

Vastaanottaja
Naantalın kaupunki, yhdyskuntatekniikka
Mika Hirvi
Heikki Voutilainen

Asiakirjatyyppi
Hulevesiselvitys

Päivämäärä
22.9.2021

IILIJÄRVEN ENTINEN KAATOPAIKKA HULEVESISELVITYS



Laatija

Kuvaus

Hulevesiselvitys

Viite, Ramboll 15100 62570

Kannen kuva Ramboll tammikuu 2020

1. JOHDANTO

1.1 Hankkeen taustaa

Naantalın kaupungissa, Luonnonmaan saarella, sijaitsee käytöstä poistettu Iilijärven kaatopaikka, jonka kokonaispinta-ala on noin 5,5 hehtaaria. Kaatopaikalle on vastaanotettu jätteitä (yhdyskunta-, teollisuus- ja ongelmajätteitä) vuosien 1965-1985 välisenä aikana.

Naantalın kaupungin tavoitteena on tehdä entisestä kaatopaikka-alueesta turvallinen liikkuu. Alueella ei saa olla sortumisriskiä eikä kaatopaikan täytöistä saa aiheutua päästöjä ympäristöön. Ramboll on kaupungin toimeksiannosta toteuttanut alueella ympäristötekniisiä selvityksiä ja raportti selvityksistä on toimitettu kaupungille joulukuussa 2020. Selvityksiä käsittelevässä raportissa on esitetty ehdotuksia jatkotoimenpiteiksi, yhtenä hulevesisuunnitelman tekeminen.

1.2 Työn sisältö

Tässä hankkeessa laadittiin hulevesien nykytilaselvitys ja -hallintasuunnitelma Iilijärven kaatopaikka-alueelle.

Hulevesien nykytilaselvityksessä tarkasteltiin kaatopaikan valuma-alue, topografia, maaperä sekä nykyiset pintavirtausreitit. Kaatopaikka-alueelle määritettiin lisäksi vuotuinen vesitase, jonka avulla arvioitiin vedenlaatu seuranta tietojen kanssa vuosittaista kaatopaikalta suotautuvaa haitta-ainekuormitusta vesistöön.

Hulevesien laadullista ja määrällistä hallintaa varten laadittiin yleissuunnitelma. Hallintasuunnitelman päätavoitteena oli esittää toimenpiteet, joilla voidaan vähentää kaatopaikka-alueelta laskuosiin purkautuvien hule- ja suotovesien sisältämää haitta-ainekuormitusta sekä parantaa alueelta pois johtavien ojavesien laatua. Toimenpiteiden vaikuttavuutta arvioitiin laskennallisesti näytteisistä analysoitujen haitta-aineiden perusteella (nikkeli, lyijy, sinkki, arseni, kupari, kadmium, kromi, elohopea ja kiintoainees). Hulevesien hallintatoimenpiteille laadittiin lisäksi alustava kustannusarvio.

Hulevesiselvityksen ja -suunnitelman on laatinut seuraava työryhmä Ramboll Finland Oy:stä:

Projektipäällikkö
Suunnittelijat
Geoasiantuntija

Työn tilaajana ovat toimineet Mika Hirvi ja Heikki Voutilainen Naantalın kaupungilta.

1.3 Käytetty koordinaatio- ja korkeusjärjestelmä

Suunnitelmassa on käytetty koordinaatio- ja korkeusjärjestelmiä EUREF-GK23 / N2000.

SISÄLTÖ

1.	Johdanto	3
1.1	Hankkeen taustaa	3
1.2	Työn sisältö	3
1.3	Käytetty koordinaatisto- ja korkeusjärjestelmä	3
2.	Suunnittelualan kuvaus	4
2.1	Yleistä	4
2.2	Hydrologia	4
2.2.1	Valuma-alue ja virtausreitit	4
2.2.2	Iilijärvenoja	6
2.3	Maaperätutkimukset ja jätetäytöt	7
2.4	Alueen nykyinen vesitase ja haitta-ainekuormitus	8
2.4.1	Vesitase	8
2.4.2	Nykytilanteen haitta-ainekuormitus	8
2.4.3	Haitta-ainepitoisuuksien vertailu	10
2.4.4	Kevään 2021 näytteenotto	11
3.	Hulevesien hallinta	13
3.1	Hulevesien hallinnan suunnittelun lähtökohdat	13
3.2	Hulevesien hallintatoimenpiteet	13
3.2.1	Pohjoispuolen ojan vesienkäsittelyrakenteet	14
3.2.2	Eteläpuolen ojan vesienkäsittelyrakenteet	15
3.2.3	Työmaa- ja huoltotie	16
3.2.4	Käsittelyrakenteet – huolto ja ylläpito	17
3.2.5	Käsittelyrakenteet ja ojat – geotekniikka	17
3.2.6	Kustannusarvio	17
3.2.7	Kustannus-hyötyanalyysi	19
3.2.8	Epävarmuustekijät	20
3.2.9	Suositus toteutusvaihtoehdoksi ja ohjeita jatkosuunnitteluun	20
4.	Yhteenveto	22

LIITTEET

Liite 1: Iilijärvenoja

Liite 2: Haitta-ainepitoisuuksien kehitys

Liite 3: Huoltotien pituusleikkaus vaihtoehdossa 1

Liite 4: Kustannusarvio

LIITEKARTAT

Piirustusno	Nimi	Sisältö	Mittakaava	Päiväys
N1- 15100 62570	Nykytila ja hydrologia	Yleiskartta	1:2500	22.9.2021
S1- 15100 62570	Hulevesien hallinta	Yleiskartta	1:1000	22.9.2021

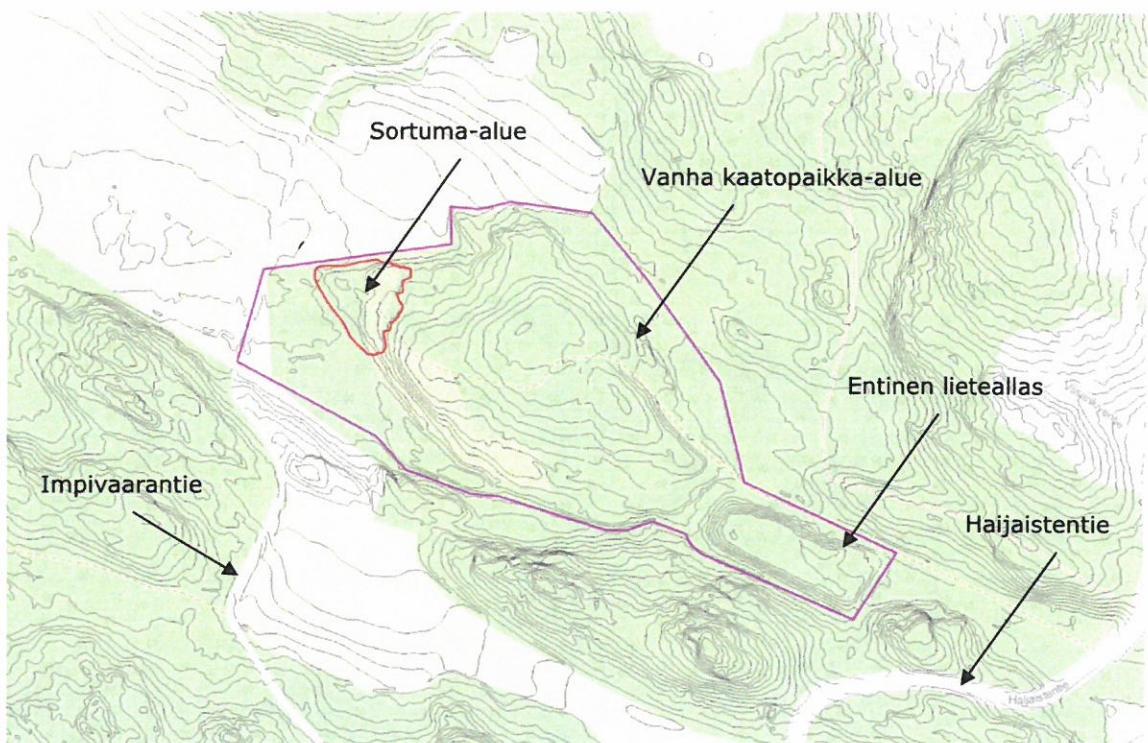
2. SUUNNITTELUALUEEN KUVAUS

2.1 Yleistä

Iilijärven käytöstä poistettu kaatopaikka sijaitsee Naantalissa, Luonnonmaan saarella. Tarkemmin kohde sijaitsee Kaivolan kylän eteläpuolella, Impivaarantien ja Haijaistentien välissä.

Kaatopaikan alue kohoaa muusta maastosta. Alueella on sijainnut kaatopaikkakummun lisäksi aiemmin lieteallas, joka on sittemmin täytetty. Aluetta on maisemoitu läjittämällä sen päälle savi- ja soramaata ja istuttamalla puita. Kaatopaikan luoteisnurkassa on alueellinen sortumakohta, jota on peitetty.

Suunnittelualueen sijainti ja topografia on esitetty kuvassa 2.1.



Kuva 2.1. Suunnittelualueen sijainti ja lähiympäristön topografia. Alueen pintavesien kulkua on selvitetty tarkemmin kappaleessa 2.2.

2.2 Hydrologia

2.2.1 Valuma-alue ja virtausreitit

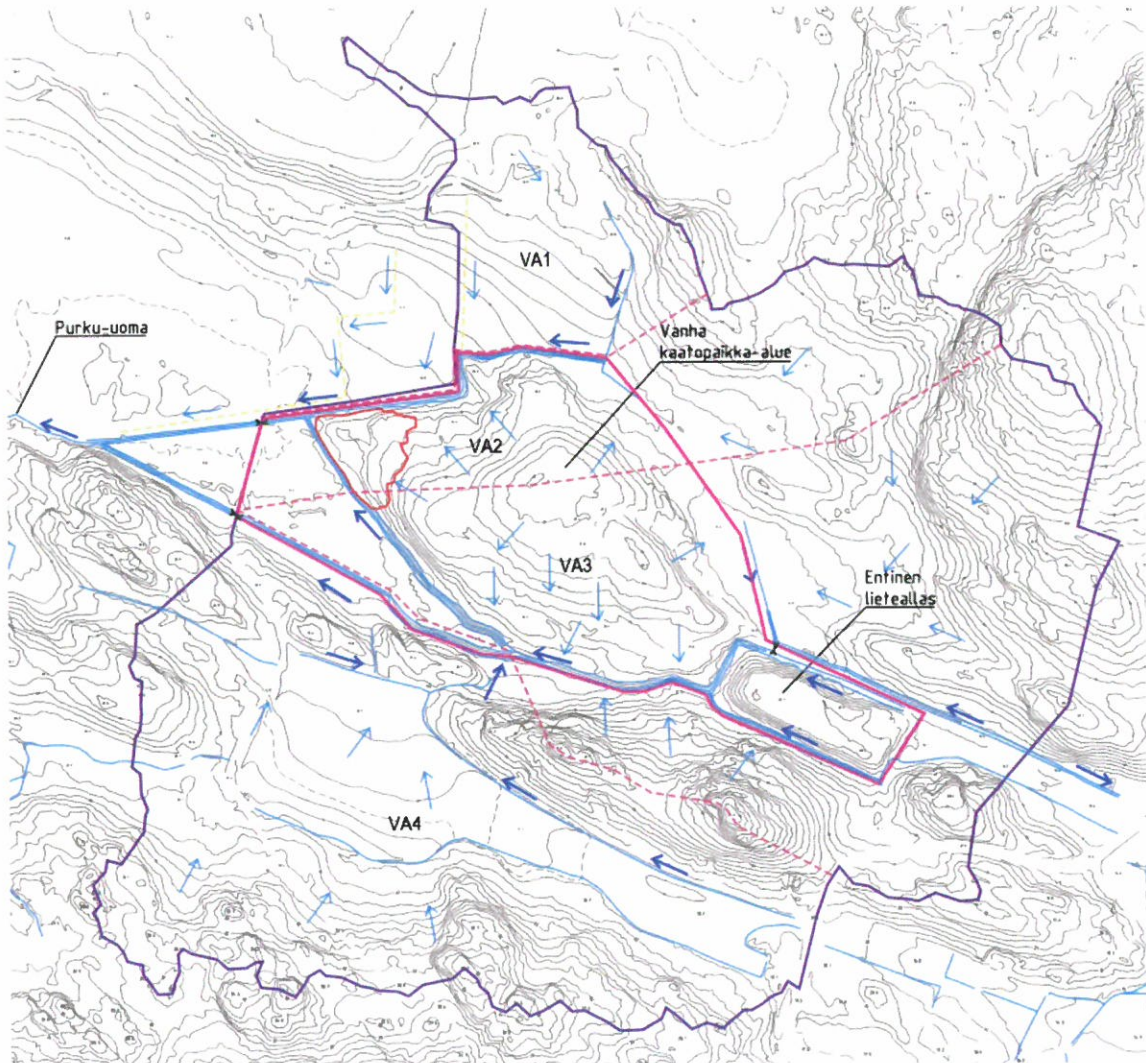
Suunnittelualueen pintavesien johtumista nykytilanteessa on kuvattu Nykytila ja hydrologia - liitekartalla N1.

Kaatopaikka sijaitsee muuta maastoa korkeammalla ja sen alueelta vedet valuvat sitä ympäröiviin sivuojiin. Ojat viettävät kohti länttä. Ojissa virtaa kaatopaikka-alueen suotovesien lisäksi myös alueen etelä- ja pohjoispuolisten peltöjen kuivatusvesiä.

Vanhan kaatopaikan purkupisteen (=Impivaarantien alittavat rummut) valuma-alue on kooltaan yhteensä noin 37 hehtaaria ja se on jaettu tässä selvityksessä neljään osavaluma-alueeseen. Valuma-alueista kaksi (VA1 ja VA2) purkavat vetensä kaatopaikan pohjoispuoleiseen sivuojaan ja toiset kaksi (VA3 ja VA4) kaatopaikan eteläpuoleiseen sivuojaan.

- VA1: Kaatopaikan pohjoispuoleiset peltoalueet on salaojitettu. Salaojien kokoojaputket on esitetty kuvan 2.2 kartalla. Itäisimmältä peltolohkolta salaojat on purettu peltojen eteläpuoliseen sivuojaan, johon myös kaatopaikan suotovedet päätyvät. Muilta peltoalueilta vedet on johdettu salaojapumppaamolle, josta ne nostetaan takaisin Iilijärvenojaan vasta läheltä kuvaan 2.2 merkittyä purku-uoma.
- VA2: Kaatopaikan pohjoisrinteet ja koillispuoliset metsäalueet
- VA3: Kaatopaikan etelärinteet, lietealtaan alue, lietealtaan pohjoispuoleiset metsäalueet, lietealtaan eteläpuoliset metsäiset rinteet
- VA4: Kaatopaikan eteläpuolinen peltoalue ja peltoaluetta ympäröivät metsäalueet

Kaatopaikkaa ympäröivissä sivuojissa sitä reunustavien metsä- ja peltoalueiden kuivatusvedet sekoittuvat kaatopaikka-alueelta suotautuviin haitta-ainepitoisiin vesiin. Kaatopaikan etelä- ja pohjoispuoleinen sivuoja johtavat omissa rummuissaan¹⁾ Impivaarantien alitse yhtyen peltoalueen eteläreunassa Iilijärvenojaksi (kts. luku 2.2.2), joka laskee lännessä n. 1,3 km päässä Matalahteen.



Kuva 2.2. Suunnittelukohteen hydrologia karttakuvana. Kuvassa on esitetty valuma-alueet sekä keskeiset pintavalunnan reitit ja ojat.

