

SEINÄJOEN KAUPUNKI

TUTKIMUSRAPORTTI

MAAPERÄ-, SEDIMENTTI-, PINTA- JA POHJAVESITUTKIMUKSET
KOHTEESSA LELLUNNEVA



SEINÄJOEN KAUPUNKI

TUTKIMUSRAPORTTI - MAAPERÄ-, SEDIMENTTI- JA POHJAVESITUTKIMUKSET KOHTEESSA LELLUNNEVA

04.10.2017

Riikka Tamminen, FM ympäristöekologia

Olli-Pekka Vieltojärvi, FM biofysiikka

Helena Puro, FM limnologi

Sisällysluettelo:

1.	JOHDANTO.....	3
2.	TUTKIMUSKOHTEET JA TOIMINTAHISTORIA	4
2.1	NURMON KUNNAN AIKAINEN VANHA MAANKAATOPAIKKA.....	6
2.2	VANHA YKSITYINEN MAANLÄJITYSALUE	8
2.3	TERVAHAUTA JA SEN LÄHIYMPÄRISTÖ	8
3.	ALUEEN MAAPERÄ-, POHJAVESI- JA PINTAVESIOLOSUHTEET	9
3.1	MAAPERÄ	9
3.2	POHJAVESI	9
3.3	PINTAVESI.....	10
3.4	LELLUNNEVAN VELVOITETARKKAILU 2015	10
4.	NÄYTTEENOTTO JA TUTKIMUKSET	11
4.1	YLEISTÄ NÄYTTEENOTOSTA JA TUTKIMUKSISTA.....	11
4.2	MAANÄYTTEIDEN NÄYTTEENOTTO	13
4.3	NURMON KUNNAN AIKAINEN VANHA MAANKAATOPAIKKA.....	14
4.3.1	<i>Maaperätutkimukset</i>	<i>14</i>
4.3.2	<i>Sedimenttitutkimukset.....</i>	<i>17</i>
4.3.3	<i>Pintavesitutkimukset.....</i>	<i>17</i>
4.3.4	<i>Täytön sisäisen veden ja pohjaveden pinnankorkeuden tutkimus.....</i>	<i>17</i>
4.4	VANHA YKSITYINEN MAANLÄJITYSALUE	18
4.4.1	<i>Maaperätutkimukset</i>	<i>18</i>
4.5	TERVAHAUTA JA SEN LÄHIYMPÄRISTÖ	20
4.5.1	<i>Maaperätutkimukset</i>	<i>20</i>
5.	TUTKIMUSTULOKSET	21
5.1	MAAPERÄN PILAANTUNEISUUDEN ARVIOINTI	21
5.2	NURMON KUNNAN AIKAINEN VANHA MAANKAATOPAIKKA.....	23
5.2.1	<i>Maaperätutkimukset</i>	<i>23</i>
5.2.2	<i>Sedimenttitutkimukset.....</i>	<i>29</i>
5.2.3	<i>Pintavesitutkimukset.....</i>	<i>31</i>
5.2.4	<i>Täytön sisäisen veden ja pohjaveden tutkimus.....</i>	<i>32</i>
5.3	VANHA YKSITYINEN MAANLÄJITYSALUE	32
5.4	TERVAHAUTA JA SEN LÄHIYMPÄRISTÖ	33
5.5	LABORATORIO- JA KENTTÄMITTAUSTEN VERTAILU	33
5.6	YHTEENVETO TEHDYISTÄ TUTKIMUKSISTA	36
5.6.1	<i>Nurmon kunnan aikainen vanha maankaatopaikka</i>	<i>36</i>
5.6.2	<i>Vanha yksityinen maanlajitysalue ja Tervahauta ja sen lähiympäristö.....</i>	<i>37</i>
6.	EPÄVARMUUSTEKIJÖITÄ.....	37



7.	SUOSITUKSET JATKOTOIMENPITEISTÄ.....	37
	VIITTEET	39

LIITTEET

- Liite 1. Maanäytteiden kairaus- ja näytteenottopöytäkirja
- Liite 2. Täytön sisäisen veden havaintoputken putkikortti
- Liite 3. Maanäytteiden kenttämittausten (XRF, PID, PetroFLAG) tulokset
- Liite 4. Maanäytteiden laboratoriomittausten testausselostet
- Liite 5. Sedimenttinäytteiden laboratoriomittausten testausselostet
- Liite 6. Pintavesinäytteiden laboratoriomittausten testausselostet
- Liite 7. Täytön sisäisen veden laboratoriomittauksen testausselostet
- Liite 8. Valokuvia sedimentti- ja pintavesinäytenpisteiden ympäristöstä
- Liite 9. Kallionvarmistusporauksien leikkausdiagrammit

Copyright © Ahma ympäristö Oy

Teollisuustie 6
PL 96, 96101 Rovaniemi
p. 040-1333 800

Pohjakartat: © Maanmittauslaitos lupa nro 16/MML/16

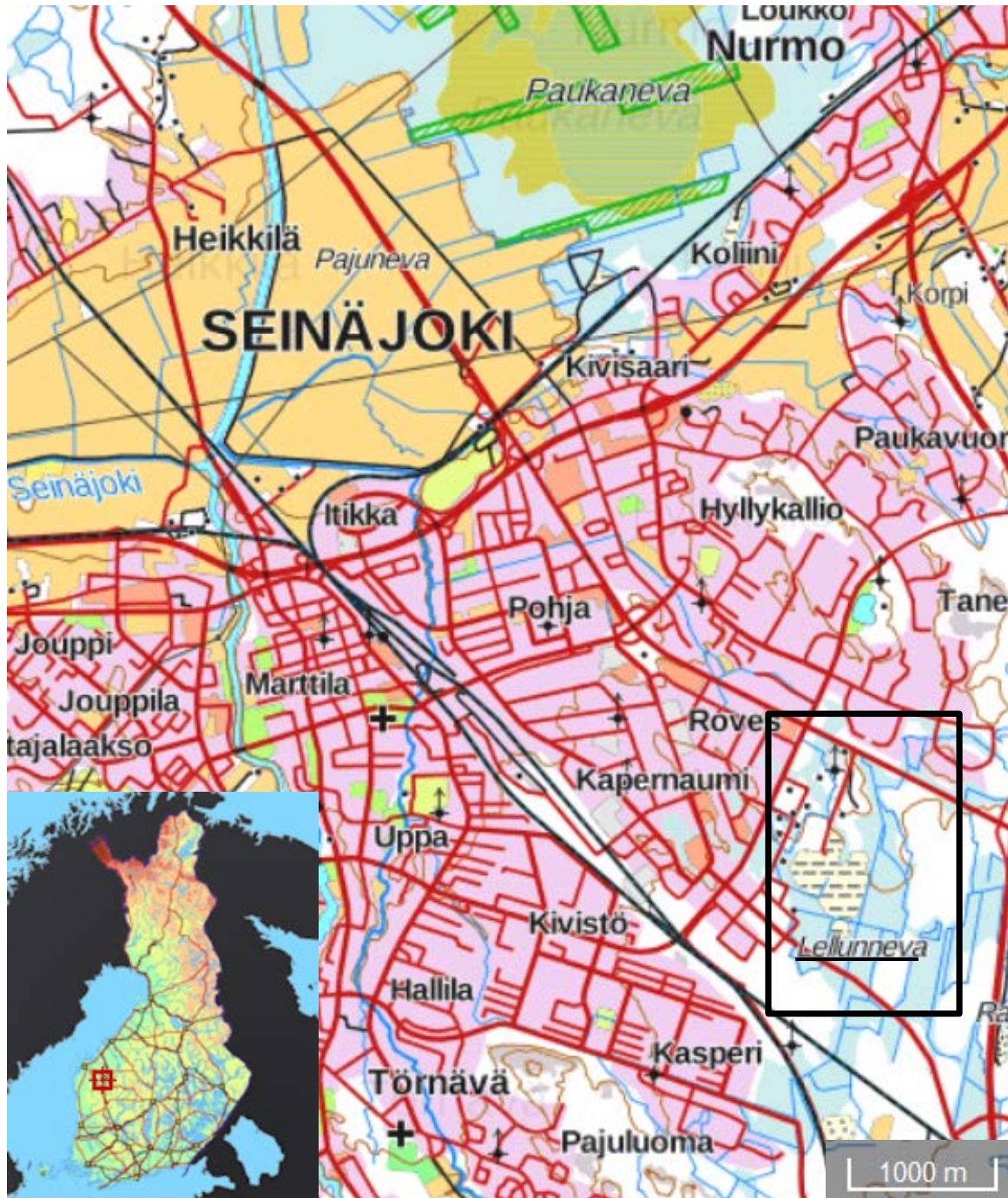
1. JOHDANTO

Seinäjoen kaupungin Lellunnevan kaatopaikan alueella tehtiin kolmella tutkimusalueella maaperätutkimuksia sekä sedimentti-, pintavesi-, ja täytönsisäisen veden tutkimuksia alueen maaperän ja sedimenttien mahdollisten haitta-aineiden ja niiden pitoisuuksien selvittämiseksi kaavoituksen tarpeita varten. Tutkimuskohteina olivat Nurmon kunnan aikainen vanha maankaatopaikka ja sen ympäristö, vanha yksityinen maanlajitusalue sekä tervahauta. Kohteissa tehtiin tutkimussuunnitelman (Ahma ympäristö Oy 2017) mukaiset tutkimukset kesä- ja elokuun aikana vuonna 2017.

Tässä raportissa esitetään tutkimuksen aikana tehdyt havainnot, kentällä tehtyjen mittausten tulokset sekä maa-, vesi- ja sedimenttinäytteistä saadut analyysitulokset. Raportissa esitetään myös toimenpide-ehdotuksia tutkimusalueille tehtävistä jatkotoimenpiteistä.

2. TUTKIMUSKOHTEET JA TOIMINTAHISTORIA

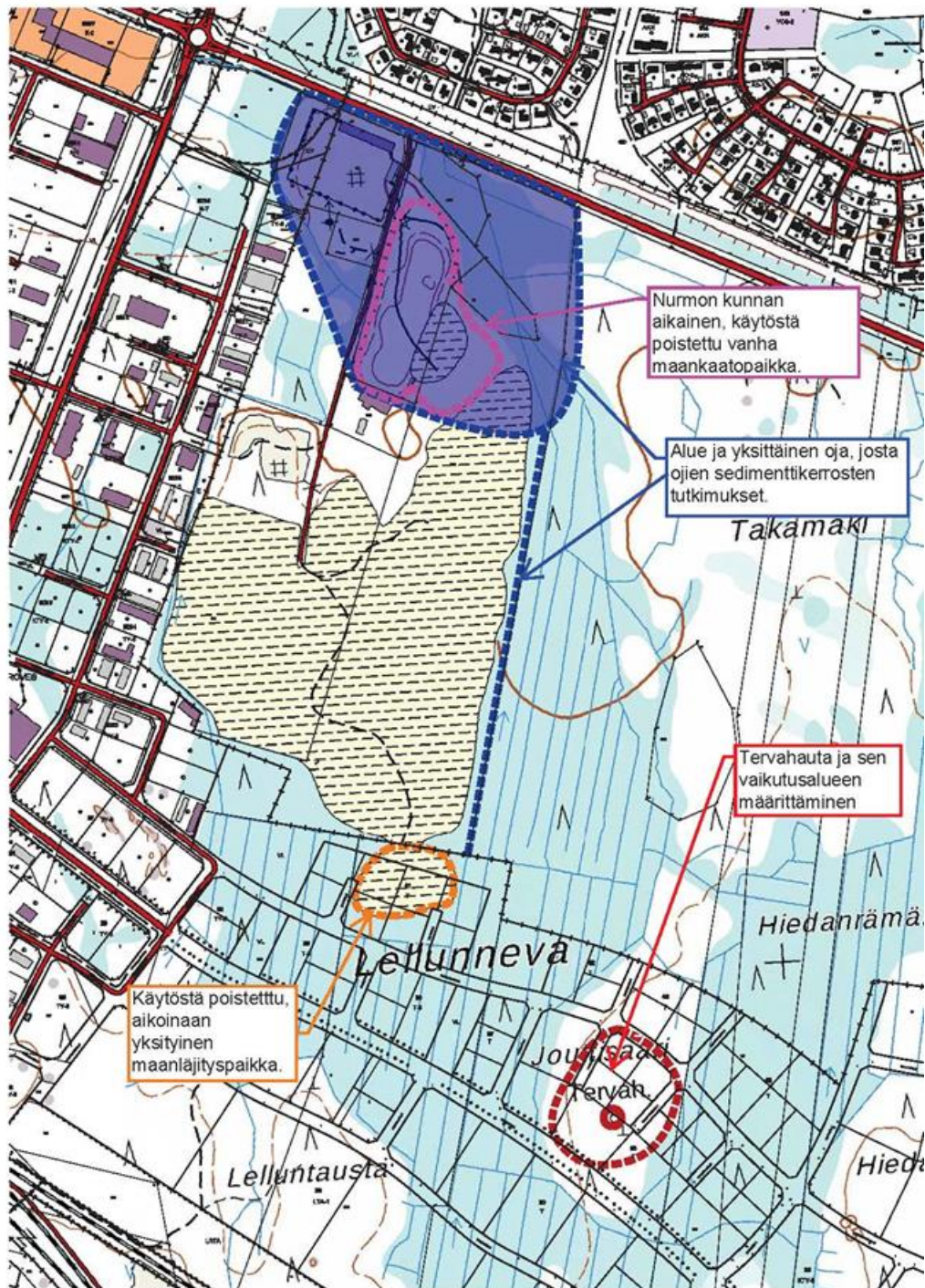
Tutkimuskohteet sijaitsevat Seinäjoen kaupungin Roveksen teollisuusalueella Kuortaneentien varressa noin 4 kilometrin etäisyydellä Seinäjoen keskustasta itään (Kuva 2-1). Lähimmillään asutus sijaitsee noin 90 metrin päässä alueesta Kuortaneentien pohjoispuolella.



Kuva 2-1. Lellunnevan tutkimusalueiden sijainti

Tutkimuskohteita alueella oli kolme (kuva 2-2):

- Nurmon kunnan aikainen vanha maankaatopaikka, sen ympäristö ja sinne johtava oja
- vanha yksityinen maanlajitusalue
- Tervahauta ja sen lähiympäristö



Kuva 2-2. Tutkimusalueet on esitetty katkoviivoin. Kartasta näkyy alueen tämän hetkinen kaavoitus. (Kartta Seinäjoen kaupunki 2017).

2.1 Nurmon kunnan aikainen vanha maankaatopaikka

Saatavilla olleiden ilmakuvien perusteella vuonna 1964 Lellunnevan alue on ollut pääasiassa rakentamatonta metsätalousaluetta.

Nurmon kunnan aikainen maankaatopaikan toiminta on todennäköisesti sijoittunut kahdelle kiinteistölle 743-404-8-1516 Metsola (pohjoisosa) ja 743-4040-8-1326 Lellunnitty (Kuva 2-3). Nurmon vanhan maankaatopaikan alueelle on kaatopaikanhoitajan kertoman mukaan viety maa-ainesten lisäksi ainakin VR:n huoltomonttujätteitä tynnyreissä. Näistä osa on poistettu, mutta ei kaikkia. Lisäksi maankaatopaikalle on viety myös muuta öljyjätettä, yleensä silloin, kun kaatopaikanhoitaja ei ole ollut paikalla. Näiden öljyjätteiden paikkoja ei ole kirjattu ylös, eikä paikkojen sijaintia pysty muistinvaraisesti paikantamaan. (Korhonen 2017)

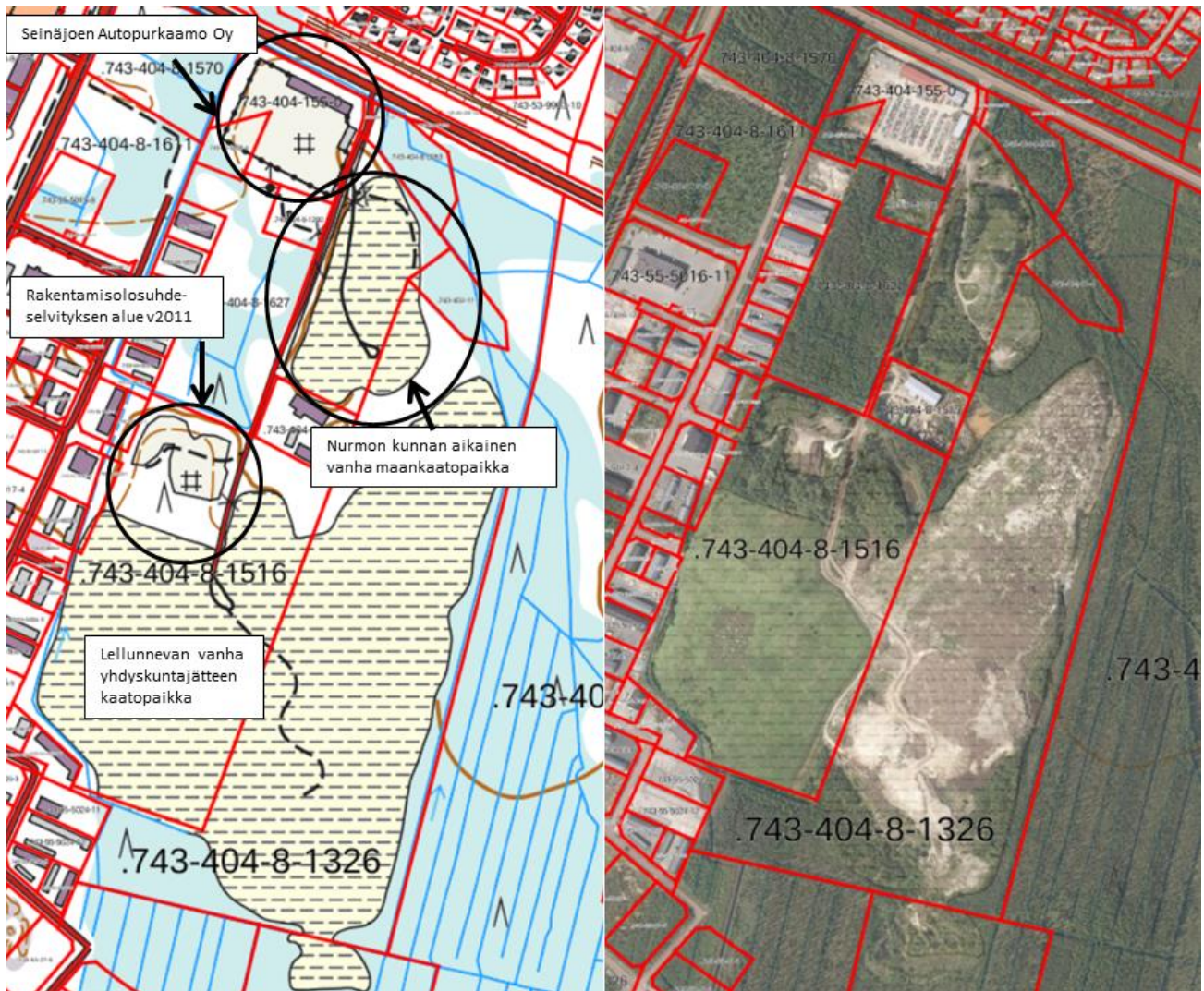
Nyt tutkimuskohteena olevien alueiden väliin sijoittuu Lellunnevan käytöstä poistettu yhdyskuntajätteen kaatopaikka (kuva 2-3). Vanha Lellunnevan yhdyskuntajätteen kaatopaikka ja vanha maankaatopaikka ovat vierekkäin tilalla 743-404-8-1516 Metsola. Kaatopaikka otettiin käyttöön vuonna 1967, mutta yhdyskuntajätteen tuonti alueelle lopetettiin uuden kaatopaikan valmistuttua vuonna 1980. Muun sijoituspaikan puuttuessa Lellunnevalle on kuitenkin tuotu puhdistamolietettä vuoteen 1987 asti. Ympäristöministeriön tekemässä selvityksessä Suomen mahdollisista riskikaatopaikoista Lellunnevan kaatopaikka on luokiteltu riskikaatopaikaksi. Kaatopaikalle on sijoitettu mm. puusepän-, lääke-, muovi- ja korjaamoteollisuuden jätettä. Kaatopaikalle on ajettu myös runsaasti täytemaata ja kaatopaikka-alueen pohjoispuolella sijaitsee erillinen maankaatopaikka, joka toimii myös turvetuhkan läjitysalueena. (Ahma ympäristö Oy 2016)

