

Vastaanottaja
Tampereen kaupunki

Asiakirjatyyppi
Kunnostuksen yleissuunnitelma

Päivämäärä
20.06.2019

Viite
1510027737-018

HIEDANRANTA, TAMPERE

PILAANTUNEEN MAAPERÄN KUN- NOSTUKSEN YLEISSUUNNITELMA



HIEDANRANTA, TAMPERE PILAANTUNEEN MAAPERÄN KUNNOSTUKSEN YLEISSUUNNITELMA

Projekti nro **1510027737-018**
Päivämäärä **20.06.2019**
Laatija **Noora Lindroos/Ramboll Finland Oy**
Maiju Nylund/Ramboll Finland Oy
Tarkastaja **Hannu Karppi/Ramboll Finland Oy**
Hyväksyjä **Katariina Rauhala/Tampereen kaupunki**
Kuvaus **Pilaantuneen maaperän kunnostuksen yleissuunnitelma**

Ramboll
PL 718
Pakkahuoneenaukio 2
33101 TAMPERE

P +358 20 755 611
F +358 20 755 6201
<https://fi.ramboll.com>

SISÄLTÖ

1.	Johdanto	3
2.	Suunnittelualue	3
2.1	Kohdetiedot	3
2.2	Toimintahistoria	5
2.3	Nykyiset rakenteet ja toiminnot	7
2.4	Kaavoitus	8
2.5	Tulevat toiminnot	11
2.6	Maa- ja kallioperä	12
2.7	Pinta- ja pohjavedet	13
2.8	Suojelualueet	14
3.	Pilaantuneisuustutkimukset ja aiemmat pilaantuneen maaperän kunnostukset	16
3.1	Maaperä	16
3.2	Pohjavesi	18
3.3	Pilaantuneen maaperän kunnostukset	19
4.	Maaperän ja pohjaveden pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arviointi	19
4.1	Arvioinnin lähtökohdat, tavoitteet, menetelmät ja rajaukset	19
4.2	Tarkasteltavat haitta-aineet	20
4.3	Käsitteellinen malli	20
4.4	Haitta-aineiden kulkeutumisriskit	23
4.4.1	Kulkeutuminen maaperässä ja kulkeutuminen maaperästä pohjaveteen	23
4.4.2	Kulkeutuminen pohjavedessä pohjavesialueelle	24
4.4.3	Kulkeutuminen pintavesistöön	26
4.4.4	Haihtuminen sisäilmaan ja ulkoilmaan	27
4.4.5	Pölyäminen ja suora altistus	28
4.5	Terveysriskit	28
4.6	Ekologiset riskit	28
4.7	Riskinarvion epävarmuustarkastelu ja epävarmuuksien hallinta	29
5.	Suunnittelualueen maaperän ja pohjaveden kunnostustarve ja -tavoitteet	30
5.1	Kunnostustarve	30
5.2	Kunnostustavoitteet	30
5.3	Poistettavan pilaantuneen maa-aineksen määrä	32
6.	Kunnostuksen toteutus	32
6.1	Kunnostuksen periaate	32
6.2	Valmistelevat työt	33
6.3	Kaivutyö	33
6.4	Kaivettujen massojen välivarastointi	34
6.5	Kunnostustyön valvonta	34
6.6	Kaivantovesien käsittely	35
6.7	Työsuojelu ja riskien hallinta	35
6.8	Ympäristöhaittojen ehkäisy	36
6.9	Varautuminen odottamattomiin tilanteisiin	36

7.	Kunnostuksen päätyminen	36
7.1	Jäännöspitoisuusnäytteenotto	37
7.2	Huomio- ja eristerakenteet	37
7.3	Jälkiseuranta	37
8.	Laadunvalvonta	37
9.	Raportointi	38
9.1	Työmaakirjanpito	38
9.2	Loppuraportti	38
10.	Aikataulu	39

PIIRUSTUKSET

101 Sijaintikartta

201 Tutkimuspisteiden sijainnit

301 Tutkimuspisteiden ja leikkausten sijainnit

Leikkaus A1-A1

Leikkaus A2-A2

Leikkaus B1-B1

Leikkaus B2-B2

Leikkaus C-C

Leikkaus C1-C1

Leikkaus D-D

Leikkaus E-E

Leikkaus E2-E2

Leikkaus E3-E3

Leikkaus E4-E4

LIITTEET

Liite 1 Maaperän haitta-ainepitoisuuksien koontitaulukot

Metallit

Öljyhiilivedyt

PAH

PCB

VOC

Liite 2 Pohjaveden koontitaulukko

Liite 3 Kaatopaikkakelpoisuustestit

Liite 4 Pohjaveden laimenemiskertoimien laskenta

Liite 5 Sisäilmakulkeutumisen laskenta

1. JOHDANTO

Tämä pilaantuneen maaperän kunnostuksen yleissuunnitelma koskee Tampereen kaupungissa Lielahden kaupunginosassa sijaitsevaa Hiedanrannan entistä teollisuusaluetta. Kohdealue on ollut teollisessa käytössä yli 100 vuoden ajan. Alueella on toiminut aiemmin mm. sellu-, kemihierre- ja ligniinitehtaat. Näiden lisäksi alueella on ollut myös mm. tankkausasema ja kemikaalien varastointialueita. Kohdealueen eteläosaan on läjitetty rikkikiisukuonaa, joka on peräisin alueella toimineen sellutehtaan rikkihapon valmistusprosessista. Rikkihapon raaka-aineena käytetty materiaali on Pyhäsalmen rikkikiisua (FeS_2). Kohdealueella on edelleen teollisen toiminnan aikaisia rakennuksia. Alueelle suunnitellaan uuden Hiedanrannan kaupunginosan rakentamista.

Kohdealueella tehtyjen maaperätutkimusten yhteydessä kiinteistön maaperässä on todettu paikoitellen kohonneita haitta-ainepitoisuuksia (raskasmetalleja, PAH-yhdisteitä ja öljyhiilivetyjä). Rikkikiisukuonan läjitysalueella on todettu laajemmin kohonneita metallipitoisuuksia. Kohdealue on jaettu tässä kunnostuksen yleissuunnitelmassa viiteen osa-alueeseen (1–5). Osa-alueella 1 tehtiin pilaantuneen maaperän kunnostustoimenpiteitä huhti–marraskuussa 2018 Ramboll Finland Oy:n toimesta. Osa-alueesta 1 on annettu päätös pilaantuneen maaperän puhdistamisesta 17.4.2018 (PIRELY/1328/2018).

Pilaantuneen maaperän puhdistamista tehdään tulevana vuosina vaiheittain alueen kaavoituksen ja rakennustoimenpiteiden edetessä. Tämän kunnostuksen yleissuunnitelman ja tehtävän ilmoituksen perusteella haetaan päätöstä pilaantuneen maaperän puhdistamisesta 10 vuodeksi (2029 asti) koko kohdealueelle.

Pilaantuneen maaperän kunnostuksen yleissuunnitelma on laadittu Tampereen kaupungin toimeksiannosta. Tilaajan yhteyshenkilönä on toiminut kiinteistökehityskoordinaattori Katariina Rauhala. Ramboll Finland Oy:ssä työstä ovat vastanneet projektipäällikkö Noora Lindroos, suunnittelija Maiju Nylund ja yksikön päällikkö Hannu Karppi.

2. SUUNNITTELUALUE

2.1 Kohdetiedot

Suunnittelualue sijaitsee Tampereen kaupungissa Lielahden kaupunginosassa Hiedanrannan entisellä teollisuusalueella. Suunnittelualue sijaitsee noin neljä kilometriä Tampereen keskusta-alueelta länteen. Suunnittelualue rajautuu etelässä Paasikiventiehen (kantatie 65), lännessä Sellukadun kiinteistöihin ja pohjoisessa Niemenrannan kaupunginosaan sekä entisen lietekaatoaikan alueeseen. Idässä kohdealue rajautuu Näsijärveen Lielahden lahteen.

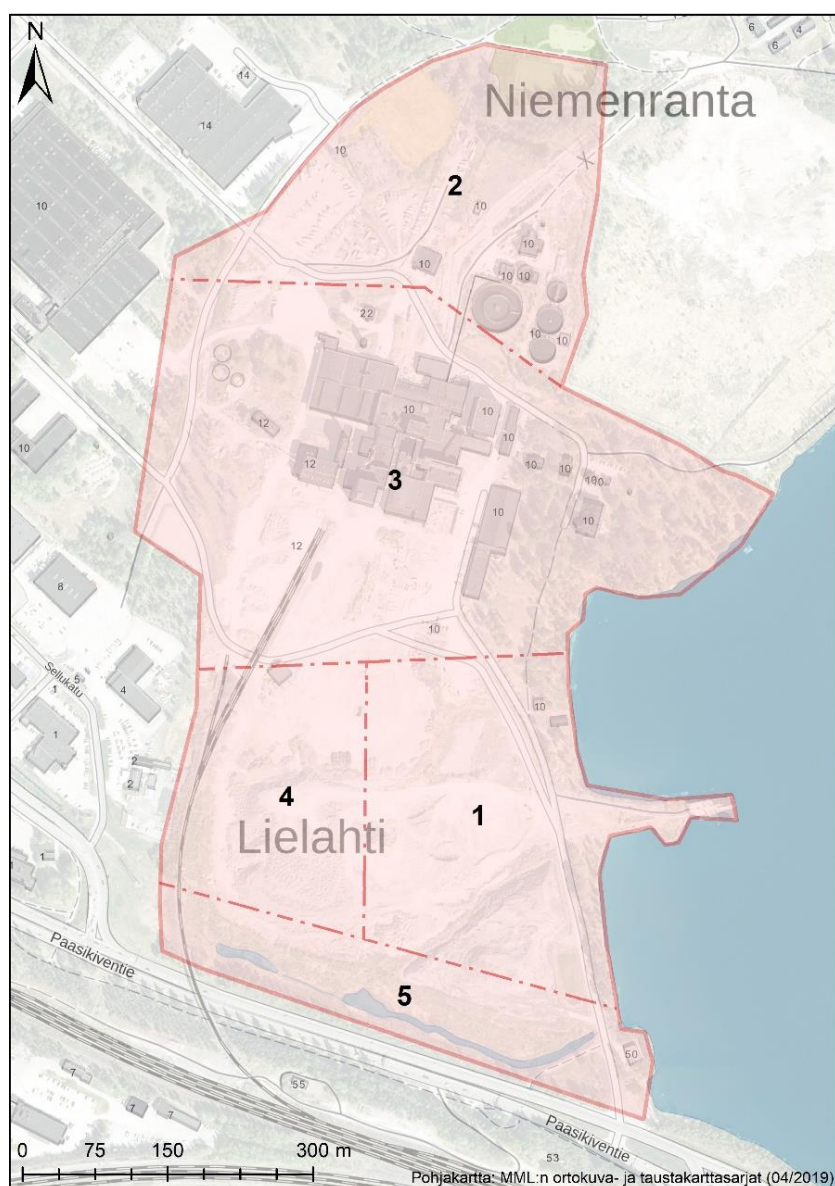
Suunnittelualue sijoittuu seuraavien kiinteistörekisterin mukaisten kiinteistöjen alueelle:

- 837–263–2500–29; omistaja Tampereen kaupunki
- 837–263–2500–28; omistaja Tampereen kaupunki, vuokrattu ulkopuolisille
- 837–263–2500–14; omistaja Tampereen kaupunki
- 837–263–9903–0; omistaja Tampereen kaupunki, vuokrattu osittain ulkopuolisille
- 837–608–1–270; omistaja Tampereen kaupunki

Kohdealueen likimääräiset ETRS-TM35FIN-koordinaattijärjestelmän mukaiset koordinaatit ovat: N 6824683 ja E 323609.

Kohteen sijainti on esitetty piirustuksessa 101 ja suunnittelualueen rajausta kuvassa 1. Suunnittelualueen kokonaispinta-ala on noin 45 ha. Suunnittelualue on jaettu tässä maaperän kunnostussuunnitelmassa viiteen osa-alueeseen, jotka on esitetty kuvassa 1:

1. Itäinen keskiosa ja Möljän niemi, pinta-ala noin 7,0 ha
2. Pohjoisosa (viheralueet, ent. liettämön alue), pinta-ala noin 8,3 ha
3. Teollisuusrakennusten alue, pinta-ala noin 20,0 ha
4. Läntinen keskiosa, pinta-ala noin 4,0 ha
5. Eteläosa (ojan pohjoisreuna), pinta-ala noin 5,5 ha



Kuva 1. Suunnittelualueen rajausta ja jako viiteen kunnostussuunnittelun osa-alueeseen.

2.2 Toimintahistoria

Hiedanranta on ollut 1900-luvun alusta alkaen puunjalostusteollisuuden aluetta (kuva 2). Ennen alueen teollistumista Hiedanrannan alue oli aikaisemmin maaseutua, jonka historiasta muistetaan varsinkin Lielahden rusthollina tunnettu suurtila. Vuonna 1913 kohdekiinteistön alueelle aloitettiin sellutehtaan rakentaminen. Sellutehtaan toiminta jatkui kohdealueella aina vuoteen 1986 asti. Vuonna 1986 sellutehtaan tilalla aloitti toimintansa kemihierretehdas. Kemihierretehdas toimi alueella vuoteen 2008 asti. Vuosina 1965–2008 alueella on toiminut myös ligniinitehdas. Viimeisimpiä alueella toimineita yrityksiä ovat M-Real Carton Plant, SCA Packaging Finland Oy ja Lignotech Finland Oy (kuva 3).



Kuva 2. Suunnittelualue vuonna 1969 (kuvaussuunta luoteeseen).

Varsinaisten tehdasarakennusten lisäksi suunnittelualueella on sijainnut myös mm. polttonesteiden tankkausasema, kemikaalien varastointialueita, kemikaalien purkupaikkoja, palolaitoksen harjoittelualue ja hakekenttä. Sellutehtaan jätevesien käsittelyä varten alueella on ollut myös jäteveden käsittelyaltaat ja -laitokset. Suunnittelualueen keskiosassa on sijainnut aikaisemmin myös rikkitorni, joka purettiin vuonna 2004. Rikkitornin lisäksi alueelta on poistettu myös muuntaja ja muuntajakenttä sekä useampia teollisuusrakennuksia. Purkutöiden yhteydessä on tehty pienimuotoisia pilaantuneen maaperän kunnostustoimenpiteitä.

Suunnittelualueen eteläosaan on läjitetty sellutehtaan toiminnan aikana rikkihapon tuotantoprosessissa syntynyttä rikkikiisukuonaa. Alueelle läjitetty rikkikiisukuona on väriltään mustaa/tumman violettiä ja erotettavissa värinsä perusteella alueen muista maakerroksista (kuva 4).



Kuva 3. Hiedanrannan tehdasalue vuonna 2008 (Microsoft Virtual Earth / maps.live.com).



Kuva 4. Alueelle läjitetty rikkikiisukuona on väriltään mustaa/tumman violettia.

Suunnittelualan läheisyydessä, alueen koillispuolella toimi Niemen saha vuosina 1889–1965. Sahan toiminta lakkautettiin vuonna 1965 ja sen rakennukset paloivat myöhemmin 1970-luvun lopulla. Tutkimusalue rajautuu koillisessa käytöstä poistettuun kemihierretehtaan kaatopaikkaan (maankaatopaikka ja lieteallas) (kuva 1). Kaatopaikka-alueelle on saatujen historiatietojen perusteella viety pääosin kuitulietettä sekä kuitu-, kuori- ja purkujätettä. Entinen lietekaatopaikka on rajattu Näsijärvessä vallilla. Pirkanmaan ELY-keskus on hyväksynyt kaatopaikan sulkemisen vuonna 2010. Kaatopaikka on osittain maisemoitu.

Suunnittelualan käyttöhistoriaan liittyen haastateltiin 25.8.2016 tehdasalueen entistä päälliköä Ossi Sippolaa (töissä alueella 1973–2005). Sippolalta saatujen historiatietojen perusteella suunnittelualan maaperän mahdollisesta pilaantuneisuudesta voidaan todeta seuraavaa:

- Rikkikiisukuonan läjitysalue rajautuu etelässä entisen Possijärven alueelta Näsijärven suuntaan kulkevaan ojalinjaan, alueen keskiosassa veturitallin rinteeseen asti, idässä Näsijärven rannan läheiseen tielinjaan ja lännessä (aaltopahvitehtaalte kulkevaan) junarataan. On epätodennäköistä, että rikkikiisukuonaa olisi läjitetty myös radan toiselle puolelle länteen.
- Rikkikiisukuonan läjitysalueen eteläosassa on sijainnut aiemmin useita metrejä syvä lampi/matalikko (Mustalampi), jota on täytetty rikkikiisukuonalla, sulfaattiselluloosan keiton tuhalla, läheisen hiekkakuopan hiekalla sekä sulfaattiselluloosan keiton jäännösakalla (liukenematon kalkkikivi). 1960-luvun alusta lammen täytöissä on käytetty myös lentotuhkaa. Lampea on täytetty siten, ettei avo-ojayhteys suunnittelualan eteläreunassa ole katkennut. Suunnittelualan eteläosan paksuimman täyttökerrokset koostuvat rikkikiisukuonasta.
- Näsijärven rantojen täytöissä (mm. tukkien nostolaiteniemi / Möljä) on käytetty mahdollisesti 1959–1960 rakennetun pääkattilan alta kaivettuja luonnonmaamassoja.
- Sulfaattisellun keiton tuhkaa muodostui noin 3 kuormaa/vrk, á 10...14 m³. Tätä kalkkipitoista tuhkaa on käytetty suunnittelualan täytöissä, viety peltolannoitteeksi sekä käytetty läheisen hiekkamontun (sijainti nykyisen Paasikiventien alla) täytössä. Hiekkamonttu on sijainnut todennäköisesti pohjavesialueella.
- Sellutehtaan rikkihapon raaka-aineeksi pasutettu materiaali oli Pyhäsalmen rikkikiisua (hiekkainen FeS₂), jota poltettiin ns. LURGI-uunissa. Rikkikiisun alkuainepitoisuudet olivat keskimäärin seuraavanlaiset: Fe 600 g/kg ka; S 10 g/kg ka; Pb 3 g/kg ka; Cu 2 g/kg ka; Zn 0,5 g/kg ka; Co 0,2 g/kg ka; Cd 0,05 g/kg ka; As 0,4 g/kg (päämineraalit: pyriitti, sinkkivälke, kuparikiisu, lyijyhohde).
- Sulfaattiselluloosatehtaan mustalipeäprosessi/rikkitorni oli kolmijalkainen torni, joista yksi on täytöllä, yksi käytössä ja yksi tyhjennyksessä. Kaasut on johdettu lyijyvaippaiseen pesuriin ja nesteenä keittoliuokseen. Tornin pohjalle jäänyt 3-5 m³ kalkkikiven liukenematonta sakka (siliikaatteja), mikä läjitettiin myös suunnittelualueelle.

2.3 Nykyiset rakenteet ja toiminnot

Suunnittelualueella on edelleen aiemman teollisen toiminnan aikaisia rakennuksia ja varastokenttä. Teollinen toiminta alueella on jo päättynyt. Suunnittelualan eteläosassa sijaitsee nykyään Tampereen kaupungin lumenvastaanottoaika. Tämän lisäksi alueen eteläosaan on viime vuosina tuotu puhtaita maa- ja kiviaineksia Hiedanrannan myöhempiin maanrakennustarkoituksiin.

Alueen länsiosaan, vanhojen teollisuusraidealueiden läheisyyteen on varastoitu purkubetonia, joka on peräisin osin raitiotieuran työmailta ja osin Hiedanrannan alueelta puretuista rakennuksista. Kuva 5 on kuvakaappaus vanhan tehdasrakennuksen katolla olevan nettikameran materiaalista huhtikuussa 2019. Kuvan oikeassa reunassa näkyy välivarastoidut betonimurskekat.



Kuva 5. Kuvakaappaus Hiedanrannan 360°-nettikamerasta 2.4.2019 (kuvaussuunta etelään) (Flycam Oy /Tampereen kaupunki, <https://skyviewlive.roundshot.com/hiedanranta/>).

Hiedanrannan entinen teollisuusalue avattiin osittain kaupunkilaisille vuonna 2016. Alueella on mahdollista järjestää muun muassa tapahtumia vuokraamalla alueen tiloja väliaikaiseen käyttöön. Väliaikainen Hiedanranta on osa kaupunginosan kehittämistä ja yksi Hiedanrannan kaupunginosan kehitysohjelman kolmesta osa-alueesta.

2.4 Kaavoitus

Kantakaupungin yleiskaava 2040 (osittain voimassa, ei lainvoimainen)

Suunnittelualueella on voimassa Tampereen kantakaupungin yleiskaava 2040, jonka kaupunginvaltuusto on hyväksynyt 15.5.2017. Yleiskaavan voimaantulosta päätettiin kaupunginhallituksessa 17.9.2018 ja se kuulutettiin osittain voimaan 20.9.2018. Kaava ei ole vielä lainvoimainen.

Kaavakartassa 1 (Yhdyskuntarakenne) suunnittelualueelle on osoitettu seuraavia toimintoja:

- keskustoimintojen alue: *alue varataan palveluille, työpaikkatoiminnoille ja asumiselle sekä virkistyksen, vapaa-ajan ja kaupunkikulttuurin toiminnoille*
- uudistuva keskusta (kaavamerkintä c-2): *aluetta kehitetään uudelleen rakennettavana keskustatoimintojen alueena*
- asumisen alue (suunnittelualueen pohjoisosassa)
- keskuspuistoverkosto (suunnittelualueen koillisosassa)
- kehitettävä innovaatioympäristö
- aluekeskus
- elinvoiman vyöhyke

- kasvun vyöhyke
- raitiotie
- joukkoliikenteen vaihtopysäkki

Kaavakartassa 2 (Viherympäristö ja vapaa-ajan palvelut) suunnittelualueelle on osoitettu seuraavia toimintoja:

- keskuspuistoverkosto (suunnittelualan koillisosassa)
- ohjeellinen keskitettyjen liikunta-, urheilu- ja vapaa-ajan palveluiden tarvealue (kaavamerkintä vu)
- ohjeellinen vihervestoston yhteystarvealue (osittain suunnittelualan etelä- ja itäosissa)
- ohjeellinen virkistysyhteys
- ohjeellinen uusi kaupunginosapuisto

Kaavakartassa 3 (Kulttuuriperintö) suunnittelualueelle on osoitettu seuraavia toimintoja:

- maisemallisesti ja kaupunkivallisesti huomioitava rakennettu kulttuuriympäristö tai kohde (kaavamerkintä M5) (suunnittelualan pohjoisosassa)
- seuraavat muut arkeologiset kulttuuriperintökohteet:
 - o S6: Nottbeckin hautausmaan tie
 - o S7: Hiedanrannan Möljä
- seuraava muinaismuistolaiilla rauhoitettu muinaismuistokohde/kiinteä muinaisjäännös:
 - o SM8: Lielahden rustholli (museoviraston ylläpitämän valtakunnallisen muinaisjäännösrekisterin mukainen kohdetunnus: 1000029469)

Kaavakartassa 4 (Kestävä vesitalous, ympäristöterveys ja yhdyskuntatekninen huolto) suunnittelualueelle on osoitettu seuraavia toimintoja:

- pohjavesialue (kaavamerkintä pv) (suunnittelualan eteläreuna)
- merkittävä oja tai vesireitti: *kohteet tulisi säilyttää avoimina* (suunnittelualan eteläreuna, Lielahden laskuoja)
- Näsijärven valuma-alue (*Lielahden tilaa tulee parantaa*)
- Huomioon otettava huleveden hallinta-alue: *alueella on varattava tilaa hulevesien tulvareitiksi ja viivytysalueeksi* (suunnittelualan eteläosa)
- puhdistettava/kunnostettava alue (kaavamerkintä saa): *alueen pilaantuneisuus tulee selvittää ja kunnostaa käyttötarkoituksen edellyttämällä tavalla*
- melu- ja ilmanlaatuselvitystarpeen harkinta-alue (suunnittelualan etelä- ja länsiosat)
- geolämmön keruuvyöhyke (kaavamerkintä E-ge)
- kaasulinja (kaavamerkintä k): *olemassa oleva maakaasun siirtoputki* (suunnittelualan länsi- ja eteläreunoilla)
- jätehuollon kehittämisa-alue (kaavamerkintä E-pu): *kotitalousjätteen keräämiseksi tutkittava putkikeräyksen mahdollisuutta*
- kemikaalilaitoksen konsultointivyöhyke (kaavamerkintä kv): *asemakaavoituksessa on pyydetty TUKESin ja pelastusviranomaisen lausunnot* (suunnittelualan eteläosassa Tampereen Sähkölaitos Oy:n Lielahden voimalaitoksen kv 0,5 km ja länsiosassa Tapola Oy:n lihanjalostustehtaan kv 0,5 km)

Ajantasa-asemakaava

Voimassa olevassa asemakaavassa suunnittelualue on osoitettu teollisuus- ja varastorakennusten korttelialueeksi (T-10) ja suunnittelualueen eteläosa virkistysalueeksi (V) (Enqvistinpuisto) (kuva 6).



Kuva 6. Ote voimassa olevasta asemakaavasta (Tampereen kaupungin karttapalvelu 3.4.2019).

Tampereen kaupungin kaavoitusohjelman mukaan Hiedanrannan ensimmäisen vaiheen asemakaava, joka koskee Hiedanrannan keskustan aloituskorttelia, valmistunee vuonna 2020.

2.5 Tulevat toiminnot

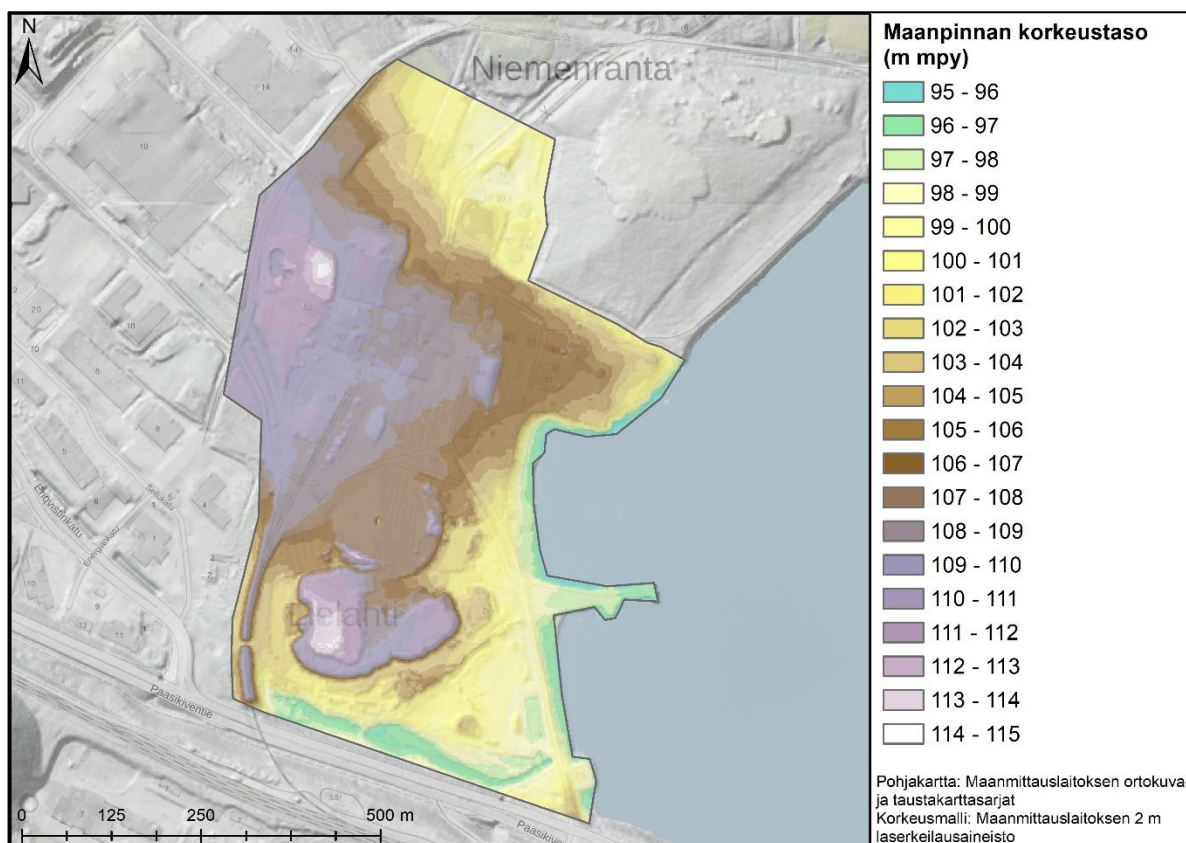
Hiedanrannan hankealueen maankäytön suunnittelu käynnistettiin vuonna 2016. Vuonna 2017 käynnistettiin alueen yleissuunnitelman laatiminen. Yleissuunnitelma valmistui ja hyväksyttiin vuonna 2018. Alueelle on suunnitteilla asemakaava, joka tarjoaisi uusia asuntoja 25 000 asukkaalle ja työpaikkoja 10 000 henkilölle. Alustavien suunnitelmien mukaan Tampereelle rakennettava raitiotie on suunniteltu kulkeväksi Hiedanrannan alueen läpi.



Kuva 7. Ote Hiedanrannan alustavasta yleissuunnitelmasta (Tampereen kaupunki 18.5.2018).

2.6 Maa- ja kallioperä

Suunnittelualueella on tehty lukuisia, eri rakennushankkeisiin liittyviä maaperätutkimuksia 1960-luvulta lähtien. Lähes koko alueella on ollut jo 1950-luvun maaperätutkimusten aikaan noin 1 m paksuinen täyttömaakerros. Rakennetuilla alueilla ylimpinä maakerroksina on yleensä noin 1–2 m soraa ja/tai hiekkaa. Maanpinnan korkeustaso nousee Näsijärven rannasta (keskivesi noin + 95,6 m mpy (N2000)) kohti vanhojen teollisuus rakennusten aluetta lännessä, jossa maanpinnan korkeus on korkeimmillaan noin tasolla +114 m mpy (N2000) (kuva 8). Suurin osa suunnittelualueella sijaitsevista rakennuksista sijaitsee alueella, jonka maanpinta on noin tasolla +106...+110 m mpy (N2000) (kuva 8). Maaperä rakenneluilla alueilla on tiivisrakenteista, kiviä ja lohkareita sisältävää siltti-hiekkamoreenia. Hienoainesmoreenin lisäksi suunnittelualueen maaperässä on vallitsevina maalajeina myös savi- ja silttikerrostumia.



Kuva 8. Maanpinnan korkeustaso (N2000) suunnittelualueella Maanmittauslaitoksen 2 m laserkeilausaineistoon perustuen. Laserkeilausaineisto suunnittelualueelta on vuodelta 2017. Suunnittelualueen eteläosaan on varastoitu maa-ainekasvoja, mikä vääristää kuvassa esitettyä maanpinnan korkeustasoa paikoitellen alueen eteläosassa.