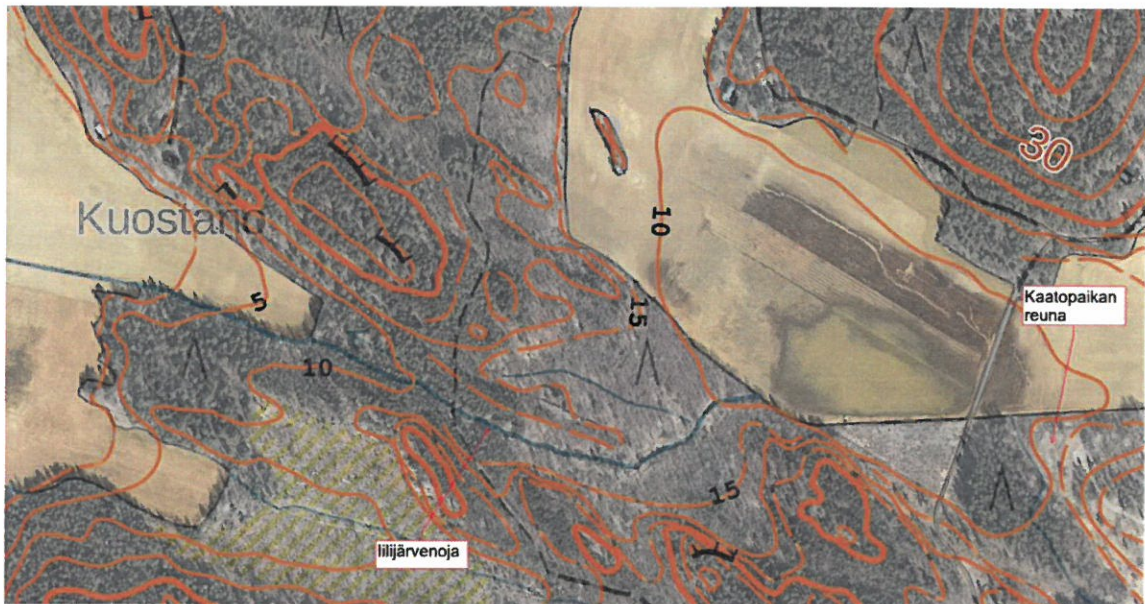
1) Aiemman ympäristötekniikan selvityksen (Ramboll 2020) yhteydessä käytössä olleiden maastokartoitustietojen perusteella molemmissa Impivaarantien alittavissa ojissa on rummut. Rummuista ei ole kokotietoja. Kartoitustietojen perusteella rummuista pohjoisempi olisi asennettu muutaman kymmenen senttiä ojan vesijuoksua korkeammalle. Toukokuussa 2021 tehdyn kartoituksen yhteydessä mittamies on löytänyt vain yhden rummun pään eteläisestä ojasta. Kartoitushetkellä ojat ovat kuitenkin olleet ääriään myöten täynnä vettä, mikä on voinut vaikuttaa kartoituksen lopputulokseen.

2.2.2 Iilijärvenoja

Alueella tehtyjen maastokäyntien ja maanomistajakuulemisen perusteella Iilijärvenoja padottaa voimakkaasti vesiä kaatopaikan pohjoispuoleisille peltoalueille erityisesti kevätikaan ja haittaa näin peltojen viljelyä.

Iilijärvenojusta on laadittu perkaussuunnitelma ja tehty ojatoimitus 1941 Naantalin maalaiskunnassa. Käytössä olleen tiedon mukaan perkaus on toteutettu suunnitelman mukaisesti (Porthen 2018). Vanhaa perkaussuunnitelmaa ei ole ollut käytössä tätä selvitystä tehdessä.

Iilijärvenoja halkoo +10 korkeuskäyrien välissä olevaa kannasta. Ojan pituus tällä tasaisella välillä on hieman yli 300 m (kuva 2.3). Lähtötietojen (Porthen 2018) ja maastokäynnin havaintojen perusteella oja on aikoinaan toteutettu osin kallioon louhimalla.



Kuva 2.3. Iilijärven oja.

Vanhojen ilmakuvien ja maastokarttojen perusteella (liite 1) kaikkia Iilijärvenojan yläpuolisia nykyisin viljelykäytössä olevia peltoalueita ei ole heti ojituksen jälkeen otettu viljelykäyttöön vaan suuri osa +10 korkeuskäyrän alapuolelle jäävistä alueista on vielä tällöin jätetty soistuviksi maa-alueiksi. Vuoden 1981 maastokartalla nämä alavimmat maa-alueet ovat edelleen soistuvia alueita, eivät viljelykäytössä olevaa peltoa. Sen sijaan vuoden 1995 ilmakuvassa peltoalueet ovat jo nykyisessä laajuudessaan.

Karttatarkasteluista herää epäily, onko Iilijärvenojaa alun perin kaivettu tai louhittu niin syväksi, että se olisi riittävä kuivattamaan alavimmat sen lähtöpäässä olevien peltoalueiden osat. Lähtötietojen perusteella (Porthen 2018) Iilijärvenojaa on kunnostettu kaupungin toimesta vuosien 2001–2003 aikana, jolloin ojaan on asennettu muoviputkea. Padotuksen syyksi on tämän takia epäilty mm. liian pientä putkikokoa, joka tietojen mukaan on 200–250 mm.

Edellisten tietojen perusteella vuosina 2001–2003 toteutettu putkitus ei siis välttämättä ole perimmäinen tai ainakaan ainut syy padotukselle, koska vesiä on noussut pelloille mahdollisesti jo ennen tätä. Epävarmaa sitä vastoin on, onko peltojen vettymishaittaa esiintynyt aina siitä lähtien, kun pellot on otettu viljelykäyttöön. Todennäköisenä voidaan joka tapauksessa pitää, että vettymishaitta on pahentunut vuosien myötä, sikäli kuin Iilijärvenojan kunnossapito on ollut puutteellista.

Lähtötietojen (Porthen 2018) mukaan osa ojien penkoista olisi sortunut ja tukkinut ojan, mikä estää vesien kulkua ojassa. Tehdyllä maastokäynnillä (kesäkuun 2021 alku) ojan penkoilla ei havaittu selkeitä sortumia. Sitä vastoin oja oli näin kasvukauden aikaan voimakkaasti umpeen kasvanut, ojan pohja paikoin liettynyt ja vesi seisoj ojaan virtaamatta eteenpäin. Maastokäynnillä ojassa ei havaittu selkeää putkitettua osuutta, mutta toisaalta maastokäynti ei ulottunut koko ojan pituudelle vaan ainoastaan sen alkupäähän, ehkä n. 100 m matkalle. Koska oja oli paikoin

voimakkaasti umpeen kasvanut ja siinä seisoivat vettä, saattoivat myös mahdolliset pienemmät sortumat jäädä havaitsematta.

Tarkemman tilannekuvan saaminen edellyttäisi ehdottomasti kasvukauden ulkopuolella alueelle tehtävää maastokäyntiä sekä ojan ja mahdollisen putkitetun osuuden vesijuoksujen mittaamista vähintään muutaman kymmenen metrin välein.

Lähtötietojen (Porthen 2018) mukaan vastuita Iilijärvenojan kunnostuksen ja perkaamisen kustannuksia on selvitetty jo vuonna 2015 Naantalın kaupungin ympäristönsuojelun viranhaltijoiden ja ELY-keskuksen kanssa Impivaarantien viereisen pellon viljelijän aloitteesta. ELY-keskuksen vesistöasiantuntija on tällöin katsonut, ettei Iilijärven kaatopaikan aiheuttama valumavesien määrä ole merkittävä suhteessa Iilijärvenojan valuma-alueen muihin kiinteistöihin. Näin ollen suurin hyöty ja kustannusvastuu Iilijärvenojan kunnostamisesta olisi jäänyt peltojen ja metsäalueiden omistajille. Iilijärvenojan kunnostushanketta ei ole viety eteenpäin.

2.3 Maaperätutkimukset ja jätetäytöt

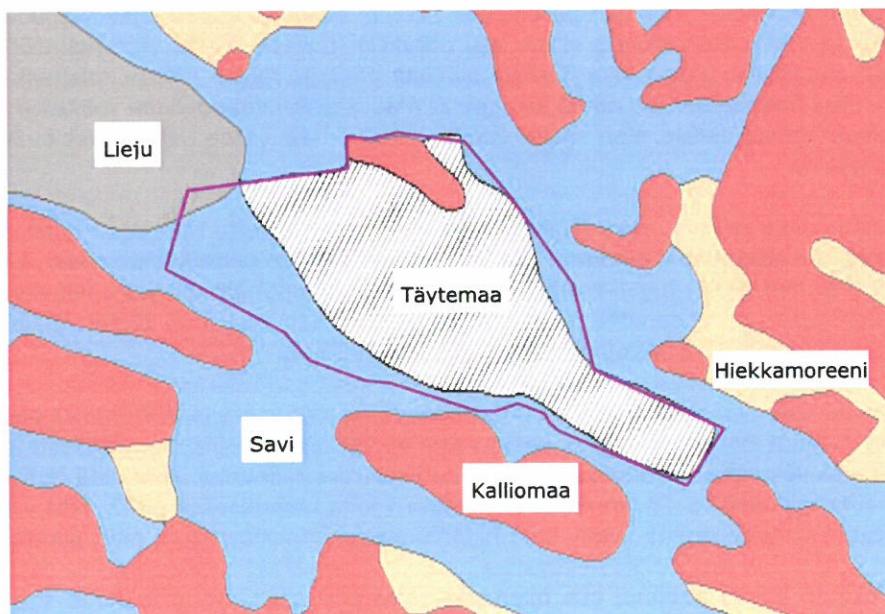
Kaatopaikka-alueen pintakerros koostuu täyttömaasta, joka on savea ja soraa. Alueen luoteis- ja keskiosassa pintamaatäyttökerroksen paksuus vaihtelee 2-5 m välillä.

Alueen luoteis- ja kaakkoisosissa (lietealtaan alue) on todettu jätetäyttöä, joka koostuu sekalaisesta yhdyskuntajätteestä. Jätetäytön seassa on maa-ainesta (lähinnä hiekkaa/silttiä). Luoteisosassa jätetäytön paksuus vaihtelee 2-4 m välillä. Alueen keskiosassa ei ole todettu jätetäyttöä, mutta täyttömaata alueella on vaihtelevasti 3-6 m.

Alueen kaakkoisosassa "lietealtaan" alueella, pintamaakerros on paksuimmillaan n. 1 m. Myös maanpinnassa on paikoin jätejakeita. Paksuimmillaan pintamaakerroksen alapuolella oleva täyttökerros (=maa-ainesta ja jätettä) on noin 8 m.

Tarkemmat tiedot jätetäytöistä ja alueelta havaituista haitta-aineista löytyvät alueella toteutettuja ympäristötekniisiä selvityksiä kuvaavasta raportista (Ramboll 2020).

Kaatopaikka-alueen ulkopuolella täyttöalueiden ympärillä alueen maaperä on GTK:n maaperäkartan mukaan pääasiassa savea (kuva 2.4). Lisäksi kaatopaikan pohjoisosassa on kallioharjanne.



Kuva 2.4. Suunnittelualueen maaperä. (GTK 2021)

Alueen länsipäässä on tapahtunut jätekasan sortuma, joka todennäköisesti johtuu jätetäytön huonosta stabiiliteetista. Tutkimusten perusteella pohjamaan sortumaa ei ole havaittu. Osa jätetäytöstä

sijoittuu kuitenkin saviselle ja liejuiselle maaperälle, joten myös suuremmat liukusortumat ja pohjamaan lujuuden menetykset ovat mahdollisia, jos täytön paksuutta kasvatetaan.

Todennäköisyys sulfidisavien esiintymiselle alueella on pieni. Lisäksi suhteessa matalat suunnitellut kaivut pienentävät todennäköisyyttä happaman valunnan muodostumiselle entisestään (kts. luku 3.2).

2.4 Alueen nykyinen vesitase ja haitta-ainekuormitus

2.4.1 Vesitase

Kaatopaikka-alueelle määritettiin vuotuinen vesitase, jonka avulla arvioitiin vedenlaatureuranta-tietojen kanssa vastaanottavaan vesistöön (Matalahteen) kohdistuvaa vuosittaista haitta-ainekuormitusta.

Vesitaseen arviointia varten määritettiin alueen vuosittainen sademäärä lähimmän mittausaseman (Turku, Artukainen) edellisten 30 vuoden sademäärien keskiarvon perusteella (650 mm). Sademäärästä vähennettiin maahaihdunta. Maahaihdunnan vuosikeskiarvona käytettiin SYKE:en vesistömallijärjestelmän (1962 – 2015) vuosihaihdunnan arvoa Naantalien alueelle (325 mm).

Vesitaseyhtälön mukaisesti se osa sadannasta, joka ei haihdu, muodostaa valuntaa. Muodostuvan valunnan määrässä huomioidaan lisäksi maa- ja pohjavesivaraston muutokset, jotka voivat joko lisätä tai vähentää muodostuvan valunnan määrää.

$$R (\text{valunta}) = P (\text{sadanta}) - E (\text{haihdunta}) \pm \Delta V (\text{vesivaraston muutos})$$

Pitkän aikavälin tarkasteluissa (ja erityisesti suuremmilla valuma-alueilla) vesivaraston muutokset voidaan olettaa tarkastelun kannalta merkityksettömiksi (=muutos vesivarastoissa on lähellä nollaa). Myös tässä tarkastelussa muutokset vesivarastoissa on oletettu nolaksi, jotta vuosittaista kokonaisvaluntaa ja haitta-ainekuormitusta pystytään arvioimaan. Lähtöoletuksena on siis, että kaatopaikka-alueelle ja sitä ympäröiville metsä- ja peltoalueille satava vesi, joka ei haihdu, muodostaa valuntaa joko suoraan pintavaluntana tai suotautumalla alueen purkuojiin.

Valuma-alueilta VA1-4 (yht. 37 ha) muodostuva vuosittainen kokonaisvirtaama on n. 120 000 m³/a. Kokonaisvalunnasta noin 20 % muodostuu varsinaisella kaatopaikka-alueella ja loput kaatopaikkaa ympäröivillä metsä- ja peltoalueilla. Kokonaisvirtaaman perusteella määritetty keskivalunta valuma-alueille on 10,3 l/s/km², mikä vastaa hyvin pienten järveltömien alueiden tavanomaista keskivaluntaa 6...10 l/s/km².

2.4.2 Nykytilanteen haitta-ainekuormitus

Hulevesien käsittelyssä laskeutukseen ja suodatukseen perustuvat menetelmät toimivat ensi sijassa kiintoaineen ja siihen sitoutuneiden haitta-aineiden pidätyksessä. Tämän perusteella tarkasteluun valittiin kiintoaineen lisäksi sellaisia metalleja, jotka

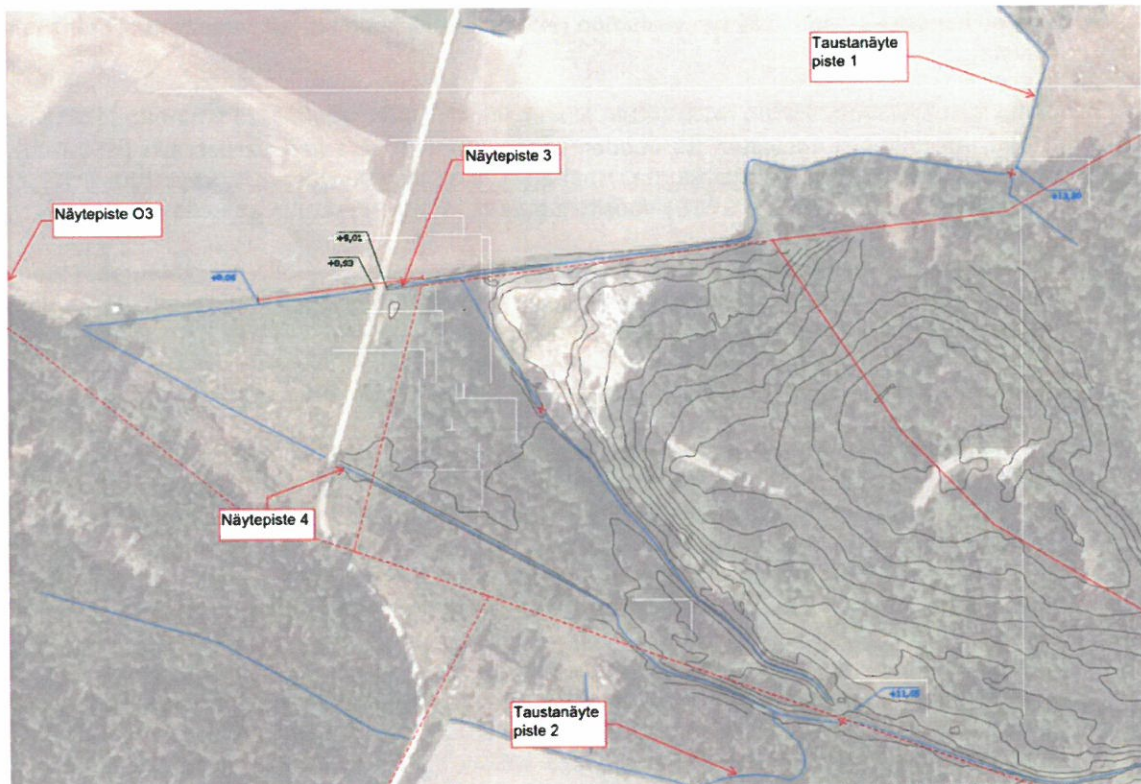
- a) esiintyvät tyypillisesti merkittävässä määrin kiintoaineeseen sitoutuneena,
- b) joista oli olemassa mittausdataa kohteesta useammalta eri mittauskerralta

Valitut tarkasteltavat vedenlaadun parametrit ovat sameus/kiintoaine, arseeni (As), elohopea (Hg), kadmium (Cd), kromi (Cr), kupari (Cu), lyijy (Pb), nikkeli (Ni) ja sinkki (Zn). Metallien osalta tarkasteluissa käytettiin näytteenottotulosten keskiarvoja ja sameuden osalta mediaaneja. Muita oja-vesissä todettuja haitta-aineita käsitellään erikseen kohteesta laadittavassa riskinarvioinnissa, jossa huomioidaan myös asetuksen 1022/2006 (asetus vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista) mukaiset raja-arvot.

