



Ilmakuva vuodelta 1956, tutkimusalue rajattu punaisella.

Hämeenlinnan kaupunki

Engelinrannan maaperä- ja pohjavesitutkimus sekä riskinarvio

Esipuhe

Hämeenlinnan kaupungin toimeksiannosta Pöyry Finland Oy toteutti Hämeenlinnassa sijaitsevan uuden Engelinrannan alueen maaperä- ja orsivesitutkimuksen. Raportin ovat laatineet DI Jari Ruuhonen ja FT Risto Valo.

Yhteystiedot

PL 50 (Jaakonkatu 3)
FI-01621 Vantaa
Finland
Kotipaikka Vantaa
Y-tunnus 0625905-6
Puh. +358 10 3311
Faksi +358 10 33 26600
www.poyry.fi

Pöyry Finland Oy

15.8.2013



Jari Ruuhonen
Ympäristöasiantuntija



Risto Valo
Johtava asiantuntija

Sisältö	1
1 JOHDANTO	3
2 KOHDE	3
3 TOIMINTAHISTORIA	3
4 TUTKIMUKSET	4
4.1 Tutkimuspisteiden valinta	4
4.2 Näytteenotto	4
4.3 Analysointi	4
4.4 Tulokset	5
4.4.1 Maastohavainnot	5
4.4.2 Pitoisuuksien vertailuarvot	5
4.4.3 Maaperän haitta-ainepitoisuudet	6
4.5 Orsiveden haitta-ainepitoisuudet	7
4.6 Pilaantuneiden ja jätetäyttöalueiden alustava raja	7
5 ALUSTAVA RISKINARVIOINTI	8
5.1 Johdanto	8
5.2 Kohteen tiedot	8
5.2.1 Kohteen perustiedot	8
5.2.2 Toimintahistoria	8
5.2.3 Nykyinen maankäyttö kohteessa ja lähialueella	8
5.3 Maaperä-, pohjavesi- ja pintavesitiedot	8
5.3.1 Maaperäolosuhteet	8
5.3.2 Pohjavesi	9
5.3.3 Pintavedet ja vesistöt	9
5.4 Haitta-aineselvitykset	9
5.4.1 Tutkimukset	9
5.4.2 Vertailu kynnys- ja ohjearvoihin	9
5.4.3 Haitta-aineiden esiintyminen ja ominaisuudet	9
5.4.3.1 Bensiinihiilivedyt C ₅ -C ₁₀ ja haihtuvat hiilivedyt	9
5.4.3.2 PAH-yhdisteet sekä keskiraskaat ja raskaat hiilivedyt	11
5.4.3.3 Raskasmetallit	12
5.5.1 Haihtuvat hiilivedyt	12
5.5.2 Öljyhiilivedyt ja PAH-yhdisteet	13
5.5.3 Raskasmetallit	14
5.6 Terveysriskit	14
5.7 Arviointiin liittyvä epävarmuus	15
5.8 Ekologisen riskin arviointi	15
6 JOHTOPÄÄTÖKSET	15
7 KUSTANNUSVERTAILU	16

Liitteet

I	Sijaintikartta
II	Näytepistekartta
III	Tulosten yhteenvetotaulukko
IV	Valokuvat
V	Laboratorion tutkimustodistukset
VI	Orsivesiputkikortit
VII	Kaavaotteet ja -luonnokset
VIII	Kunnostuksen kustannusvertailu

1 JOHDANTO

Hämeenlinnan kaupungin alueelle on suunnitteilla uusi Engelinrannan kaupunginosa, jonka takia maaperän mahdollinen pilaantuneisuus ja jätetäytön esiintyminen haluttiin selvittää. Alueella on tällä hetkellä pääasiassa urheilu- ja liikekiinteistöjä sekä parkkialueita. Alue on tulossa pääosin asuinkäyttöön.

2 KOHDE

Tutkimusalue rajautuu etelässä urheilualueisiin ja Vanajaveteen, idässä Vanajaveteen, pohjoisessa Hämeensaarentiehen ja Eteläkatuun sekä lännessä Hämeensaarenkujaan, Kaivopolkuun ja Hämeensaaren puistoon. (Kaavakarttaote, liite VII)

Alueella voimassa olevan asemakaavan mukaan tutkimusalueen kaavamerkinnot ja kiinteistötunnukset ovat:

Liikerakennusten korttelialue, LP-2	109-3-16-5
Puisto, VP	109-3-9906-6, 109-3-9903-5, 109-3-9903-4, 109-4-9903-2, 109-3-9903-6
Julkisten lähipalvelurakennusten korttelialue, YL	109-3-18-2
Urheilutoimintaa palvelevien rakennusten korttelialue, YU	109-3-16-6
Yleinen pysäköintialue, LP	109-3-9906-3, 109-3-9906-5, 109-430-876-1
Linja-autoaseman liikennealue, LLA	109-4-9906-2
Urheilualue, U	109-3-9904-1
Tiealueet	109-3-9901-0, 109-4-9901-0, 109-430-1-7

Engelinrannan alueelle on suunnitteilla pääosin asuinrakentamista. Uimahallin ja liikuntakentän alueet on tarkoitus jättää ennalleen. Linja-autoaseman ympäristön suunnitelmat ovat vielä kesken. Alueen kaavoitus alkaa vuonna 2013 ja toteutus alustavasti vuodesta 2015 alkaen.

Tutkimusalue ei sijaitse pohjavesialueella.

Kohteen sijaintikartta on liitteessä I.

3 TOIMINTAHISTORIA

Historiatietojen sekä vanhojen ilmakuvien perusteella alue on lähes kokonaan entistä Vanajaveden pohjaa. Täyttöä on tehty erityisesti tutkimusalueen länsi- ja itäosissa. Vanha ilmakuva vuodelta 1956 on esitetty tutkimusraportin kannessa. Siihen on rajattu tutkimusalue.

Engelinrannan alue on merkitty Maaperän tilan tietojärjestelmään mahdollisesti pilaantuneeksi kohteeksi alueella 1960-luvulle saakka toimineen Vikmanninlahden yhdyskuntajätteen kaatopaikan takia. Lisäksi tutkimusaluetta rajaavilla huoltoasemakiinteistöillä sekä K-citymarketin kiinteistöllä on tehty maaperän kunnostustoimia. Vanha nahkatehdas on sijainnut osoitteessa Eteläkatu 14 (nykyisin

paikka on Paasikivenkadun pohjoispuolella). Muuta tietoa mahdollisesta alueen maaperän pilaantumisesta ei ennen tutkimuksia ollut.

4 TUTKIMUKSET

4.1 Tutkimuspisteiden valinta

Alueelle sijoitettiin ensimmäisessä vaiheessa yhteensä 40 näytepistettä (PF1 – PF40). Näytteet otettiin kairaamalla 30 pisteestä ja 10 pisteestä kaivinkoneella. Kolmeen kairauspisteeseen asennettiin näytteenottoa varten orsivesiputki.

Näytepisteet merkittiin maastoon kohdekäynnin yhteydessä 23.1.2013 Hämeenlinnan kaupungin edustajien kanssa. Pisteiden koordinaatit mitattiin näytteenoton yhteydessä RTK-GPS laitteella.

Tutkimuspisteiden sijainnit valittiin alueen toimintahistorian, vanhojen ilmakuvien sekä kohdekäynnin perusteella. Alueen lukuisten kaapelien takia jouduttiin näytepisteitä siirtämään suunnitelluista. Koekuoppapisteet sijoitettiin pääosin tutkimusalueen eteläosiin, jossa oletettu kaatopaikka oli sijainnut.

Tehtyjä tutkimuksia täydennettiin kesällä 2013 sijoittamalla alueelle 13 lisäpistettä (PF41 – PF 53), joista 5 tehtiin kaivinkoneella ja 8 kairaamalla.

4.2 Näytteenotto

Alueelta otettiin ensimmäisessä vaiheessa maanäytteitä 24.1. – 6.2.2013 välisenä aikana, jolloin myös asennettiin orsivesiputket pisteisiin PF27, PF28 ja PF29. Vesinäytteet otettiin 20.2.2013. Lisänäytteenotot tehtiin 18 – 19.6.2013 välisenä aikana. Tutkimuspisteiden sijainnit on esitetty liitteessä II. Näytteenotot suoritti Pöyry Finland Oy:n näytteenottajat.

Maaperänäytteenotto ulotettiin 2 – 5 metrin syvyyteen. Näytteenotto oli tarkoitus ulottaa luonnonmaakerrokseen, mutta kairauspisteissä kuitenkin maksimissaan 5 metrin syvyyteen ja koekuopissa 3 metrin syvyyteen. Osassa näytepisteistä näytteenottoa ei päästy ulottamaan tavoitesyvyyteen louhetäytön tai orsiveden takia.

Näytteet otettiin 0,3 – 1 metrin paksuisina kokoomanäytteinä maalajikerroksittain. Näytteenoton yhteydessä kirjattiin ylös aistinvaraiset havainnot maalajeista, täytöstä ja hajusta. Lisäksi koekuopat valokuvattiin. Yhteensä näytteitä otettiin haitta-aineanalyysjä varten 235 kappaletta.

Orsivesinäytteet otettiin noutimella orsivesiputkista PF27 ja PF29, koska veden vähyyden takia ei voitu käyttää pumppua. Orsivesiputkesta PF28 näyte otettiin pumppaamalla. Ennen näytteenottoa putkista mitattiin vedenpinnat.

4.3 Analysointi

Kaikista näytteitä mitattiin haihtuvat hiilivedyt fotoionisaatiomittarilla (PID) ennen laboratorioon toimittamista. Mittaus tehtiin huoneenlämpöisistä näytteistä.