Lellunnevan kaatopaikalla ei ole ollut varsinaista suoto- ja valumavesien käsittelyä. Kaatopaikalle on tehty kunnostussuunnitelma, joka sisältää mm. ojituksen uudelleenjärjestelyn (Ahma Ympäristö 2016). Lellunnevan kaatopaikan sulkemissuunnitelman mukaan maankaatopaikalle oli haudattu öljyistä maata sisältäviä tynnyreitä 250 kpl. Suunnitelmassa esitettiin öljyyntyneen maan ja tynnyreiden poistoa. Öljyinen maa läjitetään hakkeeseen tms. sekoitettuna aumaksi kompostoitumaan käytöstä poistetun jätepenkereen päälle. Kunnostussuunnitelman kartassa on nyt tutkimuskohteena olevan Nurmon kunnan aikaisen vanhan maankaatopaikan kohdalla merkintä ”öljyinen maa”. (Vesihydro 1998)

Nurmon vanhalla maankaatopaikalla on toiminut vuodesta 2003 alkaen Seinäjoen palolaitoksen paloharjoitusalue. Alueen käytöstä ja sen jätevesien käsittelystä on ympäristölautakunta antanut määräykset ja päätöksen 9.10.2003. Alue tulee olla asfaltoitu ja jätevedet tulee johtaa kentän keskellä olevaan hiekanerottimeen ja siitä edelleen öljynerottimeen. Erottimen jälkeen jätevedet johdetaan tarkastuskaivon kautta maahan. Erotinta tarkkaillaan manuaalisesti ja öljyinen jäte toimitetaan Riihimäelle Ekokemille. Alueella ei tule säilyttää toimintaan liittymätöntä tavaraa sekä mahdolliset kemikaalit on säilytettävä lukollisessa varastossa, jossa on valuma-allas tai reunallinen, tiivis alusta. (Ympäristölautakunta 2003). Ympäristönsuojelun valvontakäynnillä vuonna 2016 alue on asfaltoitu ja alueen keskellä on öljynerotuskaivo, josta alueen vedet ohjataan maahan. Kenttä on vähäisessä käytössä, lähinnä tulityökorttikurssien yhteydessä, jolloin kentällä olevissa astioissa poltetaan öljyä, joka sammutetaan sammutusjauheella. Toisinaan harjoituksissa poltetaan puulavoja, joissa on tuhohyönteisiä. Alueella on merikontti, jossa harjoituksiin käytettävää välineistöä säilytetään sekä jota hyödyntäen on tehty savusukellusharjoituksia. Käyttökertoja alueella on noin 1-2 kuukaudessa. (Ympäristönsuojelun valvontakäynnin muistio 1.11.2016)

Nyt tutkittavalle alueelle sijoittuu myös Seinäjoen Autopurkamon toiminnot. Kiinteistön alueella tehtiin vuonna 2016 maaperätutkimus, jossa selvitettiin kiinteistön maaperän haitta-aineita ja onko niistä vaaraa ympäristölle ja terveydelle. Autopurkamo on perustettu vuonna 1977. Maaperätutkimuksessa ei todettu selkeitä jätetäyttöjä, osassa koekuoppia todettiin jonkin verran

autoista irronneita palasia sekoittuneena maahan. Alueen länsipuolen täytön seassa oli kantoja ja kiviä. Päärakennuksen edustalla todettiin maaperässä pilaantumista öljyhiilivedyillä, myös arseenipitoisuus ylitti ylemmän ohjearvopitoisuuden. Riskinarvioinnin perusteella riskit kiinteistölle ja lähiympäristölle ovat pääosin hyvin pieniä, terveysriskin todettiin olevan riskeistä merkittävien. Arvioinnin perusteella todettiin kuitenkin, että arseenin ja raskaiden öljyhiilivetyjen pitoisuuksista ei aiheudu merkittävää terveyshaittaa. Alueelle ehdotettiin arseenilla pilaantuneen maan poistamista. Alueen kunnostaminen tehdään toukokuun 2017 aikana kaivamalla pilaantuneet maamassat pois ja sijoittamalla ne kiinteistön etelärajalle rakennettavaan suojavalliin. (Aluetaito Oy 2016)



Kuva 2-3. Tutkimuskohteena olevan Nurmon vanhan maankaatopaikan sijainti sekä Lellunnevan suljetun yhdyskuntajätteen kaatopaikan, Seinäjoen Autopurkaamon ja vuoden 2010 rakentamisolosuhteselvitysalueen sijainnit. Aluerajaukset kuvassa eivät ole tarkat.

Nyt tutkittavan alueen ulkopuolella ja suljetun kaatopaikan pohjoispuolella tehtiin vuonna 2011 rakentamisolosuhteselvitys (Ramboll 2011) ja siinä todettiin, ettei alue sovellu rakentamiseen sellaisenaan sinne haudatun jätteen vuoksi. Selvitysalueen sijainti on esitetty kuvassa 2-3. Aikaisemmin alueella on ollut vuokralaisia, mutta alue on talven 2016-2017 aikana otettu kaupungin

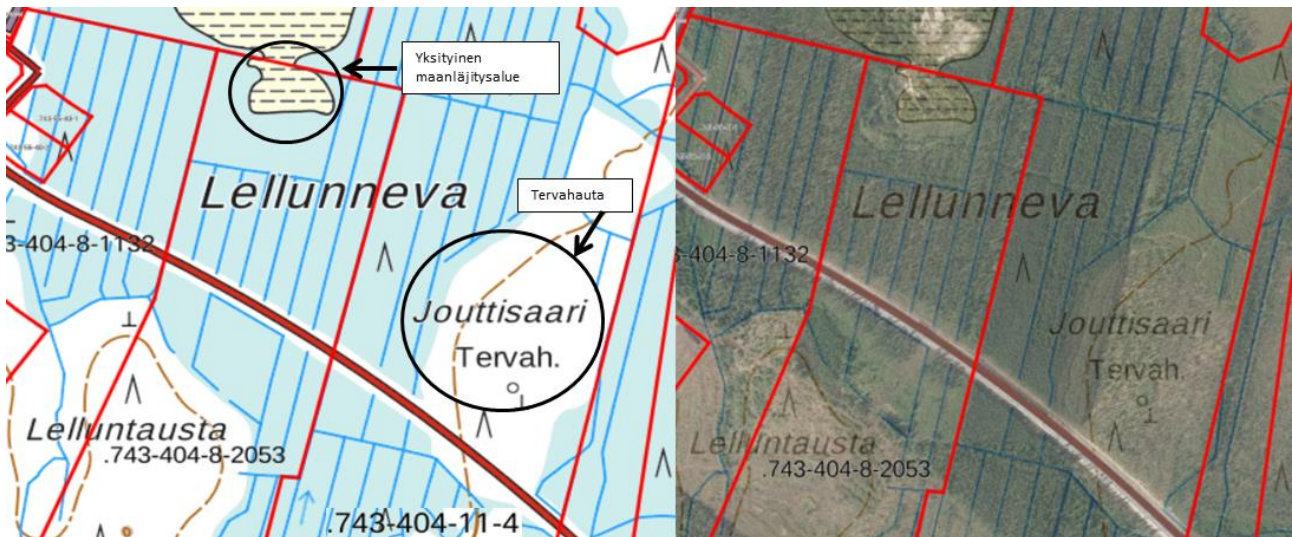
omaan käyttöön. Pääasiallisesti aluetta tullaan käyttämään puistotoimen varastopaikkana, jossa varastoidaan mm. turvetta, risuja/puita ym. puistojen siistimisessä syntyvää luonnonmateriaalia. Lellunnevan alueella on toiminnassa olevan maanlajitysalueen lisäksi kantojen välivarastointialue, jolla on oma ympäristölupa. (Salo 2017)

2.2 Vanha yksityinen maanlajitysalue

Vanha yksityinen maanlajitysalue sijaitsee kiinteistöllä 743-404-8-2053 ja asemakaavan 55005 kortteli 41 alueella. Yksityisen entisen maankaatopaikan alueella ei ole tiedossa maaperää pilaavaa toimintaa. (Kuva 2-4)

2.3 Tervahauta ja sen lähiympäristö

Jouttisaaren Tervahauta sijaitsee asemakaavoitetulla alueella kiinteistöllä 743-404-11-4. Tervahaudan alueella on tehty tervanpolttoa. (Kuva 2-4)



Kuva 2-4. Tutkimuskohteena olevien yksityisen maanlajitysalueen ja tervahaudan sijainnit

3. ALUEEN MAAPERÄ-, POHJAVESI- JA PINTAVESIOLOSUHTEET

3.1 Maaperä

GTK:n maaperäkartan 1:20 000/1:50 000 (kuva 4-1) mukaan Lellunnevan pohjoisen tutkimusalueen ja suljetun yhdyskuntajätteen kaatopaikan välillä on kallioalue. Vanha maankaatopaikka ja sen ympäristö on pääosin turvetta, koilliskulmassa sekä lännessä on moreenialueita. Kaatopaikka-alueen eteläpuolella, tutkimuskohteena oleva vanha yksityinen maankaatopaikka sijaitsee myös turve-alueella, ja tervahauta moreenialueella.

Tutkimusalueen luoteisreunalla on tehty maaperätutkimus vuonna 2016, jossa todettiin Seinäjoen autopurkamon kiinteistön pohjamaan koostuvan pääasiassa siltti- /hiekkamoreenista. Mursketäyttökerrokset olivat suhteellisen ohuita noin 5-10 cm. Kiinteistön länsiosassa todettiin paksumpi täyttökerros, jossa oli täyttönä puiden kantoja, kiviä ja hienorakeisia maa-aineksia ja pohjamaa silttimoreeni noin 2,5 m syvyydellä. (Aluetaito Oy 2016).

Suljetun kaatopaikan pohjoispuolella tehdyssä rakentamisolosuohdeselvityksessä (Ramboll 2010) todettiin täyttömaiden alla ohut humuskerros, jonka alla pääosin silttiä ja savea. Selvitysalue ei sijoitu nyt kohteena olevalle tutkimusalueelle, vaan sijaitsee sen lounaispuolella.

Länsi-Suomen ympäristökeskuksen (1996) tekemien maaperägeologisten sekä geofysiaalisten tutkimusten perusteella Lellunnevan vanha kaatopaikka on perustettu suon reuna-alueelle ja maalajina on moreeni, jonka päällä on paikoin turvekerros.

Nurmon kunnan aikaisen maanlajityskohteen korkein kohta Seinäjoen kaupungin toimittamien korkeuskäyrien mukaan on +68,42 m, kun maanpinnantasot alueen itäpuolella on noin +58,75 m ja länsipuolella noin +59 m. Alueen eteläpuolella sijaitsevasta yksityisen maanlajitysalueen maanpinnankorkeudet vaihtelevat välillä +66,37 m ja +60,66 m.

Asemakaavan selostuksessa Roveksen suunnittelualueen todetaan olevan maastomuodoltaan vaihtelevaa, mutta melko tasaista. Maaston korkeustaso vaihtelee Rekkaväylän ympäristössä tasojen +61,0...+65,0 m (N2000) välillä. Seinäjoen maankaatopaikan ympäristöluvassa mainitaan alueen maanpinnantasoksi +60,0 m (N60). Alueen täyttöä on tutkittu vuonna 2004 yhdestä pisteestä, jossa turvekerroksen paksuus oli 1,3 m ja tämän alla tiivistä moreenia. Ympäristöluvan mukainen täyttötaso on +70,0 m (N60) ja tällä hetkellä tämä taso on saavutettu suurimmalla osin täyttöaluetta, vain alueen pohjois- ja eteläosassa täyttötaso on matalammalla.

3.2 Pohjavesi

Tutkimusalueet eivät sijaitse luokitellulla pohjavesialueella. Seinäjoen kaupungilta saatujen tietojen mukaan (Salo 2017) alueen välittömässä läheisyydessä ei ole asuinkiinteistöjen kaivoja. Kaatopaikka-alue on kallioista ja maan pintakerros on turvetta ja tiivistä moreenia ja pohjaveden muodostuminen on maaperäoloista johtuen vähäistä. Autopurkamon kiinteistöllä tehtyjen koekuoppakaivujen aikana todettiin kiinteistön länsireunalla sijainneeseen koekuoppaan noruvan orsivettä noin 2 metriä maanpinnan alapuolella.

Alueen läheisyydessä on neljä kaatopaikan yhteistarkkailun pohjavesiputkea, joista otetaan näytteet kaatopaikan tarkkailuohjelman mukaisesti. Edelliset näytteet on otettu vuonna 2015 ja seuraava näytteenotto on ohjelmassa vuonna 2018. Vuoden 2015 mitattujen pinnantasojen mukaan vesipinta

on noin 1 m syvyydellä maanpinnasta ja korkeuksista määritetty pohjaveden virtaussuunta on kohti pohjois-luodetta.

Länsi-Suomen ympäristökeskuksen (1996) tekemien maaperägeologisten sekä geofysikaalisten tutkimusten perusteella Lellunnevan vanhan kaatopaikan alueella ja sen ympäristössä pohjaveden virtaussuunta on etelästä kohti pohjoista, mutta itse kaatopaikalla suotoveden vesipinta on keskimäärin kolme metriä muuta ympäristöä korkeammalla. Pohjavedenpinta sekä kalliopinta ovat kaatopaikkaa ympäröivällä suolla lähellä maanpintaa.

3.3 Pintavesi

Lellunnevan kaatopaikalla ei ole ollut varsinaista suoto- ja valumavesien käsittelyä. Kaatopaikan valuma- ja suotovedet johdetaan selkeytys- ja tasausaltaan sekä turvesuodatuksen jälkeen Kivistöntien reuna-osaan, mistä vesistöyhteys jatkuu edelleen Tanelinojan ja Pajuluomaan kautta Seinäjoen oikaisu-uomaan. Lellunneva sisältyy Kyrönjoen vesistöalueeseen kuuluvan Pajuluoman valuma-alueeseen. Kaatopaikan täyttöalueen pinta-ala on 13 ha. Tiivistyskerroksen vedenläpäisevyys ei ole tiedossa.

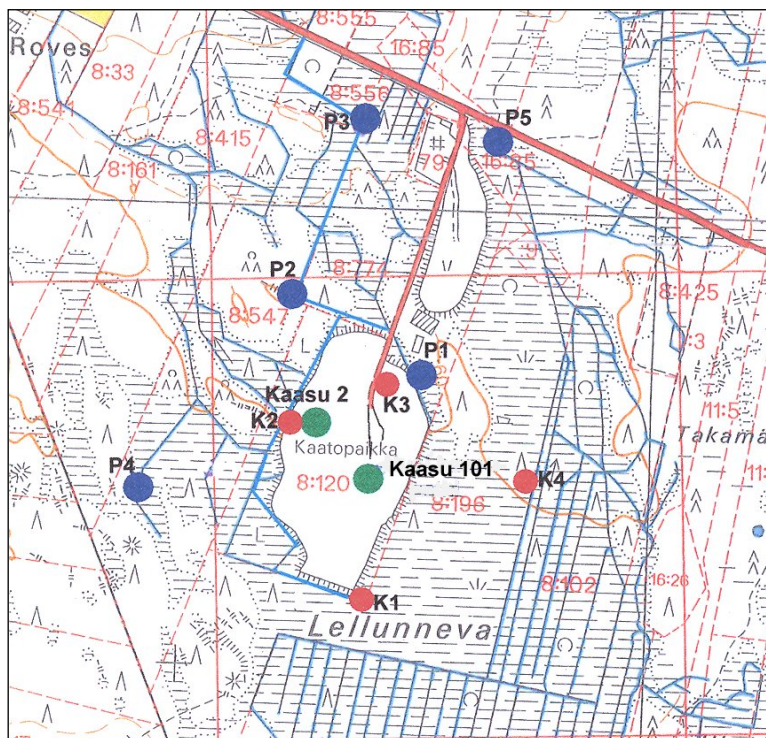
3.4 Lellunnevan velvoitetarkkailu 2015

Lellunnevan velvoitetarkkailuun sisältyy kaatopaikka-, pinta- ja pohjavesien laadun sekä kaatopaikkakaasujen koostumuksen seurantaa (kuva 3-1). Vuoden 2015 tutkimustulosten mukaan kaatopaikkaveden ainepitoisuudet olivat kiintoainepitoisuuksia lukuun ottamatta aikaisempien tarkkailuvuosien tavoin selvästi alhaisemmat kuin vanhojen suomalaisten yhdyskuntajätteiden kaatopaikkojen vesien keskimääräiset ainepitoisuudet. Mineraaliöljyjen ja liuottimien pitoisuudet olivat alle määritysrajojen. Tutkituista metallipitoisuuksista kadmiumin ja elohopean pitoisuudet olivat alle määritysrajojen, nikkeli- ja lyijypitoisuudet olivat alhaiset ja alittivat vesistövedelle annettua ympäristölaatunormin (2008/105/EY). Sinkin ja kromin pitoisuudet olivat selvästi alhaisemmat kuin vanhojen suomalaisten yhdyskuntajätteiden kaatopaikkojen vesien keskimääräiset pitoisuudet. Rautapitoisuudet olivat korkeita ja vanadiini- sekä molybdeenipitoisuudet olivat moninkertaisia verrattuna Kyrönjoen luonnonveteen (Ympäristötiedon hallintajärjestelmä Hertta 2016), mikä viittaa kaatopaikan vaikutukseen.

