanäytteiden P1/3,0-4,0 m, P206/2,0-3,0 m, P208/3,0-4,0 m, P212/3,0-4,0 m ja FCG4/3,0-4,0 m todettiin alemman ohjearvon ylittäviä yksittäisten PAH-yhdisteiden pitoisuuksia, mutta summapitoisuudet jäivät alle kynnysarvojen.

Syvimmillään PAH -yhdisteitä todettiin tutkimuspisteessä P205/4,0-5,0 m. PAH-pitoisuudet esiintyivät pääosin syvyydellä 1...3 m ja suurin pitoisuus (221 mg/kg) tasolla 4...5 m. Haitta-aineita sisältävän maa-aineskerrosten paksuus oli noin 1 m.

6.3.4 Raskasmetallit

Ongelmajätearvon ylittävä kuparipitoisuus, 18 000 mg/kg, todettiin näytteessä P31/2,0-3,0 m. Kuparin ongelmajäte raja-arvo on 2500 mg/kg.

Ylemmän ohjearvon ylittäviä raskasmetallipitoisuuksia (Cu, Pb ja/tai Zn) todettiin tutkimuspisteissä P3/0,1-1,0 m, P4/3,0-4,0 m, P29/2,0-3,0 m, P30/1,0-2,0 m, P31/1,0-3,0 m, P206/3,0-6,0 m, P207/0-1,0 m, P208/1,0-4,0 m ja P209/3,0-4,0 m, P304/0-1,0 m, KK308/0,5-1,5 m, P301/0-1,0 m ja FCG10/1,0-2,0 m. Pitoisuuksien vaihteluväli oli lyijyllä 930...2400 mg/kg ja sinkillä 404...1800 mg/kg. Yhdessä tutkimuspisteessä P31/1,0-2,0 m todettiin kuparipitoisuudeksi 1697 mg/kg.

Alemman ohjearvon ylittäviä raskasmetallipitoisuuksia (As, Cu, Hg, Ni, Pb ja/tai Zn) todettiin tutkimuspisteissä P1/3,0-4,0 m, P3/3,0-4,0 m, P31/2,0-3,0 m, P206/1,0-2,0 m, P207/3,0-4,0 m, P208/1,0-2,0 m ja 3,0-4,0 m ja P209/1,0-2,0 m sekä 3,0-5,0 m, P304/0-1,0 m, KK306/0,5-1,5 m ja P309/3,0-4,0 m. Arseenia todettiin maanäytteen FCG10/1,0-2,0 m kenttäanalyysissä 75 mg/kg ja lyijyä 583 mg/kg.

Kuparipitoisuus oli tasolla 172...183 mg/kg, lyijypitoisuus 238...634 mg/kg ja sinkkipitoisuus 277...370 mg/kg. Elohopean alemman ohjearvon ylittävä pitoisuus 2,1 mg/kg todettiin yhdessä tutkimuspisteen näytteessä P208/3,0-4,0 m ja näytteessä P31/2,0-3,0 m todettiin nikkelipitoisuudeksi 140 mg/kg.

Kynnysarvon ylittäviä raskasmetallipitoisuuksia (As, Cd, Cu, Pb ja/tai Zn) todettiin tutkimuspisteissä P3, P28, P29, P30, P31, P200, P201, P205, P206, P207, P209 ja P210, P304, KK308, P309, P310, HP313, FCG2, FCG3, FCG6, FCG9 ja FCG10. Kynnysarvon ylittävät arseenipitoisuudet vaihtelivat välillä 5,2...46 mg/kg, lyijypitoisuudet 61...160 mg/kg ja sinkkipitoisuudet 203...250 mg/kg välillä.

Kadmiumin kynnysarvon ylittäviä pitoisuuksia (1,6...1,8 mg/kg) todettiin tutkimuspisteissä P30/1,0...2,0 m ja P304/0-1,0 m. Kynnysarvon ylittäviä kuparipitoisuuksia (140...149 mg/kg) todettiin tutkimuspisteiden näytteissä P30/3,0-4,0 m ja P309/2,0-3,0 m.

Syvimmillään raskasmetalleja todettiin tutkimuspisteessä P206 alkaen tasolta 1...6 metriin. Maa-aineskerrosten paksuus vaihteli 1...3 metriin. Raskasmetallipitoisuudet esiintyivät pääosin syvyydellä 1...4 m ja korkein pitoisuus (Cu 18000 mg/kg) tasolla P31/2,0-3,0 m.

6.3.5 Muut haitta-aineet

Muita tutkittuja orgaanisia haitta-aineita (öljyhiilivetyjakeet C₄-C₁₀, BTEX-, PCB- VOC- ja klooratut yhdisteet, Ba, Cr, V, syanidi) ei osa-alueella I todettu.

6.4 Osa-alue 2

6.4.1 Rajaus ja tutkimuspisteiden määrä

Osa-alue 2 rajautuu pohjoisessa Henry Fordin katuun, idässä Hernesaarenrantaan, etelässä Pihlajasaarenkatuun ja lännessä Munkkisaaren laituriin.

Tälle osa-alueelle on tehty yhteensä 68 tutkimuspistettä, joista yhteensä 18 kpl on tehty rakennuksien alapuolisen maaperän tutkimiseksi. Alueen tutkimuspisteistä 31 ei yhdenkään tutkitun haitta-aineen pitoisuus ylittänyt kynnysarvoa. Kolmessa tutkimuspisteessä (P37, P104 ja S111) näytteenotto ei ole onnistunut louheen tai kallion vuoksi. Näytteitä otettiin yhteensä 182 kpl.

Taulukko 4. Osa-alueen 2 kynnys- ja ohjearvojen ylittävien maanäytteiden määrä syvyysprofiilissa

Syvyysväli	kynnys-ao ^{*1)}	ao-yo ^{*2)}	yo-oj ^{*3)}	yli oj ^{*4)}
0-1 m	8	5	2	0
1-3 m	7	5	9	1
> 3m	2	6	8	2
yhteensä:	17	16	19	3

*1) Kynnysarvon ja alemman ohjearvon välissä olevien maanäytteiden määrä

*2) Alemman ja ylemmän ohjearvon välissä olevien maanäytteiden määrä

*3) Ylemmän ja ongelmajäteraja-arvon välissä olevien maanäytteiden määrä

*4) Ongelmajäteraja-arvon ylittävät maanäytteiden määrä

6.4.2 Öljy -yhdisteet

Ongelmajäteraja-arvon ylittävä hiilivetyjakeiden C₂₂-C₄₀ pitoisuus 12200 mg/kg todettiin tutkimuspisteessä P40/3,0-4,0 m.

Ylemmän ohjearvon ylittäviä öljyhiilivetyjä todettiin tutkimuspisteessä P40/3,0-4,0 m (C₁₀-C₂₃ pitoisuus 1050 mg/kg ja C₂₃-C₄₀ pitoisuus 12200 mg/kg).

Alemman ohjearvon ylittäviä öljyhiilivetyjakeiden C₁₀-C₂₃ pitoisuuksia todettiin tutkimuspisteissä P108/3,0-4,0 m, P215/6,0-7,0 m ja P320/3,0-4,0 m vaihteluvälin ollessa 340...650 mg/kg. Alemman ohjearvon ylittäviä öljyhiilivetyjakeiden C₂₃-C₄₀ pitoisuuksia, 690 mg/kg, todettiin tutkimuspisteessä P218/3,0-4,0 m. Alemman ohjearvon ylittävä bensiinihiilivetyjakeiden C₆-C₁₀ pitoisuus, 140 mg/kg, todettiin yhdessä näytteessä P108/3,0-4,0 m.

Alemman ohjearvon ylittäviä mineraaliöljypitoisuuksia todettiin myös tutkimuspisteissä SB6, SB7 ja SB9 sekä P10 (PetroFLAG-kenttäanalyysitulokset 1140 mg/kg). Tutkimuspisteiden SB6, SB7 ja SB9 pintanäytteissä 0-1,0 m mineraaliöljypitoisuudet olivat 1078...1517 mg/kg välillä. Yhden tutkimuspisteen näytteessä SB3/3,0-4,0 m todettiin alemman ohjearvon ylittävä fenolipitoisuus 43,8 mg/kg.

Kynnysarvon ylittäviä öljy-yhdisteiden (C₁₀-C₄₀ summapitoisuus) pitoisuuksia todettiin tutkimuspisteissä P6, P8, P33, P39, P103, P215 ja P320 vaihteluvälin ollessa 340...710 mg/kg.

PetroFLAG-kenttäanalyysin perusteella tutkimuspisteissä P10/2,0-3,0 m ja P316/0,4-1,0 m todettiin kynnysarvon ylittävät öljyhiilivetyjen summapitoisuudet (1140 mg/kg ja 467 mg/kg).

Tutkimuspisteen näytteessä P215/6-7 m todettiin analyysissä lievä bentseenin kynnysarvon ylittävä pitoisuus 0,04 mg/kg.

Korkein pitoisuus (C₁₀-C₄₀ 13250 mg/kg) esiintyi tutkimuspisteessä P40 tasolla 3...4 m. Syvimmillään öljy-yhdisteitä todettiin tutkimuspisteessä P215/6,0-7,0 m. Öljypitoisuudet esiintyivät pääosin syvyydellä 0...1 m ja 3...4 m. Haitta-aineita sisältävän maa-aineskerroksen paksuus oli noin 1 m.

6.4.3 PAH -yhdisteet

Ylemmän ohjearvon ylittävä PAH -summapitoisuus, 272 mg/kg, todettiin tutkimuspisteessä P6/2,0-3,0 m. Maanäytteessä P215/6,0-7,0 m vain fenantreenipitoisuus (16 mg/kg) ylitti ylemmän ohjearvon (15 mg/kg).

Alemman ohjearvon ylittäviä PAH -yhdisteiden summapitoisuuksia todettiin tutkimuspisteissä P33/2,0-3,0 m ja P215/6,0-7,0 m. PAH -yhdisteiden pitoisuudet vaihtelivat 60...76 mg/kg välillä.

Kynnysarvon ylittävä pitoisuus 23 mg/kg todettiin tutkimuspisteen P39/3,0-4,0 m näytteessä. Maanäytteissä P218/0-1,0 m, P227/1,0-2,0 m, P228/1,0-2,0 m, P230/3,0-4,0 m ja FCG16/1,0-2,0 m todettiin yksittäisillä PAH-yhdisteillä kynnysarvon ylittäviä pitoisuuksia.

Muissa osa-alueen tutkituissa näytteissä PAH -yhdisteiden summapitoisuudet alittivat kynnysarvotason.

PAH -pitoisuudet esiintyivät syvyydellä 2...3 m ja syvimmillään pisteessä P215/6-7 m. Korkein pitoisuus (272 mg/kg) todettiin tutkimuspisteessä P6 tasolla 2...3 m. Haitta-aineita sisältävän maa-aineskerroksen paksuus oli noin 1 m.

6.4.4 Raskasmetallit

Ongelmajätearvon ylittävä lyijypitoisuus 9300 mg/kg todettiin näytteessä P217/3,0-4,0 m.

Ylemmän ohjearvon ylittäviä raskasmetallipitoisuuksia (Cu, Pb ja/tai Zn) todettiin tutkimuspisteissä P8/3,0-4,0 m, P24/0,1-4,0 m, P32/4,0-5,0 m, P39/1,0-4,0 m, P40/1,0-5,0 m, P101/1,0-2,3 m, P102/1,0-3,0 m, P103/1,0-5,0 m, P215/1,0-8,0 m ja P217/0-1,0 m sekä P320/3,0-5,0 m. Pitoisuuksien vaihteluväli oli kuparilla 256...1127 mg/kg, lyijyllä 760...1140 mg/kg ja sinkillä 432...2100 mg/kg.

Alemman ohjearvotason ylittäviä raskasmetallipitoisuuksia (Cu, Hg Pb ja/tai Zn) todettiin tutkimuspisteissä P6/2,0-4,0 m, P18/3,0-4,0 m, P24/1,0-3,0 m, P25/1,0-2,0 m, P32/1,0-2,0 m, P39/2,0-3,0 m, P40/3,0-4,0 m, P101/1,0-2,0 m, P103/1,0-3,0 m, P108/3,0-4,0 m, P215/2,0-5,0 m sekä 7,0-8,0 m, P217/1,0-2,0 m ja 3,0-5,0 m, P221/0-1,0 m, P316/1,0-2,0 m, P320/2,0-3,0 m, FCG13/0-1,0 m ja FCG15/4,0-5,0 m. Kuparipitoisuus vaihteli 198...200 mg/kg, lyijypitoisuus 204...660 mg/kg ja sinkkipitoisuus 264...610 mg/kg välillä. Yhdessä näytteessä P24/1,0-2,0 m todettiin alemman ohjearvon ylittävä elohopeapitoisuus 2,14 mg/kg.

Kynnysarvon ylittävät raskasmetallipitoisuudet (As, Cd, Co, Cu, Hg, Ni, Pb, Sb ja/tai Zn) todettiin tutkimuspisteissä P6, P8, P19, P32, P34, P39, P40, P100,

P101 P102, P103, P107, P215, P217, P218 ja P221, P320, P316, P319, FCG11, FCG14 ja FCG15. Pitoisuuksien vaihteluväli oli antimonilla 4,1...4,8 mg/kg, arseenilla 5,9...23 mg/kg, kadmiumilla 1,3...2,1 mg/kg, lyijyllä 64...190 mg/kg ja sinkillä 209...245 mg/kg. Kahdessa näytteessä todettiin kuparin kynnys- ja alemman ohjearvon välissä olevia pitoisuuksia 110...140 mg/kg. Elohopeapitoisuus ylitti kynnysarvon kahdessa näytteessä P215/3,0-4,0 (0,55 mg/kg) ja P32/1,0-2,0 m (0,9 mg/kg).

Maanäytteessä FCG11/0,4-1,0 m todettiin kobolttia 26 mg/kg (laboratorioanalyysi) ja maanäytteessä FCG14/3,0-4,0 m nikkeliä 79 mg/kg (kenttäanalyysi).

Raskasmetallipitoisuudet esiintyivät pääsääntöisesti 1...5 m. Syvimmillään sekä paksuin haitta-aineita sisältävä maakerros (7 m) havaittiin tutkimuspisteessä P215 tasolla 1...8 metriin. Korkein pitoisuus (Pb 9300 mg/kg) todettiin tutkimuspisteessä P217 tasolla 3...4 m.

6.4.5 Muut haitta-aineet

Muita tutkittuja haitta-aineita (BTEX-, PCB-, VOC- ja klooratut yhdisteet, Ba, Cr, Ni, ja V) ei osa-alueella II todettu.

6.5 Osa-alue 3

6.5.1 Rajaus ja tutkimuspisteiden määrä

Osa-alue 3 rajautuu pohjoisessa Pihlajasaarenkatuun, idässä Hernesaarenrantaan, etelässä Hernematalankatuun ja lännessä Munkkisaarenlaituriin.

Tälle osa-alueelle on tehty yhteensä 50 tutkimuspistettä, joista 7 tutkimuspiste on tehty rakennuksen alapuolisen maaperän tutkimiseksi. Alueen tutkimuspisteistä 16 ei yhdenkään tutkitun haitta-aineen pitoisuus ylittänyt kynnysarvoa. Näytteitä otettiin yhteensä 196 kpl.

Taulukko 5. Osa-alueen 3 kynnys- ja ohjearvojen ylittävien maanäytteiden määrä syvyysprofiilissa

Syvyysväli	kynnys-ao ^{*1)}	ao-yo ^{*2)}	yo-oj ^{*3)}	yli oj ^{*4)}
0-1 m	4	3	2	1
1-3 m	9	10	9	0
> 3m	7	6	9	2
yhteensä:	20	19	20	3

*1) Kynnysarvon ja alemman ohjearvon välissä olevien maanäytteiden määrä

*2) Alemman ja ylemmän ohjearvon välissä olevien maanäytteiden määrä

*3) Ylemmän ja ongelmajäteraja-arvon välissä olevien maanäytteiden määrä

*4) Ongelmajäteraja-arvon ylittävät maanäytteiden määrä

6.5.2 Öljy -yhdisteet

Ongelmajäteraja-arvon ylittävä öljypitoisuus todettiin tutkimuspisteessä P41/4,5-6,0 m (C₁₀-C₂₁ 21600 mg/kg ja C₂₁-C₄₀ 14 000 mg/kg).

Ylemmän ohjearvon ylittäviä öljyhiilivetyjä todettiin tutkimuspisteessä P44/4,0-5,0 m ja P230/4,0-5,0 m (C₁₀-C₂₁ pitoisuudet 1210...1650 mg/kg) sekä tutkimuspisteissä P15/0,1-1,0 m (C₂₁-C₄₀ pitoisuus 3350 mg/kg) ja P328/3,0-4,0 m (C₁₀-C₂₁ 2160 mg/kg).

Tutkimuspisteissä FCG17/3,0-4,0 m, FCG21/2,0-3,0 m ja FCG26/2,0-3,0 m öljyhiilivetyjakeiden C₂₁-C₄₀ pitoisuus vaihtelivat 2300...4050 mg/kg välillä.