Historiatietojen, kenttämittausten ja kentällä tehtyjen aistinvaraisten havaintojen perusteella valittiin laboratorioissa analysoitavat näytteet. Maanäytteistä analysoitiin laboratorioissa:

- öljyhiilivedyt C₁₀-C₂₁ ja C₂₂-C₄₀ 74 näytteestä
- PAH-yhdisteet 53 näytteestä
- VOC- yhdisteet (C₅-C₁₀) 37 näytteestä
- metallit (Sb, As, Hg, Cd, Co, Cr, Cu, Pb, Ni, Zn, V) 82 näytteestä
- pH ja orgaaninen aine (hehikutushäviö) 10 näytteestä
- orgaaninen aine (hehikutushäviö) 14 näytteestä

Vesinäytteistä (3 kpl) analysoitiin laboratorioissa:

- öljyhiilivedyt C₁₀-C₂₁ ja C₂₂-C₄₀
- PAH-yhdisteet
- VOC- yhdisteet (C₅-C₁₀)
- metallit, liukoiset (Sb,As,Cd,Co,Cr,Cu,Pb,Ni,Zn,V)
- pH
- sähkönjohtavuus

Kaikki näytteet analysoitiin SGS Inspection Services Oy:n laboratorioissa Kotkassa. Käytetyt menetelmästandardit on mainittu analyysitodistuksissa, Liite V.

4.4 Tulokset

4.4.1 Maastohavainnot

Alueen täytön alapuolinen perusmaa on turvetta, silttiä ja savea. Perusmaan päällä on noin 1 – 5 metrin paksuinen täyttömaakerros. Paasikiventien alueella täyttömaa koostui hiekka- kivi- ja louhetäytöstä yli 5 metrin paksuudelta.

Täyttömaan seassa todettiin jätetäyttöä yhteensä yhdessätoista (11/53) näytepisteessä. Jätetäyttöä (metallia, puuta, muovia, lasia tai luuta) todettiin näytepisteissä PF10, PF33 – PF36, PF43 ja PF47, tiiliä ja laastia pisteissä PF12 ja PF22 sekä puuta pisteissä PF44 ja PF45. Jätteen arvioitu osuus koekuoppänäytteissä vaihteli välillä 2 – 70 tilavuus-%.

Öljyyn viittaavaa hajua todettiin useassa näytepisteessä turvekerroksessa tai täyttökerroksessa.

Maastohavainnot mm. maaperän laadusta ja jätetäytöstä on esitetty liitteenä III olevassa yhteenvetotaulukossa. Valokuvia alueelta on liitteessä IV.

4.4.2 Pitoisuuksien vertailuarvot

Maanäytteiden osalta todettuja pitoisuuksia on verrattu PIMA-asetukseen (VnA214/2007) arvoihin. Asetuksen mukaan pilaantuneisuus ja puhdistustarve on arvioitava, jos yhden tai useamman haitta-aineen pitoisuus maaperässä ylittää asetuksessa annetun *kynnysarvon*. Arvioinnissa käytetään asetuksessa säädettyjä haitta-aineiden *ohjearvoja*. Maaperää pidetään yleensä pilaantuneena alueella, jota käytetään teollisuus-, varasto-, tai liikennealueena, jos yhden tai useamman aineen pitoisuus ylittää säädetyn *ylemmän ohjearvon*. Muilla kuin em. alueilla (esim. asuin-, puisto- ja virkistysalueet) maaperää pidetään pilaantuneena, jos *alempi ohjearvo* ylittyy.

Vesinäytteiden osalta pitoisuuksia on verrattu pohjaveden (VnA 341/2009) ja pintavesien (VnA 1022/2006) ympäristölaatunormeihin sekä talousveden laatuvaatimuksiin ja suosituksiin (VnA 461/2000).

4.4.3 Maaperän haitta-ainepitoisuudet

Yhteenvedotaulukko haitta-aineiden pitoisuuksista on liitteessä III ja laboratorion tutkimustodistukset liitteessä V.

Alemman tai ylemmän ohjearvon ylittäviä haitta-ainepitoisuuksia havaittiin yhteensä 18 näytepisteessä. Ylemmän ohjearvon ylitykset on lihavoidulla tekstillä ja alemman ohjearvon ylitykset alleviivattuina. Kohonneita pitoisuuksia todettiin seuraavissa näytteissä:

- PF1 4-5m **Zn, Sb**
- PF3 2-3m Cu
- PF3 3-4m **Cu ja Zn, Pb ja Sb**
- PF6 1-2m **Pb, Cu ja Sb**
- PF9 1-2m **keskitisleet, raskas öljy**
- PF9 2-3m raskas öljy
- PF10 2-3m **Zn, Pb ja Sb**
- PF18 1-2m Cu
- PF19 1-2m **haihtuvat hiilivedyt, keskitisle**
- PF19 2-3m raskas öljy
- PF20 1-2m Zn
- PF22 1-2m **Cu**
- PF22 3-4m **Cu, Zn, keskitisle, raskas öljy**
- PF29 2-3m **raskas öljyjae, keskitisle**
- PF33 2-3m Sb
- PF34 1,2-2,5m **Cu ja Zn, Ni ja Sb**
- PF36 1,1-1,5m **Cu ja Zn Pb, Sb, B(a)pyreeni, fenantreeni, fluoranteeni, raskas öljyjae**
- PF38 0,9-1,2m raskas öljy
- PF42 0,9-2m Zn
- PF43 1-2,2m **Zn, Sb**
- PF47 1-2m Zn, Pb, Sb, B(a)pyreeni, fluoranteeni, PAH(summa)
- PF48 1-1,5m Zn, Sb, As

Kynnysarvopitoisuudet ylittyivät koko alueella arseenin osalta. Lisäksi muutamissa näytteissä ylittyivät kuparin, lyijyn, kromin, antimonin, elohopean, bentseenin, B(a)pyreenin, antraseenin, B(a)antraseenin, fenantreenin, fluoranteenin, B(k)fluoranteenin ja/tai öljyjen kynnysarvot. Suomen Geokemian atlaksen (GTK 1992) mukaan arseenin luontaiset taustapitoisuudet moreenimaassa ovat Hämeenlinnan lähialueilla tasoa 10 - 30 mg/kg, mikä ylittää kynnysarvon 5 mg/kg.

Näytteen PF29 (2-3m) analyysitulosten tarkempia arviointi hiilivetykoostumuksen suhteen viittasi siihen, että näytteessä ollut öljy on (pääosin) peräisin luonnon humusaineesta. Tulosta tukee myös näytteen korkea orgaanisen aineen pitoisuus (79 %). Luonnon humusaineesta peräisin olevaa öljyä on todennäköisesti myös pisteissä PF6, PF9, PF19, PF22, PF35, PF36 ja PF38, joissa on kohonnut orgaanisen aineen pitoisuus.

Tutkimuspisteissä PF19 ja PF9 todettiin bensiiniperäisiä hiilivetyjä sekä diesel/polttoöljyn ja voiteluöljyn hiilivetyjä, mikä viittaa alueella toimineisiin polttonesteiden jakeluasemiin ja huoltoasemiin. PID mittauksen perusteella haihtuvia hiilivetyjä oli vain pisteissä PF9 ja PF19.

4.5 Orsiveden haitta-ainepitoisuudet

Orsivedessä pisteessä PF28 todettiin kohonnut PAH (naftaleeni) pitoisuus, 18 µg/l, kun vertailuarvona käytetään VnA 868/2010 mukaista ympäristölaatunormia, joka on 2,4 µg/l. Naftaleeni on ilmeisesti peräisin läheisessä pisteessä PF3 todetusta PAH-yhdisteillä lievästi pilaantuneesta täytöstä. Muissa orsivesipisteissä ei todettu kohonneita haitta-ainepitoisuuksia.

Tulokset on esitetty liitteen III taulukossa sekä tutkimustodistus liitteessä V.

4.6 Pilaantuneiden ja jätetäyttöalueiden alustava raja

Vähintään alemman ohjearvon ylittävät haitta-aine pitoisuudet rajattiin alustavasti kuudelle erilliselle alueelle (Taulukko 4-1).

Taulukko 4-1. Haitta-aineet yli alemman ohjearvon ja kaatopaikkatäyttöalue

Osa-alue	pinta-ala	keskimääräinen kerrospaksuus	tilavuus, ktr
PF3,PF6,PF10,PF33,PF34,PF36, PF42,PF43,PF47,PF48 (Cu, Zn, Ni, Pb, Sb, As, PAH ja/tai öljyt)	12 000 m ²	1,1 m	13 200 m ³
PF9,PF19 (öljyt)	5 000 m ²	1,5 m	7 500 m ³
PF1 (Zn, Sb)	1 500 m ²	1 m	1 500 m ³
PF22 (Cu, Zn, öljyt)	2 600 m ²	3 m	7 800 m ³
PF18 (Cu)	1 500 m ²	1 m	1 500 m ³
PF20 (Zn)	2 000 m ²	1 m	2 000 m ³
Kaatopaikka-alue (PF33-PF36, PF43-PF45, PF47)	7 200 m ²	1,2 m	8 600 m ³

Taulukko 4-2. Alemman ohjearvon ylittävien haitta-aineiden lasketut kokonaismäärät

Sb	As	Cu	Pb	Ni	Zn	B(a)P	Fena	Fluoran	PAH	C ₅ -C ₁₀	C ₁₀ -C ₂₁	C ₂₁ -C ₄₀
kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg
400	22	5900	4700	260	25200	7	6	25	130	2400	15800	21100

Taulukossa 4-2 on laskettuna haitta-aineiden kokonaismäärät pilaantuneilla alueilla. Laskenta perustuu analysoituihin pitoisuuksiin, pilaantuneen alueen rajauksiin sekä pilaantuneen kerroksen syvyyksiin. Todennäköisesti luonnon humusaineesta johtuneet kohonneet öljypitoisuudet (pisteet PF29 ja PF38) on jätetty laskelmista pois.