Näsijärven ranta ja varastokenttänä toiminut täyttömaa-alue suunnittelualueen keskiosassa koostuvat pääasiassa sekalaisesta täyttömaa-aineksestä, joka sisältää kivien ja lohkareiden lisäksi myös hiekkaa, soraa, savea ja silttiä. Täyttömaakerrosten alapuolella pohjamaa on paikoin luonnollista, pehmeää savea ja silttiä sekä tiivistä pohjamoreenia.

Suunnittelualueen länsiosassa on noin 1–2 m paksuinen pääasiassa hiekkavaltaisesta aineksesta koostuva täyttömaakerros, jonka alapuolella on hiekkaista silttiä, ja silttikerrostien alapuolella karkeampia maalajeja, kuten soraista hiekkaa, soraa ja kiviä kallionpinnan tasolle asti.

Kallionpinnan korkeustaso on suunnittelualueella korkeimmillaan noin tasolla +96...+100 m mpy (N2000) vanhojen teollisuusrakennusten alueella, mistä kallionpinta laskee sekä kohti pohjoista että jyrkästi kohti etelässä olevaa Epilänharjua. Esimerkiksi pohjavesiputkien PVP17 ja PVP12 välisellä 350 m matkalla kallio laskee noin 38 m (PVP17: kallionpinta +98,80 m mpy (N2000) / PVP12: kallionpinta +60,19 m mpy (N2000)). Lähempänä Näsijärveä olevassa pohjavesiputkessa PVP1 kallionpinta todettiin asennuksen yhteydessä tasolla +71,48 m mpy (N2000).

Suunnittelualueen kallioperä kuuluu Tampereen liuskevyöhykkeeseen ja alueella tavattavien kivilajien synty liittyy noin 1900 miljoonaa vuotta sitten tapahtuneeseen svekofenniseen orogeniaan. Geologian tutkimuskeskuksen kallioperäaineistojen perusteella suunnittelualueen etelä- ja keski-osien kallioperä koostuu pääasiassa metamorfisiin kivilajeihin kuuluvasta kiilleliuskeesta. Suunnittelualueen pohjoisosassa kallioperä koostuu pääasiassa vulkaanisiin kiviin kuuluvasta happamasta porfyryristä sekä metamorfisiin kivilajeihin kuuluvasta biotiitti-paragneissistä.

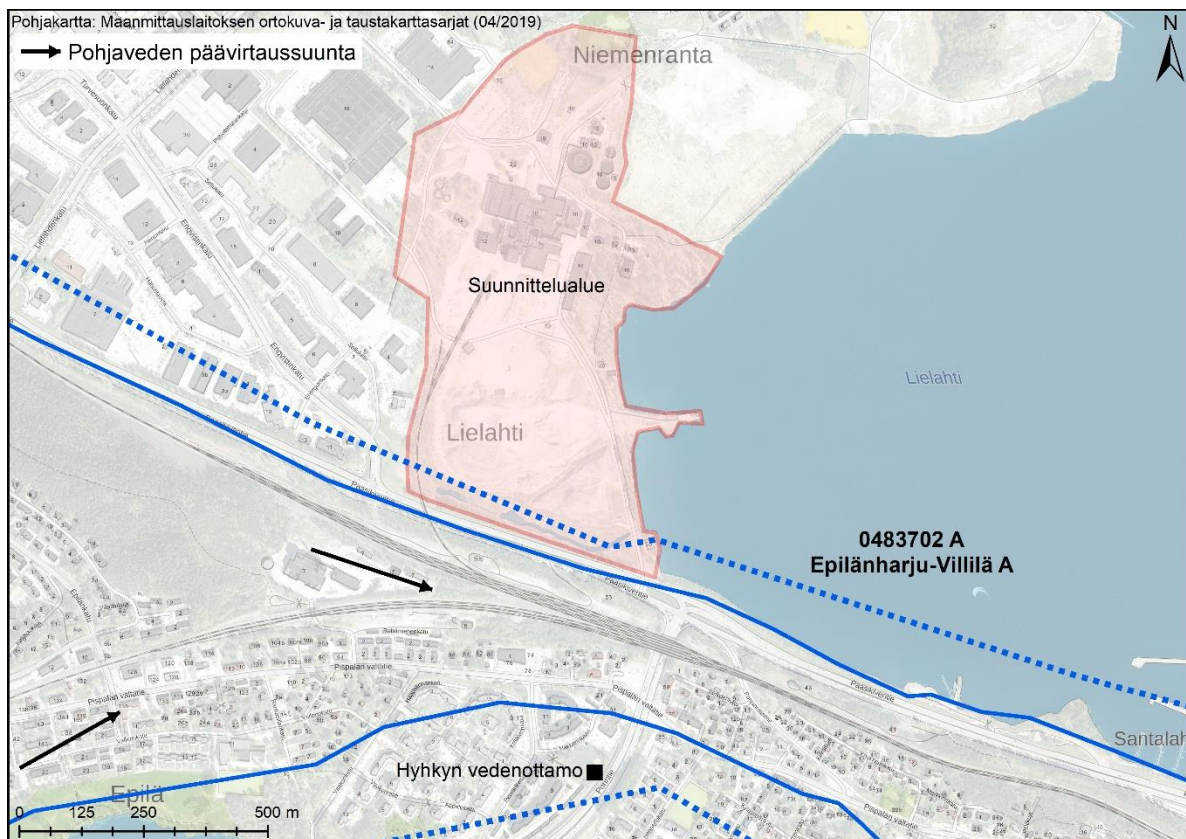
Alueen eteläosaan on tuotu viime vuosien aikana väliavarastokasalle suuria määriä maa- ja kiviaineksia käytettäväksi myöhemmin Hiedanrannan rakennustöissä. Suuri osa näistä massoista tuotiin Pirkanmaan sairaanhoitopiirin työmaalta TAYSilta. Vuonna 2017 alueelle tuotiin maa-aineksia ja louhetta yhteensä noin 20 000 m³ myös Ranta-Tampellasta. Ranta-Tampellasta tuodut maa-ainekset on tutkittu Sito Oy:n toimesta ja alueelle on tuotu vain haitta-ainepitoisuuksiltaan asetuksen 214/2007 mukaisen kynnsarvotason alittavia maa-aineksia. Syyskuussa 2017 kyseisestä maa-ainekasasta siirrettiin noin 50 000 m³ maata kemihierretehtaan vanhan kaatopaikan peitteeksi suunnittelualueen pohjoispuolelle.

2.7 Pinta- ja pohjavedet

Suunnittelualue kuuluu Kokemäenjoen päävesistöalueeseen (35) ja 3. jakoluokan valuma-aluejaoissa Näsijärven osavaluma-alueeseen (35.311). Lähin pintavesi, Näsijärven Lielahdi sijaitsee suunnittelualueen välittömässä läheisyydessä alueen itäpuolella. Lielahdessa vedenpinnan korkeus on keskimäärin noin +95,6 m mpy (N2000). Suunnittelualueen eteläosassa, Paasikiventien pohjoispuolella sijaitsee lammikko/kosteikko (entinen Mustalammi) (kuva 8), johon laskee hulevesiä koko Lielahden alueelta. Lammikosta/kosteikosta vedet laskeutuvat edelleen kohti itää ja Näsijärveä.

Osa suunnittelualueen eteläisimmästä reunasta sijaitsee Epilänharju-Villilä A -nimisellä vedenhankintaa varten tärkeällä pohjavesialueella (ID 0483702 A, luokka 1E) (kuva 9). Suunnittelualueen eteläosa ei sijaitse pohjaveden varsinaisella muodostumisalueella (kuva 9). Hyhkyn vedenottamo sijaitsee noin 500 m Hiedanrannan eteläosasta etelään (kuva 9).

Suunnittelualueella tehtyjen maaperätutkimusten perusteella pohjaveden pinnan korkeustaso vaihtelee selvästi alueittain. Alueen eteläosassa pohjaveden korkeus on noin tasolla +91,6...+92,6 m mpy (N2000) ollen noin 4 m Näsijärven vedenpinnan alapuolella. Pohjaveden pinnan korkeustaso nousee suunnittelualueen pohjoisosaa kohti mentäessä ja vanhojen teollisuusrakennusten alueella pohjavesi on noin tasolla +100 m mpy (N2000). Alueesta riippuen pohjaveden pinta on suunnittelualueella noin 4–10 m syvyydellä maanpinnasta.



Kuva 9. Epilänharju-Villilä A:n pohjavesialue (sininen katkoviiva) ja pohjaveden varsinainen muodostumisa-alue (sininen viiva).

2.8 Suojelualueet

Suunnittelualue ja sen lähialueet ovat vanhaa teollisuusaluetta, jolla sijaitsee hyvin vähän luonnontilaisia alueita. Alueen luonnontilaisuutta ja maisemaa ovat merkittävästi muokanneet myös Näsijärven rannan tuntumaan 1970-luvulla rakennettu Paasikiven-Kekkosentie ja tien eteläpuolella kulkeva junarata.

Suunnittelualueella tai sen välittömässä läheisyydessä ei sijaitse luonnonsuojelualueita tai muita suojeltavia alueita. Lähin luonnonsuojelualue sijaitsee suunnittelualueelta noin 1 km lounaaseen (Vaakkolammin ja Likokallion luonnonsuojelualue, YSA202118). Epilänharjulla ja Pispalanharjun eteläpuolella on Tampereen kaupungin luonnonsuojeluohjelmaan kuuluvia kohteita. Suunnittelualueen pohjoispuolella, Niemenrannan alueella sijaitsee arvokkaaksi määritelty kasvialue, joka ei kuulu Tampereen kaupungin luonnonsuojeluohjelmaan. Lähin Natura 2000 -alue, Myllypuron varressa sijaitseva lehto, sijaitsee suunnittelualueelta noin 5 km länteen.

Suunnittelualueella sijaitsee teollisuusrakennusten länsipuolella muinaismuistolailta rauhoitettu kiinteä muinaisjäännös Lielahden rustholli (museoviraston ylläpitämän valtakunnallisen muinaisjäännösrekisterin mukainen kohdetunnus: 1000029469) (kuva 10).



Kuva 10. Hiedanrannan alueen muinaisjäännökset ja kulttuuriperintökohdet

3. PILAANTUNEISUUSTUTKIMUKSET JA AIEMMAT PILAANTUNEEN MAAPERÄN KUNNOSTUKSET

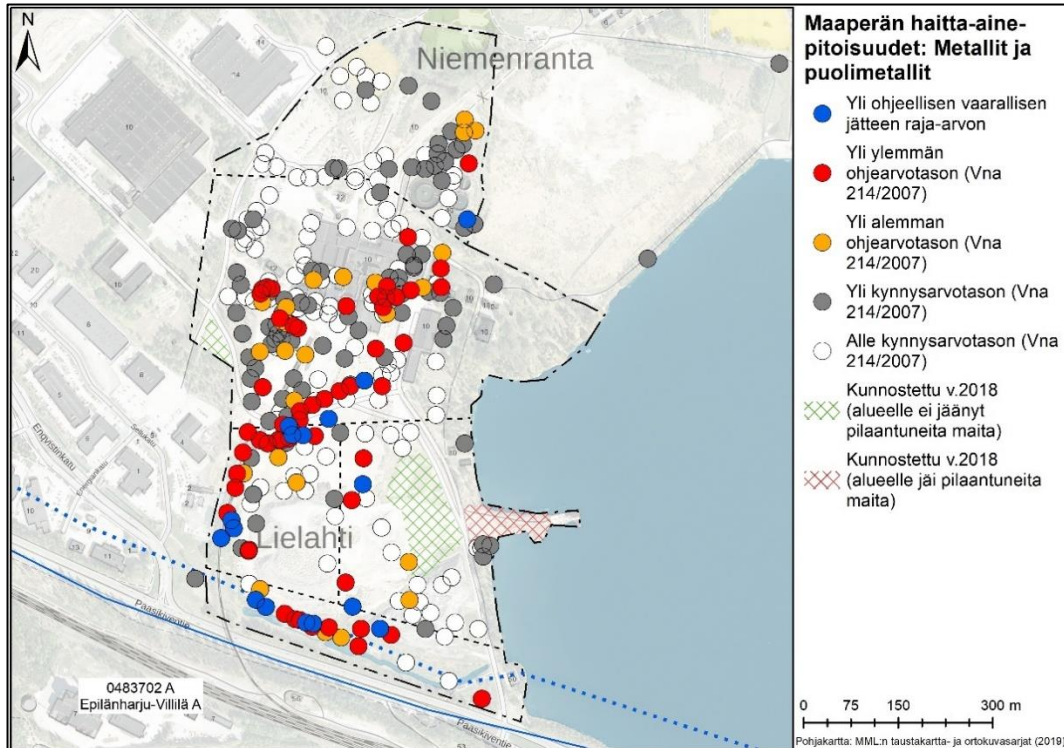
3.1 Maaperä

Suunnittelualueelle on tehty useita maaperän pilaantuneisuustutkimuksia teollisuustoiminnan päättymisen jälkeen M-Real Oyj:n ja Tampereen kaupungin toimesta. Alueella suoritettujen maaperätutkimusten tulokset on esitetty kootusti osa-alueen 1 kunnostussuunnitelman liitteenä olleessa tutkimusraportissa (Ramboll Finland Oy, Tampereen kaupunki, Hiedanranta, Maaperän, rikkikiisukuonan ja pohjaveden haitta-ainetutkimukset, Tutkimusraportti, 19.2.2018) sekä tämän kunnostussuunnitelman liitteessä 1. Tutkimuspisteiden sijainnit on esitetty piirustuksissa 201.

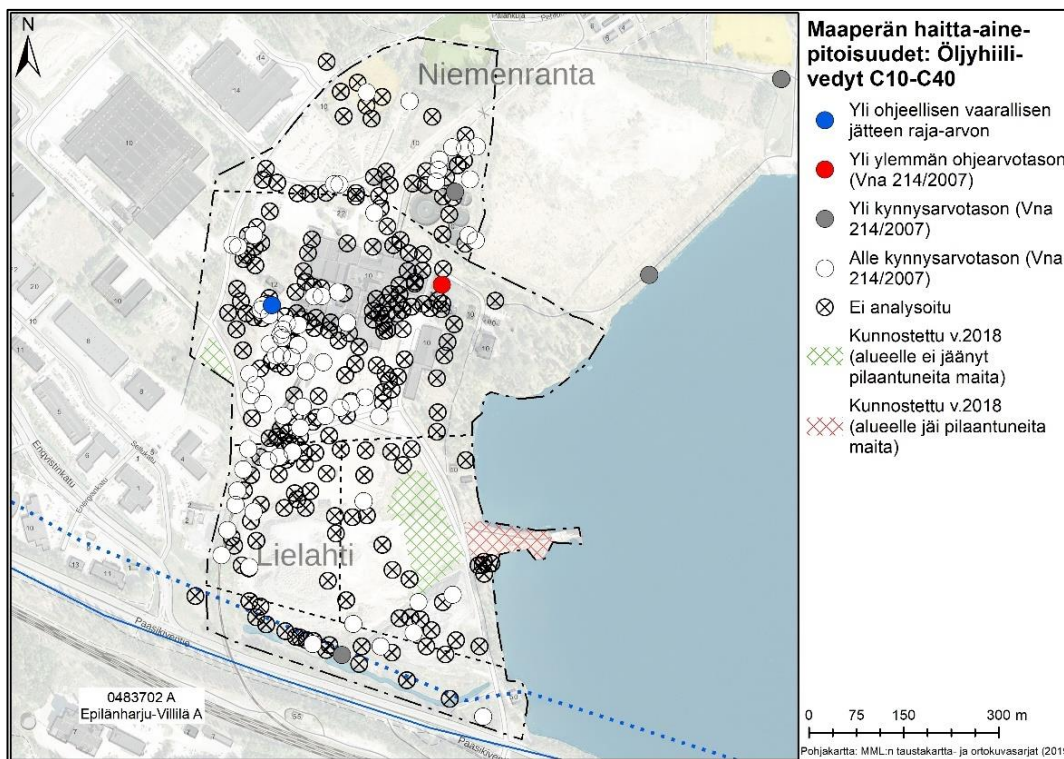
Keskeisimmät haitta-aineet, joita esiintyy suunnittelualueen maaperässä asetuksen 214/2007 mukaisten viitearvojen ylittävinä pitoisuuksina ovat metallit: antimoni, arseni, elohopea, kadmium, koboltti, kromi, kupari, lyijy, nikkeli, sinkki ja vanadiini. Metalleja esiintyy erityisesti suunnittelualueen eteläosan rikkikiisukuonatäytössä. Rikkikiisukuonassa antimonin, arsenin, elohopean, kadmiumin, koboltin, kromin, kuparin, nikkelin ja sinkin pitoisuudet ylittävät paikoin asetuksen 214/2007 mukaisen ylemmän ohjearvotason ja lyijyn pitoisuus alemman ohjearvotason. Rikkikiisukuonassa arsenin, kadmiumin, sinkin, kuparin ja nikkelin liukoiset pitoisuudet ylittävät paikoin vaarallisen ja/tai tavanomaisen jätteen kaatopaikalle annetut liukoisuusraja-arvot. Rikkikiisukuonan liukoisuustutkimusten tulokset on esitetty liitteessä 3 (Ramboll Finland Oy, Tampereen kaupunki, Hiedanrannan rikkikiisukuonan kaatopaikkakelpoisuus, Lausunto, 15.2.2018). Muussa alueella todetussa pilaantuneessa maa-aineksessa metallien liukoisuudet ovat olleet alhaisia (liite 3).

Metallien lisäksi suunnittelualueella esiintyy paikoin PAH-yhdisteitä etenkin entisen teollisuusrata-alueen pintamaakerroksissa valtioneuvoston asetuksen 214/2007 mukaisen alemman ohjearvotason ylittävinä pitoisuuksia. Paikoitellen suunnittelualueen täyttömaakerroksissa on ollut myös vanhaa tienpintaa, jossa on öljysoraa/asfalttimurskettä. Myös öljyhiilivetyjä esiintyy paikoitellen suunnittelualueen maaperässä (polttoainesäiliöt, pysäköintialueet, kemikaalien ja polttoöljyn purkupaiikat, muuntamokenttä).

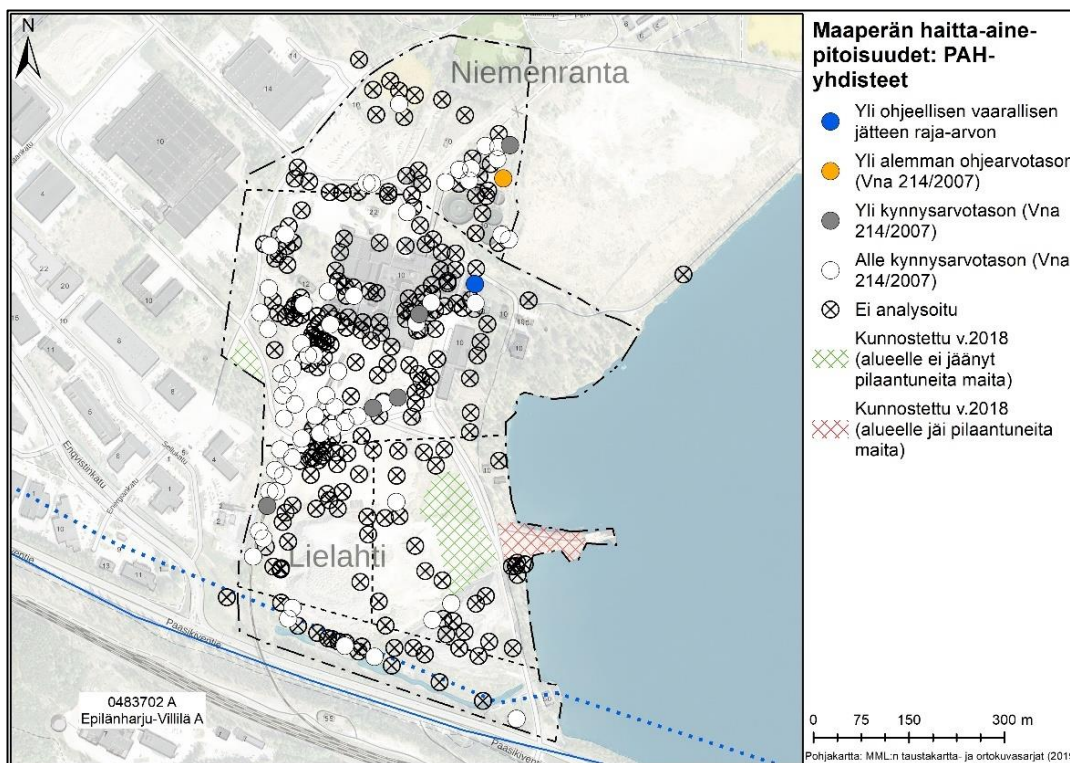
Maaperän täyttömaakerroksissa esiintyy maa-aineksen seassa paikoitellen sekalaisia jätejakeita: tiiltä, betonia, puuta (kuorta), lasia ja öljysoraa/asfalttia. Entisellä teollisuusrata-alueella on edelleen vanhoja kreosootilla kyllästettyjä ratapölkkyjä.



Kuva 11. Metallipitoisuudet suunnittelualueella. Punainen rasteri merkitsee v.2018 kunnostuksessa vedenpinnan tason alapuolelle jäänyttä rikkikiisukuonaa.



Kuva 12. Öljyhiilivetyt suunnittelualueella. Punainen rasteri merkitsee v.2018 kunnostuksessa vedenpinnan tason alapuolelle jäänyttä rikkikiisukuonaa.



Kuva 13. PAH-yhdisteiden pitoisuudet suunnittelualueella. Punainen rasteri merkitsee v.2018 kunnostuksessa vedenpinnan tason alapuolelle jäänyttä rikkikiisukuonaa.

3.2 Pohjavesi

Suunnittelualueelle on asennettu yhteensä 17 pohjavesiputkea (PVP1...PVP18, huom. putkea PVP9 ei ole asennettu), joista yksi on asennettu suunnittelualueen eteläpuolelle pohjaveden varsinaiselle muodostumisalueelle (PVP13). Pohjavesitutkimusten tulokset on esitetty kootusti osa-alueen 1 kunnostussuunnitelman tutkimusraportissa (Ramboll Finland Oy, Tampereen kaupunki, Hiedanranta, Maaperän, rikkikiisukuonan ja pohjaveden haitta-ainetutkimukset, Tutkimusraportti, 19.2.2018) sekä liitteen 2 taulukoissa. Pohjavesiputkien sijainnit on esitetty piirustuksessa 201.

Keskeisimmät haitta-aineet suunnittelualueen pohjavedessä ovat kromi, kromi(VI), arseeni, koboltti, kupari, nikkeli, vanadiini, sinkki ja öljyhiilivedyt, joiden pitoisuudet ylittävät paikoin pohjaveden ympäristölaatuunormit, talousveden laatuvaatimukset /-suositukset tai pohjaveden laadun vertailuarvot (*Ympäristöhallinnon ohjeita 6/2014*).

Näiden lisäksi alueen pohjavedessä on todettu paikoitellen kohonneita pitoisuuksia sulfaatin ja orgaanisen aineksen (DOC, COD) osalta sekä alhaisia happipitoisuuksia ja happamia pH-olosuhteita. Kaikista suunnittelualueella olevista pohjaveden havaintoputkista ei ole yhtä paljon näytteitä ja analyysejä, koska havaintoputkia on asennettu vaihteittain. Lisäksi putki PVP18 on tuhoutunut vuonna 2018 ja putki PVP17 on ollut kuiva joka mittauskerralla.

3.3 Pilaantuneen maaperän kunnostukset

Suunnittelualueella on tehty aiemmin pienimuotoisia kunnostuksia toimintojen siirtoihin tai päätymiseen liittyen. Suunnittelualueen osa-alueella 1 (Itäinen keskiosa ja Möljän niemi) suoritettiin pilaantuneen maaperän kunnostustoimenpiteitä huhti–marraskuussa 2018 Ramboll Finland Oy:n toimesta. Osa-alueen 1 pilaantuneen maaperän puhdistaminen tehtiin Pirkanmaan ELY-keskuksen 17.4.2018 antaman päätöksen PIRELY/1328/2018 mukaisesti. Kunnostus toteutettiin massanvaihdolla. Osa-alueelta 1 toimitettiin yhteensä 44 558,88 tonnia pilaantuneita maa-aineksia loppusijoitettavaksi Pirkanmaan Jätehuolto Oy:n Tampereen Tarastenjärven ja Nokian Koukkujärven jäteenkäsittelykeskuksiin.

Möljän niemen alueella maaperän kunnostus toteutettiin Näsijärven vedenpinnan tasolle asti. Muualla kaivu ulotettiin syvyysuunnassa kunnostuksen tavoitepitoisuudet täyttävän luonnonmaan pintaan asti. Kunnostuskaivantojen seinämiin jäi paikoitellen maa-aineksia, jotka eivät täyttäneet kunnostuksen tavoitetasoja. Osa-alueen 1 kunnostus ei tullut valmiiksi vuoden 2018 aikana. Kunnostamatta jääneet alueet osa-alueella 1 tutkitaan ja tarvittaessa kunnostetaan tulevien vuosien aikana. Osa-alueella 1 suoritettujen kunnostustoimenpiteiden on esitetty tarkemmin vuoden 2018 kunnostuksen väliraportissa (Ramboll Finland Oy, Tampereen kaupunki, Hiedanrannan pilaantuneen maaperän kunnostuksen väliraportti 04/2018–11/2018, Vaihe 1, Itäinen keskiosa ja Möljän niemi, Raportti, 4.2.2019).

4. MAAPERÄN JA POHJAVEDEN PILAANTUNEISUUDEN JA PUHDISTUSTARPEEN ARVIOINTI

4.1 Arvioinnin lähtökohdat, tavoitteet, menetelmät ja rajaukset

Tarkastelun tavoitteena on arvioida suunnittelualueen pohjaveden ja maaperän pilaantuneisuus ja kunnostustarve huomioiden, että alueen maankäyttö muuttuu teollisesta maankäytöstä rakennetuksi asuinalueeksi. Arvioinnissa keskitytään kulkeutumisen ja terveysriskien sekä ekologisten riskien arviointiin. Arvioinnissa huomioidaan haitta-aineiden ominaisuudet, kulkeutumisreitit sekä haitta-aineille mahdollisesti altistuvat kohderyhmät. Arvio tehdään Ympäristöhallinnon ohjeen 6/2014, *Pilaantuneen maa-alueen riskinarviointi ja kestävä riskinhallinta*, periaatteiden mukaisesti.

Kunnostussuunnittelun yleiset lähtökohdat ja rajaukset ovat:

- Hakija esittää, että osa-alueen 1 pilaantuneen maaperän puhdistamisesta annettu päätös (PIRELY/1328/2018; 17.4.2018) kumotaan ja nyt jätettävä ilmoitus pilaantuneen maaperän puhdistamisesta osa-alueilla 1-5 ja siitä annettava päätös korvaa aiemmin annetun päätöksen. Ilmoitukseen liitettävässä kunnostuksen yleissuunnitelmassa arvioidaan maaperän pilaantuneisuus ja kunnostustarve sekä pohjaveden pilaantuneisuus ja kunnostustarve koko alueen (osa-alueet 1-5) osalta.
- Kunnostuksen lähtökohtana on rikkikiisukuonan poistaminen maaperästä rakentamisen vuoksi. Rikkikiisukuona on visuaalisesti havaittavissa tumman/violetin värinsä puolesta ja XRF-mittarilla todennettavissa korkeiden kupari- ja sinkkipitoisuuksiensa vuoksi.
- Mikäli tutkimusten tai kunnostuksen aikana todetaan sellaista pilaantuneisuutta, joka ei ole suunnittelun aikana ollut tiedossa, neuvotellaan viranomaisten kanssa ja laaditaan tarvittaessa riskinarvio ja määritellään kunnostustavoite ko. haitta-aineelle.

- Olemassa olevien vanhojen tehdasrakennusten alapohjien maaperän tavoitepitoisuudet arvioidaan erikseen, kun rakennusten käyttötarkoitus on selvillä.
- Kunnostustavoitteita arvioitaessa huomioidaan tuleva maankäyttö (leikkipuisto, puisto, rakennus, katu, pysäköintialue, raitiotielinja, putkikaivanto).

4.2 Tarkasteltavat haitta-aineet

Tarkasteltavat haitta-aineet ovat metallit, joita esiintyy maaperässä koko suunnittelualueella rikkikiisukuonassa ja paikoin myös tavanomaisessa maa-aineksessa asetuksen 214/2007 mukaiset kynnysarvot tai ohjearvot ylittävinä pitoisuuksina (antimoni, arseeni, elohopea, kadmium, koboltti, kromi, kupari, lyijy, nikkeli, sinkki). Rikkikiisukuonassa arseenin, kadmiumin, kuparin, nikkelin ja sinkki liukoisuudet ovat osassa näytteistä paikoin kohonneita ravistelutestien perusteella (liite 3) ja ylittävät tavanomaisen jätteen tai vaarallisen jätteen kaatopaikan liukoisuusraja-arvot.

Orgaanisia haitta-aineita on todettu pienialaisesti paikoilla, joissa on sijainnut aikanaan pilaavaa toimintaa kuten öljysäiliöitä. Haitta-aineista alueella on lähinnä keskitisleitä ja raskaita öljyhiilivetyjä sekä PAH-yhdisteitä vanhan muuntamokentän alueella öljyisessä maa-aineksessa (NP115; ruutu J21) sekä tehdasrakennusten läheisyydessä maa-aineksessa, jossa on seassa öljysoraa/asfalttijätettä (KK445, ruutu Y19). Öljyhiilivetyjä on ollut kynnysarvon ylittäviä summapitoisuuksia myös pohjoisosan jätevesipuhdistamon altaiden läheisyydessä ja eteläosan hulevesilammen pintamaassa. PAH-yhdisteitä esiintyy myös teollisuusraiteiden pintamaassa johtuen todennäköisesti kreosoottikyllästetyistä ratapölkkyistä. Bensiinijakeiden, BTEX-yhdisteiden, kloorattujen alifaattisten hiilivetyjen, klooribentseenien ja oksygenaattien pitoisuudet ovat alittaneet määräysrajat tutkimuksissa näytteissä. PCB-yhdisteiden pitoisuudet ovat olleet hyvin alhaisia, yksittäinen kynnysarvotason pitoisuus on todettu entisen muuntamokentän alueella.

Pohjavesiputkien haitta-aineiden pitoisuuksia on verrattu vedenhankintaan soveltuvien pohjavesialueiden pohjaveden laadun vertailuarvoihin ja pohjaveden ympäristölaatuunormeihin (*Ympäristöhallinnon ohjeen 6/2014, s. 87 ja VNa 1040/2006 Valtioneuvoston asetus vesienhoidon järjestämisestä myöhempine muutoksineen*) niiden haitta-aineiden tunnistamiseksi, joiden pitoisuudet ovat koholla. Varsinaisesti vertailuarvot on tarkoitettu tärkeille tai muuten vedenhankintaan soveltuville pohjavesialueille ja ainoastaan osa-alueella 5 on luokiteltua pohjavesialuetta. Pohjavesiputkissa vertailuarvot ylittyvät paikoin arseenin, koboltin, kromin, kuparin, lyijyn, nikkelin, sinkin, vanadiinin, kloridin, sulfaatin, ammoniumtyypen, bentso(a)pyreenin, trikloorieteenin ja öljyhiilivetyjen osalta. Lisäksi talousveden laatuvaatimukseen tai suositukseen verrattuna kemiallisen hapenkulutuksen arvo (COD) on kohonnut paikoin pohjavedessä. Kromi esiintyy paikoin kuuden arvoisena (Cr_{VI}) ja samassa havaintoputkessa eri mittauskerroilla kokonaiskromin ja kuudenarvoisen kromin pitoisuuksissa on vaihtelua, mikä viittaa hapetus-pelkistysolosuhteissa tapahtuviin muutoksiin.