Alemman ohjearvon ylittävä öljyhiilivetyjakeiden C₁₀-C₂₁ pitoisuus, 410 mg/kg, todettiin tutkimuspisteessä P44/2,0-3,0 m. Tutkimuspisteessä P324/3,0-4,0 m oli hiilivetyjakeita C₁₀-C₂₁ 900 mg/kg. Alemman ohjearvon ylittäviä öljyhiilivetyjakeiden C₂₁-C₄₀ pitoisuuksia todettiin tutkimuspisteissä P23/1,0-2,0 m, P42/0,1-1,0 m, P43/3,0-4,0 m, P44/2,0-3,0 m ja 4,0-5,0 m, P230/4,0-5,0 m, P231/3,0-4,0 m, P324/3,0-4,0 m sekä P327/1,0-2,0 m vaihteluvälin ollessa 620...1400 mg/kg.

Tutkimuspisteissä FCG17/3,0-4,0 m, FCG20/1,0-2,0 m, FCG21/2,0-4,0 m, FCG26/2,0-3,0 m ja FCG27/0-1,0 m öljyhiilivetyjakeiden C₁₀-C₂₁ pitoisuus vaihtelivat 400...540 mg/kg ja öljyhiilivetyjakeiden C₂₁-C₄₀ pitoisuudet 660...1750 mg/kg välillä.

Kynnysarvon ylittäviä öljy-yhdisteiden (C₁₀-C₄₀) pitoisuuksia todettiin tutkimuspisteissä P16, P27, P47, P230, P324 ja FCG27 pitoisuuksien vaihteluvälin ollessa 310...600 mg/kg.

PetroFLAG-kenttäanalyysin perusteella tutkimuspisteissä P44/3,0-4,0 m, P32872,0-3,0 m ja FCG23/1,8-3,0 m todettiin kynnysarvon ylittävät öljyhiilivetyjen summapitoisuudet (377 mg/kg, 301 mg/kg ja 372 mg/kg).

Syvimmällä sijaitseva ja korkein öljyhiilivetyypitoisuus (C₁₀-C₄₀ 35600 mg/kg) todettiin tutkimuspisteessä P41/4,5-6,0 m. Öljypitoisuudet esiintyivät pääosin syvyydellä 0...5 m. Haitta-aineita sisältävän maa-aineskerrosten paksuus vaihteli välillä 1...1,5 m.

6.5.3 PAH -yhdisteet

Ylemmän ohjearvon ylittävä PAH -yhdisteiden korkeimmat pitoisuudet, 781 mg/kg ja 800 mg/kg, todettiin tutkimuspisteiden P324/3,0-4,0 m ja FCG21/2,0-3,0 m näytteissä. Myös maanäytteessä FCG21/3,0-4,0 m todettiin PAH -yhdisteiden summapitoisuudeksi 150 mg/kg. Maanäytteessä P44/4,0-5,0 m vain fluoranteenipitoisuus ylitti ylemmän ohjearvon.

Alemman ohjearvon ylittäviä PAH -yhdisteiden pitoisuuksia todettiin tutkimuspisteissä P41/3,0-6,0 ja P44/2,0-3,0 sekä 4,0-5,0 m, P327/3,0-4,0 m ja FCG17/3,0-4,0 m pitoisuuksien ollessa 34...94 mg/kg välillä. Tutkimuspisteen FCG23 maanäytteessä 3,0-4,0 m todettiin fluoranteenia 5,3 mg/kg ylemmän ohjearvon ylittävä pitoisuus summapitoisuuden ylittäessä kynnysarvotason 28 mg/kg. Maanäytteessä FCG23/3,0-4,0 m PAH-yhdisteistä fluoranteeni ylitti alemman ohjearvon.

Kynnysarvon ylittäviä PAH- yhdisteiden summapitoisuuksia todettiin kolmessa näytteessä P23, P43, P324 ja FCG24 (pitoisuudet 26,1 mg/kg, 20 mg/kg, 16 mg/kg ja 21 mg/kg). Maanäytteissä P42/0,1-1,0 m ja FCG27/0-1,0 m todettiin kynnysarvon ylittäviä yksittäisten PAH-yhdisteiden pitoisuuksia. PAH-yhdisteiden summapitoisuudet jäivät alle kynnysarvotason.

PAH -pitoisuudet esiintyivät syvyydellä 2...6 m ollen syvimmillään tutkimuspisteessä P41/4,5-6,0 m. Syvimmillään PAH-yhdisteitä todettiin tutkimuspisteessä P41/4,5-6,0 m. PAH-pitoisuudet esiintyivät pääosin syvyydellä 2...5 m ja korkein PAH-pitoisuus tasolla 4...5 m. Haitta-aineita sisältävän maa-aineskerrosten paksuus oli noin 3 m.

6.5.4 PCB -yhdisteet

Näytteessä P327/3...4 m todettiin PCB-yhdisteiden kynnysarvon ylittävä pitoisuus (0,13 mg/kg).

6.5.5 Raskasmetallit

Ongelmajäteraja-arvon ylittävä lyijypitoisuus 5 000 mg/kg todettiin näytteessä P231/0-1,0 m ja sinkkipitoisuus 4100 mg/kg näytteessä P327/3,0-4,0 m.

Ylemmän ohjearvon ylittäviä raskasmetallipitoisuuksia (Cu, Hg ja/tai Zn) todettiin tutkimuspisteissä P17/1,0-2,0 m, P27/2,0-3,0 m, P41/4,5-6,0 m, P44/2,0-3,0 m ja 4,0-5,0 m, P48/2,0-4,0 m, P49/2,0-3,0 m, P50/3,0-4,0 m, P229/1,0-2,0 m ja 3,0-4,0 m, P230/4,0-5,0 m sekä P231/0-1,0 m, P327/4,50-5,0 m, P328/0-1,0 m, FCG17/4,0-5,0 m, FCG21/1,0-4,0 m ja FCG22/1,5-2,0 m.

Elohopeapitoisuuksia todettiin tutkimuspisteissä P41/4,5-6,0 m ja P231/0-1,0 m (pitoisuudet 5,8 mg/kg ja 8,3 mg/kg). Pitoisuuksien vaihteluväli oli kuparilla 380...810 mg/kg ja sinkillä 405...2000 mg/kg välillä.

Alemman ohjearvon ylittäviä raskasmetallipitoisuuksia (As, Ba, Cu, Ni, Pb, Sb ja/tai Zn) todettiin tutkimuspisteissä P15/2,0-2,5 m ja 3,0-3,5 m, P16/2,0-3,0 m, P41/4,5-6,0 m, P43/1,0-2,0 m, P44/3,0-5,0 m, P47/2,0-3,0 m, P48/3,0-4,0 m, P50/4,0-5,0 m, P223/2,0-3,0 m, P224/0-1,0 m, P228/4,0-5,0 m, P229/4,0-5,0 m, P230/4,0-5,0 m, P327/2,0-3,0 m, FCG17/2,0-3,0 m, FCG22/1,5-3,0 m, FCG23/4,0-5,0 m, FCG24/2,0-3,0 m ja 4,0-5,0 m sekä FCG27/0-1,0 m.

Arseenia (88 mg/kg), antimonia (19 mg/kg) ja nikkeliä (130 mg/kg) on todettu yhdessä maanäytteessä FCG17/1,5-2,0 m. Kenttäanalyysissä todettiin nikkeliä maanäytteessä FCG27/0-1,0 m.

Pitoisuuksien vaihteluväli oli lyijyllä 208...498 mg/kg ja sinkillä 220...378 mg/kg. Bariumin alemman ohjearvon ylitys todettiin kahdessa näytteessä P223/2,0...3,0 m ja P224/0...1,0 (pitoisuudet 900 mg/kg ja 650 mg/kg). Kuparia todettiin tutkimuspisteen P44 näytteessä 180 mg/kg.

Kynnysarvon ylittäviä raskasmetallipitoisuuksia (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Sb, Zn ja/tai V) todettiin tutkimuspisteissä P12, P15, P16, P17, P23, P27, P41, P42, P43, P44, P45, P47, P48, P49, P50, P223, P224 ja P227- P231, P323, P327, P328, FCG17, FCG20-FCG24 ja FCG27.

Kynnysarvon ylittävä antimonipitoisuus 2,8 mg/kg todettiin tutkimuspisteissä FCG17/4,0-5,0 m. Tutkimuspisteessä FCG22/1,5-2,0 m todettiin kobolttia 60 mg/kg ja vanadiinia 140 mg/kg.

Pitoisuuksien vaihteluväli oli arseenilla 5,3...34 mg/kg, kadmiumilla 1,2...3,7 mg/kg, elohopealla 0,61...1,4 mg/kg, lyijyllä 62...192 mg/kg ja sinkillä 210...247 mg/kg.

Kromin kynnysarvon ylittävä pitoisuus 110 mg/kg todettiin yhdessä tutkimuspisteen P44 näytteessä ja kuparia tutkimuspisteen P41 näytteissä 133...140 mg/kg. Nikkeliä 78 mg/kg todettiin kahdessa tutkimuspisteessä P223 ja P224.

Raskasmetallipitoisuudet esiintyvät pääosin tasolla 2...5 metriin. Haitta-aineita sisältävän maa-aineskerrosten paksuus vaihteli välillä 1...3 m ollen syvimmillään tutkimuspisteessä P41 syvyydellä 4,5...6,0 m.

6.5.6 Muut haitta-aineet

Laboratorioanalyysin perusteella tutkimuspisteen HP325/1,0-2,0 m näytteessä todettiin trikloorieteeniä (0,14 mg/kg) ja tetrakloorieteeniä (0,07 mg/kg) kynnysarvon ylittävät pitoisuudet (kynnysarvo 0,01 mg/kg). Kaikissa muissa ana-

lysoiduissa näytteissä ko. haitta-aineiden pitoisuudet alittivat analyysin määrittämissä rajat.

Munkkisaaren laiturin reuna-alueelta (Hernesaaren länsireuna) otetuissa koontinäytteissä (koonti 1) ei laboratorioanalyysissä todettu tributyylitinaa (TBT). Muita tutkittuja haitta-aineita (öljyhiilivetyjakeet C₄-C₁₀, BTEX-, VOC-, Ba, syanidi) ei osa-alueella III todettu.

6.6 Osa-alue 4

6.6.1 Rajaus ja tutkimuspisteiden määrä

Osa-alue 4 rajautuu pohjoisessa Hernematalankatuun, idässä louhe-/hiekkakasaan, lännessä ja etelässä mereen.

Tälle osa-alueelle on tehty yhteensä 30 tutkimuspistettä, joista 7 kpl on tehty rakennuksen alapuolisen maaperän tutkimiseksi. Alueen tutkimuspisteistä vain kolmessa (3) ei yhdenkään tutkitun haitta-aineen pitoisuus ylittänyt kynnysarvoa. Näytteitä otettiin yhteensä 118 kpl.

Taulukko 6. Osa-alueen 4 kynnys- ja ohjearvojen ylittävien maanäytteiden määrä syvyysprofiilissa

Syvyysväli	kynnys-ao ^{*1)}	ao-yo ^{*2)}	yo-oj ^{*3)}	yli oj ^{*4)}
0-1 m	8	3	2	1
1-3 m	5	6	8	2
> 3m	2	5	6	1
yhteensä:	15	14	16	4

*1) Kynnysarvon ja alemman ohjearvon välissä olevien maanäytteiden määrä

*2) Alemman ja ylemmän ohjearvon välissä olevien maanäytteiden määrä

*3) Ylemmän ja ongelmajäteraja-arvon välissä olevien maanäytteiden määrä

*4) Ongelmajäteraja-arvon ylittävät maanäytteiden määrä

6.6.2 Öljy - yhdisteet

Ylemmän ohjearvon ylittäviä öljyhiilivetyjä todettiin tutkimuspisteessä P235/3,0-4,0 m C₁₀-C₂₁ 1630 mg/kg ja C₂₁-C₄₀ 2520 mg/kg.

Alemman ohjearvon ylittäviä öljy-yhdisteiden pitoisuuksia todettiin tutkimuspisteessä P235/1,0-2,0 m, FCG29/4,0-5,0 m (C₁₀-C₂₁ pitoisuudet 360...540 mg/kg) sekä tutkimuspisteissä P235/1,0-2,0 m, P238/1,0-2,0 m, P331/4,0-5,0 m, P332/2,0-4,0 m, FCG29/4,0-5,0 m, FCG36/3,0-4,0 m, FCG39/2,0-3,0 m ja FCG40/1,0-2,0 m (C₂₁-C₄₀ pitoisuudet 610...1870 mg/kg välillä).

Kynnysarvon ylittävä öljy-yhdisteiden C₁₀-C₄₀ summapitoisuus oli tutkimuspisteen näytteessä P234/4...5 m, KK336/1,0-2,0, KK338/1,0-2,0 m ja FCG28/4,0-5,0 m (310...810 mg/kg). Tutkimuspisteen P331/4,0-5,0 m näytteessä todettiin kynnysarvon ylittä pitoisuus bentseeniä 0,03 mg/kg.

Öljypitoisuudet esiintyivät syvyydellä 1...2 m ja 3...5 m. Syvimmillään ja korkeimmat öljyhiilivetyypitoisuudet todettiin tutkimuspisteessä P235/3,0-4,0 m. Öljypitoisuudet esiintyivät pääosin syvyydellä 1...2 m. Haitta-aineita sisältävän maa-aineskerrosten paksuus oli noin 1 m.

6.6.3 PAH - yhdisteet

Ylemmän ohjearvon ylittävät PAH -yhdisteiden pitoisuudet, 151...192 mg/kg, todettiin tutkimuspisteissä P234/2,0-3,0 m, P332/2,0-3,0 m ja FCG36/3,0-4,0 m.

Alemman ohjearvon ylittäviä PAH -yhdisteitä (40...60 mg/kg) todettiin tutkimuspisteissä P238 syvyydellä 3,0-4,0 m, P337/3,0-4,0 m ja FCG39/2,0-3,0 m.

Kynnysarvon ylittäviä PAH -yhdisteiden summapitoisuuksia ei tutkituissa näytteissä todettu. Maanäytteessä FCG30/3,0-4,0 m todettiin yksittäisten PAH-yhdisteiden kynnysarvojen ylityksiä.

Syvimmillään PAH -yhdisteitä todettiin tutkimuspisteessä P238/3,0-4,0 m. PAH-pitoisuudet esiintyivät pääosin syvyydellä 2...4 m ja korkein pitoisuus tasolla 2...3 m. Haitta-aineita sisältävän maa-ainekerrosten paksuus oli noin 1 m.

6.6.4 PCB - yhdisteet

Näytteissä P234/2...3 m ja FCG39/3,0-4,0 m todettiin PCB-yhdisteiden kynnysarvon ylittävä pitoisuus (0,13 mg/kg ja 0,26 mg/kg).

6.6.5 Raskasmetallit

Ongelmajäteraja-arvon ylittäviä raskasmetallipitoisuuksia todettiin kolmessa tutkimuspisteessä P332/3,0-4,0 m (kuparia 3200 mg/kg), P334A/0-1,0 m (kuparia 53000 mg/kg, lyijyä 6000 mg/kg ja sinkkiä 3000 mg/kg) ja FCG36/2,0-4,0 m (kuparia 2579 mg/kg ja lyijyä 2758 mg/kg).

Ylemmän ohjearvon ylittäviä raskasmetallipitoisuuksia (As, Cu, Hg, Pb, Sb ja/tai Zn) todettiin tutkimuspisteissä P233/1,0-2,0 m, P234/2,0-3,0 m ja 4,0-5,0 m P235/2,0-5,0 m ja P237/0-1,0 m sekä 2,0-3,0 m, P331/3,0-4,0 m, P332/3,0-4,0 m, HP333/1,0-2,0 m, P334/2,0-2,6 m, KK338/1,0-2,0 m, FCG29/1,0-3,0 m, FCG30/4,0-5,0 m, FCG34/0,2-0,7 m, FCG36/2,0-3,0 m ja FCG40/3,0-4,0 m.

Laboratorioanalyysissä todettiin antimonia 80 mg/kg maanäytteessä FCG34/02-0,7 m. Kenttäanalyysin perusteella todettiin näytteessä FCG36/2,0-3,0 m arseenia 211 mg/kg.

Näytteessä P331/3,0-4,0 m todettiin elohopeaa 77 mg/kg. Pitoisuuksien vaihteluväli oli kuparilla 210...1400 mg/kg, lyijyllä 910...2000 mg/kg ja sinkillä 420...2000 mg/kg.

Alemman ohjearvon ylittäviä raskasmetallipitoisuuksia (As, Cu, Hg, Pb, Sb, Zn ja/tai V) todettiin tutkimuspisteissä P234/4,0-5,0 m, P235/1,0-2,0 m ja 4,0-5,0 m, P236/3,0-3,5 m sekä P237/2,0-4,0 m, P331/4,0-5,0 m, P333/2,0-4,0 m, P334/0-1,0 m, KK338/1,0-3,0 m. Pitoisuudet vaihtelivat lyijyllä 209...600 mg/kg, kuparilla 179...180 mg/kg ja sinkillä 260...370 mg/kg.

Yksittäisiä alemman ohjearvon ylittäviä pitoisuuksia todettiin tutkimuspisteissä FCG28/4,0-5,0 m (Hg 3,2 mg/kg), FCG29/2,0-3,0 m (Sb 43 mg/kg), FCG36/3,0-4,0 m (As 59 mg/kg) ja FCG40/0-1,0 m (V 190 mg/kg).