Alueet, joissa ylittyy jonkin haitta-aineen alempi ohjearvo, on rajattu liitteen II kartalle.

5 ALUSTAVA RISKINARVIOINTI

5.1 Johdanto

Riskinarvioinnin tarkoitus oli selvittää maaperästä todetuista haitta-aineista / jätetäytöstä aiheutuvaa ympäristö- ja terveysriskiä sekä maaperän kunnostustarvetta, kun alue otetaan suunniteltuun käyttöön. Riskinarvioinnin lähtökohta on alueen tuleva käyttö asuinalueena. Asuinalue-rajaukset on otettu Liitteessä VII olevista kaavoitusluonnoksista. Riskinarvio on laadittu kvalitatiivisena.

5.2 Kohteen tiedot

5.2.1 Kohteen perustiedot

Tutkimuskohde sijaitsee Vanajaveden ja Hämeenlinnan keskusta-alueen välisellä ranta-alueella. Koko alueen omistaa Hämeenlinnan kaupunki. Tarkemmin kohdetta on kuvattu kappaleessa 2.

Kohteen sijainti ja pilaantuneen alueen alustava raja-
aus on esitetty liitteissä I ja II.

5.2.2 Toimintahistoria

Suurin osa alueesta on vanhaa Vanajaveden vesialuetta tai ranta-
aluetta, jossa on todettavissa täyttömaan alla turvekerros. Alueella on ollut myös kaatopaikka 1960-luvulle saakka. Tutkimuspistekartalle on rajattu kaatopaikan sijainti kenttähavaintojen perusteella. Alueen toimintahistoriaa on kuvattu tarkemmin kappaleessa 3.

5.2.3 Nykyinen maankäyttö kohteessa ja lähialueella

Alue on tällä hetkellä kaavoitettu pysäköinti-, urheilu- ja liiketilakäyttöön.

Alueen välittömässä läheisyydessä ei ole erityisen herkkiä suoje-
lu- tai luontokohteita. Alueen eteläpuolella sijaitsee Vanajavesi.

5.3 Maaperä-, pohjavesi- ja pintavesitiedot

5.3.1 Maaperäolosuhteet

Tarkastelualueella maanpinta on suhteellisen tasainen ollen noin tasolla + 80 – 82m mpy. Tie- ja pysäköintialueet ovat pääosin päällystettyjä. Puistoalueet ja urheilukenttä ovat päällystämättömiä.

Maaperätutkimusten maalajikuvaukset ja muut havainnot on kuvattu liitteessä III sekä raportin luvussa 4. Maan pinnassa on täyttömaita (sora, hiekka) 2-3 m syvyydelle. Sen alapuolella alkuperäinen maa on turvetta sekä silttipitoisia maalajeja. Useimmissa pisteissä todettiin noin 1 m paksuinen turvekerros, joka oli 2-4 m syvyydellä.

5.3.2 Pohjavesi

Kohde ei sijaitse vedenhankinnan kannalta tärkeällä tai siihen soveltuvalla pohjavesialueella. Lähin pohjavesialue (Ahvenisto, 0410902) sijaitsee lounaassa noin 1 km päässä kohteesta.

Alueella todettiin paikoin orsivettä erityisesti Vanajaveden läheisyydessä. Orsiveden pinta oli alueella 2 – 2,5 m syvyydellä. Täyttömaassa orsivesi on yhteydessä Vanajaveteen ja orsiveden pinnan taso noudattaa Vanajaveden pinnan tason vaihteluita.

5.3.3 Pintavedet ja vesistöt

Tutkimusalue rajoittui Vanajaveteen, jonka vedenpinta on keskimäärin tasolla 79,4m mpy (vaihtelu 78,0 – 79,8 m mpy). Alueen länsipuolella kulkee pieni oja, joka laskee Vanajaveteen.

5.4 Haitta-aineselvitykset

5.4.1 Tutkimukset

Alueella ei aiemmin ole tehty maaperän pilaantuneisuustutkimuksia. Tutkimusalueeseen rajoittuvilla huoltoasemakiinteistöillä sekä tavaratalokiinteistöllä on maaperää tutkittu ja kunnostettu.

Talvella 2013 alueelta otettiin maaperänäytteet yhteensä 40 näytepisteestä sekä pohjavesinäytteet kolmesta pisteestä. Kesällä 2013 otettiin täydentäviä näytteitä 13 pisteestä. Tehdyt tutkimukset on kuvattu kappaleessa 4.

5.4.2 Vertailu kynnys- ja ohjearvoihin

Yhteensä 19 / 53 näytepisteessä todettiin pilaantunutta maata tai jätetäyttöä. Alemman tai ylemmän ohjearvon ylityksiä seuraavien haitta-aineiden osalta: kupari, sinkki, lyijy, antimoni, arseeni, nikkeli, B(a)pyreeni, fenantreeni, fluoranteeni, PAH summapitoisuus sekä öljyhiilivedyt ja haihtuvat hiilivedyt. Liitteessä III on tutkimustulosten yhteenveto.

5.4.3 Haitta-aineiden esiintyminen ja ominaisuudet

Ominaisuuksien tarkastelussa keskitytään haitta-aineisiin, joiden pitoisuudet alueen maaperässä ylittävät kynnysarvon.

5.4.3.1 Bensiinihiilivedyt C₅-C₁₀ ja haihtuvat hiilivedyt

Bensiinihiilivedyt ovat helposti haihtuvia ja samalla vesiliukoisia ne voivat kulkeutua pohjavedessä. Bentseeni haihtuu erittäin herkästi ja on tunnettu karsinogeeni, jota esiintyy bensiinihiilivedyissä. Tässä tutkimuksessa bentseenin pitoisuus oli alle

määritysrajan mutta todettu korkea bensiinihiilivetyjen kokonaispitoisuus pisteessä PF19 viittaa siihen, että bentseenin esiintyminen alueella on mahdollista. Tolueeni, etyylibentseeni ja ksyleenit ovat haihtuvia, mutta niiden haitallisuus terveydelle on bentseeniä vähäisempää.

Asuinrakennuksen sisäilmassa haihtuvien hiilivetyjen kokonaispitoisuuden raja-arvona on pidetty tasoa (TVOC) $600 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Keskiraskaissa hiilivedyissä ($\text{C}_{10}\text{-C}_{21}$) ja PAH-yhdisteissä on osa yhdisteistä haihtuvia, jotka voivat lisätä huoneilman TVOC pitoisuutta.

Taulukkoon 1 on koottu BTEX yhdisteiden ympäristökäyttäytymiseen ja niille altistumiseen liittyviä parametreja. Bentseenin haitattomana pitoisuutena maaperässä pidetään tasoa $0,2 \text{ mg}/\text{kg}$. Tämä pitoisuus ei alueella ylittynyt, mutta bensiinihiilivetyjen kokonaispitoisuus oli kohonnut kahdessa huoltoaseman läheisessä pisteessä, mikä viittaa bensiiniperäisiin päästöihin maaperään. Bentseenin sallittu terveysperusteinen altistusannos on $3,3 \mu\text{g}/\text{kg} \times \text{vrk}$. Ihmisten mahdollinen altistumisreitti bentseenille alueella on hengityksen välityksellä tapahtuva kulkeutuminen. Hengitysilmassa sallittu bentseenipitoisuus on $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mikä perustuu työperäiseen bentseenialtistuksen aiheuttamaan syöpäriskiin.

BTEX aineet hajoavat ympäristössä sekä fysikaalis-kemiallisesti että biologisesti. Maaperässä puoliintumisaikaksi on arvioitu luokkaa 100-700 h, pintavesissä 100-700 h ja pohjavedessä 200-8000 h. Hajoamisen nopeus riippuu maaperässä vallitsevista olosuhteista, kuten maalajeista ja happipitoisuudesta.

Taulukossa 5-1 on BTEX yhdisteiden ominaisuuksia, jotka liittyvät aineiden kulkeutumiseen ja niille altistumiseen. BTEX yhdisteet ovat kaikki helposti haihtuvia, vesiliukoisia eivätkä rikastu ravintoketjussa tai sitoudu merkittävässä määrin kiintoaineeseen. Bentseenin suurin riskitön altistusannos (TDI) on hyvin alhainen

Taulukko 5-1. BTEX-yhdisteiden ominaisuuksia

			BEN	TOL	EB	XYL
terveys	SHPTer	mg/kg	0,2	7	10	18
	SHPTter	mg/mg	0,96	28	54	99
	TDI	$\mu\text{g}/\text{kg}/\text{vrk}$	3,3	223	100	150
	TCA	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	20	400	770	870
ekologia	SHPEko	mg/kg	180	47	400	17
	SVP	mg/kg	1,5	0,14	6,2	0,13
	HC50aq	$\mu\text{g}/\text{l}$	41	13	20	1,1
	HC5aq	$\mu\text{g}/\text{l}$	340	770	310	8,6
muut	Kd	l/kg	0,74	1,2	3,4	2,6
	höyrynpaine	Pa	9950	2900	1240	800
	vesiliukoisuus	mg/l	1800	500	150	150
	HTP (8h)	mg/m ³	3,25	190	220	220

SHPEko Suurin hyväksyttävä pitoisuus, ekologiset perusteet

SVP Suurin vaikutukseton pitoisuus, ekologiset perusteet

HC50aq Haitallinen pitoisuus 50%:lle eliöistä

HC5aq Haitallinen pitoisuus 5%:lle eliöistä

SHPTer Suurin hyväksyttävä pitoisuus, terveysperusteet

SHPTter	Suurin hyväksyttävä pitoisuus teollisuusalueella, terveysperusteet
TDI	Enimmäissaanti vuorokaudessa
TCA	Sallittu hengitysilman enimmäispitoisuus
Kd	Maa-vesi –jakautumiskerroin
HTP (8h)	Haitalliseksi tunnettu pitoisuus ilmassa 8h työskentelyaikana

5.4.3.2 PAH-yhdisteet sekä keskiraskaat ja raskaat hiilivedyt

PAH yhdisteistä bentso(a)pyreeni (BaP) on karsinogeeni, joka ei liukene veteen eikä haihdu. Sille altistuminen on mahdollista ihokosketuksen tai pölyn hengityksen tai nielemisen kautta. Myös muut PAH yhdisteet, pienikokoisia yhdisteitä (esim. naftaleeni) lukuun ottamatta, eivät kulkeudu ympäristössä merkittävässä määrin.