Pintavesi kaatopaikan yläpuolella sekä ylijäämämaan läjitysalueen alapuolisella havaintoasemalla oli hapanta, rehevää ja humuspitoista. Kaatopaikan vaikutus oli selvästi nähtävissä sähkönjohtavuuden, kloridi- ja typpiyhdisteiden pitoisuuksien nousuna kaatopaikan alapuolisella pisteellä. Veden hygieeninen taso oli erinomainen. Mineraaliöljyjen ja liuottimien pitoisuudet olivat alle määritysrajojen. Kadmium ja lyijypitoisuudet olivat alle ympäristölaatunormin, mutta nikkelpitoisuus oli kaksinkertainen ympäristölaatunormin EQS-arvoon nähden. Sinkki, kromi ja rautapitoisuudet olivat selvästi alhaisemmat kuin vanhojen suomalaisten yhdyskuntajätteiden kaatopaikkojen vesien keskimääräiset pitoisuudet.

Pohjavedet olivat aikaisempien vuosien tavoin erittäin ravinteikkaita ja hapettomia. Ravinnepitoisuudet, sähkönjohtavuuden arvot sekä kloridipitoisuudet ovat koko tarkkailujakson ajan olleet selvästi kohonneella tasolla jo kaatopaikan yläpuolisessa havaintoputkessa suomalaisiin lähes luonnontilaisiin pohjavesiin verrattuna. Kaatopaikan alapuolisissa pohjavesiputkissa kloridin ja sähkönjohtavuuden arvot kohosivat yläpuoliseen putkeen verrattuna. Ylijäämämaan läjitysalueen itäpuolisessa havaintoputkessa veden laatu oli aikaisempien vuosien tavoin kaatopaikan vaikutusta ilmentävien suureiden osalta jonkin verran parempi kuin kaatopaikan yläpuolisessa havaintoputkessa. Vuonna 2015 tehdyistä täydentävän tarkkailun analyysistä mineraaliöljyjen ja liuottimien pitoisuudet olivat alle määritysrajojen. Nikkelin ja lyijyn pitoisuudet olivat selvästi koholla suomalaisiin lähes luonnontilaisiin pohjavesiin verrattuna (Soveri ym. 2001). Pohjaveden laatunormi

ylittyi nikkelin ja sinkin osalta ja lisäksi rautapitoisuudet olivat huomattavan korkeita. (Ahma ympäristö Oy 2016)



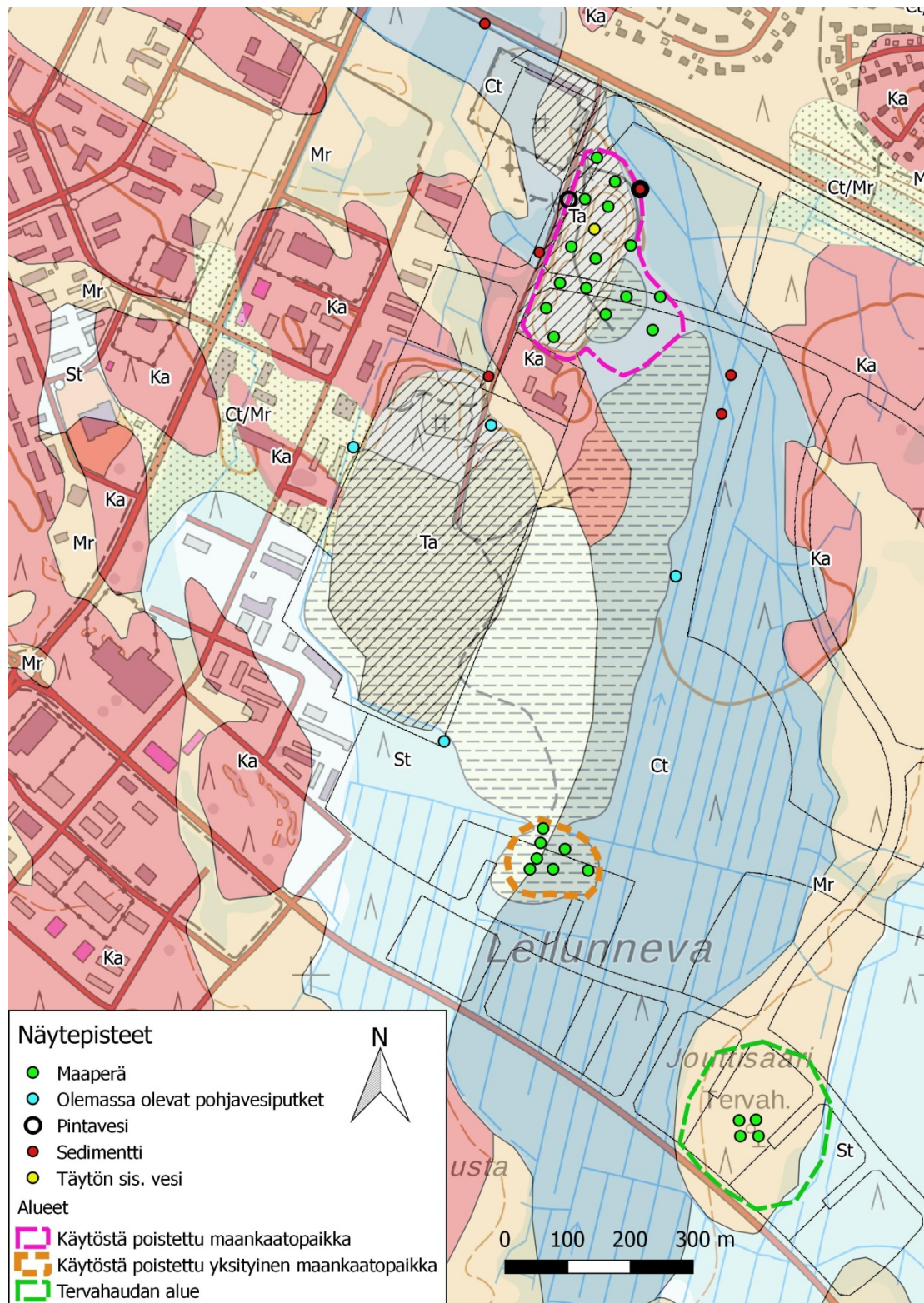
Kuva 3-1. Lellunnevan kaatopaikan vedenlaatuasemien (siniset ympyrät pintavesipisteitä ja punaiset pohjavesipisteitä) sekä kaasun havaintoasemien sijainti (vihreät ympyrät) (Etelä-Pohjanmaan Vesitutkijat Oy 2009)

4. NÄYTTEENOTTO JA TUTKIMUKSET

4.1 Yleistä näytteenotosta ja tutkimuksista

Tutkimuksista vastuullinen konsultti oli Ahma ympäristö Oy. Pääosa näytteiden analysoinnista tehtiin Ahma ympäristö Oy:n akkreditoiduissa laboratorioissa (T131) Seinäjoella, Rovaniemellä ja Oulussa. Yksittäisestä maanäytteestä tehty asbestianalyysi tehtiin Labroc Oy:n laboratoriossa Oulussa.

Tutkimusalueilta kairattiin tai kaivettiin yhteensä 27 maanäytepistettä (kuva 4-1). Jokaiselta pisteeltä otettiin 2-9 maaperänäytettä. Maanäytteitä tutkittiin yhteensä 136 kappaletta. Maanäytteiden otosta, kenttämittauksista, täytön sisäisen havaintoputken asennuksesta ja kallionvarmistusporauksista vastasi Aluetaito Oy. Maastotöistä, niiden kuvauksesta ja raportoinnista vastasi Aluetaito Oy:n Kaisa Porre (AMK ins.). Maaperänäytteitä otettiin lapionäytteinä koekuopista 1.8.–3.8.2017 välisenä aikana ja poravaunun putkinäytteenottimella 26.–29.6.2017 ja 22.–24.8.2017. Maanäytteiden näytteenottomenetelmät ja tutkitut syvyydet, kenttähavainnot (maalaji, maankosteus, haju, jätteet) ja valokuvat on esitetty kairaus- ja näytteenottopöytäkirjassa (liite 1). Täytön sisäinen havaintoputki asennettiin 28.8.2017 ja kallionvarmistusporaukset tehtiin 25.8 ja 29.8.2017. Kallionvarmistusporauksien leikkausdiagrammit on esitetty liitteessä 9.



Kuva 4-1. Tutkimusalueet ja näytepisteet sekä alueen maaperä (GTK maaperä 1:20 000/1:50 000 aineisto). Kartasta näkyy lisäksi suunnitteilla olevat muutokset alueen asemakaavaan.

Sedimentti-, pintavesi-, sekä täytönsisäisen veden näytteet otettiin Ahma ympäristö Oy:n Seinäjoen toimiston näytteenottajien toimesta, samoin kuin jo olemassa olevien pohjavesiputkien vedenpinnan mittaukset. Sedimentti- ja pintavesinäytteenotto toteutettiin 24.8.2017 ja näytteenotossa avusti FM limnologi Helena Puro. Täytön sisäisen veden näyte otettiin 5.9.2017 ja samalla mitattiin jo olemassa olevien pohjavesiputkien vedenpinnan korkeudet.

Tutkimuksiin liittyvä näytteenotto tehtiin sertifioitujen näytteenottajien toimesta ja vallitsevien standardien ja ohjeiden mukaisesti. Maastotöissä noudatettiin asianmukaisia työturvallisuusohjeita.

4.2 Maanäytteiden näytteenotto

Tutkimussuunnitelmassa (Ahma Ympäristö 2017) esitettiin, että maanäytteet pyrittäisiin ottamaan häiriintymättöminä, mutta sekä putkinäytteenotossa että koekuopista otetut näytteet olivat häiriintyneitä, sillä häiriintymättömien näytteiden otto ei ollut teknisesti mahdollista. Näytteenotto poravaunulla tehtiin lyömällä ja tarvittaessa poraamalla sisähalkaisijaltaan 80 mm:n poraputkea maahan metri kerrallaan. Metrin jälkeen putki nostettiin ylös ja painettiin näyte ulos putkesta ämpäriin poratangon ja paineilman avulla, joten jokainen näyte edusti omaa metrin korkuista syvyysväliään. Ensimmäinen maanäyte otettiin humuskerroksen alapuolisesta maakerroksesta 0-0,5 metrin syvyydeltä. Seuraavat näytteet oli tarkoitus ottaa noin metrin välein, kunnes saavutettiin luonnontilainen maanpinta, josta otettaisiin myös näyte. Tutkimuksen aikana ilmeni, että nevalle on turpeen päälle todennäköisesti ajettu ainakin 1 metrin kerros louhetta, joka on mahdollisesti painunut niin, että pohjaveden pinta on lähes samalla tasolla kuin louhekerroksen pinta. Haasteita näytteenottoon toi lisäksi runsaasti kiviä ja kantoja sisältävä täyttö. Suurimmasta osasta esteitä päästiin läpi poraamalla, mutta joissakin pisteissä kivistä putkeen porautunut kivikiekko tai tiiviisti putken tukkiva kannonpala hidastivat kairausta ja kuumensivat poraputkea ja samalla näytettä. Tällaisissa tilanteissa putkeen ei saatu näytettä koko metrin matkalta. Hankalimmilla syvyysväleillä putkeen jäi vain kivikiekko ja poraamisessa syntynyttä kivipölyä. Tällaisia näytteitä ei kuitenkaan ollut monta. Kasviperäistä ainesta sisältävissä näytteissä kuumeneminen näkyi myös kohonneena PID-mittarin arvona.

Koekuoppänäytteet otettiin pääosin maahan kaivetun kuopan seinämistä. Yksityisellä maankaatopaikalla käytettiin myös menetelmää, jossa kaivinkoneella avattiin luiska täyttömaakerroksen pinnasta alas alkuperäiseen maanpintaan saakka ja otettiin luiskasta näytteet. Koekuopista näytteet otettiin 1 metrin välein siten, että ensimmäinen näyte otettiin 0,5 metristä. Työturvallisuuden vuoksi 1,5 m jälkeen näytteet otettiin kaivinkoneella kauhaan ja siitä edelleen lapiolla ämpäriin. Mikäli havaittiin erityisiä kerroksia, muutettiin näytteenottoväliä.

Suurin osa näytteistä valokuvattiin. Osa tervahaudan ja yksityisen maankaatopaikan näytteistä jätettiin kuvaamatta niiden siistin ja keskenään samanlaisen olemuksen vuoksi. Näytteet havainnoitiin, sekoitettiin ämpäriissä huolellisesti ja ämpärin sisällöstä otettiin lapiolla näyte kaasutiiviiseen pussiin. Näytteelle tehtiin PID-mittarilla (RAE Systemsin MiniRAE Lite) mittaus haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (VOC) määrittämiseksi, minkä jälkeen pussi suljettiin nippusiteellä. Tämän jälkeen näytteestä analysoitiin pussin läpi XRF-analysaattorilla (Olympus Innov-X DS-4000) raskasmetallit. XRF-mittaus toteutettiin toistamalla mittaus kolme kertaa mittauskohtaa välillä vaihtaen. Laite laski automaattisesti mitatuista pitoisuuksista keskiarvot, jotka merkittiin koontitaulukkoon ja joita käytettiin mm. ohjearvovertailussa (liite 3). XRF-analysaattori kalibroitiin jokaisen maastopäivän alussa ja PID-mittarin tarkkuus tarkastettiin jokaista maastotyöviikkoa edeltävänä päivänä kalibrointikaasun avulla.

Tutkimuksessa oli käytettävissä myös PetroFLAG-analysaattori (Dexil Corporationin Petroflag), jolla voidaan suorittaa kenttämittauksia kokonaishiilivetyjen määrittämiseksi. PetroFLAG-mittaus tehtiin vain yhdelle näytteelle (maanäytepiste 6E). Öljyisiltä vaikuttavia näytteitä ei ollut juurikaan, joten

katsottiin kokonaistaloudellisesti edullisimmaksi lähettää tällaiset näytteet suoraan laboratorioon ilman kenttämittausta ja tehdä PetroFLAG-testejä vain siinä tapauksessa, että öljyisiä näytteitä alkaisi esiintyä useammin.

Kenttämittareiden tarkkuuden ja luotettavuuden varmistamiseksi tehtiin rinnakkaismäärittäyksiä laboratoriossa 16 kappaletta. Näytteistä valikoitiin mittaustulosten ja aistihavaintojen perusteella laboratorioon lähetettävät näytteet. Myös muutama aistinvaraisesti ja kenttämittausten perusteella pilaantumattomalta vaikuttava näyte lähetettiin laboratorioon XRF-analysaattorin tulosten kalibroimiseksi.

4.3 Nurmon kunnan aikainen vanha maankaatopaikka

4.3.1 Maaperätutkimukset

Nurmon kunnan aikaisen maankaatopaikan ja sen lähialueen maaperää tutkittiin yhteensä 16:lta näytepisteeltä (pisteet 1-16). Jokaiselta pisteeltä otettiin näytteitä 2-9 kpl noin metrin välein syvyyksiltä 0.5-9.0m. Yhteensä maanäytteitä alueelta otettiin 103 kappaletta. Kaikista näytteistä tutkittiin kentällä XRF-mittarilla metallit (As, Cd, Cr, Co, Cu, Pb, Ni, Sb, V, Zn) ja PID-mittarilla haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC). Näytteestä 6E analysoitiin Petro-FLAG kenttäanalysaattorilla kokonaishiilivedyt. Muut näytteet, joiden epäiltiin tutkimuksen aikana tehtyjen aistinvaraisten havaintojen perusteella sisältävän öljyhiilivetyjä, lähetettiin suoraan laboratorioon tutkittavaksi.

Laboratoriossa analysoitiin yhteensä 15 näytteen metallipitoisuudet (As, Cd, Cr, Co, Cu, Pb, Ni, Sb, V, Zn, Hg), 4 näytteen PAH ja/tai PCB pitoisuudet sekä 5 näytteen öljyhiilivetyjen (ml. näyte 6E) pitoisuudet. Lisäksi näytteestä 11F analysoitiin asbesti.

Näytepisteiden sijainnit on esitetty kuvassa 4-2. Näytepisteiden koordinaatit, näytesyvyyydet, näytemäärät, näytteenoton tutkimustavat ja tehdyt mittaukset on esitetty taulukossa 4-1.

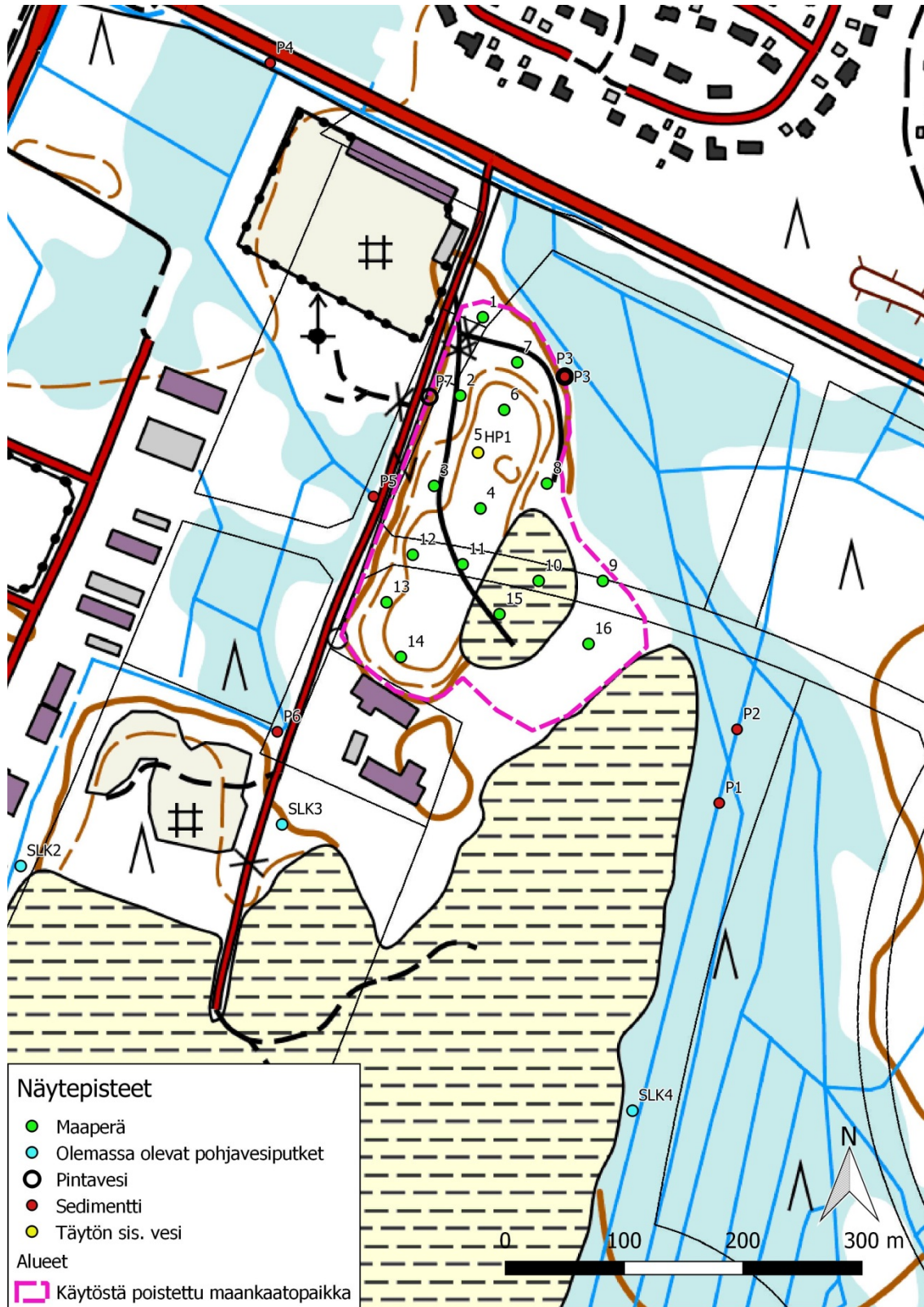
Taulukko 4-1. Nurmon kunnan aikaisen maankaatopaikan maanäytepisteiden koordinaatit, maanpinnan korkeus, näytesyvyys ja -määrät, näytteenottotavat ja tehdyt laboratorioanalyysit