Kynnysarvon ylittäviä raskasmetallipitoisuuksia (As, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Sb ja/tai Zn) todettiin tutkimuspisteiden P234, P235, P236, P237 ja P239, P331, P332, HP333, P334, KK336, P337 ja KK338 näytteissä. Pitoisuuksien vaihtelu-

väli oli arseenilla 5,1...37 mg/kg, kadmiumilla 1,2...5,5 mg/kg, kromilla 110...200 mg/kg kuparilla 110...147 mg/kg, nikkelillä 52...99 mg/kg, lyijyllä 62...190 mg/kg ja sinkillä 202...240 mg/kg. Kynnysarvon ylittävä elohopeapitoisuus (1,1 mg/kg) todettiin näytteessä P334/2,0-2,6 m.

Raskasmetallipitoisuudet esiintyivät pääsääntöisesti syvyystasolla 1...5 m ja syvimmillään tutkimuspisteissä P234 ja P235 tasolla 4...5 m. Haitta-aineita sisältävä maa-aineskerros oli paksuimmillaan (4 m) tutkimuspisteessä P235, jossa havaittiin myös korkein raskasmetallipitoisuus (Cu) syvyystasolla 3...4 m.

6.6.6 Muut haitta-aineet

Munkkisaaren laiturin reuna-alueelta otetuissa koontinäytteessä (koonti 2) ei laboratorioanalyysissä todettu tributyylitinaa (TBT). Muita tutkittuja (öljyhiilivetyjakeet C₄-C₁₀, BTEX-, VOC- ja klooratut yhdisteet, syanidi ja Ba) ei tällä osa-alueella IV todettu.

6.7 Vesinäytteiden tulokset

Vuonna 2009 otettujen vesinäytteiden pH vaihteli 7,3-7,7 välillä. Vesinäytteiden öljyhiilivetyjen summapitoisuudet C₁₀-C₄₀ olivat havaintoputkissa HP313; 0,79 mg/kg, HP321; 0,16 mg/kg, HP325; 0,01 mg/kg, HP329; <0,05 mg/kg ja HP333; 2,5 mg/kg. Vesinäytteestä HP313 tutkitut haitta-aineet (öljyhiilivetyjakeita C₅-C₁₀, MTBE-, TAME-, BTEX-yhdisteet) jäivät alle menetelmien määrittämissä rajojen.

Kaikista havaintoputkista otetuissa vesinäytteissä alittui raskasmetallianalyysin määrittämissä rajoilla, elohopealla, kromilla, lyijyllä ja antimonilla.

Sinkkiä todettiin suurin pitoisuus (0,65 mg/l) havaintoputken HP313 vesinäytteessä. Muista havaintoputkista otetuissa vesinäytteissä sinkkipitoisuudet olivat 0,007-0,038 mg/l. Vesinäytteiden kuparipitoisuus vaihteli 0,021-0,066 mg/l välillä. Havaintoputken HP333 vesinäytteessä nikkelpitoisuus oli 0,015 mg/l. Havaintoputkien HP313, HP321 ja HP329 vesinäytteiden nikkelpitoisuudet jäivät alle menetelmän määrittämissä rajojen <0,006 mg/l.

Havaintoputken HP325 vesinäytteessä todettiin TerrAttest-analyysissä PAH-yhdisteiden summapitoisuudeksi 0,5 mg/l. Korkeimmat yksittäiset PAH-yhdisteet olivat asenafteni 0,12 mg/l, pyreeni 0,085 mg/l, fluoranteni 0,062 mg/l ja bentso(a)antrasiini 0,062 mg/l.

TerrAttest-analyysissä todettiin trikloorieteeniä 0,00012 mg/l, tetrakloorieteeniä 0,00035 mg/l ja kloorimetaania 0,00096 mg/l. Myös bariumia (0,087 mg/l), kobolttia (0,0026 mg/l), nikkeliä 0,0041 mg/l sekä vanadiinia (0,0031 mg/l) todettiin havaintoputkessa HP325. Muita TerrAttest-analyysissä tutkittuja haitta-aineita ei todettu. Vesinäytteen pH oli 7,4 ja sähköjohtavuus 190 mS/m.

Vesinäytteiden tulokset ja laboratorioanalyysilomakkeet on esitetty liitteessä 7.

6.8 Öljyhiilivetyjen fraktiojako

Viidelle maanäytteelle (FCG6/3-4 m, FCG16/3-4 m, FCG21/2-3 m, FCG26/2-3 m ja FCG27/0-1 m) tehtiin tarkempi öljyhiilivetyjen fraktioanalyysi, jossa hiilivedyt jaettiin aromaattisiin öljyhiilivetyjakeisiin C₈-C₁₀, >C₁₀-C₁₂, >C₁₂-C₁₆, >C₁₆-C₂₂, >C₂₂-C₃₅ ja alifaattisiin öljyhiilivetyjakeisiin C₅-C₆, >C₆-C₈, >C₈-C₁₀,

>C₁₀-C₁₂, >C₁₂-C₁₆, >C₁₆-C₃₅. Fraktioanalyysien tulokset on esitetty taulukossa liitteessä 5.

Tulosten perusteella öljyhiilivedyt koostuvat pääosin aromaattisista ja alifaattisista C₁₆-C₃₅ -jakeista. Lisäksi yhdessä näytteessä (FCG21/2-3 m) todettiin aromaattisia C₁₂-C₁₆ -jakeita 50 mg/kg. Muut fraktiot alittivat kaikissa analysoiduissa näytteissä analyysin määrittämissä rajoissa.

Näytteessä FCG21/2-3 m fraktioanalyysin todettujen jakeiden yhteenlaskettu pitoisuus on 3930 mg/kg ja perinteisen kolmijako-analyysin (C₁₀-C₄₀) summapitoisuus on 4550 mg/kg. Ylijäävästä osasta pieni osa saattaa olla fraktioita, joiden pitoisuus ei ylittänyt analyysin määrittämissä rajoja. Suurin osa on kuitenkin C₃₅-C₄₀ jakeita, jotka eivät sisälly fraktiointiin.

6.9 Liukoisuustestit

Metallien liukoisuustestejä tehtiin neljälle maanäytteelle (FCG10/1-2 m, FCG22/2-3 m, FCG29/0-1 m ja FCG36/2-3 m). Näistä maanäytteistä ei analysoitu laboratoriossa metallien kokonaispitoisuuksia, mutta xrf-kenttämittausten perusteella näytteissä todettiin ylempien ohjearvon ylittäviä pitoisuuksia sinkkiä (458-615 mg/kg) ja arseenia (211 mg/kg) sekä ohjeellisen ongelmajätteen raja-arvon ylittävä pitoisuus lyijyä (2758 mg/kg).

Valtioneuvoston asetuksessa 202/2006 on annettu liukoisuuskriteerit pysyvän jätteen, tavanomaisen jätteen ja ongelmajätteen kaatopaikoille.

Liukoisuustestien tulokset (L/S=10), XRF-kenttämittauksissa saadut tulokset sekä pysyvän jätteen kaatopaikan liukoisuuskriteerit on esitetty taulukossa 7.

Taulukko 7. Liukoisuustestien tulokset

Haitta- aine	FCG10/ 1-2 m		FCG22/2-3 m		FCG29/0-1 m		FCG36/2-3 m		Pysyvän jätteen kaatopaikan liukoisuuskriteeri
	XRF mg/kg	L/S=10 l/kg	XRF mg/kg	L/S=10 l/kg	XRF mg/kg	L/S=10 l/kg	XRF mg/kg	L/S=10 l/kg	
As	75	<0,2	<10	<0,2	<10	<0,2	211	<0,2	0,5
Ba		0,5		0,15		0,15		0,59	20
Cd		<0,01		<0,01		<0,01		<0,01	0,04
Cr	<50	<0,1	<50	<0,1	<50	<0,1	<50	<0,1	0,5
Cu	<30	0,5	101	0,16	<30	0,43	121	<0,1	2
Mo		0,4		<0,1		<0,1		<0,1	0,5
Pb	583	<0,1	161	<0,1	155	<0,1	2758	0,2	0,5
Ni	<30	0,2	<30	<0,1	<30	<0,1	<30	<0,1	0,4
Sb		0,3		0,02		0,06		<0,01	0,06
V		0,2		<0,1		<0,1		<0,1	-
Zn	615	<0,1	709	<0,1	371	0,14	458	0,50	4
Hg		<0,002		<0,002		<0,002		<0,002	0,01

Liukoisuustestien perusteella voidaan arvioida, että metallit eivät ole kohteessa helposti liukenevassa muodossa. Liukoisen osuuden voidaan olettaa olevan suurin mahdollinen huokosveten liukeneva osuus kokonaispitoisuudesta.

Liukoisuustestien laboratorioanalyysilomakkeet ovat liitteessä 8.

6.10 Alemman ohjearvon ylittäviä pitoisuuksia sisältävän maan määrä

Maa-aineksen, jonka haitta-ainepitoisuus ylittää alemman ohjearvon (taulukko 8), kokonaismääräksi on arvioitu **noin 152 000 m³ktr.**

Kynnysarvon ylittävien maiden laskennalliset kokonaismassamääräarviot on esitetty osa-alueittain taulukossa 9 haitta-ainepitoisuuksien perusteella.

Laskentatapa perustuu piirustuksien YMP.D3422_3 A-C osa-alueella olevien tutkimuspisteiden määrään, joissa todettu haitta-ainepitoisuus ylittää kynnysarvon, ja tutkimuspisteiden perusteella arvioitua laajuuteen. Maa-ainesten määrät arvioitiin yksittäisten tutkimuspisteiden keskiarvopinta-alan ja kerrospaksuuden perusteella.

Taulukko 8. Alemman ohjearvon ylittävät kokonaismassamäärät osa-alueittain

Alemman ohjearvon ylittävät massamäärät (m³ktr):	
1. Osa-alue	30 900
2. Osa-alue	32 000
3. Osa-alue	54 000
4. Osa-alue	35 100
Kaikki yhteensä:	152 000

Taulukko 9. Kynnysarvon ylittävien maiden määrät osa-alueittain ja maa-ainesten arvioidut määrät haitta-ainepitoisuuksien perusteella, piirustukset YMP.D3422_3 A (0-1 m), B (1-3 m) ja C (> 3 m)

Osa-alue	Osa-alueen kokonaispinta-ala m ²	Osa-alueen Piman kokonaispinta-ala m ²	Pima tutkimusp. alueella kpl	Pima pisteen pinta-ala m ²	Syvyysväli m	Massamäärät m ³ ktr			
						kynnys-ao ^{*1)}	ao-yo ^{*2)}	yo-oj ^{*3)}	yli oj ^{*4)}
1.	80 000	21 300	35	600	0-1 m	2 400	600	3 600	0
					1-3 m	10 800	8 400	6 000	1 200
					> 3 m	4 800	3 000	8 100	0
						18 000	12 000	17 700	1 200
2.	76 000	19 150	36	500	0-1 m	4 000	2 500	1 500	0
					1-3 m	7 000	5 000	9 000	1 000
					> 3 m	2 000	3 000	8 000	2 000
						13 000	10 500	18 500	3 000
3.	71 000	28 800	35	800	0-1 m	3 200	2 400	1 600	800
					1-3 m	14 400	16 000	14 400	0
					> 3 m	5 600	4 800	10 800	3 200
						23 200	23 200	26 800	4 000
4.	49 000	17 700	26	650	0-1 m	5 200	1 950	1 300	650
					1-3 m	6 500	7 800	10 400	2 600
					> 3 m	1 300	3 250	5 850	1 300
						13 000	13 000	17 550	4 550
Yhteensä m³ktr						67 200	58 700	80 550	12 750

*1) Kynnysarvon ja alemman ohjearvon välissä olevat maa-ainekset

*2) Alemman ja ylemmän ohjearvon välissä olevat maat

*3) Ylemmän ja ongelmajäteraja-arvon välissä olevat maat

*4) Ongelmajäteraja-arvon ylittävät maa-ainekset

6.11 Osayleiskaavaluonnoksen vesialueet

Osa-yleiskaavaluonnoksessa on Hernesaaren alueelle sijoitettu yhteensä neljä vesialuetta (allasta). Piirustuksessa YMP.D3422_4 on esitetty vesialueiden sijainnit (W1-W3, W/LV4) sekä epäorgaanisten ja orgaanisten haitta-aineiden laajuus.

Taulukossa 10 on esitetty vesialueiden alustavat massamäärät altaittain sekä kunnostuskustannukset, mikäli vesialueiden alueilta kaivetaan pois kaikki kynnysarvon ylittävät maa-ainekset. Kaikkien nykyiselle maa-alueelle kaivettavien vesialtaiden alustavasti arvioidut kunnostuskustannukset ovat yhteensä noin **3,2 milj. €** (alv. 0 %).

Taulukko 10. Vesialueiden arvioidut kokonaismassamäärät ja kustannukset

Altaan nimi/nro		Vesialtaiden kunnostuskustannukset (€/k-m ³)				Kunnostuskustannukset altaittain yhteensä (€):
		30	53	118	199	
W1	Syvyysväli *1)	ka-ao^{*2)}	ao-yo^{*3)}	yo-oj^{*4)}	yli oj^{*5)}	
	0-1 m	0	0	0	0	
	1-3 m	0	0	0	0	
	> 3 m	2 120				
	Vesialtaan massamäärä yht.(m ³):	2 120	0	0	0	
	Massamäärän kunnostuskustannus (€):	63 600				63 600
W2	Syvyysväli (*)	ka-ao	ao-yo^{*2)}	yo-oj^{*3)}	yli oj^{*4)}	
	0-1 m	0	500	0	0	
	1-3 m	0	0	0	0	
	> 3 m	0	0	0	0	
	Vesialtaan massamäärä yht.(m ³):	0	500	0	0	
	Massamäärän kunnostuskustannus (€):		26 500			26 500
W3	Syvyysväli (*)	ka-ao	ao-yo^{*2)}	yo-oj^{*3)}	yli oj^{*4)}	
	0-1 m	500	0	0	0	
	1-3 m	0	0	2 000	0	
	> 3 m	0	0	500	0	
	Vesialtaan massamäärä yht.(m ³):	500	0	2 500	0	
	Massamäärän kunnostuskustannus (€):	15 000		293 750		308 750
W/LV4	Syvyysväli (*)	ka-ao	ao-yo^{*2)}	yo-oj^{*3)}	yli oj^{*4)}	
	0-1 m	4 450	600	1 030	0	
	1-3 m	5 200	5 600	5 000	2 780	
	> 3 m	680	1 630	5 840	500	
	Vesialtaan massamäärä yht.(m ³):	10 330	7 830	11 870	3 280	
	Massamäärän kunnostuskustannus (€):	309 900	414 990	1 394 725	652 720	2 772 335
		Kaikkien altaiden kunnostuskustannukset yht.(€) :				3 171 185

*1) Vesialtaan tutkimuspisteen arvioitu pinta-ala ka 500 m²

*2) Kynnysarvon ja alemman ohjearvon välissä olevat maat

*3) Alemman ja ylemmän ohjearvon välissä olevat maat

*4) Ylemmän ja ongelmajäteraja-arvon välissä olevat maat

*5) Ongelmajäteraja-arvon ylittävät maa-ainekset

6.12 Epävarmuustekijät

Alueen historiatietojen perusteella on epävarmaa, mistä Hernesaaren täyttömaat ovat peräisin ja miten laajalla alueella haitta-aineita todellisuudessa on. Hernesaaren ja Munkkisaaren satama- ja teollisuusaluetta on rakennettu täyttömaiden avulla vaiheittain 1930-luvulta lähtien.

Tutkimusalueen kokonaispinta-ala on 27,5 ha ja tutkimuspisteiden tiheys on tällä hetkellä 1 tutkimuspiste/1400 m² (yhteensä 192 tutkimuspistettä). Muutamilla alueilla aluerajaus on vielä hieman epätarkka, mutta rajausten tarkennus on osin toteutettavissa mahdollisen maaperän kunnostuksen yhteydessä. Joidenkin rakennusten alapuolista maaperää on tutkittu, mutta varmuudella ei voi sanoa rajautuuko haitta-aineet rakennuksiin.

Tutkimuksissa on ollut hankala saada näytteitä syvältä louheen ja vesipinnan alapuolisesta maaperästä. Louhekerroksista on vaikea saada näytettä, koska hienoainesta on näissä kerroksissa vähän. Muutamissa näytepisteissä, joissa maaperä oli kivistä tai louhetta, näytemäärä jäi pieneksi. Tästä johtuen kaikkia haluttuja laboratorioanalyysieja ei pystytty kyseisistä tutkimuspisteiden näytteistä tekemään.

Kenttäanalyysointia (INNOV-X) mittaustarkkuudesta johtuen mitattujen näytteiden arseenin ja nikkelin kenttämittaustulokset eivät ole täysin luotettavia. Kenttämittausten korkeat arseeni- ja nikkelpitoisuudet ovat pääsääntöisesti laboratorioanalyysien perusteella joko kynnysarvon ja alemman ohjearvon välisiä pitoisuuksia tai alittavat kynnysarvon. Myös näytteistä tehtyjen PetroFLAG-kenttäanalyysien tulokset ovat suuntaa antavia.

Tutkimuksen mahdollisia epävarmuustekijöitä ovat mahdolliset inhimilliset virheet näytteenotossa, laboratoriomittauksissa sekä laboratorion mittaustarkkuudesta johtuvat virheet. Näytteenoton on suorittanut FCG Finnish Consulting Group Oy:n kokenut ympäristöasiantuntija. Näytteiden analysointi suoritettiin akkreditoitussa laboratoriossa. Tämän vuoksi näytteenotossa tai analytiikassa tapahtuneen virheen todennäköisyys on pieni.