BAP:n suurin haitaton pitoisuus SHP_{ter} on 2,6 mg/kg, joka ylittyi yhdessä näytesteessä, PF36 kaatopaikka-alueella. BAP:n haitaton päiväannos on alhainen, 0,05 µg/kg x vrk. BAP:n höyrynpaine ja vesiliukoisuus ovat kuitenkin pieniä ja aineet ovat kulkeutumattomia, joten aineille altistuminen on käytännössä mahdollista vain ihokontaktin tai pölyn hengittämisen kautta. Pisteessä P36 ylittyi myös fenantreenin ja fluoranteenin alempi ohjearvo. Lisäksi pisteessä PF47 ylittyi BaP ja fluoranteenin alempi ohjearvo.

Taulukko 5-2. PAH-yhdisteiden ominaisuuksia

			B(a)pyr	Fenantr	Fluorant	B(a)antr	B(k)fluorant
terveys	SHPTer	mg/kg	2,6	3300	450	30	340
	SHPTter	mg/kg	125	>10 000	>10 000	1230	>1 250
	TDI	µg/kg/vrk	0,05	40	5	0,5	0,5
	TCA	µg/m ³	-	-	-	-	-
ekologia	SHPEko	mg/kg	7,0	31	260	2,5	38
	SVP	mg/kg	0,052	3,3	1	0,025	0,38
	HC50aq	µg/l	0,72	30	49	1	0,36
	HC5aq	µg/l	0,005	3,2	0,12	0,01	0,0036
muut	Kd	l/kg	6600	170	1510	6170	17400
	höyrynpaine	Pa	7,3x10 ⁻⁷	0,016	0,0013	2,8x10 ⁻⁵	1,3x10 ⁻⁸
	vesiliukoisuus	g/l	ei liukene	0,0015	ei liukene	ei liukene	ei liukene

SHPEko Suurin hyväksyttävä pitoisuus, ekologiset perusteet

SVP Suurin vaikutukseton pitoisuus, ekologiset perusteet

HC50aq Haitallinen pitoisuus 50%:lle eliöistä

HC5aq Haitallinen pitoisuus 5%:lle eliöistä

SHPTer Suurin hyväksyttävä pitoisuus, terveysperusteet

SHPTter Suurin hyväksyttävä pitoisuus teollisuusalueella, terveysperusteet

TDI Enimmäissaanti vuorokaudessa

TCA Sallittu hengitysilman enimmäispitoisuus

Kd Maa-vesi –jakautumiskerroin

Keskiraskaat hiilivedyt (diesel) sisältävät erilaisia hiilivetyjä, jotka poikkeavat toisistaan kooltaan ja kulkeutuvuudeltaan. Osa dieseljakeen hiilivedyistä on haihtuvia ja ne voivat

aiheuttaa hajuhaittoja esim. huoneilmaan päästessään. Ei haihtuvat ja niukkaliukoiset hiilivedyt eivät kulkeudu maaperästä. Keskiraskaat hiilivedyt hajoavat maaperässä suotuisissa olosuhteissa täydellisesti.

Raskas öljyjae on hyvin stabiilia ja sitoutuu maaperän kiintoaineeseen eikä liukene tai haihdu. Raskas öljyjae ei hajoa maaperässä merkittävällä nopeudella.

5.4.3.3 Raskasmetallit

Taulukossa 5-3 on maaperässä todettujen raskasmetallien ominaisuuksia. Raskasmetallien sallitut pitoisuudet maaperässä (SHP_{ter}) terveysriskien perusteella arvioituina ovat melko korkeita ja tutkimuksissa nämä ylittyivät vain lyijyn ja antimonin osalta. Ympäristöriskin kannalta (SHP_{eko}, SVP) raskasmetallit ovat selvästi haitallisempia kuin terveysriskin kannalta.

Raskasmetallien liukoisuus riippuu maaperän pH:sta sekä siitä, millaisena yhdisteenä raskasmetalli on. Yleisesti raskasmetallit ovat maaperään hyvin sitoutuneita, niiden maa/vesi jakaantumiskerroin K_d on korkea. Tutkimusalueen orsivedessä todettiin vain sinkkiä sekä arseenia alhaisina pitoisuuksina.

Taulukko 5-3. Metallien ominaisuuksia

			As	Cu	Cr	Ni	Pb	Zn	Sb	Hg
terveys	SHP _{ter}	mg/kg	424	>10 000	3190	1190	212	>10 000	9	43
	SHPT _{ter}	mg/mg	2920	>10 000	>10 000/25	4960	5260	>10 000	1171	292
	TDI	ug/kg/vrk	1	140	5	50	1,8	500	0,4	0,1
	TCA	ug/m3	1	1	_/0,00025	0,05	-	-	-	-
ekologia	SHP _{eko}	mg/kg	5	125	120	65	490	210	26	3,7/36
	SVP	mg/kg	0,	3,4	0,38	0,26	55	16	0,2	0,037/1,9
	HC50 _{aq}	ug/l	890	18	220	500	150	89	21 000	0,36/14
	HC5 _{aq}	ug/l	24	1,1	36	1,9	11	7,3	6,2	0,011/0,23
muut	K _d	l/kg	100	10000	2000	200	1000	200	85	500

SHP_{eko} Suurin hyväksyttävä pitoisuus, ekologiset perusteet

SVP Suurin vaikutukseton pitoisuus, ekologiset perusteet

HC50_{aq} Haitallinen pitoisuus 50%:lle eliöistä

HC5_{aq} Haitallinen pitoisuus 5%:lle eliöistä

SHP_{ter} Suurin hyväksyttävä pitoisuus, terveysperusteet

SHPT_{ter} Suurin hyväksyttävä pitoisuus teollisuusalueella, terveysperusteet

TDI Enimmäissaanti vuorokaudessa

TCA Sallittu hengitysilman enimmäispitoisuus

K_d Maa-vesi -jakautumiskerroin

5.5 Haitta-aineiden kulkeutuminen ja niille altistuminen

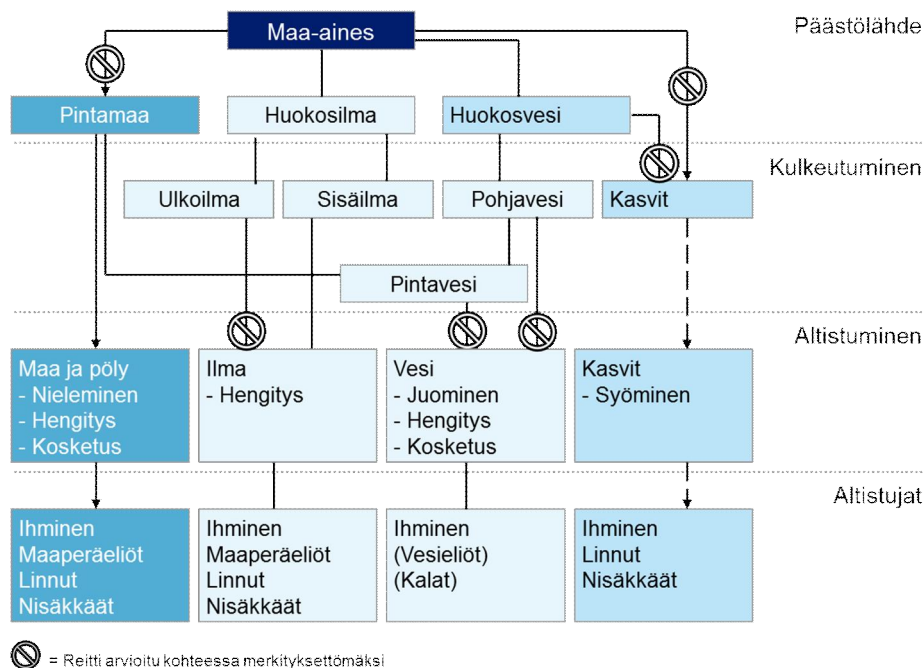
5.5.1 Haihtuvat hiilivedyt

Entisen huoltoaseman alueella (PF19) todettiin korkea haihtuvien hiilivetyjen kokonaispitoisuus, 560 mg/kg ja sen lisäksi alemman ohjearvon ylittävä dieseljakeen

pitoisuus 1-2 m syvyydellä maan pinnasta. Haihtuvat hiilivedyt ovat mahdollinen terveysriski, kun alue tulee asuinkäyttöön.

Kuvassa 5-1 on esitetty haihtuvien hiilivetyjen kulkeutumisreitit sekä niille altistumahdollisuudet. Pilaantuneesta maasta haihtuvat hiilivedyt voivat kulkeutua huokosilman tai huokosveden välityksellä. Huokosilma voi purkautua ulkoilmaan tai rakennuksen alta alapohjan kautta rakennuksen sisäilmaan. Huokosvesi voi purkautua pohja(orsi)veteen tai pintaveteen. Haihtuvat yhdisteet eivät kulkeudu merkittävässä määrin kasveihin.

Haihtuville yhdisteille altistumista voi tapahtua rakennusten sisätiloissa hengityksen välityksellä. Alueen pohjavettä ei käytetä eikä pintaveden (Vanajavesi) välityksellä arvioida olevan altistumismahdollisuutta.