Näytepiste	ETRS-TM35FIN		Maanpinnan korkeus N2000	Näytesyvyys (m)	Näytteiden määrä (kpl)	Näytteenoton tutkimustapa		Tehdyt laboratorioanalyysit ¹		
	N	E				koe-kuoppa (m)	putkinäytteenotin (m)	metallit	PAH&PCB	öljyhiilivedyt
1	6968305	291457	61.483	0.0-5.0	5	-	0.0-5.0	-	-	-
2	6968239	291438	62.191	0.0-3.7	4	0.0-3.7	-	-	-	3.4-3.7 (D)
3	6968163	291416	65.049	0.0-8.0	8	1.4-4.7	0.0-1.0 6.0-8.0	-	-	-
4	6968144	291455	66.366	0.0-9.0	9	-	0.0-9.0	-	-	-
5	6968191	291453	67.625	0.0-9.0	8	-	0.0-9.0	1.0-2.0 (B) 6.0-7.0 (G)	-	-
6	6968227	291475	67.264	0.0-9.0	9	-	0.0-9.0	-	-	4.0-5.0 (E)
7	6968267	291486	62.794	0.0-4.0	5	-	0.0-4.0	0.65-1.65 (B)	-	-
8	6968165	291511	62.981	0.0-5.0	5	-	0.0-5.0	2.0-3.0 (C)	2.0-3.0 (C)	-
9	6968083	291558	62.196	0.5-3.8	4	0.0-3.8	-	-	-	-
10	6968083	291504	64.334	0.5-7.0	8	0.5-5.1	6.0-7.0	1.4-1.8 (B) 6.0-6.7 (G)	-	1.4-1.8 (B)
11	6968097	291440	66.379	0.5-8.0	8	0.5-4.8	5.0-8.0	0.5-0.8 (A) 4.4-4.8 (E) 5.0-6.0 (F) ²	4.4-4.8 (E)	4.4-4.8 (E)
12	6968105	291398	67.652	0.5-9.0	9	0.5-4.7	5.0-9.0	0.5-0.8 (A) 5.0-6.0 (F) 7.0-8.0 (H)	-	-
13	6968065	291376	65.404	0.5-5.5	6	0.5-4.7	5.0-5.5	4.4-4.7 (E)	-	-
14	6968019	291388	65.141	0.5-7.0	7	0.5-7.0	-	5.0-6.0 (F)	1.4-1.8 (B) 5.0-6.0 (F) ³	1.4-1.8 (B)
15	6968055	291471	64.707	1.4-4.8	6	1.4-4.8	-	3.4-3.8 (C)	-	-
16	6968030	291546	62.644	0.5-1.7	2	0.5-1.7	0.5-1.7	-	-	-

¹⁾ Tehdyt laboratorioanalyysit on ilmoitettu analysoitujen näytteiden näytesyvyys metreinä ja suluissa näytteen tunnus.

²⁾ Näytteestä 11F analysoitiin lisäksi asbesti

³⁾ Näytteestä 14B analysoitiin maan PAH -pitoisuus ja näytteestä 14F analysoitiin PCB -pitoisuus



Kuva 4-2. Maaperä-, pintavesi-, pohjavesi- ja sedimenttinäytepisteiden sekä täytön sisäisen veden havaintoputken sijainnit Nurmon vanhan maankaatopaikan ympäristössä

4.3.2 Sedimenttitutkimukset

Sedimenttinäytteitä otettiin putkinäytteenottimella Nurmon kunnan aikaiselta vanhalta maankaatopaikalta 6:lta eri ojapisteeltä (näytepisteet Lellunneva 1-6). Jokaiselta näytepisteeltä otettiin yksi kokoomanäyte ja niistä analysoitiin:

- kosteus/kuiva-aine
- pH
- Hehkutushäviö, orgaaninen aines
- metallit (Sb, Hg, Cd, Co, Cr, Cu, Pb, Ni, Zn, V, As)
- öljyhiilivedyt C₁₀-C₄₀
- PAH-yhdisteet

Näytepisteeltä Lellunneva 3 (paloharjoitusalueen vaikutusalue) analysoitiin lisäksi PFOS, dioksiini- ja furaanipitoisuudet. Näytepisteiden sijainnit kartalla on esitetty kuvassa 4-2 ja koordinaatit taulukossa 4-2.

Taulukko 4-2. Nurmon kunnan aikaisen maankaatopaikan sedimentti- ja pintavesipisteiden näytepisteiden koordinaatit

Näytepiste	ETRS-TM35FIN		Sedimenttinäyte	Pintavesinäyte
	<i>N</i>	<i>E</i>		
P1	6967896	291656	x	
P2	6967958	291671	x	
P3	6968255	291526	x	x
P4	6968519	291278	x	
P5	6968154	291365	x	
P6	6967956	291284	x	
P7	6968238	291412		x

4.3.3 Pintavesitutkimukset

Pintavesinäytteitä otettiin maankaatopaikan länsipuolelta sekä itäpuolelta välittömästi maankaatopaikan reunalla kulkevista ojista yhteensä 2:lta pisteeltä (pistetunnukset Lellunneva 3 ja 7). Pisteeltä Lellunneva 3 otettiin lisäksi sedimenttinäyte. Näytteistä analysoitiin:

- lämpötila, pH, sähkönjohtavuus, happipitoisuus, kloridi, typpi-, ammoniumtyppipitoisuus, kokonaisfosfori, CODM_n
- metallit (Sb, As, Cd, Co, Cr, Cu, Pb, Ni, Zn, V, Fe, Mn)
- öljyhiilivedyt C₅-C₄₀
- PAH-yhdisteet
- VOC-yhdisteet

Näytepisteiden sijainnit kartalla on esitetty kuvassa 4-2 ja koordinaatit taulukossa 4-2.

4.3.4 Täytön sisäisen veden ja pohjaveden pinnankorkeuden tutkimus

Nurmon vanhan maankaatopaikan alueelle asennettiin porakonekairauksella jätetäytön sisäisen veden havaintoputki (HP1) 28.8.2017 (kuva 4-2). Alueella tehtävät maaperätutkimukset oli

suoritettu loppuun ennen putken asennusta ja niistä tehtyjen havaintojen perusteella oli helpompi arvioida putkelle sopiva sijainti ja asennussyvyys.

Maaperätutkimusten aikana monilla näytepisteellä oli ilmennyt alimmaisena noin 1-1.5 metriä paksu louhekerros, jonka läpi putkea ei olisi saanut asennettua. Täytön sisäisen veden havaintoputki päätettiin asentaa maanäytepisteen 5 viereen, jossa oli havaittu vettä noin 6.8 metristä alaspäin ja pisteen syvimmän näytteen (8.5-9.0m) oli arvioitu olevan luonnonmaata. Tarkkailusuunnitelmaan oli merkattu, että kairauspisteestä otetaan maaperänäytteet, joten maanäytepisteen 5 tuloksia käytetään tässä tarkoituksessa. Putkea asentaessa putkeen ei ollut tullut vettä vielä 8.5 metrin syvyydellä. Putki asennettiin lopulta 9.5 metrin syvyyteen niin, että putken kärki oli asentajien arvion mukaan entisen nevan pinnassa. Havaintoputken putkikortti on raportin liitteenä 2.

Vesinäyte putkesta otettiin Ympäristöhallinnon ohjeiden mukaisesti. Putki tyhjennettiin ja huuhdeltiin 31.8.2017 ja vesipinnan annettiin palautua ennen näytteenottoa 5.9.2017. Havaintoputkesta otettiin noutimella vesinäyte ja samalla mitattiin vedenpinnankorkeus. Vesinäytteet otti sertifioitu näytteenottaja ja näytteiden esikäsittely tehtiin standardien mukaisesti. Metallinäytteet suodatettiin Seinäjoen laboratoriossa välittömästi näytteenoton jälkeen.

Näytteestä analysoitiin:

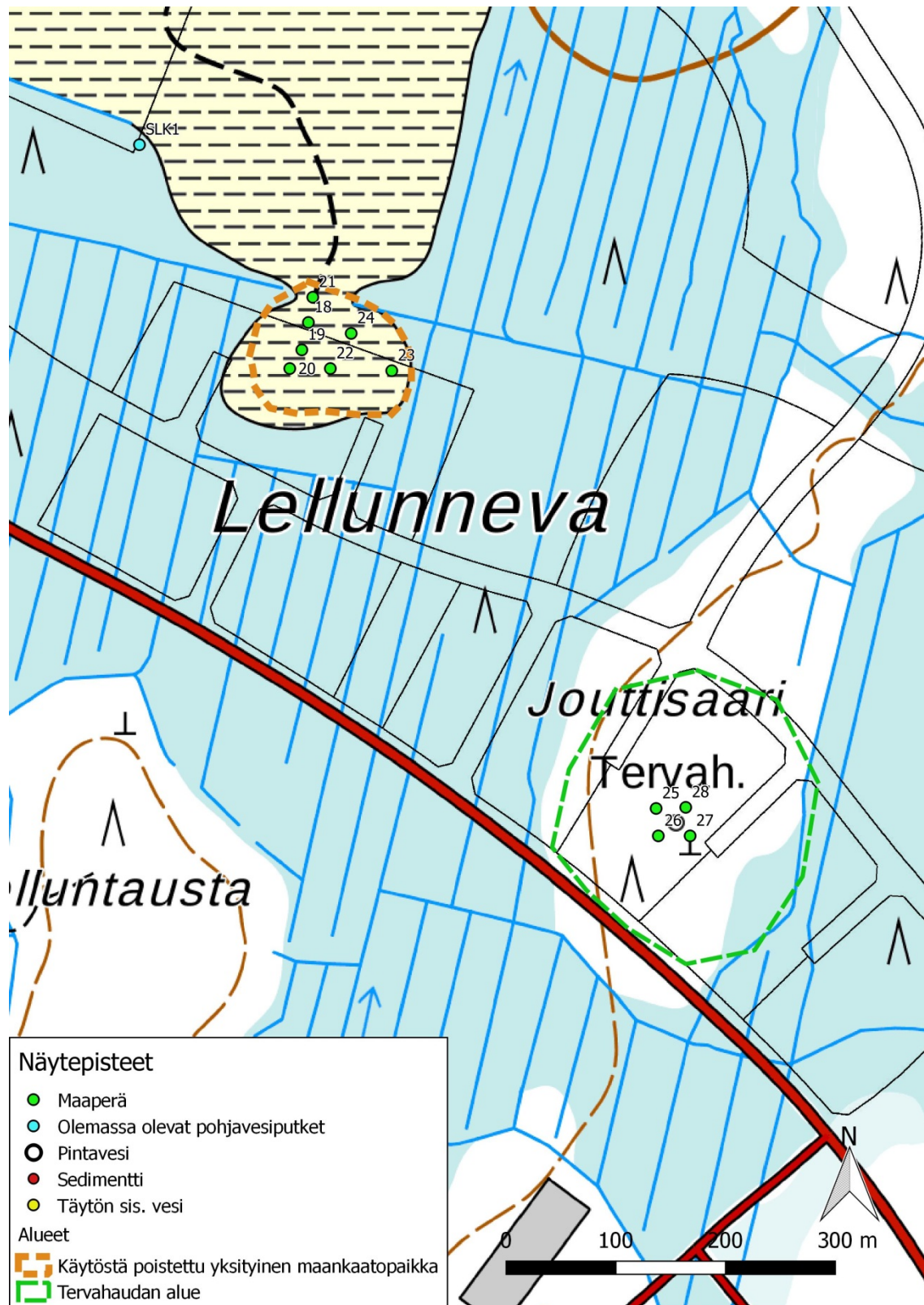
- lämpötila, pH, sähkönjohtavuus, happipitoisuus, kloridi, typpi-, ammoniumtyppipitoisuus, COD_{Mn}
- metallit (Sb, As, Cd, Co, Cr, Cu, Pb, Ni, Zn, V, Fe, Mn) (liukoiset pitoisuudet)
- öljyhiilivedyt C₅-C₄₀
- PAH-yhdisteet
- VOC-yhdisteet

Lellunnevan suljetun yhdyskuntajätteen kaatopaikan velvoitetarkkailuun sisältyy 4 pohjaveden havaintoputkea (SLK1-SLK4), joista mitattiin vedenpinnankorkeus täytön sisäisen veden näytteenoton yhteydessä 5.9.2017. Olemassa olevien pohjavesien putkien koordinaatit on esitetty tuloksien yhteydessä taulukossa 5-14.

4.4 Vanha yksityinen maanlajitysalue

4.4.1 Maaperätutkimukset

Käytöstä poistetun yksityisen maanlajitysalueen maaperää tutkittiin yhteensä 7:lta näytepisteeltä (pisteet 18-24). Maanlajitysalueella oli useita täyttömaaharjanteita, joiden välisillä alueilla oli vettä. Näytteet otettiin harjanteiden päältä. Jokaiselta pisteeltä otettiin näytteitä 2-5 kpl noin metrin välein syvyyksiltä 0.5-4.8m. Yhteensä näytteitä alueelta otettiin 25 kappaletta. Kaikista näytteistä tutkittiin kentällä XRF-mittarilla metallit (As, Cd, Cr, Co, Cu, Pb, Ni, Sb, V, Zn) ja PID-mittarilla haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC). Tutkimuksen aikana tehtyjen aistinvaraisten havaintojen perusteella PetroFLAG analysaattorilla tehtäviä kenttämittauksia ei katsottu tarpeelliseksi.



Kuva 4-3. Maaperänäytepisteiden sijainnit vanhalla yksityisellä maanlajitysalueella ja Tervahaudan ympäristössä

Laboratoriossa analysoitiin yhden näytteen (19B) metallipitoisuudet (As, Cd, Cr, Co, Cu, Pb, Ni, Sb, V, Zn, Hg). Näytepisteiden sijainnit on esitetty kuvassa 4-3. Näytepisteiden koordinaatit, näytesyvydet, näytemäärät, näytteenoton tutkimustavat ja tehdyt mittaukset on esitetty taulukossa 4-3.

Taulukko 4-3. Vanhan yksityisen maanlajitusalueen maanäytepisteiden koordinaatit, maanpinnan korkeus, näytesyvydet ja –määrät, näytteenottotavat ja tehdyt laboratorioanalyysit

Näytepiste	ETRS-TM35FIN		Maanpinnan korkeus N2000	Näytesyvyys (m)	Näytteen määrän määrä (kpl)	Näytteenoton tutkimustapa		Tehdyt laboratorioanalyysit ¹		
	N	E				koe-kuoppa (m)	putkinäytteenotin (m)	metallit	PAH&PCB	öljyhiili-vedyt
18	6967211	291367	65.306	0.5-4.8	5	0.5-4.8	-	-	-	-
19	6967186	291361	62.671	0.5-2.7	3	0.5-2.7	-	1.4-1.8 (B)	-	-
20	6967169	291350	62.698	0.5-2.7	3	0.5-2.7	-	-	-	-
21	6967234	291371	64.681	0.5-4.8	5	0.5-4.8	-	-	-	-
22	6967169	291387	64.779	0.5-3.7	4	0.5-3.7	-	-	-	-
23	6967167	291443	62.58	0.5-1.8	3	0.5-1.8	-	-	-	-
24	6967201	291406	63.457	0.5-2.7	2	0.5-2.7	-	-	-	-

¹⁾ Tehtyjen laboratoriomittausten sarakkeissa on ilmoitettu analysoitujen näytteiden näytesyvyydet metreinä ja suluissa näytteen tunnus

4.5 Tervahauta ja sen lähiympäristö

4.5.1 Maaperätutkimukset

Jouttisaaren Tervahaudan maaperää tutkittiin yhteensä 4:lta näytepisteeltä (pisteet 25-28). Tervahaudan valli oli niin jyrkkä, ettei tutkimuskalustolla päästy sen päälle. Näytteet otettiin vallin ulkopuolelta, liuskan alareunasta. Jokaiselta pisteeltä otettiin näytteitä 2 kpl syvyydeltä 0.5-1.7m.

Yhteensä näytteitä otettiin alueelta 8 kappaletta (4 kpl A-näytteitä ja 4 kpl B-näytteitä). Kaikista näytteistä tutkittiin kentällä XRF-mittarilla metallit (As, Cd, Cr, Co, Cu, Pb, Ni, Sb, V, Zn) ja PID-mittarilla haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC). Tutkimuksen aikana tehtyjen aistinvaraisten havaintojen perusteella PetroFLAG analysaattorilla tehtäviä kenttämittauksia ei katsottu tarpeelliseksi, eikä näytteistä analysoitu laboratoriossa mitään. Tervahaudan näytteistä tehtiin kokoomanäytteet laboratorioanalyysijä varten; TKOKA näytteessä oli mukana kaikkien pisteiden A-näytteet ja TKOKB:ssä kaikkien pisteiden B-näytteet. Näytteistä analysoitiin PAH-yhdisteet ja fenolit.

Näytepisteiden sijainnit on esitetty kuvassa 4-3. Näytepisteiden koordinaatit, näytesyvydet, näytemäärät ja näytteenoton tutkimustavat on esitetty taulukossa 4-4.

Taulukko 4-4. Tervahaudan maanäytepisteiden koordinaatit, maanpinnan korkeus, näytesyvyyydet ja -määrät ja näytteenottotavat

Näytepiste	ETRS-TM35FIN		Maan pinnan korkeus N2000	Näytesyvyys (m)	Näytteiden määrä (kpl)	Näytteenoton tutkimustapa	
	N	E				koekuoppa (m)	putkinäytteenotin (m)
25	6966768	291684	66.557	0.5-1.7	2	0.5-1.7	-
26	6966743	291686	66.332	0.5-1.7	2	0.5-1.7	-
27	6966743	291715	65.953	0.5-1.7	2	0.5-1.7	-
28	6966769	291711	66.584	0.5-1.7	2	0.5-1.7	-

5. TUTKIMUSTULOKSET

5.1 Maaperän pilaantuneisuuden arviointi

Maanäytteistä tehtyjen analyysien ja kenttämittausten tuloksia verrataan valtioneuvoston asetuksessa 214/2007 (PIMA-asetus) maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnista annettuihin ohjearvoihin, joiden perusteella voidaan tehdä johtopäätöksiä maaperän laadusta. Asetuksessa on annettu kynnysarvo sekä alempi ja ylempi ohjearvo useille alkuaineille ja yhdisteille. Taulukossa 5-1 on esitetty yhteenveto PIMA-asetuksen kynnysarvoista (KA) sekä alemmasta ja ylemmästä ohjearvosta (YO ja AO).