7 ALUSTAVA KUSTANNUSARVIO

Alustavan kustannusarvion lähtökohtana tässä vaiheessa on kaikkien alemman ohjearvon ylittäviä haitta-ainepitoisuuksia sisältävien maa-ainesten kaivu ja poistaminen. Kustannukset on laskettu edellä olevan massamääräarvion perusteella (taulukko 9). Kun tuleva maankäyttömuoto ja rakentamissuunnitelmat ovat selvillä, kustannukset tarkentuvat riskinarvion ja rakentamisen tarpeiden perusteella.

7.1 Haitta-ainepitoisen maan kunnostuskustannukset

Alemman ohjearvon ylittävien maa-ainesten kunnostuksen yksikkökustannukset muodostuvat seuraavasti (alv. 0%):

Alemman ja ylemmän ohjearvon välissä olevat maat:	
Kaivu ja kuormaus	9 €/k-m ³
Kaivantojen täyttö	6 €/k-m ³
Kuljetus 60 km	15 €/k-m ³
Vastaanotto	18 €/k-m ³
	48 €/k-m ³
Rakennuttaminen 10 %	4,8 €/k-m ³
Työmaakate 10 %	4,8 €/k-m ³
Valvonta ja analyysit 5 %	2,4 €/k-m ³
	60 €/k-m³

Ylemmän ja ongelmajätteen raja-arvon välissä maat:

Kaivu ja kuorma	9 €/k-m ³
Kaivantojen täyttö	6 €/k-m ³
Kuljetus 100 km	20 €/k-m ³
Vastaanotto	65 €/k-m ³
	<u>100 €/k-m³</u>
Rakennuttaminen 10 %	10 €/k-m ³
Työmaakate 10 %	10 €/k-m ³
Valvonta ja analyysit 5 %	5 €/k-m ³
	125 €/k-m³

Ongelmajätteen raja-arvon ylittävät maa-ainekset:

Kaivu ja kuorma	9 €/k-m ³
Kaivantojen täyttö	6 €/k-m ³
Kuljetus 100 km	20 €/k-m ³
Vastaanotto	130 €/k-m ³
	<u>165 €/k-m³</u>
Rakennuttaminen 10 %	16,5 €/k-m ³
Työmaakate 10 %	16,5 €/k-m ³
Valvonta ja analyysit 5 %	8,25 €/k-m ³
	206,25 €/k-m³

Taulukko 11. Kunnostuskustannukset on laskettu osa-alueittain ja haitta-ainepitoisuuksien perusteella pois lukien kynnsarvon ja alemman ohjearvon välissä olevat maa-ainekset

Osa-alue	Pimapisteen pinta-ala m ²	Syvyysväli m	Kunnostuskustannukset (€/k-m ³)			Osa-alueen kokonaismäärä (m ³)	Kustannukset osa-alueittain (€)
			60 ao-yo ^{*2)}	125,00 yo-oj ^{*3)}	206,25 yli oj ^{*4)}		
1.	600	0-1 m	36 000	375 000	0	30 900	3 105 000
		1-3 m	504 000	750 000	247 500		
		> 3m	180 000	1 012 500	0		
			720 000	2 137 500	247 500		
2.	500	0-1 m	150 000	125 000	0	32 000	3 498 750
		1-3 m	300 000	1 125 000	206 250		
		> 3m	180 000	1 000 000	412 500		
			630 000	2 250 000	618 750		
3.	800	0-1 m	144 000	200 000	165 000	54 000	5 567 000
		1-3 m	960 000	1 800 000	0		
		> 3m	288 000	1 350 000	660 000		
			1 392 000	3 350 000	825 000		
4.	650	0-1 m	117 000	162 500	134 063	35 100	3 644 713
		1-3 m	468 000	1 300 000	536 250		
		> 3m	195 000	731 250	650		
			780 000	2 193 750	670 963		
			3 522 000	9 931 250	2 362 213		
Kaikki osa-alueet (1.-4.) yhteensä:						152 000	15 815 463

*2) Alemman ja ylemmän ohjearvon välissä olevat maat

*3) Ylemmän ja ongelmajäteraja-arvon välissä olevat maat

*4) Ongelmajätteen raja-arvon ylittävät maa-ainekset

Kunnostuskustannuksiin alentavasti vaikuttaa myös kaivettavien maamassojen seulonta, jota ei näissä laskelmissa ole otettu huomioon. Vastaavasti rakennusjäte tai muu vastaava nostavat kunnostuskustannuksia.

Taulukossa 9 (luku 6.10) lasketut massamäärät voivat seulonnan vaikutuksesta vähentää haitta-ainepitoisten maa-aineksien massamääräarviota 20-25 %.

7.2 Alustava kustannusarvio

Kohdissa 6.10 ja 7.1 esitettyjen alemman ohjearvotason ylittävien maiden massamääräarvioiden (taulukot 8, 9 ja 11) perusteella kunnostuksen arvioitujen kustannukset ovat yhteensä noin **15 815 000 €** (alv. 0 %) mikäli kaikki pilaantuneet maat vaihdettaisiin puhtaisiin maihin. Kustannusten arvioinnissa on oletettu, että nykyiset rakennukset ja rakenteet on poistettu ennen kunnostamista. Laskelmissa ei ole huomioitu purku- tai tukemis- ja ponttauskustannuksia.

Seuraavassa luvussa on arvioitu todetuista haitta-ainepitoisuuksista aiheutuvia terveys- ja ympäristöriskejä sekä maaperän riskiperusteista kunnostustarvetta. Riskinarvioinnin perusteella voidaan kunnostuksen tavoitepitoisuuksia muuttaa ja alemman ohjearvon ylittävien haitta-ainepitoisuuksien jättäminen alueelle voi olla mahdollista.

Kunnostustarvetta pienentää myös se, että Hernesaaren maanpintaa joudutaan nostamaan meriveden pitämiseksi poissa alueelta ja rakenteista, mikä tekee mahdolliseksi jättää pilaantuneita massoja eristettyinä täyttöjen alle.

Lopullinen kustannusarvio voidaan laskea vasta kun maankäyttömuotojen sijoittuminen alueelle on tiedossa, tiedetään mikä on rakentamiseen liittyvä kaivutarve ja mitkä ovat riskinarvioon perustuvat kunnostustavoitteet.

8 RISKIEN PERUSARVIOINTI

8.1 Kriittisten haitta-aineiden valinta

Kohteessa on tehty lukuisissa eri vaiheissa tutkimuksia, joissa on tutkittu hyvin laaja valikoima haitta-aineita. Tutkimuksissa on tehty yhteensä 193 maanäytepistettä, näytteitä on otettu yhteensä 666 kpl. Riskien tarkastelussa ei käytetä tutkimuksen osa-aluejakoa, koska tulevan rakentamissuunnitelman kanssa osa-aluejako ei ole enää yhteensopiva.

Kynnysarvon ja alemman ohjearvon välisinä pitoisuuksina on todettu kadmiumia (22 ylitystä/88 analysoitua näytettä), kobolttia (2/29), kromia (3/88) ja vanadiinia (2/88) ja PCB-yhdisteitä (3/45). Näiden haitta-aineiden keskimääräiset tasot olivat selvästi alle kynnysarvon. Näitä haitta-aineita ei käsitellä kriittisinä haitta-aineina.

Kynnysarvon ja alemman ohjearvon välisinä pitoisuuksina on todettu myös bentseeniä (kahdessa näytteessä 0,04-0,06 mg/kg), trikloorieteeniä (yhdessä näytteessä 0,14 mg/kg) ja tetrakloorieteeniä (yhdessä näytteessä 0,07 mg/kg). Bentseenin kynnysarvo on 0,02 mg/kg. Sekä tri- että tetrakloorieteenille kynnysarvo on 0,01 mg/kg. Pitoisuudet ylittävät kynnysarvon melko lievästi ja ovat pistemäisiä esiintymiä. Niiden merkitys alueellisesti riskeihin on vähäinen. Ko. haitta-aineita ei käsitellä tässä kriittisinä haitta-aineina.

Henry Fordinkadulla sijaitsevan entisen tehdasrakennuksen vieressä tutkimuspisteessä P108 on todettu kevyitä hiilivetyjä C₅-C₁₀ alemman ja ylemmän ohjearvon välissä oleva pitoisuus (140 mg/kg). Tämä alue jäänee kuitenkin

varsinaisen rakennussuunnitelma-alueen ulkopuolelle, koska rakennus on suojeltu eikä alueella tehdä maankaivuja. Rakennukseen aiheutuvaa sisäilmariskiä voi selvittää sisäilmamittauksilla. Tässä riskinarviossa kevyet hiilivedyt eivät kuulu kriittisiin haitta-aineisiin, koska tutkimusalueen muissa tutkimuspisteissä ei todettu kohonneita pitoisuuksia.

Alueen maaperässä on todettu ylemmän ohjearvon ylittävinä pitoisuuksina kevyitä hiilivetyjä C₅-C₁₀, mineraaliöljyjä C₁₀-C₄₀, PAH-yhdisteitä sekä metalleista elohopeaa, kuparia, lyijyä ja sinkkiä. Alemman ja ylemmän ohjearvon välisinä pitoisuuksina on todettu lisäksi antimonia, arseenia ja nikkeliä.

Kriittisiä haitta-aineita tässä kohteessa ovat: **öljyhiilivedyt C₁₀-C₄₀, PAH-yhdisteet, Sb, As, Hg, Cu, Pb, Ni ja Zn.**

8.2 Kriittisten haitta-aineiden ominaisuudet

8.2.1 Öljyhiilivedyt

Taulukossa 12 on esitetty fraktiointianalyysien perusteella kohteessa todettujen öljyhiilivetyjakeiden fysikaalisia ja kemiallisia ominaisuuksia. Todetut öljyhiilivedyt ovat niukkaliukoisia tai hyvin niukkaliukoisia sekä kulkeutumattomia. Osa todetuista fraktioista on haihtuvia tai kohtalaisen haihtuvia. Haihtuvia jakeita (aromaattiset C₁₂-C₁₆ -jakeet) todettiin vain yhdessä fraktioidussa näytteessä määritysrajan ylittävä pitoisuus 50 mg/kg.

Taulukko 12. Hiilivetyjen fysikaalisia ja kemiallisia ominaisuuksia. Keltaisella on merkitty ne fraktiot, joita tutkimuksissa on todettu.

Fraktio	S (mg/l)	P _{vp} (Pa)	log K _{oc} (l/kg)
Alifaattiset öljyhiilivedyt			
>C ₁₀ -C ₁₂	0,0340 Hyvin niukkaliukoinen	79 Haihtuva	250 000 Kulkeutumaton
>C ₁₂ -C ₁₆	7,60E-04 Hyvin niukkaliukoinen	3,6 Haihtuva	5,00E+06 Kulkeutumaton
>C ₁₆ -C ₃₅	0,00000099 Hyvin niukkaliukoinen	0,172 Kohtalaisen haihtuva	8,8 Kulkeutumaton
Aromaattiset öljyhiilivedyt			
>C ₁₀ -C ₁₂	25,0 Liukeneva	79 Haihtuva	2300 Heikosti kulkeutuva
>C ₁₂ -C ₁₆	5,8 Niukkaliukoinen	3,55 Haihtuva	3,7 Kulkeutumaton
>C ₁₆ -C ₂₁	0,65 Niukkaliukoinen	0,172 Kohtalaisen haihtuva	4,2 Kulkeutumaton
>C ₂₁ -C ₃₅	0,0066 Hyvin niukkaliukoinen	0,000017 Hyvin heikosti haihtuva	5,1 Kulkeutumaton

S=vesiliukoisuus, V_p=Höyrynpaine, K_{oc}=jakautumiskerroin (kulkeutuvuus).

Öljyhiilivetyjen myrkyllisyyttä on erittäin vaikea arvioida, sillä usein öljypilaantuma koostuu jopa tuhansista erillisistä yhdisteistä. Lisäksi pilaantumasta muuttuu voimakkaasti hiilivetyjen kokonaistoksisuutta, sillä haihtuminen, liukeneminen ja biologinen hajoaminen vähentävät usein merkittävästi haitta-aineseoksen bioaktiivisuutta ja sen myrkyllisyyden vaikuttavia ominaisuuksia. Usein ns. jäännöspitoisuus maassa saattaa olla edelleen korkea, vaikka varsinaista terveys- tai ympäristöhaittaa ei pilaantumasta enää aiheutuisikaan.

8.2.2 PAH-yhdisteet

Useimmat PAH-yhdisteet ovat niukkaliukoisia veteen ja ne sitoutuvat tiukasti kiintoaineeseen niin, että niiden liikkuvuus on alhainen. PAH-yhdisteistä vain naftaleeni on vesiliukoinen. Naftaleenia ei kohteessa todettu kynnysarvon ylittävänä pitoisuutena.

Taulukossa 13 on esitetty PIMA-asetuksen PAH-yhdisteiden fysikaalisia ja kemiallisia ominaisuuksia. Taulukossa S= vesiliukoisuus, V_p= Höyrynpaine K_{oc}= jakautumiskerroin (kulkeutuvuus).

Taulukko 13. PAH-yhdisteiden fysikaalisia ja kemiallisia ominaisuuksia.

Fraktio	S (mg/l)	V _p (Pa) (+10°C)	log K _{oc} (l/kg)
Antraseeni	0,071 Hyvin niukkaliukoinen	0,00093 Heikosti haihtuva	4,3 Kulkeutumaton
B(a)antraseeni	0,012 Hyvin niukkaliukoinen	2 E-07 Hyvin heikosti haihtuva	5,5 Kulkeutumaton
B(a)pyreeni	0,00084 Hyvin niukkaliukoinen	1,2 E-07 Hyvin heikosti haihtuva	5,8 Kulkeutumaton
B(k)fluoranteeni	0,00048 Hyvin niukkaliukoinen	1,2 E-08 Hyvin heikosti haihtuva	6,2 Kulkeutumaton
Fenantreeni	0,85 Niukkaliukoinen	0,015 Heikosti haihtuva	4,2 Kulkeutumaton
Fluoranteeni	0,2 Niukkaliukoinen	0,0038 Heikosti haihtuva	5,16 Kulkeutumaton
Naftaleeni	31,8 Liukeneva	6,83 Haihtuva	2,98 Hieman kulkeutuva

Luontaisesti PAH-yhdisteitä esiintyy maaöljyssä ja kivihiilessä ja ympäristöön sitä päätyy erityisesti polttoaineiden ja muun orgaanisen aineksen palamisprosesseissa. Polyaromaattiset hiilivedyt (PAH-yhdisteet) koostuvat kahdesta tai useammasta toisiinsa kiinnittyneestä aromaattirenkaasta.

PAH-yhdisteiden joutuessa iholle pölyn tai veden mukana ne aiheuttavat ärsytystä. Muina oireina saattaa esiintyä silmä-ärsytystä, väsymystä, päänsärkyä ja pahoinvointia. PAH-yhdisteet saattavat imeytyä ihon läpi, joka on todettu kohonneina PAH-pitoisuuksina veressä.

Osan PAH-yhdisteistä on todettu tai epäilty olevan karsinogeenisiä eli syöpävaarallisia suurina pitoisuuksina ja pitkällä altistusajoilla. Bentso(a)pyreenin on todettu tutkimuksissa olevan syöpäsairauden vaaraa aiheuttava aine.

8.2.3 Epäorgaaniset haitta-aineet

Metallit ja puolimetallit ovat pääosin huonosti kulkeutuvia haitta-aineita ja ne voivat imeytyä elimistöön lähinnä nielemällä.

Antimonin liikkuvuus maaperässä on hyvin vähäistä ja maaperän humus, alumiini- ja rautahydroksidit sekä fosfaatit sitovat herkästi antimonia ja säätelevät siten sen kulkeutuvuutta.

Antimonia käytetään mm. lyijy- ja tinametalliseoksissa kovuuden lisäämiseen. Pieninä annoksina oireina on päänsärkyä, väsymystä ja masentuneisuutta. Suuret annokset saattavat aiheuttaa voimakasta oksentelua ja jopa kuoleman. Sallituksi päiväannokseksi ihmiselle on esitetty TDI = 0,4 µg/kg d (WHO).

Arseeni sitoutuu maaperän oksideihin, orgaaniseen ainekseen ja savimineeraaleihin. Suurille arseenipitoisuuksille altistumisesta voi seurata vaikutuksia mm. maksassa ja munuaisissa ja hermostossa. Arseeni luokitellaan syöpävaa-ralliseksi aineeksi. Sallituksi päiväannokseksi ihmiselle on esitetty TDI = 1 µg/kg d (WHO).

Elohopean liikkuvuus ja liukoisuus on maaperässä melko vähäistä ja se si-toutuu lujasti humukseen. Liukoisuus ja liikkuvuus lisääntyvät maaperän happamuuden lisääntyessä.

Elohopea ärsyttää silmiä ja hengitysteitä ja voi aiheuttaa keuhkoputkentuleh-duksen. Suurille elohopeapitoisuuksille altistuminen voi aiheuttaa vaikutuksia munuaisissa ja keskushermostossa. Sallituksi päiväannokseksi ihmiselle (TDI) on esitetty 0,1 µg/kg d.

Kupari sitoutuu maaperään tiukasti ja on muihin raskasmetalleihin verrattuna maaperässä kohtalaisen liikkumaton. Kupari on liikkuvimmillaan kun pH on al-le 4.