4.3 Käsitteellinen malli

Nykytilanteessa ja/tai maarakentamisen/kunnostuksen aikana keskeisimmät ympäristöön tai terveyteen kohdistuvat riskit suunnittelualueella ovat (kuvat 14, 15 ja 17):

1. Haitta-aineiden kulkeutuminen rikkikiisukuonatäytöstä tai muusta pilaantuneesta maasta pohjaveteen

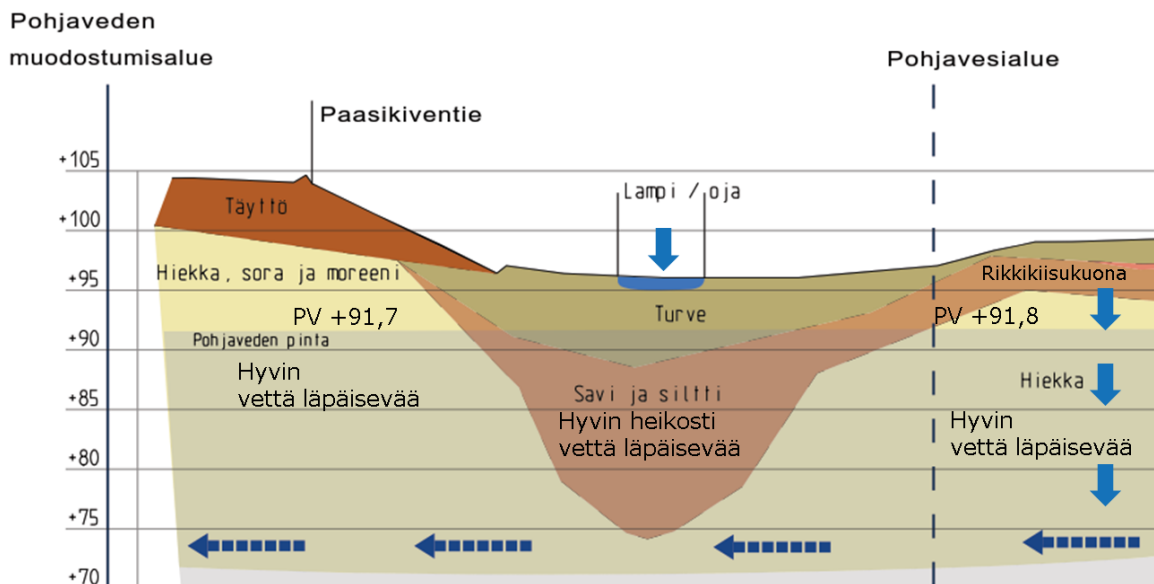
2. Haitta-aineiden kulkeutuminen pohjavedessä pohjavesialueelle ja vaikutukset pohjaveden laatuun
3. Haitta-aineiden kulkeutuminen rikkikiisukuonatäytöstä tai muusta pilaantuneesta maasta Näsijärveen, esimerkiksi hulevesiojaa pitkin kunnostuksen yhteydessä, ja ekologiset vaikutukset Näsijärvestä
4. Altistus haitta-aineille rakentamisen tai kunnostuksen aikana pintamaa-altistuksen tai pölyämisen kautta

Tulevassa maankäytössä keskeisimmät ympäristöön tai terveyteen kohdistuvat riskit suunnittelualueella ovat (kuva 16 ja 17):

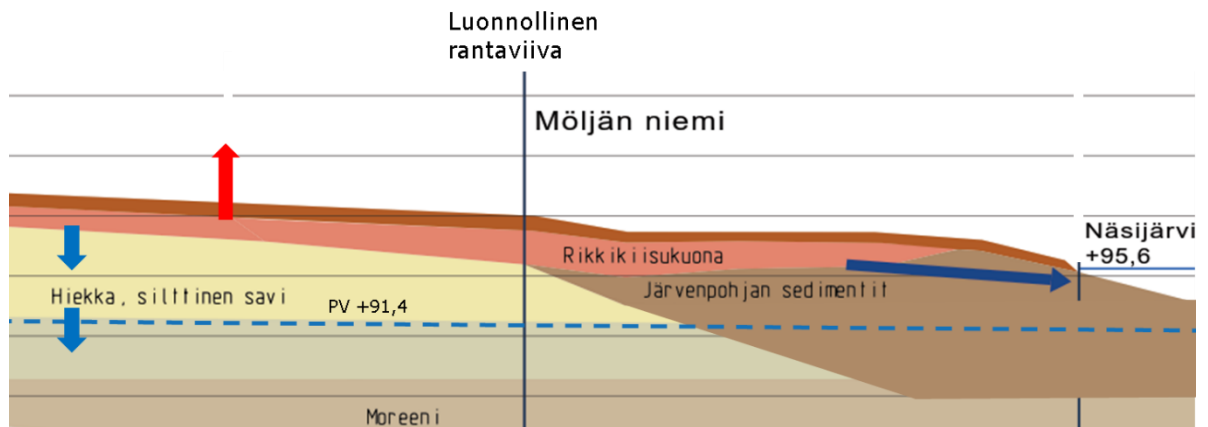
5. Haitta-aineiden kulkeutuminen maaperästä pohjaveteen
6. Haitta-aineiden kulkeutuminen pohjavedessä pohjavesialueelle ja vaikutukset pohjaveden laatuun
7. Haihtuminen maaperästä rakennusten sisäilmaan
8. Haihtuminen maaperästä ulkoilmaan

Muut vaikutukset:

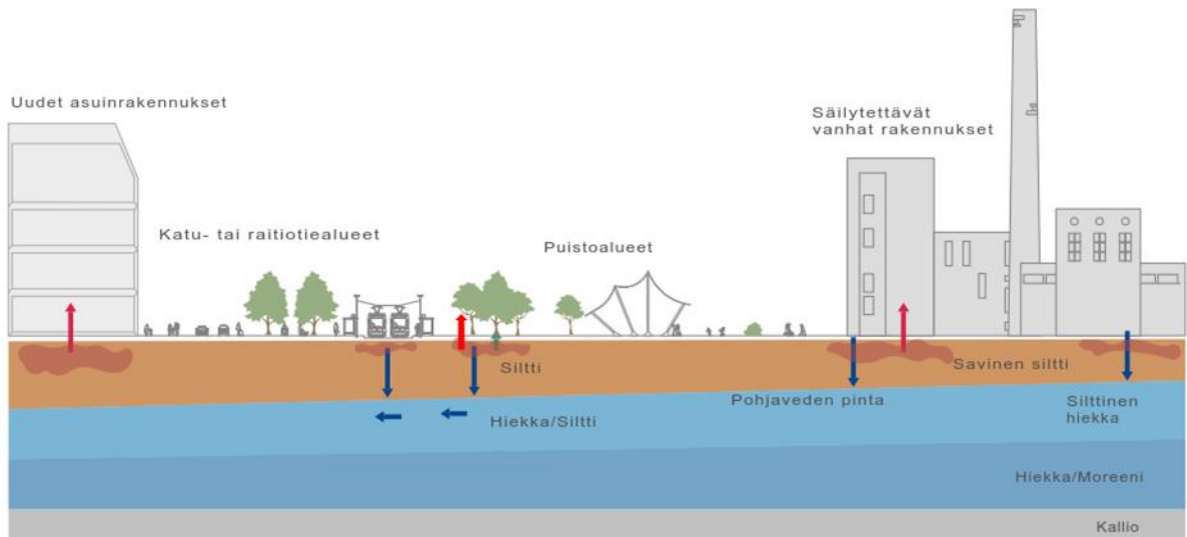
- Rikkikiisukuonan ja pohjaveden korroosio-ominaisuudet ja vaikutukset paalutukseen (betoni- ja teräsrakenteet)
- Mahdolliset korroosio-ominaisuudet huomioidaan rakentamisessa, eikä asia kuulu pilaantuneen maaperän ja pohjaveden puhdistamisesta annettavaan päätökseen. Pohjaveden kunnostustarpeen arvioinnissa huomioidaan, voiko pohjaveden muodostumisalueelle kulkeutua viitearvot ylittävinä pitoisuuksina korroosiota aiheuttavia sulfaattia.



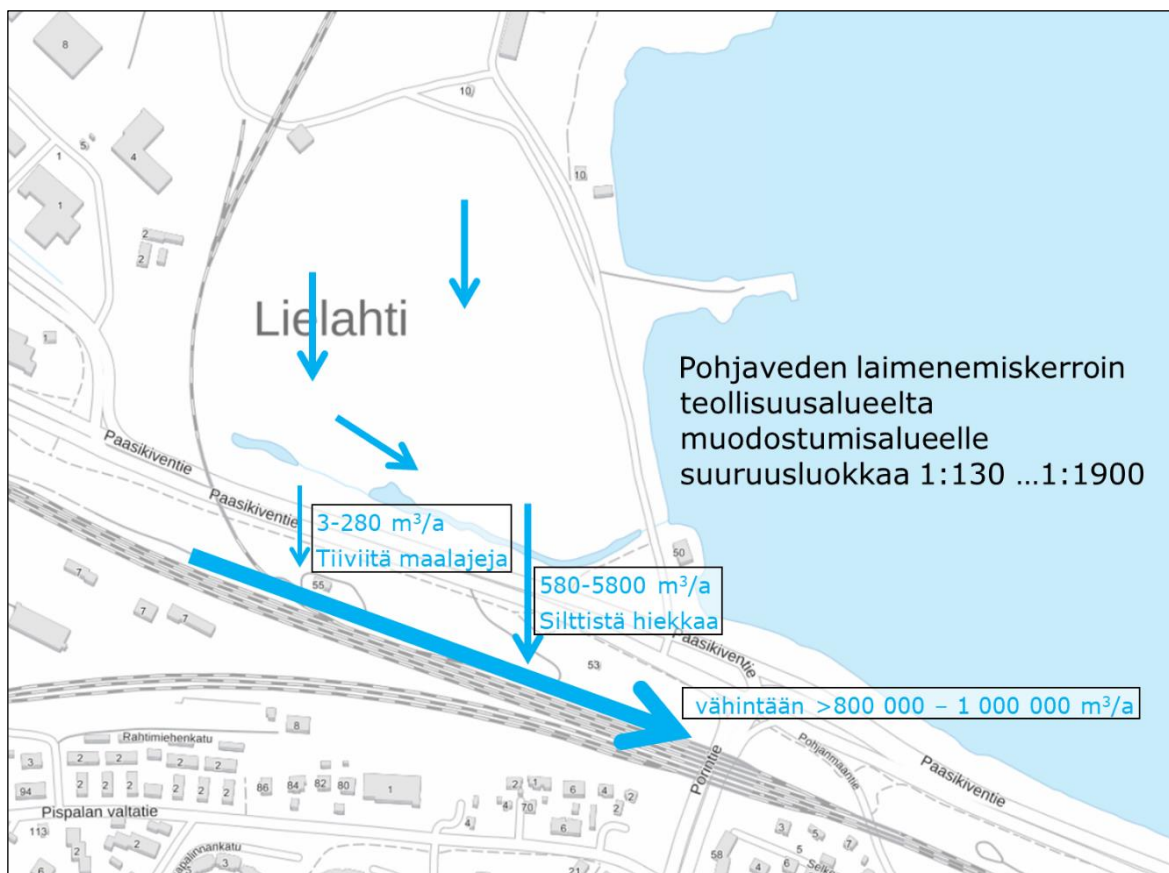
Kuva 14. Käsitteellinen malli nykytilan tai kunnostuksen aikaisista kulkeutumisriskeistä alueen eteläosassa mukailien leikkausta E2-E2 (reitit 1, 2, 3, 4).



Kuva 15. Käsitteellinen malli kulkeutumisriskistä Möljän niemessä ennen kunnostusta mukailien leikkausta C1-C1 (reitit 1, 2, 3, 4).



Kuva 16. Käsitteellinen malli kulkeutumis- ja altistusreiteistä tulevassa maankäytössä (reitit 5, 6, 7 8).



Kuva 17. Käsitteellinen malli pohjaveden kulkeutumisesta pohjaveden muodostumisalueelle (reitit 2 ja 6).

4.4 Haitta-aineiden kulkeutumisriskit

4.4.1 Kulkeutuminen maaperässä ja kulkeutuminen maaperästä pohjaveteen

Metallien kohonneet liukoisuudet rikkikiisukuonassa aiheuttavat pitkällä aikavälillä kulkeutumisriskin maaperässä, koska liukoisessa muodossa metallit kulkeutuvat maaperän vajovedessä ja voivat kulkeutua pohjaveteen asti. Rikkikiisukuonan kokonaispitoisuudet ylittävät myös SHPPv -viitearvot (suurin hyväksyttävä pitoisuus pohjaveden pilaantumisriskin kannalta), mikä viittaa potentiaaliin kulkeutumisriskiin (taulukko 1). Pohjavedessä on todettu paikoin kohonneita metallipitoisuuksia eli niiden osalta kulkeutumista pohjaveteen on ajan kuluessa tapahtunut. Lisäksi pohjavedessä on todettu kuuden arvoista kromia, joka on mahdollisesti peräisin kemikaaleista, joita tehdastoinnin aikana on käytetty (natriumdikromaatti).

Sen sijaan tavanomaisessa metallipilaantuneessa maa-aineksessa, joka ei ole rikkikiisukuonaa, todetut metallien liukoisuudet ovat alhaisia ja alittavat selvästi tavanomaisen jätteen kaatopaikan liukoisuusraja-arvot (*Tampereen kaupunki, Hiedanrannan pilaantuneen maaperän kunnostuksen väliraportti 4/2018-11/2018, vaihe 1, Itäinen keskiosa ja Möljän niemi, Ramboll 4.2.2019*). Näin ollen tavanomainen metallipilaantunut maa-aines Hiedanrannassa ei aiheuta pohjaveden pilaantumisriskiä metallien niukkaliukoisuuden vuoksi.

Maaperässä paikoin olevien betoni- tai tiilikappaleiden ei arvioida edesauttavan tai aiheuttavan haitta-aineiden kulkeutumiseriskiä pohjaveteen. Kappaleet ovat olleet maaperässä pitkään ja kulkeutuvat haitta-aineet ovat ehtineet jo ajan saatossa liueta.

Maaperässä orgaanisia haitta-aineita on todettu lähinnä öljyhiilivetyjä ja PAH-yhdisteitä, joista useimmat ovat niukkaliukoisia veteen ja sitoutuvat maaperän orgaaniseen ainekseen, mikä rajoittaa niiden kulkeutumista maaperästä pohjaveteen. Pohjavedessä on paikoin todettu hyvin pieniä pitoisuuksia öljyhiilivetyjä ja PAH-yhdisteitä, mikä osoittaa kulkeutumista tapahtuneen ajan kuluessa. Huomioiden maaperän pilaantumisen ikä ja ko. orgaanisten aineiden ominaisuudet, on todennäköistä, että merkittävää kulkeutumista maaperästä pohjaveteen ei enää tapahdu. Pohjaveteen helposti kulkeutuvia orgaanisia haitta-aineita kuten bensiinijakeita, BTEX-yhdisteitä, kloorattuja alifaattisia hiilivetyjä, klooribentseeniä ei ole todettu maaperässä.

Haitta-aineiden kulkeutumista maaperästä pohjaveteen on hidastanut merkittävästi se, että pohjavesi sijaitsee varsin syvällä maanpinnasta noin 4...15 m syvyydellä. Alueella, jossa on todettu rikkikiisukuonaa, pohjavesi on pääosin 5...10 metriä kuonakerroksen arvioidun alapinnantason alapuolella. Lisäksi alueen eteläosissa, jossa rikkikiisukuonaa esiintyy, maaperässä on tiiviitä silttisiä tai silttisiä hiekkakerroksia, joissa veden suotautuminen pohjavedeksi on hidasta.

Rakentamisen myötä Hiedanrannan hulevesille rakennetaan hallintajärjestelmä, joka koostuu putkisiirroista sekä avoimista hulevesijärjestelmistä (altaita), jotka viivyttävät ja puhdistavat hulevedet. Hulevesiä ei imeytetä maaperään, joten hulevesien ei arvioida lisäävän haitta-aineiden kulkeutumiseriskiä maaperästä pohjaveteen.

Taulukko 1. Rikkikiisukuonaa kokonaispitoisuuksien vertailu SHPpv-viitearvoihin.

Haitta-aine	Kokonaispitoisuuksien vaihtelu rikkikiisukuonassa	SHPpv
	mg/kg ka	mg/kg ka
Antimoni	<2,5... 70	4,3
Arseeni	12,6...870	10
Elohopea	<0,2... 30	5
Kadmium	0,62... 200	5
Koboltti	52,6...5 600	4,2
Kupari	259...8 630	10 000
Lyijy	<10... 470	100
Nikkeli	61...2 100	40
Sinkki	194... 48 000	3 000

4.4.2 Kulkeutuminen pohjavedessä pohjavesialueelle

Pitkän ajan kuluessa haitta-aineita voi teoriassa kulkeutua I luokan pohjaveden muodostumisalueelle (Epilänharju-Villilä A), sillä pohjaveden virtaussuunta on tehdasalueelta kohti pohjaveden muodostumisaluetta. Gradientti kohti muodostumisaluetta on suunnittelualueen eteläosissa pieni luokkaa 0,001...0,004. Esimerkiksi pohjaveden pinnankorot putkissa ovat olleet PVP3 +91,54...+92,15; PVP12 +92,1...+92,5 ja PVP2 +91,6...+92,3, kun taas vertailuputkessa muodostumisalueella on PVP13 +91,35...+92,0. Kulkeutumista pohjavedenmuodostumisalueelle hidastaa ja vähentää merkittävästi osa-alueen 5 eteläosassa täyttömaakerroksessa olevat paksut turve-, savi- ja silttikerrokset, joissa vedenläpäisevyys on alhaista ja pohjaveden virtaama jää vähäiseksi (kuva 11, kuva 14 ja leikkaukset).

Tehdasalueelta pohjaveden muodostumisalueelle virtaavaa vesimäärää on arvioitu Darcyn lain perusteella huomioiden pohjaveden gradientti, maa-aineksen vedenläpäisevyys ja poikkipinta-ala, jonka suhteen virtaama lasketaan. Laskenta on esitetty liitteessä 4. Tehdasalueen kaakkoiskulmassa on paremmin vettä läpäiseviä hiekkaisia ja silttisiä maakerroksia, ja lounaiskulmassa tiiviitä turve-, savi- ja silttikerroksia, joten virtaamat on laskettu näille alueille erikseen käyttäen kyseisille maalajeille soveltuvia vedenläpäisevyyden arvoja. Tehdasalueelta pohjaveden muodostumisalueelle purkautuvaksi vesimääräksi on saatu suuruusluokaksi 600-6100 m³/a. Pohjaveden muodostumisalueella on samoin arvioitu virtaaman suuruutta Darcyn lain perusteella ja päädytty virtaaman olevan vähintään suuruusluokkaa 803 000...1 090 000 m³/a (pienempi määrä edustaa Hyhkyn vedenoton vuosittaista määrää). Virtaamien perusteella on laskettu pohjaveden laimenemiskertoimet tehdasalueelta muodostumisalueelle ja päädytty suuruusluokkaan 1:130...1:1900.

Laimenemiskertoimen perusteella on laskettu pohjaveden pitoisuuslisä muodostumisalueella, jos tehdasalueen pohjaveden maksimipitoisuus kulkeutuu muodostumisalueelle. Tulokset on esitetty taulukossa 2. Laskennalliset pitoisuuslisät alittavat selvästi pohjaveden viitearvot. Arvio on konservatiivinen, sillä todellisuudessa pitoisuudet vähenevät kulkeutumisreitillä vaaka- ja pystysuuntaisen dispersion vuoksi ja aineet voivat pidäytyä tai hajota (orgaaniset yhdisteet) kulkeutumisreitillä. Lisäksi pohjaveden muodostumisalueella vertailuputkessa PVP13 ei ole todettu viitearvon ylityksiä, mikä vahvistaa tulkintaa, ettei muodostumisalueelle kulkeudu merkittäviä pitoisuuksia tehdasalueelta, eikä tehdasalueen pohjaveden pitoisuudet näin ollen vaaranna muodostumisalueen pohjavedenlaatua pitkälläkään aikavälillä.

Rikkikiisukuonan poistaminen tehdasalueen maaperästä parantaa pitkällä aikavälillä tehdasalueen pohjaveden laatua ja siten myös vähentämään edelleen muodostumisalueelle kohdistuvaa kulkeutumisriskiä. Tehdasalueen eteläosassa olevia tiiviitä luonnonmaa-aineskerroksia ei poisteta rakentamisen vuoksi (ainoastaan päällä oleva rikkikiisukuonatäyttö), joten pohjaveden laimenemiskertoimet tehdasalueelta muodostumisalueelle, eivät muutu tulevaisuudessa. Lisäksi tehdasalueen rakentamisen (rakennukset, kadut, hulevesien keräys) myötä, pohjavedeksi imeytyvän veden määrä vähentyy, joten pohjaveden kulkeutuminen muodostumisalueelle pikemminkin vähenee kuin kasvaa.

Taulukko 2. Tehdasalueen pohjaveden enimmäispitoisuudet ja laskennalliset pitoisuuslisät muodostumis-alueella käyttäen laimenemiskertoimia. Tuloksia on verrattu vertailuputkesta PVP13 määritettyihin pitoisuuksiin ja viitearvoihin.

haitta-aine	todettu max pitoisuus tehdasalueen pohjavedessä*	laskennallinen pitoisuuslisä muodostumis-alueella (1:130)	laskennallinen pitoisuuslisä muodostumis-alueella (1:1900)	PVP13 pitoisuus pv:n muodostumisalueella	pohjavettä pilaavat aineet ja niiden EQS / vertailuarvo **
sulfaatti	1 350 mg/l	10 mg/l	0,7 mg/l	29...35 mg/l	150 mg/l /-
kloridi	214 mg/l	1,6 mg/l	0,1 mg/l	33...41 mg/l	25 mg/l /-
ammonium-typpi	2,3 mg/l	0,02 mg/l	0,001 mg/l	-	0,2 mg/l / -
arseeni (liukoinen)	300 µg/l	2,3 µg/l	0,2 µg/l	<1,0...1,5 µg/l	5 µg/l / 10 µg/l
koboltti (liukoinen)	159 µg/l	1,2 µg/l	0,08 µg/l	<0,50...1,6 µg/l	2 µg/l / 5 µg/l
kromi (liukoinen)	790 µg/l	6,1 µg/l	0,4 µg/l	<0,2...<0,5 µg/l	10 µg/l / 50 µg/l
kromi (VI)	690 µg/l	5,3 µg/l	0,4 µg/l	<0,40...<5,0 µg/l	/-
kupari (liukoinen)	44 µg/l	0,34 µg/l	0,02 µg/l	<0,5...<6,0 µg/l	20 µg/l / 2000 µg/l
lyijy	6 µg/l	0,05 µg/l	0,003 µg/l	<0,1...<0,5 µg/l	5 µg/l / 10 µg/l
nikkeli (liukoinen)	43,8 µg/l	0,34 µg/l	0,02 µg/l	<1,0...3,6 µg/l	10 µg/l / 70 µg/l
sinkki (liukoinen)	2740 µg/l	21 µg/l	1,4 µg/l	2,1...6,5 µg/l	60 µg/l / 1500 µg/l
vanadiini (liukoinen)	400 µg/l	3,1 µg/l	0,2 µg/l	<0,2...<5,0 µg/l	- / 30 µg/l
bentso(a)pyreeni	0,0095 µg/l	<0,00007 µg/l	0,000005 µg/l	<0,001...<0,005 µg/l	0,005 µg/l /-
trikloorieteeni	7 µg/l	0,05 µg/l	0,004 µg/l	<0,1...0,2 µg/l	5 µg/l ***/ 20 µg/l
C10-C40	0,61 mg/l	0,005 mg/l	0,0003 mg/l	<0,05	0,05 mg/l / 0,09...0,12 µg/l

* pohjaveden maksimipitoisuus missä tahansa havaintoputkessa tehdasalueella poislukien vertailuputki PVP13, joka sijaitsee muodostumisalueella

** Pohjaveden ympäristölaatonormit: VNa 1040/2006 Valtioneuvoston asetus vesienhoidon järjestämisestä myöhempien muutoksineen ja Pohjaveden vertailuarvot: Ympäristöhallinnon ohjeen 6/2014, s. 87

*** EQS määritetty trikloorieteenin ja tetrakloorieteenin summapitoisuudelle

4.4.3 Kulkeutuminen pintavesistöön

Möljän niemi kunnostettiin osa-alueelle 1 annetun päätöksen mukaisesti vuonna 2018, jolloin niemestä poistettiin rikkikiisukuonatäyttöä ja muuta pilaantunutta maa-ainesta. Kunnostusta ei voitu ulottaa Näsijärven pinnan alapuolelle kaivuteknisistä syistä. Rikkikiisukuonaa jäi kaivannon pohjalle vesipinnan alapuolelle, mutta pitoisuuksista ei arvioida aiheutuvan merkittävää metallien kulkeutumiskäytännön riskiä Näsijärveen. Todennäköisesti vesipinnan alapuolella kuonasta on ehtinyt ajan kuluessa jo liueta liukoiset metallit. Lisäksi täyttön sisäisessä (järvi)vedessä on vähähappiset olosuhteet, jolloin metallien todennäköinen esiintymismuoto on niukkaliukoisena metallisulfidina eikä liukoisena metallisulfaattina.

Osa-alueilla 1,4 ja 5, joissa maaperässä esiintyy rikkikiisukuonatäyttöä, pohjaveden taso on +91,4...+92,6 eli 3...4 m syvemmällä kuin Näsijärven keskiveden pinta +95,6. Näin ollen pohjaveden haitta-aineet eivät purkautu rikkikiisukuonan esiintymisalueelta Näsijärveen, vaan gradientit suuntautuvat etelään kohti pohjaveden muodostumisaluetta. Muualla suunnittelualueella tavannomaisessa pilaantuneessa maa-aineksessa todetut metallit ja orgaaniset haitta-aineet eivät ole veteen liukoisessa muodossa eivätkä siten aiheuta kulkeutumiseriskiä Näsijärveen.

4.4.4 Haihtuminen sisäilmaan ja ulkoilmaan

Orgaanisista haitta-aineista alueella on todettu pienialaisesti lähinnä keskitiskeitä ja raskaita öljyhiilivetyjä sekä PAH-yhdisteitä vanhan muuntamokentän alueella öljyisessä maa-aineksessa sekä tehdasrakennusten läheisyydessä maa-aineksessa, jossa on seassa öljysoraa/asfalttijätettä. Haihtuminen ulkoilmaan ei ole merkittävä kulkeutumisreitti, koska todetut haitta-aineet ovat vain kohdallisesti haihtuvia ja ulkoilmassa pitoisuudet laimenevat merkityksettömän pieniksi. Naftaleenia, joka on haihtuvin PAH-yhdisteistä, on todettu vain pienialaisesti ja pieniä pitoisuuksia (yhdessä pisteessä alemman ohjearvotason ylitys).

Tulevaa asuinalueita varten on laskettu naftaleenin ja öljyhiilivetyjen tavoitepitoisuudet maaperässä sisäilma-altistuksen kannalta. Suomessa ei ole yhteisesti hyväksytyjä ja luotettavia laskentamenetelmiä haihtuvien haitta-aineiden kulkeutumisen arviointiin maaperästä uusien kerrostalojen sisäilmaan, joissa on tuulettuva alapohja. Sisäilmariskiin perustuva laskennallinen tarkastelu on tämän vuoksi toteutettu ympäristöhallinnon ohjeen (6/2014, *Pilaantuneen maa-alueen riskinarviointi ja kestävä riskinhallinta*) kaavoilla, jotka perustuvat pientaloille, joissa ei ole tuulettuvaa alapohjaa. Tämän vuoksi laskenta on konservatiivinen ja tuottaa siten todennäköisesti suuremmat riskit kuin käytännössä voi realisoitua. Laskenta on esitetty yksityiskohtaisesti perusteluineen liitteessä 5. Parametrien arvoina käytettiin ympäristöhallinnon ohjeen oletusarvoja sekä kohdekohtaisia tietoja.

Tarkastelussa haitta-aine kulkeutuu diffuusion avulla maaperän huokosilmassa. Ensin on laskettu haitta-ainekohtainen diffuusiokerroin, joka kuvaa haitta-aineen diffuusion voimakkuutta maaperässä. Seuraavaksi on laskettu diffuusiokertoimen avulla laimenemiskerroin huokosilmalle, joka kulkeutuu tarkastellun rakennuksen sisään rakennuksen alapohjan vuotoilman mukana. Laimenemiskertoimen suuruusluokaksi on saatu naftaleenille 1:1000 ja öljyhiilivedyille 1:600, mikä tarkoittaa, että huokosilman pitoisuus laimenee tässä suhteessa kulkeutuessaan alapohjan vuotoilman mukana rakennuksen sisäilmaan. Tämän jälkeen on laskettu maaperän pitoisuus, jossa rakennuksen sisäilman pitoisuus ei ylitä hengitysilman sallittua enimmäispitoisuutta (TCA-arvoa).

Hiedanrannassa esiintyy paikoin öljyhiilivetypitoisuuksia, jotka ylittävät laskennalliset tavoitepitoisuudet eli näillä paikoilla on kunnostustavoite, mikäli rakentamista suunnitellaan samalle paikalle. Tutkimuksissa todetut naftaleenin pitoisuudet ovat olleet alhaisempia kuin laskennallinen tavoitepitoisuus.

4.4.5 Pölyäminen ja suora altistus

Maanrakennustöiden tai kunnostustöiden aikana pilaantunutta maa-ainesta kaivettaessa voi tapahtua pölyämistä tai suoraa altistusta haitta-aineille. Pölyämistä voidaan tarvittaessa hallita kas-
telemalla kaivettavaa maa-ainesta hallitusti tai kaivutekniikoilla, joten pölyäminen ei ole merkittävä kulkeutumisen riski. Työntekijöiden suoraa altistusta voidaan hallita työturvallisuuden keinoin käyttämällä suojavaatetusta.

Tulevassa maankäytössä pölyäminen ei ole merkityksellinen kulkeutumisreitti, koska pintamaiden haitta-ainepitoisuudet alittavat asuinkäytön kannalta turvalliset pitoisuusrajat.