Taulukko 5-1. PIMA-asetuksen mukaiset kynnysarvot ja ohjearvot

Aine tai yhdiste	luontainen pitoisuus (mg/kg)	Kynnysarvo ¹ KA (mg/kg)	Alempi ohjearvo ² AO (mg/kg)	Ylempi ohjearvo ³ YO (mg/kg)
Metallit ja puolimetallit				
Antimoni (Sb)	0,02 (0,01-0,2)	2	10	50
Arseeni (As)	1 (0,1-25)	5	50	100
Elohopea (Hg)	0,005 (<0,005-0,05)	0,5	2	5
Kadmium (Cd)	0,03 (0,01-0,05)	1	10	20
Koboltti (Co)	8 (1-30)	20	100	250
Kromi (Cr)	31 (6-170)	100	200	300
Kupari (Cr)	22 (5-110)	100	150	200
Lyijy (Pb)	5 (0,1-5)	60	200	750
Nikkeli (Ni)	17 (3-100)	50	100	150
Sinkki (Zn)	31 (8-110)	200	250	400
Vanadiini (V)	38 (10-115)	100	150	250
Muut epäorgaaniset				
Syanidi (CN)		1	10	50

¹ Haitallisen aineen pitoisuusarvo, jonka ylittyessä maaperän pilaantuneisuus ja puhdistustarve on arvioitava

² Haitallisen aineen pitoisuusarvo, jonka ylittyessä alueen maaperää pidetään yleensä pilaantuneena, ellei aluetta käytetä teollisuus-, varasto-, tai liikennealueena

³ Haitallisen aineen pitoisuusarvo, jonka ylittyessä maaperää pidetään yleensä pilaantuneena alueella, jota käytetään teollisuus-, varasto- tai liikennealueena

Aine tai yhdiste	Kynnysarvo KA (mg/kg)	Alempi ohjearvo AO (mg/kg)	Ylempi ohjearvo YO (mg/kg)
Aromaattiset hiilivedyt			
Bentseeni	0,02	0,2	1
Tolueeni		5	25
Etyylibentseeni		10	50
Ksyleenit		10	50
TEX	1		
Polyaromaattiset hiilivedyt			
Antraseeni	1	5	15
Bentso(a)antraseeni	1	5	15
Bentso(a)pyreeni	0,2	2	15
Bentso(k)fluoranteeni	1	5	15
Fenantreeni	1	5	15
Fluoranteeni	1	5	15
Naftaleeni	1	5	15
PAH	15	30	100
Polyklooratut bifenyylit (PCB) sekä polyklooratut dibentso-p-dioksiinit ja furaanit (PCDD/F)			
PCB	0,1	0,5	5
PCDD-PCDF-PCB	0,00001	0,0001	0,0015
Klooratut alifaattiset hiilivedyt			
Dikloorimetaani	0,01	1	5
Vinyylikloridi	0,01	0,01	0,01
Dikloorieteenit	0,01	0,05	0,2
Trikloorieteeni	0,01	1	5
Tetrakloorieteeni	0,01	0,5	2
Klooribentseenit			
Triklooribentseenit	0,1	5	20
Tetraklooribentseenit	0,1	1	5
Pentaklooribentseeni	0,1	1	5
Heksaklooribentseeni	0,01	0,05	2
Kloorifenolit			
Monokloorifenolit	0,5	5	10
Dikloorifenolit	0,5	5	40
Trikloorifenolit	0,5	10	40
Tetrakloorifenolit	0,5	10	40
Pentakloorifenoli	0,5	10	20
Torjunta-aineet ja biosidit			
Atratsiini	0,05	1	2
DDT-DDD-DDE	0,1	1	2
Dieldriini	0,05	1	2
Endosulfaani	0,1	1	2
Heptakloori	0,01	0,2	1
Lindaani	0,01	0,2	2
TBT-TPT	0,1	1	2
Öljyhiilivetyjakeet ja oksygenaattit			
MTBE-TAME	0,1	5	50
Bensiinijakeet (C5-C10)		100	500
Keskitisleet (>C10-C21)		300	1000
Raskaat öljyjakeet (>C21- C40)		600	2000
Öljyjakeet (>C10-C40)	300		

Maaperän arseenipitoisuus voi olla luontaisesti korkea. Geologian tutkimuskeskus (GTK) on luokitellut maaperässä luonnostaan esiintyvän korkean arseenipitoisuuden alueet neljään provinssiin, joista Seinäjoki sijaitsee arseenipitoisuusprovinsissa 1. Arseenin osalta kynnysarvon sijaan vertailussa on käytetty valtakunnallisen taustapitoisuusrekisterin (TAPIR) Seinäjoen alueen luonnonmaan (savi, hietä, hieno hietä, siltti) suurempaa suositeltua taustapitoisuusarvoa (SSTP, www.gtk.fi/tapir), joka on korkeampi kuin PIMA-asetuksen kynnysarvo.

Lisäksi geokemiallisissa tutkimuksissa Seinäjoen ja Nurmon välillä on löydetty useita pirotteisia antimonimineralisaatioita, joiden huomattiin aiheuttavan alueen moreeniin selkeitä antimonianomaliaita (Oivanen 1982). GTK:n valtakunnallisessa taustapitoisuusrekisterissä (TAPIR) ei ollut saatavilla suurempaa suositeltua taustapitoisuusarvoa antimonille, sillä Seinäjoen alueelta tehtyihin GTK:n alueellisiin geokemiallisiin tutkimuksiin ei ole kuulunut antimonin analyysit.

5.2 Nurmon kunnan aikainen vanha maankaatopaikka

5.2.1 Maaperätutkimukset

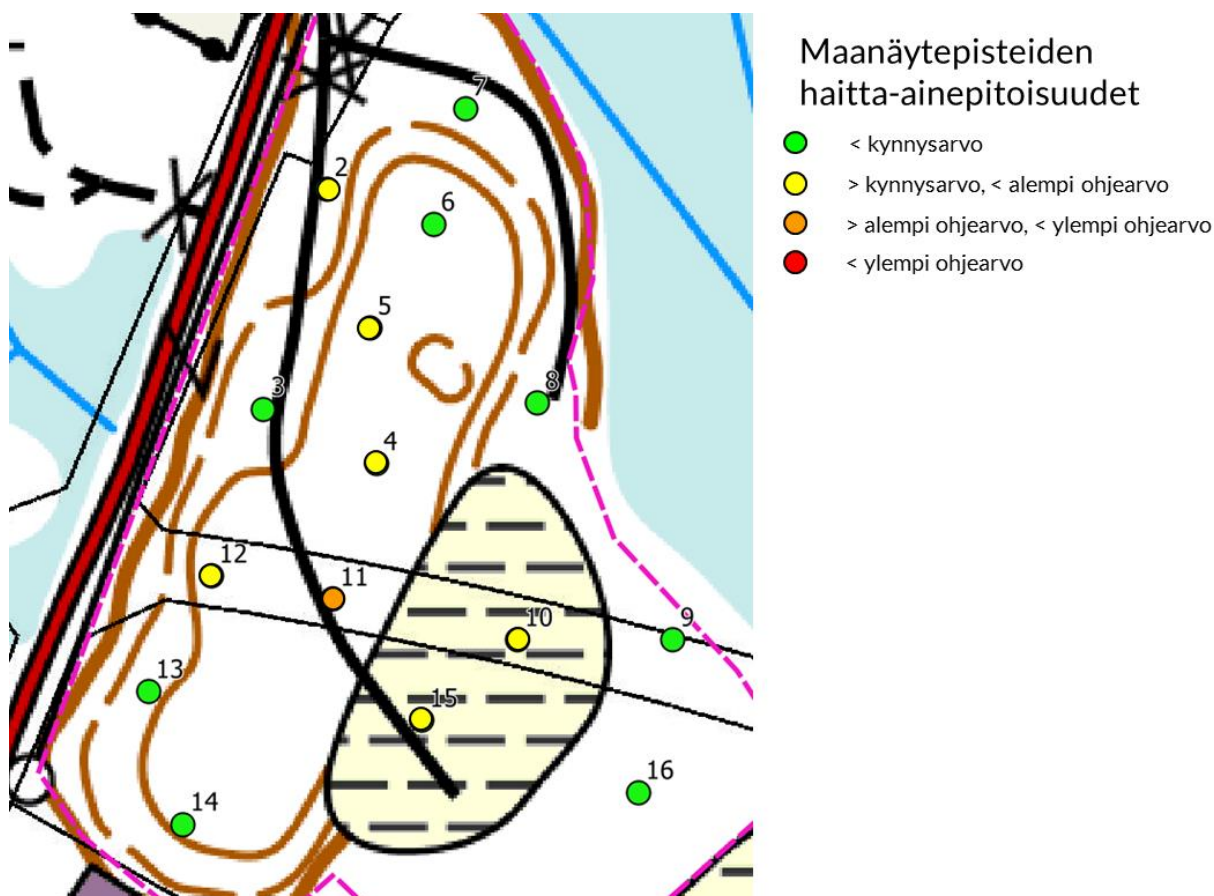
Maanäytteiden kenttämittausten tulokset on esitetty liitteessä 3 ja laboratorioanalyysien testauselosteet liitteessä 4. Maanäytteiden kenttähavainnot (maalaji, maankosteus, haju, jätteet) ja valokuvat on esitetty kairaus- ja näytteenottopöytäkirjassa (liite 1).

Kyseinen tutkimusalue tullaan tulevien asemakaavojen laajennuksissa kaavoittamaan teollisuus-, liikenne- tai varastoalueeksi, joten maanäytepisteitä joissa haitta-ainepitoisuudet alittavat PIMA-asetuksen ylemmän ohjearvon pidetään pilaantumattomina. PIMA-asetuksen ylemmän ohjearvon ylittäviä pitoisuuksia ei havaittu tutkimuksessa yhdelläkään näytepisteellä (Kuva 5-1).

Pisteistä 1, 3, 7, 8, 9, 13, 14 ja 16 otettujen maanäytteiden pitoisuudet eivät tutkituilta osin ylittäneet PIMA-asetuksen kynnysarvoja tai arseenin kohdalla GTK:n määrittämää taustapitoisuutta. Näytepisteiden 2, 4, 5, 6, 10, 11, 12 ja 15 yksittäisillä syvyyksillä havaittiin haitta-ainepitoisuuksia, jotka ylittivät PIMA-asetuksen kynnysarvon, mutta alittivat alemman ohjearvon. Pisteellä 11 havaittiin yhdellä syvyydellä (4.5- 4.8 m) sinkki- ja lyijypitoisuuksia, jotka ylittivät alemman ohjearvon mutta alittivat ylemmän ohjearvon. (Kuva 5-1)

Maanäytteiden laboratoriomittauksissa tai XRF- kenttämittauksissa ei ilmennyt yhdessäkään näytteessä kadmiumin, kuparin, nikkelin, vanadiinin tai elohopean kynnysarvoja ylittäviä pitoisuuksia. Taulukossa 5-2 on esitetty Nurmon kunnan aikaisen vanhan maankaatopaikan alueelta otettujen kenttämittaus- ja laboratorionäytteiden lukumäärät, joissa tulokset ylittivät asetuksen 214/2007 kynnys- tai ohjearvoja. Taulukkoon 5-3 ja kuvaan 5-1 on esitetty näytepisteet, joilla kyseiset ylitykset havaittiin.

Koboltin alempi ohjearvo (100 mg/kg) ylittyi kuudessa maanäytteessä XRF- kenttäanalysaattorilla mitattuna, mutta laboratoriossa mitattujen näytteiden pitoisuudet jäivät kaikki alle kynnysarvon (20 mg/kg). Tutkimustuloksien perusteella on oletettavissa, että tutkituilla näytepisteillä ei ole koboltilla pilaantuneita maita (kts. kappale 5.4). Tästä syystä kobolttituloksia ei ole esitetty taulukoissa 5-2 ja 5-3 tai kuvassa 5-1.



Kuva 5-1. Nurmon kunnan aikaisen vanhan maankaatopaikan maanäytepisteet värikoodattuna havaittujen haitta-ainepitoisuuksien mukaan

Taulukko 5-2. Nurmon kunnan aikaisen vanhan maankaatopaikan alueelta otettujen maanäytteiden lukumäärät, joissa kenttämittaus- tai laboratoriotulokset ylittivät PIMA-asetuksen kynnys- ja ohjearvoja tai GTK:n taustapitoisuuden

	kynnysarvo		alempi ohjearvo		ylempi ohjearvo	
	kenttämittaus	laboratoriotulos	kenttämittaus	laboratoriotulos	kenttämittaus	laboratoriotulos
Arseeni (As)*	-	3	-	-	-	-
Kromi (Cr)	1	-	-	-	-	-
Lyijy (Pb)	5	1	-	1	-	-
Sinkki (Zn)	-	1	-	1	1**	-
Antimoni (Sb)	-	4	-	-	-	-
Öljyhiilivetyjen summapitoisuus	-	3	-	-	-	-

* PIMA-asetuksen As kynnysarvon sijaan vertailuarvona GTK:n suurempi suositeltu taustapitoisuusarvo

**Laboriomittaus kyseisestä näytteestä osoitti pitoisuuden ylittävän alemman ohjearvon

Taulukko 5-3. Nurmon kunnan aikaisen vanhan maankaatopaikan alueen näytestetunnukset, joissa kenttämittaus- tai laboratoriotulokset ylittivät PIMA-asetuksen kynnys- ja ohjearvoja tai GTK:n taustapitoisuuden

	kynnysarvo*		alempi ohjearvo		ylempi ohjearvo	
	kenttämittaus	laboratoriotulos	kenttämittaus	laboratoriotulos	kenttämittaus	laboratoriotulos
Arseeni (As) *	-	5G, 12H, 15C	-	-	-	-
Kromi (Cr)	6H	-	-	-	-	-
Lyijy (Pb)	2A/B, 4E, 11C/E/F	11F	-	11E	-	-
Sinkki (Zn)	-	12F	-	11E	11E**	-
Antimoni (Sb)	-	5G, 12F, 12H, 15C	-	-	-	-
Öljyhiilivetyjen summapitoisuus		2D, 6E, 10B				

* PIMA-asetuksen As kynnysarvon sijaan vertailuarvona GTK:n suurempi suositeltu taustapitoisuusarvo

**Laboratoriomittaus kyseisestä näytteestä osoitti pitoisuuden ylittävän alemman ohjearvon

Taulukossa 5-4 on esitetty värikoodauksilla niiden metallien ohje- tai kynnysarvoja, minkä ylityksiä ilmeni tutkimusalueen maaperänäytteissä. Taulukoissa 5-5 – 5-9 on esitetty samoilla värikoodauksilla tarkemmin näytteet, joissa metallitulokset ylittivät kynnys- tai ohjearvoja.

Taulukko 5-4. Arseenin (As), lyijyn (Pb), sinkin (Zn), antimonin (Sb), kromin (Cr) ja koboltin (Co) PIMA-asetuksessa määritetyt luontaiset pitoisuudet, kynnys- ja ohjearvot*

	As (^{mg} / _{kg})	Pb (^{mg} / _{kg})	Zn (^{mg} / _{kg})	Sb (^{mg} / _{kg})	Cr (^{mg} / _{kg})	Co (^{mg} / _{kg})
luontainen pit.	0,1-25	5	31	0.02	31	8
SSTP (GTK)	14	60	200	-	100	20
kynnysarvo	5	60	200	2	100	20
alempi ohjearvo	50	200	250	10	200	100
ylempi ohjearvo	100	750	400	50	300	250
vaarallisen jätteen raja-arvo	1 000	2 500	2 500	2 500	1 000	1 000

*Arvojen värikoodauksia on käytetty taulukoissa 5-5 – 5-9 osoittamaan mahdolliset ylitykset

Maanäytesteet jossa haitta-ainepitoisuudet > ylempi ohjearvo

PIMA-asetuksen ylempään ohjearvon ylittäviä pitoisuuksia ei havaittu tutkimuksessa yhdelläkään näytesteellä.

Maanäytesteet jossa haitta-ainepitoisuudet > alempi ohjearvo, < ylempi ohjearvo

Näytesteiden 11E sinkki- ja lyijypitoisuudet ylittivät PIMA-asetuksen alemman ohjearvon, mutta olivat ylempää ohjearvoa alhaisempia. Näyteste 11 sijaitsee maankaatopaikan tien vieressä. Pisteestä täytössä oli ylemmissä maakerroksissa reilusti olkia ja jyviä, joita näytteenottoryhmä epäili olevan viljankuivaajan jätettä. Jäte oli hajonnut hapettomissa oloissa, josta johtuen pisteen näytteissä oli voimakas mädäntyneen haju. Syvyydellä 3.4–3.8 m (11D) näytteessä oli myös kankaanpaloja ja

havuja ja syvyydessä 4.4–4.8 m (11E) kuopasta ilmeni n. 10 L öljyastia. Näytteessä 11E laboratorioissa mitattu liijypitoisuus oli 250 mg/kg, ylittäen asetuksen alemman ohjearvon. Näytteen laboratoriomittauksessa todettu sinkkipitoisuus oli 280 mg/kg ylittäen PIMA-asetuksen alemman ohjearvon. Näytteestä tutkittiin laboratorioissa myös PCB-, PAH- ja öljyhiilivetytypitoisuudet. Näytteen PCB-pitoisuus oli alle määritysrajan ja PAH-yhdisteiden kokonaispitoisuus 3.5 mg/kg. PAH-yhdisteistä näytteen bentso(a)pyreenipitoisuus (0.27 mg/kg) ylitti PIMA-asetuksessa asetetun kynnysarvon (0.2 mg/kg). Öljyhiilivetyjen (C₁₀–C₄₀) kokonaispitoisuus oli 290 mg/kg, joka jäi hieman alle PIMA-asetuksessa asetetun kynnysarvon (300 mg/kg). Näytepisteen PID-mittaukset vaihtelivat välillä 0–110 ppm, ollen korkeimmillaan 6–7 metrin syvyydellä (piste 11G). Näytteen 11F asbestipitoisuus määritettiin laboratorioissa olevan 0 %. (Taulukko 5-5 ja liitteet 1 ja 4)

Taulukko 5-5. Näytteet, joissa tulokset ylittivät PIMA-asetuksen alemman ohjearvon*

Piste- tunnus	Syvyys tasolta - tasolle	Kerrospaks	Maalaji arvio ¹	Lisätietoja havainnot	Kosteus ²	Aistihav. ³		Lyijy Pb Laboratorio- tulos (^{mg} /kg)	Sinkki Zn Laboratorio- tulos (^{mg} /kg)
						0...3	L/T		
11 E	4.5 - 4.8	0.3	Sekalaista	Muovia, met, kasvij. öljyastia	KO	2	T	250	280

Maalajit¹:
 Sa = Savi
 Si = Siltti
 Hm = Humus
 Sr = Sora
 Hk = Hiekka
 Tv = Turve
 KaM = kalliomurske
 Mr = moreeni

Kosteus²:
 K = kuiva
 KO = kostea
 M = märkä

Aistihavainnot pilaantuneisuudesta³:
 0 = pilaantumaton
 1 = lievä
 2 = kohtalainen
 3 = voimakas

* PIMA-asetuksen mukaiset kynnys- ja ohjearvot ja niiden värikoodaukset ovat esitetty taulukossa 5-4

Maanäytepisteet jossa haitta-ainepitoisuudet > kynnysarvo, < alempi ohjearvo

Arseenin taustapitoisuusarvo (14 mg/kg) ylittyi kolmessa maanäytteen laboratorioanalyysissä (taulukko 5-6). Arseenipitoisuudet laboratorioissa mitatuissa näytteissä olivat n. 2–122 kertaa suuremmat kuin samojen näytteiden pitoisuudet XRF-kenttämittarilla mitattuna (kts kappale 5-4). Tutkimustuloksien perusteella XRF-kenttämittarin tulokset ovat siten mahdollisesti todellisia pitoisuuksia alhaisempia.