Kupari on kasveille, ihmisille ja eläimille välttämätön hivenaine. Kasveille ku-pari saattaa kuitenkin aiheuttaa vaurioita jo sellaisissa pitoisuuksissa, jotka eivät ole haitallisia ihmisille.

Pitkäaikaisesta tai toistuvasta altistumisesta voi aiheutua ihon herkistymistä. Kupari saattaa kroonisessa altistuksessa aiheuttaa keuhkovaurioita. Suuret päivittäiset annokset voivat aiheuttaa pahoinvointia, ripulia ja vatsakramppe-ja. Sallituksi päiväannokseksi ihmiselle on esitetty TDI = 140 µg/kg d (WHO).

Nikkelin liikkuvuus kasvaa happamuuden lisääntyessä ja se on liikkuvim kun pH on alle 4. Nikkeli sitoutuu humukseen ja muuhun orgaaniseen ainekseen tiukemmin kuin esim. lyijy tai sinkki.

Nikkeli voi toistuvassa ja pitkäaikaisessa altistuksessa aiheuttaa ihotulehduk-sen ja ihon herkistymisen. Nikkelille allergisoituminen onkin hyvin yleistä. Sen pölyn hengittäminen saattaa pitkäkestoisena altistuksena aiheuttaa hengitys-teiden syöpiä. Sallituksi päiväannokseksi ihmiselle on esitetty TDI = 50 µg/kg d (WHO).

Lyijyn liukoisuus ja liikkuvuus maaperässä on melko vähäistä ja se on ras-kasmetalleista vähiten liikkuva. Lyijyn liikkuvuus lisääntyy maaperän happa-muuden lisääntyessä. Lyijy ei kulkeudu maaperästä kasveihin.

Pitkäaikaisesta tai toistuvasta lyijylle altistumisesta voi seurata haittavaiku-tuksia hermostossa ja munuaisissa. Lyijy voi myös vahingoittaa lisääntymistä. Lyijy kertyy elimistöön. Erityisesti lapset saattavat pölyn ja maaperän syönnin vaikutuksesta altistua. Lyijy saattaa vaikuttaa lapsen henkiseen ja fyysisen kehitykseen. Altistumiseen vaikuttavia tekijöitä ovat lyijyn olomuoto, hiukkas-koko, elintavat ja maan pinnan laatu. Lyijy voi aiheuttaa myös anemiaa ja ko-liikkia. Maassa elävät selkärangattomat keräävät itseensä lyijyä jonkin verran. Sallituksi päiväannokseksi ihmiselle on esitetty TDI = 3,6 µg/kg d (WHO).

Sinkin suolat ovat melko vesiliukoisia, joten se voi kulkeutua maaperässä ja maaperästä kasveihin suhteellisen helposti. Kun maaperän pH on korkea, sinkki sitoutuu voimakkaasti mm. karbonaatti- ja savimineeraaleihin ja raudan ja mangaanin oksideihin. Sinkin hydrolysoituneet muodot, jotka esiintyvät pH:n ollessa yli 7,7, sitoutuvat voimakkaasti maahiukkasten pintaan. Orgaa-ninen aines sitoo sinkkiä tehokkaasti.

Sinkki on suhteellisen vaaraton ihmisille ja ympäristölle. Kasveille se voi kuitenkin aiheuttaa vaurioita sellaisina pitoisuuksina, jotka eivät ole haitallisia ihmisille. Pitkäaikainen ihokosketus voi aiheuttaa ihotulehduksen ja lyhytaikaisessa voimakkaassa altistuksessa sinkkihuurun hengittäminen voi aiheuttaa metallikuumeen. Suurina annoksina sinkki voi pitkäaikaisessa altistuksessa aiheuttaa anemiamia ja muutoksia veren "hyvän" kolesterolin pitoisuuteen. Sallituksi päiväannokseksi ihmiselle on esitetty TDI = 500 µg/kg d (WHO).

8.3 Käsitteellinen malli

8.3.1 Alueen tuleva käyttö ja rakenne

Alue on suunniteltu muutettavaksi pääosin asumiskäyttöön. Lisäksi alueelle tulee jonkin verran liiketiloja, helikopterikenttä, venesatamatoimintaa sekä vesiaiheita, puistoja ja katualueita.

Ne alemman ohjearvon ylittäviä pitoisuuksia sisältävät maa-ainekset, jotka tulevat rakentamisen vuoksi kaivettaviksi, toimitetaan pilaantuneina maina vastaanottoaikoihin, joilla on lupa vastaanottaa ko. maa-ainesjätettä.

Suunnitellut maanpinnan tasot tulevat nousemaan nykyisestä tasosta. Tulevien maanpintojen tasoja ei vielä tiedetä, mutta riskinarvioinnissa on oletettu rakentamisen jälkeisen maanpinnan olevan noin 2,5 m nykyistä korkeammalla. Tulevien kellareiden pohjan tasot tulevat noin nykyisen maanpinnan tasoon. Katu-, puisto- ja rakennusten alueilla ei siten arvioida olevan merkittävää rakentamisen aiheuttamaa kaivutarvetta.

Haitta-ainepitoisille alueille sijoitettujen suunniteltujen kanavien ja vesialtaiden (3 kpl) sekä venesataman rakentaminen aiheuttaa merkittävän pilaantuneiden maa-ainesjätteen määrän kasvun.

Rantarakentamisessa on otettava huomioon mahdolliset pilaantuneet sedimentit, joita voidaan joutua ruoppaamaan (kts. sedimenttiselvitys).

8.3.2 Kulkeutuminen

Tutkimuksissa ei ole todettu helposti liukenevia tai kulkeutuvia haitta-aineita. On mahdollista, että tutkimattomilla alueilla on kohonneita pitoisuuksia liukenevia haitta-aineita, joten jonkin verran liukenemista voi kuitenkin tapahtua. → **Liukenevien yhdisteiden kulkeutuminen mereen orsiveden mukana on mahdollista.**

8.3.3 Altistuminen

Maanpinta nousee nykyisestä, joten haitta-aineita ei jää alueen maanpintakerrokseen. → **Suora altistuminen maanpinnan kautta ei ole mahdollista.**

Kohteeseen tulee asuin- ja toimistorakennuksia. Tutkimuksissa ei ole todettu erittäin herkästi haihtuvia yhdisteitä, mutta jonkin verran haihtumista voi tapahtua (esim. naftaleeni). → **Sisäilman kautta altistuminen on mahdollista. Ulkoilman kautta altistumista tarkastellaan sisäilma-altistuksen yhteydessä.**

Alueen vettä ei käytetä talousvetenä. → **Altistuminen juoma/suihkuveden kautta ei ole mahdollista.**

8.3.4 Ekologiset riskit

Alueella ei ole erityistä ekologista arvoa. Alueen maankäytön muuttumisella asuinkäyttöön ei ole merkitystä maaperässä todettujen pitoisuuksien aiheuttamiin ympäristöriskeihin. Voidaan todeta, että Hernesaaren maaperästä ei aiheudu sellaista ekologista haittaa, jota kaupunkiympäristössä ei voitaisi pitää hyväksyttävänä. Alueen sedimenttien tilaa on tarkasteltu erillisessä raportissa (FCG Planeko Oy: Hernesaaren sedimenttitutkimukset 2008).

9 RISKILASKENTA

9.1 Rajaukset

Kohteessa on todettu alemman ohjearvon ylittäviä pitoisuuksina antimonia, arseenia, elohopeaa, kuparia, lyijyä, nikkeliä ja sinkkiä. Orsivesinäytteissä ei todettu suuria pitoisuuksia. Suurimpina pitoisuuksina todettiin sinkkiä (0,007-0,65 mg/l) ja kuparia (0,021-0,066 mg/l). Liukoisuustestien perusteella metallit eivät ole liukenevassa muodossa; liukoiset pitoisuudet täyttävät pysyvän jätteen kaatopaikan kriteerit. → Näin ollen epäorgaanisten haitta-aineiden kulkeutuminen ei ole merkittävää.

Epäorgaaniset haitta-aineet eivät haihdu. → Epäorgaanisille haitta-aineille ei voi altistua ulko- tai sisäilman kautta.

→ Epäorgaanisista haitta-aineista ei aiheudu kohteessa suurinakaan pitoisuuksina terveys- tai ympäristöriskiä. Riskiä ei ole tarvetta mallintaa laskennallisesti.

Kohteeseen tulee asuin- ja toimistorakennuksia, puistoalueita sekä katualueita. Tutkimuksissa ei ole todettu erittäin herkästi haihtuvia yhdisteitä, mutta jonkin verran haihtumista voi tapahtua (esim. naftaleeni). Laskennallisesti tarkastellaan todettujen öljyhiilivetyfraktioiden ja PAH-yhdisteiden aiheuttamia sisäilma-altistumisen kautta. Ulkoilma-altistusta tarkastellaan, mikäli sisäilma-altistus on merkittävää.

Lisäksi öljyhiilivetyjen ja PAH-yhdisteiden kulkeutuminen mereen(/tuleviin vesialtistuksiin) on mahdollista.

→ Seuraavassa tarkastellaan laskennallisesti orgaanisten haitta-aineiden kulkeutumisriskiä sekä sisäilman kautta altistumisesta aiheutuvaa terveysriskiä. Maankäyttöalueet, joita tämä tarkastelu koskee, ovat asuinalueet ja toimistoalueet.

9.2 Laskentaohjelma

Haitta-aineiden kulkeutumista sekä terveysriskejä arvioitiin kvantitatiivisesti RISC WorkBench (RISC WB) 4.0 -tietokoneohjelmalla (Waterloo Hydrogeologic 2001). Malli perustuu ASTM:n (*American Society For Testing and Materials*; ASTM 1995) RBCA-standardin (*Risk Based Corrective Action Applied at Petroleum Release Sites*), sekä Yhdysvaltain ympäristöviraston U.S.EPA:n standardeissa ja ohjeissa esitettyihin laskentakaavoihin.

Malli sisältää yleisesti käytettyjä, hyväksytyjä ja testattuja osamalleja, mm. laskentajärjestelmän päästölähteiden, leviämismekanismien ja altistusreittien sekä altistumisen kuvaamiseksi ja riskien kvantifioimiseksi. Tässä tarkastelussa ohjelmaa käytetään deterministisesti, jolloin tuloksina on yksittäisiä riskiä kuvaavia lukuaroja.

9.3 Kulkeutuminen

Risc WB -ohjelmalla laskettiin kohteessa todettujen haitta-aineiden kulkeutumisesta orsiveden mukana mereen. Laskennassa käytetyt kohdekohtaiset parametrit on esitetty taulukossa 14 ja liitteessä 9.

Taulukko 14. Kulkeutumislaskennan parametrit

Parametri	
Maalaji	Hiekka
Orgaanisen hiilen pitoisuus, mg/kg	0,01
Etäisyys maanpinnasta pilaantumasta*, m	3
Pilaantumasta* paksuus, m	2
Etäisyys pilaantumasta* mereen, m	10
Pilaantumasta* leveys, m	100
Pilaantumasta* pituus, m	100
Vajovesivyöhykkeen paksuus, m	4,5
Tarkkailujakson pituus, v	50

*Pilaantumalla tarkoitetaan kohonneita haitta-ainepitoisuuksia sisältävää maata.

Laskennassa käytettiin todettuja suurimpia pitoisuuksia. Näytteestä P41/4,5-6 m ei tehty fraktiointia, vaan öljyhiilivetyjen C₁₀-C₄₀ pitoisuudet on jaettu fraktioihin näytteelle FCG21/2-3 m tehdyn fraktiointianalyysin perusteella. Fraktiointianalyysissä todettiin vain aromaattisia C₁₂-C₃₅ jakeita ja alifaattisia C₁₆-C₃₅ jakeita. Taulukossa 15 on esitetty näytteen FCG21/2-3 m fraktiojako, prosenttiosuudet sekä niiden perusteella näytteelle P41/4,5-6 m tehty fraktiojako.

Taulukko 15. Näytteen FCG21/2-3 m öljyhiilivetyjen fraktiojako ja samassa suhteessa laskentaa varten tehty näytteen P41/4,5-6 m fraktiojako. Kevyiden C₅-C₁₀ hiilivetyjen pitoisuudet alittivat määrittämissä sekä kolmijako- että fraktiointianalyysissä.

Näyte FCG21/2-3 m		P41/4,5-6 m	
Fraktioiden analysoidut pitoisuudet, mg/kg		Prosenttiosuus	Fraktioiden lasketut pitoisuudet, mg/kg
Alif. >C ₁₀ -C ₁₂	<	-	
Alif. >C ₁₂ -C ₁₆	<	-	
Alif. >C ₁₆ -C ₃₅	140 ¹⁾	29	6264 ²⁾
Arom. >C ₁₀ -C ₁₂	<	-	
Arom. >C ₁₂ -C ₁₆	50	61	13176
Arom. >C ₁₆ -C ₂₁	300	10	2160
C₁₀-C₂₁	490	100	21600
Alif. >C ₂₁ -C ₃₅	1160 ¹⁾	29	4060 ²⁾
Arom. >C ₂₁ -C ₃₅	2280	56	7840
>C ₃₅ -C ₄₀	610 ³⁾	15	2100 ⁴⁾
C₂₁-C₄₀	4050	100	14000

- 1) Fraktiointianalyysin tulos: alifaattiset C₁₆-C₃₅ 1300 mg/kg
- 2) Yhteensä alifaattiset C₁₆-C₃₅ 10324 mg/kg
- 3) Kolmijakoanalyysin C₂₁-C₄₀ ylijäävä osa
- 4) C₃₅-C₄₀ ei mukana riskilaskennassa

Taulukossa 16 on esitetty pitoisuudet, joita on käytetty laskennassa ja näytteet, joissa ko. pitoisuudet on todettu.

Taulukko 16. Laskennassa käytetyt pitoisuudet mg/kg.

Haitta-aine	Pitoisuus mg/kg	Näyte
Antraseeni	57	P324/3-4
Asenaftteeni	36	P324/3-4
Asenaftyleeni	13	FCG8/3-3,5
B(a)antraseeni	83	FCG8/3-3,5
B(a)pyreeni	99	FCG8/3-3,5
B(b)fluoranteeni	82	FCG21/2-3
B(ghi)peryleeni	67	FCG8/3-3,5
B(k)fluoranteeni	71	FCG8/3-3,5
DiB(a,h)antraseeni	36	FCG8/3-3,5
Fenantreeni	148	P324/3-4
Fluoranteeni	128	FCG21/2-3
Fluoreeni	47	P324/3-4
Indeno(1,2,3-cd)pyreeni	45	FCG8/3-3,5
Kryseeni	77	FCG8/3-3,5
Naftaleeni	40	FCG8/3-3,5
Pyreeni	101	FCG21/2-3
Alif. >C ₁₆ -C ₃₅	10324	P41/4,5-6
Arom >C ₁₂ -C ₁₆	2160	P41/4,5-6
Arom >C ₁₆ -C ₂₁	13176	P41/4,5-6
Arom >C ₂₁ -C ₃₅	7840	P41/4,5-6

Laskentaohjelma antoi tuloksen vain naftaleenille ja aromaattisille C₁₂-C₁₆ -jakeille. Tarkkailujakson lopussa (50 vuoden kuluttua) naftaleenin pitoisuus orsivedessä juuri ennen merenrantaa oli $9,46 \cdot 10^{-8}$ mg/l ja aromaattisten C₁₂-C₁₆-jakeiden pitoisuus $1,16 \cdot 10^{-15}$ mg/l. Muille haitta-aineille tulos oli 0 mg/l koko 50 vuoden tarkkailujakson aikana.

Epävarmuustarkasteluna laskettiin myös aromaattisten C₁₀-C₁₂ kulkeutumista, koska kyseinen fraktio on keskiraskaista fraktioista kulkeutuvim. Kohteen fraktiointianalyyseissä ei kyseistä fraktiota kuitenkaan todettu. Pitoisuudella 10000 mg/kg aromaattisten C₁₀-C₁₂ hiilivetyjen suurin pitoisuus 50 vuoden aikana (tarkkailujakson lopussa) oli $1 \cdot 10^{-7}$.

Voidaan todeta, että kulkeutuminen ei ole kohteessa todetuilla haitta-aineilla merkittävää.

9.4 Terveysriski

9.4.1 Yleistä altistuslaskennasta

Haitta-aineiden kulkeutumisesta pilaantuneesta maaperästä, aineille altistumista ja altistumisen aiheuttamaa riskiä arvioitiin RISC WorkBench (RISC WB) 4.0 -tietokoneohjelmalla. RISC WB -laskentaohjelman antamat riskinarvioinnin tulokset ovat laskennallinen ylimääräinen syöpäriski sekä muun terveystarvinnan nk. riskisuhde.

Syöpäriskillä tarkoitetaan ihmisen elinaikana kehittyvän, tarkasteltaville haitta-aineille altistumisesta johtuvan syövän esiintymisen todennäköisyyttä. Syövän ilmaantuvuutta kuvaavat luvut ilmaistaan desimaalilukuina. Esimerkiksi syöpäfrekvenssi $1,0 \cdot 10^{-5}$ tarkoittaa sitä, että haitta-aineille altistuminen aiheuttaisi yhden ylimääräisen syöpätapauksen (luontaisesti esiintyvien tapausten lisäksi) 100 000 ihmisen populaatiossa elinaikaisella tarkastelujaksolla. Yleisesti käytetään hyväksyttävän riskin arvona $1,0 \cdot 10^{-5}$, kun tarkastellaan asumisaltistusta, ja arvoa $1,0 \cdot 10^{-4}$, kun tarkastellaan teollisuusaltistusta. Tässä riskinarviossa tarkastellaan ensimmäistä.

