



TERVEYS- JA YMPÄRISTÖVAIKU- TUSTEN KOKONAISARVIOINTI

ÄMMÄSSUON EKOTEOLLISUUSKESKUKSEN
TUHKAN LOPPUSIJOITUSSOLUT T1-T4

Sisältö

1	Johdanto	4
2	Ympäristön kuvaus	6
2.1	Sijainti.....	6
2.2	Maa- ja kallioperä	6
2.3	Pohjavesi.....	7
2.3.1	Pohjavesialueet ja pohjaveden käyttö	7
2.3.2	Alueen pohjavesi ja sen muodostuminen	8
2.3.3	Laajennusalueen pohjaveden tarkkailu	8
2.3.4	Laajennusalueen ympäristö	10
2.4	Hydrologia ja pintavedet	12
2.4.1	Ympäristön pintavesien tarkkailutulokset.....	12
2.4.2	Kuormitteisten vesien tarkkailutulokset.....	13
2.5	Herkät kohteet	14
3	Vaarallisen jätteen loppusijoitusalue	15
3.1	Rakenteet ja täyttö.....	15
3.1.1	Loppusijoitussolu T1	15
3.1.2	Loppusijoitussolu T2	15
3.1.3	Loppusijoitussolut T3–T4	16
3.1.4	Loppusijoitussolujen T1-T4 pintarakenteet	17
3.2	Vesienhallinta	18
3.3	Loppusijoitettavan tuhkan koostumus	18
4	Kloridi.....	20
4.1	Viitearvot	21
4.2	Kloridi ja tiivistysrakenteet	21
5	Riskinarviointi	23
5.1	Tavoitteet ja rajaukset.....	23
5.2	Arviointimenetelmä	23
5.3	Jätevesiviemäriin johdettavan suotoveden pitoisuus.....	24
5.4	Pohjarakenteen läpi suotautuva vesi	27
5.4.1	Keinotekoisena eristeenä asfaltti (T2–T4)	27
5.4.2	Keinotekoisena eristeenä geomembraani (T3 ja T4)	28
5.5	Pintarakenteen päälle satavat vedet.....	29
5.6	Vertailu tarkkailutuloksiin ja viitearvoihin	29
5.6.1	Viemäriin johdettavat vedet	29
5.6.2	Mereen johdettavat vedet.....	30
5.6.3	Ekoteollisuuskeskuksen ympäristön pinta- ja pohjavedet	31
5.7	Epävarmuustarkastelu ja riskienhallinta	31

6	Johtopäätökset	33
7	Lähteet	35
8	Liitteet	36

1 Johdanto

Ympäristö- ja terveysvaikutusten kokonaisarviointi perustuu aikaisempaan vaarallisen jätteen kaatopaikan vaikutusselvitykseen (Ramboll Oy 3.1.2017). Nykyistä arvioita on päivitetty Ämmässuo-Kulmakorven alueen vesien yhteistarkkailun tulosten perusteella. Laskennallisten kuoritusvaikutusten pohjalta alun perin tehty riskiarviointi on tarkennettu toteutuneiden suotovesipitoisuuksien perusteella.

Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymän (jatkossa HSY) Ämmässuon ekoteollisuuskeskus sijaitsee Espoon ja Kirkkonummen rajalla Ämmässuon alueella. Ekoteollisuuskeskuksessa sijaitsee tuhkien ja kuonien esikäsittely ja loppusijoitusalue, jolle on voimassa oleva Etelä-Suomen aluehallintoviraston myöntämä ympäristölupapäätös vaarallisen jätteen kaatopaikan toiminnan muuttamisesta ja laajentamisesta sekä toiminnan aloittamislupa (Nro 90/2018/1, Dnro ESAVI/4176/2017, 7.6.2018). Kyseinen päätös korvaa aiemmat vaarallisen jätteen kaatopaikalle myönnettyt ympäristöluvat. Lisäksi vaarallisen jätteen kaatopaikkaa koskee Vaasan hallinto-oikeuden päätös nro 20/0140/3, 15.10.2020.