Pintavesinäytteistä on analysoitu ainoastaan metallien liukoisia pitoisuuksia. Kokonaiskuormituksen ja käsittelyrakenteiden puhdistusreduktion arvioimiseen tarvitaan kuitenkin tieto metallien kokonaispitoisuuksista. Metallien liukoiset pitoisuudet riippuvat mm. pH:sta, lämpötilasta, pelkistypotentiaalista, maaperän koostumuksesta ja mikrobiologisista prosesseista, eikä niitä ole mahdollista arvioida luotettavasti kokonaispitoisuuksien perusteella. Koska kohteesta ei kuitenkaan ollut käytössä mittaustuloksia metallien kokonaispitoisuuksista, arvioitiin niitä ilman parempaa tietoa

Stormtac-ohjelmistossa (kts. luku 4.1) esitetyistä keskimääräisistä metallien kokonais- ja liukoisen pitoisuuden suhteista. Nämä ohjelmassa esitetyt suhdeluvut perustuvat useissa eri kohteissa tehtyihin mittauksiin.

Kohteesta otettiin pintavesinäytteitä vielä tämän työn aikana toukokuun 2021 lopussa neljästä eri pisteestä (kuva 2.5). Näytteistä analysoitiin sameus, kiintoaine sekä metallien kokonais- ja liukoiset pitoisuudet. Kaikista näytteenottopisteistä määritetty keskiarvo metallien liukoisen ja kokonaispitoisuuden suhdeluvulle vastasi kohtalaisen hyvin aiemmassa arvioinnissa käytettyjä Stormtac-ohjelmiston suositamia keskimääräisiä suhdelukuja (kts. taulukko 2.1). Myös arvioinnissa käytetty oletus sameuden ja kiintoainepitoisuuden suhteesta (1 NTU = 1 mg/l) osoittautui paikkansa pitäväksi, kun niitä verrattiin toukokuun 2021 lopussa tehtyihin mittauksiin.



Kuva 2.5. Kesäkuun 2021 alussa otettujen näytteiden sijaintitiedot.

	Metallien liukoisen ja kokonaispitoisuuden suhde (%)						
	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg
Stormtac-suhde	21	65	63	68	45	76	64
Näytteenotto 1.6.2021	23	75	55	57	59	88	xx

Taulukko 2.1. Metallien kokonaiskuormitusarvioinnissa käytetyn liukoisen- ja kokonaispitoisuuden suhde Stormtac-ohjelmistossa ja vertailu toukokuun 2021 lopussa tehdyn näytteenoton keskiarvoihin.

Vuosittainen kuormitus eri haitta-aineille kaatopaikan valuma-alueilta (VA1-VA4) laskettiin arvioidun kokonaisvirtaaman ja haitta-aineiden kokonaispitoisuuksien perusteella näytteenottopisteestä O3 vuosina 1998–2018 kerättyjen näytteiden perusteella (taulukko 2.2).

Haitta-aine	Kokonaispitoisuus	Vuosi-kuorma
Kiintoaine (mg/l)	49	5745 kg
As (µg/l)	1.8	0.205 kg
Hg (µg/l)	0.03	0.04 kg
Cd (µg/l)	0.29	0.035 kg
Cr (µg/l)	33	3.93 kg
Cu (µg/l)	7.2	0.84 kg
Pb (µg/l)	20	2.39 kg
Ni (µg/l)	28	3.33 kg
Zn (µg/l)	290	34.5 kg

Taulukko 2.2 Tarkasteltujen haitta-aineiden arvioidut kokonaispitoisuudet ja vuosikuormat kaatopaikan valuma-alueilta (VA1-4) purkuvesistöön.

2.4.3 Haitta-ainepitoisuuksien vertailu

Kaikista tarkastelussa olleista haitta-aineista, joista löytyy vähintään 5 sellaista näytteenottokertaa pisteestä O3, joilla pitoisuudet on saatu määritettyä, laadittiin pitoisuuksien muutoksia aikavälillä 1998–2020 esittävät kuvaajat (liite 2). Kuvaajissa ei ole esitetty sellaisten näytteenottokertojen pitoisuuksia, jotka ovat jääneet määritysrajojen alle, koska määritysrajat ovat muuttuneet näytteenottokertojen välillä, eivätkä täten ole keskenään vertailukelpoisia.

Haitta-aineista sameuden, kadmiumin, kromin ja lyijyn trendiviivat ovat laskevia (vrt. liite 2). Pitoisuudet ovat siis pienentyneet tilastollisesti tarkastellulla näytteenottoaikavälillä 1998–2020. Vastaavasti nikkelin ja sinkin kohdalla trendiviivat ovat nousevia eli pitoisuudet ovat tilastollisesti tarkasteluna kasvaneet näytteenottoaikavälillä. Tarkastelussa ei ole huomioitu 6.11.2007 saadun näytteenoton tuloksia, jolloin sekä sameus että metallien liukoiset pitoisuudet ovat olleet poikkeuksellisen suuria.

Aineistossa eri näytteenottokertojen välillä olevat pitoisuusvaihtelut ovat olleet kaikkien haitta-aineiden kohdalla merkittäviä. Lisäksi erityisesti metallien kohdalla näytteenottokertoja on niin vähän, että jo yksittäisen näytteenottokerran tulos voi muuttaa trendiviivan suuntaa ratkaisevasti. Tämän takia tuloksista ei pystytä tekemään johtopäätöstä siitä, että pitoisuudet olisivat ainakaan merkittävästi pienentyneet näytteenottovälillä 1998–2020.

Vaikka pitoisuuksien ei voida varmuudella sanoa pienentyneen tarkasteluajana, on seuraavassa pitoisuuksia vielä vertailtu siten, että aikavälin 1998–2012 ja 2013–2020 arvioidut kokonaispitoisuudet on eroteltu toisistaan. Vertailussa aikavälin 1998–2012 pitoisuuksiin on luettu mukaan 6.11.2007 suoritettujen näytteenoton tulokset, jotka kasvattavat tämän aikavälin keskiarvoja huomattavasti. Vertailu on tehty Tukholman läänin alueelle pien- ja suurvesistöille määritettyihin raja-arvoihin. Tukholman läänin alueen raja-arvot valittiin mukaan vertailuun, koska Suomessa hulevesille ei ole määritelty selkeitä haitta-aineiden raja-arvopitoisuuksia, joita olisi pystytty hyödyntämään tässä yhteydessä.

Taulukossa 2.3 on erikseen osoitettu vaalean punertavalla värillä pienvesistöjen raja-arvot ylittävät pitoisuudet ja tummemmalla suurvesistöjen raja-arvot ylittävät pitoisuudet. Vertailusta on vielä hyvä huomata, että haitta-aineille arvioidut kokonaispitoisuudet perustuvat useisiin edellä esitettyihin oletuksiin, eivätkä edusta näytteenotolla saatuja pitoisuuksia. Lisäksi Suomessa ei ole asetettu erikseen raja-arvoja hulevesien sisältäville haitta-aineille yksittäisiä työmaavesille asetettuja parametreja lukuun ottamatta.

Haitta-aine	Kokonaispitoisuus		Tukholman läänin raja-arvot	
	1998–2012	2013–2020	Pienvesistö	Suurvesistö
Kiintoaine (mg/l)	56	47	40	75
Hg (µg/l)	-	0.03	0.03	0.07
Cd (µg/l)	0.51	0.14	0.4	0.5
Cr (µg/l)	50	6.4	10	25
Cu (µg/l)	4.6	6.6	18	40
Pb (µg/l)	38	3.8	8	15
Ni (µg/l)	33	17	15	30
Zn (µg/l)	437	52	75	125

Taulukko 2.3 Tarkasteltujen haitta-aineiden kokonaispitoisuuksien vertailu Tukholman läänin raja-arvoihin. Tukholman läänin alemman raja-arvon ylittävät pitoisuudet merkitty vaalean oranssilla ja ylempään raja-arvon ylittävät oranssilla.

2.4.4 Kesän 2021 näytteenotto

Vanhoissa pintavesinäytteissä (1998–2018) esiintyy kaatopaikan pohjoispuoleisen ojan taustapisteesissä O0 kohonneita haitta-ainepitoisuuksia (kts. ympäristötekniset selvitykset, Ramboll 2020). Nyt laaditun virtausreittianalyysin perusteella kyseiselle näytenäyteen otteelle saattaa johtua kaatopaikan pohjoispuoleisten rinteiden suotovesiä. Tämän takia esitetään näytteenottopisteen siirtämistä pohjoisemmaksi pellon sivuajassa (kts. kuva 2.5).

Kaatopaikka-aluetta ympäröivistä ojista otettiin pintavesinäytteitä vielä tämän työn aikana 31.5.2021 neljästä eri pisteestä (kts. kuva 2.5). Näytteistä 2 oli taustanäytenäyte. Näillä uusilla näytteillä pyrittiin myös varmistamaan, onko taustanäytenäyteen otteille kohdistuva valunta puhtaampaa kuin kaatopaikan purkuojiin kohdistuva valunta. Näytteenotosta saadut tulokset sameudelle ja metallien liukoisille pitoisuuksille on esitetty alla taulukossa 2.3 yhdessä aiempien näytenäyteen otteiden O0 ja O3 keskiarvojen kanssa.

Haitta-aine	Vanhat näytenäyteen otteet		Uudet näytenäyteen otteet (kesä 2021)			
	O3 ka.	O0 ka.	Tausta 1	Tausta 2	3	4
Sameus (NTU)	49	63	56	43	67	39
As (µg/l)	1.8	1.8	1.5	0.52	1.1	0.93
Hg (µg/l)	0.03	0.01	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
Cd (µg/l)	0.29	0.12	0.1	<0.03	0.057	0.062
Cr (µg/l)	33	11.7	2.5	1.2	2.7	2.1
Cu (µg/l)	7.2	10.27	16	3.2	8	5.7
Pb (µg/l)	20	3.96	1.9	0.58	1	0.96
Ni (µg/l)	28	7.9	7	2.3	8.2	5.9
Zn (µg/l)	290	25	13	1.8	9.4	7.2

Taulukko 1.4 Näytteenottotulokset vanhoille ja uusille näytenäyteen otteille sameuden ja metallien liukoisten pitoisuuksien osalta (vanhat näytenäyteen otteet ovat keskiarvoja vuosilta 1998–2018).

Kesän 2021 näytteenottotuloksissa metallien liukoiset pitoisuudet vastasivat tai olivat ainakin suhteellisen lähellä tavanomia metsä- ja peltoalueilla esiintyviä metallipitoisuuksia kaikilla neljällä mitaustapisteellä (vertailukohteena Tampereelle rakentuvalta asuinalueelta ennen rakentamisen alkua kerätyt nollanäytteet). Vaikka pitoisuudet nyt tehdyissä mittauksissa ovat taustapisteesillä 1 jopa suurempia kuin kaatopaikan purkuojista pisteistä 3 ja 4 mitatut pitoisuudet useamman metallin kohdalla, ei tästä kannata tehdä vielä liian pitkälle meneviä johtopäätöksiä siitä, että taustapisteesiltä tuleva kuormitus olisi yhtä suurta kuin kaatopaikalta tuleva kuormitus.

Nyt tehdyissä mittauksissa pitoisuudet ovat olleet lähes kaikkien metallien osalta pienempiä kuin kaatopaikan purkuojasta pisteestä O3 vuosina 1998–2018 mitatut keskiarvot. Erot taustapisteesien

1 ja 2 sekä kaatopaikan purkuojista mitattujen pisteiden 3 ja 4 välillä nyt tehdyissä mittauksissa ovat selitettävissä metallipitoisuuksien tavanomaisella vaihteluvälillä metsä- ja peltovaltaisilla alueilla. Nyt toteutettu näytteenotto sijoittui myös selvästi myöhempään kevääseen ja oletettavasti kuivempaan aikaan kuin alueella tavallisesti keväisin ja syksyisin tehtävä näytteenottokierros, mikä selittää eroa aiempiin vuosina 1998–2018 mitattuihin keskiarvoihin.

Nyt tehdyn näytteenoton perusteella vaikuttaa kuitenkin siltä, ettei kaatopaikalta purkuojiin kohdistuva kuormitus ole ainakaan koko vuotta yhtä suurta, mitä kevään sulamiskaudella ja syksyllä otetut näytteet antavat olettaa. Todennäköisesti metallipitoisuudet ja kuormitus ovat suurimmillaan nimenomaan kevään sulamiskaudella ja syyssateiden aikaan, kun valunta on suurta.

3. HULEVESIEN HALLINTA

3.1 Hulevesien hallinnan suunnittelun lähtökohdat

Hulevesien hallinnan suunnittelun päätavoitteena on esittää toimenpiteet, joilla voidaan parantaa kaatopaikka-alueelta poisjohtavien ojavesien laatua. Lähtökohtana suunnittelussa on, että:

- 1) Kaatopaikka-alueen suotovedet ohjataan käsiteltäväksi ennen purkua Iilijärvenojaan
- 2) Kaatopaikka-alueen ulkopuolisten puhtaampien vesien sekoittuminen kaatopaikan suotovesiin pyritään estämään

Haitta-aineiden reduktiota hulevesien käsittelyrakenteissa arvoitiin StormTac – nimisellä laskenta-ohjelmalla, jolla pystytään arvioimaan erilaisten rakenteiden puhdistustehokkuutta arvioitujen haitta-ainepitoisuuksien ja virtaamatietojen perusteella. Ohjelmistossa käytetyt laskentamallit ovat tieteellisesti vertaisarvioituja ja ajantasaisen tiedon perusteella päivityviä.

Tehdyissä tarkasteluissa lähtöoletuksena on käytetty: 1) kaikkialla valuma-alueella muodostuu tasaaisesti valuntaa (=valunta kaatopaikka-alueelta ja ympäröiviltä pelloilta-/metsistä on yhtä suurta), 2) kaikkialla valuma-alueelle muodostuva valunta on laadultaan samanlaista (=haitta-ainepitoisuudet kaatopaikka-alueelta ja ympäröiviltä alueilta muodostuvassa valunnassa ovat yhtä suuret).

Erityisesti jälkimmäinen oletus samanlaatuisesta valunnasta kaatopaikka-alueelta ja ympäröiviltä valuma-alueilta ei ole täysin kohdallinen. Koska käytettävissä ei kuitenkaan ollut pidemmän aikavälin mittaustietoja, joilla tausta-alueiden valunta olisi voitu luotettavasti erottaa kaatopaikka-alueen valunnasta, on oletus yhtäläisestä valunnasta ollut pakko tehdä.