Muu terveystarvinta ilmaistaan riskisuhteen **HQ** (*Hazard Quotient*) ja riskiindeksin **HI** (*Hazard Index*) avulla. Ne kuvaavat terveystarvinta esiintymisen todennäköisyyttä (muu kuin syöpä) lasketuilla pitoisuuksilla ja altistuksilla. HQ-arvo kuvaa kohteessa mitattujen maksimipitoisuuksien perusteella laskettujen päivittäisten, pitkäkestoisten altistuspitoisuuksien (CADD) suhdetta arvioituun haitattomaan pitoisuuteen (RfD):

$$HQ = \frac{CADD}{RfD}$$

jossa

- HQ = Riskisuhde (*Hazard Quotient*)
- CADD = Haitta-aineen krooninen päivittäinen keskimääräinen annos, mg/kg-vrk (*Chronic average daily dose*)
- RfD = Ihmisen terveydelle haitattomaksi arvioitu päivittäinen annos, mg/kg-vrk (*Reference dose*)

Riskitaso arvioidaan vertaamalla HQ-arvoa lukuun 1:

- $HQ < 1$; riski on hyväksyttävällä tasolla ($CADD < RfD$)
- $HQ \geq 1$; kohteessa muodostuu merkittävä terveystarvinta, kohteessa on tehtävä lisäselvityksiä tai suoritettava riskinhallintatoimenpiteitä ($CADD > RfD$).

Riskisuhde on laskettu erikseen jokaiselle kriittiselle haitta-aineelle. Kun yksittäiset osamäärät summataan yhteen, saadaan kokonaisriskiä kuvaava riskiindeksi (**HI**, Hazard Index):

$$HI = HQ_1 + HQ_2 + HQ_3 + HQ_n$$

9.4.2 Riskilaskenta

Laskennassa tarkasteltiin altistumista sisäilmaan haihtumisen kautta. Altistujina tarkasteltiin lapsiasukasta (asuinkorttelit) ja työntekijää (toimistokorttelit).

Laskennassa käytetyt parametrit on esitetty taulukossa 17 ja liitteessä 9.

Taulukko 17. Laskentaparametrit

Parametri	Lapsi	Työntekijä
Altistujaparametrit		
Paino kg	15	70
Sisäilmalle altistumisvuosia	6	4
Sisäilmalle altistumispäiviä/vuosi	350	125
Sisäilmalle altistumistunteja/päivä	19,6	4
Maaperäparametrit		
Maalaji	Hiekka	
Orgaanisen hiilen pitoisuus, mg/kg	0,01	
Syvyys lattian alapinnan tasosta haitta-ainelähteeseen, m	0,5	

Laskennassa on maalajina käytetty hiekkaa. Kohteen maaperä on hiekasta, sorasta ja paikoitellen siltistä koostuvaa täyttömaata. Kohteen näytteille määrätetty orgaanisen hiilen pitoisuus vaihteli välillä 0,002-0,05 mg/kg. Keskimääräinen orgaanisen hiilen pitoisuus oli noin 0,02 mg/kg. Varmuusperiaatteella laskennassa käytettiin pitoisuutta 0,01 mg/kg, jota on käytetty myös PIMA-asetuksen ohjearvojen määrittämisessä. Syvyytenä lattian alapinnan tasosta haitta-aineita sisältävään maakerrokseen on käytetty 0,5 m, mikä vastaa pienintä mahdollista etäisyyttä. Tällöin alin huonetila on kuitenkin autokellari, mistä syystä tarkastelu on varsin varovainen. Mikäli kellarin lattiat tulevat nykyisen maanpinnan tasoon, alimmat asuin- tai toimistotilat ovat noin 3 m korkeudella nykyisestä maanpinnasta.

Laskennassa on tarkasteltu suurimpia todettuja pitoisuuksia (taulukko 16 kohdassa 9.3).

Riskejä on tarkasteltu kolmelle erilaiselle alueelle: PAH-yhdisteitä sisältäville, öljyä sisältäville sekä PAH-yhdisteitä ja öljyä sisältäville alueille. Suurimpia todettuja pitoisuuksia ei ole todettu samoissa näytteissä, joten näillä pitoisuuksilla tehty laskenta sisältää suuren varmuuskertoimen ja myös pienentää epävarmuutta tutkimattomien alueiden osalta.

Taulukossa 18 on esitetty sisäilman hengittämisen kautta tapahtuvalle altistumiselle lasketut syöpäriskit ja riski-indeksit.

Taulukko 18. Laskennalliset syöpäriskit ja riski-indeksit (HI).

Yhdisteryhmä	Asuinalue		Toimistokortteli	
	Syöpäriski	HI	Syöpäriski	HI
PAH	$1,9 \cdot 10^{-9}$	0,67	$2,0 \cdot 10^{-11}$	0,011
Öljy	-	0,013	-	0,0002
PAH+öljy	$4,5 \cdot 10^{-12}$	0,036	$4,7 \cdot 10^{-14}$	0,00056

Sekä asuinalueella (lapsialtistuja) että toimistokorttelissa (aikuisen työntekijä) lasketut syöpäriskit ($1,9 \cdot 10^{-9}$... $4,7 \cdot 10^{-14}$) alittavat hyväksyttävänä pidetyn syöpäriskin arvon $1,0 \cdot 10^{-5}$. Suurimman osuuden em. syöpäriskistä aiheuttaa **bentso(b)fluoranteeni**. Muita syöpäriskiin vaikuttavia PAH-yhdistettä ovat bentso(a)antraseeni, bentso(a)pyreeni, bentso(k)fluoranteeni, kryseeni, dibentso(a,h)antraseeni ja indeno(1,2,3CD)pyreeni. Öljyhiilivedyt eivät aiheuta syöpäriskiä.

Riski-indeksit (HI=0,00056...0,67) ovat sekä lapsialtistujalla että työntekijällä alle hyväksyttävän tason (HI=1). Suurimman riskisuhteen (HQ) PAH-yhdisteistä aiheuttaa naftaleeni. Muut PAH-yhdisteet eivät käytännössä vaikuta sisäilman kautta altistumiseen lainkaan. Öljyhiilivedyistä ainoastaan aromaattiset C₁₂-C₁₆ aiheuttavat riskiä sisäilmalle altistumisen kautta.

Koska sisäilmalle altistuminen ei ole merkittävää kohteessa asuin- eikä toimistokäytössä, ulkoilmalle altistumista ei ole tarpeen arvioida; riski on sisäilma-altistumista pienempi.

Kohteessa todetuilla haitta-ainepitoisuuksilla ei aiheudu tulevassa käytössä merkittävää terveysriskiä.

9.5 Epävarmuustarkastelu

Alueella on vielä melko laajoja tutkimattomia alueita, joilla voi olla suurempia haitta-ainepitoisuuksia, kuin tähän mennessä on todettu.

Tutkimuksissa ei ole tähän mennessä todettu kevyitä hiilivetyjä C₅-C₁₀ kuin yhdessä tutkimuspisteessä Henry Fordin kadun tutkimuksessa. Tällä alueella sijaitsee suojeltu rakennus, jonka alueella ei tulla tekemään maankaivutöitä. Kevyiden hiilivetyjen vaikutus riskitasoihin on kuitenkin huomattava ja on mahdollista, että alueella tutkimattomissa kohdissa em. jakeita on. Fraktiointianalyysissä ei todettu myöskään keskiraskaista jakeista C₁₀-C₁₂ -fraktiota. Suurimpia pitoisuuksia sisältävillä alueilla näidenkin jakeiden esiintyminen riskitasoihin vaikuttavina pitoisuuksina on mahdollista. Ennen kunnostussuunnittelua alueella tehdään vielä lisätutkimuksia, jolloin tutkimuspesterkkooa tiennetään riittäväksi ja kohonneita haitta-ainepitoisuuksia sisältävät alueet rajataan.

Kulkeutumiskäyttöä arvioitiin tutkimuksissa todetuilla pitoisuuksilla. Epävarmuustarkasteluna kulkeutumista huomattavasti suuremmilla pitoisuuksilla (noin kymmenkertaisilla ja satakertaisilla) ja todettiin, että pitoisuuksien suureneminen ei aiheuta merkittävää kulkeutumisen lisääntymistä.

9.6 Muut kunnostustarpeeseen vaikuttavat tekijät

Hernesaaren asuinrakentamiseen suunnitelluilta alueilta joudutaan poistamaan vähintään ne pilaantuneet maat, jotka joudutaan rakentamisen vuoksi kaivamaan. Tällaisia alueita ovat ainakin suunnitellut vesialtaat. Myös niillä alueilla, joilla rakennusten kellarien lattioiden alapinnat tulevat nykyisen maanpinnan tasoon voidaan joutua perustamisen vuoksi kaivamaan maata jonkin verran.

9.7 Tavoitepitoisuuksien asettaminen

9.7.1 Laskenta

Kohteessa todetuista pitoisuuksista ei riskinarvioinnin perusteella aiheudu terveys- eikä ympäristöhaittaa. Kohteessa voi kuitenkin paikoitellen olla suurempia pitoisuuksia kuin mitä tähän mennessä on todettu. Laskennallisesti tarkasteltiin mitkä ovat suurimpia hyväksyttäviä pitoisuuksia alueella.

Risc WB:llä laskettiin edellä mainituilla altistus- ja maaperäparametreilla, kuinka suurina pitoisuuksina PAH-yhdisteitä ja öljy-yhdisteitä voi olla maaperässä, jotta sisäilman kautta altistumisesta aiheutuva terveysriski on suurimmalla hyväksyttävällä tasolla (HI=1). Tarkkailtavat syvyydet olivat 0,001 m, 0,5 m, 1 m, 2 m, 3 m, 4 m ja 5 m maanpinnasta. Vain naftaleeni ja aromaattiset C₁₀-C₁₆ jakeet aiheuttivat riskiä asuinalueella; muiden PAH-yhdisteiden ja öljyhiilivetyjen pitoisuuksilla ei ollut merkitystä. Toimistoalueella ei merkittävää riskiä aiheutunut suurillakaan PAH-yhdisteiden tai keskiraskaiden ja raskaiden (C₁₀-C₃₅) hiilivetyjen pitoisuuksilla. Kevyet hiilivedyt (C₅-C₁₀) voivat aiheuttaa terveysriskiä sekä asuin- että toimistoalueella.

Liitteessä 10 on esitetty graafisesti laskennallisesti määritetyt naftaleenin suurimmat hyväksyttävät kohdekohtaiset pitoisuudet tapauksissa, joissa maakeroksessa on todettu kohonneina pitoisuuksina:

1. Ainoastaan PAH-yhdisteitä (naftaleenin suurin hyväksyttävä pitoisuus 58...67 mg/kg).
2. PAH-yhdisteitä ja hiilivetyjen C₁₂-C₄₀ -jakeita (naftaleenin suurin hyväksyttävä pitoisuus syvyydestä riippuen 50...60 mg/kg).
3. PAH-yhdisteitä ja hiilivetyjen C₁₀-C₄₀ -jakeita (naftaleenin suurin hyväksyttävä pitoisuus syvyydestä riippuen 50...58 mg/kg).
4. PAH-yhdisteitä ja hiilivetyjen C₁₀-C₂₁ -jakeita (naftaleenin suurin hyväksyttävä pitoisuus syvyydestä riippuen 43...52 mg/kg).
5. PAH-yhdisteitä ja aromaattisia C₁₀-C₁₂ -jakeita (naftaleenin suurin hyväksyttävä pitoisuus syvyydestä riippuen 16...25 mg/kg).
6. kevyitä hiilivetyjakeita C₅-C₁₀ (naftaleenin ja hiilivetyjen suurin hyväksyttävä pitoisuus on alempi ohjearvo).

Mikäli maassa on kevyitä hiilivetyjakeita (C₅-C₁₀), terveysriskiä voi aiheutua haihtumisen kautta. Haihtuvien hiilivetyjen suurimmat hyväksyttävät pitoisuudet riippuvat toisistaan ja myös haihtumattomien hiilivetyjen pitoisuuksista. Tavoitepitoisuuksia ei voida luotettavasti määrittää laskennallisesti, eikä laskenta tuota kunnostuksen toteutusta palvelevia yksiselitteisiä tavoitepitoisuuksia.

9.7.2 Alustavat tavoitepitoisuudet

Laskennan perusteella on määritetty eri maankäyttömuodoille alustavia tavoitepitoisuuksia. Alustavat tavoitepitoisuudet koskevat koko maakerrosta tulevasta maanpinnasta vesipintaan asti. Lisätutkimusten perusteella kunnostustavoitteita voidaan tarkentaa osa-alueittain eri haitta-aineyhdistelmiä koskeviksi. Kun alueen tuleva rakentamissuunnitelma on käytössä, kunnostustavoitteita voidaan myös tarkentaa eri maankäyttömuotojen ja syvyysulottuvuuden suhteen.

Alustavat haitta-aineiden kunnostustavoitteet eri maankäyttömuodoille on esitetty taulukoissa 19-21. Taulukoissa AOA= alempi ohjearvo, YOA= ylempi ohjearvo ja ONG= ongelmajätteen ohjeellinen raja-arvo. Viiva (-) taulukossa tarkoittaa, ettei kyseiselle haitta-aineryhmälle esitetä kunnostustavoitetta.

Taulukko 19. Kunnostustavoitteet asuinalueella

Epäorgaaniset haitta-aineet	PAH-yhdisteet	C5-C10	C10-C21	C21-C40
ONG	ONG Lukuun ottamatta naftaleenia*	AOA	AOA/ YOA ** ONG	-

* Naftaleenin pitoisuus riippuu muista haitta-aineista, katso taulukko 18.

** Alempi ohjearvo, jos esiintyy aromaattisia C₁₀-C₁₂ jakeita, muuten ylempi ohjearvo.

Alueella ei ole todettu kevyitä C₅-C₁₀ hiilivetyjä lukuun ottamatta Henry Fordinkatu 6:n tutkimuksissa todettua pitoisuutta. Tällä alueella sijaitsee suojeltu rakennus, joten alueella ei tulla tekemään kaivutöitä. Muualla alueella kohonneita kevyiden hiilivetyjen pitoisuutta ei ole todettu. Tämän alustavan tavoitepitoisuuksien määrittämisen periaatteena on kuitenkin, että mikäli ko. haitta-aineita kunnostuksen aikana kuitenkin todetaan, ne poistetaan alempaan ohjearvoon asti.

Käytännössä kunnostuksen aikana normaalilla laboratorioanalytiikalla seurataan keskiraskaiden (C₁₀-C₂₁) ja raskaiden (C₂₁-C₄₀) jakeiden pitoisuuksia. Fraktiojako on tarpeen selvittää kohonneita öljypitoisuuksia sisältäviltä alueilta ennen kunnostusta. Tämän jälkeen voidaan täsmentää öljyalueiden kunnostustavoitteet edellä mainittujen vaihtoehtojen mukaisesti.

Asuinalueella PAH-yhdisteistä naftaleenin pitoisuus on terveysriskin kannalta merkittävä. Aromaattisilla C₁₀-C₁₆ hiilivetyjakeilla on naftaleenin kanssa yhdessä riskiä suurentava vaikutus. Muut hiilivetyfraktiot vaikuttavat riskiin antagonisestisesti (1+1=<2). Muut PAH-yhdisteet eivät vaikuta riskiin. **Naftaleenin riskiperusteinen tavoitepitoisuus** asuinalueella vaihtelu eritavoin pilaantuneissa maakerroksissa on esitetty taulukossa 19. Tässä vaiheessa kunnostustavoitteeksi valittiin suurin maanpinnassa todettu hyväksyttävä pitoisuus. Kunnostussuunnitteluvaiheessa, kun tiedetään tulevat täyttöpaksuudet, kunnostustavoitteita voidaan tarkentaa.

Taulukko 20. Naftaleenin kunnostustavoitteet asuinalueella

Naftaleenin lisäksi maaperässä esiintyvät haitta-aineet	Naftaleenin suurin hyväksyttävä pitoisuus maanpinnassa
Aromaattiset C ₁₀ -C ₁₂ hiilivetyjakeet 300 mg/kg	16 mg/kg
Keskiraskaita C ₁₀ -C ₂₁ hiilivetyjakeita 300 mg/kg	43 mg/kg
Keskiraskaita C ₁₀ -C ₂₁ hiilivetyjakeita 300 mg/kg ja raskaita C ₂₁ -C ₄₀ hiilivetyjakeita 600 mg/kg	50 mg/kg
Aromaattisia C ₁₀ -C ₁₂ ei ole lainkaan, muiden öljyhiilivetyjen pitoisuudella ei ylärajaa (ei vaikuta riskiin).	50 mg/kg
Vain PAH-yhdisteitä (muut PAH-yhdisteet eivät vaikuta riskiin).	58 mg/kg

Muilla kuin asuinalueilla metalleista ei arvioida aiheutuvan terveys-, ympäristö- eikä imagollista haittaa millään pitoisuuksilla. Myöskään PAH-yhdisteistä ei aiheudu haittaa. Helpoiten kulkeutuvalle naftaleenille esitetään kuitenkin tavoitepitoisuudeksi 58 mg/kg, jolloin turvataan lähellä sijaitsevat asuinalueet. Samasta syystä kevyet hiilivedyt (C₅-C₁₀) esitetään kunnostettavaksi alemman ohjearvoon ja keskiraskaat hiilivedyt (C₁₀-C₂₁) ylempään ohjearvoon. Muiden kuin asuinalueiden kunnostustavoitteet on esitetty taulukossa 20.