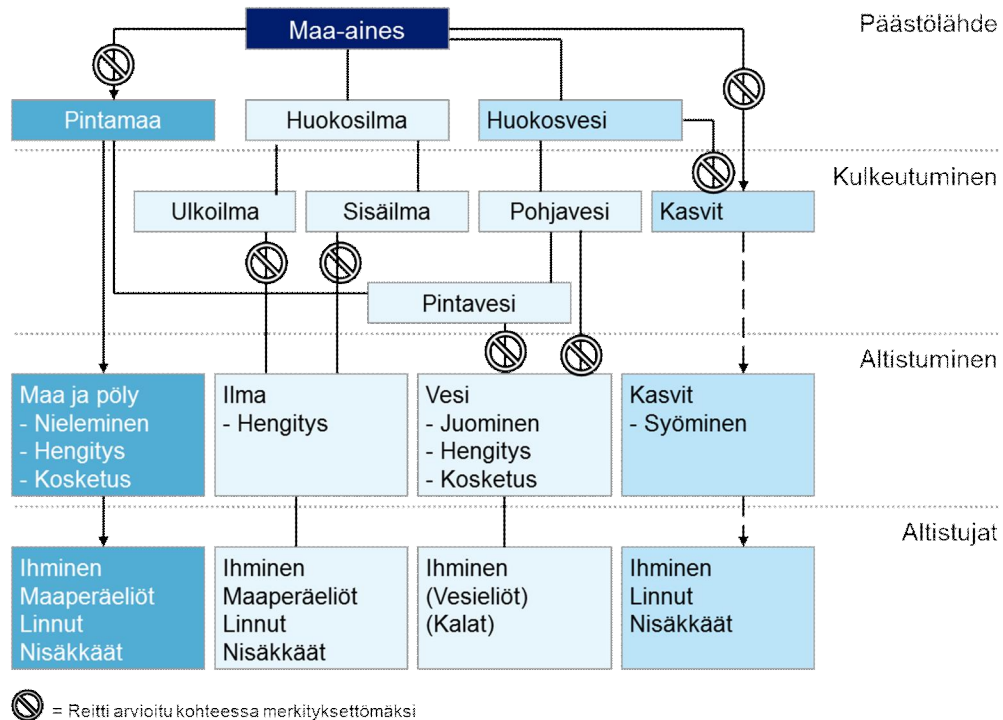


Kuva 5-1. Haihtuvien hiilivetyjen kulkeutumis- ja altistusmalli

5.5.2 Öljyhiilivedyt ja PAH-yhdisteet

Raskaita ja keskiraskaita hiilivetyjä esiintyy alemman ja ylemmän ohjearvon ylittävinä pitoisuuksina. Samoissa näytepisteissä oli paikoin myös ylemmän ohjearvon ylittäviä raskasmetallipitoisuuksia. Kahdessa pisteessä esiintyi myös PAH-yhdisteitä yli alemman ohjearvon.

Kuvassa 5-2 on malli yhdisteiden kulkeutumisesta ja niille altistumisesta. Öljyssä on jonkin verran haihtuvia yhdisteitä, jotka voivat levitä huokosilman mukana ulkoilmaan tai rakennusten sisätilaan, tai huokosveden mukana pohjaveteen tai pintavesiin. Raskaimpien hiilivetyjakeiden kohdalla kulkeutumista ei tapahdu. Sisätiloihin kulkeutuessaan hiilivedyt voivat aiheuttaa hajuhaittoja.



Kuva 5-2. Öljyhiilivetyjen ja PAH- yhdisteiden kulkeutuminen ja niille altistuminen.

5.5.3 Raskasmetallit

Raskasmetallit ovat maaperässä tyypillisesti vähän kulkeutuvia ja sitoutuvat orgaaniseen aineeseen ja täyttöön. Tässä tutkimuksessa pohjavedessä raskasmetallien pitoisuus oli taustatasoa.

Pilaantunut maa ja jätetäyttö ovat tällä hetkellä puhtaan pintatäytön alapuolella. Rakennusvaiheessa maaperää kaivetaan, jolloin raskasmetallipitoisia massoja voi tulla pintamaahan jolloin ne voivat aiheuttaa altistumista. Alueen tulevassa käytössä tapahtuva raskasmetalleille altistuminen tulee estää kunnostustoimenpiteillä tai täyttömailla.

5.6 Terveysriskit

Maaperässä todettujen haitta-aineiden suurimmat hyväksyttävät terveysperusteiset pitoisuudet (SHPter) ylittyvät lyijyn, antimonin ja B(a)pyreenin osalta. Todettu bensiinihiilivetyjen korkea pitoisuus sekä siitä johtuva bentseenin mahdollinen esiintyminen maaperässä muodostavat myös terveysriskin.

Haihtuvista hiilivetyjakeista aiheutuva hajuhaitan mahdollisuus alueen rakentamisen jälkeen tulee huomioida maaperän kunnostussuunnittelussa. Maaperän terveysperusteisia viitearvoja ei ole määritetty tutkituille öljyhiilivetyjakeille (C_5 - C_{10} , C_{10} - C_{21} ja C_{21} - C_{40}), jotka koostuvat useista eri yhdisteistä. Näistä bensiinijakeille ja keskitisleille osittain haihtuvina yhdisteinä voi altistua maata kaivettaessa tai sisäilman kautta ja ne voivat sitä kautta aiheuttaa haittaa terveydelle.

Kaatopaikkajätettä sisältävä alue on rajattu melko tarkasti. Jäte on haitta/riski alueen tulevassa käytössä. Jätettä todettiin 0,6-2 m paksu kerros kahdeksassa tutkimuspisteessä.

Pohjaveden välityksellä aiheutuvaa altistumista ei katsota mahdolliseksi, koska lähialueilla ei ole pohjavesialueita eikä paikallista pohjavettä käytetä.

Orsivesinäytteessä todetun naftaleenin ei katsota nykytilassa aiheuttavan terveysriskiä veden välityksellä. Osittain haihtuvana yhdisteenä sille voi kuitenkin altistua maata kaivettaessa tai sisäilman kautta ja voi sitä kautta aiheuttaa vaaraa terveydelle.

5.7 Arviointiin liittyvä epävarmuus

Alue on täyttömaata, jossa haitta-aineita esiintyy täyttömaassa. Lisätutkimukset keskitettiin vain jätetäyttöalueen ympäristöön. Kohdentamalla lisätutkimukset myös muille alueilla voidaan pilaantuneiden maiden määrääarviota tarkentaa myös muiden alueiden osalta. Alueella on runsaasti rakennuksia, joiden kohdalta ei näytteitä voitu ottaa. Niiden alapuolisen maan mahdollinen pilaantuneisuus voidaan selvittää vasta rakennusten purkamisen jälkeen.

5.8 Ekologisen riskin arviointi

Kuparille, sinkille ja nikkeliä annetut PIMA-asetuksen ohjearvot perustuvat ekologisiin vaikutuksiin. Ekologisia vaikutuksia voi aiheutua kuparin, sinkin, nikkelin ja lyijyn osalta. PAH-yhdisteiden fenantreenin ja fluoranteenin ohjearvot perustuvat ekologisiin vaikutuksiin Tutkimuksissa yhdessä pisteessä todettiin alemman ohjearvon ylittävä fenantreenin ja fluoranteenin pitoisuus.

Alueella tai sen lähialueella ei ole maankäytöltään herkkiä alueita, kuten luonnonsuojelu- tai pohjavesialueita. Tästä syystä ekologisten riskien voidaan arvioida olevan vähäisiä. Raskasmetallit sekä PAH-yhdisteet eivät myöskään kulkeudu maaperästä, joten niistä ei aiheudu riskiä pilaantuneen maa-alueen ulkopuolella.

6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tutkitun alueen maaperässä on paikoin kohonneita haitta-aine pitoisuuksia ja jätetäyttöä, jotka aiheuttavat terveysriskin tai terveyshaitan, jos tällaisille alueille suunnitellaan sijoitettavan asuntorakentamista. Näiden osalta maaperä tulee kunnostaa, ennen kuin alue otetaan nykyistä vaativampaan käyttöön. **Asuntorakentamiseen kaavoitettavien** alueiden osalta tulee huomioida:

- Kaatopaikkatäyttöä sisältävältä alueelta (PF33, PF34, PF35, PF36, PF43, PF44, PF45, PF47) tulee poistaa jätetäyttö sekä pilaantunut maa massanvaihdolla ennen asuntorakentamista
- Huoltoasematontin alueella (PF19 ja PF9) maaperässä on bensiinihiilivetyjä ja öljyä, jotka tulee poistaa /kunnostaa ennen alueen asuntorakentamista
- Voimakkaasti pilaantuneet massat (PF3, PF6, PF10) joissa todettiin sinkkiä, lyijyä, kuparia sekä öljyn hajua paikoin 1-2 m syvyydellä tulee kunnostaa ennen alueen asuinrakentamista
- Pisteessä PF22 oli kuparilla ja sinkillä voimakkaasti pilaantunutta täyttöä 1-2 m syvyydellä, jotka tulee kunnostaa jos alueelle rakennetaan asuntoja

Alueille, joille suunnitellaan muuta toimintaa kuin asuinrakentamista, tulee pilaantuneisuus myös huomioida toimintojen sijoittelussa. **Pysäköinti- ja liikennealueilla** pintamaan asfaltointi on tehokas toimenpide estämään haitta-aineille

altistumisen, jolloin massanvaihtoa ei tarvitse toteuttaa yhtä laajasti kuin asuintonteilla. Voimakkaasti bensiinihiilivedyillä pilaantunut maaperä (PF9 ja PF19 alue, jonka laajuus tulee myöhemmin täsmentää tutkimuksilla) suositellaan kunnostettavaksi massanvaihdolla. **Puisto- ja virkistyskäyttöön** kaavoitettavilla alueilla pintamaahan tulee jäädä riittävän paksu. esim. vähintään 0,5 m kerros puhdasta pintamaata.