Voimassa olevan päätöksen mukaisesti kloridin liukoinen pitoisuus on korotettu kolminkertaiseksi, ja se saa olla enintään 75 000 mg/kg ka (L/S = 10 l/kg) 1.6.2026 saakka. Loppusijoitettavan jätteen kloridin liukoinen pitoisuus ei ole laskenut alkuperäisen ympäristöluvan myöntämisen jälkeen, vaan tuhkan loppusijoittamiselle tarvitaan jatkossakin korotettu kloridin liukoisuuden raja-arvo. Toiminnanharjoittaja hakee muutosta määräaikaistukseen siten, että korotettu kloridin liukoisuuden raja-arvo 75 000 mg/kg ka (L/S 10) olisi pysyvästi luvassa.

Alueelle on rakennettu vaarallisen jätteen kaatopaikan ensimmäinen osa vuosina 2012–2014. Rakennettu vaarallisen jätteen loppusijoitussolu T1 (ns. tuhkasolu T1) otettiin käyttöön vuonna 2014, ja sitä käytettiin tuhkien loppusijoitusalueena alkuvuoteen 2025 asti. Loppusijoitussolun T1 täyttötilavuus on täynnä, ja lopulliset pintaeristerakenteet rakennetaan voimassa olevan ympäristöluvan mukaisesti muutaman vuoden kuluessa.

Loppusijoitussolun T1 viereen rakennettiin loppusijoitussolu T2 (ns. tuhkasolu T2) vuosien 2022–2024 aikana kaatopaikka-asetuksen (331/2013) mukaisin vaarallisen jätteen kaatopaikan rakentein, ja se luokitellaan vaarallisen jätteen kaatopaikaksi voimassa olevan ympäristöluvan mukaisesti. Loppusijoitussolu T2 otettiin käyttöön huhtikuussa 2025. Loppusijoitussolut T3-T4 tullaan rakentamaan tarvittaessa myöhemmin.

Tuhkasoluihin T1 ja T2 on sijoitettu ja tullaan jatkossakin sijoittamaan pääasiassa käsiteltyjä (stabiloituja) Vantaan Energian Långmossebergenin jätevoimalan lento- ja kattilatuhkia (jätteenimikkeet 19 01 13* ja 19 01 15*, joissa kloridin liukoisuus ylittää kaatopaikka-asetuksen mukaisen vaarallisen jätteen kaatopaikalle sijoitettavan jätteen liukoisuuden raja-arvon 25 000 mg/kg (L/S10). Loppusijoitussolujen T1 ja T2 päälle on rakennettu täyttötoiminnan ajaksi tilapäinen sääsuojakatos.

Voimassa olevan ympäristöluvan mukaisesti loppusijoitusalueelle voidaan sijoittaa myös muita stabiloituja vaarallisia jätteitä, jotka ovat voimalaitoksissa ja muissa polttolaitoksissa tai jätteiden poltossa tai pyrolyysissä muodostuvien jätteitä (jätenimikkeet 10 01 04*, 10 01 14*, 10 01 16*, 10 01 18*, 19 01 05*, 19 01 07*, 19 01 11*, 19 01 13*, 19 01 15*, 19 01 17*, 19 03 04*, 19 03 06*) lupamääräyksen 12.1 mukaisesti.