Taulukko 21. Kunnostustavoitteet toimisto-, puisto- ja katualueilla

Epäorgaaniset haitta-aineet	PAH-yhdisteet	C5-C10	C10-C21	C21-C40
-	ONG, paitsi naftaleeni 58 mg/kg	AOA	YOA /-*	-
			ONG	

*Ylempi ohjearvo, jos esiintyy aromaattisia C₁₀-C₁₂ jakeita, muuten mineraaliöljyjen yhteenlasketulle pitoisuudelle ongelmajätteen ohjeellinen raja-arvo.

10 LISÄTUTKIMUSTARVE

Alueella on tarpeen tehdä ennen kunnostussuunnitteluvaihetta tarkentavia lisätutkimuksia.

Alustavasti tutkimusten tavoitteena on:

- Rajata haitta-ainepitoisia alueita. Tutkimuksia voidaan tehdä nykyisten tonttialueiden lisäksi mahdollisuuksien mukaan myös katualueilla, kaapelit ym. johdot huomioiden.
- Tihentää tutkimuspisteverkkoa erityisesti sellaisilla alueilla, joilla voi altistumisen tai kulkeutumisen kautta aiheutua riskiä (asuinalueet, vesialtaat).
- Varmistaa fraktiointianalyysin esiintyykö öljypitoisilla alueilla aromaattisia keskiraskaita jakeita C₁₀-C₁₂.
- Täydentää metallien liukoisuustietoa.
- Selvittää haitta-ainepitoisuus ja massamäärät sellaisissa maakerroksissa, jotka joudutaan rakentamisen vuoksi joka tapauksessa poistamaan (esim. vesialtaiden kohdalta).

Tutkimuspisteiden sijoittelu toteutetaan tekeillä olevan maankäyttösuunnitelman päivityksen perusteella. Analysoitavia haitta-aineita ovat pääasiassa tässä esitetyt kriittiset haitta-aineet. Tutkimuspisteen SB3 (osa-alueella 2) lähistöltä on kuitenkin tarpeen tarkistaa fenolipitoisuus. Muita haitta-aineita (esim. kevyet öljyhiilivedyt tai PCB) voidaan analysoida, jos havaitaan niihin viittavaa hajua tai jätettä.

11 YHTEENVETO JA EHDOTUS JATKOTOIMENPITEISTÄ

Kohonneita haitta-ainepitoisuuksia sisältäviä maa-aineksia esiintyy koko Hernesaaren alueella. Pistemäisiä ongelmajätearvon ylittäviä raskasmetallipitoisuuksia oli seitsemässä tutkimuspisteessä ja öljyjä kahdessa tutkimuspisteen näytteessä. Alemman/ylemmän ohjearvon ylittäviä öljy-yhdisteiden, PAH-yhdisteiden ja raskasmetallien pitoisuuksia on todettavissa kaikilla osa-alueilla (1-4).

Alueen maankäytön suunnittelua varten tarvitaan vielä lisätutkimuksia. Alueelle on tehty yhteensä 193 kpl tutkimuspisteitä (1 tutkimuspiste / 1400 m²). Pilaantuneiden alueiden rajauksia on tarkennettu uusien tutkimustulosten perusteella.

Lisätutkimuksia tulee kohdentaa pääasiassa asuin- ja toimistoalueille sekä tulevien vesialtaiden kohdalle. Lisätutkimuksilla pyritään rajaamaan todetut haitta-ainepitoiset alueet ja varmistamaan, ettei alueella ole enää pitoisuuksiltaan tai laajuudeltaan merkittäviä löytymättömiä haitta-ainepitoisia alueita. Lisätutkimuksissa huomio kohdennetaan niihin haitta-aineisiin, joita alueella on toistaiseksi todettu merkittäviä pitoisuuksina (riskinarviossa käsitellyt kriittiset haitta-aineet). Analyysivalikoimaa voidaan kuitenkin laajentaa tarvittaessa, mikäli aistinvaraisesti havaitaan viitteitä muuhun pilaantumiseen.

Maankäyttösuunnitelman ja lisätutkimusten valmistumisen jälkeen maaperän kunnostustavoitteet voidaan määrittää riskinarvioon perustuen asemakaava-alueittain.

FCG Finnish Consulting Group Oy

Hyväksynyt:



Kari Koponen
Johtava asiantuntija, FT

Laatinut:



Terhi Svanström
Projektipäällikkö, FM



Sari Hämäläinen
Projektipäällikkö, Ins. AMK

LÄHTEET:

Maaperän ja puhdistustarpeen arviointi, Ympäristöhallinnon ohjeita 2/2007

<http://ptp.hel.fi/hanke/>

Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto, Hernesaaren osayleiskaavaaluonnos se-
lostus kslk 17.09.2009.

Kaupunkisuunnitteluvirasto, Hernesaaren osayleiskaava-alue, Helsinki, Maa-
perän haitta-aineiden tutkimusraportti, lisätutkimukset ja yhteenveto aiem-
mista tutkimuksista, 30127-D1702, FCG Planeko Oy, 27.1.2009.

Kaupunkisuunnitteluvirasto, Hernesaaren osayleiskaava-alue, Helsinki, Maa-
perän haitta-aineiden tutkimusraportti, lisätutkimukset ja yhteenveto aiem-
mista tutkimuksista, FCG Planeko Oy, 5.5.2008.

CapMan Real Estate Oy, Henry Fordin katu 6, Maaperän haitta-
ainetutkimukset, Suomen IP-Tekniikka Oy, 21.6.2006.

Hernesaari, Kvaerner Masa Yards Oy, Helsinki, Helsingin kaupungin kiinteistö-
virasto, 04/2005, Ympäristötekniinen perusselvitys, WSP Environmental Oy,
10.4.2005.

Initial soil investigation, phase II environmental audit, ERM, Germany, Oy
Ford Ab, 1994.

PIIRUSTUKSET

**YMP.D3422_2 A Epäorgaanisten haitta-aineiden
arvioitu laajuus ja osayleiskaavaluonnos**

**YMP.D3422_2 B Orgaanisten haitta-aineiden
arvioitu laajuus ja osayleiskaavaluonnos**

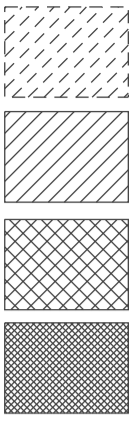
**YMP.D3422_3 A Tutkimuspisteiden haitta-
ainepitoisuudet 0-1 m, osayleiskaavaluonnos**

**YMP.D3422_3 B Tutkimuspisteiden haitta-
ainepitoisuudet 1-3 m, osayleiskaavaluonnos**

**YMP.D3422_3 C Tutkimuspisteiden haitta-
ainepitoisuudet yli 3 m, osayleiskaavaluonnos**

**YMP.D3422_4 Epäorgaanisten ja orgaanisten haitta-
aineiden laajuus ja osayleiskaavaluonnos**

**YMP.D3422_5 Maaperän ja merenpohjan sedimenttien
haitta-ainetutkimuspisteet ja
osayleiskaavaluonnos**



Haitta-ainepitoisuudet kynnyksarvon ja alemman ohjearvon välissä

Haitta-ainepitoisuudet alemman ja ylempän ohjearvon välissä

Haitta-ainepitoisuudet yli ylempän ohjearvon

Haitta-ainepitoisuudet yli ongelmajätteen raja-arvon

Rakennuskohde
**HELSINGIN KAUPUNKI
HERNESAARI**

HELSINKI



Päiväys 18.11.2010
Pääsunn. SHäm
Hyv.

Piirustuksen sisältö

**EPÄORGAANISTEN HAITTA-AINEIDEN
ARVIOITU LAAJUUS JA
OSAYLEISKAVALUONNOS**

Mittakaavat

**1:2500
(A3)**

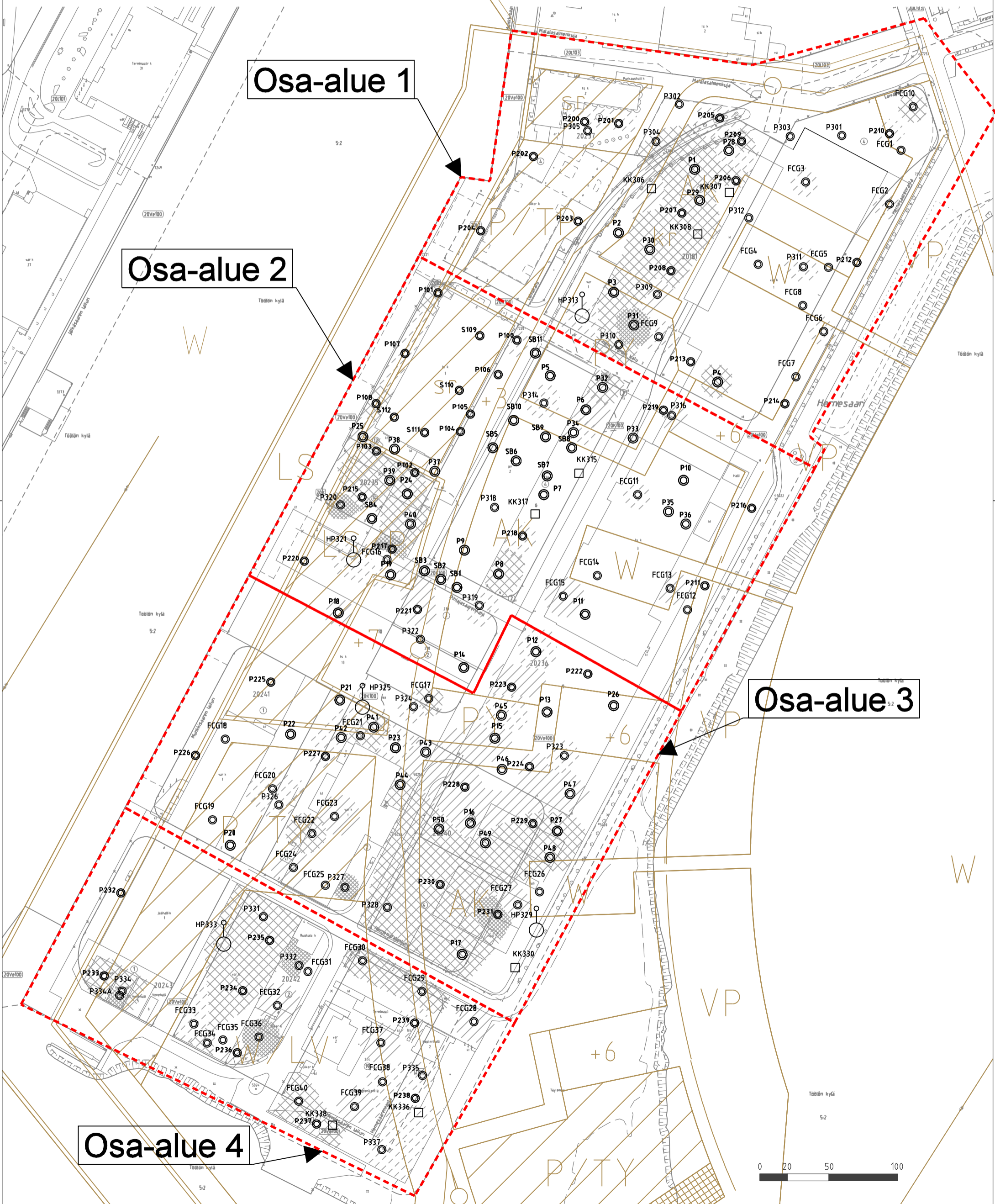
Suunnitteluala, työnnumero ja piirustuksen numero

Muutos

YMP D3422 2A

Piirt. RAn
Yhteysenkilö S. HÄMÄLÄINEN
Tiedosto

Finnish Consulting Group
Osmontie 34, PL 950,
00601 Helsinki
Puh. 0104090, www.fcg.fi



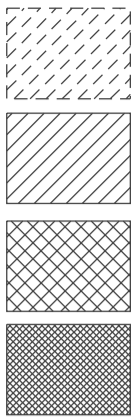
Osa-alue 1

Osa-alue 2

Osa-alue 3

Osa-alue 4





Haitta-ainepitoisuudet kynnysarvon ja alemman ohjearvon välissä

Haitta-ainepitoisuudet alemman ja ylempään ohjearvon välissä

Haitta-ainepitoisuudet yli ylempään ohjearvon

Haitta-ainepitoisuudet yli ongelmajätteen raja-arvon

Rakennuskohde
**HELSINGIN KAUPUNKI
HERNESAARI**

HELSINKI



Päiväys 15.9.2010
Pääsunn. SHäm
Hyv.

Piirustuksen sisältö

**ORGAANISTEN HAITTA-AINEIDEN
ARVIOITU LAAJUUS JA
OSAYLEISKAVALUONNOS**

Mittakaavat

**1:2500
(A3)**

Suunnitteluala, työnnumero ja piirustuksen numero

Muutos

YMP D3422 2B

Piirt. RAn
Yhteysenkilö S. HÄMÄLÄINEN
Tiedosto

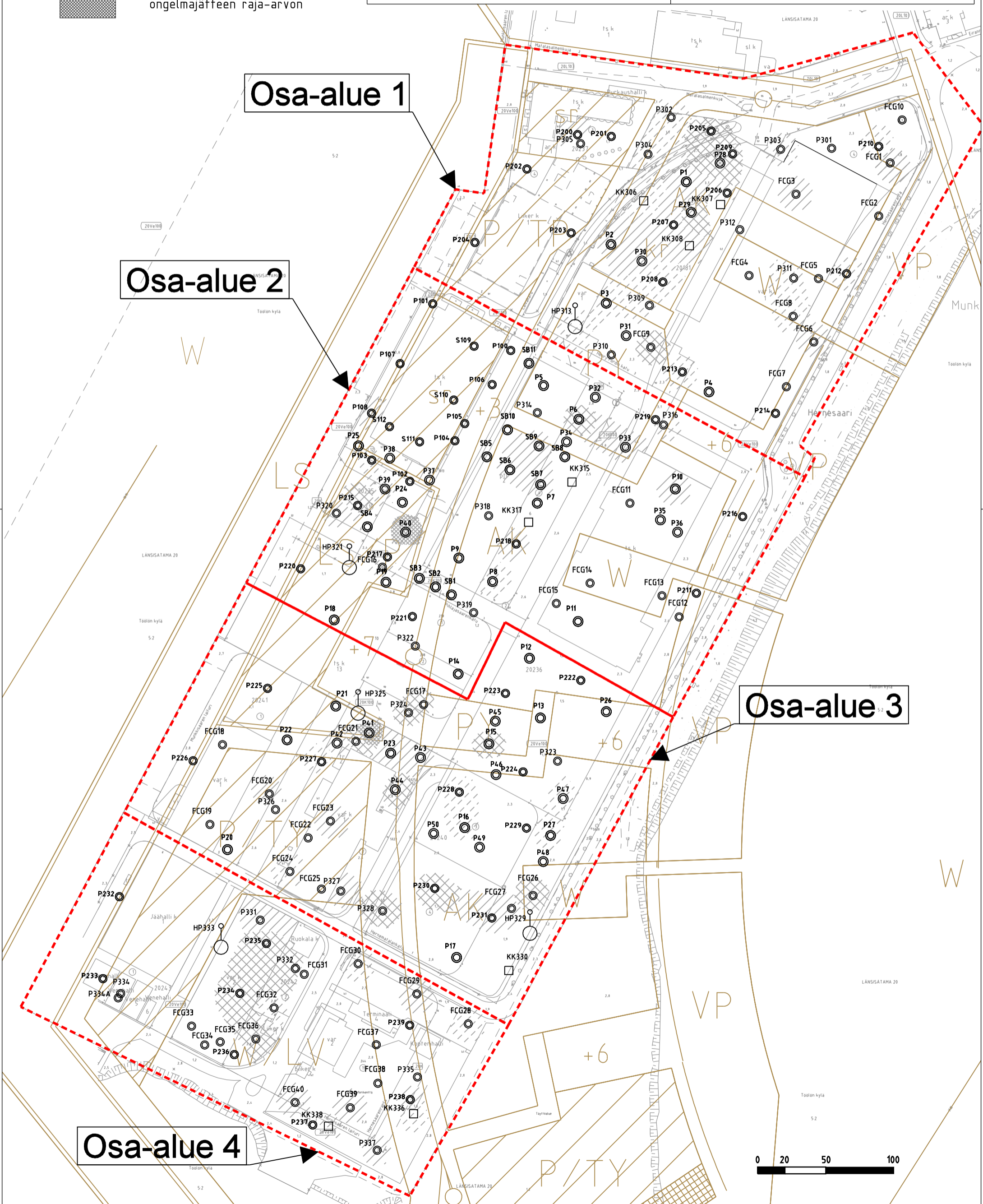
Finnish Consulting Group
Osmontie 34, PL 950,
00601 Helsinki
Puh. 0104090, www.fcg.fi

Osa-alue 1

Osa-alue 2

Osa-alue 3

Osa-alue 4



- Pitoisuus alle kynnyksarvon
- Pitoisuus yli kynnyksarvon
- Pitoisuus yli alemman ohjearvon
- Pitoisuus yli ylemmän ohjearvon
- Pitoisuus yli ongelmajäteraja-arvon
- ✕ Ei näytettä

Rakennuskohde
**HELSINGIN KAUPUNKI / KSV
 HERNESAARI**

HELSINKI



Päiväys 18.11.2010
 Pääsuunn.
 Hyv.