Taulukko 5-6. Näytteet, joissa arseenin XRF-kenttämittaus ja/tai laboratoriotulokset ylittivät GTK:n SSTP arvon 14 mg/kg

Piste- tunnus	Syvyys tasolta - tasolle	Kerrospaksuus	Maalaji arvio ¹	Lisätietoja havainnot	Kosteus ²	Aistihav. ³		XRF- kenttä- mittaus (^{mg} /kg)	Laboratorio- tulos (^{mg} /kg)
						0...3	L/T		
5 G	6.0 - 7.0	1.0	Sr	kannonpala	KO/M	0	T	4.7	30
12 H	7.0 - 8.0	1.0	Sa, Hk	kiviä, kannonkpl	KO	0	T	3.6	16
15 C	3.4 - 3.7	0.3	Sr, Hk, Sa, Hm	ei erityistä	KO	0	T	9.2	23

* PIMA-asetuksen mukaiset kynnys- ja ohjearvot ja niiden värikoodaukset ovat esitetty taulukossa 5-4 ja maalajien, kosteuden ja aistihavaintojen lyhenteiden selitykset taulukon 5-5 alapuolella

Lyijyn kynnysarvo (60 mg/kg) ylittyi neljän maanäytteen kenttämittauksessa ja yhden maanäytteen laboratorioanalyysissä (taulukko 5-7). XRF-kenttämittarilla mitattuja lyijypitoisuuksia voidaan pitää suuntaa-antavina (kts. kappale 5-4).

Näytepisteellä 2 lyijylle asetettu kynnysarvo ylittyi maan pintanäytteissä (A ja B), mutta pitoisuudet olivat suhteellisen alhaisia (taulukko 5-7). Näytteissä oli asfaltinpaloja, tiiltä sekä puuta ja näytteet haisivat mädäntyneelle orgaaniselle ainekselle ja öljylle (liite 1). Näytteen 2A PID-mittaustulos oli 80.5 ppm ja näytteen 2B 10.9 ppm. Piste sijaitsee maankaatopaikan tien länsipuolella.

Näytepiste 4 sijaitsee maankaatopaikan ajotien päällä. Näytteen 4E (näytesyvyys 4-5m) lyijypitoisuus ylitti kynnysarvon (taulukko 5-7) ja sen yläpuolelta otetun näytteen (näytepiste 4D, 3-4m) lyijypitoisuus oli XRF-mittarilla mitattuna 56 mg/kg. Muilla syvyyksillä (0.5- 3m ja 5-9m) lyijypitoisuudet XRF-mittarilla mitattuina vaihtelivat välillä 14.5-18.8 mg/kg, eli selkeästi alle lyijylle asetetun kynnysarvon. Näytteessä 4E oli kivipölyä ja kannonpaloja ja näyte haisi mädäntyneelle orgaaniselle ainekselle.

Taulukko 5-7. Näytteet, joissa lyijyn XRF-kenttämittaus ja/tai laboratoriotulokset ylittivät PIMA-asetuksen kynnysarvon*

Piste- tunnus	Syvyys tasolta - tasolle	Kerrospaksuus	Maalaji arvio ¹	Lisätietoja havainnot	Kosteus ²	Aistihav. ³		XRF- kenttä- mittaus (^{mg} / _{kg})	Laboratorio- tulos (^{mg} / _{kg})
						0...3	L/T		
2 A	0.5 - 0.8	0.3	Hk, Sr	asfaltin paloja, ölj.hajua	KO	1	T	74	
2 B	1.4 - 1.7	0.3	Sa, Si, Hm	kiviä, org. ainesta	KO	0	T	89	
4 E	4.0 - 5.0	1.0	?	kiviä 4-4,60 m. Kantoja	K	0	T	110	
11 C	2.4 - 2.7	0.3	Sekalaista	Muovia, met. Kasvijäte, haju!	KO	1	T	63	
11 F	5.0 - 6.0	1.0	Sa, Hk	met, muov, kantoa, kuituja	KO	1	T	63	100

* PIMA-asetuksen mukaiset kynnys- ja ohjearvot ja niiden värikoodaukset ovat esitetty taulukossa 5-4 ja maalajien, kosteuden ja aistihavaintojen lyhenteiden selitykset taulukon 5-5 alapuolella

Näytteen 12F sinkki- ja antimonipitoisuudet ylittivät laboratoriomittauksessa kyseisille metalleille asetetut kynnysarvot. Näytepisteellä 12 mitattiin myös syvyydellä 7-8 m (12H) antimonin kynnysarvoa suurempi pitoisuus. Pisteellä 12 havaittiin 3.7 metristä syvemmissä täyttökerroksissa rakennusjätettä, metallia, kantoja ja muovia. (Taulukot 5-8, 5-9 ja liite 1)

Taulukko 5-8. Näytteet, joissa sinkin XRF-kenttämittaus ja/tai laboratoriotulokset ylittivät PIMA-asetuksen kynnysarvon*

Piste- tunnus	Syvyys tasolta - tasolle	Kerrospaksuus	Maalaji arvio ¹	Lisätietoja havainnot	Kosteus ²	Aistihav. ³		XRF- kenttä- mittaus (^{mg} / _{kg})	Laboratorio- tulos (^{mg} / _{kg})
						0...3	L/T		
12 F	5.0 - 6.0	1.0	Sa, Hk	metallia, kannonkpl, muovia	KO	0	T	131	210

* PIMA-asetuksen mukaiset kynnys- ja ohjearvot ja niiden värikoodaukset ovat esitetty taulukossa 5-4 ja maalajien, kosteuden ja aistihavaintojen lyhenteiden selitykset taulukon 5-5 alapuolella

Pisteessä 5G ja 15C havaittiin laboratoriomittauksissa antimonipitoisuuksia, jotka ylittivät PIMA-asetuksessa määrätyn kynnysarvon (2 mg/kg). Piste 15 sijaitsee lähellä paloharjoitusaluetta ja näytteissä ei ilmennyt jätteitä, mutta kaikissa näytteissä haisi mädäntynyt orgaaninen aines. Piste 5 näytteet haisivat mädäntyneelle orgaaniselle ainekselle ja niissä oli mm. muovia, huopaa, tiiltä, kantoja ja lasinpaloja. XRF-kenttämittarin huonon määrittystarkkuuden vuoksi on mahdollista, että muissa näytepisteissä tai -syvyyksissä on antimonin kynnysarvoja ylittäviä pitoisuuksia (kts. kappale 5-4). Laboratoriossa analysoiduista näytteistä, joita oli 16 kappaletta yhteensä, oli neljässä näytteessä kynnysarvoja ylittäviä pitoisuuksia, jotka vaihtelivat välillä 3.6–6.3 mg/kg. Seinäjoen seudulla antimonipitoisuudet maaperässä saattavat antimoniesiintymien vuoksi olla korkeampia kuin luontaisesti muualla maassa keskimäärin. (Taulukko 5-9)

Taulukko 5-9. Näytteet, joissa antimonin XRF-kenttämittaus ja/tai laboratoriotulokset ylittivät PIMA-asetuksen kynnys- tai ohjearvoja*

Piste- tunnus	Syvyys tasolta - tasolle	Kerrospaksuus	Maalaji arvio ¹	Lisätietoja havainnot	Kosteus ²	Aistihav. ³		XRF- kenttä- mittaus (^{mg} /kg)	Laboratio- tulos (^{mg} /kg)
						0...3	L/T		
5 G	6.0 - 7.0	1.0	Sr	kannonpala	KO/M	0	T	<42	5.4
12 F	5.0 - 6.0	1.0	Sa, Hk	metallia, kannonkpl, muovia	KO	0	T	<41	6.3
12 H	7.0 - 8.0	1.0	Sa, Hk	kiviä, kannonkpl	KO	0	T	<40	3.6
15 C	3.4 - 3.7	0.3	Sr, Hk, Sa, Hm	ei erityistä	KO	0	T	<41	4.2

* PIMA-asetuksen mukaiset kynnys- ja ohjearvot ja niiden värikoodaukset ovat esitetty taulukossa 5-4 ja maalajien, kosteuden ja aistihavaintojen lyhenteiden selitykset taulukon 5-5 alapuolella

Näytteen 6H kromipitoisuus (101 mg/kg) oli juuri yli sille asetetun kynnysarvon (100 mg/kg). XRF-kenttämittarin kromin mittaustulokset korreloivat melko hyvin laboratoriossa saatuihin tuloksiin (kts. kappale 5-4). Ylitys on kuitenkin pieni ja muilla tutkituilla pisteillä ei havaittu kromin osalta ylityksiä, joten on oletettavissa ettei tutkituilla näytepisteillä ole kromilla pilaantuneita maita (kts. kappale 5.4).

Koboltin alempi ohjearvo (100 mg/kg) ylittyi kuudessa maanäytteessä XRF-kenttäanalysaattorilla mitattuna, mutta laboratoriossa mitattujen näytteiden pitoisuudet jäivät kaikki alle kynnysarvon (20 mg/kg). Tutkimustuloksien perusteella on oletettavissa, että tutkituilla alueilla ei ole koboltilla pilaantuneita maita (kts. kappale 5.4).

Näytteen 8C PAH- ja PCB-pitoisuudet olivat alle määrittäysrajan. Näytteen 14B öljyhiilivetyjen (C₁₀-C₄₀) kokonaispitoisuus oli alle määrittäysrajan (<50 mg/kg) ja PAH-yhdisteiden kokonaispitoisuus oli 0.41 mg/kg, joka on reilusti alle PIMA-asetuksessa määrätyn kynnysarvon (15 mg/kg). Näytteen 14 F PCB-pitoisuus oli myös alle määrittäysrajan. (Liite 4)

Näytteessä 10B öljyhiilivetyjen (C₁₀-C₄₀) kokonaispitoisuus oli 320 mg/kg, ylittäen PIMA-asetuksessa asetetun kynnysarvon (300 mg/kg). Näytteestä analysoitiin myös laboratoriossa metallit, PIMA-asetuksen kynnysarvoja ylittäviä metallipitoisuuksia ei havaittu. Näytepisteen pintamaassa (0.5-1.8 m) oli yksittäisiä asfaltin paloja ja näytteet haisivat mädäntyneelle orgaaniselle ainekselle. (Liitteet 1 ja 4)

Öljyhiilivetyjen (C₁₀-C₄₀) kokonaispitoisuus näytteessä 6E (430 mg/kg) ylitti PIMA-asetuksessa asetetun kynnysarvon (300 mg/kg). Näytteessä oli havaittavissa pikisiä paakkuja ja öljyä. Muilla syvyyksillä oli myös jonkin verran jätettä, esimerkiksi tiiltä, lasia ja styroksia. (Liitteet 1 ja 4)

Näytteen 2D (syvyys 1.4–1.7) öljyhiilivetyjen (C_{10} – C_{40}) kokonaispitoisuus (710 mg/kg) ylitti PIMA-asetuksessa asetetun kynnysarvon (300 mg/kg) ja näytteen keskitislepitoisuus (C_{10} – C_{21}) (660 mg/kg) ylitti lisäksi PIMA-asetuksessa asetetun alemman ohjearvon (300 mg/kg). Näytteessä oli ollut lievä öljyn haju, mutta siinä ei ollut jätettä. Piste 2 sijaitsee maankaatopaikan tien länsipuolella.

Maanäytepisteet jossa haitta-ainepitoisuudet < kynnysarvon

Pisteistä 1, 3, 7, 8, 9, 13, 14 ja 16 otettujen maanäytteiden pitoisuudet eivät tutkituilta osin ylittäneet PIMA-asetuksen kynnysarvoja tai arseenin kohdalla GTK:n määrittämää taustapitoisuutta.

5.2.2 Sedimenttitutkimukset

Sedimenttinäytteiden laboratorioanalyysien testausselostet ovat tämän raportin liitteenä 5. Liitteessä 8 on valokuvia näytepisteiden ympäristöstä. Saastuneen maaperän PIMA-asetuksen ohje- ja raja-arvot eivät suoraan sovellu sedimenteille, mutta tässä tutkimuksessa raja-arvoja käytetään sedimenttinäytteiden tuloksien tulkitsemiseen viitteellisesti. Sedimenttinäytteiden laboratoriomittauksissa ei ilmennyt kuparin, lyijyn, elohopean tai koboltin kynnysarvoja ylittäviä pitoisuuksia.

Sedimenttinäytepiste 1 ojassa oli näytteenottohetkellä pieni virtaus ja vettä ojassa oli näytepiste kohdalla noin 20 cm. Piste arseenipitoisuus ylitti PIMA-asetuksen alemman ohjearvon ja antimonipitoisuus ylitti kynnysarvon (taulukko 5-10). Piste PAH-yhdisteiden pitoisuudet olivat alle määritysrajan (taulukko 5-11). Öljyhiilivetyjen kokonaispitoisuus oli 1200 mg/kg (taulukko 5-12).

Sedimenttinäytepiste 2 oja oli näytteenottohetkellä hyvin vähävetinen ja siinä ei ollut virtausta. Piste arseeni- ja antimonipitoisuudet ylittivät PIMA-asetuksen kynnysarvot (taulukko 5-10). Piste PAH-yhdisteiden pitoisuudet olivat alle määritysrajan (taulukko 5-11). Öljyhiilivetyjen kokonaispitoisuus oli 630 mg/kg (taulukko 5-12).

Sedimenttinäytepiste 3 ojassa ei ollut näytteenottohetkellä virtausta ja näytteen pinnalla oli paljon kariketta. Piste arseeni-, kadmium-, nikkeli- ja antimonipitoisuudet ylittivät PIMA-asetuksen kynnysarvot ja sinkkipitoisuus ylitti alemman ohjearvon (taulukko 5-10). Piste PAH-yhdisteiden summapitoisuus oli 0.54 mg/kg, mutta PAH-yhdisteiden kynnysarvoja ylittäviä pitoisuuksia ei havaittu (taulukko 5-11). Öljyhiilivetyjen kokonaispitoisuus oli 930 mg/kg, joka koostui valtaosin raskaista öljyjakeista ($>C_{21}$ – C_{40}) (taulukko 5-12). Piste sijaitsee maankaatopaikan itäpuolella, välittömästi kaatopaikan reunalla kulkevassa ojassa. Näytteestä analysoitiin lisäksi PFOS, dioksiini- ja furaanipitoisuudet. Näytteessä havaittiin kaikista edellä mainituista yhdisteryhmistä määritysarvoja ylittäviä yksittäisiä yhdisteitä.

Sedimenttinäytepiste 4 oja sijaitsee Kuortaneentien vieressä ja ojassa oli näytteenottohetkellä virtaus. Sedimentin arseenipitoisuus (9.3 mg/kg) ylitti PIMA-asetuksen kynnysarvon, mutta oli GTK:n maaperän taustapitoisuusarvoa alhaisempi. Piste kromi-, nikkeli- ja antimonipitoisuudet ylittivät PIMA-asetuksen kynnysarvot (taulukko 5-10). Piste PAH-yhdisteiden ja öljyhiilivetyjen pitoisuudet jäivät alle määritysrajan (taulukot 5-11 ja 5-12).

Sedimenttinäytepiste 5 oja oli hyvin vähävetinen ja siinä ei ollut virtaamaa. Näyte otettiin kohdasta jossa oli noin 10 cm vettä. Piste arseeni- ja antimonipitoisuudet ylittivät PIMA-asetuksen alemmat ohjearvot ja vanadiinipitoisuus kynnysarvon (taulukko 5-10). Piste PAH-yhdisteiden summapitoisuus oli 0.4 mg/kg, mutta PAH-yhdisteiden kynnysarvoja ylittäviä pitoisuuksia ei havaittu (taulukko 5-11). Öljyhiilivetyjen kokonaispitoisuus oli 1300 mg/kg (taulukko 5-12).

Sedimenttinäytepisteen 6 ojassa oli näytteenottohetkellä virtaama ja jonkin verran vettä. Pisteen arseenipitoisuus ylitti PIMA-asetuksen kynnysarvon ja antimonipitoisuus ylitti alemman ohjearvon (taulukko 5-10). Pisteen PAH-yhdisteiden summapitoisuus oli 0.33 mg/kg, mutta PAH-yhdisteiden kynnysarvoja ylittäviä pitoisuuksia ei havaittu (taulukko 5-11). Öljyhiilivetyjen kokonaispitoisuus oli 840 mg/kg (taulukko 5-12).