Jos alueet **jätetään rakentamatta**, eikä alueelle sijoiteta mitään uusia toimintoja, pilaantuneista massoista ei aiheudu alueen nykyisessä käytössä terveydellistä tai muuta haittaa. Pilaantuneet massat ovat tyypillisesti täyttökerroksessa, jonka päällä on puhdas maakerros. Maaperän kunnostukseen ei ole tarvetta.

Pilaantuneet massat tulee poistaa maaperästä myös alueilta, joissa **pilaantuneita massoja jouduttaisiin kaivamaan rakentamisen takia** (perustukset, kunnallistekniikka, kaapelit, johdot). Maanalaiset rakenteet tulee sijoittaa puhtaaseen maahan. Pilaantuneisuudesta saattaa aiheutua riski rakenteiden kestävyydelle ja viemäri ym. kanavat voisivat edistää haitta-aineiden kulkeutumista.

Pilaantuneen maan kunnostustavoitteet määritetään maaperän kunnostusta varten haettavassa kunnostuspäätöksessä, jonka antaa ELY-keskus. Lupahakemukseen laaditaan kunnostussuunnitelma.

7

KUSTANNUSVERTAILU

Alustavien kaavavaihtoehtojen perusteella alue on pääosin tulossa asuinkäyttöön. Kustannusvertailussa on vertailtu seuraavia kolmea vaihtoehtoa:

- A. Koko alueen kunnostus
 - Kaikki alemman ohjearvon ylittävät pilaantuneet maat / jätetäyttöä sisältävät maat poistetaan alueelta
- B. Osittainen kunnostus (kaavaluonnokset liitteessä VII), kaksi vaihtoehtoa
 - B1. Asuinalue rajoittuu Hämeensaarenkujaan
 - B2. Asuinalue ulottuu Hämeensaarenkujan eteläpuolelle; B- vaihtoehdoissa kunnostuksen periaate on seuraava:
 - Kaikki jätetäyttöä sisältävät maat poistetaan
 - Kaikki orgaanisia haitta-aineita sisältävät maat poistetaan alempaan ohjearvotasoon
 - Kaikki pilaantuneet maat poistetaan asuinrakennusten alueelta ja niiden ympäriltä 1,5 m etäisyydellä alempaan ohjearvotasoon
 - Asuinkortteleiden muut alueet kunnostetaan alempaan ohjearvotasoon 1 m paksuudelta massanvaihdolla ja maan pinta peitetään asfaltoimalla tai nurmettamalla
 - Tiealueilta ja kunnallistekniikan kaivannoista ja niiden ympäriltä 1 m etäisyydeltä alemman ohjearvon ylittävät massat sekä jätetäyttö vaihdetaan puhtaaksi.
 - Muut alueet kunnostetaan poistamalla pitoisuudeltaan ylemmän ohjearvon ylittävät massat 1 m paksuudelta ja korvaamalla ne puhtailla mailla.
 - Kaivua ei uloteta pohjaveden tason (2-3 m) alapuolelle millään alueella lukuun ottamatta jätettä sisältäviä massoja.

Tehdyn kunnostuskustannusvertailun perusteella kunnostusvaihtoehdon A hinta on noin 4,5 M€ ja vaihtoehtojen B1 ja B2 hinnat ovat noin 3,9 M€. Näistä polttoaineella pilaantuneen alueen (PF9 ja PF19) osuus kustannuksista on luokkaa 0,8 M€. Tarkempi kustannustaulukko esitetään liitteessä VIII.

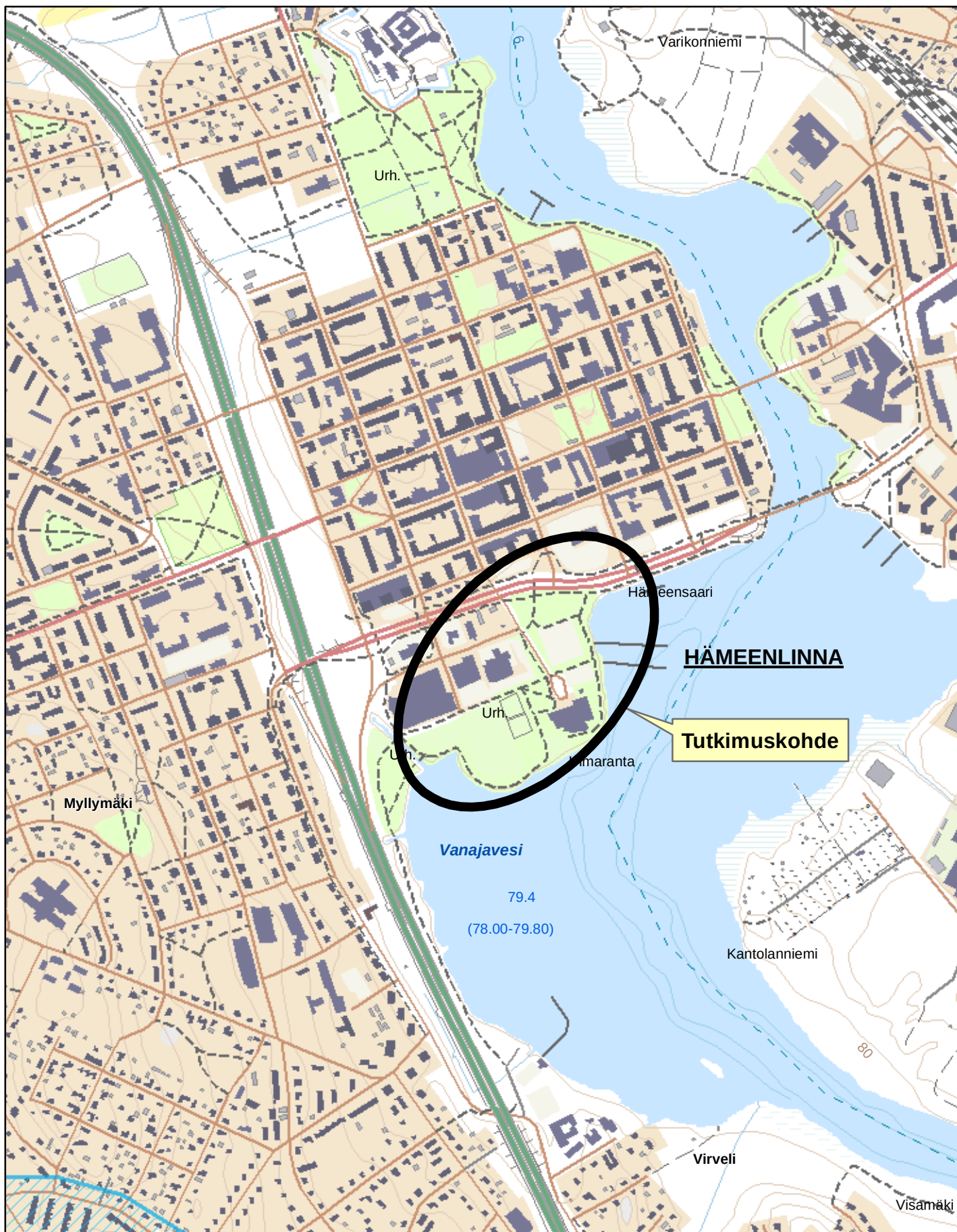
Esitetyt kustannukset ovat suuntaa antavia. Jätealueen raja-alue on saatu määritettyä melko tarkasti, mutta muiden alueiden pilaantuneisuusrajauksissa on epävarmuutta harvan näytepisteverkon takia. Erityisesti olemassa olevien rakennusten alueella pilaantuneisuusrajaukset ovat epävarmoja, koska niitä ei ole päästy tutkimaan. Laskelmassa kuvatut arviot pitävät sisällään kaikki kunnostustyöhön liittyvät kustannukset (kuten konsultointityön, massojen kaivu- ja kuljetustyön sekä massojen vastaanoton). Täyttötyön kustannukset on laskettu nykyiseen maanpinnan tasoon.

Kustannusvertailussa tehtiin seuraavat havainnot:

- Koska merkittävin pilaantuneisuus keskittyy jätetäyttöalueelle, mikä tullaan joka tapauksessa kunnostamaan, ei asuinalueen eteläreunan sijainnilla näytä olevan vaikutusta kokonaiskustannuksiin B1 ja B2 vaihtoehdoissa, koska ne sijoittuvat jätealueelle yhtä suuressa määrin.
- Suuri osa jätettä sisältämättömistä ja voimakkaasti pilaantuneista maista sijaitsee maan pintakerroksissa suunnitelluilla katualueilla, joiden alueelta maat joudutaan joka tapauksessa poistamaan rakennettavan kunnallistekniikan ja tierakenteiden tieltä. Tarkastelluissa B1 ja B2 vaihtoehdoissa teiden sijainnit olivat lähes yhteneväiset, joten hintaeroja näiden kesken ei syntynyt.
- Eniten B1 ja B2 vaihtoehtojen hintaeroon vaikuttaa pisteiden PF42, PF48 ja PF22 alueille suunnitellut rakennukset. Vaihtoehdossa B2 uimahallin laajennus on sijoitettu pisteen PF42 kohdalle, vaihtoehdossa B1 asuinrakennus on sijoitettu pisteen PF48 kohdalle ja vaihtoehdossa B1 pisteen PF22 lähistölle on suunniteltu hotellirakennus (vaihtoehdossa B2 suunniteltu asuinrakennus sijaitsee kauempana pisteestä PF22).
- Kustannussäästöjä muodostuisi välttämällä rakennusten sijoittamista lievästi pilaantuneille alueille, jolloin alueita ei tarvitsisi kunnostaa, koska pilaantuneisuus alkaa vasta 1m syvyydeltä. Lisäksi PF22 pisteen alue tulisi olla muussa kuin asuin-/hotellikäytössä.
- Eniten A ja B vaihtoehtojen hintaeroihin vaikuttivat PF1 ja PF22 pisteiden alueet.
- Pisteen PF1 metallipilaantuneisuus sijaitsee 4-5 m syvyydessä vedenpinnan alapuolella, joten pilaantuneisuudella ei vaikutusta kyseisen alueen jatkokäytölle eikä kunnostustarvetta ole.
- Pisteen PF22 voimakas metallipilaantuneisuus ja lievä öljypilaantuneisuus sijaitsevat osaksi 3-4 metrin syvyydessä vesipinnan alapuolella. Tällä syvyydellä ei katsota olevan kunnostustarvetta, jos alue tulee katualueeksi tai kevyen liikenteen väyläksi