Tämä selvitys on kaatopaikka-asetuksen Vna 331/2013 34 §:n mukainen kaatopaikan terveys- ja ympäristövaikutusten kokonaisarviointi kloridin liukoisuusraja-arvon kolminkertaistamisesta. Tyypillisimmin kloridin vaarallisen jätteen liukoisuusraja-arvo ylittyy käsittelemättömillä jätteenpolton tuhkillä ja kaasujen käsittelyssä muodostuvilla savukaasujen puhdistusjätteillä (ns. APC-jätteet). Tavoitteena on tunnistaa ja arvioida sijoittamisen mahdolliset ympäristöhaitat tilanteessa, jossa alueelle sijoitettavien stabiloitujen tuhkien kloridin liukoisuus on kolminkertainen verrattuna kaatopaikka-asetuksen mukaiseen vaarallisen jätteen kaatopaikan liukoisuuden raja-arvoon 25 000 mg/kg (L/S 10) verrattuna. Arvioinnin lähtötietoina käytetään tuhkien laatua koskevia tietoja, toteutettuja ja suunniteltuja loppusijoitusalueen rakenteita, alueella muodostuvien suotovesien laatuselvitystä sekä ympäristöolosuhteita koskevia tietoja. Lisäksi muutoslupahakemuksessa on esitetty tuhkan käsittelyn riskienhallintasuunnitelma (Ramboll Finland Oy maaliskuu 2014, päivitetty marraskuussa 2024). Sijoittamisesta mahdollisesti aiheutuvia riskejä ja kuormitusta arvioidaan kvalitatiivisesti ja kvantitatiivisesti.

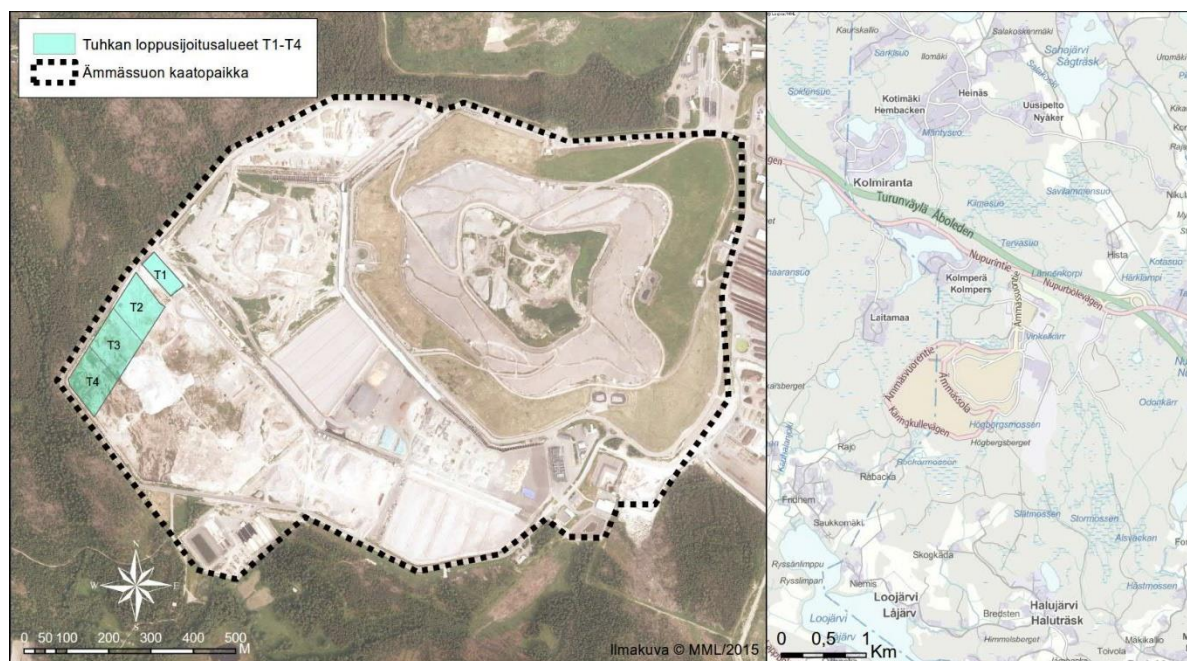
Arviointi toteutetaan tarkastelemalla vesitarkkailun tulosten perusteella laskennallisesti kloridin liukoisuuden kolminkertaistuksesta johtuvaa kloridin pitoisuuden lisäystä tuhkan loppusijoitusalueelta muodostuvissa sekä Ämmässuon ekoteollisuuskeskuksesta viemäriin johdettavassa vedessä. Loppusijoitussolut T1 ja T2 ovat olleet sääsuojalla katettuna täyttötoiminnan aikana, joten siellä muodostuvien suotovesien määrä on vähäistä, ja sitä kautta myös kuormituksen osuus huomattavasti vähäisempää kuin, jos täyttötoiminta tehtäisiin avoimna olevalta kaatopaikalta. Kun loppusijoitussoluun rakennetaan lopulliset pintaeristerakenteet, muodostuvan suotoveden määrä vähenee entisestään.