Taulukko 5-10. Sedimenttinäytteiden metallipitoisuudet ja PIMA-asetuksen kynnys- ja ohjearvojen ylitykset

Pitoisuustaso (mg/kg ka)	Arseeni As	Kadmium Cd	Kromi Cr	Kupari Cu	Lyijy Pb	Sinkki Zn	Elohopea Hg	Nikkeli Ni	Antimoni Sb	Vanadiini V	Koboltti Co
kynnysarvo	5 (SSTP:14)	1	100	100	60	200	0.5	50	2	100	20
alempi ohjearvo	50	10	200	150	200	250	2	100	10	150	100
ylempi ohjearvo	100	20	300	200	750	400	5	150	50	250	250
vaarallisen jätteen raja-arvo	1 000		1 000	2 500	2 500	2 500	1 000	1 000			
	mg/kg ka	mg/kg ka	mg/kg ka	mg/kg ka	mg/kg ka	mg/kg ka	mg/kg ka	mg/kg ka	mg/kg ka	mg/kg ka	mg/kg ka
Lellunneva 1	85	0.76	15	5.9	<3	9.5	<0.04	5.6	3.0	6	<1
Lellunneva 2	25	<0.3	10	20	<3	4.3	0.066	8.6	2.1	12	2.6
Lellunneva 3	32	1.5	83	63	32	310	0.380	79	3.1	36	16
Lellunneva 4	9.3	<0.3	120	8.3	3.4	23	<0.04	68	5.7	21	14
Lellunneva 5	100	1	38	27	6.5	88	<0.04	17	45	110	6.8
Lellunneva 6	31	0.36	50	17	10	64	<0.04	27	16	49	6.8

Taulukko 5-11a. Sedimenttinäytteiden PAH-yhdisteiden pitoisuudet ja PIMA-asetuksen kynnys- ja ohjearvojen ylitykset

Pitoisuustaso (mg/kg ka)	Pyreeni	Naftaleeni	Fenan- treeni	Antraseeni	Fluoran- teeni	Bentso(a)- antraseeni	Kryseeni	Bentso(k)- fluoran- teeni
kynnysarvo	-	1	1	1	1	1	-	1
alempi ohjearvo	-	5	5	5	5	5	-	5
ylempi ohjearvo	-	15	15	15	15	15	-	15
vaarallisen jätteen raja-arvo	-	2 500	1 000	1 000	1 000	1 000	-	1 000
	mg/kg ka	mg/kg ka	mg/kg ka	mg/kg ka	mg/kg ka	mg/kg ka	mg/kg ka	mg/kg ka
Lellunneva 1	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
Lellunneva 2	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
Lellunneva 3	0.052	0.03	0.18	0.015	0.078	0.014	<0.010	<0.010
Lellunneva 4	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
Lellunneva 5	0.058	<0.010	0.017	<0.010	0.026	0.019	0.032	0.012
Lellunneva 6	0.055	<0.010	0.04	<0.010	0.047	0.022	0.024	<0.010

Taulukko 5-11b. Sedimenttinäytteiden PAH-yhdisteiden pitoisuudet ja PIMA-asetuksen kynnys- ja ohjearvojen ylitykset

Pitoisuustaso (mg/kg ka)	Bentso(a)- pyreeni	Indeno (1,2,3-cd) pyreeni	Bentso (ghi) peryleeni	Asenafta- leeni	Asenaft- teeni	Fluoreeni	Dibentso (a,h)antra- seeni	Bentso(b) fluoran- teeni	PAH summa
kynnysarvo	0.2	-	-	-	-	-	-	-	15
alempi ohjearvo	2	-	-	-	-	-	-	-	30
ylempi ohjearvo	15	-	-	-	-	-	-	-	100
vaarallisen jätteen raja-arvo	100	-	-	-	-	-	-	-	1 000
	mg/kg ka	mg/kg ka	mg/kg ka	mg/kg ka	mg/kg ka	mg/kg ka	mg/kg ka	mg/kg ka	mg/kg ka
Lellunneva 1	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
Lellunneva 2	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
Lellunneva 3	0.012	0.016	0.013	<0.010	0.026	0.069	<0.010	0.032	0.54
Lellunneva 4	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
Lellunneva 5	0.036	0.030	0.088	<0.010	<0.010	<0.010	0.014	0.063	0.4
Lellunneva 6	0.021	0.012	0.033	<0.010	<0.010	0.039	<0.010	0.033	0.33

Taulukko 5-12. Sedimenttinäytteiden öljyhiilivetyypitoisuudet ja PIMA-asetuksen kynnys- ja ohjearvojen ylitykset

Pitoisuustaso (mg/kg ka)	>C10-C21 öljyhiilivedyt	>C21-C40 öljyhiilivedyt	Öljyhiilivetyjen kok.pitoisuus C ₁₀ -C ₄₀
kynnysarvo	-	-	300
alempi ohjearvo	300	600	-
ylempi ohjearvo	1 000	2 000	-
vaarallisen jätteen raja- arvo	-	-	10 000
	mg/kg ka	mg/kg ka	mg/kg ka
Lellunneva 1	170	1 000	1 200
Lellunneva 2	120	520	630
Lellunneva 3	<5.0	930	930
Lellunneva 4	<5.0	<5.0	<5.0
Lellunneva 5	95	1 200	1 300
Lellunneva 6	91	750	840

5.2.3 Pintavesitutkimukset

Pintavesinäytteiden laboratorioanalyysien testausselosteet ovat tämän raportin liitteenä 6. Liitteessä 8 on valokuvia näytepisteiden ympäristöstä.

Näytepisteestä Lellunneva 3 otettiin sedimentti- ja pintavesinäytteet. Näytteenottosyvyys oli noin 10 cm ja ojassa ei ollut virtaamaa. Pisteessä pintavesi oli hapetonta ja pH lähellä neutraalia (6.9). Veden ravinnepitoisuudet olivat hyvin korkeat, veden kokonaistyyppipitoisuuden ollessa 11000 µg/l ja fosforipitoisuuden ollessa 430 µg/l. Suurin osa tyyppistä oli veden hapettomasta tilasta johtuen ammoniumtyypin muodossa. Veden sähkönjohtavuus oli 67 mS/m, kemiallinen hapenkulutus 35 mg/l ja kloridipitoisuus 47 mg/l. Pisteessä PAH-yhdisteiden kokonaispitoisuus vedessä oli 0.047 µg/l, kun sedimentissä pitoisuus oli 0.54 mg/kg ka (vt. kappaleeseen 5.2.2.). Pintaveden öljyhiilivetyypitoisuus oli alle määrittämissä, kun taas sedimenttinäytteessä pitoisuus oli 930 mg/kg ka. Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden pitoisuudet olivat myös alle määrittämissä. Veden kadmiumpitoisuus oli alle määrittämissä ja veden nikkeli- ja kuparipitoisuudet olivat alle EU:n ohjearvon (direktiivi

2006/44/EY ja 2008/105/EY). Veden lyijy- ja mangaanipitoisuudet olivat korkeita. Osittain veden korkea lyijypitoisuus johtuu varmaan veden hapettomuudesta.

Näytepiste Lellunneva 7 sijaitsi tien vierellä ja ojassa ei ollut virtaamaa. Pintaveden veden hapen kyllästysaste oli 65 % ja ravinnepitoisuudet olivat hyvin rehevällä tasolla. Veden kokonaistyyppipitoisuus oli 5200 µg/l ja fosforipitoisuus 52 µg/l. Veden sähkönjohtavuus oli 140 mS/m ja kemiallinen hapenkulutus 24 mg/l. Veden kloridipitoisuus oli 240 mg/l. Veden öljyhiilivetyjen, haihtuvien orgaanisten yhdisteiden ja PAH-yhdisteiden pitoisuudet olivat alle määrittäysrajojen. Veden kadmiumpitoisuus oli alle määrittäysrajan ja veden nikkeli- ja kuparipitoisuudet olivat alle EU:n ohjearvon (direktiivi 2006/44/EY ja 2008/105/EY).

Pintavesinäytteiden heikko vedenlaatu johtuu osittain varmasti veden heikosta vaihtuvuudesta virtaaman puuttuessa. Pisteiden veden ravinne- ja kloridipitoisuudet, kemiallisen hapenkulutuksen arvot ja sähkönjohtavuus olivat kuitenkin huomattavasti alhaisemmat kuin vanhojen suomalaisten yhdyskuntajätteen kaatopaikkojen vesien keskimääräiset pitoisuudet (Marttinen ym. 2000).

5.2.4 Täytön sisäisen veden ja pohjaveden tutkimus

Täytön sisäisen vesinäytteen analyysitulokset on esitetty liitteessä 7. Täytön sisäinen vesi oli hapetonta ja pH oli 6.4. Näytteen tyyppipitoisuus oli hyvin korkea (30000 µg/l) ja koostui pääosin ammoniumtyyppistä (27000 µg/l), joka on tyyppillistä hapettomissa oloissa. Veden sähkönjohtavuus, kemiallinen hapenkulutus, kloridi- ja tyyppipitoisuudet olivat kuitenkin selvästi alhaisemmat kuin vanhojen suomalaisten yhdyskuntajätteen kaatopaikkojen vesien keskimääräiset pitoisuudet (Marttinen ym. 2000). Veden PAH-yhdisteiden kokonaispitoisuus oli 1.6 µg/l ja haihtuvien orgaanisten yhdisteiden summapitoisuus (TVOC C₅-C₁₀) 76 µg/l. Öljyhiilivetyjen kokonaispitoisuus (C₅-C₄₀) oli 220 µg/l. Veden arseeni-, rauta- ja mangaanipitoisuudet olivat korkeampia kuin kolmen suomalaisen kaatopaikkatutkimuksen (yhteensä 60 kaatopaikkaa) kaatopaikkavesistä mitattujen metallien keskimääräiset pitoisuudet (Marttinen ym. 2000).

Olemassa olevien pohjavesiputkien vesipinnat mitattiin viimeksi vuonna 2015 ja sitä ennen vuonna 2012. Pohjaveden pinnan korkeuksissa ei ole tapahtunut merkittäviä muutoksia kyseisinä tarkkailuvuosina (taulukko 5-13).

Taulukko 5-13. Olemassa olevien pohjavesiputkien koordinaatit ja veden pinnan korkeudet vuosina 2012, 2015 ja 2017

Näytepiste		ETRS-TM35FIN		Vesipinta putken päästä (m)				
		N	E	5.9.2017	22.5.2015	29.10.2015	28.5.2012	30.10.2012
SLK1	Pohjavesi yläpuoli	6967373	291213	2.1	1.8	2.0	1.7	1.6
SLK2	Pohjavesi alapuoli	6967843	291068	1.6	1.6	2	1.9	1.8
SLK3	Pohjavesi alapuoli	6967878	291288	1.8	1.5	1.9	1.7	1.5
SLK4	Pohjavesi ylijäämämaan itäpuoli	6967637	291583	1.7	1.6	1.6	1.7	1.6

5.3 Vanha yksityinen maanlajitysalue

Vanhan yksityisen maanlajitysalueen tutkimuspisteillä 18–24 maa oli kauttaaltaan siistiä täyttömaata, jossa ei ilmennyt jätteitä tai hajuja (liite 1). Näytteen 18B (näytesyvyys 1.4–1.8m) PID-mittauslukema oli 2 ppm, mutta muissa näytteissä mittauslukema oli 0 ppm. Näytteen 19B (näytesyvyys 1.4–1.8 m) metallipitoisuudet analysoitiin laboratoriossa ja kaikkien tutkittujen metallien osalta pitoisuudet olivat PIMA-asetuksen kynnysarvoja alhaisempia. XRF-

kenttäanalysaattorin mittaustuloksissa näytteen 24A kobolttipitoisuus oli 116 mg/kg, ylittäen kyseisen metallin alemman kynnysarvon (100 mg/kg). XRF- kenttäanalysaattorin määritystarkkuus koboltin osalta on tässä tutkimuksessa analysoitujen näytteiden perusteella heikko (kts. kappale 5.4). Tutkimustuloksien perusteella vanhan yksityisen maanlajitusalueen maaperä ei ole pilaantunutta.

5.4 Tervahauta ja sen lähiympäristö

Tervahaudan tutkimuspisteillä 25–28 maa oli siistiä luonnonmaata, jossa ei ilmennyt jätteitä tai hajuja. Laboratoriossa analysoitujen kokoomanäytteiden (TKOKA ja TKOKB) PAH- ja fenolipitoisuudet olivat alle määritysrajojen. XRF-kenttämittauksissa yhdenkään näytteen metallipitoisuudet eivät ylittäneet PIMA-asetuksen kynnysarvoja. Näytteiden metallipitoisuuksia ei analysoitu laboratoriossa. Tutkimustuloksien perusteella Tervahaudan maaperä ei ole pilaantunutta.

5.5 Laboratorio- ja kenttämittausten vertailu

Erot laboratoriossa mitattujen analyysitulosten ja kenttämittarilla saatujen tulosten välillä selittyvät sillä, että laboratoriotutkimusta varten kokoomanäytettä on sekoitettu tehokkaasti edustavan näytteen saamiseksi ja kokoomanäytteestä tehdyn XRF-mittauksen tulokset edustavat ainoastaan sitä osaa näytteestä, johon mittari on kohdistettu. XRF-laitteen tuottama röntgensäde on melko pieni ja kapea-alainen: sen mittaussalue näytteen pinnassa on maksimissaan 20 mm pituussuunnassa ja leveydessä alle 1 mm. Näin ollen mitattu osa näytteestä on erittäin pieni.

Lisäksi kokoomanäytteen koostumuksessa voi esiintyä eroja näytteen eri osissa vaikka näyte pyritään homogenisoimaan mahdollisimman hyvin. Laboratoriossa tutkittava näyte saattaa erota luonnontilaisesta näytteestä myös esim. esikäsittelyjen tai kuljetusten takia. Kun laboratorio määrittelee analyysin tarkkuuden analyysin akkreditointia varten, hyväksytään siinä yleisesti jopa 30 % mittausepävarmuus. Maanäytteistä tehtyjen laboratorioanalyysien mittausepävarmuudet on esitetty näytteiden testausselesteissa liitteessä 4.

Kromin, kuparin, vanadiinin ja sinkin osalta XRF-kenttämittarin mittaustulokset korreloivat melko hyvin laboratoriossa saatuihin tuloksiin (kuva 5-2). XRF-kenttämittarilla tehtyjä mittauksia voidaan tutkimustuloksien perusteella pitää melko luotettavina.

Koboltti, antimonin ja kadmiumin XRF-kenttäanalysaattorin määritystarkkuus on tutkimustuloksien mukaan huono (taulukko 5-14).

Koboltin osalta XRF- kenttäanalysaattorin määritystarkkuus vaihteli suuresti. Kokonaisluvullisia mittaustuloksia analysaattori antoi 7 kappaletta 136 näytteestä, jotka olivat kaikki korkeampia kuin PIMA-asetuksen alempi ohjearvo. Muiden näytteiden mittaustulokset vaihtelivat välillä <34 - <270 mg/kg. Taulukossa 5-14 on esitetty valittujen metallien osalta tulokset näytteille, joista analysoitiin metallit sekä XRF-kenttämittarilla, että laboratoriossa. Kenttämittarilla kyseisten näytteiden tulokset vaihtelivat välillä <95–148 mg/kg kun taas laboratoriotulokset osoittivat näytteiden pitoisuuksien olevan välillä 3.2–14 mg/kg. Näiden tuloksien perusteella on oletettavissa, ettei tutkituilla näytepisteillä ole koboltilla pilaantuneita maita.

Antimonin osalta XRF-kenttämittari ei antanut yhdellekään maanäytteelle (136 kpl yhteensä) kokonaisluvullista mittaustulosta. Koko tutkimusaineistossa antimonipitoisuudet vaihtelivat XRF-kenttämittarilla mitattuna välillä <27–<44 mg/kg. XRF-mittarilla mitatut pitoisuudet vaihtelivat välillä <36–<42, kun samojen näytteiden pitoisuudet laboratoriossa mitattuna olivat <2–6.3 mg/kg. Antimonin kynnysarvoksi on PIMA-asetuksessa asetettu 2 mg/kg, joten on mahdollista että tutkimusalueella on muita näytepisteitä joissa asetuksen kynnysarvot ylittyvät.

Kadmiumille asetettu kynnysarvo on PIMA-asetuksessa 1 mg/kg. Koko tutkimusaineistossa kadmiumpitoisuudet vaihtelivat XRF-kenttämittarilla mitattuna välillä <16-<25 mg/kg. XRF-mittarilla mitatut kadmiumpitoisuudet vaihtelivat välillä <20-<23, kun samojen näytteiden pitoisuudet laboratoriossa mitattuna olivat <0.3-0.65mg/kg. XRF-kenttämittarin huonon määrittystarkkuuden vuoksi on mahdollista, että muissa näytepisteissä tai -syvyyksissä on mahdollisesti kadmiumin kynnysarvoja ylittäviä pitoisuuksia.

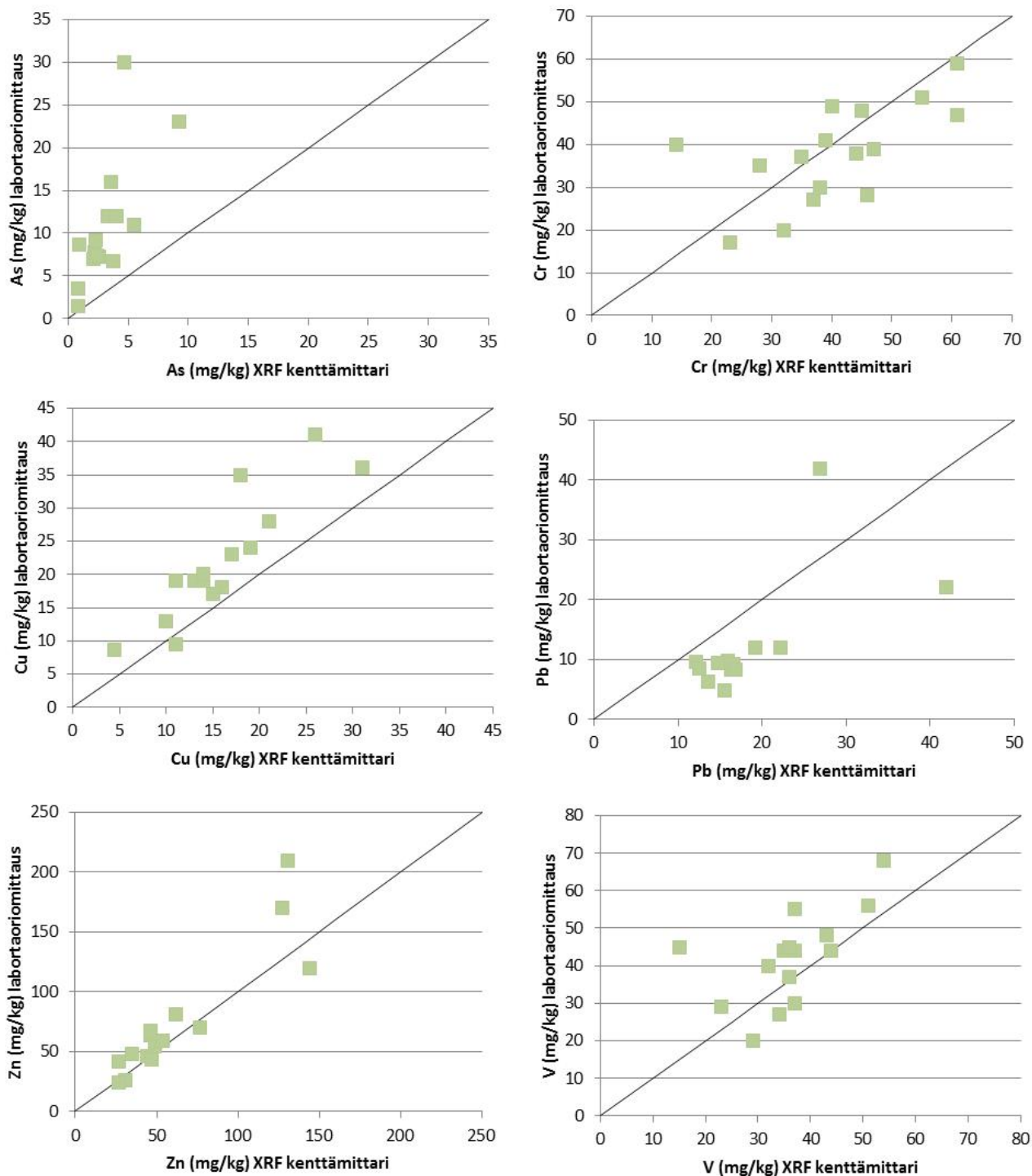
Taulukko 5-14. Kobolttin, antimonin, kadmiumin ja lyijyn rinnakkaisnäytteiden tulokset, joista tehtiin sekä kenttämittaus- että laboratorioanalyysit. Lihavoituna PIMA-asetuksen kynnys- tai ohjearvoja ylittävät pitoisuudet