Piirustuksen sisältö

Mittakaavat

**TUTKIMUSPISTEIDEN HAITTA-AINEPITOISUUS
 NÄYTTEET 0-1 m**
OSAYLEISKAVALUONNOS
 Suunnitteluala, työnnumero ja piirustuksen numero

1:2500

(A3)

Muutos

YMP D3422 3A

Piirt. RAn
 Yhteysenkilö S. HÄMÄLÄINEN
 Tiedosto

Finnish Consulting Group
 Osmontie 34, PL 950,
 00601 Helsinki
 Puh. 0104090, www.fcg.fi

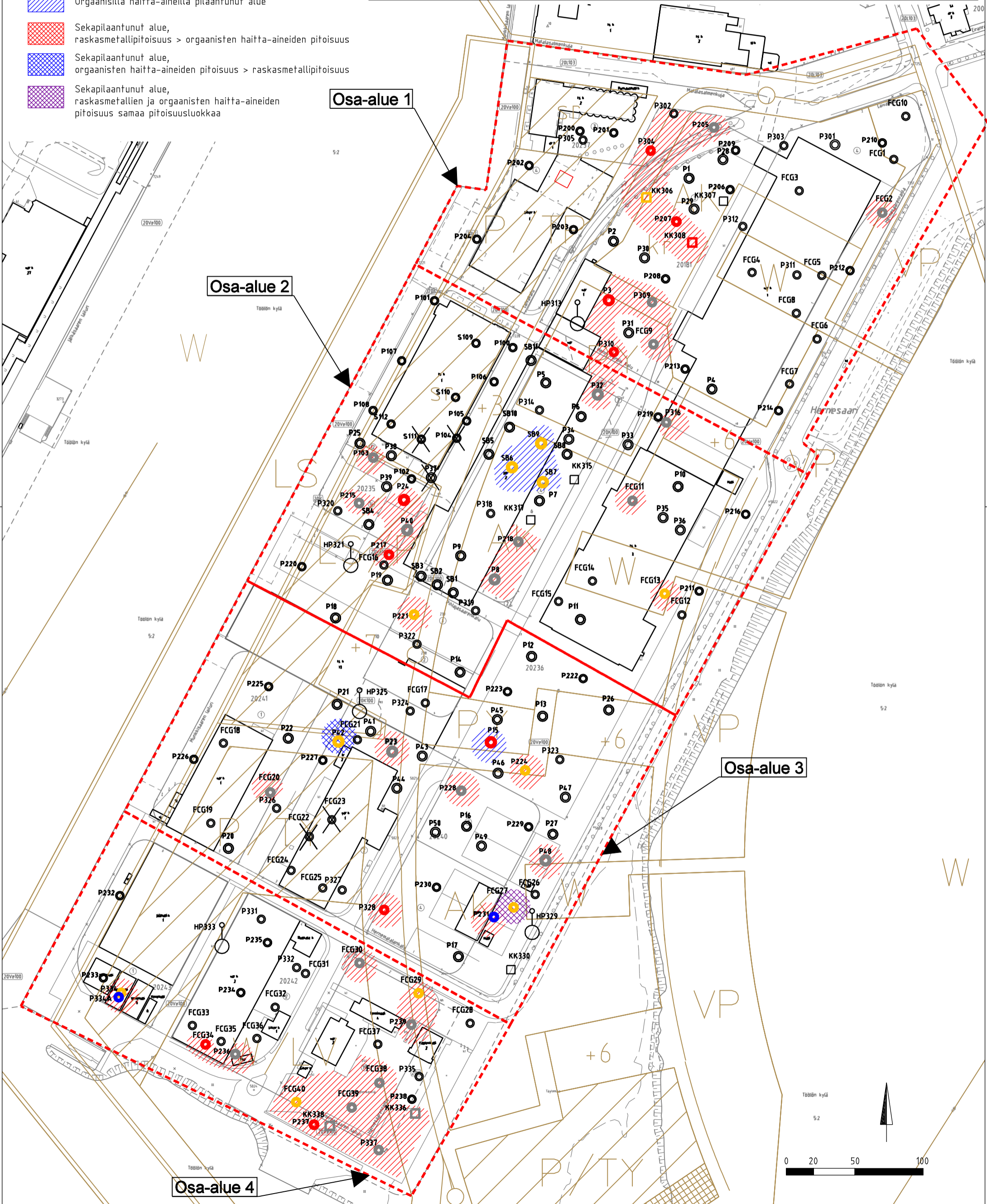
Raskasmetalleilla pilaantunut alue

Orgaanisilla haitta-aineilla pilaantunut alue

Sekapilaantunut alue,
 raskasmetallipitoisuus > orgaanisten haitta-aineiden pitoisuus

Sekapilaantunut alue,
 orgaanisten haitta-aineiden pitoisuus > raskasmetallipitoisuus

Sekapilaantunut alue,
 raskasmetallien ja orgaanisten haitta-aineiden
 pitoisuus samaa pitoisuusluokkaa



Osa-alue 1

Osa-alue 2

Osa-alue 3

Osa-alue 4

- Pitoisuus alle kynnyksarvon
- Pitoisuus yli kynnyksarvon
- Pitoisuus yli alemman ohjearvon
- Pitoisuus yli ylemmän ohjearvon
- Pitoisuus yli ongelmajäteraja-arvon
- ✗ Ei näytettä

Raskasmetalleilla pilaantunut alue

Orgaanisilla haitta-aineilla pilaantunut alue

Sekapilaantunut alue, raskasmetallipitoisuus > orgaanisten haitta-aineiden pitoisuus

Sekapilaantunut alue, orgaanisten haitta-aineiden pitoisuus > raskasmetallipitoisuus

Sekapilaantunut alue, raskasmetallien ja orgaanisten haitta-aineiden pitoisuus samaa pitoisuusluokkaa

Rakennuskohde
**HELSINGIN KAUPUNKI / KSV
 HERNESAARI**

HELSINKI



Päiväys 18.11.2010
 Pääsuunn.
 Hyv.

Piirustuksen sisältö

Mittakaavat

TUTKIMUSPISTEIDEN HAITTA-AINEPITOISUUS
 NÄYTTEET 1-3 m
 OSAYLEISKAVALUONNOS

1:2500
 (A3)

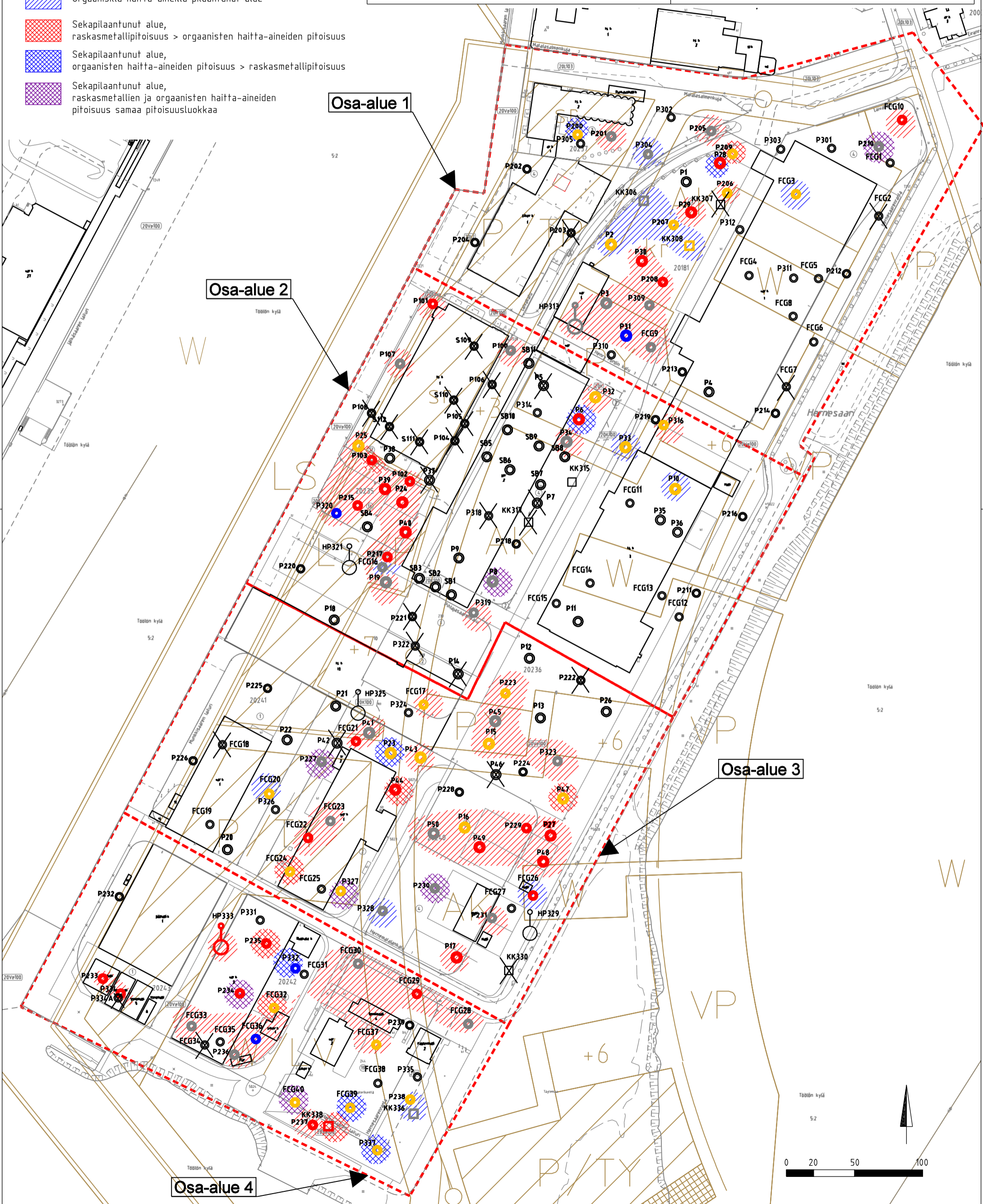
Suunnitteluala, työnnumero ja piirustuksen numero

Muutos






YMP D3422 3B

Piirt. RAn
 Yhteyshenkilö S. HÄMÄLÄINEN
 Tiedosto

Finnish Consulting Group
 Osmontie 34, PL 950,
 00601 Helsinki
 Puh. 0104090, www.fcg.fi



- Pitoisuus alle kynnyksenarvon
- Pitoisuus yli kynnyksenarvon
- Pitoisuus yli alemman ohjearvon
- Pitoisuus yli ylemmän ohjearvon
- Pitoisuus yli ongelmajäteraja-arvon
- ✕ Ei näytettä

-  Raskasmetalleilla pilaantunut alue
-  Orgaanisilla haitta-aineilla pilaantunut alue
-  Sekapilaantunut alue, raskasmetallipitoisuus > orgaanisten haitta-aineiden pitoisuus
-  Sekapilaantunut alue, orgaanisten haitta-aineiden pitoisuus > raskasmetallipitoisuus
-  Sekapilaantunut alue, raskasmetallien ja orgaanisten haitta-aineiden pitoisuus samaa pitoisuusluokkaa

Rakennuskohde
**HELSINGIN KAUPUNKI / KSV
 HERNESAARI**

HELSINKI



Päiväys 18.11.2010
 Pääsuunn.
 Hyv.

Piirustuksen sisältö

**TUTKIMUSPISTEIDEN HAITTA-AINEPITOISUUS
 NÄYTTEET YLI 3 m**
OSAYLEISKAVALUONNOS

Mittakaavat

1:2500
 (A3)

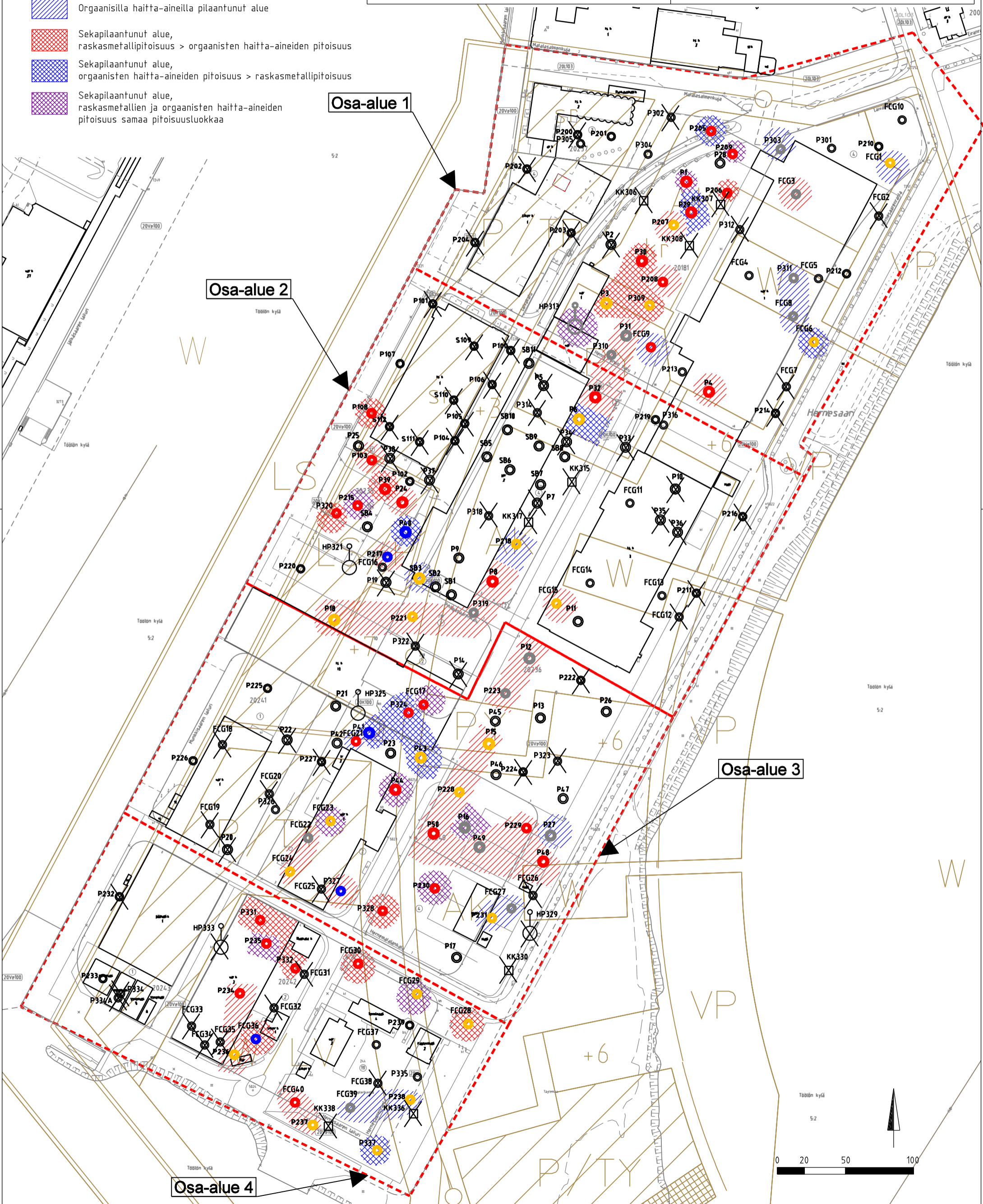
Suunnitteluala, työnnumero ja piirustuksen numero

Muutos

YMP D3422 3C

Piirt. RAn
 Yhteyshenkilö S. HÄMÄLÄINEN
 Tiedosto

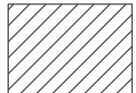
Finnish Consulting Group
 Osmontie 34, PL 950,
 00601 Helsinki
 Puh. 0104090, www.fcg.fi



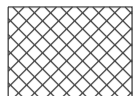
Raskasmetallien haitta-ainepitoisuus punaisella.
 Orgaanisten haitta-aineiden pitoisuus sinisellä.



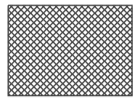
Haitta-ainepitoisuudet kynnysarvon ja alemman ohjearvon välissä



Haitta-ainepitoisuudet alemman ja ylemmän ohjearvon välissä



Haitta-ainepitoisuudet yli ylemmän ohjearvon



Haitta-ainepitoisuudet yli ongelmajätteen raja-arvon



Vesialue



Venesatama-alue



Vesialtaan numerotunnus (FCG) massa-arvioinnissa

Rakennuskohde
**HELSINGIN KAUPUNKI
 HERNESAARI**

HELSINKI



Päiväys 18.11.2010
 Pääsuunn. SHäm
 Hyv.

Piirustuksen sisältö

Mittakaavat

**EPÄORGAANISTEN JA ORGAANISTEN
 HAITTA-AINEIDEN ARVIOITU LAAJUUS
 JA OSAYLEISKAVALUONNOS**

1:2500
 (A3)

Suunnitteluala, työnnumero ja piirustuksen numero

Muutos

YMP D3422 4

Piirt. RAn
 Yhteyshenkilö S. HÄMÄLÄINEN
 Tiedosto

Finnish Consulting Group
 Osmontie 34, PL 950,
 00601 Helsinki
 Puh. 0104090, www.fcg.fi