LIITE I

SIJAINTIKARTTA



Hämeenlinnan kaupunki
Engelinrannan maaperä- ja pohjavesitutkimus
sekä riskinarvio

Sijaintikartta, 1: 10 000 (A4)
16X147682.BA721 / 5.3.2013 JJRU



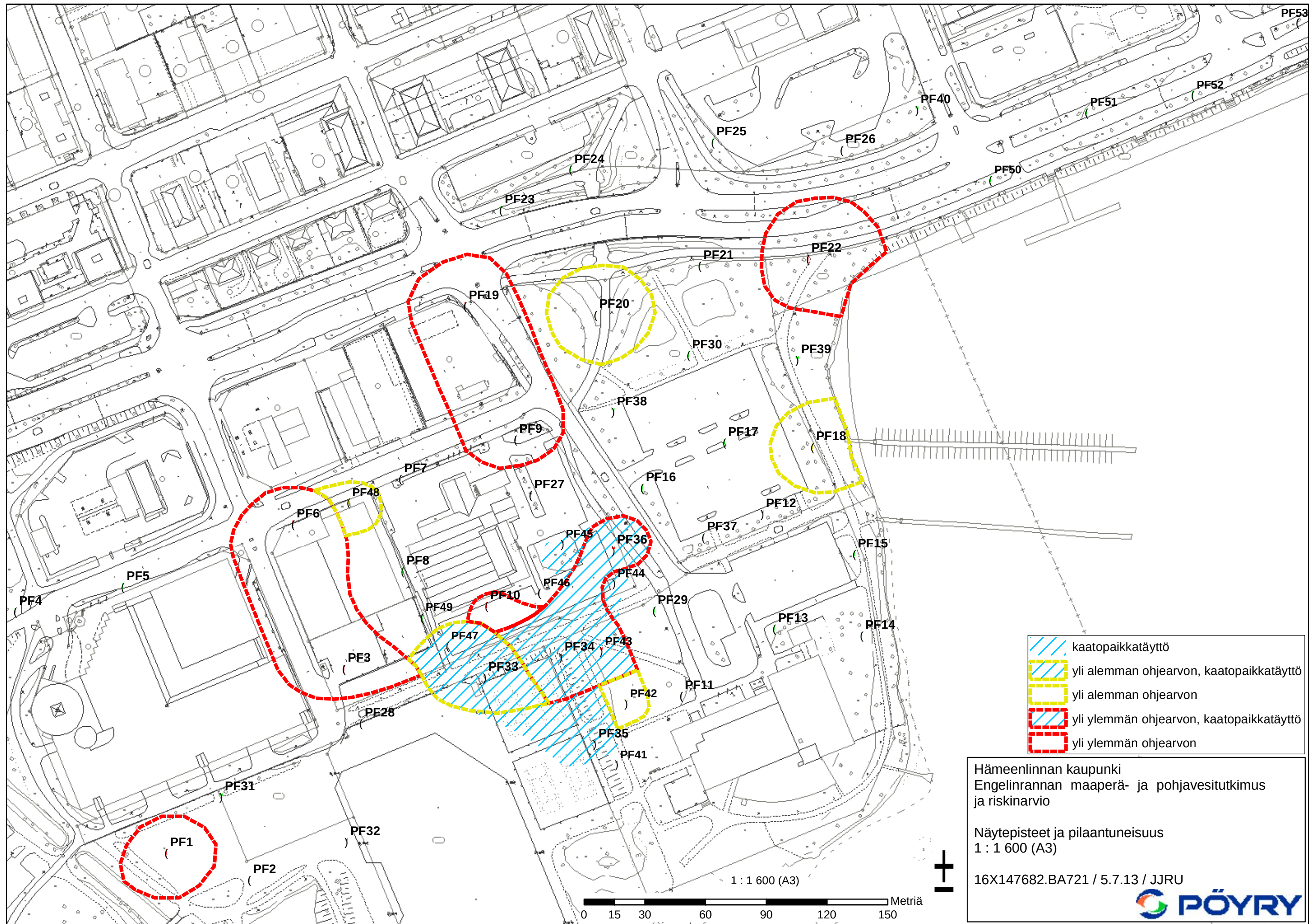
 pohjavesialue

0 250 500
m



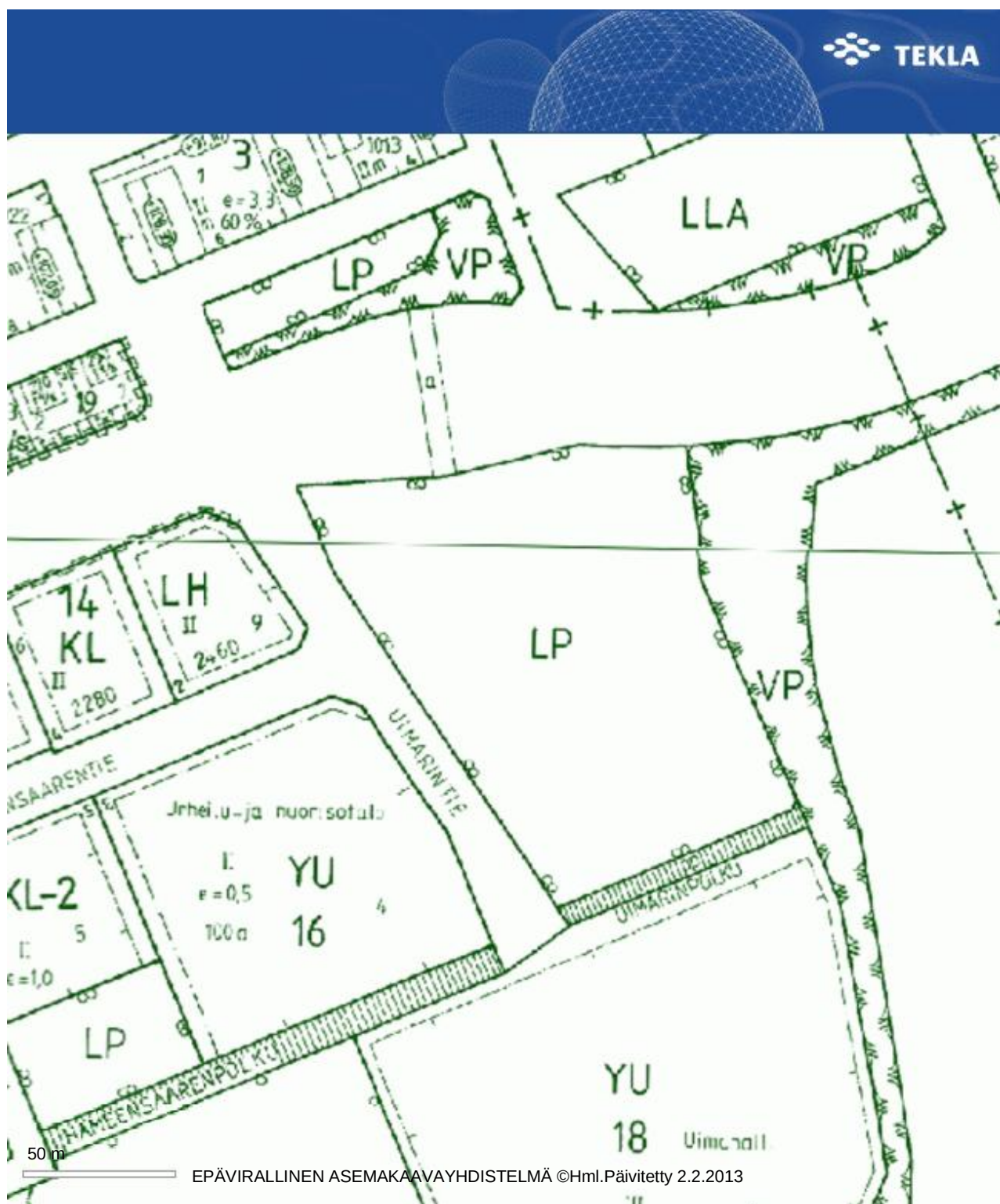
LIITE II

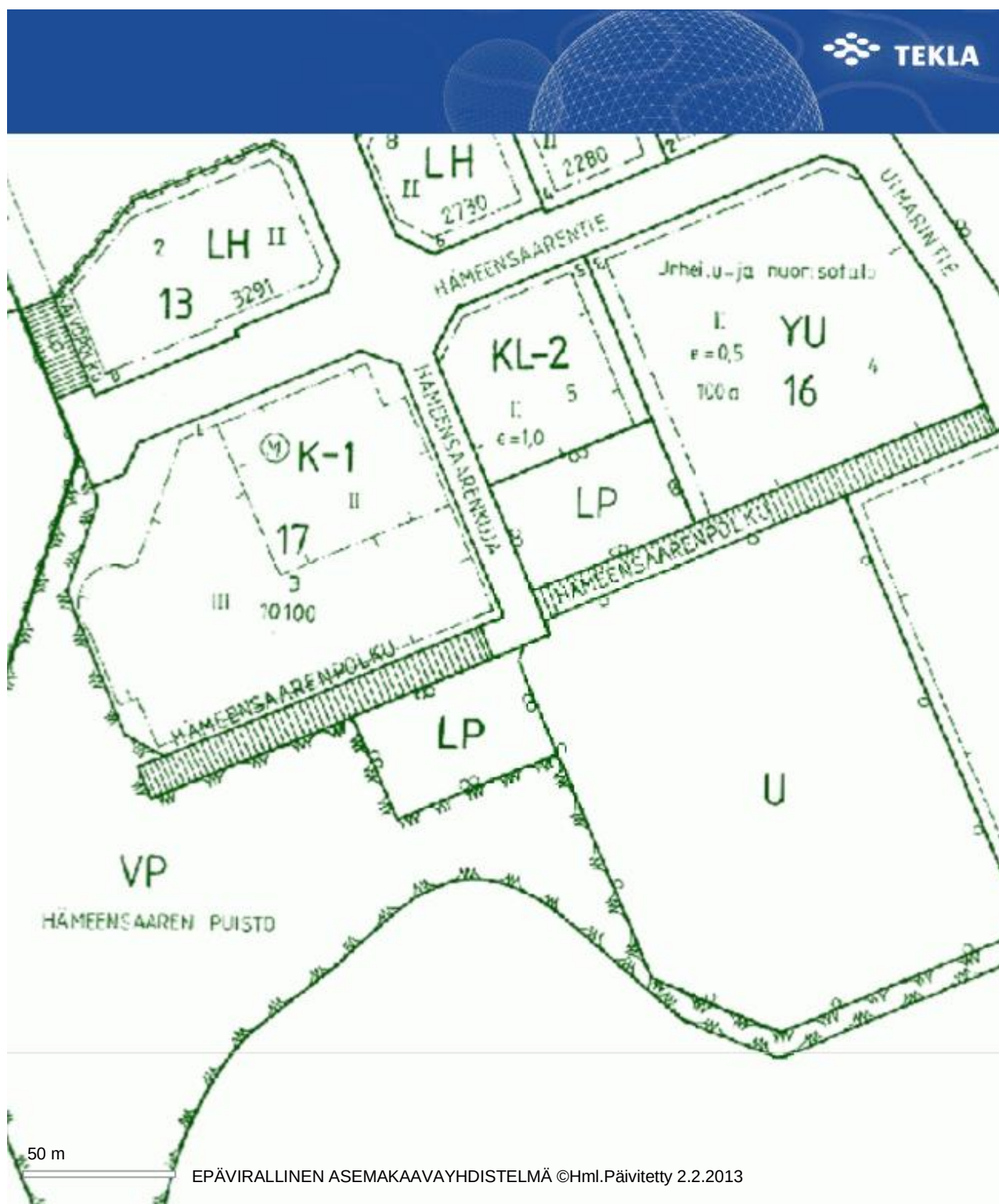
NÄYTEPISTEKARTTA



LIITE VII

KAAVAOTTEET JA -LUONNOKSET







NNA-

linja-auto-
asema

KAUPUNKITORI

ASUNTORAKENTAMIEN

LIIKEKESKUS

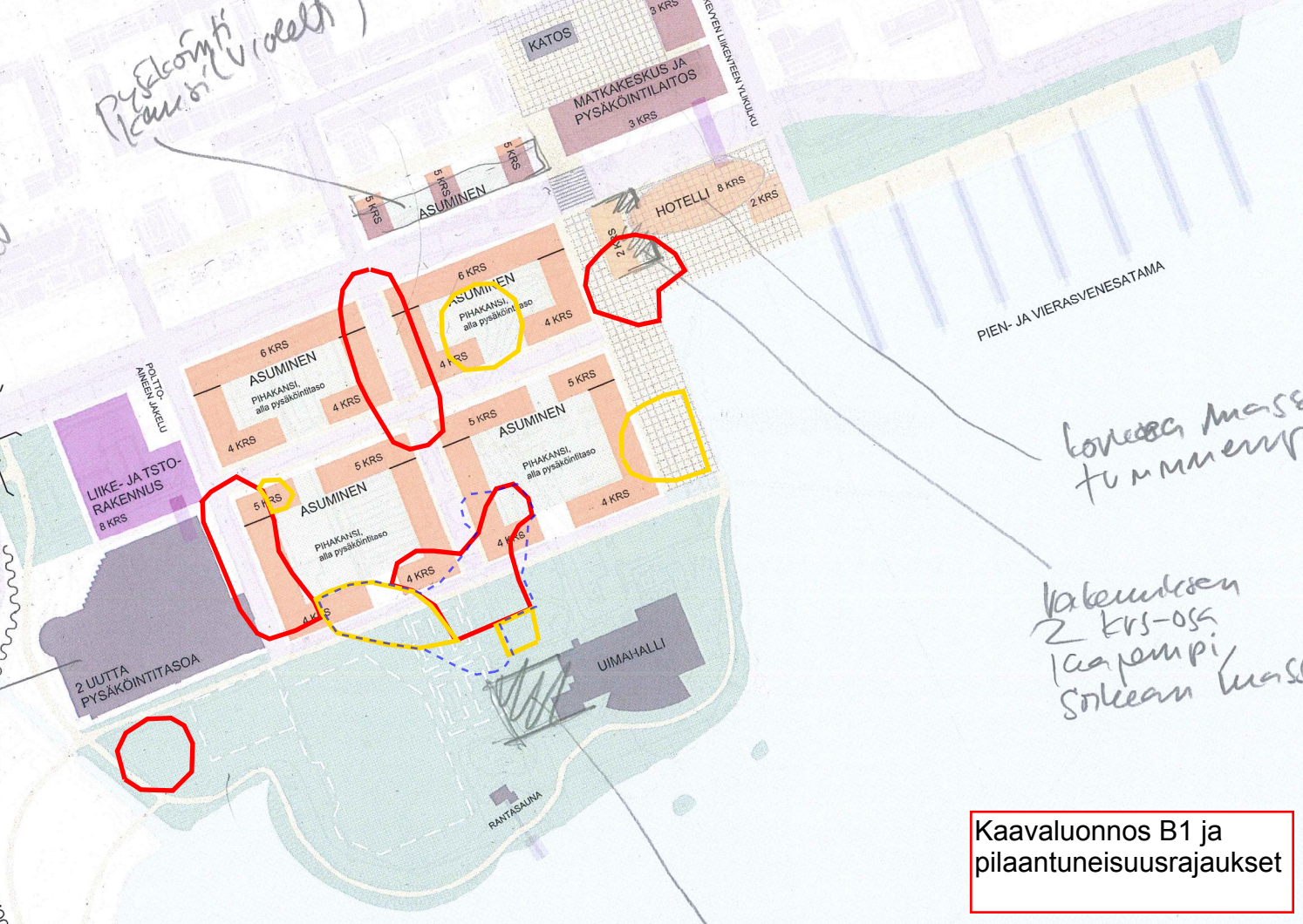
LIIKUNTAPUISTO

UIMAHALLI

Rantareitti

Rakennusten korkeudet kasvavat rannasta kohti keskustaa.
Puistovyöhykkeitä, suojaisia sisäpihoja ja näkymiä järvelle.
Korttelien läpi kulkevia kevyenliikenteenväyliä.

Skate park



Kaavaluonnos B1 ja
pilaantuneisuusrajaukset

LIITE VIII

KUNNOSTUKSEN KUSTANNUSVERTAILU

Engelinrannan kunnostuksen kustannusarviovertailu
15.8.2013

Vaihtoehdot	A					B 1					B 2				
	Alue m2	Määrä m3	Määrä t, tv	Yksikköhinta €/t, €/tv	Hinta €	Alue m2	Määrä m3	Määrä t	Yksikköhinta €/t, €/tv	Hinta €	Alue m2	Määrä m3	Määrä t	Yksikköhinta €/t, €/tv	Hinta €
Esityöt															
Ennakkotutkimukset					15000					15000					15000
Lupahakemusasiakirjat					15000					15000					15000
Massojen kaivu ja lastaus															
Puhtaiden pintamaiden kaivu ja takaisin sijoittaminen		26600	47880	4	191520		22100	39780	4	159120		22400	40320	4	161280