4.5 Terveysriskit

Tehtyjen tutkimuksien mukaan rikkikiisukuonaa tai pilaantunutta maa-ainesta ei esiinny suoraan pintamaassa (alueet päällystettyjä tai pilaantumattomia), joten pintamaa-altistusta ei voi tapahtua nykytilassa. Tulevassa maankäytössä huolehditaan, että pintamaa on pilaantumattomaa (puistoalueet, leikkipaikat) tai päällystetty (katurakenteet, pysäköintialueet, raitiotielinja, rakennukset).

Alueella tehdyissä tutkimuksissa ei ole todettu erittäin haihtuvia haitta-aineita, jotka voisivat kulkeutua ulkoilmaan tai tulevien rakennusten sisäilmaan. Naftaleenille ja keskitisille on määritetty kunnostustavoitepitoisuudet, joiden perusteella sisäilma-altistusta ei tapahdu tulevassa maankäytössä.

Alueen pohjavedellä ei ole talousvesikäyttöä, joten altistumista pohjaveden juomisen kautta ei voi tapahtua. Pohjavedellä ei ole terveysperusteista kunnostustarvetta.

Alueella ei kasvateta maaperässä ravintokasveja, joten haitta-aineiden kulkeutumista ravintoon ei tapahdu.

Kunnostustoimenpiteiden aikana kevyenliikenteen väylä on käytössä, joten alueella liikkuu työntekijöiden lisäksi ohikulkijoita. Kunnostustoimien yhteydessä kiinnitetään huomiota pölyämisen hallintaan.

4.6 Ekologiset riskit

Rikkikiisukuonassa useiden metallien kokonaispitoisuudet ylittävät SHPEko-viitearvot eli suurimmat hyväksyttävät pitoisuudet ekologisten riskien kannalta (taulukko 3). Alueella on pitkä teollinen historia 1910-luvulta vuoteen 2008. Maa-alueella ei ole erityistä luonnonsuojelullista arvoa. Alueella tavattavat eläinlajit ovat lähinnä kulttuuriympäristön lajeja (pikkunisäkkäitä, lintuja) ja maaperän eliöitä. Alue muutetaan asuinalueeksi, jossa pintamaakerros on asetetut kunnostustavoitteet täyttävää maa-ainesta 1 m paksuudelta. Mahdollisesti syvemmälle maaperään jäävät haitta-aineet eivät aiheuta ekologisia riskejä.

Ekologisten riskien kannalta haitta-aineiden kulkeutuminen Näsijärveen ja vesieliöstön altistuminen on ollut aiemmin mahdollista Möljän niemen rikkikiisukuonatäyttöjen vuoksi. Möljänniemi on kuitenkin kunnostettu vuonna 2018 osa-alueelle 1 annetun päätöksen mukaisesti. Möljän niemessä pääosa liukoisista metalleista on todennäköisesti kulkeutunut jo menneiden vuosikymmenten aikana vesistöön, eikä jäännöspitoisuuksista arvioida olevan haittaa.

Lahteen on teollisen toiminnan aikana johdettu vuosikymmeniä selluteollisuuden jätevesiä ja lietteitä. Lahden pohjassa on lisäksi arviolta 1,5 miljoonaa m³ nollakuitua, joten olemassa oleva vesieliöstö on joutunut sopeutumaan luonnontilasta poikkeaviin olosuhteisiin.

Pohjaveden haitta-aineet eivät purkaudu rikkikiisukuonan esiintymisalueelta Näsijärveen, joten pohjavedessä todetut haitta-aineet eivät aiheuta ekologista riskiä Näsijärven eliöstölle.

Taulukko 3. Rikkikiisukuonan kokonaispitoisuuksien vertailu SHPeko-viitearvoihin.

Haitta-aine	Kokonaispitoisuuksien vaihtelu rikkikiisukuonassa	SHPeko
	mg/kg ka	mg/kg ka
Antimoni	<2,5... 70	26
Arseeni	12,6...870	56
Elohopea	<0,2... 30	36
Kadmium	0,62... 200	12
Koboltti	52,6...5 600	170
Kupari	259...8 630	125
Lyijy	<10... 470	490
Nikkeli	61...2 100	65
Sinkki	194... 48 000	210

4.7 Riskinarvion epävarmuustarkastelu ja epävarmuuksien hallinta

Suunnittelualueella on alueita, joille ei ole vielä voitu tehdä pilaantuneisuustutkimuksia. Esimerkiksi Hiedanraitin kevyenliikenteenväylän ja läjitettyjen kaivumaiden alueelle ei ole voitu tehdä koe-kuoppia, joten kyseisten alueiden osalta maaperän pilaantuneisuudesta ei ole tietoa. Tämä aiheuttaa epävarmuutta erityisesti massamäärien arviointiin. Tutkimuksia on kuitenkin tehty sen verran, että pilaantuneisuuden laajuudesta on saatu yleiskuva. Tulevina vuosina ja kunnostuksen aikana tutkimuksia täydennetään alueilla, joilla ei ole tutkimuspisteitä.

Suunnittelualueen merkittävin pilaantuneisuutta lähde on maaperään läjitetty rikkikiisukuona ja sen sisältämät metallit. Rikkikiisukuonan laatua on tutkittu paljon pilaantuneisuuden arviota ja kunnostusta ajatellen, sillä kuonaa on tutkittu koekuoppatutkimusten lisäksi myös vuoden 2018 kunnostuksen aikana. Kuonanäytteistä on tehty lukuisia metallien kokonaispitoisuusmäärittämiä laboratorioissa, metallien XRF-kenttämittauksia ja liukoisuustestejä. Kenttä-XRF-analysointilla on määritetty arseenin, kromin, kuparin, lyijyn, nikkelin ja sinkin kokonaispitoisuuksia lukuisista näytteistä ja on todettu, että laitteella voidaan varmasti havaita kuparin ja sinkin kohonneet pitoisuudet. Kenttä-XRF:llä mitatut kuparin ja sinkin pitoisuudet ovat yleisesti ottaen jonkin verran pienempiä kuin laboratorioanalyysien tulokset. Lisäksi rikkikiisukuonan tumma/violetti väri tekee ai-neksen havainnoinnin selkeäksi.

Suunnittelualueella on aistinvaraisten arvioiden perusteella varsin vähän todettu orgaanisia haitta-aineita. Laboratorioanalyysiin on lähetetty useita näytteitä varmistukseksi, ja niissä on todettu PAH-yhdisteiden ja öljyhiilivetyjen pitoisuuksien olevan hyvin alhaisia alittaen VNa 214/2007 kyn-nysarvot. Koska suunnittelu on laaja, alueella on paljon täyttömaata ja teollinen toimintahistoria on pitkä, on mahdollista, että kohteessa esiintyy tutkimuksissa tähän mennessä havaitsematta jääneitä pilaantumia, mikä aiheuttaa epävarmuutta riskinarvioon. Mikäli kunnostuksen aikana ha-vaitaan sellaista pilaantuneisuutta, joka ei ole kunnostussuunnitteluvaiheessa tiedossa, neuvotel-laan viranomaisten kanssa kunnostustavoitteista.

Sisäilmariskin laskennallisen kulkeutumistarkastelun ongelma on, ettei Suomessa ole yhteisesti hyväksytyjä ja luotettavia laskentamenetelmiä huokosilmasta haihtuvien haitta-aineiden sisäilma-kulkeutumisen arviointiin uusille kerrostaloille. Sisäilmariskiin perustuva laskennallinen tarkastelu on toteutettu ympäristöhallinnon ohjeen 6/2014 kaavoilla, jotka perustuvat pientaloille, joissa ei ole tuulettuvaa alapohjaa. Tämän vuoksi laskenta on erittäin konservatiivinen ja todennäköisesti yliarvioi riskejä.

5. SUUNNITTELUALUEEN MAAPERÄN JA POHJAVEDEN KUNNOSTUSTARVE JA -TAVOITTEET

5.1 Kunnostustarve

Kohteessa on pilaantuneen maaperän kunnostustarve esitetyn riskitarkastelun perusteella. Rikkikiisukuonasta liukoiset metallit voivat kulkeutua pitkällä aikavälillä pohjaveteen. Pääsyy kuonan poistamiseen on kuitenkin tulevan rakentamisen vuoksi tehtävä kaivu ja kuonan soveltumattomuus hyötykäyttöön alueella. Lisäksi öljyhiilivetyjen pitoisuudet ovat olleet pienellä pinta-alalla paikoin merkittävästi kohonneita ja riskinarvion perusteella näillä alueilla on kunnostustarve, jotta tulevassa maankäytössä ei aiheudu kulkeutumisriskiä sisäilmaan. Kunnostuksen aikana terveysriskit ehkäistään pölyämisen hallinnalla. Pilaantuneisuudesta ei arvioida aiheutuvan merkittäviä ekologisia riskejä.

Kohteen pohjavedellä ei ole kunnostustarvetta. Tehdasalueen pohjavettä ei hyödynnetä talousvetenä eikä sitä aiheudu terveysriskiä (ei haihtuvia haitta-aineita) tai ekologista riskiä. Tehdasalueen pohjaveden kulkeutuminen pohjaveden muodostumisalueelle on niin hidasta ja laimeneminen suurta muodostumisalueen pohjaveden virtaamaan, ettei suunnittelualueen pohjaveden kulkeutuminen aiheuta riskiä muodostumisalueen vedenlaadulle. Rikkikiisukuonan poistaminen tehdasalueen maaperästä parantaa pitkällä aikavälillä tehdasalueen pohjaveden laatua ja siten myös vähentämään edelleen muodostumisalueelle kohdistuvaa kulkeutumisriskiä.

5.2 Kunnostustavoitteet

Alueen tuleva maankäyttö asuinalueena ja muut olosuhteet huomioiden kunnostustavoitteeksi esitetään seuraavaa:

- Kunnostuksen lähtökohtana on rikkikiisukuonan poistaminen maaperästä rakentamisen vuoksi. Rikkikiisukuona on visuaalisesti havaittavissa tumman/violetin värinsä puolesta ja kenttä-XRF-mittarilla todennettavissa korkeiden kupari- ja sinkkipitoisuuksiensa vuoksi. Möljän niemen alueella kunnostuskaivua ei ulotettu Näsijärven kunnostuksen aikaisen vedenpinnan alapuolelle. Mikäli suunnittelualueen maaperästä ei ole mahdollista poistaa kaikkea rikkikiisukuonaa esim. kaivuteknisistä syistä, laaditaan maaperään jääneelle rikkikiisukuonalle erillinen riskinarvio.
- Alueella olevien teollisuusraiteiden poiston yhteydessä kreosoottikyllästetyt ratapölkkyt poistetaan ja toimitetaan luvanvaraiseen vastaanottoaikaan.
- Maa-aineksen seassa olevat tiili- ja betonijätteet jätetään maaperään, mikäli niiden määrä alittaa 20 paino-%.
- Haitta-ainekohtaiset kunnostustavoitepitoisuudet pintamaalle ja pohjamaalle eri maankäytöllisillä alueilla on esitetty taulukossa 4.

Koska suunnittelualueen asemakaavoitus ja muut tarkemmat rakentamissuunnitelmat eivät ole vielä tiedossa, varmistetaan kunnostustavoitteiden saavuttaminen viimeistään rakentamisen yhteydessä. Asetuksen 214/2007 mukaisen kynnsarvotason ylittäviä ja rakennusteknisesti suunnittelualueella hyötykäyttöön soveltuvia maa-aineksia, joiden haitta-ainepitoisuudet alittavat alemman ohjearvotason, voidaan hyödyntää suunnittelualueella kaivantojen täytöissä. Kohteessa hyödynnettävien massojen sijainti dokumentoidaan ja esitetään kunnostuksen loppuraportissa. Massoja ei hyödynnetä herkillä, pinnoittamattomilla maankäytön alueilla (esim. lasten leikkipaikat). Mikäli em. massoja ei hyödynnetä kohteessa, toimitetaan ne asianmukaisen luvan omaavaan vastaanottoipaikkaan jatkokäsittelyä varten.

Taulukko 4. Kunnostustavoitepitoisuudet pinta- ja pohjamaalle.

	pintamaa, 0-1 m syvyydellä	pohjamaa > 1 m syvyydellä
Koko alue	tavoitteena poistaa kaikki rikkikiisukuona, mikäli kaivuteknisesti mahdollista	tavoitteena poistaa kaikki rikkikiisukuona, mikäli kaivuteknisesti mahdollista
Päällystämättömät puistot ja pihat	< AOA kaikki haitta-aineet	metallit ei kunnostustavoitepitoisuuksia < AOA orgaaniset haitta-aineet
Päällystämättömät leikkipaikat	< KA kaikki haitta-aineet	metallit ei kunnostustavoitepitoisuuksia < AOA orgaaniset haitta-aineet
Kadut, pysäköintialueet, raitiotielinjat ja muut päällystetyt/kivetyt alueet	metallit ei kunnostustavoitepitoisuuksia < AOA orgaaniset haitta-aineet	metallit ei kunnostustavoitepitoisuuksia < YOA orgaaniset haitta-aineet
Putkikaivannot	< KA kaikki haitta-aineet putkien ympärystäytöissä	
Rakennuksien alapuolinen maaperä	< KA <u>haihtuvat haitta-aineet</u> alle 1m etäisyydellä alapohjasta ja seinälinjoista metallit ei kunnostustavoitepitoisuuksia < AOA muut orgaaniset haitta-aineet	< AOA <u>haihtuvat haitta-aineet</u> < YOA muut orgaaniset haitta-aineet metallit ei kunnostustavoitepitoisuuksia

* haihtuvat haitta-aineet: VOC-yhdisteet, naftaleeni, öljyhiilivetyjen keskitisleet C10-C16

KA = VNa 214/2007 kynnsarvo

AOA = VNa 214/2007 alempi ohjearvo

YOA = VNa 214/2007 ylempi ohjearvo

5.3 Poistettavan pilaantuneen maa-aineksen määrä

Arvio kohteesta poistettavan pilaantuneeksi luokiteltavan maa-aineksen määrästä on tehty ainoastaan rikkikiisukuonalle ja esitetty taulukossa 5.

Taulukko 5. Arvio kuonan kokonaismäärästä koko tutkimusalueella.

Kerrospaksuus	Kuonan kerrospaksuus, keskimäärin	Alueen pinta-ala	Tilavuus	Massa (tiheys n. 2 t/m ³)
	m	m ²	m ³	t
0-0,5 m	0,25	35 000	8 700	17 000
0,5-1,5 m	1,0	37 000	37 000	74 000
yli 1,5 m	3,0	11 000	35 000	69 000
yht. pyöristetty		83 000	80 000	160 000

Huom. Massalaskennassa ei ole huomioitu kaivun yhteydessä muodostuvia maa-aineksen ja kuonan sekamassoja.

Arvio kohteesta poistettavan pilaantuneen maa-aineksen määrästä perustuu alueelle tehtyihin maaperätutkimuksiin ja niistä saatujen tulosten perusteella tehtyihin päätelmiin. Pilaantuneen maa-aineksen määräärvio tarkentuu, kun suunnittelualueella tehdään lisätutkimuksia ennen kunnostustöiden aloittamista sekä kunnostustöiden aikana.

6. KUNNOSTUKSEN TOTEUTUS

6.1 Kunnostuksen periaate

Kunnostusmenetelmänä on massanvaihto, jossa kunnostustavoitteet ylittävä maa-aines kaivetaan pois ja toimitetaan asianmukaisen ympäristöluvan omaavaan vastaanottopaikkaan jatkokäsittelyä varten. Massanvaihto soveltuu kohteen kunnostusmenetelmäksi hyvin, sillä alueen rakentamisen vuoksi pilaantuneet maa-ainekset tulisivat monin paikoin joka tapauksessa kaivettavaksi. Pilaantuneen maa-aineksen kaivu tehdään ympäristöteknisen asiantuntijan valvonnassa. Kaivuuta laajennetaan tarpeen mukaan siten, että asetetut kunnostustavoitteet saavutetaan koko kunnostettavalla alueella.

Pilaantuneet maa-ainekset poistetaan kohteesta kaivinkoneella kaivamalla. Kaivu tehdään lajittelevana kaivuna siten, että haitta-ainepitoisuuksiltaan toisistaan erottuvat massat kaivetaan omille kasoille. Pilaantuneen maaperän kunnostuksen yhteydessä syntyneet kaivannot täytetään pilaantumattomalla maa-aineksella kunnostustavoitteiden mukaisesti. Kunnostuksessa muodostuvat alemman ohjearvon pitoisuudet alittavat kaivumassat (esim. pintamaan puhdas sora) läjitetään omalle välivarastoaumalle ja pitoisuudet varmennetaan analyysin. Näitä massoja hyödynnetään mahdollisuuksien mukaan täytöissä kaivumassojen geotekniset ominaisuudet ja kunnostustavoitteet huomioiden.

Purettujen rakennusten/rakenteiden alapuolisesta maaperästä sekä muilta tutkimattomilta alueilta otetaan edustavia maanäytteitä, joista tutkitaan haitta-ainepitoisuudet. Tulosten perusteella kunnostustöitä laajennetaan tarvittaessa myös näille alueille. Mahdollisten kynnyсарvopitoisuuden ylittävien kaivumaiden hyödyntäminen kaivantojen täytöissä dokumentoidaan ja esitetään kunnostuksen loppuraportissa.

6.2 Valmistelevat työt

Kunnostuksen aloittamisesta tiedotetaan ympäristöviranomaisia kirjallisella aloitusilmoituksella ennen töiden aloittamista. Aloitusilmoituksessa kerrotaan maaperän kunnostustyöstä vastaavan urakoitsijan sekä työtä valvovan ympäristötekni­sen valvojan yhteystiedot. Pilaantuneiden maamassojen vastaanotto­paikka ilmoitetaan ympäristöviranomaisille heti vastaanotto­paikan varmistuttua.

Kunnostettava alue aidataan ja varustetaan pilaantuneen maan kunnostustyöstä varoittavin kyltein. Tarvittaessa kunnostusalueen naapurikiinteistöjä tiedotetaan kunnostustyöstä ennen töiden aloittamista.

Kaivutyöstä vastaava maanrakennusurakoitsija varmistaa vesijohtojen, viemäreiden sekä sähkö-, puhelin- ym. kaapeli-, putki- ja johtorakenteiden sijainnit ennen työn aloittamista. Kunnostettavalla alueella olevien kaapeleiden mahdollisesta väliaikaisesta siirrosta tulee neuvotella kaapelien omistajan kanssa ennen kunnostustöiden aloittamista.

Tarvittaessa alueelta poistetaan kasvillisuutta, kuten esimerkiksi puita ja kantoja huomioiden alueella mahdollisesti suojellut puut.

6.3 Kaivutyö

Pilaantuneet maa-ainekset poistetaan kaivinkoneella kaivamalla kunnostustavoitteen vaatimalle syvyydelle. Kaivutyö suoritetaan kuivakaivuna. Kaivutyön aikana massat lajitellaan haitta-ainepitoisuuksien perusteella ja toimitetaan asianmukaisen luvan omaaviin vastaanotto­paikkoihin. Pois ajettaville pilaantuneen maan kuormille tehdään kuormakohtaiset siirtoasiakirjat ympäristö­tekni­sen valvojan toimesta.

Alueelta purettujen rakenteiden/rakennusten alapuolisen maaperän haitta-ainepitoisuudet varmistetaan kaivannoista ja/tai kasoilta otetuista maanäytteistä tehtyjen analyysien avulla. Tarvittaessa maaperän haitta-ainepitoisuudet varmistetaan myös alueilta, joilla ei ennakkoselvityksissä todettu pilaantuneisuutta.

Kaivun yhteydessä maamassoista erotellaan tarvittaessa isot kivet sekä mahdolliset suuret jätejakeet. Lajittelu tehdään kaivinkoneella. Jätteiden laadusta riippuen jätejakeet toimitetaan joko uusiokäyttöön, kierrätettäväksi tai hyödynnettäväksi. Mikäli jätteet eivät ole kierrätyskelpoisia, toimitetaan ne erillisinä jätejakeina tavanomaisen jätteen kaatopaikalle.

6.4 Kaivettujen massojen välivarastointi

Massojen haitta-ainepitoisuuksien mukainen luokittelu tehdään aikaisemmin suoritettujen tutkimusten ja kunnostustöiden aikana tehtävien täydentävien tutkimusten perusteella. Mikäli alueen maaperässä havaitaan haitta-ainepitoisuukseltaan toisistaan selvästi erottuvia kerroksia, suoritetaan kaivu kerroksittain maaperän kerrosrakenteet huomioiden. Massat pyritään kaivamaan kaivannoista suoraan kuorma-auton lavalle. Pilaantuneita maamassoja säilytetään alueella varastokasassa tarvittaessa vain mahdollisten jatkotutkimusten ajan.

Kaivumaita välivarastoidaan tarvittaessa Hiedanrannassa asfalttipäällysteisellä kenttäalueella. Pilaantuneisuudeltaan erilaiset massat varastoidaan kentällä erillisiin kasoihin (kuva 18). Kentän reunaan tehdään oja, johon johdetaan (kentän kaadon mukaisesti) kentälle kertyvät sadevedet. Tarvittaessa ojavedestä otetaan näyte, josta tutkitaan kentällä varastoiduissa massoissa todetut liukoiset haitta-aineet.



Kuva 18. Kaivumassojen välivarastointialue kunnostustyön aikana. Kuvassa esitettyjen välivarastokasojen sijainnit ovat viitteellisiä.

6.5 Kunnostustyön valvonta

Kohteen pilaantuneen maaperän kunnostusta ohjaa ympäristötekniikan valvoja. Valvojan yhteystiedot ilmoitetaan viranomaisille työn aloitusilmoituksen yhteydessä. Valvoja ohjaa massanvaihtoa aikaisempien tutkimusten tulosten, aistinvaraisten havaintojen sekä kenttä- ja laboratorioanalyysien avulla. Valvojan tehtäviin kuuluvat myös esimerkiksi kaivettujen pilaantuneiden maamassojen

sijoituskohteen osoittaminen maanrakennusurakoitsijalle, massamäärien kirjanpito sekä yhteydenpito ympäristöviranomaisiin sekä kunnostustyön raportointi.

Öljyhiilivetyjen kenttäanalyysit tehdään PetroFlag-kokonaishiilivetyanalyysointilaitteilla ja raskasmetallien (Cu, Pb ja Zn) kenttäanalyysit XRF-kenttämittarilla. Mikäli työn aikana kaivumassoissa todetaan viitteitä myös muista mahdollisista haitta-aineista, analysoidaan laboratoriossa myös kyseiset haitta-aineet.

6.6 Kaivantovesien käsittely

Alueella tehtyjen maaperätutkimusten perusteella pohjavedenpinta on suunnittelualueella noin 4–10 m syvyydellä maanpinnasta alueen sijainnista riippuen. Mikäli kunnostuskaivantohin kertyy vettä kaivutöiden yhteydessä, otetaan kaivantovesistä tarvittaessa edustava näyte, josta tutkitaan alueella todettujen haitta-aineiden pitoisuudet laboratorioanalyysin. Mikäli kaivantovesi todetaan pilaantuneeksi tai siinä todetaan aistinvaraisesti merkkejä mahdollisista haitta-aineista (esim. öljykalvoja veden pinnalla), vesi käsitellään haitta-aineiden vaatimalla tavalla esimerkiksi laskeuttamalla ja/tai öljynerottimella.

Kaivantovesistä ja analyyseistä pidetään kirjaa työmaalla ja tiedot liitetään kunnostuksesta laadittavaan loppuraporttiin.

6.7 Työsuojelu ja riskien hallinta

Sivullisten pääsy työmaa-alueelle estetään aitaamalla alue. Aitaan kiinnitetään pilaantuneen maan kunnostamisesta varoittavia kylttejä.

Maaperän kunnostustyössä noudatetaan annettuja yleisiä työsuojeluohjeita ja -lakeja. Tärkeimmät työsuojelulliset asiat ovat kaivantoturvallisuus, liikennejärjestelyt ja suojautuminen haitta-aineilta. Pilaantuneen maaperän kunnostustyön aikaisia terveysriskejä voi aiheuttaa altistuminen haitta-aineille. Mahdollisia altistumisreittejä ovat lähinnä haitta-ainepitoisen pölyn tai haihtuvien yhdisteiden hengittäminen, maan nieleminen ja suora ihokosketus pilaantuneeseen maa-ainekseen.

Kunnostusalueella noudatetaan normaalia maanrakennustyömaan suojautumista. Kohonneita haitta-ainepitoisuuksia sisältävillä alueilla työskenneltäessä käytetään henkilökohtaisia suojaimia (kypärä, jalkineet, suojakäsineet, huomiovaatetus, silmä- ja kuulosuojaimet) sekä tarvittaessa hengityssuojaimia.

Urakoitsija perehdyttää alueella työskentelevät työn mahdollisiin terveysvaikutuksiin ja työsuojelutoimenpiteisiin ennen kuin henkilö aloittaa työskentelyn kunnostusalueella.

Kohteeseen järjestetään normaalit työmaan sosiaali- ja toimistotilat sekä säilytystilat suojavarusteille ja -tarvikkeille. Kohonneita haitta-ainepitoisuuksia sisältäviä maa-aineksia käsiteltäessä kaivalueen läheisyydessä työmaa-alueella syöminen ja juominen on kiellettyä.

Kunnostustyön aikana pilaantuneita maamassoja varaudutaan kastelemaan pölyämisen estämiseksi. Mikäli työmaa-alueen ulkopuolelle kulkeutuu maata kunnostettavalta alueelta, poistetaan se ajoreittejä pesemällä ja harjaamalla.

6.8 Ympäristöhaittojen ehkäisy

Massanvaihtona toteutettu maaperän kunnostustyö vastaa työtavoiltaan tavanomaista maankaivutyötä, eikä näin ollen aiheuta esimerkiksi poikkeavaa melu- tai värinähaittaa. Pilaantuneen maa-aineksen kaivutyöstä ei arvioida aiheutuvan merkittävää pölyämishaittaa. Tarvittaessa työmaalla tehdään pölynsidontaa esimerkiksi kastelemassa kaivettavia/kuormattavia maa-aineksia.

Maa-aineksen leviäminen kunnostettavan alueen ympäristöön estetään siten, ettei liikennöintiä sallita pilaantuneeksi todetuilla maa-alueilla. Tarvittaessa kaivu- ja lastauspaikat puhdistetaan kuormien toimittamisen välillä. Pilaantuneen maan kuormat peitetään kuljetuksen ajaksi.

6.9 Varautuminen odottamattomiin tilanteisiin

Mikäli kunnostussuunnitelmassa, kunnostuksen toteuttamisessa tai kunnostuksen laajuudessa esiintyy kunnostuksen aikana muutostarvetta valvoja ottaa välittömästi yhteyttä lupaviranomaisiin ja rakennuttajaan.

Maaperän kunnostustyön yhteydessä mahdollisesti tapahtuviin odottamattomiin tilanteisiin varautuminen on esitetty taulukossa 6.

Taulukko 6. Varautuminen odottamattomiin tilanteisiin.

Odottamaton tilanne	Toimenpide
Alueella todetaan aikaisemmista tutkimuksista selvästi poikkeavaa pilaantuneisuutta.	Otetaan näytteet ja toimitetaan ne laboratorioon analysoitavaksi. Ilmoitetaan asiasta ympäristöviranomaisille. Tilanteesta riippuen kaivutyö keskeytetään tai massat siirretään loppusijoitukseen.
Maaperästä löytyy merkittäviä määriä tunnistamatonta jätettä.	Kaivutyöt keskeytetään. Löydetyistä aineksesta otetaan näytteet laboratorioanalyysyjä varten. Laadun selvittyä ainekselle selvitetään vastaanottoaika.
Kunnostuksen yhteydessä ympäristöön leviää voimakasta hajua.	Kaivutyöt keskeytetään. Työtapoja muutetaan siten, että hajupäästöt pienenevät.
Kunnostustavoitteet ylittävä pilaantuneisuus jatkuu kohdekiinteistön ulkopuolelle.	Otetaan edustavat jäännöspitoisuusnäytteet kaivurajalta. Asennetaan huomio- tai eristerakenne. Tarvittaessa kunnostustyön jatkamisesta viereisen kiinteistön alueelle neuvotellaan ympäristöviranomaisen kanssa.
Kunnostustavoitteen ylittävä pilaantuneisuus jatkuu syvemmälle kuin kaivuteknisesti päästään.	Tiedotetaan ympäristöviranomaisia asiasta. Laaditaan riskinarvio ja tarvittaessa eristerakennesuunnitelma.

7. KUNNOSTUKSEN PÄÄTTYMINEN

Maaperän kunnostustyö päätetään, kun haitta-ainepitoisuuksiltaan kunnostustavoitteet ylittävät maa-ainekset on poistettu kunnostettavalta alueelta. Kunnostustoimenpiteet rajoitetaan kohdekiinteistön alueelle.

Mikäli kaikkea haitta-ainepitoisuuksiltaan kunnostustavoitteet ylittävää maa-ainesta ei saada kohdealueelta poistettua, kyseiset alueet dokumentoidaan huolellisesti. Dokumentointi esitetään kunnostustyöstä laadittavasta loppuraportissa. Mikäli kohdealueelle jää kunnostustavoitteet ylittäviä massoja, laaditaan näille massoille erillinen riskitarkastelu, joka esitetään kunnostustyön loppuraportissa. Kunnostustyön päättymisestä laaditaan kirjallinen ilmoitus ympäristöviranomaisille.

Maaperän kunnostustyön päätyttyä toimenpidealue siivotaan. Työn aikana muodostuneet kaivannot täytetään tai luiskataan turvallisiksi. Kaivantojen täyttötarvetta arvioitaessa huomioidaan tuleva rakentaminen. Maaperän puhdistuksen yhteydessä syntyneet jätejakeet toimitetaan asianmukaisesti käsittelypaikkoihin.

7.1 Jäännöspitoisuusnäytteenotto

Pilaantuneen maa-aineksen poistamisen jälkeen kaivun alueen maaperän jäännöspitoisuudet varmistetaan ottamalla näytteitä kaivannon seinämistä ja pohjalta. Jäännöspitoisuusnäytteet kootaan siten, että yksi jäännöspitoisuusnäyte edustaa enintään 200 m² suuruista aluetta. Jäännöspitoisuusnäytteistä analysoidaan kenttämittarilla tai laboratoriossa vähintään ne haitta-aineet, joita kyseisellä alueella on todettu asetuksen 214/2007 mukaisen alemman ohjearvotason ylittävinä pitoisuuksina. Vähintään 30 % jäännöspitoisuusnäytteistä analysoidaan laboratoriossa.

7.2 Huomio- ja eristerakenteet

Mikäli kunnostusalueelta otetuissa jäännöspitoisuusnäytteissä todetaan asetuksen 214/2007 mukaisen alemman ohjearvotason ylittäviä haitta-ainepitoisuuksia, joita ei pystytä poistamaan alueelta, asennetaan kaivurajaan joko huomiorakenne tai tapauskohtaisesti suunniteltava eristerakenne. Huomiorakenteena voidaan käyttää esimerkiksi keltaista huomioverkkoa. Suunnitelma mahdollisista huomio- ja eristerakenteista toimitetaan ympäristöviranomaisen hyväksyttäväksi ennen asennusta. Mahdollisten huomio- ja eristerakenteiden toteutuneet sijainnit esitetään maaperän kunnostuksen loppuraportissa.