2 Ympäristön kuvaus

Seuraavassa esitetyt tiedot Ämmäsuon ekoteollisuuskeskuksen ympäristöstä perustuvat Ämmäsuon ekoteollisuuskeskuksen alueiden T1-T4 perustilaselvitykseen (*Ramboll Finland Oy, Ämmäsuon ekoteollisuuskeskus, T1-T4, Perustilaselvitys, 22.8.2016*). Vaarallisen jätteen loppusijoitusalueeseen ei ole tullut oleellisia muutoksia, joiden vuoksi perustilaselvitystä olisi tarpeen päivittää. Haetulla muutoksella ei ole vaikutusta mm. vastaanotettaviin ja loppusijoitettaviin jätteisiin.

2.1 Sijainti

Ämmäsuon ekoteollisuuskeskuksen toiminnot sijoittuvat osoitteeseen Ämmäsuontie, 02820 Espoo. Ämmäsuon ekoteollisuuskeskuksen laajennusalue sijoittuu osittain Espoon kaupungin ja osittain Kirkkonummen kunnan alueelle. Tuhkan loppusijoitussolut sijaitsevat Kirkkonummen kunnan puolella HSY:n omistamalla kiinteistöllä 257-445-88. Ämmäsuon ekoteollisuuskeskuksen sekä loppusijoitussolujen (T1-T4) sijainnit on esitetty kuvassa 2-1.



Kuva 2-1. Tuhkan loppusijoitussolujen T1-T4 sijainti, solujen koko on viitteellinen.

2.2 Maa- ja kallioperä

Ämmäsuon ekoteollisuuskeskuksen laajennusalue koostuu eteläisintä reunaa lukuun ottamatta kalliopohjaisesta, tasatusta asfalttikentästä. Maanpinnan luonnontilainen taso on ollut laajennusalueella noin +56,5...71,5 m. Kallion louhintataso on vastaavasti noin +48...+53 m.

Ekoteollisuuskeskuksen laajennusalue on ennen louhintatöitä ollut kallioista maastoa, jossa kallio on ylimmissä maastokohdissa ollut laajalti paljastuneena. Kalliomäkien väliset alimmat maastokohdat ovat olleet soistuneita ja kallionpintaa on peittänyt ohut moreeni- ja/tai turvekerros. Paksuimmat maakerrokset tavattiin laajennusalueen eteläosassa sijainneen maastopainanteen kohdalla. Maaperä koostui painannetta reunustavilla ylimmillä rinnealueilla moreenista. Laajennusalueen eteläreunalla sijainneessa alimmassa maastopainanteessa moreenin päällä tavattava pintamaakerros koostuu tiiviistä savesta.

Geofysikaalisilla tutkimuksilla on todettu laajennusalueen lounaisreunalla sekä välittömästi laajennusalueen luoteispuolella merkkejä kapeista, ympäristöään rikkonaisemmista kalliovyöhykkeistä. Laajennusalueen luoteispuolisen, geofysikaalisten tutkimusten perusteella tulkitun rikkonaisen kalliovyöhykkeen kohdalla todettiin kairauksessa 0,85 m:n pituudelta rikkonaista, murrosrakenteista kalliolaatua. Vesimenekkikokeiden perusteella kairauksella läpäisty kapea rikkonaisuusvyöhyke ei johda vettä. Laajennusalueen lounaisreunalle tulkitun mahdollisen rikkonaisen kalliovyöhykkeen kohdalla ei kallionäytekairauksessa todettu rikkonaisuutta. Laajennusalueen kallioperässä todettiin lisäksi pintaosissa, noin 5–10 metrin syvyyteen ulottuvaa voimakasta vaakarakoilua. Muilta osin alueen kallioperä todettiin tutkimuksilla homogeeniseksi ja ehjäksi. Kallioperässä ei todettu kallioperän vedenjohtavuuden kannalta merkittäviä, laajalle ulottuvia ruhjevyöhykkeitä. Kallionäytekairausten perusteella alueen kallioperä on massarakenteista ja kiinteää, keskimääräiseltä rakotiheydeltään harva-runsasrakoista. Rakoilu on pääosin tiivistä. Avoimia rakoja todettiin ainoastaan kallion pintaosissa. Kallion pintaosissa tavattavat raot ovat vettä johtavia, mutta pintaosan alapuolella kallion raot ovat tiiviitä.