3.2 Hulevesien hallintatoimenpiteet

Hulevesien hallintatoimenpiteet on esitetty liitekartalla *S1 – Hulevesien hallinta*.

Hulevesien hallinnan ratkaisuja tarkasteltiin erikseen vanhan kaatopaikan pohjoispuolisen ja eteläpuolisen ojan vesille. Ojien vedet suositellaan käsiteltäväksi omissa rakenteissaan, koska eteläpuoleinen oja, johon lisäksi johtuu huomattavasti enemmän kaatopaikka-alueen vesiä, on lähes metrin eteläpuoleista ojaa korkeammalla. Tämä mahdollistaa huomattavasti monipuolisemman suodattaviin rakenteisiin perustuvan käsittelyn eteläpuoleisen ojan vesille, kun käytettävissä on ns. ylimääräistä korkeuseroa rakenteen tulo- ja lähtöpään vesijuoksujen välillä.

Tarkastellut vaihtoehdot:

Molemmille etelä- ja pohjoispuoleisen ojan hallintarakenteille tarkasteltiin vaihtoehtoa (VE1), jossa kaikki valuma-alueen vedet ohjataan käsiteltäväksi sekä vaihtoehtoa (VE2), jossa osa kaatopaikan ulkopuolisista vesistä johdetaan käsittelyrakenteen ohi. Lisäksi eteläpuoleisessa ojassa vertailtiin käsittelytehokkuutta kahdelle eri kokoiselle käsittelyrakenteelle: suurempi rakenne (a), pienempi rakenne (b).

Pohjoisen ojan vedet:

- VE1 = Kaikki vedet ohjataan käsittelyrakenteelle
- VE2 = Pohjoispuoleisen peltoalueen salaojavedet jatketaan putkella käsittelyrakenteen ohi

Eteläisen ojan vedet:

- VE1a = Kaikki vedet ohjataan hallintarakenteelle, suuremmat hallintarakenteet
- VE1b = Kaikki vedet ohjataan hallintarakenteelle, pienemmät hallintarakenteet
- VE2a = Eteläisen peltoalueen vedet ohjataan niskaojalla hallintarakenteen ohi, vain kaatopaikan suotovedet ohjataan käsittelyyn, suuremmat hallintarakenteet
- VE2b = Eteläisen peltoalueen vedet ohjataan niskaojalla hallintarakenteen ohi, vain kaatopaikan suotovedet ohjataan käsittelyyn, pienemmät hallintarakenteet

3.2.1 Pohjoispuolen ojan vesienkäsittelyrakenteet

Kaatopaikan pohjoispuolen ojan valuma-alue on kokonaisuudessaan noin 8,8 ha, josta 6,5 ha muodostuu varsinaisen kaatopaikka-alueen sisältävästä valuma-alueesta 2 (VA2) ja 2,3 ha kaatopaikan pohjoispuoleisista metsä- ja peltoalueita (VA1) (vrt. luku 2.2.1). Valuma-alueen 1 sisältämistä peltoalueen vesistä noin 1,2 ha on mahdollista ohjata ojan loppupäähän sijoitettavan käsittelyrakenteen ohi, jos ojaan purkava salaojien kokoojaputki käännetään käsittelyrakenteen ohi ja puretaan ojaan vasta juuri ennen Impivaarantietä.

Pohjoisen ojan vedet on esitetty käsiteltäväksi laskeutusaltaassa, johon oja käännetään kaatopaikan luoteisnurkalta. Laskeutusaltaan vesipinta-ala on n. 270 m² ja varsinaisen laskeutuspoteron syvyys 0,5 m. Laskeutusaltaan loppupäähän on esitetty matalaa n. 20 cm korkeaa pohjapatoa, joka pitää yllä pientä vesipintaa myös altaaseen johtavissa ojissa. Altaan tulo- ja purkuojan välille on esitetty matalaa 50-100 cm korkeaa suodatinpengertä, jonka läpi osa altaan vesistä pääsee suotautumaan. Suodatinpenkereen materiaalina voidaan käyttää esimerkiksi hiekkaa ja paikalta saatavaa kivennäismaata (tai silttiä ja multaa) seossuhteessa 3:1...5:1. Penger verhoillaan karkeammalla kiviaineksella. Nykyiseen ojaan, josta virtaus käännetään laskeutusaltaalle jätetään yliuotokynnys nykyiseen ojaan.

Suunnitelmakuvassa laskeutusallas on sijoitettu mahdollisimman kauas kaatopaikan luiskista ja sortuma-alueesta. Jatkosuunnittelussa suositellaan tarkistettavaksi tarkempien pohjatutkimuksien myötä, onko allasta mahdollista levittää kaatopaikan reunan suuntaan ja tehdä siitä leveämmän U-kirjaimen muotoinen. Tällöin altaaseen saadaan optimaalisempi muoto virtauksen kannalta, mikä vähentää mahdollisia oikovirtauksia ja edistää kiintoaineen laskeutumista.

Vaihtoehto 1:

Vaihtoehdossa 1 altaalle ohjataan kaikki kaatopaikan pohjoisen sivuojan vedet. Muilta osin allasrakenne on samanlainen kuin vaihtoehdossa 2.

Vaihtoehto 2:

Vaihtoehdossa 2 noin 1,2 ha salaojitetusta peltoalueesta ohjataan altaan ohitse. Toimenpide edellyttää noin 180 m pitkän uuden salaojien kokoojaputken rakentamista ja purkamista laskeutusaltaan länsipuolelle juuri ennen Impivaarantietä.

Laskeutusaltaan puhdistustehokkuutta molemmissa vaihtoehdoissa arvioitiin StormTac -ohjelmalla. Altaiden puhdistustehokkuudet sekä keskimääräiset haitta-ainepitoisuudet puhdistuksen jälkeen on esitetty taulukossa 3.1.

Vaihtoehto	Puhdistustehokkuus (%)								
	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	As
Pohjoinen VE1	67	39	63	43	85	59	28	61	45
Pohjoinen VE2	69	40	65	45	85	62	30	63	45
	Pitoisuus puhdistusta ennen (µg/l)								
	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	As
	20	7.2	290	0.29	33	28	0.031	49000	1.80
	Pitoisuus puhdistuksen jälkeen (µg/l)								
	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	As
Pohjoinen VE1	6.2	4.3	100	0.16	4.9	11	0.022	15000	0.79
Pohjoinen VE2	5.9	4.2	96	0.16	4.9	9.9	0.021	14000	0.79

Taulukko 3.1 Vanhan kaatopaikka-alueen pohjoispuolisen purkuojan vesienkäsittelyrakenteen puhdistustuloslaskelmat.

Laskelmien perusteella puhdistustehokkuus vaihtoehdossa 2 oli haitta-aineesta riippuen vain noin 1–2 prosenttiyksikköä parempi, kun osa peltoalueen vesistä on käännetty laskeutusaltaan ohitse.

3.2.2 Eteläpuolen ojan vesienkäsittelyrakenteet

Kaatopaikan eteläpuoleisen ojan valuma-alue on kokonaisuudessaan noin 30 ha, josta 15,2 ha muodostuu varsinaisen kaatopaikka-alueen sisältävästä valuma-alueesta 3 (VA3) ja 13 ha kaatopaikan eteläpuolisista metsä- ja peltoalueista (VA4) (vrt. luku 2.2.1). Kaatopaikan eteläpuolisen metsä- ja peltoalueita käsittävän valuma-alueen 4 vedet on mahdollista ohjata niskaojalla kaatopaikkavesien käsittelyrakenteen ohi. Myös kaatopaikka-alueen koillispuolella on laajat metsäalueet, joilta valunta ohjautuu kaatopaikan eteläpuoliseen ojaan. Näitä vesiä on kuitenkin erittäin vaikeaa ohjata kaatopaikkavesien käsittelyrakenteen ohitse, koska virtausreitti risteäisi kahteen kertaan kaatopaikan eteläpuolista ojaa.

Eteläisen ojan vedet on esitetty käsiteltäväksi yhdistetyssä laskeutus- ja biosuodatusrakenteessa, johon vedet käännetään kahdella uudella yhteensä n. 240 m pitkällä ojalla. Ojat kaivetaan muutoin kokonaan kaupungin omistamalle maa-alueelle, mutta piste, josta nykyinen oja käännetään käsittelyrakenteen suuntaan, sijoittuu n. 3-4 m yksityisen omistaman maa-alueen puolelle. Jatkosuunnittelussa voidaan vielä tarkastella, onko ojaa mahdollista tuoda kiinni kaatopaikan nykyiseen sivuojaan, kun alueelta on käytettävissä tarkempia pohjatutkimuksia. Virtausyhteys nykyiseen ojaan katkaistaan välittömästi käänntöpisteen jälkeen. Alue, jolle ojat kaivetaan ei tietävästi ole ollut varsinaista kaatopaikka-aluetta, mutta alueelle on kuitenkin todennäköisesti siirtynyt vähäisiä määriä jätteitä, kun kaatopaikan reunaojien perkuumassoja on läjitetty alueelle (Porthen 2018).

Suunnitelmassa esitetty laskeutusaltaan vesipinta-ala on n. 500 m² ja suodatinrakenteen pinta-ala n. 300 m² (a-vaihtoehdot). Suodatinrakenteen materiaalina voidaan käyttää esimerkiksi hiekkaa ja paikalta saatavaa kivennäismaata (tai silttiä ja multaa) seossuhteessa 3:1...5:1. Suodatusrakenteen kasvualustaan voidaan lisätä myös biohiiltä, jonka on tutkimuksissa todettu tehostavan ravinteiden ja metallien suodattamista hulevedestä. Biohiilen osuutena suositellaan käytettäväksi 5–10 % kasvualustan tilavuudesta. Suodatusrakenteen kasvualustaan ei suositella lisättävän lannoitetta tai kompostia sillä se heikentää biohiilen kykyä sitoa metalleja vedestä. Penkereen luiskat voidaan verhoilla karkeammalla kiviaineksella. Rakenteen päälle suositellaan istutettavaksi soveltuvaa kasvillisuutta, esimerkiksi pajupistokkaita, jotka ennaltaehkäiset suodatinrakenteen tukkeutumista.

Suodatinrakenne on kuivatettu sen sisään sijoitetuilla salaojilla, jotka puretaan putkella altaan pohjoispuoleiseen käsittelyrakenteeseen. Altaan ensisijainen ylivuoto tapahtuu sen pohjoisreunan ylivuotokaivojen kansistojen kautta. Lisäksi altaan eteläreunaan on esitetty toteutettavaksi varaylivuoto altaasta nykyiseen ojaan. Altaan länsi- ja pohjoispuoleisia reunoja on todennäköisesti korotettava matalalla 20-30 cm korkealla penkereellä. Penkereessä voidaan hyödyntää paikalta saatavia pengermateriaaliksi sopivia kaivumaita.

Eteläisen käsittelyrakenteen vesien ohjaaminen pohjoispuoleiseen ojaan edellyttää todennäköisesti Impivaarantien allittavan rummun saneeraamista suurempaan putkikokoon. Kyseistä rumpua ei saatu kartoitettua tämän työn yhteydessä (kts. luku 2.2.1)

Vaihtoehto 1a:

Vaihtoehdossa 1a kaikki eteläpuolisen ojan vedet on ohjattu käsittelyrakenteelle. Laskeutusaltaan pinta-ala on 500 m² ja suodatinrakenteen 300 m².

Vaihtoehto 1b:

Vaihtoehdossa 1b kaikki eteläpuolisen ojan vedet on ohjattu käsittelyrakenteelle. Laskeutusaltaan pinta-ala on 400 m² ja suodatinrakenteen 150 m².

Vaihtoehto 2a:

Vaihtoehdossa 2a kaatopaikan eteläpuolisen valuma-alueen 4 vedet on käännetty käsittelyrakenteen ohi. Laskeutusaltaan pinta-ala on 500 m² ja suodatinrakenteen 300 m².

Vaihtoehto 2b:

Vaihtoehdossa 2b kaatopaikan eteläpuolisen valuma-alueen 4 vedet on käännetty käsittelyrakenteen ohi. Laskeutusaltaan pinta-ala on 400 m² ja suodatinrakenteen 150 m².

Käsittelyrakenteiden puhdistustehokkuutta kaikissa neljässä vaihtoehdoissa arvioitiin StormTac -ohjelmalla. Rakenteiden puhdistustehokkuudet sekä keskimääräiset haitta-ainepitoisuudet puhdistuksen jälkeen on esitetty taulukossa 3.2.

Vaihtoehto	Puhdistustehokkuus (%)								
	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	As
Eteläinen VE1a	64	24	63	73	58	77	19	51	33
Eteläinen VE1b	56	22	54	69	51	71	11	41	33
Eteläinen VE2a	72	28	72	78	70	84	33	61	33
Eteläinen VE2b	65	26	64	74	62	78	21	53	33
Pitoisuus puhdistusta ennen (µg/l)									
	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	As
	20	7.2	290	0.29	33	28	0.031	49000	1.80
Pitoisuus puhdistuksen jälkeen (µg/l)									
	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	As
Eteläinen VE1a	7.3	5.5	110	0.079	14	6.4	0.025	24000	1.2
Eteläinen VE1b	9	5.6	130	0.091	16	8.2	0.028	29000	0.66
Eteläinen VE2a	5.7	5.2	83	0.066	9.8	4.7	0.021	19000	1.2
Eteläinen VE2b	7.1	5.3	100	0.077	13	6.1	0.024	23000	1.2

Taulukko 3.2 Vanhan kaatopaikka-alueen eteläpuolisen purkuojan vesienkäsittelyrakenteen puhdistustuloslaskelmat.

Laskelmien perusteella käsittelyrakenteiden koon kasvattaminen ja kaatopaikan ulkopuolisten alueiden vesien johtaminen rakenteiden ohitse parantavat käsittelytulosta huomattavasti. Esimerkiksi kiintoaineen osalta (SS) käsittelyaste paranee n. 10 prosenttiyksikköä molemmissa tapauksissa, kun rakenteiden kokoa kasvatetaan ja kun ulkopuolisten alueiden vesiä johdetaan rakenteiden ohi.

3.2.3 Työmaa- ja huoltotie

Kaatopaikkavesien käsittelyrakenteiden työmaa- ja huoltotie esitettiin (maanomistajatilaisuus 26.5.2021) ensin toteutettavaksi yksityisomistuksessa olevan Impivaarantien kautta, mutta yksityistien maanomistajat eivät olleet halukkaita ottamaan huoltotietä rasitteeksi omistamilleen maa-alueille, joten työmaa- ja huoltotien toteuttamista tutkittiin kaatopaikan nykyisen tieyhteyden kautta. Tätä varten alueelle tehtiin geoteknikon toimesta maastokäynti.

Alustavan arvion mukaan kaatopaikan nykyistä tieyhteyttä pystytään hyödyntämään käsittelyrakenteiden työmaa- ja huoltotienä. Uusi tieyhteys käsittelyrakenteille on toteutettava kaatopaikan keskiosan läpi. Tielinjaukselle arvioitiin alustavasti kahta eri vaihtoehtoa:

- VE1: Työmaa-/huoltotie tehdään suoralla linjauksella tiedossa olevan sortuma-alueen eteläpuolitse. Linjaus edellyttää mittavaa maaleikkausta kaatopaikan länsirinteen läpi. Tässä tapauksessa leikkausmassat voivat olla suurelta osin kaatopaikan jätetäyttöjä. Huoltotien pituusleikkaus vaihtoehdossa 1 on esitetty liitteessä 3.
- VE2: Huoltotien rakentaminen alueen poikki olisi pystygeometrian kannalta helpoin toteuttaa läheltä sortuma-aluetta. Alueen pohjasuhteet on ennen tien suunnittelua tutkittava tarkasti pohjatutkimuksilla ja sortuman laajuus ja syntyisyys arvioitava tarkemmin.

Työmaa-/huoltotien on alustavasti esitetty toteutettavaksi 5 m leveänä ja 0,5 m paksuna murskerakenteena. Työmaa-/huoltotien linjausta ja toteutusta on tutkittava vielä tarkemmin rakennussuunnitteluvaiheessa.