7.3 Jälkiseuranta

Jälkiseurantaa ei tarvita, mikäli asetetut kunnostustavoitteet saavutetaan koko kunnostettavalla alueella. Mikäli alueelle joudutaan jättämään kohonneita haitta-ainepitoisuuksia sisältäviä maa-aineksia, tarkastellaan jälkiseurannan tarve kunnostuksen loppuraportissa esitettävän riskitarkastelun yhteydessä.

Kunnostettavalla alueella sijaitsevat pohjavesiputket pyritään säilyttämään pohjaveden tarkkailua varten. Mikäli putkien säilyttäminen ei kunnostuksen vuoksi onnistu, putket pyritään korvaamaan uusilla putkilla kunnostuksen jälkeen.

8. LAADUNVALVONTA

Maaperän kunnostustyötä ohjaa ja valvoo ympäristötekniinen valvoja, jolla on riittävä kokemus vastaavanlaisista kunnostushankkeista.

Maaperän kunnostuksen toteuttamisesta pidetään työmaalla kirjaa, johon kirjataan mm. tiedot näytteenotoista ja analyysituloksista sekä poistetuista pilaantuneista massoista ja niiden sijoituspaikoista.

Pilaantuneita maa-aineksia sisältävien alueiden laajuuden ja kaivettavien maa-ainesten haitta-ainepitoisuuksien tarkistamiseksi poistettavista maamassoista otetaan näytteitä. Näytteitä otetaan vähintään 1 näyte per 50 m³ kaivettavaa maa-ainesta kohden huomioiden tutkimusvaiheessa otetut näytteet.

Maanäytteistä tehdään tarvittaessa kokonaishiilivetypitoisuusmäärytyksiä PetroFlag-kenttätestillä ja alkuainemäärytyksiä XRF-kenttämittarilla. Tehdyistä kenttämittauksista varmennetaan vähintään 10 % laboratorioanalyysin. Laboratoriossa näytteistä analysoidaan kunnostusalueella maaperätutkimuksissa todetut haitta-aineet.

9. RAPORTOINTI

9.1 Työmaakirjanpito

Maaperän kunnostustyön aikana työmaalla pidetään kirjaa, jossa esitetään mm. seuraavat asiat:

- tiedot otetuista näytteistä (näytteenottaja, ajankohta, näytepisteiden sijainti, tutkimusmenetelmä ja mittaustulos)
- tiedot alueelta viedyistä massoista (määrä, alkuperä, pitoisuudet, sijoituspaikka ja ajankohta)
- tiedot maaperään jäävistä massoista (haitta-ainepitoisuudet ja sijainti)
- tiedot työskentelyolosuhteista (esim. poikkeavat sääolosuhteet)
- tiedot mahdollisista ympäristönsuojeluviranomaisen käynneistä työmaalla
- raportoinnin kannalta oleelliset keskustelut ja sopimukset kunnostusta toteuttavat urakoitsijan kanssa
- mahdolliset poikkeamat suunnitelmista ja syyt poikkeamiin
- muut havainnot ja mahdolliset poikkeavat tilanteet työmaalla

Maaperän kunnostuksen kirjanpidosta vastaa kohteen ympäristötekniinen valvoja. Kirjanpito pidetään ajan tasalla ja viranomaisen saatavilla.

9.2 Loppuraportti

Maaperän kunnostustyön päätyttyä tehdyistä toimenpiteistä laaditaan loppuraportti. Loppuraportissa esitetään seuraavat asiat:

- kohteen tunnistetiedot
- työn vastuuhenkilöt sekä muut kunnostustyöhön osallistuneet tahot
- kunnostustyön toteutus
- käytetyt laadunvarmistusmenetelmät
- kaivettujen ja poistettujen massojen määrä, haitta-ainepitoisuudet ja sijoituspaikat
- jäännöspitoisuusnäytteiden sijainnit ja analyysitulokset

- mahdollinen kaivantovesien käsittely
- kaivualueet kartalla
- mahdolliset huomio- ja eristerakenteet
- analyysitulokset taulukoituna
- kunnostuksen aikataulu
- arvio kunnostustavoitteiden toteutumisesta
- tarvittaessa maaperään jääneen haitta-ainepitoisen maa-aineksen riskintarkastelu
- mahdolliset kunnostustyön aikaiset poikkeavat tilanteet
- asiakirjojen säilytys

Loppuraportti toimitetaan ympäristöviranomaisille viimeistään kolmen kuukauden kuluessa kunnostustyön valmistumisesta.

10. AIKATAULU

Maaperän kunnostustyön toteutusaikataulu ei ole vielä tiedossa ja sen on sidoksissa kaavamuu-
toksen toteutumiseen. Tämän kunnostuksen yleissuunnitelman ja tehtävän ilmoituksen perusteella
haetaan päätöstä pilaantuneen maaperän puhdistamisesta 10 vuodeksi (vuoteen 2029 asti) koko
suunnittelualueelle.

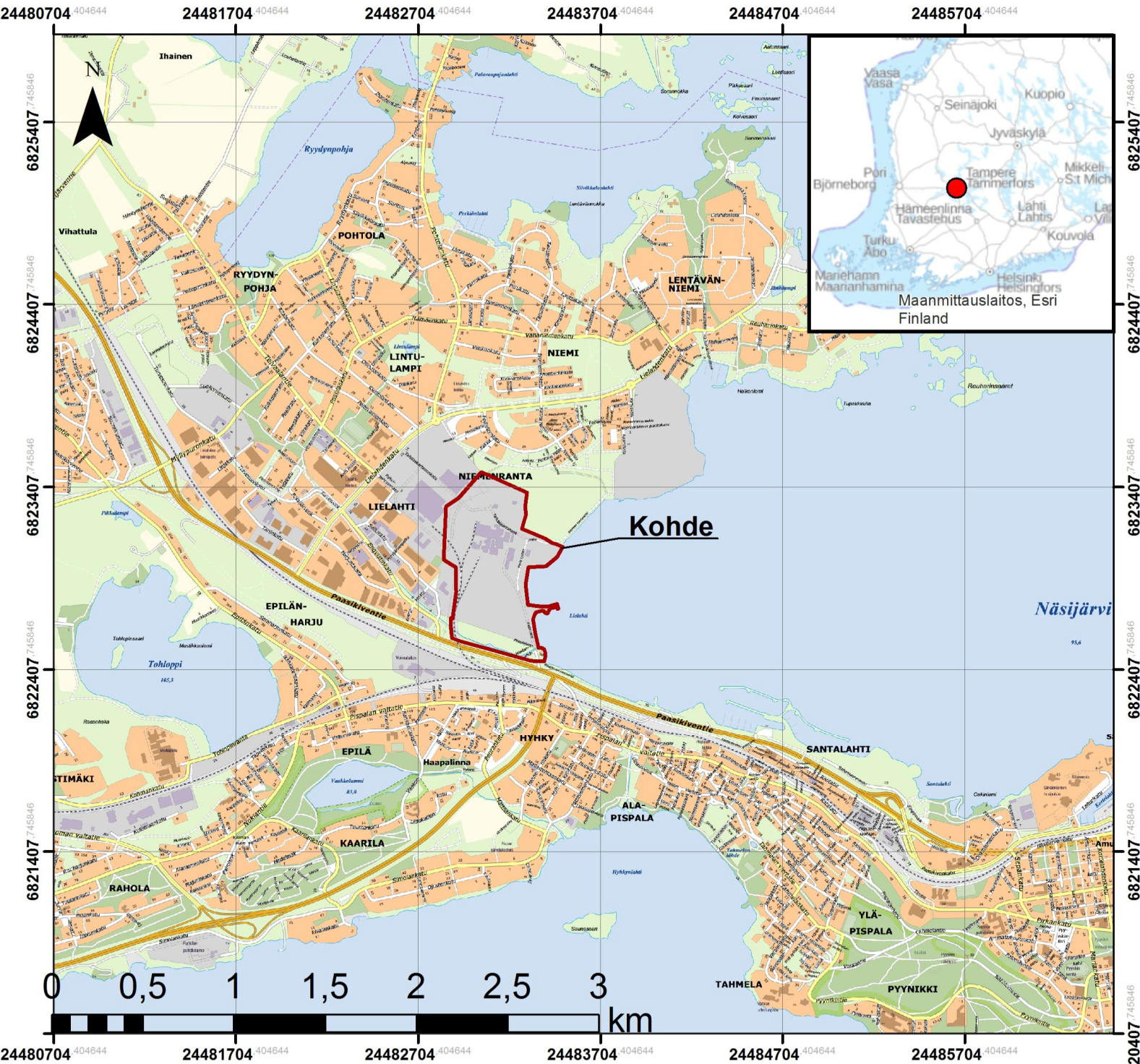
Ramboll Finland Oy
Tampereella 20.06.2019



Hannu Karppi
yksikön päällikkö



Noora Lindroos
projektipäällikkö



K.osa/Kylä 263	Kortteli/Tila 2500	Tontti/Rno 28	Viranomaisten merkintöjä
Rakennustoimenpide Pilaantuneen maaperän kunnostaminen		Piiirustuslaji Juokseva no	
Rakennuskohteen nimi ja osoite Hiedanranta Lielähti Tampere		Sijaintipiirustus Piiirustuksen sisältö Mittakaava 1:30 000	
 Ramboll Finland Oy Pakkahuoneenaukio 2 33100 Tampere puh. 020 755 611 www.ramboll.fi		Koordinaatti/korkeusjärjestelmä GK24/N2000	
		Suunnittelu (nimi, tutkinto, allekirj.) Sami Borg	Suunn.ala YMP Piiirustusno 101 Piiir. K.Nikk.

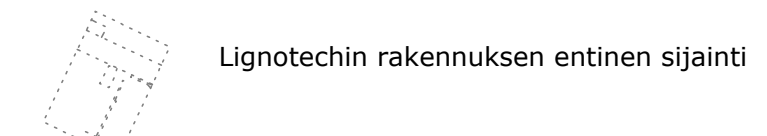
Y:\PIMA\HIEDANRANTA_LIELAHTI\1510027737_HIEDANRANTA_MAAPERAN_HAITTA_AINEITUTKIMUKSET\201-205_301-401-403_TUTKIMUSKARTTA_190607.DWG
Tulostettu: 07.06.2019



PILAANTUNEET MAAT:

- Yli ohjeellisen vaarallisen jätteen raja-arvon
- Ylittää ylempään ohjearvon (Vna 214/2007)
- Ylittää alemman ohjearvon (Vna 214/2007)
- Ylittää kynnyсарvon (Vna 214/2007)
- Pilaantumaton

- Tutkimusalueen raja
- Kiinteistöraja
- Pohjavesialueen raja
- Pohjaveden muodostumisalueen raja
- Alueet 1-5
- Junaraide

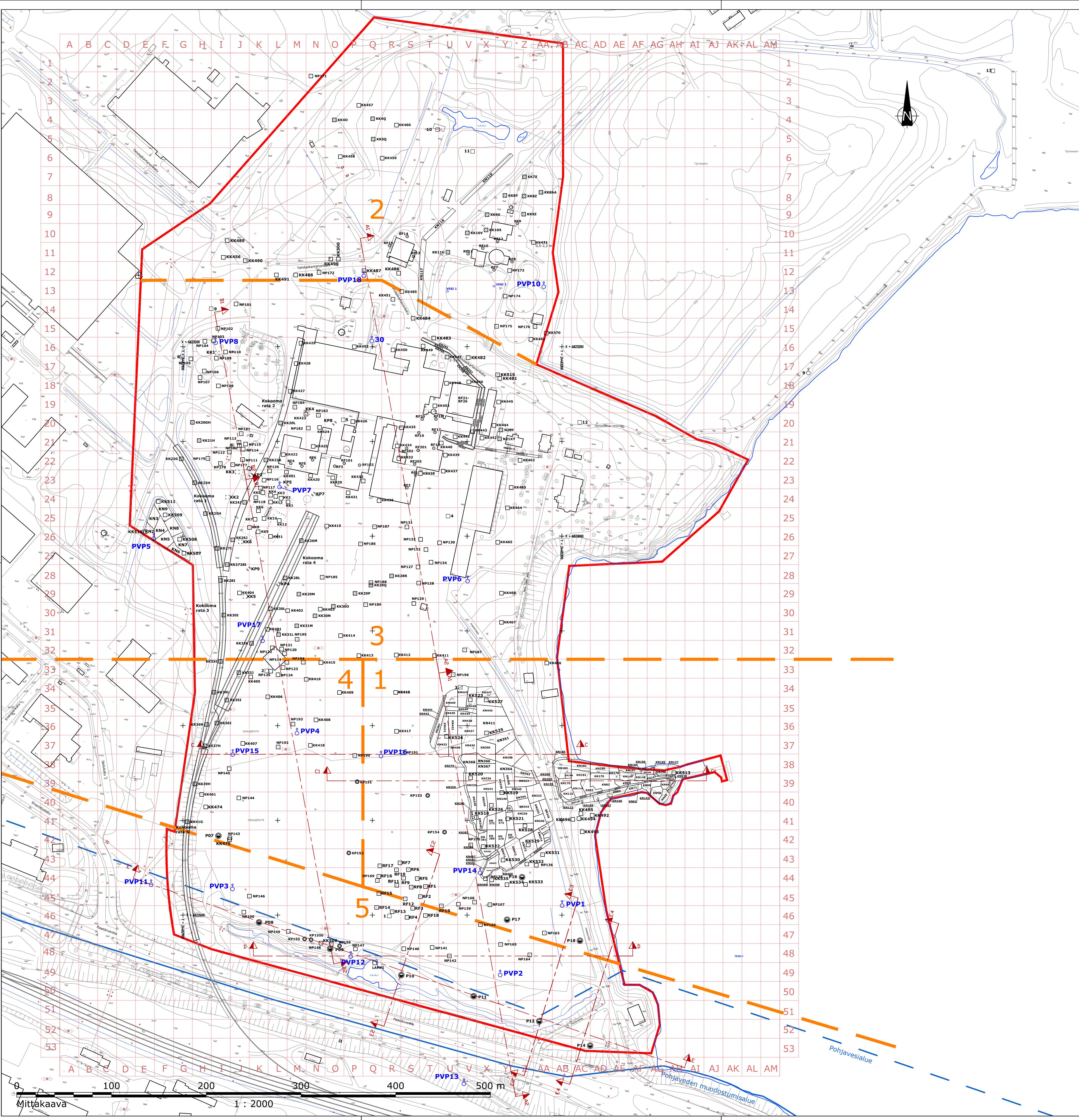


TEHDYT PIMA-TUTKIMUKSET:

- ♻️ **PVP4** Asennetut pohjavesiputket: PVP1-8, PVP10-18.
- M-realin tutkimuspisteet 2004 1-13
- **KP7** Lignotechin tutkimuspisteet 2008 KK1-6, KP2-9
- **RF3** Lielahden lumenvastaanottoaikan laajennusosan tutkimuspisteet 2010
- **KK11** Lignotechin alapohjan alapuolisen maaperän tutkimukset 2015 KK1-14, MONTTU.
- **NP135** 1-vaiheen tutkimuspisteiden sijainnit 2016 NP101-150, NPLAMPI
- **NP189** 2-vaiheen tutkimuspisteiden sijainnit 2016 KP151-155, 155B, NP156-201
- **RF102** Kierrekairausten sijainnit 2016-2017
- **KK406** 4-vaiheen tutkimuspisteiden sijainnit 2017 KK401-506
- ⊙ **PO8** Porakairaus ja näytteenotto 2017: P07-12, P14 ja P16-18.
- **KK521** **KN497** Tutkimuspisteet 4-11/2018 KK507-535 ja KN20-502
- **KK31M** Tutkimuspisteet 5/2019 KK[numero][kirjain], 48 kpl.
- Y Kokoomanäytteet vanhojen junaraiteiden ympäristöstä 5 kpl

k.osa/ kyla	Hiedanranta	korttel/ tila	Tortti/ Rno	Viranomaismerkintöjä
Rakennusohjelmakode	Maaperän kunnostus	Pinnustussij		
Rakennuskohteen nimi ja osoite	Hiedanranta	Tutkimuspiirustus		
Mittakaava	Tampere	Pinnustuksen sisältö		
		Jäännöspitoisuudet		
		Näytealueet		
		Mittakaava 1:2000		
		Koordinaatti/ korkeusjärjestelmä		
		GK24 / N2000		
RAMBOLL	Ramboll PL 718, Pakkahuoneenkauko 2 33101 Tampere puh. 020 755 611 www.ramboll.fi	Suunn. ja työno	YMP 1510027737-014	Tiedosto
		Pinnustuso	201	Muutos
Suunn. (nimi, tulkinto, alibi...)	Sami Borg, DI	Hyv.	K.Nikk.	Pvm
			Hännu Karppi	6.7.2019
				3.1.2019

Y:\PIMA\HIEDANRANTA_LIELAHTI\510027737_HIEDANRANTA_MAAPERAN_HAITTA_AINEITUTKIMUKSET\201-205_301_401-403_TUTKIMUSKARTTA_190607.DWG
 Y:\PIMA\HIEDANRANTA_LIELAHTI\510027737_HIEDANRANTA_MAAPERAN_HAITTA_AINEITUTKIMUKSET\201-205_301_401-403_TUTKIMUSKARTTA_190607.DWG
 Julkaistu: 07.06.2019



- Tutkimusalueen raja
- Kiinteistöraja
- Pohjavesialueen raja
- Pohjaveden muodostumisalueen raja
- Alueet 1-5
- Junaraide
- Lignotechin rakennuksen entinen sijainti

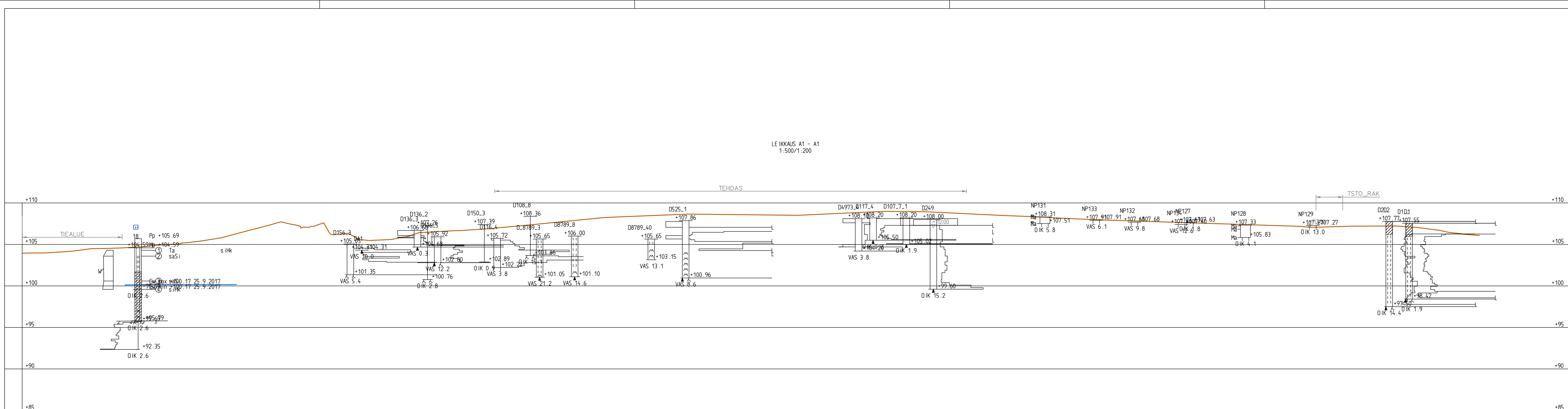
TEHDYT PIMA-TUTKIMUKSET:

- PVP4 Asennetut pohjavesiputket: PVP1-8, PVP10-18.
- M-realin tutkimuspisteet 2004 1-13
- Lignotechin tutkimuspisteet 2008 KK1-6, KP2-9
- Lielahden lumenvastaanottoaikan laajennusosan tutkimuspisteet 2010
- Lignotechin alajohjan alapuolisen maaperän tutkimukset 2015 KK1-14, MONTTU.
- 1-vaiheen tutkimuspisteiden sijainnit 2016 NP101-150, NPLAMPI
- 2-vaiheen tutkimuspisteiden sijainnit 2016 KP151-155, 155B, NP156-201
- Kierrekairausten sijainnit 2016-2017
- 4-vaiheen tutkimuspisteiden sijainnit 2017 KK401-506
- Porakauraus ja näytteenotto 2017: P07-12, P14 ja P16-18.
- Tutkimuspisteet 4-11/2018 KK507-535 ja KN20-502
- Tutkimuspisteet 5/2019 KK[numero][kirjain], 48 kpl.
- Y Kokoomanäytteet vanhojen junaraiteiden ympäristöstä 5 kpl

Mittakaava 1 : 2000

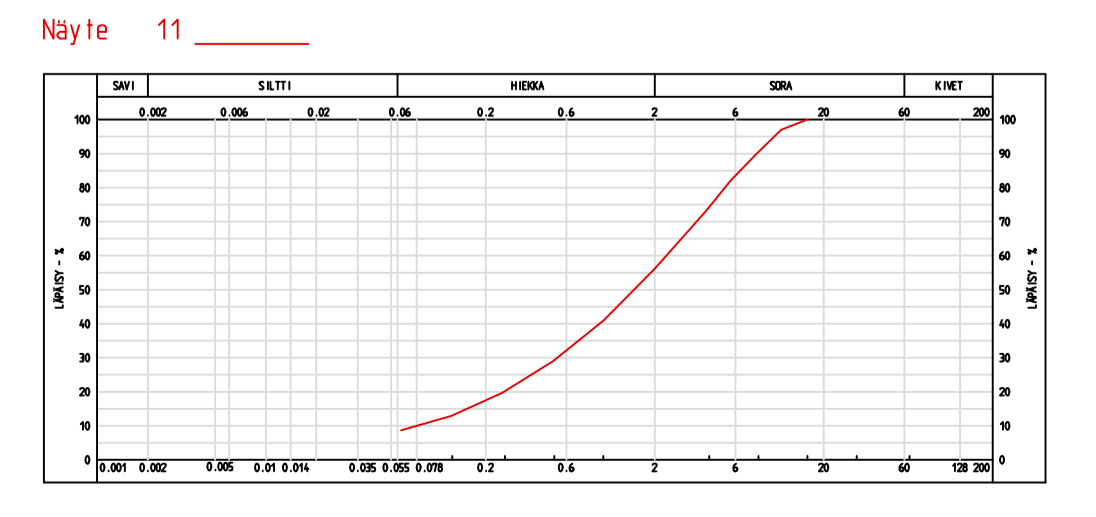
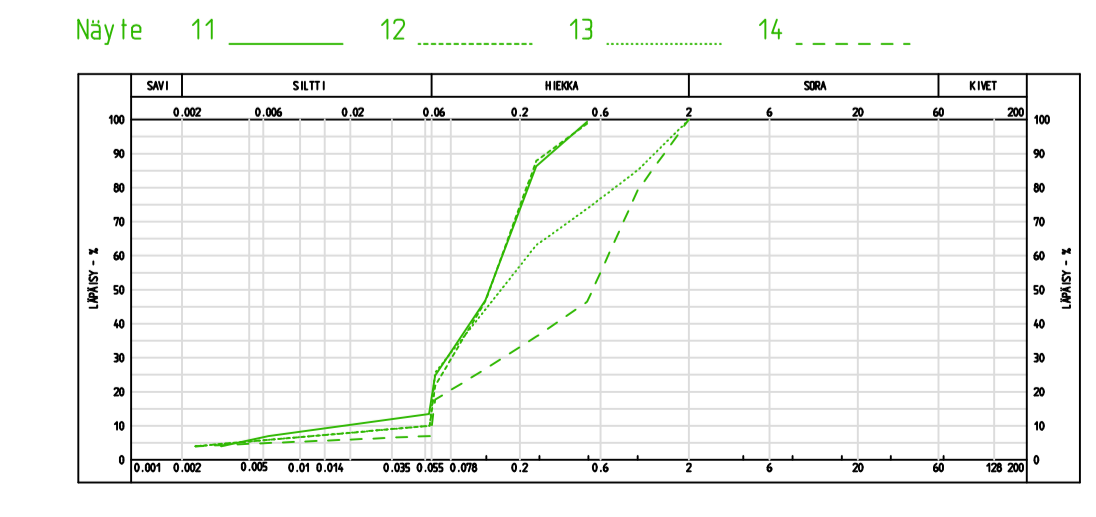
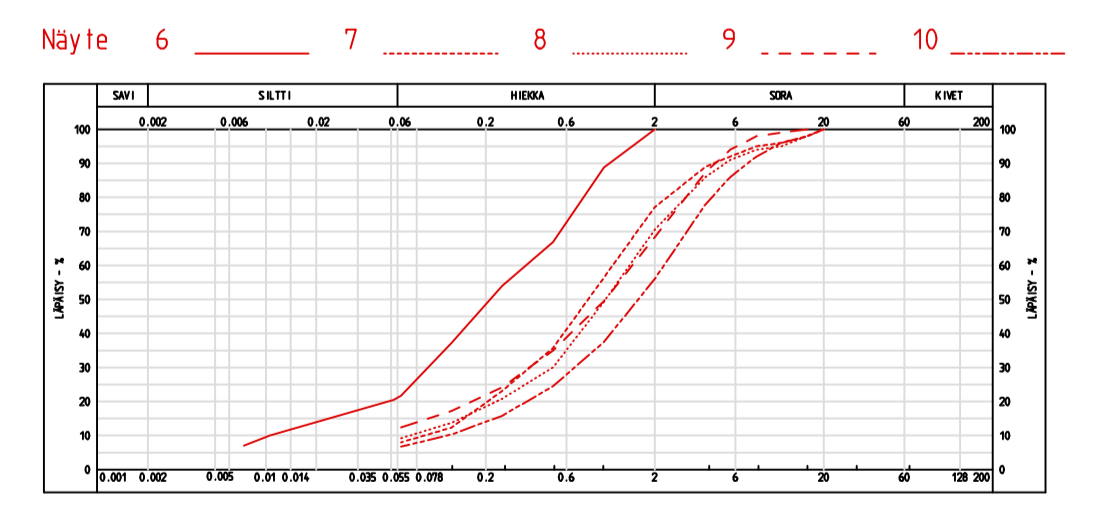
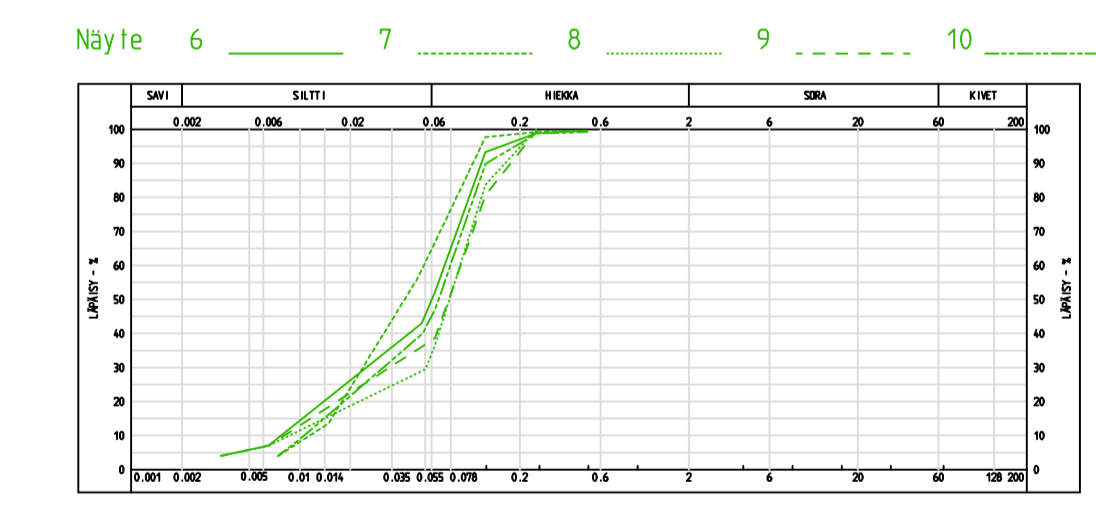
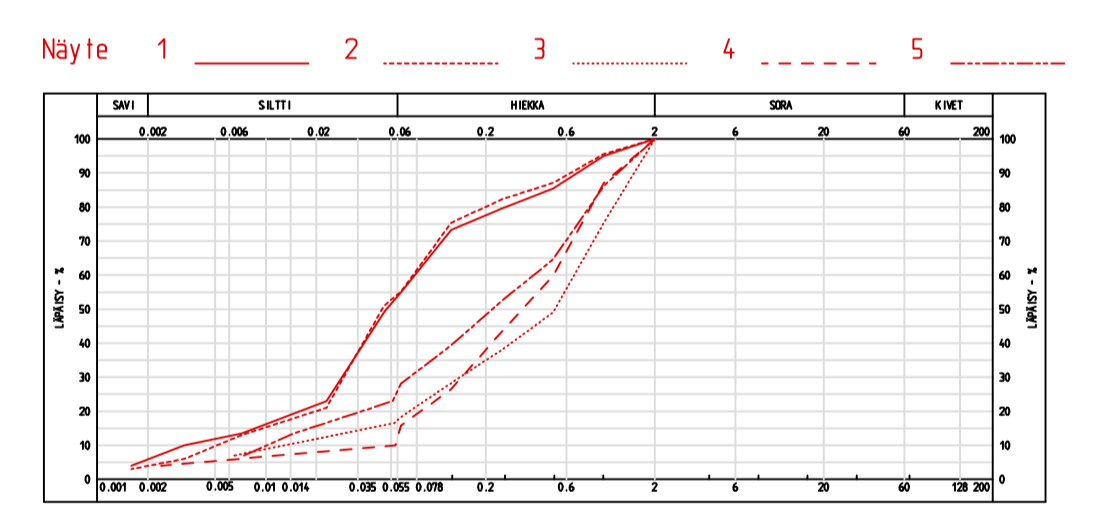
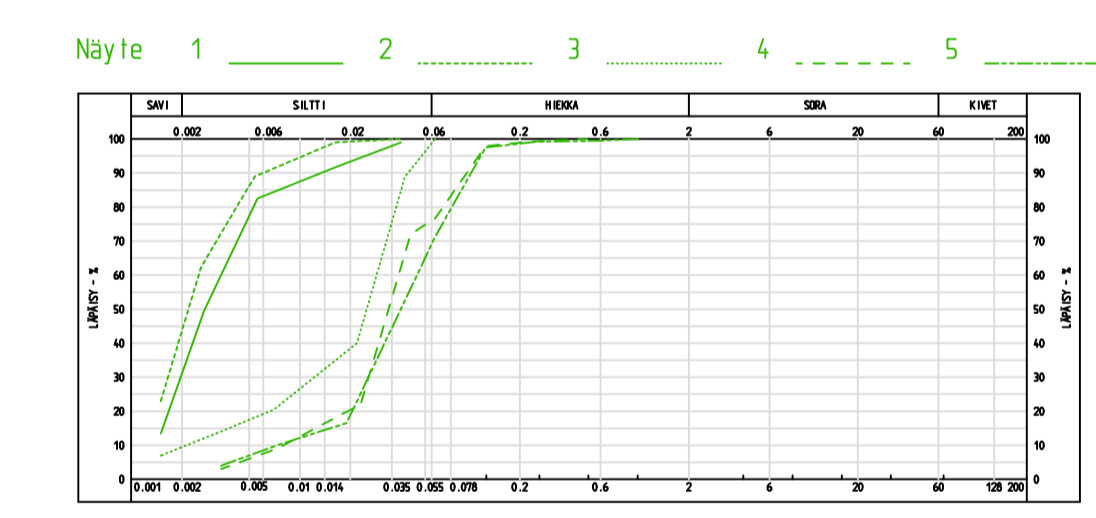
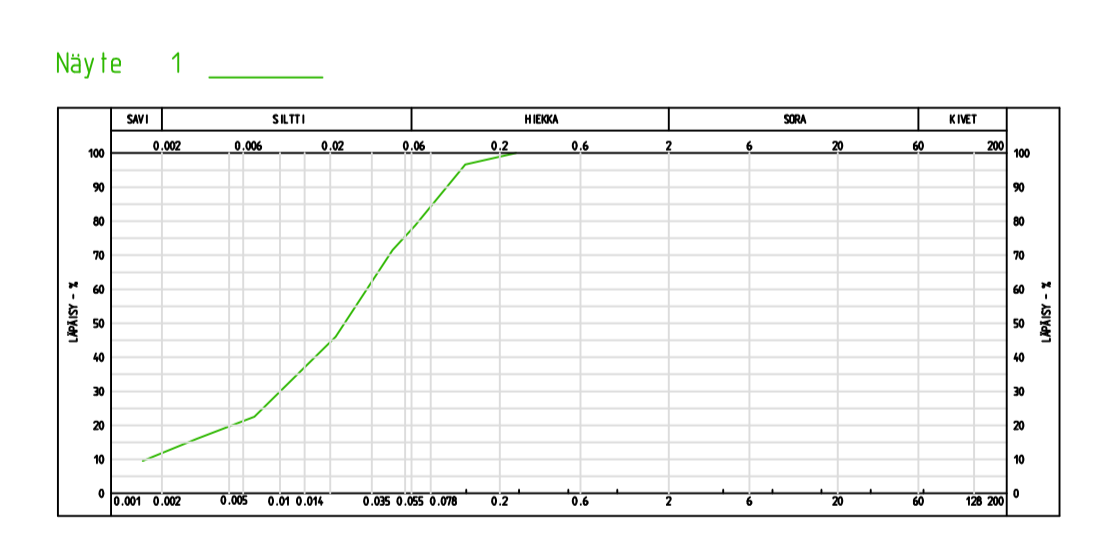
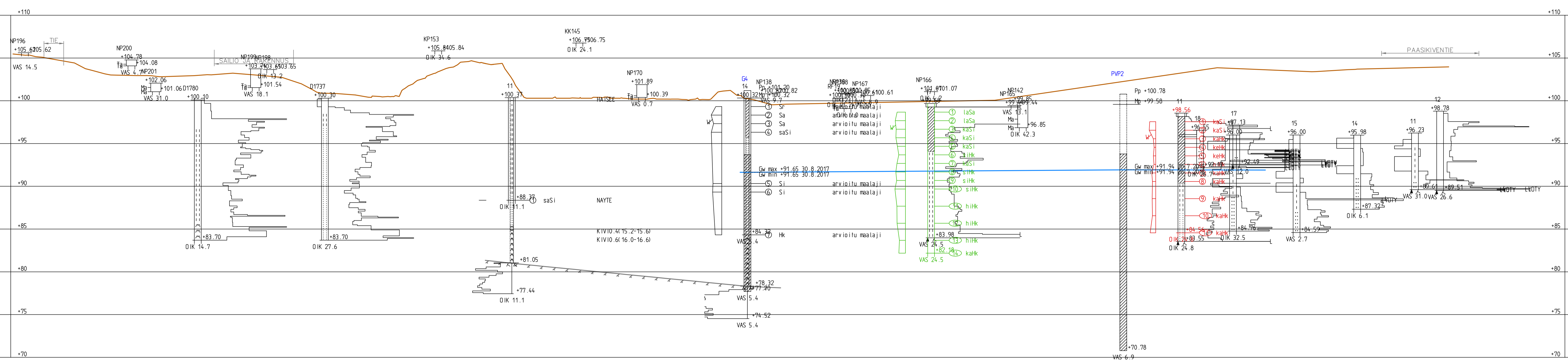
<small>k.osa/ kyla</small> Hiedanranta	<small>korttel/ tila</small>	<small>Toriti/ Rnto</small>	<small>Viranomaismerkintöjä</small>
<small>Rakennusohjelmakoodi</small> Maaperän kunnostus	<small>Piirustussaji</small> Tutkimuspiirustus		
<small>Rakennuskohteen nimi ja osoite</small> Hiedanranta	<small>Piirustuksen sisältö</small> Leikkausten 11/2017 ja tutkimuspisteiden sijainnit		<small>Mittakaava</small> 1:2000
<small>Sijainti</small> Tampere	<small>Koordinaattijärjestelmä</small> GK24 / N2000		<small>Tiedosto</small> YMP_1510027737-014
RAMBOLL	<small>Ramboll PL 718, Pakkahuoneenkio 2 33101 Tampere puh. 020 755 611 www.ramboll.fi</small>	<small>Suunn. ja työno</small> YMP	<small>Piirustuso</small> -
<small>Suunn. (nimi, tulosko, alit.)</small> Noora Lindroos	<small>Piir.</small> K.Nikk.	<small>Hyv.</small> Noora Lindroos	<small>Pvm</small> 7.6.2019