Näyte- piste	Koboltti (Co)		Antimoni (Sb)		Kadmium (Cd)		Lyijy (Pb)	
	kenttä- mittaus	laboratio- tulos	kenttä- mittaus	laboratio- tulos	kenttä- mittaus	laboratio- tulos	kenttä- mittaus	laboratio- tulos
5 B	<109	6.8	<41	<2	<22	<0.3	19.2	12
5 G	<127	7.8	<42	5.4	<23	<0.3	13.6	6.3
7 B	<115	5.9	<40	<2	<22	<0.3	42	22
8 C	<133	6.8	<41	<2	<22	<0.3	12.2	9.6
10 B	<136	7	<41	<2	<22	<0.3	16.3	8.3
10 G	<157	13	<41	<2	<22	0.33	16	9.8
11 A	<119	7.8	<41	<2	<22	<0.3	16.6	9.2
11 E	<110	5.5	<41	<2	<22	0.4	93	250
11 F	<113	5.2	<36	<2	<20	<0.3	63	100
12 A	<95	3.2	<41	<2	<22	<0.3	15.5	4.8
12 F	<146	8.5	<41	6.3	<22	0.65	26.9	42
12 H	<121	7.5	<40	3.6	<22	<0.3	22.2	12
13 E	146	14	<40	<2	<22	0.55	55	42
14 F	148	8.1	<44	<2	<23	<0.3	16.8	8.3
15 C	<129	6.4	<41	4.2	<22	<0.3	14.8	9.5
19 B	<111	4.1	<42	<2	<23	0.49	12.5	8.5
min	<95	3.2	<36	<2	<20	<0.3	12.2	4.8
max	148	14	<42	6.3	<23	0.65	93	250

Arseenipitoisuudet laboratoriossa mitatuissa näytteissä olivat n. 2-122 kertaa suuremmat kuin samojen näytteiden pitoisuudet XRF-kenttämittarilla mitattuna. Tutkimustuloksien perusteella XRF-kenttämittarin tulokset ovat siten mahdollisesti todellisia pitoisuuksia alhaisempia. (Kuva 5-2)

Laboratoriossa tutkittujen näytteiden lyijypitoisuudet vaihtelivat välillä 4.8–250 mg/kg ja XRF-kenttämittarilla mitattuna 12.2–93 mg/kg. Näytteet, joissa lyijyn kynnysarvo ylittyi XRF-mittarin mittauksessa, ylittivät pitoisuudet myös laboratorioanalyysissä (11E ja 11F). Tulokset eivät olleet aivan yhteneväiset, mutta silti melko lähellä tosiaan. Tuloksien perusteella XRF-kenttämittarilla mitattuja tuloksia voi pitää suuntaa-antavina. (Taulukko 5-14 ja kuva 5-2)

PetroFLAG analysaattorilla mitattiin vain yhden näytteen kokonaishiilivetyypitoisuus (C₁₀-C₄₀). PetroFLAG kenttäanalysaattori antoi näytteen 6E kokonaishiilivetyypitoisuudeksi 658mg/kg, kun laboratoriossa mitattu tulos oli 430 mg/kg. Laboratorion testausselosteen mukaan muita hiilivetyjä näytteessä oli 1100mg/kg.



Kuva 5-2. Hajontadiagrammi tutkittujen metallien (As, Cr, Cu, Pb, V ja Zn) pitoisuuksista XRF-kenttämittarilla (x-akseli) ja laboratorioanalyysissä (y-akseli) mitattuina

5.6 Yhteenveto tehdyistä tutkimuksista

5.6.1 Nurmon kunnan aikainen vanha maankaatopaikka

Nurmon kunnan aikaisen vanhan maankaatopaikan alueen maaperää tutkittiin 16:sta näytepisteestä ja yhteensä maanäytteitä otettiin 103 kappaletta. Näistä piste 9 oli koko syvyydeltään siistiä, jätteetöntä täyttömaata. Useammalla pisteellä täyttömaa sisälsi runsaasti kiviä, joka vaikeutti näytteenottoa. Tutkimuksen aikana ilmeni, että nevalle on turpeen päälle todennäköisesti ajettu ainakin yhden metrin kerros louhetta, joka on mahdollisesti painunut niin, että pohjaveden pinta on lähes samalla tasolla kuin louhekerroksen pinta. Monella pisteellä oli myös kantoja tai puuta. Pisteillä 3, 4, 5, 6, 11, ja 12 havaittiin joillain syvyyksillä merkittävästi jätteitä, jotka olivat pääosin kantoja, puuta tai tiiltä. Muilla pisteillä havaittiin joitain yksittäisiä jätteitä (esim. metallia, muovia, tiiltä, lasia), mutta jätteet olivat pääosin vain joillain näytepisteen syvyyksillä. Pisteiden 11 alueella maahan oli todennäköisesti sijoitettu viljankuivaajan jätettä. Havaintojen perusteella täyttöalueessa olevan jätteen kokonaismäärä on vähäinen, vaikka lähes jokaisesta näytepisteestä löytyi vähintään pieniä määriä erilaisia jättejakeita tai puhtaasta täyttömaasta poikkeavia aineksia.

Maanäytteistä tehtyjen analyysien ja kenttämittausten tuloksia verrataan valtioneuvoston asetuksessa 214/2007 (PIMA-asetus) maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnista annettuihin ohjearvoihin, joiden perusteella voidaan tehdä johtopäätöksiä maaperän laadusta. Teollisuus-, varasto- tai liikennealueena käytettävän alueen maaperää pidetään pilaantuneena, jos yhden tai useamman haitallisen aineen pitoisuus ylittää ylemmän ohjearvon. PIMA-asetuksen ylemmän ohjearvon ylittäviä pitoisuuksia ei havaittu tutkituissa maanäytteissä.

Pisteistä 1, 3, 7, 8, 9, 13, 14 ja 16 otettujen maanäytteiden pitoisuudet eivät tutkituilta osin ylittäneet PIMA-asetuksen kynnysarvoja tai arseenin kohdalla GTK:n määrittämää taustapitoisuutta. Näytepisteiden 2, 4, 5, 6, 10, 11, 12 ja 15 yksittäisillä syvyyksillä havaittiin haitta-ainepitoisuuksia, jotka ylittivät PIMA-asetuksen kynnysarvon, mutta alittivat alemman ohjearvon. Pisteellä 11 havaittiin yhdellä syvyydellä (4.5- 4.8 m) sinkki- ja lyijypitoisuuksia, jotka ylittivät alemman ohjearvon mutta alittivat ylemmän ohjearvon. Kenttämittarilla analysoitujen kobolttipitoisuuksien ylityksiä oli myös muilla näytepisteillä, mutta laboratoriomittausten vertailu XRF-kenttämittarin tuloksiin osoitti kenttämittaustuloksien olevan kobolttin osalta epäluotettavia. Vertailutuloksien perusteella on oletettavissa, ettei tutkituilla näytepisteillä ole koboltilla pilaantuneita maita.

Saastuneen maaperän PIMA-asetuksen ohje- ja raja-arvot eivät suoraan sovellu sedimenteille, mutta tässä tutkimuksessa raja-arvoja käytettiin sedimenttinäytteiden tuloksien tulkitsemiseen viitteellisesti. Kaikissa sedimenttinäytepisteissä sedimenttien arseeni- ja antimonipitoisuudet ylittivät PIMA-asetuksen kynnysarvon tai alemman ohjearvon. Seinäjoen seudulla on geokemiallisissa tutkimuksissa todettu luontaisesti korkeampia arseenipitoisuuksia ja antimoniesiintymiä. Yksittäisiä kadmiumin, kromin, sinkin, nikkelin tai vanadiinin kynnys- tai alemman ohjearvon ylittäviä pitoisuuksia havaittiin lisäksi pisteissä 3, 4 ja 5. Sedimenttinäytepisteiden 3, 5 ja 6 PAH-yhdisteiden summapitoisuudet vaihtelivat välillä 0.33–0.54 mg/kg, mutta PAH-yhdisteiden kynnysarvoja ylittäviä pitoisuuksia ei havaittu. Sedimenttinäytteiden öljyhiilivetyjen kokonaispitoisuudet ylittivät näytepistettä 4 lukuun ottamatta PIMA-asetuksen kynnysarvon (300mg/kg). Suurimmat öljypitoisuudet olivat näytepisteissä 1 ja 5.

Vanhan maankaatopaikan pintaveden laatua tarkkailtiin kahdelta pintavesinäytepisteeltä. Näytepisteellä Lellunneva 3 pintavesi oli hapetonta ja pisteellä Lellunneva 7 veden hapen kyllästysaste oli 65 %. Molemmista pisteistä vesi oli hyvin ravinteikasta ja huonolaatuista. Pintavesinäytteiden heikko vedenlaatu johtuu osittain varmasti veden heikosta vaihtuvuudesta virtaaman puuttuessa. Pisteiden veden ravinne- ja kloridipitoisuudet, kemiallisen hapenkulutuksen arvot ja sähkönjohtavuus olivat kuitenkin huomattavasti alhaisemmat kuin vanhojen suomalaisten

yhdyskuntajätteen kaatopaikkojen vesien keskimääräiset pitoisuudet (Marttinen ym. 2000). Veden lyijy- ja mangaanipitoisuudet olivat korkeita erityisesti pisteellä 3. Molemmilla pisteillä veden kadmiumpitoisuudet olivat alle määritysrajan ja veden nikkeli- ja kuparipitoisuudet olivat alle EU:n ohjearvon (direktiivi 2006/44/EY ja 2008/105/EY). Pisteellä 3 veden PAH-yhdisteiden kokonaispitoisuus oli 0.047 µg/l ja öljyhiilivetyjen sekä haihtuvien orgaanisten yhdisteiden pitoisuudet alle määritysrajojen. Pisteellä 7 veden öljyhiilivetyjen, haihtuvien orgaanisten yhdisteiden ja PAH-yhdisteiden pitoisuudet olivat alle määritysrajojen.

Täytön sisäinen vesi oli hapetonta ja hyvin ravinteikasta. Vesinäytteessä havaittiin PAH-yhdisteitä (1.6 µg/l), haihtuvia orgaanisia yhdisteitä (76 µg/l) ja öljyhiilivetyjä (220 µg/l). Veden arseeni-, rauta-, ja mangaanipitoisuudet olivat korkeita. Veden sähkönjohtavuus, kemiallinen hapenkulutus, kloridi- ja typpipitoisuudet olivat kuitenkin selvästi alhaisemmat kuin vanhojen suomalaisten yhdyskuntajätteen kaatopaikkojen vesien keskimääräiset pitoisuudet (Marttinen ym. 2000).

Tutkittujen pohjavesiputkien pinnan korkeudet olivat syyskuussa 2017 samalla tasolla kuin tarkkailuvuosina 2012 ja 2015.

5.6.2 Vanha yksityinen maanlajitysalue ja Tervahaudan alue

Vanhan yksityisen maanlajitysalueen tutkimuspisteillä 18–24 maa oli kauttaaltaan siistiä täyttömaata, jossa ei ilmennyt jätteitä tai hajuja. Tutkimustuloksien perusteella vanhan yksityisen maanlajitysalueen maaperä ei ole pilaantunutta.

Tervahaudan tutkimuspisteillä 25–28 maa oli siistiä luonnonmaata, jossa ei ilmennyt jätteitä tai hajuja. Tutkimustuloksien perusteella Tervahaudan maaperä ei ole pilaantunutta.

6. EPÄVARMUUSTEKIJÖITÄ

Täyttömaa-aines koostuu epähomogeenisesta aineksesta, jossa kukin koekuoppa ja haitta-ainemääritys kuvaa vain kyseisen kohdan pitoisuuksia. Vaihtelevuudesta johtuen riskinarviointi on haastavaa. Kuitenkin voidaan olettaa, että tehtyjen tutkimustulosten perusteella on saatu riittävä yleisnäkemyks alueella esiintyvistä haitta-aineista, ja niiden mahdollisista pitoisuuksista.

Tutkimuksessa kenttämittareilla analysoitujen maanäytteiden kokonaismäärä oli 136 kappaletta. Laboratoriossa analysoitiin näistä 16:sta maanäytteen metallipitoisuudet, 4:n näytteen PAH- ja PCB-yhdisteiden pitoisuudet ja 5:n näytteen öljyhiilivetyjen pitoisuudet. Tutkimustulokset painottuivat siten kenttämittareista saatuihin tuloksiin. Kenttämittareiden tuloksien oikeellisuutta on pohdittu kappaleessa 5-4.

7. SUOSITUKSET JATKOTOIMENPITEISTÄ

Tutkimusalueet on kaavoitettu teollisuus-, varasto- tai liikennealueiksi tai tulevaisuudessa asemakaavojen laajennuksissa ne tullaan kaavoittamaan sellaisiksi. Uuteen asemakaavaluonnokseen on kaavailtu tielinjausta, joka kulkisi Nurmon kunnan aikaisen maankaatopaikan ja sen läheisen alueen halki (kuva 4-1). Maankaatopaikan eteläpuolinen alue on suunniteltu jätettävän ennalleen, mutta tielinjauksen pohjoispuolella oleva maa-aines poistettaisiin ja mahdollisuuksien mukaan hyötykäytettäisiin alueella.

Tutkimustuloksien perusteella tutkimusalueiden maa on pääosin pilaantumaton täyttömaata. Tutkimusalueella kesällä 2017 tehtyjen tutkimusten yhteydessä maanäytteissä ei todettu PIMA-asetuksessa 214/2007 annettujen ylemmän ohjearvon ylittäviä pitoisuuksia. Tästä tutkimuksesta saatujen tulosten perusteella ei siis ole estettä maankäytön toteuttamiseksi kaavoituslaajennuksessa suunnitellulla tavalla.

Mikäli tutkimusalueiden maata aletaan kaivaa, suositellaan että maa-aines seulottaisiin. Seulottujen maa-ainesten haitta-ainepitoisuudet tulee kuitenkin varmentaa seulonnan jälkeen edustavalla näytteenotolla ja/tai laboratorioanalyysillä/kenttämittauksilla. Seulontaerien kenttämittausten/analyysitulosten perusteella voidaan määrittää kullekin seulotulle erälle soveltuva hyötykäyttökohde tai muu menettely, mikäli haitta-ainepitoisuudet ylittävät hyötykäyttökohteeseen soveltuvat raja-arvot. Kynnys-/taustapitoisuusarvojen alittuessa maa-ainesta voidaan käyttää kaikkeen maarakentamiseen.

Kaikki jätteet ja ulkonäöltään selkeästi pilaantuneet (esim. öljyiset) maat tulee erotella omiksi jakeikseen, eikä niitä saa sekoittaa seulottavaan materiaaliin. Jätteet ja pilaantuneet maa-ainekset tulee toimittaa asianmukaiseen jatkokäsittelyyn. Jätteenhaltijalla on velvollisuus pitää kirjaa jätteistä, mm. niiden laadusta, määristä ja toimituskohteista.

Maa-aineksen seulonta ja hyötykäyttö on luvanvaraista toimintaa, josta tulee sopia viranomaisen kanssa. Viranomainen voi antaa seulontaan ja jätejakeiden/pilaantuneiden maa-ainesten käsittelyyn, laadunvalvontaan, varastointiin ja jatkosijoitukseen liittyviä ohjeita ja määräyksiä.

VIITTEET

Lähdeluettelo:

- Ahma ympäristö Oy 2016. Seinäjoen seudun kuntien kaatopaikkojen yhteistarkkailu 2015.
- Ahma ympäristö Oy, 15.6.2017. Maaperä-, sedimentti- ja pohjavesitutkimukset kohteessa Lellunneva, Seinäjoen kaupunki, tutkimussuunnitelma
- Aluetaito Oy 2016. Pilaantuneen maan riskinarviointi. Seinäjoen Autopurkaamo Oy, Kuortaneentie 160, Seinäjoki. 1.7.2016.
- Asemakaavan selostus 2016. ROVES 55. kaupunginosa, Roves, Korttelit nro 28 – 46, 83 ja 84 sekä niihin liittyvät erityis-, katu-, liikenne- ja virkistysalueet. Diaarinumero 943/2015.
- Etelä-Pohjanmaan Vesitutkijat Oy 2009. Seinäjoen kaupunki ja Nurmon kunta, Lellunnevan kaatopaikan kuormitus- ja vesistö tarkkailu vuonna 2008
- Länsi-Suomen ympäristökeskus 1996. Maaperägeologiset ja geofysikaaliset tutkimukset Lellunnevan vanhalla kaatopaikalla Nurmon alueella. Päivi Rajala 27.8.1996.
- Marttinen S., Jokela J., Rintala J. & Kettunen R: 2000: Jätteiden hajoaminen kaatopaikalla sekä kaatopaikkavesien muodostuminen, ominaisuudet ja käsittely. Kirjallisuuskatsaus. Kaato 2001-hanke.
- Oivanen P. 1982. Antimonimalmitutkimukset Seinäjoen – Nurmon alueella vuosina 1975–1982. Geologian tutkimuskeskus, Raportti M19/2222/-82/1/10, 123 s
- Ramboll 2011. Lellunnevan vanhan maankaatopaikan rakentamisolosuhteselvitys. 29.8.2011.
- Reinikainen, J. (2007). Maaperän kynnys- ja ohjearvojen määrittäminen. Suomen ympäristö 23/2007.
- Vesihydro Oy 1998. Lellunnevan kaatopaikan kunnostus. Yleissuunnitelma 15.1.1998.
- Ympäristölautakunta 2003. Seinäjoen palolaitoksen harjoitusalue ja sen jätevesien käsittely, Nurmo. Ympäristölautakunnan päätös 9.10.2003.
- Ympäristölupapäätös 2004. Maankaatopaikka toiminta Nurmon kunnan Nurmon kylässä tilalla Lellunniitty RN:o 8:1326. Seinäjoen kaupunki. LSU-2002-Y-1666 (121).
- Ympäristölupapäätös 2006. Jätteiden ja ongelmajätteiden hyödyntäminen ja käsittely, Seinäjoen kaupunki. LSU-2004-Y-1214 (121).
- Ympäristölupapäätös 2010. Maankaatopaikka toiminta. Seinäjoen kaupunki. Dnro LSSAVI/167/04.08/2010.
- Ympäristöministeriö (2014). Pilaantuneen maa-alueen riskinarviointi ja kestävä riskinhallinta. Maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arviointi. Ympäristöhallinnon ohjeita 62/201407.
- Ympäristönsuojelun Seinäjoen Palolaitoksen harjoitusalueen valvontakäynnin muistio 1.11.2016.
- Kirjalliset tiedonannot:**
- Korhonen Pirjo, 21.4.2017. Sähköposti Nurmon kunnan aikaisen maankaatopaikan työntekijän antamista tiedoista.
- Salo Riikka, 24.4.2017. Sähköpostitse saadut Lellunnevaa koskevat historiatiedot, ilmakuvat.