Kunnostettavien maiden kaivu ja lastaus		35500	63900	4	255600		29200	52560	4	210240		29100	52380	4	209520
Massojen kuljetus															
Kunnostettavien maiden kuljetus, 25km		35500	63900	5	319500		29200	52560	5	262800		29100	52380	5	261900
Kunnostettavien maiden käsittely															
Pitoisuudet yli ylemmän ohjearvon	14900	22400	40320	35	1411200	13400	19100	34380	35	1203300	13400	18700	33660	35	1178100
Pitoisuudet yli alemman ohjearvon	4500	4500	8100	25	202500	1500	1500	2700	25	67500	1800	1800	3240	25	81000
Jätettä sisältävä maa	7200	8600	15480	75	1161000	7200	8600	15480	75	1161000	7200	8600	15480	75	1161000
Täytöt															
Täyttömaat, tuonti 25km ja levitys		8900	16020	17	272340		7100	12780	17	217260		6700	12060	17	205020
Suunnittelu ja valvonta															
Kunnostuksen valvonta			80	700	56000			65	700	45500			65	700	45500
Valvojan koordinointi					7500					5000					5000
Kunnostuksen loppuraportointi					10000					10000					10000
Analytiikka															
Kenttäanalytiikka					15000					10000					10000
Laboratorioanalyysit					10000					10000					10000
PV-tarkkailuputket															
Putket ja tarkkailu 3v					0					20000					20000
Yleiskustannukset															
15 %					591324					511758					508248
YHT alv0%					4533484					3923478					3896568