\\RAMFITA\MS02\DA\TA1\YMPARIS\PIMA\HIEDANRANTA_LIELAHTI\1510027737_HIEDANRANTA_MAAPERAN_HAITTA-AINETUTKIMUKSET_JA_KUNNOSTUS
 Tuotettu: 03.11.2017

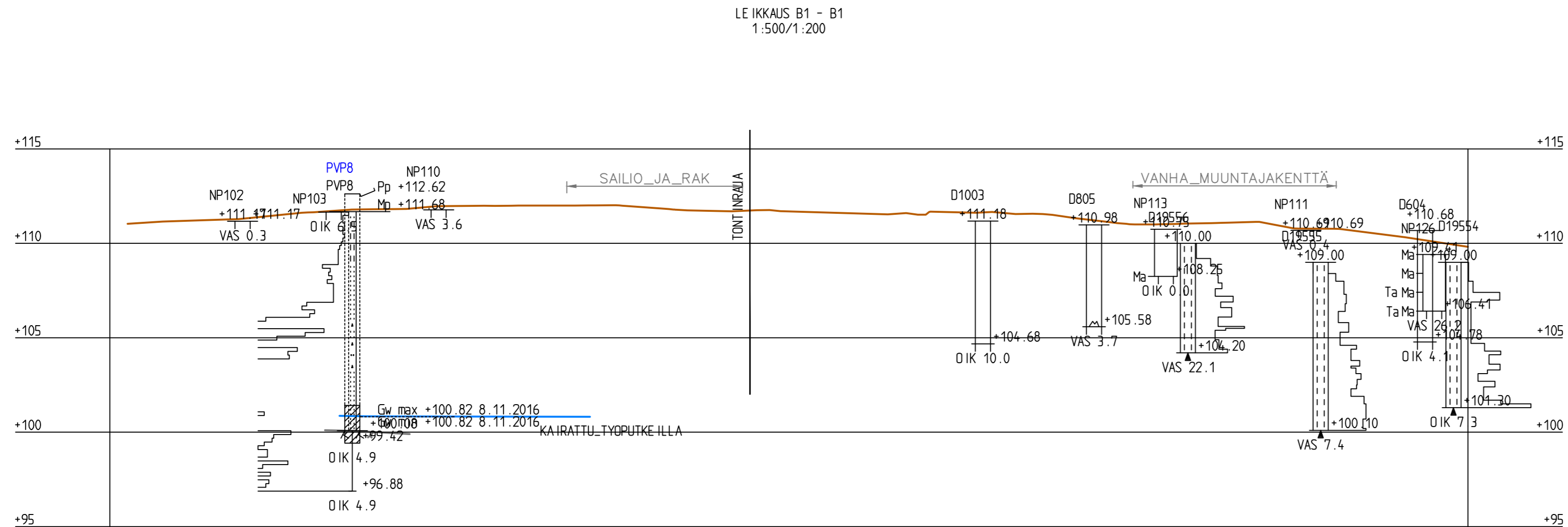


\\RAMFTAMDS02\QA1\YMPARIS\PIIMA\HIEDANRANTA_LIELAHTI\1510027737_HIEDANRANTA_MAAPERAN_HAITTA-ANETUTKIMUKSET_JA_KUINNUSTUSPIIRUSTUKSET\GEO\GEO_PIMAKARTTA_LEIKKAUKSET_KAIKKI_NAYTEPISTEET_20171103.DWG

LEIKKAUS A2 - A2
1:500/1:200

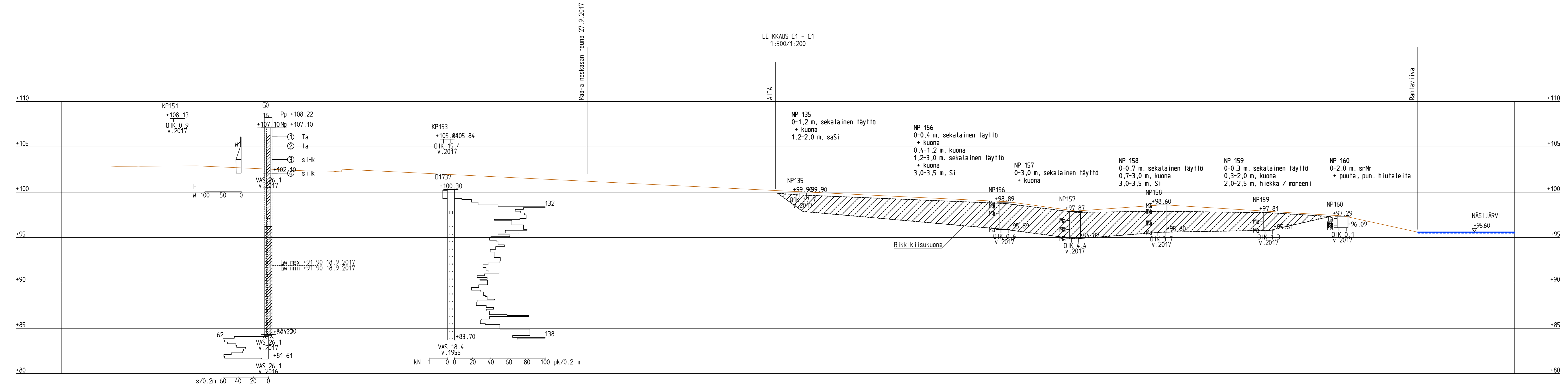


Koosa/kuja Hiedanranta	Kuusi/kuja Suomi	Vuorokausen vuorokaus
Rakennuskohteen nimi ja osoite Maaperän haitta-ainetutkimukset HIEDANRANTA TAMPERE	Pituuksittain Pituusmittaus Tutkimusleikkaus A2-A2 Pilaantuneet maat	Mittakaava 1:500/1:200
Ramboll P.O. Box 118 Pakkahuoneenaukio 2 33101 Tampere puh. 020 755 0111 www.ramboll.fi	YMP 1510027737	Tiedosto Matti
Maan (int. tutkim. alik.) Matti Holopainen	Piir. MATHO	Hyt. Ari Simonen
		Pvm 3.11.2017



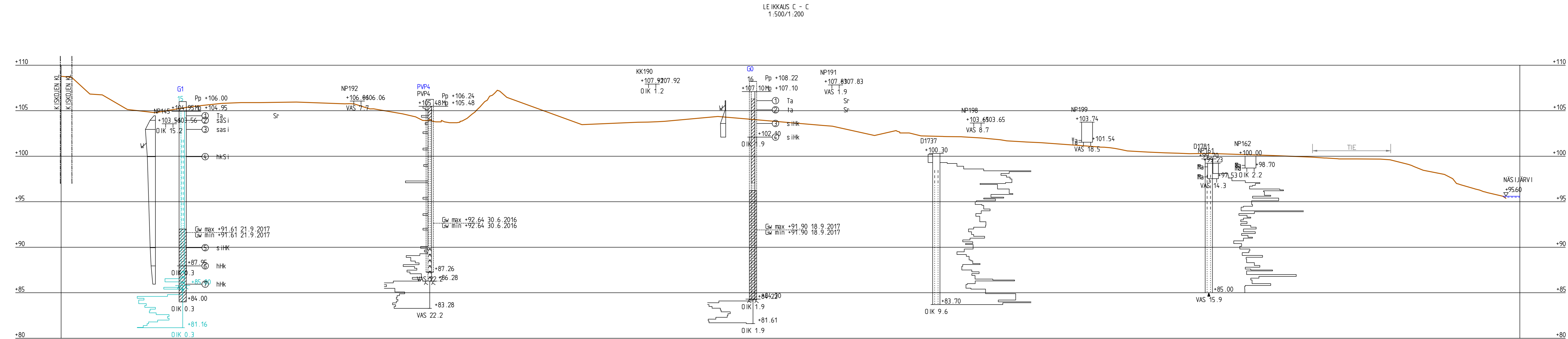
k. osa/ kylä Hiedanranta	kortteli/ tila	Tontti/ Rn: o	Viranomaisen merkintöjä	
Rakennustoimenpide Maaperän haitta-ainetutkimukset	Pitustuslaji Pituusleikkaus		Pitustuksen sisältö Tutkimusleikkaus B1-B1	
Rakennuskohteen nimi ja osoite HIEDANRANTA	Mittakaava 1:500/1:200		Pilaantuneet maat	
TAMPERE	Suunn. ala YMP		Työno 1510027737	Tiedosto
RAMBOLL	Ramboll PL 718, Pakkahuoneenaukio 2 33101 Tampere puh. 020 755 611 www.ramboll.fi	Pitustusoro 503	Pitustuskla Muutos	
Suunn. (nimi, tutkinto, allekirj.) Matti Holopainen	Piirt. MATHO	Hyy. Ari Simonen	Pvm 3.11.2017	

Y:\PIMA_HIEDANRANTA_LIELAHTI\1510027737_HIEDANRANTA_MAAPERAN_HAITTA-AINETUTKIMUKSET JA KUNNOSTUS\PIRUSTUKSET\GEO\GEO_PIMA_K...
 tulostettu: 21.12.2017



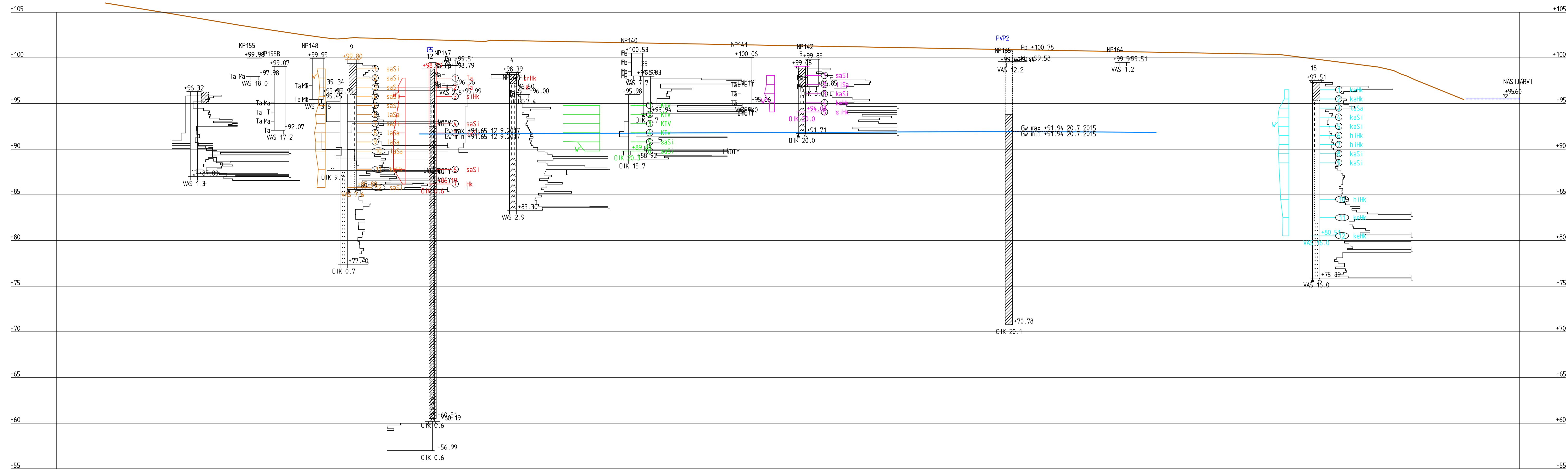
k.osa/ kpl	korjattu/ tila	Torjuttu/ Rr:o	Viranomaisen merkintöjä
Hiedanranta			Piirustuslaji
Rakennustoimenpiteiden			Pituusleikkaus
Maaperän haitta-ainetutkimukset			
Rakennuskohteen nimi ja osat			Piirustuksen sisältö
HIEDANRANTA			Tutkimusleikkaus C1-C1
TAMPERE			Mittakaava 1:500/1:200
Pilaantuneet maat			
Ramboll PL 718, Pakkahuoneenaukio 2 33101 Tampere puh. 020 755 611 www.ramboll.fi		Saun ala YMP 1510027737 Piirustusno 505	Tiedosto Muutos
Saun (nimi, tutkinto, allekirj.)		Part.	Pvm
Matti Holopainen		Hyv. MATHO	Ari Simonen 3.11.2017

\\RAMFITA\MSD2\DATA1\YMPARIS\PIIMA\HIEDANRANTA_LIELAHTI\1510027737_HIEDANRANTA_MAAPERAN_HAITTA-AINETUTKIMUKSET JA KUNNOSTUS
 Tulostettu: 03.11.2017

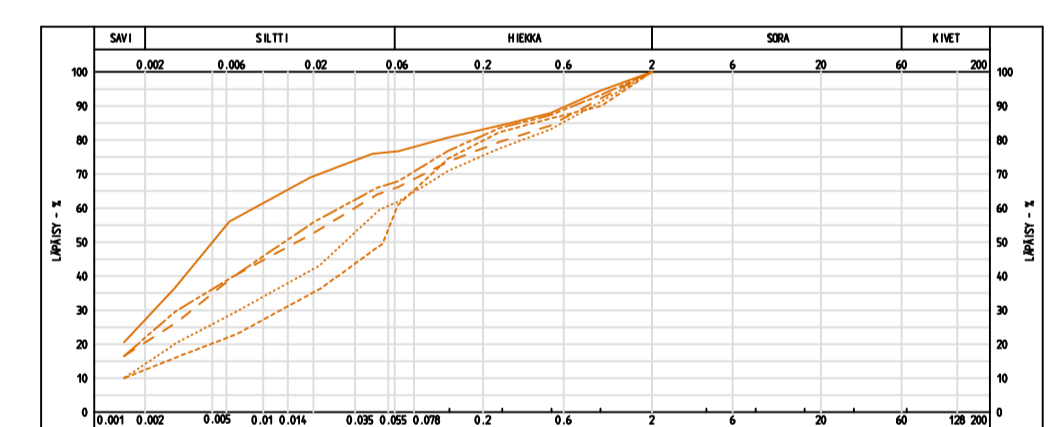


k.osa/ kyllä	koorttel/ tila	Toritti/ Rr:o	Viranomaisen merkintöjä	
Hiedanranta			Pitustusaj	
Rakennustoimenpide			Pituusleikkaus	
Maaperän haitta-ainetutkimukset			Mittakaava	
Rakennuskohteen nimi ja osate			Tutkimusleikkaus C-C 1:500/1:200	
HIEDANRANTA			Pilaantuneet maat	
TAMPERE				
Ramboll PL 718, Pakkahuoneenaukio 2 33101 Tampere puh. 020 755 611 www.ramboll.fi			Suunn. ala	Työno
			YMP	1510027737
			Pitustusno	Muutos
			505	
Suunn. (nimi, tutkinto, allekirj.)			Part.	Hyv.
Matti Holopainen			MATHO	Ari Simonen
			Pvm	3.11.2017

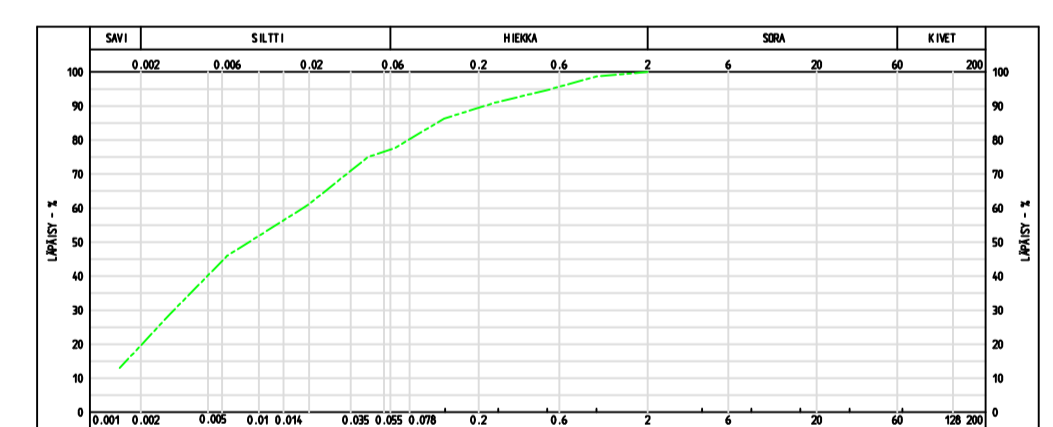
LEIKKAUS D - D
1:500/1:200



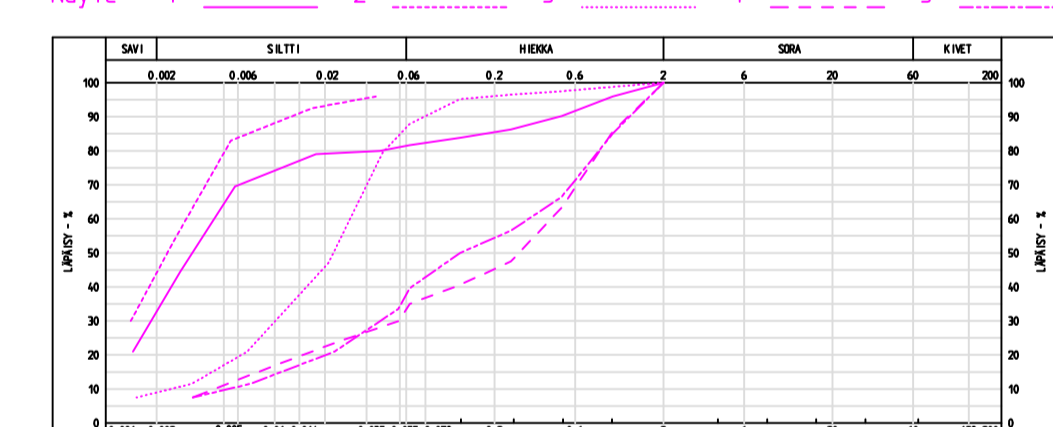
Näyte 1 2 3 4 5



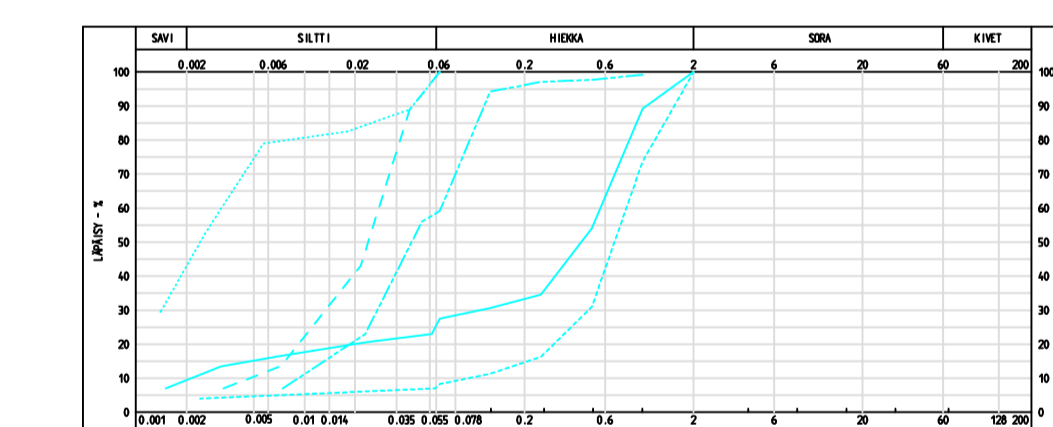
Näyte 5



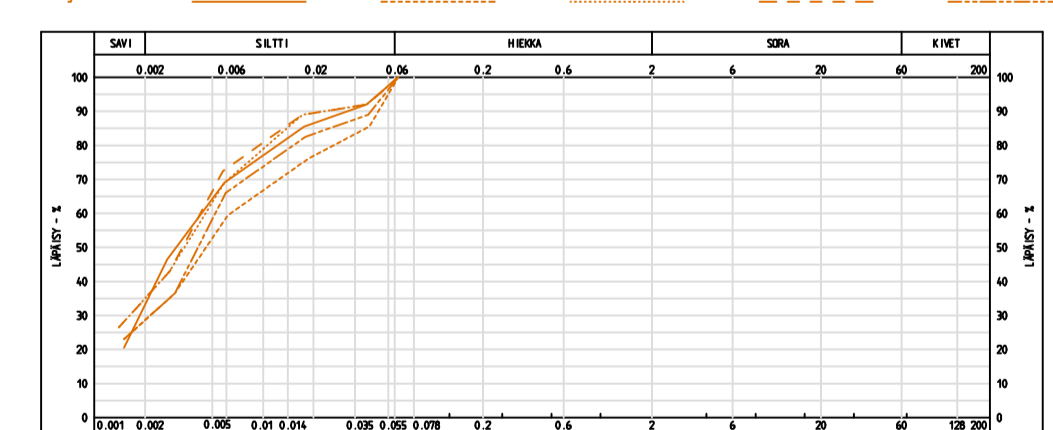
Näyte 1 2 3 4 5



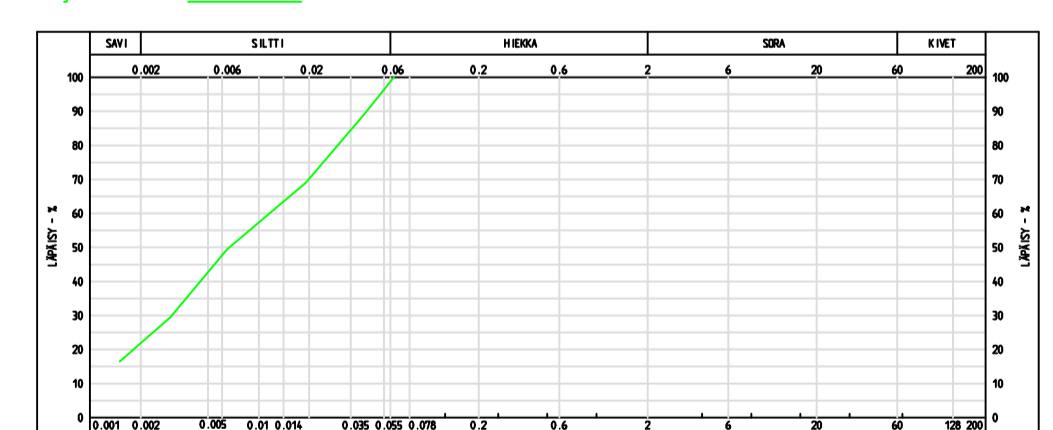
Näyte 1 2 3 4 5



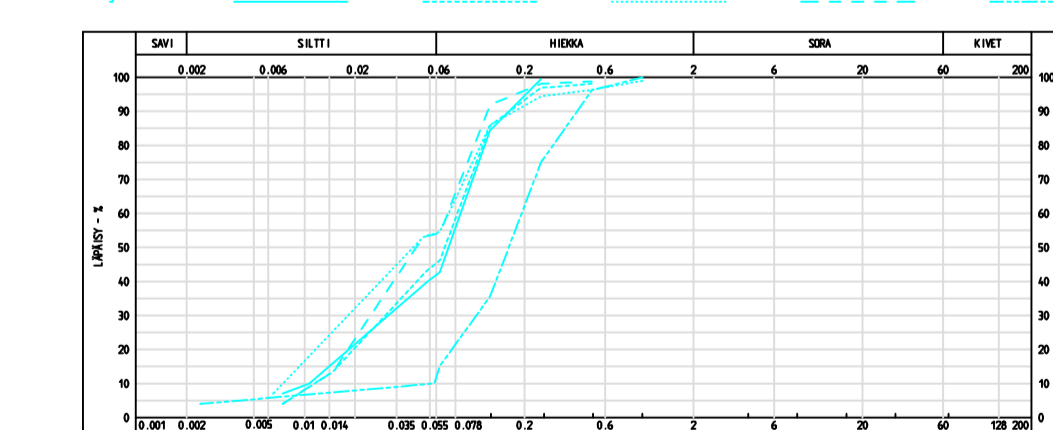
Näyte 6 7 8 9 10



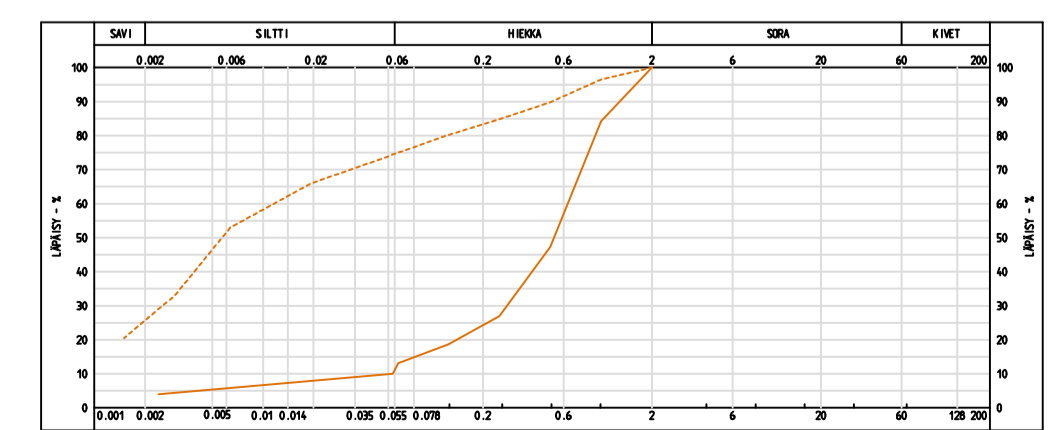
Näyte 6



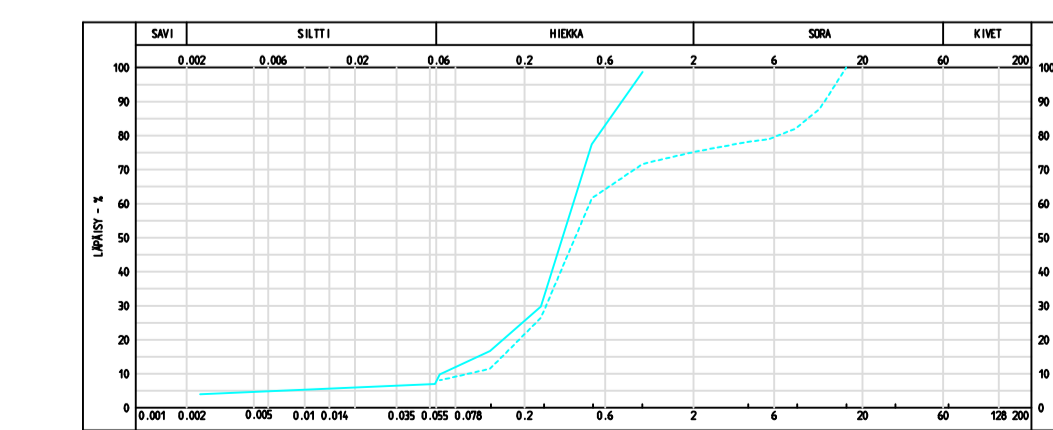
Näyte 6 7 8 9 10



Näyte 11 12



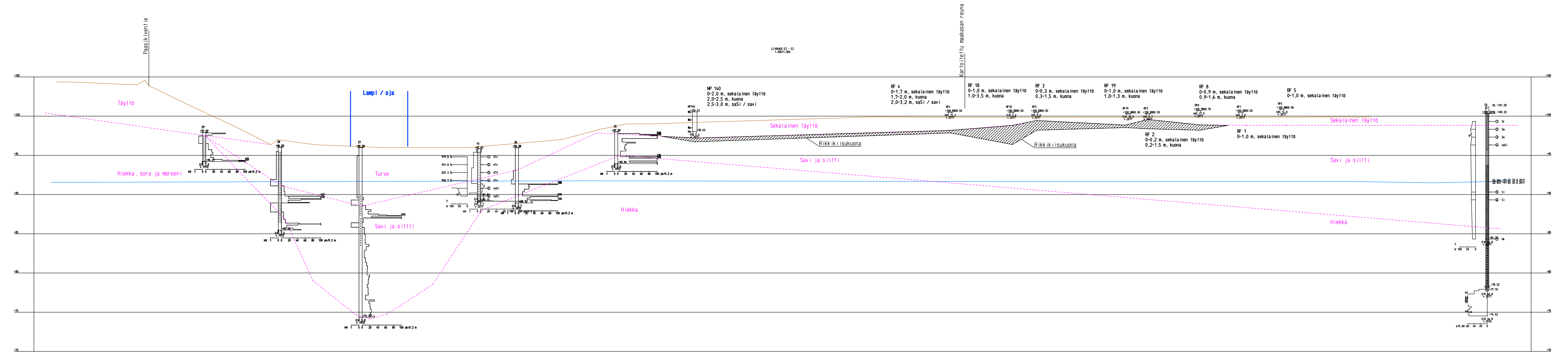
Näyte 11 12



Kunta/kuhla Hiedanranta	Kartti/tila Maaperän haitta-ainetutkimukset	Siivetti/kuva Pituusleikkaus	Vuorokausi/kuva Pituusleikkaus
Rakennuskohteen nimi ja osoite HIEDANRANTA TAMPERE	Rakennuskohteen nimi ja osoite HIEDANRANTA TAMPERE	Projekti/kuva Pituusleikkaus	Mittakaava 1:500/1:200
Ramboll PL 718, Pakkahuoneenaukio 2 33101 Tampere puh. 020 755 0111 www.ramboll.fi	Ympäristö YMPÄRISTÖ	Yhteistyö YMP	Tekijä Matti Holopainen
		506	Pvm 3.11.2017