3.2.4 Käsittelyrakenteet – huolto ja ylläpito

Lähtökohtaisesti suositellaan, että altaiden kunto tarkastettaisiin vuosittain, ja tämän perusteella koordinoitaisiin mahdollisia muita kunnostustoimenpiteitä:

- Käsittelyrakenteista on niitettävä/raivattava ylimääräinen kasvillisuus siinä vaiheessa, kun altaiden tulo- ja purkuojat/-yhteet uhkaavat kasvaa umpeen tai kasvillisuus selvästi haittaa vesien johtumista rakenteissa. Arvioitu toimenpideväli on 2-5 vuotta.
- Altaista poistetaan kiintoainesta ruoppaamalla tai imuputkella/-kauhalla, kun altaiden liettila on puolillaan. Samassa yhteydessä mahdolliset altaiden eroosioauriot korjataan. Arvioitu toimenpideväli on 2-5 vuotta.
- Altaista ja kaivoista poistetaan roskat vuosittaisten tarkastusten yhteydessä. Arvioitu toimenpideväli 1-2 vuotta.
- Kaivojen sakkapesät tyhjenetään ja tukkeutuneet putket huuhdellaan tarvittaessa. Arvioitu toimenpideväli on 2-10 vuotta.

Altaiden huolto pystytään toteuttamaan tavanomaisella kunnossapidon kalustolla, altaiden tyhjenykset ja mahdolliset huuhtelut voidaan toteuttamaan pienellä imuautolla/ kaivinkoneella.

3.2.5 Käsittelyrakenteet ja ojat – geotekniikka

Hulevesien hallinnan takia alueelle kaivetaan uusia avo-ojia ja vesienkäsittelyrakenteita. Vaikutus jätetäytön stabiliteettiin ja pohjamaan muodonmuutoksiin on pyritty minimoimaan suunnittelemalla ojat ja käsittelyrakenteet mahdollisimman kauas täytön reunasta ja mahdollisimman matalina.

Hulevesisuunnitelman rakennussuunnitteluvaiheen yhteydessä altaiden ja ojien kohdalla maaperän lujuustietoja on syytä tutkia tarkemmin pohjatutkimuksilla. Tutkimuksissa pitää selvittää savi- ja liejualueen maan leikkauslujuus ja ns. kuivakuorikerroksen paksuus.

Ojien ja altaiden kaivun yhteydessä syntyviä maita voidaan alustavan arvion mukaan läjittää vanhan kaatopaikan alueelle. Rakennussuunnitteluvaiheessa läjitysalueen rakennetta pitää kuitenkin tutkia tarkemmin pohjatutkimuksilla, jotta sopiva läjityspaikka syntyville massoille voidaan määrittää.

3.2.6 Kustannusarvio

Kustannusyhteenvedo kaikille kaatopaikkavesien käsittelyvaihtoehdoille on esitetty alla taulukossa 3.3. Tarkemmat kustannuslaskelmat eri käsittelyvaihtoehdoille on esitetty liitteessä 4.

Kustannusarvioissa altaiden ja ojien kaivuihin ei ole laskettu mahdollisia massojen kuljetus/-käsittelykustannuksia, vaan lähtöoletuksena on ollut, että massat pystytään läjittämään kaatopaikan alueelle. Tiedossa kuitenkin on, että vaikka alue, jolle ojat kaivetaan, ei tietävästi ole ollut varsinaista kaatopaikka-aluetta, on sinne kuitenkin todennäköisesti siirtynyt vähäisiä määriä jätteitä, kun kaatopaikan reunaojien perkuumassoja on läjitetty alueelle (Porthen 2018).

Vaihtoehto	Selitys	Yhteensä	Kokonaiskustannus (sis. yleiskustannus 25 %, riskivaraus 20 %)
Pohjoinen VE1	Kaikki vedet ohjataan käsittelyrakenteelle	7000 €	10 600 €
Pohjoinen VE2	Pohjoispuoleisen peltoalueen salaojavedet jatketaan putkella käsittelyrakenteen ohi	16 000 €	24 000 €
Eteläinen VE1a	Kaikki vedet ohjataan hallintarakenteelle, suuremmat hallintarakenteet	23 400 €	35 200 €
Eteläinen VE1b	Kaikki vedet ohjataan hallintarakenteelle, pienemmät hallintarakenteet	15 500 €	23 300 €
Eteläinen VE2a	Eteläisen peltoalueen vedet ohjataan niskaojalla hallintarakenteen ohi, vain kaatopaikan suotovedet ohjataan käsittelyyn, suuremmat hallintarakenteet	28 600 €	43 000 €
Eteläinen VE2b	Eteläisen peltoalueen vedet ohjataan niskaojalla hallintarakenteen ohi, vain kaatopaikan suotovedet ohjataan käsittelyyn, pienemmät hallintarakenteet	20 700 €	31 100 €

Taulukko 3.3 Kustannusarvion yhteenveto kaikille tarkasteluvaihtoehdoille.

Huoltotie:

Vaihtoehdossa 1, jossa työmaa-/huoltotie tehdään suoralla linjauksella tiedossa olevan sortuma-alueen eteläpuolitse, kokonaiskustannukset riippuvat ratkaisevasti siitä saadaanko jätetäyttöjä sisältäville leikkausmassoille lupa läjittää niitä takaisin kaatopaikka-alueelle. Jos leikkausmassat on toimitettava niitä vastaanottavalle kaatopaikalle/jätekeskukselle, voivat kustannukset vaihdella 20–300 €/tn välillä leikkausmassojen sisältämän jätteen laadusta riippuen.

Kustannusarvio:

Tierakenne (leveys 5 m, 50 cm paksu murskerakenne): 50 €/m, pituus 260 m → 13 000 €

Metsäalueen raivaus: 2,2 €/m²tr, pinta-ala 2500 m² → 5 500 €

Maaleikkaus: 1800 m³

- a) Jätetäyttöjä sisältävät leikkausmassat saadaan läjittää kaatopaikka-alueelle
 - o yksikkökustannus kaivulle: 4,35 €/m³tr → 8000 €
- b) Jätetäyttöjä sisältävät leikkausmassat on toimitettava niitä vastaanottavalle kaatopaikalle/jätekeskukselle
 - a. yksikkökustannus kaivulle ja jätteitä sisältävien leikkausmassojen kuljetus- ja käsittelykustannuksille: 140 €/m³tr (sis. 60 e/t kaatopaikkamaksua ja kaivinkonetyön, kuormauksen ja kuljetuksen) → 252 000 €

Työmaa-/huoltotien kustannukset yhteensä: 26 500 – 270 000 € (läjitys kaatopaikalle – kuljetus jätekeskukselle)

Kokonaiskustannukset (sis. yleiskustannus 25 %, riskivaraus 20 %): 40 000 – 400 000 € (läjitys kaatopaikalle – kuljetus jätekeskukselle)

Vaihtoehdolle 2 ei ole arvioitu edes alustavia kustannuksia, koska tien suunnittelu edellyttää tarkempia geoteknisiä tutkimuksia alueelta (kts. luku 3.2.3).

3.2.7 Kustannus-hyötyanalyysi

Seuraavassa taulukossa 3.4 on esitetty kustannus-hyöty-vertailu kaikkien kaatopaikan käsittelyrakenteiden kokonaiskustannuksista (sis. yleiskustannus 25 %, riskivaraus 20 %) sekä käsittelytehokkuudesta kiintoaineen suhteen. Kustannus-hyötyanalyysissä vertailuun valittiin nimenomaan kiintoaineen reduktio, koska muiden tarkasteltujen kiintoaineessa sitoutuneena esiintyvien metallien reduktiot korreloivat hyvin kiintoaineen reduktion kanssa.

Vaihtoehto	Selitys	Kiintoaine-reduktio	Kokonaiskustannus (sis. yleiskustannus 25 %, riskivaraus 20 %)
Pohjoinen VE1	Kaikki vedet ohjataan käsittelyrakenteelle	61 %	10 600 €
Pohjoinen VE2	Pohjoispuoleisen peltoalueen salaojavedet jatketaan putkella käsittelyrakenteen ohi	63 %	24 000 €
Eteläinen VE1a	Kaikki vedet ohjataan hallintarakenteelle, suuremmat hallintarakenteet	51 %	35 200 €
Eteläinen VE1b	Kaikki vedet ohjataan hallintarakenteelle, pienemmät hallintarakenteet	41 %	23 300 €
Eteläinen VE2a	Eteläisen peltoalueen vedet ohjataan nis-kaojalla hallintarakenteen ohi, vain kaatopaikan suotovedet ohjataan käsittelyyn, suuremmat hallintarakenteet	61 %	43 000 €
Eteläinen VE2b	Eteläisen peltoalueen vedet ohjataan nis-kaojalla hallintarakenteen ohi, vain kaatopaikan suotovedet ohjataan käsittelyyn, pienemmät hallintarakenteet	53 %	31 100 €

Taulukko 3.4 Kustannus-hyötyanalyysi kaikille tarkasteluvaihtoehdoille

Pohjoispuoleisen ojan vesien käsittely:

Pohjoispuoleisen peltoalueen salaojavesien kääntäminen käsittelyrakenteen ohi parantaa teoreettista puhdistustulosta kiintoaineen osalta vain 2 prosenttiyksikköä (puhdistustulos 61–63 %) verrattuna siihen, että kaikki vedet johdettaisiin käsittelyrakenteelle. Salaojalinjan kääntäminen pitkällä putkituksella rakenteen ohi myös kasvattaa käsittelyrakenteiden kustannuksia yli puolella. Lisäksi salaojalinjan pitkä putkitus lisää riskiä linjan tukkeutumille, vedenjohtavuuden heikkenemiselle ja tämän myötä pellon kuivatuksen toimivuudelle.

Eteläpuoleisen ojan vesien käsittely:

Hallintarakenteiden koon kasvattaminen (laskeutusallas 400 m² → 500 m², suodatinrakenne 150 m² → 300 m²) parantaa kiintoaineen reduktiota 10 prosenttiyksiköllä. Myös metallien reduktiot paranevat huomattavasti, kun rakenteiden kokoa kasvatetaan (vrt. luku 3.2.2). Rakenteiden koon kasvattaminen esitetysti lisää kokonaiskustannuksia noin 12 000 € (vrt. vaihtoehdot 1a & 1b).

Ulkopuolisten alueiden vesien kääntäminen käsittelyrakenteen ohi parantaa kiintoaineen reduktiota 10 prosenttiyksiköllä (vrt. vaihtoehdot 1a ja 2a). Myös tässä tapauksessa metallien reduktiot paranevat edelleen huomattavasti. Ulkopuolisten alueiden vesien kääntäminen käsittelyrakenteen ohi lisää kokonaiskustannuksia noin 8000 €.

3.2.8 Epävarmuustekijät

Käsittelyrakenteiden puhdistustehokkuuden arviointi:

Esitettyihin käsittelyrakenteiden puhdistustuloksiin liittyy epävarmuuksia käsiteltävän vesimäärän ja mitattujen haitta-ainepitoisuuksien osalta. Vuosittainen sadanta- ja haihdunta voivat poiketa keskimääräisestä. Lisäksi oletus kaiken haihtumatta jäävän sadannan muuttumisesta valunnaksi voi yliarvioida vuosittaista valuntaa. Todellisuudessa osa sadannasta todennäköisesti imeytyy pohjavesiksi, jotka eivät purkautu alueen ojastoihin.

Kaatopaikka-alueen ojavesien näytteet on otettu kevät- ja syysaikaan. Pitoisuudet vaihtelevat todennäköisesti jonkin verran vuoden aikana, mikä voi vaikuttaa keskimääräisiin vuosittaisiin pitoisuuksiin. Lisäksi suurella osalla metalleista näytteenotokertoja oli vain muutamia ja osa pitoisuuksista oli jäänyt määrittämissä rajojen alle. Koska haitta-aineiden pitoisuudet ovat todennäköisesti korkeimmillaan kevätvalunnan ja syysateiden aikaan, käytetyt keskiarvot/mediaanit saattavat yliarvioida nykyistä kuormitusta.

StormTac -ohjelmistolla saadut arviot rakenteiden puhdistustuloksista perustuvat lukuisista vastaavista kohteista kerättyyn mitattuun tietoon. Luonnollisesti tulokset voivat vaihdella esimerkiksi paikallisista olosuhteista ja rakenteiden toteutuksen onnistumisesta riippuen.

Kustannusarvio:

Kustannusarvion osalta suurin epävarmuus liittyy oletukseen siitä, että kaikki käsittelyrakenteiden ja ojien kaivumassat pystytään läjittämään alueelle. Jos kaivumassoista paljastuu jätettäytöjä, joiden takia niitä ei saada läjittää alueelle, voi massojen kuljetus-/käsittelykustannuksista muodostua merkittävä lisäkustannus.

Huoltotien osalta epävarmuudet kustannusarviossa on tuotu esille laskelman yhteydessä (kts. luku 3.2.6)

3.2.9 Suositus toteutusvaihtoehdoksi ja ohjeita jatkosuunnitteluun

Pohjoispuoleisen ojan vesien käsittely:

Tarkastelluista vaihtoehdoista suositellaan toteutettavaksi vaihtoehto 1, jossa kaikki kaatopaikan pohjoisen sivuojan vedet ohjataan käsittelyrakenteelle.

Pellon salaojavesien kääntäminen rakenteen ohi ei ole kustannushyötysuhteeltaan kannattava vaihtoehto. Salaojavesien kääntäminen rakenteen ohi parantaa teoreettista puhdistustulosta vain noin 1–2 prosenttiyksiköllä haitta-aineesta riippuen. Lisäksi salaojalinjan pitkä putkitus lisää riskiä linjan tukkeutumille, vedenjohtavuuden heikkenemisellä ja tätä kautta pellon kuivatuksen toimivuudelle.

Eteläpuoleisen ojan vesien käsittely:

Tarkastelluista vaihtoehdoista suositellaan toteutettavaksi vaihtoehto 2a, jossa kaatopaikan eteläpuoleisen peltoalueen vedet ohjataan niskaojalla hallintarakenteen ohi ja käsittelyrakenteet ovat suuremman vaihtoehdon mukaisia. Molemmat toimenpiteet osoittautuivat tarkasteluissa kustannustehokkaiksi rakenteen puhdistustehokkuudella mitattuna.

Esimerkiksi kiintoaineen osalta sekä ulkopuolisten alueiden vesien kääntäminen käsittelyrakenteen ohi, että rakenteiden koon kasvattaminen paransivat puhdistustulosta lähes 10 prosenttiyksiköllä. Myös metallien osalta vaikutus puhdistustuloksiin oli huomattava.

Iilijärvenojan kunnostus:

Iilijärvenojan kunnostus ja perkaaminen ei ole ehdoton edellytys tarkasteltujen hulevesien käsittelyrakenteiden (laskeutus ja suodatus) toteuttamiselle, mutta rakenteiden käsittelytehokkuus ei ole optimaalinen, jos ojan kunnostusta ei toteuteta:

- Laskeutusaltaat käsittelyrakenteissa toimivat, vaikka alueen ojissa olisi padottuneena vesiä
- Suodatinrakenteet eivät välttämättä toimi, jos niiden tulo- ja purkupään välille ei pääse muodostumaan eroa vedenkorkeuksiin alapuolisesta padotuksesta johtuen
- Alapuolisissa ojissa esiintyvä padotus lisää myös riskiä ylivuodoille käsittelyrakenteista

Jos suodatinrakenteet eivät toimi, ja altaissa tapahtuu ainoastaan laskeutumista, heikkenevät puhdistustulokset lyijyn, sinkin, kadmiumin ja nikkelin osalta jopa useammalla kymmenellä prosenttiyksiköllä. Sen sijaan kiintoaineen ja muiden tarkasteltujen metallien osalta reduktiot eivät poikkea olennaisesti tilanteesta, jossa suodatinrakenteet toimivat.

Edellisen perusteella Iilijärvenojan kunnostus ja perkaus suositellaan toteutettavaksi samassa yhteydessä hulevesien käsittelyrakenteiden toteutuksen kanssa, mikäli kaatopaikka-alueelta erikseen laadittava riskinarvio ei osoita, että ojan kunnostuksesta aiheutuisi erityistä riskiä Matalahden vedenlaadulle. Mikäli riskinarvio osoittaa, että Iilijärvenojan kunnostuksesta aiheutuu merkittävä riski Matalahden vedenlaadulle, eikä ojaa tämän takia voida perata, voidaan vielä harkita kaatopaikan käsittelyrakenteiden toteutusta ilman suodatinrakenteita, jolloin laskeutukselle saadaan varattua enemmän tilaa.