Loppusijoitussolujen (T1-T4) rakenteiden alla ei ole varsinaista maaperäkerrosta. Alue on louhittua kalliokaivantoa, jonka pohjalla on arviolta metrin paksuinen irtilouhintakerros. Alueen kallioperä on pääosin keski-karkearakeista suuntautumaton, massamaista ja rapautumatonta graniittia. Kallioperän päämineraalit ovat maasälpä, kvartsi ja kiilteet.

2.3 Pohjavesi

2.3.1 Pohjavesialueet ja pohjaveden käyttö

Ekoteollisuuskeskuksen lähiympäristössä ei ole yhdyskuntien vedenhankinnan kannalta merkittäviä pohjavesiesiintymiä. Lähimmät pohjavesiesiintymät (Veikkola 0125702, Lapinkylä 0125708, Vitträsk 0125716 ja Mullkärret 0104911) sijaitsevat yli 3 km...yli 6 km etäisyydellä hankealueesta. Lupa-alueelta ei ole maaperän kautta virtausyhteyttä em. pohjavesiesiintymien suuntaan.

Lähimpien asuinkäytössä olevien kiinteistöjen talousvesikaivot sijaitsevat uuden kaatopaikka-alueen länsi-pohjoispuolella, Laitamaan ja Kolmperän alueilla, noin 450–850 m etäisyydellä. Ekoteollisuuskeskuksen laajennusalueen eteläpuolella, Kauhalan alueella, lähin talousvesikaivo sijaitsee noin 750 m etäisyydellä. Laitamalle on kuitenkin perustettu vesiosuuskunta eli lähtökohtaisesti kaikkien kiinteistöjen pitäisi olla liittynyt vesiosuuskuntaan, ellei poikkeuslupia ole myönnetty.