RAMFTAM0502\041\YMPARIS\PIIMA\HIEDANRANTA_LIELAHTI\1510027737_HIEDANRANTA_MAAPERAN_HAITTA-AINETUTKIMUKSET_JA_KUNNOSTUS\PIIRUSTUKSET\GEO\GEO_PIMA_KARTTA_LEIKKAUKSET_KAIKKI_NAYTEPISTEET_20171103.DWG

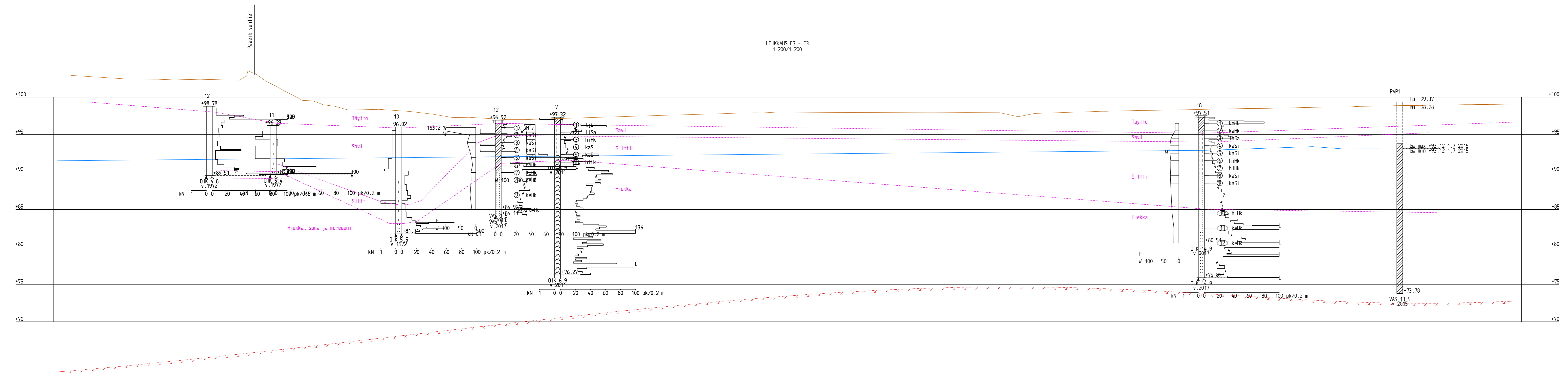
Y:\PIMA\HIEDANRANTA_LIELAHTI\510027737_HIEDANRANTA_MAAPERÄN_HAITTA-AINETUTKIMUKSET_JA_KUNNOSTUSPIIRUSTUKSET\GEO\GEO_PIMA_L_...
 Jäädostettu: 21.12.2017



K.osa/ kysä	koortti/ tila	Tontti/ Rr:o	Viranomaisen merkintä		
Hiedanranta			Pituusleikkaus		
Rakennustoimenpiteet			Pituusleikkaus		
Maaperän haitta-ainetutkimukset			Pituusleikkaus		
Rakennuskohteen nimi ja osoite			Mittalaaju		
HIEDANRANTA			Tutkimusleikkaus E2-E2		
TAMPERE			Pilaantuneet maat		
			1:500/1:200		
		Ramboll PL 718, Pakkahuoneenaukio 2 33101 Tampere puh. 020 755 611 www.ramboll.fi	Suunn. alku YMP	Työnumero 1510027737	Tiedosto
Suunn. (nimi, tutkinto, alkajä)			Piirustusno 509	Piirustuskäsi Muutos	
Matti Holopainen			Piir. K.Nikk.	Hyv. Ari Simonen	Pvm 3.11.2017

X:\PIMA\HIEDANRANTA_LIELAHTI\1510027737_HIEDANRANTA_MAAPERAN_HAITTA-AINETUTKIMUKSET_JA_KUNNOSTUSPIIRUSTUKSET\GEO\GEO_PIMA_L...
 tiedoste: 22.12.2017

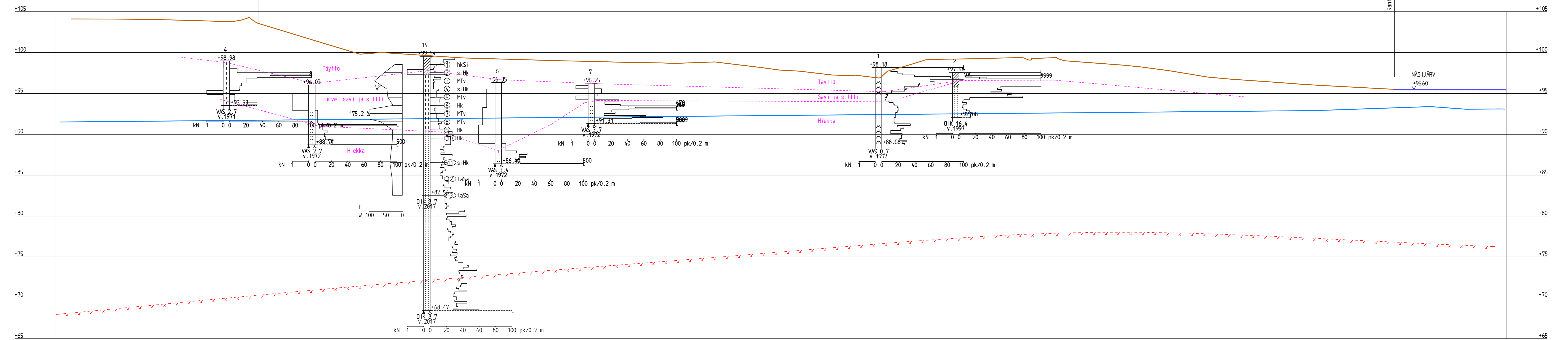
LEIKKAUS E3 - E3
1:200/1:200



K.osa/ kylä Hiedanranta	Kortti/ tila	Tontti/ Rr:o	Viranomaisen merkintä
Rakennusohje Maaperän haitta-ainetutkimukset	Pituusleikkaus		Pituusleikkaus
Rakennuskohteen nimi ja osoite HIEDANRANTA	Tutkimusleikkaus E3-E3		Mittalauna 1:200/1:200
TAMPERE	Pilaantuneet maat		
RAMBOLL	Ramboll PL 718, Pakkahuoneenaukio 2 33101 Tampere puh. 020 755 611 www.ramboll.fi	Suunn. alus YMP Pilaantuneet maat	Työnumero 1510027737 Muutos
Suunn. (nimi, tutkinto, alkäät.) Matti Holopainen	Piir. K.Nikk.	Työ. Ari Simonen	Pvm 3.11.2017

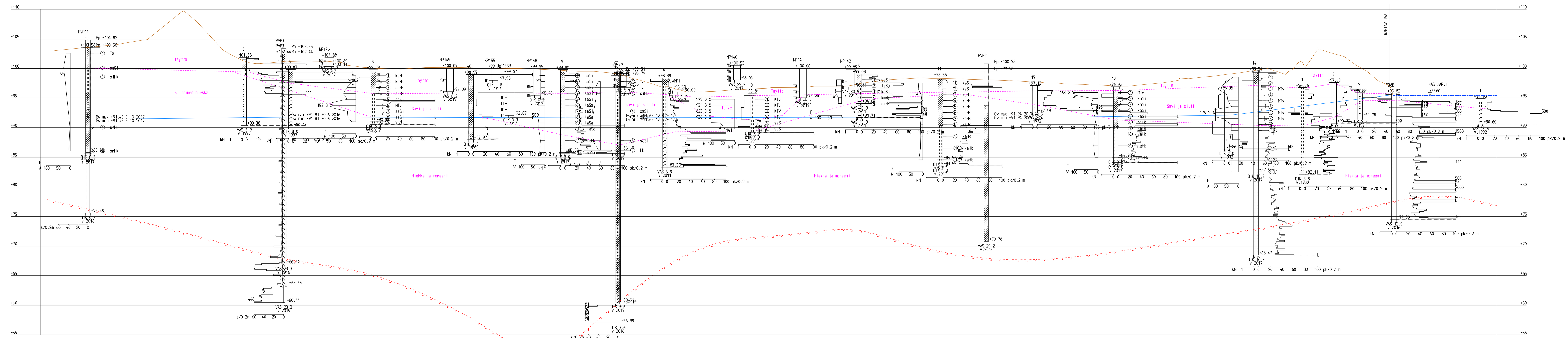
X:\PIMA\HIEDANRANTA_LIELAHTI\1510027737_HIEDANRANTA_MAAPERÄN_HAITTA-AINETUTKIMUKSET_JA_KUNNOSTUS\PIIRUSTUKSET\GEO\GEO_PIMA_L...
 tiedoste: 22.12.2017

LEIKKAUS E4 - E4
 1:200/1:200



Koska/ kyllä	koortte/ tila	Tonit/ Rr:o	Viranomaisen merkintä/s
Hiedanranta			
Rakennusstoimenpide			Piirustustyyppi
Maaperän haitta-ainetutkimukset			Pituusleikkaus
Rakennuskohteen nimi ja osoite			Mittakaava
HIEDANRANTA			Tutkimusleikkaus E4-E4 1:200/1:200
TAMPERE			Pilaantuneet maat
Ramboll	Ramboll PL 718, Pakkahuoneenaukio 2 33101 Tampere puh. 020 755 611 www.ramboll.fi	Suunn. alia YMP Piirustussuora	työnumero 1510027737 Päivitys 511
Suunn. (nimi, tutkinto, alkäät)	Matti Holopainen	Piir.	Pvm
		K.Nikk.	3.11.2017

LEIKKAUS E - E
1:500/1:200



Lom./kyl Hiedanranta Rakennusosasto Maaperän haitta-ainetutkimukset HIEDANRANTA TAMPERE	Kartti/tila Maaperän haitta-ainetutkimukset HIEDANRANTA	Työtilä/kuo Uusien maanrakentajien Pilaantumustutkimukset Tutkimusleikkaus E-E Pilaantuneet maat	Pilaantuneet maat Tutkimusleikkaus Tutkimusleikkaus E-E Pilaantuneet maat Määrä 1:500/1:200
RAMBOLL Rauhajoki PL 718, Pukkilahdenranta 2 33100 Tampere puh. 020 752 811 www.ramboll.fi	Suunnittelija YMP 1510027737 507 K.Nikk	Suunnittelija Art. Simonen	Tarkastaja Matti Holopainen Pvm 3.11.2017

C:\Users\artsimone\OneDrive\Documents\2017\Hiedanranta\Hiedanranta_Maaperan_haitta-ainetutkimukset_GEO_PIMA_KARTTA_LEIKKAUS_E-E_20171220.dwg

Maanäytteiden kenttä- ja laboratorioanalyysien tulokset - METALLIT JA PUOLIMETALLIT

Table with columns for sample ID, location, date, coordinates, and chemical analysis results for various metals like As, Cu, Pb, Zn, Sb, As, Hg, Cd, Co, Cr, Cu, Pb, Ni, Zn, V.

Maanaytteiden kenttä- ja laboratorioanalyysien tulokset - METALLIT JA PUOLIMETALLIT

Table with columns: Näyte-tunnus, Syvyys (m), Maalajaryys, Pvm, Havainnot, Koordinaatti, Sijainti, Käräjä, Vitteerit, and various metal concentrations (As, Cu, Pb, Zn, Sb, As, Hg, Cd, Co, Cr, Cu, Pb, Ni, Zn, V).

Näyte-tunnus	Syvyys (m)	Maalajiarvio	Pvm	Havainnot	Koordinaatti		Sijainti piirustus-ruudukossa		Viitearvot	Kuiva-aine	PCB
					Koordinaattijärjestelmä: ETRS-GK24 Korkeusjärjestelmä: N2000				luontainen pit, 1 kynnysarvo alempi ohjearvo ylempi ohjearvo vaarallisen jätteen raja-arvo		PCB 6
					X	Y	Kirjain	Nro		%	mg/kg
NP105	0,0 - 0,3	Murske	22.6.2016	Hajuton, suodatinkangas alla	24 482 908,376	6 823 187,106					
NP105	0,3 - 1,0	Si	22.6.2016	Hajuton, suodatinkangas alla	24 482 908,376	6 823 187,106					
NP105	1,0 - 2,0	Si	22.6.2016	Tumma, jäteveden ja öljyn hajua	24 482 908,376	6 823 187,106				78 %	<0,0006
NP105	2,0 - 2,5	Si	22.6.2016	Tumma, jäteveden ja öljyn hajua	24 482 908,376	6 823 187,106					
NP105	2,5 - 4,0	hkSi	22.6.2016	Voimakas jäteveden hajua	24 482 908,376	6 823 187,106					
NP105	4,0 - 4,5	Si	22.6.2016	Jäteveden hajua	24 482 908,376	6 823 187,106					
NP115	0,0 - 0,0		22.6.2016	Ratapolkkyjä pinnassa	24 482 966,190	6 823 097,170					
NP115	0,0 - 0,5	Sepeli	22.6.2016	Öljyn hajua	24 482 966,190	6 823 097,170					
NP115	0,5 - 2,0	Sepeli	22.6.2016	Öljyn hajua	24 482 966,190	6 823 097,170				94 %	0,14
NP115	2,0 - 2,5	Sepeli	22.6.2016	Öljy, märkää hienoainesta	24 482 966,190	6 823 097,170	J	21			
NP115	2,5 - 2,8	Sepeli/siHk	22.6.2016	Öljy pakkaantunut perusmaan pinnalle	24 482 966,190	6 823 097,170				78 %	<0,0006
NP115	2,8 - 3,5	siHk	22.6.2016	Öljyn hajua	24 482 966,190	6 823 097,170					
NP115	3,5 - 4,0	siHk	22.6.2016	Lievä öljyn hajua	24 482 966,190	6 823 097,170					
LAMPI	0,0 - 0,3	Sr	29.6.2016	Kerros kasvillisuutta, öljyn ja jäteveden	24 483 102,360	6 822 549,480				75 %	<0,0006
LAMPI	0,3 - 0,5	Lj	29.6.2016	Lieju, kiviä ja eloperäistä ainesta	24 483 102,360	6 822 549,480	Q	49			
NP180	0,0 - 0,1	Sepeli	20.9.2016		24 482 959,650	6 823 095,610					
NP180	0,2 - 1,0	Sr	20.9.2016	Ratapolkkyjä, PAH-hajua	24 482 959,650	6 823 095,610	J	21		97 %	0,0014
NP180	1,0 - 2,0	Sr	20.9.2016	Ei hajua	24 482 959,650	6 823 095,610					
NP180	2,0 - 2,5	siHk	20.9.2016	Hajuton perusmaa	24 482 959,650	6 823 095,610					
KK417	0,1 - 1,9	Hk	23.5.2017	kivistä, ei hajua	24 483 125,487	6 822 793,963					
KK417	1,9 - 2,9	Sa	23.5.2017	ei hajua, violettiä rikkikiisukuonaa, puu	24 483 125,487	6 822 793,963	R	36			
KK417	2,9 - 4,5	Sa	23.5.2017	ei hajua, kiviä, puun palasia	24 483 125,487	6 822 793,963				83 %	<0,0006
KK424	0,0 - 0,7	Hk/Sr	23.5.2017	ei hajua, tiiltä, puuta, lasia	24 483 044,226	6 823 114,712					
KK424	0,7 - 2,0	Si	23.5.2017	ei hajua, tiiltä, puuta, mustaa, 1,70 m k	24 483 044,226	6 823 114,712	N	20			
KK424	2,0 - 3,3	Si	23.5.2017	ei hajua, tiiltä, mustaa	24 483 044,226	6 823 114,712				82 %	0,004
KK445	0,3 - 0,7	Hk/Hm	29.5.2017	ei hajua	24 483 233,250	6 823 141,605					
KK445	0,7 - 0,7	täyttö	29.5.2017	mustaa hiekkaa ja kiinteitä/lastumaisia	24 483 233,250	6 823 141,605				86 %	0,024
KK445	0,7 - 1,0	täyttö	29.5.2017	asfalttimurske, ei hajua	24 483 233,250	6 823 141,605	Y	19			
KK445	1,0 - 2,0	Sa/Si	29.5.2017	ei hajua	24 483 233,250	6 823 141,605					
KK445	2,0 - 3,0	Si	29.5.2017	ei hajua	24 483 233,250	6 823 141,605					
KK461	0,1 - 0,3	Hk	7.6.2017		24 482 919,704	6 822 727,285					
KK461	0,3 - 0,9	Si	7.6.2017	kuona	24 482 919,704	6 822 727,285	G	40		75 %	<0,021
KK461	0,9 - 1,0	Si	7.6.2017		24 482 919,704	6 822 727,285					
KK471	0,0 - 0,5	Hm / Hk	7.6.2017		24 483 270,000	6 823 310,000					
KK471	0,5 - 1,0	täyttö	7.6.2017	sekalainen täyttö, öljyn hajua	24 483 270,000	6 823 310,000	AA	10		72 %	<0,0006
KK471	1,0 - 2,2	täyttö	7.6.2017	sekalainen täyttö, öljyn hajua	24 483 270,000	6 823 310,000					
3	0,0 - 0,4	Ki	18.11.2004		24 483 192,831	6 822 840,489					
3	0,0 - 0,5	Hm/Hk/Ki	18.11.2004		24 483 192,831	6 822 840,489					
3	0,5 - 1,3	Ki	18.11.2004		24 483 192,831	6 822 840,489	V	34			
3	1,3 - 1,5	Si	18.11.2004		24 483 192,831	6 822 840,489					<0,0006
3	1,5 - 2,0	Si	18.11.2004		24 483 192,831	6 822 840,489					
3	2,0 - 2,5	Si	18.11.2004		24 483 192,831	6 822 840,489					
5	0,0 - 0,1	Asf	19.11.2004		24 483 069,290	6 823 122,807					
5	0,1 - 0,2	Ki/Hk	19.11.2004		24 483 069,290	6 823 122,807	O	20			
5	0,2 - 1,0	Ki/Hk	19.11.2004		24 483 069,290	6 823 122,807					0,044
5	1,0 - 1,6	Hk	19.11.2004		24 483 069,290	6 823 122,807					
6	0,1 - 0,6	Ki/Hk	19.11.2004		24 482 951,798	6 823 095,437	J	21			0,038
6	0,6 - 1,2	Si	19.11.2004		24 482 951,798	6 823 095,437					

Parametri	Yksikkö	Viitearvot				Jätteen kelpoisuusvaatimukset kaatopaikalle			kokooma NP148 + NP150		NP148a (rikkikiisukuona)		NP148a+1 % CaO (kuona+1 % kalkkia)		NP148b (rikkikiisukuona)		NP148b+1 % CaO (kuona+1 % kalkkia)					
		Kynnys-arvo	Alempi ohjearvo	Ylempi ohjearvo	Ohjeellinen vaarallisen jätteen raja-arvo	Pysyvä jäte	Tavanomainen jäte	Vaarallinen jäte	Näytteen-ottopvm	29.6.2016	Näytteen-ottopvm	29.8.2016	Näytteen-ottopvm	29.8.2016	Näytteen-ottopvm	29.8.2016	Näytteen-ottopvm	29.8.2016				
																			Liukoisuus L/S 10	Liukoisuus L/S 10	Liukoisuus L/S 10	Kokonais-pitoisuus
Kuiva-aine	%								70		70		66		78		71,5					
Antimoni	mg/kg ka	2	10	50	25 000	0,06	0,7	5	36	<0,02	0,06	70	0,041	43	0,0058	0,04	70	<0,02	26	<0,0020	<0,010	
Arseeni	mg/kg ka	5	50	100	1 000	0,5	2	25	260	<0,02	0,14	870	0,032	8,37	0,0376	0,1	840	0,13	679	0,0432	0,1	
Barium	mg/kg ka				225 000	20	100	300	120	0,091	0,85	8,4	0,0076	22	0,000756	0,02	30	0,41	10	0,0336	0,08	
Elohopea	mg/kg ka	0,5	2	5	2 500	0,01	0,2	2	2	<0,003	<0,003	28					24	<0,003	24	0,00388	0,01	
Fosfori	mg/kg ka												<25,0						<25,0			
Kadmium	mg/kg ka	1	10	20	1 000	0,04	1	5	82	0,037	0,055	180	0,037	2,6	<0,001	<0,005	200		11	155	11,1	12,4
Kromi	mg/kg ka	100	200	300	1 000	0,5	10	70	34	<0,02	<0,02	14	<0,02	9,74	<0,01	<0,05	16	<0,02	8,82	0,0172	<0,0550	
Koboltti	mg/kg ka	20	100	250	1 000							200	4,1	159	<0,001	<0,005	130	11	93,9	12,1	13,4	
Kupari	mg/kg ka	100	150	200	2 500	2	50	100	4 700	0,2	1,2	3 000	0,2	2,2	2 810	0,276	0,6	2 700	85	2 250	9,24	10,6
Ljijy	mg/kg ka	60	200	750	2 500	0,5	10	50	260	<0,02	0,066	470	0,24	376	<0,002	<0,01	420	9	327	<0,0020	<0,010	
Molybdeeni	mg/kg ka				10 000	0,5	10	30	12	<0,02	0,055	6,1	<0,02	<2,00	0,0314	0,05	4,7	<0,02	<2,00	<0,0020	<0,010	
Nikkeli	mg/kg ka	50	100	150	1 000	0,4	10	40	810	0,1	0,19	99	0,031	77,7	0,0116	<0,0342	61	4,4	41,3	5,08	6,01	
Rauta	mg/kg ka				2 500	0,1	0,5	7	17	0,061	0,13	24	0,031	435000	0,031	0,06	24	0,031	409000	1,21	1,13	
Rikki	mg/kg ka								ei anal.			<300	35500				<300		36800			
Seleen	mg/kg ka				2 500	0,1	0,5	7	17	0,061	0,13	24	0,091	0,295	1,0	24	0,15	24	0,316	0,49		
Sinkki	mg/kg ka	200	250	400	2 500	4	50	200	26 000	3,3	7,8	46 000	0,0856	860	41 300	0,3	48 000	3300	41 100	2600	2782	
Vanadiini	mg/kg ka	100	150	250	10 000					<0,02	<0,02		<0,02	2,84	<0,010	<0,050		<0,02	2,72	0,0104	<0,0050	
Kokonaispitoisuudet																						
Mineraaliöljyt C ₁₀ -C ₄₀	mg/kg ka	300			10 000	500			740													
Keskisizeet C10-C21	mg/kg ka								26													
Raskaat jakeet C21-C40	mg/kg ka								720													
BTEX	mg/kg ka					6			<0,05													
PAH	mg/kg ka	15	30	100	1 000	40			<0,96													
PCB	mg/kg ka	0,1	0,5	5	50	1			<0,002													
Muut ominaisuudet																						
DOC	mg/kg ka					500	800	1 000	46	100			88	113	213			110	69	130		
Kloridi	mg/kg ka					800	15 000	25 000	<5	<23			<25	3,68	<7,01		<5,0	3	<6,58			
Sulfaatti	mg/kg ka					1 000	20 000	50 000	1000	1 200			1 900	2 960	10 387		9 800	7460	14 936			
Fluoridi	mg/kg ka					10	150	500	<1	<4,7			<5,0	0,356	3,8		14	<0,40	<0,452			
Fenoli-indeksi	mg/kg ka					1			1,1	3,1												
Haponeutralointi-kapasiteetti (ANC) pH 4	mol H+/kg								0,38													
Hehkutushäviö [%]	%							10														
TOC [%]	%					3	10/5*	6	0,81				0,337					0,4				
pH							≥ 6		7,7	7,0...8,3	8,0...8,4	5,9	6,0...6,1	9,7	10,2	10,5	3,9	4,0...4,4	5,8	6,3	6,8	
Sähkönjohtavuus	mS/m								100	25			33	237	192		110		440	180		
Liuenneiden aineiden kokonaismäärä (TDS)	mg/kg ka					4 000	60 000	100 000					5220	19 128				12240	23 870			

Kokonaispitoisuuksien viitearvovertailu, (VNa 214/2007 ja Syke opas 98/2002):

x	Kokonaispitoisuus ylittää kynnysarvon
xx	Kokonaispitoisuus ylittää alemman ohjearvon
xxx	Kokonaispitoisuus ylittää ylempään ohjearvon
xxxx	Kokonaispitoisuus ylittää ohjeellisen vaarallisen jätteen raja-arvon

*Tavanomaisen jätteen TOC enimmäispitoisuus 10 %;

tavanomaisen jätteen, joka sijoitetaan yhdessä kipsiphajaisen jätteen kanssa tai vakaan reagoimattoman vaarallisen jätteen kanssa TOC enimmäispitoisuus 5 %

Liukoisuuksien viitearvovertailu (VNa 2013/331):

xx	Ylittää pysyvän jätteen kaatopaikan kelpoisuusvaatimukset
xx	Ylittää tavanomaisen jätteen kaatopaikan kelpoisuusvaatimukset
xx	Ylittää vaarallisen jätteen kaatopaikan kelpoisuusvaatimukset