Iilijärvenojan kunnostuksen suunnittelu edellyttää ojan vesijuoksujen ja mahdollisten putkitusten kartoittamista sekä kasvukauden ulkopuolella lehdettömään aikaan alueelle tehtävää maastokäyntiä, jotta nykytilanne saadaan kartoitettua luotettavasti. Iilijärvenojan kartoituksen yhteydessä suositellaan vielä Impivaarantien alittavien ojarumpujen kartoitusta vähävetiseen aikaan sekä rumpujen saneeraamista tarvittaessa.

Todennäköisesti jo pelkkä kasvillisuuden raivaus ja ojan pohjan ruoppaaminen parantaisi tilannetta huomattavasti nykyisestä ja vähentäisi vesien padottumista kaatopaikan sivuojissa ja alavilla peltoalueilla. On kuitenkin täysin mahdollista, että pelkkä ojan ruoppaaminen ei poistaisi padotusongelmaa kokonaan, vaan tämä edellyttäisi myös ojan syventämistä erityisesti sen keski- ja loppuosalta. Tämä riippuu kuitenkin täysin siitä, mihin tasoon Iilijärvenoja on aikanaan kaivettu/louhittu (kts. luku 2.2.2). Varmuus kunnostustarpeen laajuudesta saadaan ainoastaan edellä esitetyllä nykytilan kartoittamisella.

Huolto-/työmaatie

Huoltotien rakentaminen alueen poikki olisi pystygeometrian kannalta helpoin toteuttaa läheltä sortuma-aluetta vaihtoehdon 2 mukaisesti. Alueen pohjasuhteet on ennen tien suunnittelua tutkittava tarkasti pohjatutkimuksilla ja sortuman laajuus ja syntysyy arvioitava tarkemmin. Huoltotielle on teoriassa myös muita mahdollisia reittejä, mutta ne vaativat maaleikkausta jätekerrokseen.

4. YHTEENVETO

Tässä työssä arvioitiin Iilijärven vanhan kaatopaikka-alueen pinta- ja suotovesien käsittelyvaihtoehtoja sekä kaatopaikan ulkopuolisten vesien eriyttämismahdollisuuksia. Vaihtoehtoverailun perusteella valittiin toteutettavaksi esitettävät toimenpiteet purkuvesin laadun parantamiseksi.

Lähtötilanne ja havaitut ongelmakohdat:

- Kaatopaikka-alueen valuma- ja suotovesiä ei ole eroteltu valuma-alueen muista vesistä ja vedet ohjataan nykytilassa käsittelemättöminä purkuojaan
- Kaikkien kaatopaikka-alueen ulkopuolisten vesien eriyttäminen kaatopaikan suotovesistä ja johtaminen käsittelyrakenteiden ohitse ei ole täysin toteutettavissa
- Kaatopaikan vedet aiheuttavat haitta-ainekuormitusta purkuojaan ja Matalahteen
- Iilijärvenojan heikko vedenjohtavuus aiheuttaa merkittävää padotusta kaatopaikka-alueen ympärysojissa ja alueen pohjoispuolisilla alavilla peltoalueilla

Merkittävimmät toimenpidesuosituksukset ovat:

- Vanhan kaatopaikka-alueen länsireunaan rakennetaan kaksi käsittelyrakennetta erikseen etäpuolisen ja pohjoispuolisen ojan vesille
- Eteläisen ojan vesille rakennetaan pinta-alaltaan 500 m² ja syvyydeltään n. 1 m oleva laskeutusallas ja sen purkupäätyyn salaojitettu pinta-alaltaan 300 m² oleva suodatinrakennne
- Pohjoisen ojan vesille rakennetaan pinta-alaltaan 270 m² ja 1 m syvä laskeutusallas. Laskeutusallaan tulo- ja purku-uoman välille toteutetaan vettä läpäisevä suotopenger.
- Eteläiselle käsittelyrakenteelle ohjattavat vedet erotetaan kaatopaikka-alueen eteläpuoleisen peltoalueen laskuojan vesistä rakentamalla nykyisen ojan sisäpuolelle kaatopaikan alueelle uutta ojaa, jolla kaatopaikan suotovedet ohjataan käsittelyrakenteelle
- Pohjoiselle käsittelyrakenteelle ohjataan kaikki kaatopaikan pohjaiseen sivuojaan nykyisin johtuvat vedet. Peltoalueen salaojavesien ohjaaminen käsittelyrakenteen ohi ei ole haitta-aineiden reduktiossa mitattuna kustannustehokas vaihtoehto.

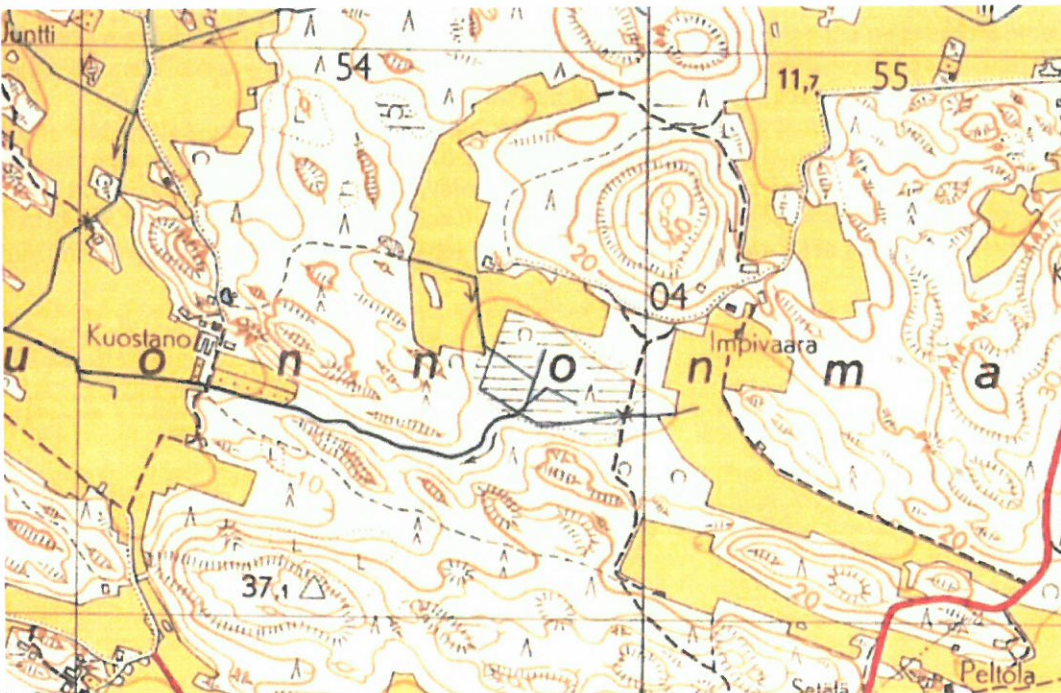
Muut huomiot:

- Huoltotien rakentaminen käsittelyrakenteille kaatopaikka-alueen poikki olisi pystygeometrian kannalta helpoin toteuttaa läheltä sortuma-aluetta vaihtoehtoon 2 mukaisesti. Alueen pohjasuhteet on ennen tien suunnittelua tutkittava tarkasti pohjatutkimuksilla ja sortuman laajuus ja syntysyy arvioitava tarkemmin. Huoltotielle on teoriassa myös muita mahdollisia reittejä, mutta ne vaativat maaleikkausta jätekerrokseen.
- Iilijärvenojan kunnostus ei ole ehdoton edellytys hulevesien käsittelyrakenteiden toteuttamiselle, mutta sitä kuitenkin suositellaan tehtäväksi samassa yhteydessä käsittelyrakenteiden toiminnan optimoimiseksi riippuen tekeillä olevan riskinarvioinnin tuloksista. Iilijärvenojan kunnostuksen suunnittelu edellyttää ojan vesijuoksujen ja mahdollisten putkitusten kartoittamista sekä kasvukauden ulkopuolella lehdettömään aikaan alueelle tehtävää maastokäyntiä.

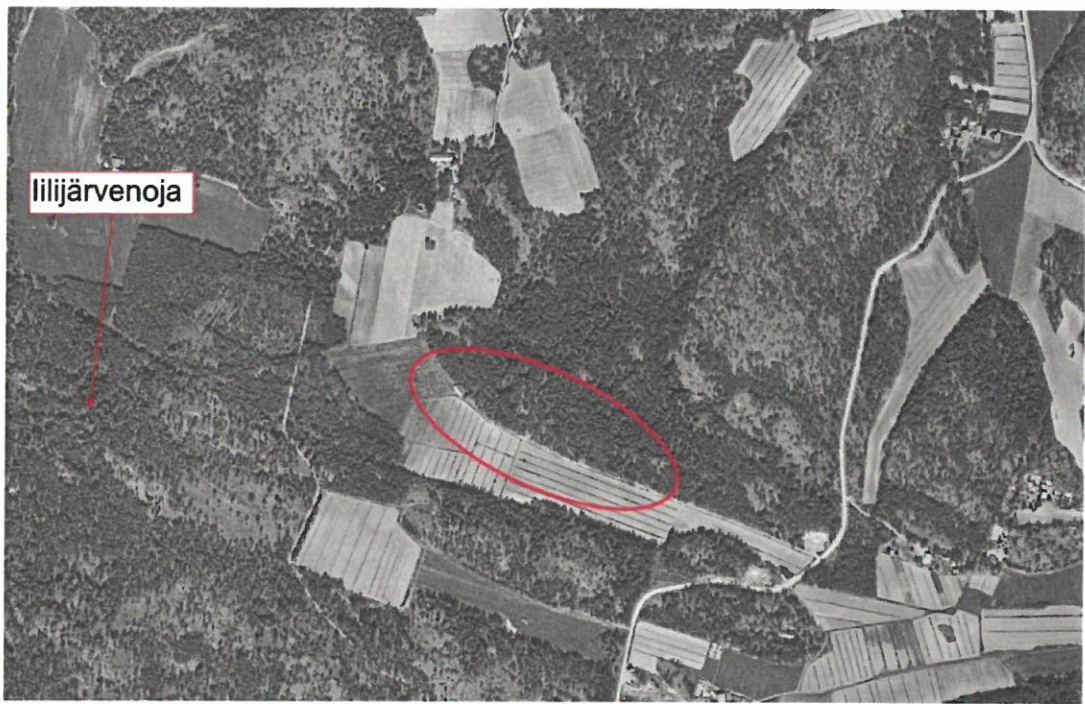
LIITE 1: Iilijärvenoja



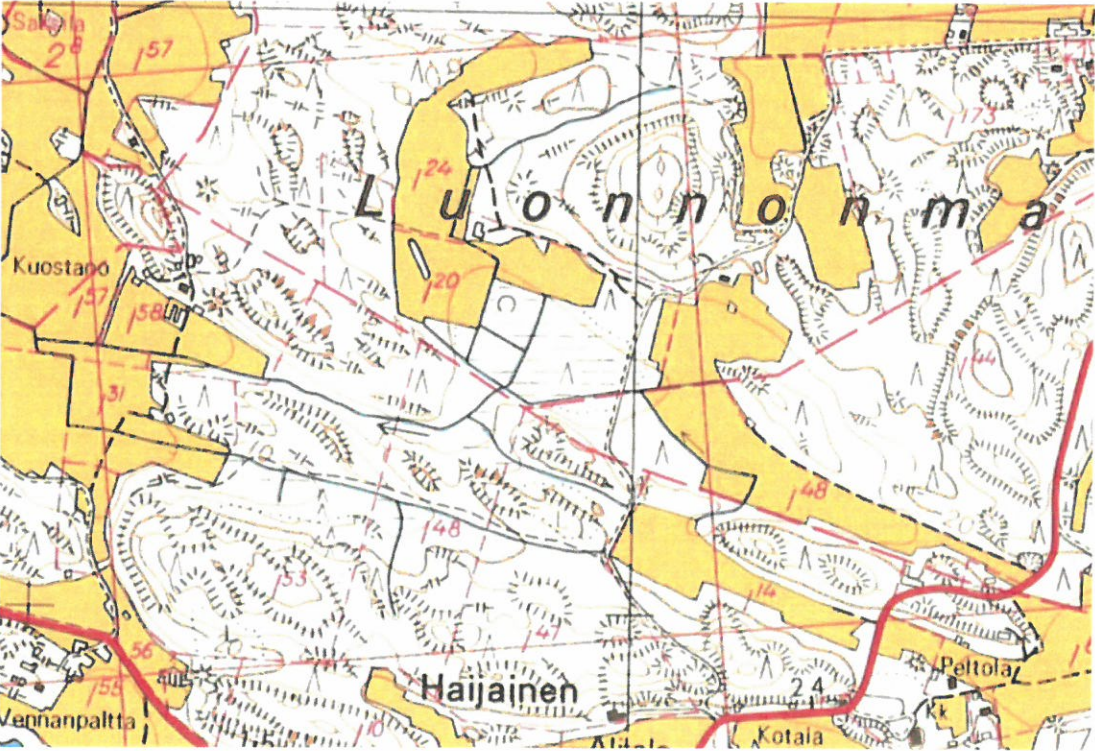
Kuva 1. Iilijärvenoja 1953 ilmakekuva (Porthen 2018, ©MML/2016)



Kuva 2. Iilijärvenoja 1957 ilmakekuva (©MML/2021)



Kuva 3. Ilijärvenoja 1962 ilmakekuva (Porthen 2018, ©MML/2016)

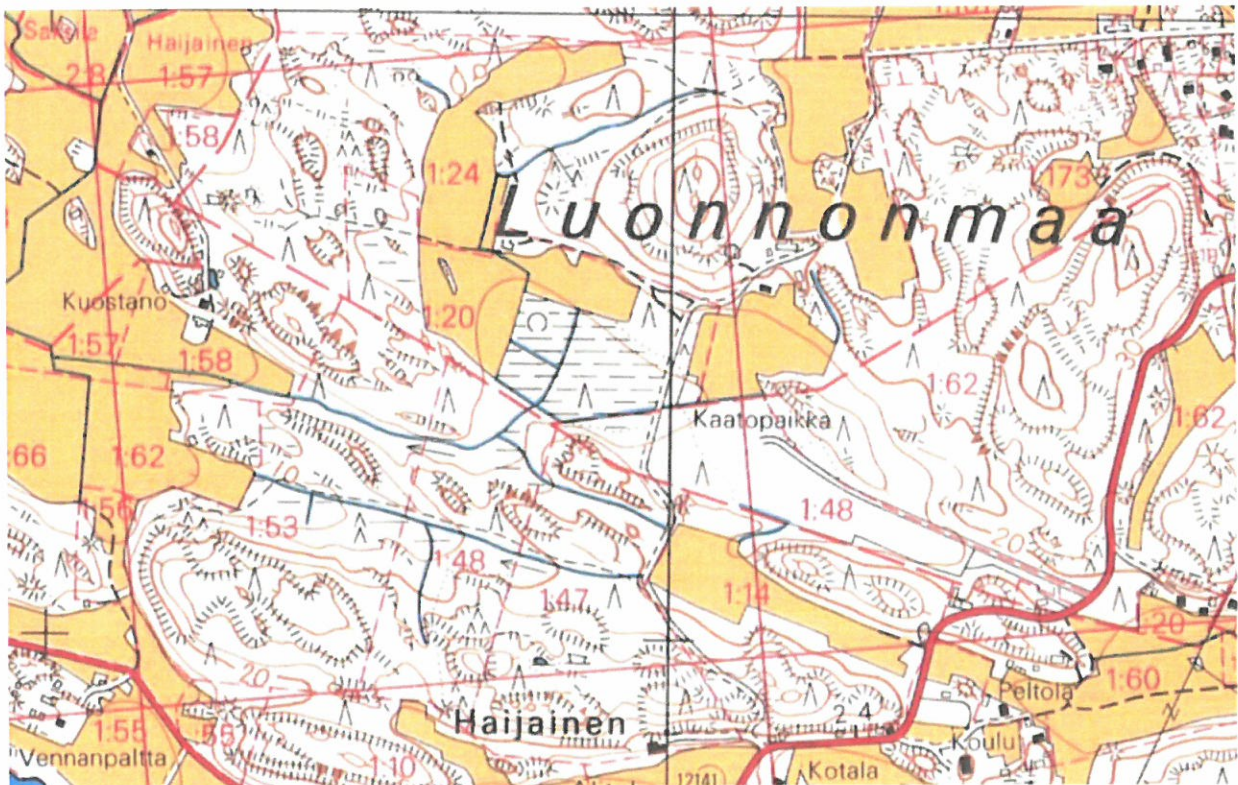


Kuva 4. Ilijärvenoja 1968 ilmakekuva (©MML/2021)