Parametri	Yksikkö	Viitearvot				Jätteen kelpoisuusstandardit kaatopaikalle			NP148b+5 % CaO (kuona+5 % kalkkia)			KK148B + 30 % Tammervoiman kuonan 0-2 mm jae			Kokooma 156-158			KK461/0,3-0,9			KK473, kokooma kuona (itäpuoli i2-i4)					
		Kynnys- arvo	Alempi ohjearvo	Ylempi ohjearvo	Ohjeellinen vaarallisen jätteen raja-arvo	Pysyvä jäte	Tavanomainen jäte	Vaarallinen jäte	Näytteen- ottopvm	29.8.2016	Näytteen- ottopvm	6.11.2017	Näytteen- ottopvm	15.9.2016	Näytteen- ottopvm	7.6.2017	Näytteen- ottopvm	2.8.2017	Analysointi aloitettu	17.10.2017	Analysointi aloitettu	20.6.2017	Analysointi aloitettu	26.6.2017	Analysointi aloitettu	7.8.2017
		Laboratorio	ALS	Laboratorio	ALS	Labora-torio	ALS	Laboratorio	ALS	Tutkimus- todistus	K1709693	Tutkimus- todistus	K1709979	Tutkimus- todistus	K1708578	Tutkimus- todistus	K1708640	Tutkimus- todistus	K1708950							
		Tutkimus- todistus	K1709693	Tutkimus- todistus	K1709979	Tutkimus- todistus	K1708578	Tutkimus- todistus	K1708640	Tutkimus- todistus	K1708950															
		Liukoisuus L/S 10	Liukoisuus L/S 10	Liukoisuus L/S 10	Kokonais- pitoisuus	Liukoisuus L/S 2	Liukoisuus L/S 10	Kokonais- pitoisuus	Liukoisuus L/S 2	Liukoisuus L/S 10	Kokonais- pitoisuus	Liukoisuus L/S 2	Liukoisuus L/S 10	Kokonais- pitoisuus	Liukoisuus L/S 2	Liukoisuus L/S 10	Kokonais- pitoisuus	Liukoisuus L/S 2	Liukoisuus L/S 10	Kokonais- pitoisuus	Liukoisuus L/S 2	Liukoisuus L/S 10				
Kuiva-aine	%								73,7			71,9			74,2			75,4			77,2					
Antimoni	mg/kg ka	2	10	50	25 000	0,06	0,7	5	37	<0,0040	<0,020	36	0,042	<5,0	<0,1	<0,157	<2,5	<0,002	<0,01	2,59	0,0082	0,0366				
Arseeni	mg/kg ka	5	50	100	1 000	0,5	2	25	654	0,0344	0,3	581	0,038	40,6	<0,1	<0,157	14,9	0,0044	<0,0117	12,6	<0,004	<0,02				
Barium	mg/kg ka				225 000	20	100	300	10,9	0,159	0,5		0,762	13,3	0,398	0,696	10,4	0,0184	0,382	368	0,436	1,92				
Elohopea	mg/kg ka	0,5	2	5	2 500	0,01	0,2	2	22	0,000076	0,0003	22	0,00395	<2,0	0,00053	0,00079	<1,0	<0,00002	<0,0001	<0,2						
Fosfori	mg/kg ka								<25,0					<50				106			1120					
Kadmium	mg/kg ka	1	10	20	1 000	0,04	1	5	150	0,0041	<0,0115	152	0,0689	7,77	7,1	7,25	<2,0	<0,001	<0,005	0,62	<0,002	<0,01				
Kromi	mg/kg ka	100	200	300	1 000	0,5	10	70	9,89	<0,020	<0,10	47,4	<0,005	27,4	<0,5	<0,786	11,7	0,022	<0,0587	24,4	<0,02	<0,1				
Koboltti	mg/kg ka	20	100	250	1 000				90,1	0,0055	<0,0125	96	0,0592	3 790	492	548	3 770	0,0448	0,0583	52,6						
Kupari	mg/kg ka	100	150	200	2 500	2	50	100	2 310	1,08	1,9	3 020	0,128	2 440	700	754	4 280	0,107	0,15	259	0,0114	0,0482				
Ljijy	mg/kg ka	60	200	750	2 500	0,5	10	50	316	0,17	0,8	466	0,001	<10,0	3,08	2,74	<5,0	0,01	0,0337	195	<0,004	<0,02				
Molybdeeni	mg/kg ka				10 000	0,5	10	30	<2,00	0,009	0,03		0,028	12,8	<0,1	<0,157	19,3	<0,002	<0,01	2,06	0,009	0,0319				
Nikkeli	mg/kg ka	50	100	150	1 000	0,4	10	40	41	<0,0120	<0,060	72,4	0,027	1 410	254	272	1 050	0,0552	<0,0656	60,6	0,03	0,08				
Rauta	mg/kg ka								399000	<0,0080	<0,040	442000		421000				437000			36800					
Rikki	mg/kg ka								35800			37500		ei anal.				ei anal.			564					
Seleeni	mg/kg ka				2 500	0,1	0,5	7		0,552	0,68		0,497	<20,0	<0,5	<0,786	<10,0	<0,01	<0,05		<0,02	<0,1				
Sinkki	mg/kg ka	200	250	400	2 500	4	50	200	40 500	8	28	40 600	4,12	8 700	2680	2686	2 390	0,202	0,525	194	0,128	0,295				
Vanadiini	mg/kg ka	100	150	250	10 000				2,99	<0,020	<0,10	9,08	<0,05	7,51	<0,5	<0,786	13,1	<0,01	<0,05	26,7	<0,02	<0,1				
Kokonaispitoisuudet																										
Mineraaliöljyt C ₁₀ -C ₄₀	mg/kg ka	300			10 000	500								49			<20									
Keskisizeet C10-C21	mg/kg ka													11			<10									
Raskaat jakeet C21-C40	mg/kg ka													38			<10									
BTEX	mg/kg ka					6																				
PAH	mg/kg ka	15	30	100	1 000	40								0,415			<0,16									
PCB	mg/kg ka	0,1	0,5	5	50	1								<0,021			<0,021									
Muut ominaisuudet																										
DOC	mg/kg ka					500	800	1 000		139	220		53		27,2	31		13	29		25	69				
Kloridi	mg/kg ka					800	15 000	25 000		4,5	9,02		1040		6,36	<8,83		1,19	10,3		6,68	12,4				
Sulfaatti	mg/kg ka					1 000	20 000	50 000		2 640	7 651		17400		11 620	12 264		37,2	94		119	235				
Fluoridi	mg/kg ka					10	150	500		<0,40	<4,49		<2,00		8,16	9,3		0,0	0,3		0,6	3,0				
Fenoli-indeksi	mg/kg ka					1									<0,02	<0,06		<0,02	<0,06		<0,02	<0,06				
Haponeutralointi- kapasiteetti (ANC) pH 4	mol H+/kg						Aina tutkittava ja arvioitava							<0,1			<0,1				0,39					
Hehkutushäviö [%]	%							10																		
TOC [%]	%					3	10/5*	6		0,4			0,5		1,93			0,129			20,8					
pH							≥ 6			12,3	12,5	12,4	7,8	6,9		2,5	3,1				8,8	8,0	7,8	7,4		
Sähkönjohtavuus	mS/m									823	685							14	6,04		42,7	21,2				
Liuenneiden aineiden kokonaismäärä (TDS)	mg/kg ka					4 000	60 000	100 000		10440	33 618				27800	31331		200	435		432	1328				

Kokonaispitoisuuksien viitearvovertailu, (VNa 214/2007 ja Syke opas 98/2002):

X	Kokonaispitoisuus ylittää kynnysarvon
XX	Kokonaispitoisuus ylittää alemman ohjearvon
XXX	Kokonaispitoisuus ylittää ylempään ohjearvon
XXXX	Kokonaispitoisuus ylittää ohjeellisen vaarallisen jätteen raja-arvon

Liukoisuuksien viitearvovertailu (VNa 2013/331):

xx	Ylittää pysyvän jätteen kaatopaikan kelpoisuusstandardit
xx	Ylittää tavanomaisen jätteen kaatopaikan kelpoisuusstandardit
xx	Ylittää vaarallisen jätteen kaatopaikan kelpoisuusstandardit

Parametri	Yksikkö	Viitearvot				Jätteen kelpoisuusvaatimukset kaatopaikalle			KK474, kokooma kuona (länsipuoli L1-L2)			KK477 (kokooma 4 ja 6)			KK498/0-1,2 m (kuonaa ja pintamaata)			KK506 2,9 m I (kuonaa)			KK506 2,9 m II (kuonaa)		
		Kynnys-arvo	Alempi ohjearvo	Ylempi ohjearvo	Ohjeellinen vaarallisen jätteen raja-arvo	Pysyvä jäte	Tavanomainen jäte	Vaarallinen jäte	Näytteen-ottopvm	2.8.2017	Näytteen-ottopvm	7.8.2017	Näytteen-ottopvm	25.8.2017	Näytteen-ottopvm	28.9.2017	Näytteen-ottopvm	28.9.2017	Näytteen-ottopvm	28.9.2017			
									Analyysointi aloitettu	7.8.2017	Analyysointi aloitettu	11.9.2017	Analyysointi aloitettu	14.9.2017	Analyysointi aloitettu	3.10.2017	Analyysointi aloitettu	3.10.2017					
									Tutkimustod. pvm	21.8.2017	Tutkimustod. pvm	26.9.2017	Tutkimustod. pvm	K1709332	Tutkimustod. pvm	10.10.2017	Tutkimustod. pvm	16.10.2017					
									Laboratorio	ALS	Laboratorio	Eurofins	Laboratorio	ALS	Laboratorio	ALS	Laboratorio	ALS					
Tutkimustodistus	K1708950	Tutkimustodistus	1510027737-012/3	Tutkimustodistus	28.9.2017	Tutkimustodistus	H17008846	Tutkimustodistus	H17008847														
					Liukoisuus L/S 10	Liukoisuus L/S 10	Liukoisuus L/S 10	Kokonaispitoisuus	Liukoisuus L/S 2	Liukoisuus L/S 10	Kokonaispitoisuus	Liukoisuus L/S 2	Liukoisuus L/S 10	Kokonaispitoisuus	Liukoisuus L/S 2	Liukoisuus L/S 10	Kokonaispitoisuus	Liukoisuus L/S 2	Liukoisuus L/S 10				
Kuiva-aine	%							77,6			72		80			66,1			69,3				
Antimoni	mg/kg ka	2	10	50	25 000	0,06	0,7	5	<2,5	<0,002	<0,001	5,2	<0,020	<0,020	<0,50	<0,002	<0,010	24,2	0,00600	0,0484	27	0,0408	0,149
Arseeni	mg/kg ka	5	50	100	1 000	0,5	2	25	14,6	<0,002	<0,01	76	<0,020	<0,020	15,4	<0,002	<0,0143	398	0,334	1,30	531	1,56	4,70
Barium	mg/kg ka				225 000	20	100	300	5,52	0,194	0,996	2,1	0,047	0,24	0,035	0,204	0,436	1,59	17,1	0,352	1,3		
Elohopea	mg/kg ka	0,5	2	5	2 500	0,01	0,2	2	<1,0	<0,00002	<0,0001	0,36	<0,003	<0,003	<0,20	<0,00002	<0,0001	13,6	0,000118	0,00348	26	0,00168	0,00774
Fosfori	mg/kg ka								73,6										91,5				
Kadmium	mg/kg ka	1	10	20	1 000	0,04	1	5	<2,0	0,00346	<0,00659	3,9	<0,020	0,02	0,59	<0,0010	<0,0050	73,5	0,014	0,221	129	0,982	1,22
Kromi	mg/kg ka	100	200	300	1 000	0,5	10	70	7,51	<0,01	<0,05	35	<0,020	<0,020	32,8	0,027	<0,0614	22,1	0,0248	<0,0593	9,88	<0,050	<0,120
Koboltti	mg/kg ka	20	100	250	1 000				3 070	0,464	0,705				545	0,0056	0,0223	822	1,63	4,36	132	5,56	5,82
Kupari	mg/kg ka	100	150	200	2 500	2	50	100	3 790	0,402	1,03	1600	12	20	335	0,0456	0,357	2330	0,0958	0,688	1 870	2,94	10,7
Ljijy	mg/kg ka	60	200	750	2 500	0,5	10	50	7,5	<0,002	<0,01	31	0,022	0,047	22	0,0022	0,0551	371	0,0832	0,196	329	1,03	3,81
Molybdeeni	mg/kg ka				10 000	0,5	10	30	14,7	<0,002	<0,01	22	<0,020	<0,020		0,0026	<0,01		<0,0020	<0,010	5,37	<0,010	<0,0239
Nikkeli	mg/kg ka	50	100	150	1 000	0,4	10	40	914	0,238	0,402	1600	2,2	2,5	220	0,0436	0,07	312	0,360	0,94	61,3	1,55	1,63
Rauta	mg/kg ka								258000												490000		
Rikki	mg/kg ka								315			3200			248			11300			17800		
Seleen	mg/kg ka				2 500	0,1	0,5	7		<0,001	<0,05	12	<0,020	<0,020		<0,01	<0,05		<0,010	<0,050		0,0676	<0,131
Sinkki	mg/kg ka	200	250	400	2 500	4	50	200	2 640	2,04	3,26	2800	10	11	556	0,125	0,44	19800	60,8	179	34 200	396	459
Vanadiini	mg/kg ka	100	150	250	10 000				7,02	<0,01	<0,05	8,7	<0,020	<0,020	39,3	<0,01	<0,05	14,7	<0,010	<0,050	5,8	<0,050	<0,120
Kokonaispitoisuudet																							
Mineraaliöljyt C ₁₀ -C ₄₀	mg/kg ka	300			10 000	500																	
Keskisizeet C10-C21	mg/kg ka																						
Raskaat jakeet C21-C40	mg/kg ka																						
BTEX	mg/kg ka					6																	
PAH	mg/kg ka	15	30	100	1 000	40																	
PCB	mg/kg ka	0,1	0,5	5	50	1																	
Muut ominaisuudet																							
DOC	mg/kg ka					500	800	1 000	17	75		<8	<32		24,2	35,7		29,2	449		78,2	368	
Kloridi	mg/kg ka					800	15 000	25 000	1,56	<5,36		<5	<24		2,98	<6,33		3,72	14,1		4,44	15,4	
Sulfaatti	mg/kg ka					1 000	20 000	50 000	121	160		2200	3000		90	127		548	832		832	891	
Fluoridi	mg/kg ka					10	150	500	<0,04	<0,2		8,7	<11		0,6	3,61		0,098	0,464		0,258	0,847	
Fenoli-indeksi	mg/kg ka					1			<0,04	<0,07													
Haponeutralointi-kapasiteetti (ANC) pH 4	mol H+/kg						Aina tutkittava ja arvioitava			<0,1								<0,10			<0,10		
Hehkutushäviö [%]	%							10				1											
TOC [%]	%					3	10/5*	6	0,195			<0,3						0,767			0,594		
pH							≥ 6		5,0	6,4	6,0	3,3	3,7		4,6	6,2		6,1	4,01	5,7	5,5	6,0	6,8
Sähkönjohtavuus	mS/m								14,8	5,02		130	22		16,4	5,7						88,6	13,7
Liuenneiden aineiden kokonaismäärä (TDS)	mg/kg ka					4 000	60 000	100 000	262	413								996	1791		1876	3338	

Kokonaispitoisuuksien viitearvovertailu, (VNa 214/2007 ja Syke opas 98/2002):

x	Kokonaispitoisuus ylittää kynnysarvon
xx	Kokonaispitoisuus ylittää alemman ohjearvon
xxx	Kokonaispitoisuus ylittää ylempään ohjearvon
xxxx	Kokonaispitoisuus ylittää ohjeellisen vaarallisen jätteen raja-arvon

Liukoisuuksien viitearvovertailu (VNa 2013/331):

xx	Ylittää pysyvän jätteen kaatopaikan kelpoisuusvaatimukset
xx	Ylittää tavanomaisen jätteen kaatopaikan kelpoisuusvaatimukset
xx	Ylittää vaarallisen jätteen kaatopaikan kelpoisuusvaatimukset

Parametri	Yksikkö	Viitearvot				Jätteen kelpoisuusstandardit kaatopaikalle			KK505 1m (rikkikiiskuonaa)			KK505/1 m + 30 % Tammervoiman kuonan 0-2 mm jae			KK504 0,8-0,9 m (kuonaa)			Teollisuusraiteet (kokoomanäyte KK37H 0-0,5 m, KK36H 0,5-1,0 m, KK33I 0-0,5 m)				
		Kynnys-arvo	Alempi ohjearvo	Ylempi ohjearvo	Ohjeellinen vaarallisen jätteen raja-arvo	Pysyvä jäte	Tavanomainen jäte	Vaarallinen jäte	Näytteen-ottopvm	27.9.2017	Näytteen-ottopvm	27.9.2017	Näytteen-ottopvm	27.9.2017	Näytteen-ottopvm	8.5.2019	Analysointi aloitettu	3.10.2017	Analysointi aloitettu	3.10.2017	Analysointi aloitettu	27.5.2019
								Laboratorio	ALS	Laboratorio	ALS	Laboratorio	ALS	Laboratorio	ALS							
								Tutkimustodistus	H17008848	Tutkimustodistus	K1709979	Tutkimustodistus	H17008849	Tutkimustodistus	HL1901860							
								Kokonaispitoisuus	Liukoisuus L/S 2	Liukoisuus L/S 10	Kokonaispitoisuus	Liukoisuus L/S 2	Liukoisuus L/S 10	Kokonaispitoisuus	Liukoisuus L/S 2	Liukoisuus L/S 10	Kokonaispitoisuus	Liukoisuus L/S 2	Liukoisuus L/S 10			
Kuiva-aine	%							67,1			65,6			63,1			87,7	90,3	90,3			
Antimoni	mg/kg ka	2	10	50	25 000	0,06	0,7	5	<2,50	0,00840	0,0339	<2,50	0,073	0,35	<2,5	<0,0020	<0,010	3	0,0046	0,0177		
Arseeni	mg/kg ka	5	50	100	1 000	0,5	2	25	65,8	0,0288	0,259	52	0,135	0,25	47,4	0,0228	0,0423	27	0,0106	0,0610		
Barium	mg/kg ka				225 000	20	100	300		0,41	1,56		0,15	0,33	89,1	0,302	1,47	589	0,1230	0,5080		
Elohopea	mg/kg ka	0,5	2	5	2 500	0,01	0,2	2	<1,00	0,000106	<0,000145	<1,00	0,00005	0,0002	<1,00	0,0000300	<0,000105	<0,20	0,0001	0,0001		
Fosfori	mg/kg ka														643			3 213				
Kadmium	mg/kg ka	1	10	20	1 000	0,04	1	5	21,0	0,043	0,0784	16	<0,002	<0,006	8,61	0,166	0,194	2	<0,0010	0,0060		
Kromi	mg/kg ka	100	200	300	1 000	0,5	10	70	27,1	<0,010	<0,0784	54	0,0212	0,06	38,3	<0,010	<0,050	43	<0,0100	0,0600		
Koboltti	mg/kg ka	20	100	250	1 000				3 030	1,48	1,91	2 470	0,00222	<0,006	1 770	5,5	6,46	140	0,0028	0,0060		
Kupari	mg/kg ka	100	150	200	2 500	2	50	100	8630	2,34	20	7 420	0,552	1,4	4 570	3,32	3,83	785	0,0636	0,2440		
Lijijy	mg/kg ka	60	200	750	2 500	0,5	10	50	27,7	0,00540	0,208	132	<0,004	<0,01	41	0,003400	<0,0107	82	0,0072	0,0307		
Molybdeeni	mg/kg ka				10 000	0,5	10	30		0,0264	0,124		0,622	0,852	11,7	0,00240	0,0111	3	0,0160	0,0374		
Nikkeli	mg/kg ka	50	100	150	1 000	0,4	10	40	1140	0,458	0,633	991	<0,012	<0,03	736	1,35	1,49	79	<0,0060	0,0360		
Rauta	mg/kg ka											378000	1214	1118	317000			56 767				
Rikki	mg/kg ka								6140			6360			3160							
Seleen	mg/kg ka				2 500	0,1	0,5	7		<0,010	<0,0948		<0,02	<0,07		<0,010	<0,050		<0,010	0,0600		
Sinkki	mg/kg ka	200	250	400	2 500	4	50	200	13700	29,8	52,7	12 600	0,05	0,1	5 620	84,0	101	671	0,0358	0,1910		
Vanadiini	mg/kg ka	100	150	250	10 000				13,6	<0,010	<0,108	19,2	<0,02	<0,06	35,7	<0,010	<0,050	54	0,0100	0,0600		
									Kokonaispitoisuudet													
Mineraaliöljyt C ₁₀ -C ₄₀	mg/kg ka	300			10 000	500														35		
Keskisizeet C10-C21	mg/kg ka																			<10		
Raskaat jakeet C21-C40	mg/kg ka																			31		
BTEX	mg/kg ka					6														<0,090		
PAH	mg/kg ka	15	30	100	1 000	40														1,35		
PCB	mg/kg ka	0,1	0,5	5	50	1														<0,021		
									Muut ominaisuudet													
DOC	mg/kg ka					500	800	1 000		39,2	98,4		87,4	135		29,0	42,4		22,4	78,6		
Kloridi	mg/kg ka					800	15 000	25 000		21	22,9		1226	1 185		18,1	21,5		3,32	7,57		
Sulfaatti	mg/kg ka					1 000	20 000	50 000		758	819		<1,0	<5,0		1248	1333		40,8	53,6		
Fluoridi	mg/kg ka					10	150	500		0,242	0,932		1,15	3,3		<0,20	<0,453		0,43	1,86		
Fenoli-indeksi	mg/kg ka					1														<0,0100	0,0625	
Haponeutralointi-kapasiteetti (ANC) pH 4	mol H+/kg								Aina tutkittava ja arvioitava	<0,10					<0,10							
Hehkutushäviö [%]	%																			10		
TOC [%]	%					3	10/5*	6		1,14			1,95		1,88				4,16			
pH							≥ 6			6,4	6,2	7,3	9,5	9,2	9,7	5,4	6,2	6,0		8,74	8,25	
Sähkönjohtavuus	mS/m									82,5	15,4		400	86,3		119	20,5		34,5	15,7		
Liuenneiden aineiden kokonaismäärä (TDS)	mg/kg ka					4 000	60 000	100 000		1264	1822		5520	8994		1 880	2 515		346	958		

Kokonaispitoisuuksien viitearvovertailu, (VNa 214/2007 ja Syke opas 98/2002):

x	Kokonaispitoisuus ylittää kynnysarvon
xx	Kokonaispitoisuus ylittää alemman ohjearvon
xxx	Kokonaispitoisuus ylittää ylempään ohjearvon
xxxx	Kokonaispitoisuus ylittää ohjeellisen vaarallisen jätteen raja-arvon

Liukoisuuksien viitearvovertailu (VNa 2013/331):

xx	Ylittää pysyvän jätteen kaatopaikan kelpoisuusstandardit
xx	Ylittää tavanomaisen jätteen kaatopaikan kelpoisuusstandardit
xx	Ylittää vaarallisen jätteen kaatopaikan kelpoisuusstandardit

Laimenemiskerroin pohjaveden purkautumiselle tehdasalueelta pohjaveden muodostumisalueelle

Tehdasalueelta pohjaveden muodostumisalueelle virtaava vesimäärä aikayksikössä

- tehdasalueen eteläosassa maaperä kairausten perusteella tiiviitä, heikosti johtavia maalajeja välillä pohjavesiputki PVP3... kairauspiste P10

Parametri	Arvo	Yksikkö	Perustelut
Poikkipinta-ala, A	2700	m ²	poikkipinta-ala, jonka suhteen virtaama lasketaan (syvyys x pituus)
Pohjavesikerros syvyys	10	m	arvioitu pohjavesikerroksen paksuus PVP3, PVP12 tietojen perusteella
Pituus tiiviimpi maalajikerros	270	m	Tehdasalueen eteläosan pituus välillä PVP3...P10
Vedenläpäisevyys, k max	1,0E-06	m/s	10 ⁻⁶ ...10 ⁻⁸ m/s (savikerroksia ja moreenia)
Vedenläpäisevyys, k min	1,0E-08	m/s	10 ⁻⁶ ...10 ⁻⁸ m/s (savikerroksia ja moreenia)
Gradientti, i	0,003	-	keskiarvo (PVP4-PVP3; PVP4-PVP12; PVP16-PVP12)
Virtaama, Q max	286	m ³ /a	Darcyn lain mukaan, $Q = A \cdot k \cdot i$, kun $k = 10^{-6}$ m/s
Virtaama, Q min	3	m ³ /a	Darcyn lain mukaan, $Q = A \cdot k \cdot i$, kun $k = 10^{-8}$ m/s

- tehdasalueen eteläosassa maaperä kairausten perusteella jonkin verran johtavia maalajeja kairauspisteiden P11...P14 välillä

Parametri	Arvo	Yksikkö	Perustelut
Poikkipinta-ala	2200	m ²	poikkipinta-ala, jonka suhteen virtaama lasketaan
Pohjavesikerros syvyys	10	m	arvioitu pohjavesikerroksen paksuus PVP2 tietojen perusteella
Pituus karkampi maalajikerros	220	m	Tehdasalueen eteläosan pituus välillä P11...P14
Vedenläpäisevyys, k min	1,0E-06	m/s	10 ⁻⁵ ...10 ⁻⁶ m/s (hiekkia ja silttikerroksia)
Vedenläpäisevyys, k max	1,0E-05	m/s	10 ⁻⁵ ...10 ⁻⁶ m/s (hiekkia ja silttikerroksia)
Gradientti, i	0,008	-	keskiarvo (PVP1-PVP2; PVP6-PVP2; PVP6-PVP1)
Virtaama, Q min	579	m ³ /a	Darcyn lain mukaan, $Q = A \cdot k \cdot i$, kun $k = 10^{-6}$ m/s
Virtaama, Q max	5 790	m ³ /a	Darcyn lain mukaan, $Q = A \cdot k \cdot i$, kun $k = 10^{-5}$ m/s

Yhteenlaskettu virtaama tehdasalueelta pohjavesialueelle:

Virtaama, Q minimi	582	m ³ /a
Virtaama, Q maksimi	6 076	m ³ /a

Pohjaveden virtaama muodostumisalueella

Parametri	Arvo	Yksikkö	Perustelut
Poikkipinta-ala	9450	m ²	poikkipinta-ala pv-muodostumisalueella (virtaus kohtisuoraan länsi-itä suuntaan)
Pohjavesikerros syvyys	30	m	GTK3715, PVP13 tietojen perusteella
Pituus	315	m	
Vedenläpäisevyys	5,0E-03	m/s	GTK virtausmalli, hiekkainen sora
Gradientti	0,0007	-	keskiarvo (GTK4115-GTK3715; GTK3715-PVP13)
Virtaama, Q	1 089 175	m ³ /a	Darcyn lain mukaan, $Q = A \cdot k \cdot i$, kun $k = 5 \cdot 10^{-3}$ m/s
Virtaama, Q, Hyhky VO perusteella	803 000	m ³ /a	Hyhkyyn nykyinen vedenotto on 2200 m ³ /vrk

Laimenemiskerroin tehdasalueelta muodostumisalueelle

1872	Maksimi laimeneminen 1:1900
179	Laimeneminen 1:180
1380	Laimeneminen 1:1400
132	Minimi laimeneminen 1:130

HAITTA-AINEIDEN SUURIMMAT SALLITUT PITOISUUDET MAAPERÄSSÄ ASUINRAKENNUKSEN SISÄILMARISKIN KANNALTA

1 Haitta-ainekohtainen diffuusiokerroin, D_s

$$D_s = D_a \frac{\theta_a^{3,33}}{n^2} + D_w \left(\frac{1}{H} \right) \frac{\theta_w^{3,33}}{n^2}$$

diffuusiokerroin ilmassa (m²/d)diffuusiokerroin vedessä (m²/d)

ilman täyttämien huokosten osuus maaperässä (-)

veden täyttämien huokosten osuus maaperässä (-)

maaperän huokoisuus (-)

Henryn lain vakio (-)

Diffuusiokerroin maaperässä (m²/d)

	Naftaleeni	Keskitysleet alif. C10-C12	Keskitysleet alif. C12-C16	Keskitysleet arom. C10-C12	Keskitysleet arom. C12-C16
D_a	5,54E-01	8,64E-01	8,64E-01	8,64E-01	8,64E-01
D_w	6,65E-05	8,64E-05	8,64E-05	8,64E-05	8,64E-05
θ_a	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
θ_w	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
n	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
H	0,0117	60	69	0,13	0,028
D_s	0,0629	0,8467	0,8467	0,8467	0,8468

Perustelu arvon valinnalle

Kirjallisuudesta 1)
Kirjallisuudesta 1)
Asiantuntijan arvio (haitta-aineet orsi-/pohjavesipinnan yläpuolella)
Asiantuntijan arvio (haitta-aineet orsi-/pohjavesipinnan yläpuolella)
Asiantuntijan arvio (maalajiarvio alueella hk, Sr)
Kirjallisuudesta 1)
Laskennan tulos

2 Laimenemiskerroin huokosilmasta sisäilmaan, DF

$$DF = \frac{Q_{vuoto}}{V_{rak} \cdot i_v} \cdot \frac{A_{rak} \cdot D_s}{Q_{vuoto} \cdot z_{pohja} + A_{rak} \cdot D_s} \cdot pmoA_{rak}$$

rakennuksen alapohjan läpi tuleva ilmavirta (m³/d).rakennuksen tilavuus (m³)

rakennuksen ilmanvaihtokerroin (1/d)

rakennuksen pohjan ala (m²)diffuusiokerroin maaperässä (m²/d)

etäisyys pilaantuneesta maasta rakennuksen alapohjaan (m)

pilaantuneen maan pinta-alan osuus

rakennuksen alapuolisesta maa-alasta (-)

Laimenemiskerroin (-)

	Naftaleeni	Keskitysleet alif. C10-C12	Keskitysleet alif. C12-C16	Keskitysleet arom. C10-C12	Keskitysleet arom. C12-C16
Q_{vuoto}	5	5	5	5	5
V_{rak}	250	250	250	250	250
i_v	12	12	12	12	12
A_{rak}	100	100	100	100	100
D_s	0,0629	0,8467	0,8467	0,8467	0,8468
z_{pohja}	1	1	1	1	1
$pmoA_{rak}$	1	1	1	1	1
DF	0,00093	0,0016	0,0016	0,0016	0,0016
$1/DF$	1077	635	635	635	635

Kirjallisuudesta 1)
(vähäinen riski, uudisrakennus kerrostalo)
Kirjallisuudesta 1)
(ei tarkkaa tietoa rakennuksista käytävissä)
oletusarvo kirjallisuudesta 1)
Kirjallisuudesta 1)
(ei tarkkaa tietoa rakennuksista käytävissä)
Edellisen laskentayhtälön tulos
Muuttuja
Oletusarvo

Laskennan tulos
Laskennan tulos ts. huokosilma laimenee sisäilmaan noin 600...1000 osaan

3 Suurin sallittu pitoisuus maaperässä, C_s

$$C_s = \frac{C_{ia} \cdot \left(K_d + \frac{\theta_w + \theta_a \cdot H}{\rho} \right)}{DF_{ia} \cdot H}$$

$$K_d = K_{oc} \cdot f_{oc}$$

pitoisuus sisäilmassa (mg/l)

maa-vesi-jakautumiskerroin (l/kg)

orgaanisen hiilen ja veden jakautumiskerroin (l/kg)

orgaanisen hiilen pitoisuus (-)

ilman täyttämien huokosten osuus maaperässä (-)

veden täyttämien huokosten osuus maaperässä (-)

Henryn lain vakio (-)

maa-aineksen tiheys (kg/l)

laimenemiskerroin huokosilman ja sisäilman välillä (-)

Suurin sallittu pitoisuus maaperässä (mg/kg)

	Naftaleeni	Keskitysleet alif. C10-C12	Keskitysleet alif. C12-C16	Keskitysleet arom. C10-C12	Keskitysleet arom. C12-C16
C_{ia}	1,0E-05	1,0E-03	1,0E-03	2,0E-04	2,0E-04
K_d	19	5 024	100 237	50	100
K_{oc}	955	251 189	5 011 872	2 512	5 012
f_{oc}	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
θ_a	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
θ_w	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
H	0,012	60	69	0,130	0,028
ρ	2	2	2	2	2
DF_{ia}	0,00093	0,00157	0,00157	0,00157	0,00157
C_s	18	53	923	49	455
KA	1	300 (C10-C40)			
AOA	5	300 (C10-C21)			
YOA	15	1000 (C10-C21)			

TCA arvot kirjallisuudesta 1)*
laskennan tulos
Kirjallisuudesta 1)
Asiantuntijan arvio (maalaji hk, Sr)
Asiantuntijan arvio (haitta-aineet orsi-/pohjavesipinnan yläpuolella)
Asiantuntijan arvio (haitta-aineet orsi-/pohjavesipinnan yläpuolella)
Kirjallisuudesta 1)
Asiantuntijan arvio (maalaji hk, Sr)
Edellisen laskennan tulos
laskennan tulos, PIMA:n etäisyys 1 m rakennuksen alapohjasta

Kynnysarvo (mg/kg)

Alempi ohjearvo (mg/kg)

Ylempi ohjearvo (mg/kg)

Lähteet:

1) Ympäristöhallinnon ohjeita 6/2014, Pilaantuneen maa-alueen riskinarviointi ja kestävä riskinhallinta

* TCA (Tolerable concentration in air), sallittu hengitysilman enimmäispitoisuus