MML:n ilmakuva 1977131_0030, ei mittakaavassa

Kuva 5. Iilijärvenoja 1977 ilmakuva (Porthen 2018, ©MML/2016)



Kuva 6. Iilijärvenoja 1981 ilmakuva (©MML/2021)

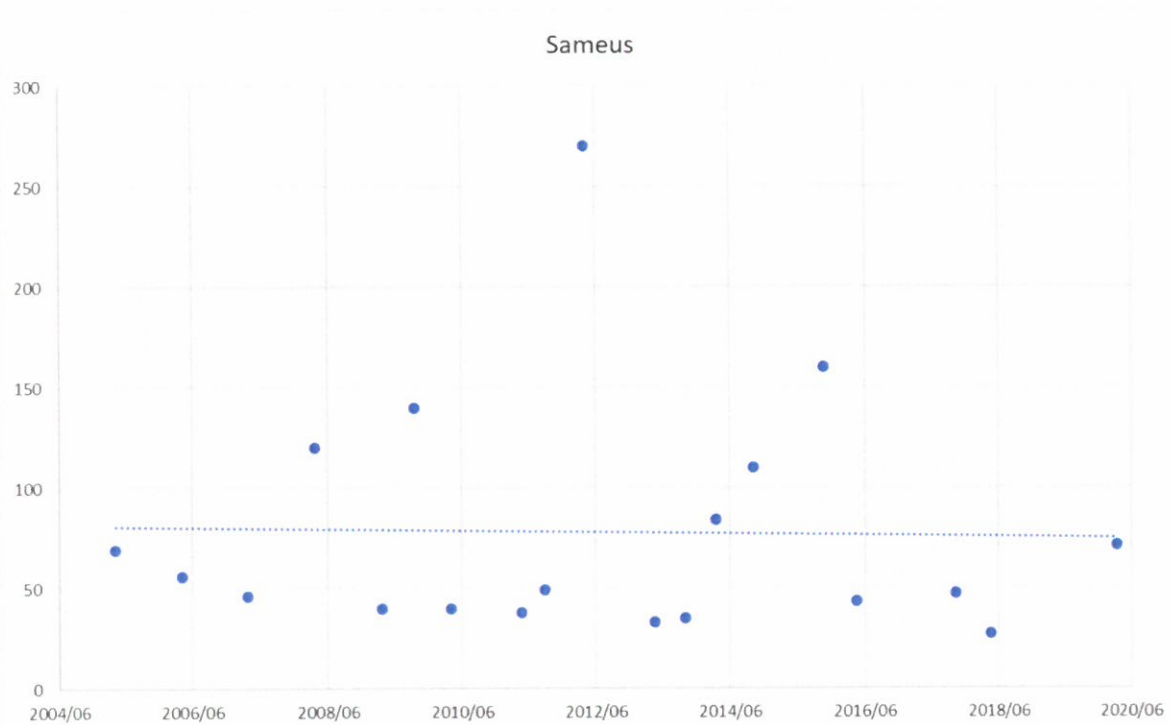


Kuva 7. Iilijärvenoja 1995 ilmakekuva (©MML/2021)

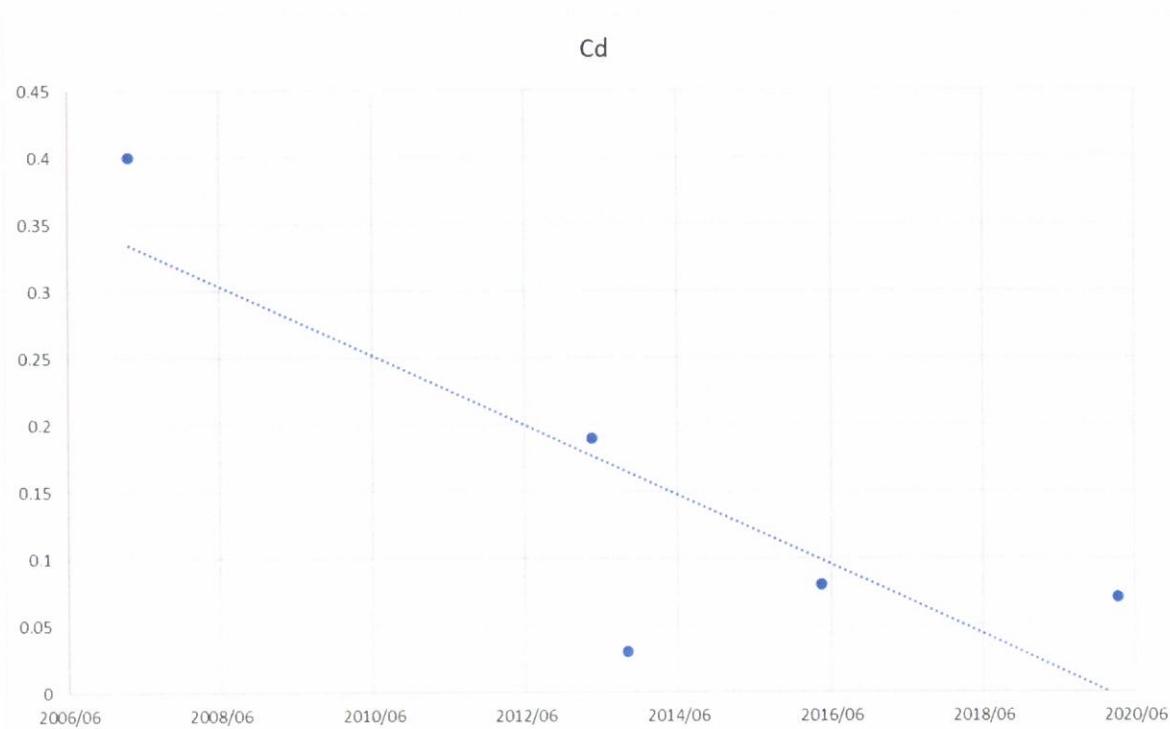


Kuva 8. Iilijärvenoja 2001 ilmakekuva (©MML/2021)

LIITE 2: Haitta-ainepitoisuuksien kehitys



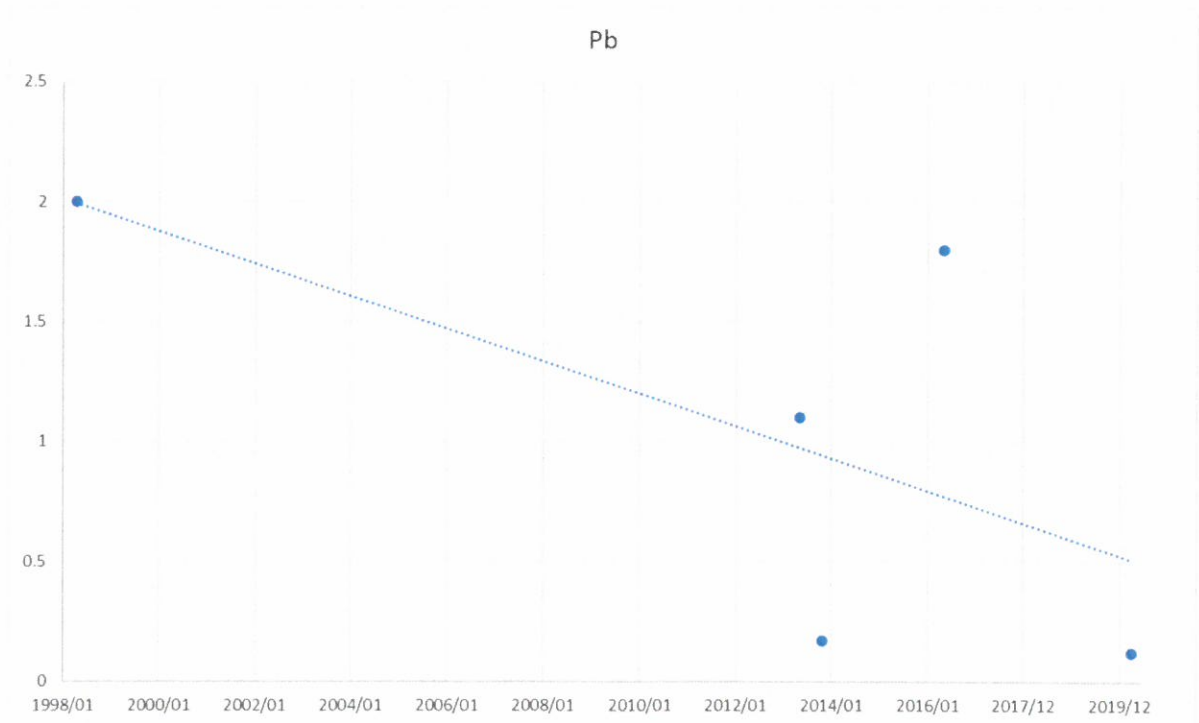
Kuva 1. Sameus vuosien 2005–2020 mittauksissa ja kehityksen trendiviiva.



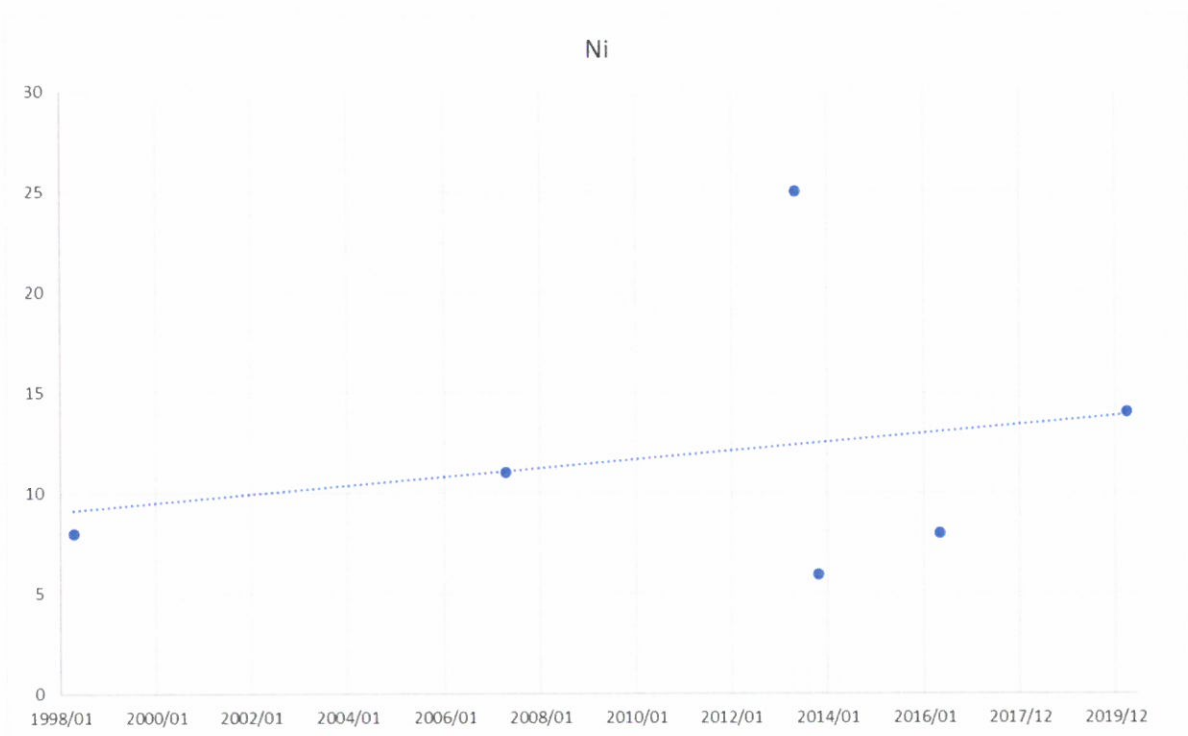
Kuva 2. Cd-pitoisuus (liukoinen) vuosien 2007–2020 mittauksissa ja kehityksen trendiviiva.



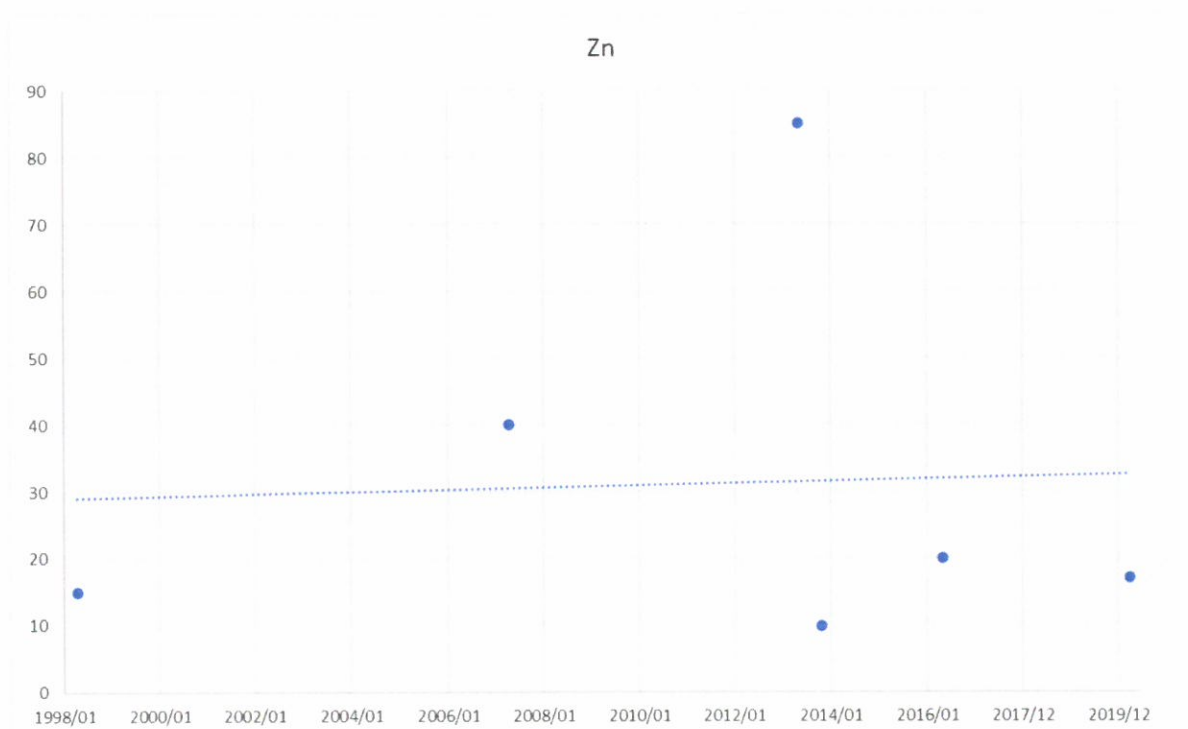
Kuva 3. Cr-pitoisuus (liukoinen) vuosien 1998–2020 mittauksissa ja kehityksen trendiviiva.



Kuva 4. Pb-pitoisuus (liukoinen) vuosien 1998–2020 mittauksissa ja kehityksen trendiviiva.



Kuva 3. Cr-pitoisuus (liukoinen) vuosien 1998–2020 mittauksissa ja kehityksen trendiviiva.

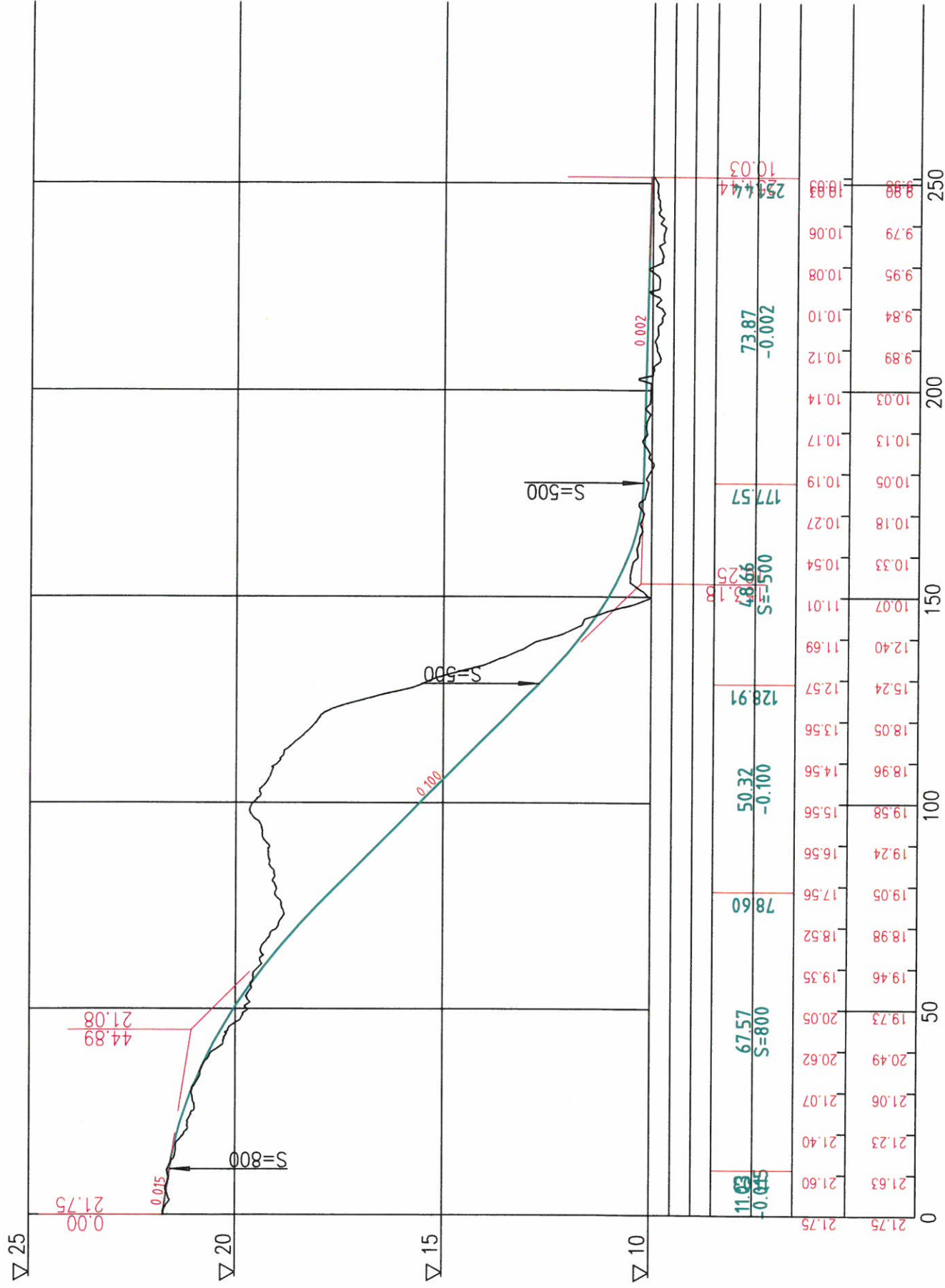


Kuva 4. Pb-pitoisuus (liukoinen) vuosien 1998–2020 mittauksissa ja kehityksen trendiviiva.

LIITE 3: Huoltotien pituusleikkaus vaihtoehdossa 1

Tielinja, VE1 Pituusleikkaus

1:1000/1:100



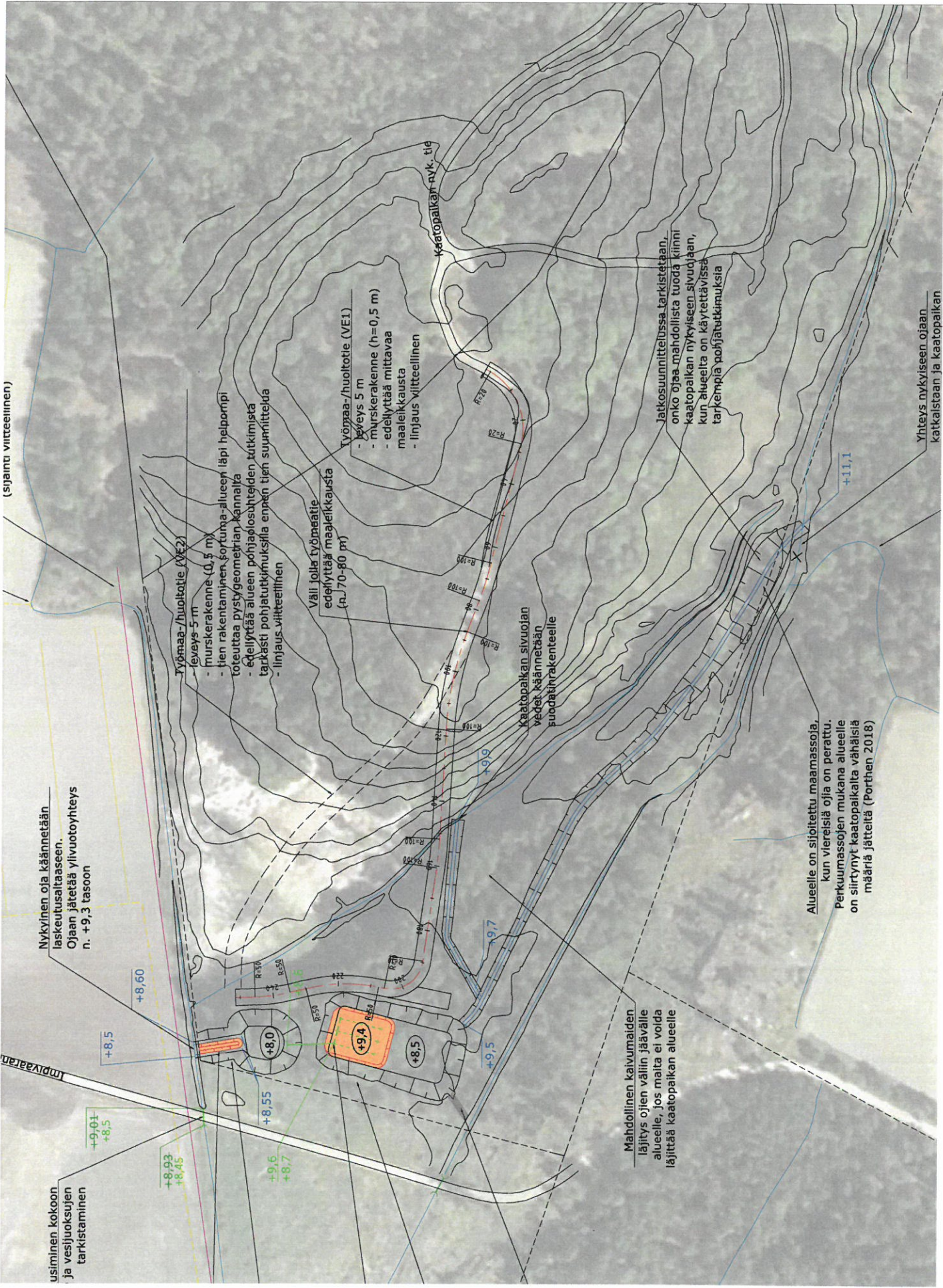
Päälysrakenne
Putkien perustamistapa

Matka

Kaltevuus / pyöristyssäde

Tasausviivan korkeus

Maanpinnan korkeus



(sijainti viitteellinen)

Nykyinen oja käännetään laskeutusaltaaseen. Ojaan jätetään ylivuotoyhteys n. +9,3 tasoon

usiminen kokoon ja vesijuoksujen tarkistaminen

Työmaa-/huoltotie (VE2)
Leveys 5 m

- murskerakenne (0,5 m)
- tien rakentaminen soytuma-alueen läpi helpompi toteuttaa pystygeometrian kannalta
- edellyttää alueen pohjaolosuhteiden tutkimista tarkasti pohjatutkimuksilla ennen tien suunnittelua
- linjaus viitteellinen

Väli jolla työmaatie edellyttää maaleikkausta (n. 70-80 m)

Työmaa-/huoltotie (VE1)
Leveys 5 m

- murskerakenne (h=0,5 m)
- edellyttää mittavaa maaleikkausta
- linjaus viitteellinen

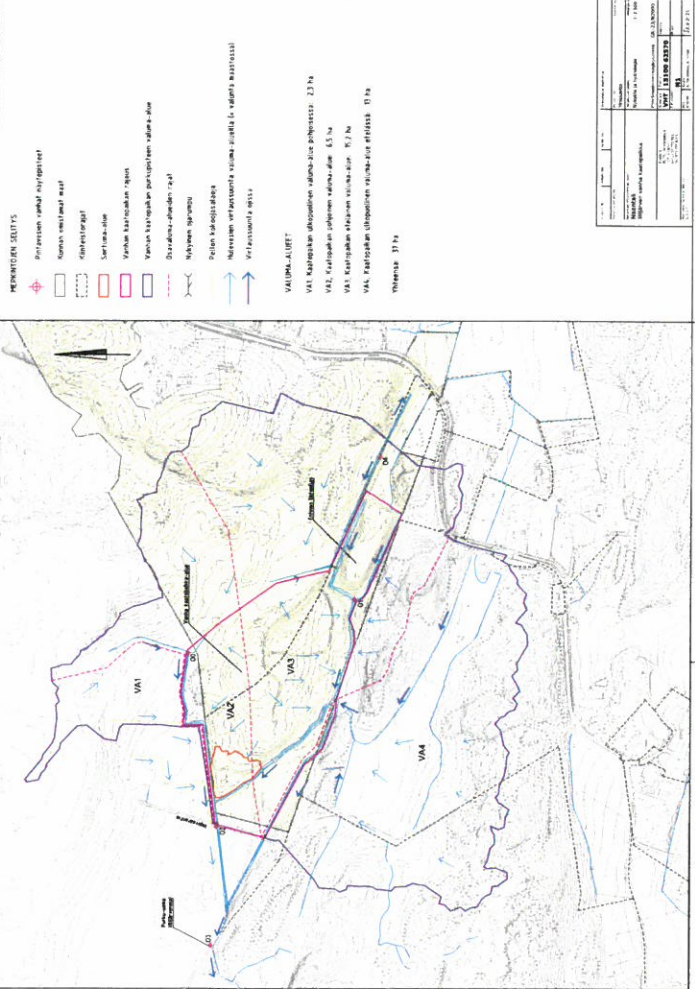
Kaatopaikan sivuojan vedet käännetään suodatinrakenteelle

Mahdollinen kaivuamaiden läjitys ojien väliin jääväälle alueelle, jos maita ei voida läjittää kaatopaikan alueelle

Jatkosuunnittelussa tarkistetaan, onko oja mahdollista tuoda kiinni kaatopaikan nykyiseen sivuojaan, kun alueita on käytettävissä tarkempia pohjatutkimuksia

Alueelle on sijoitettu maamassoja, kun viereisiä oja on perattu. Perkuumassojen mukana alueelle on siirtynyt kaatopaikalta vähäisiä määriä jätteitä (Porthen 2018)

Yhteys nykyiseen ojaan katkaistaan ja kaatopaikan



PERUSTIETOJA SELITYS

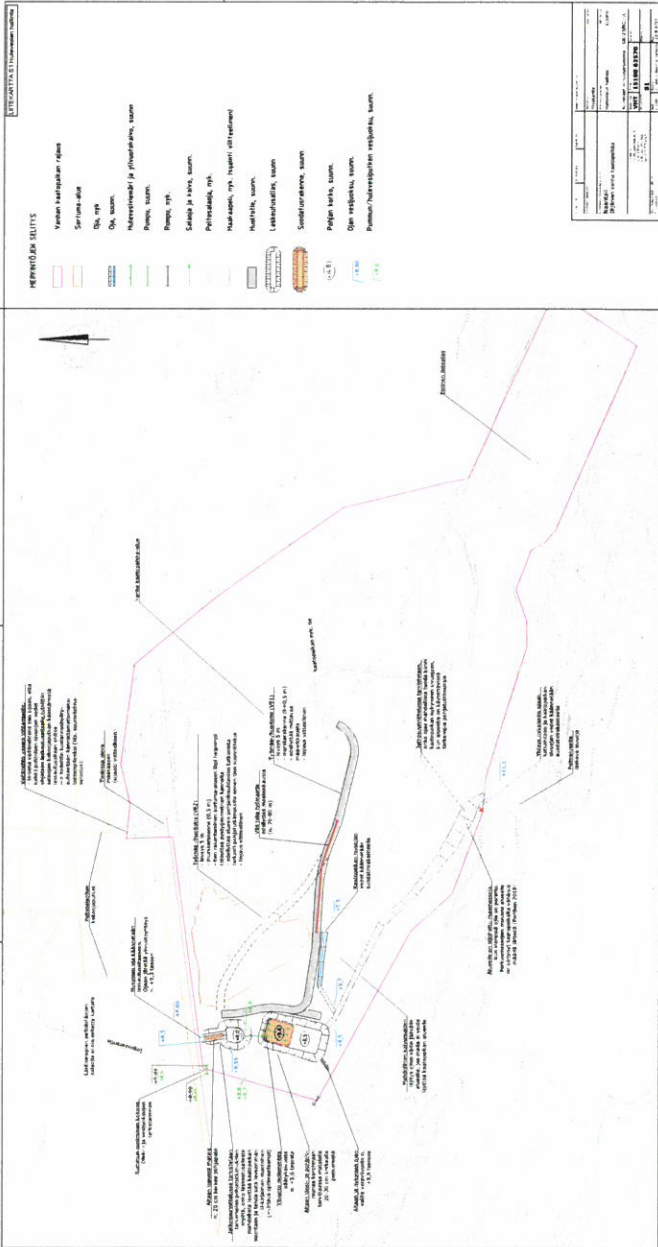
- Perustusten vaivat selitykset
- Kuntien rajoittamat maat
- Oikeusrajat
- Saattolainajat
- Vuokratuotteen rajoitus
- Vuokratuotteen perustusten vaivat alue
- Osa-alueiden rajoitus
- Nällyksen rajoitus
- Pöytä- ja kallioiden alue
- Alueiden eristäminen vuokra-alueen ja valtiomaan rajoitusten
- Viikkomaan rajoitus

VALUUMA-ALUEET

- VA1. Kattopinnan aluesuuren vaivasta alue pohjesta: 2,3 ha
- VA2. Kattopinnan pohjien vaivasta alue: 4,5 ha
- VA3. Kattopinnan eteläisen vaivasta alue: 9,7 ha
- VA4. Kattopinnan läntisen vaivasta alue: 11 ha

Yhteensä: 37 ha

Projekti	NIINYMÄN VIEREDEN
Alue	NIINYMÄN VIEREDEN
Alueen laajuus	37 ha
Alueen omistaja	NIINYMÄN VIEREDEN
Alueen käyttäjä	NIINYMÄN VIEREDEN
Alueen suunnittelija	NIINYMÄN VIEREDEN
Alueen toteuttaja	NIINYMÄN VIEREDEN
Alueen tarkastaja	NIINYMÄN VIEREDEN
Alueen hyväksyjä	NIINYMÄN VIEREDEN
Alueen voimaantulopäivä	NIINYMÄN VIEREDEN
Alueen voimaantulopaikka	NIINYMÄN VIEREDEN
Alueen voimaantulopäivä	NIINYMÄN VIEREDEN
Alueen voimaantulopaikka	NIINYMÄN VIEREDEN
Alueen voimaantulopäivä	NIINYMÄN VIEREDEN
Alueen voimaantulopaikka	NIINYMÄN VIEREDEN



1:1000	1:2000	1:5000	1:10000
1:1000	1:2000	1:5000	1:10000
1:1000	1:2000	1:5000	1:10000
1:1000	1:2000	1:5000	1:10000