2.3.2 Alueen pohjavesi ja sen muodostuminen

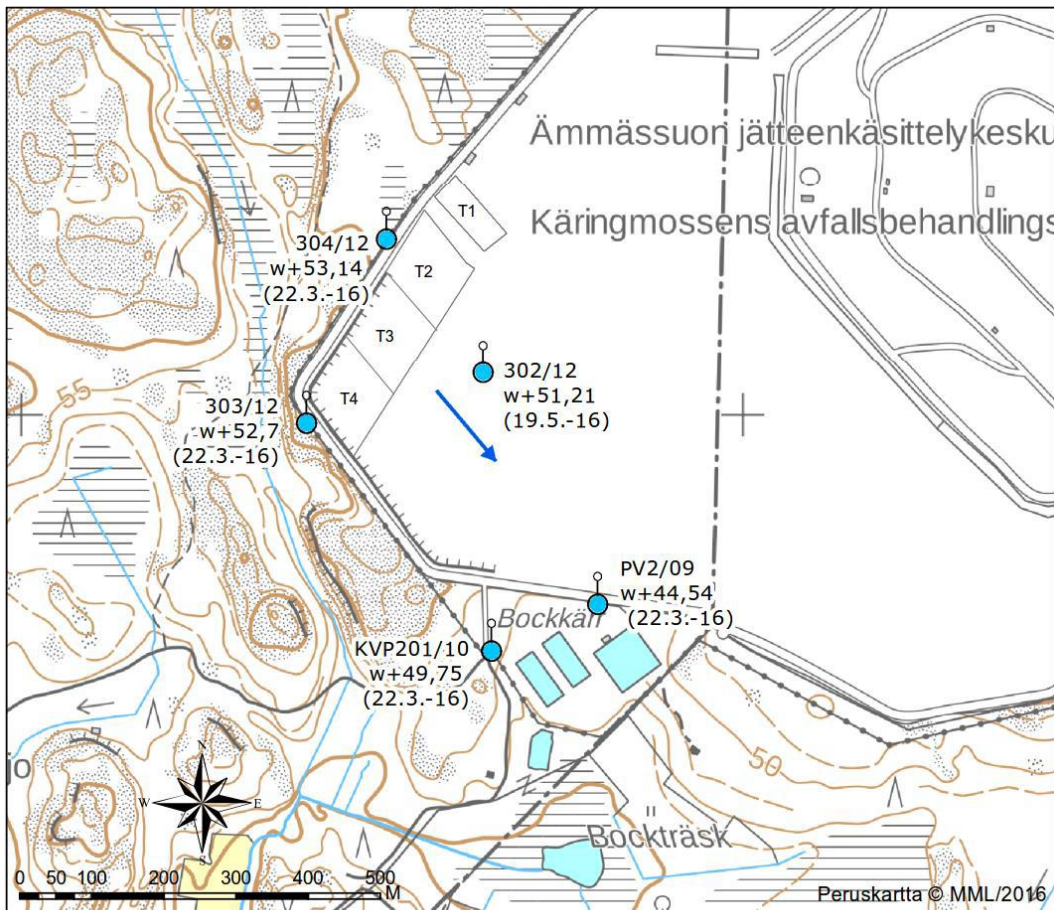
Pohjaveden virtaus suuntautuu vanhalta kaatopaikka-alueelta etelään kohti Vähä-Ämmässuon eteläreunalla sijaitsevaa maastopainannetta. Pohjaveden päävirtaussuunta on laajennusalueella pohjoisesta etelään. Alueen länsireunalla pohjavesi virtaa länsi-lounaaseen Bockträskin suuntaan.

Ekoteollisuuskeskuksen laajennusalueen kallioisuudesta johtuen maaperän pohjavettä tavataan ainoastaan laajennusalueen eteläreunalla sijaitsevan peitteisen maastopainanteen kohdalla. Ekoteollisuuskeskuksen eteläreunalla kalliokynnykset rajoittavat maaperässä tavattavan pohjaveden virtausta etelään. Kaatopaikka-alueella tavattavan moreeniaineksen vedenläpäisevyydeksi on määritetty koekuopista otetuista maanäytteistä $9 \times 10^{-5} \dots 9 \times 10^{-7}$ m/s eli moreeniaines on melko heikosti vettä johtavaa.

Kallioperän vedenjohtavuus vaihtelee rakoilleessa kallion pintaosassa sekä todettujen kalliope-
rän heikkousvyöhykkeiden kohdalla välillä $3 \times 10^{-6} \dots 2 \times 10^{-7}$ m/s. Mittaustulosten perusteella tutkit-
tujen kallio-osuuksien vedenjohtavuus on kallioperän rikkonaisuudesta huolimatta ollut heikkoa. Kalliopohjaveden osalta virtausolosuhteissa voi olla kuitenkin suuria paikallisia vaihteluja, joka johtuu kalliopohjaveden virtauksen kanavoitumisesta kalliossa olevien rakojen kautta. Laajennusalueen eteläpuolella tehtyjen tasausaltaiden rakentamisen yhteydessä todettiin kalliope-
rässä paikoitellen kuitenkin hyvin vettä johtavia rakoja. Kallioperästä tasausaltaiden alueelle ta-
pahtuvan pohjavesivirtauksen vähentämiseksi altain ympäristöön on rakennettu verhoinjek-
tointiseinämä.

2.3.3 Laajennusalueen pohjaveden tarkkailu

Tuhkan loppusijoitusalueella lähimmät kalliopohjavesiputket KVP304/12, KVP302/12, KPV301/12, KPV201/10 ja PV2/09 sijaitsevat ekoteollisuuskeskuksen laajennusalueella (kuva 2-2).



Kuva 2-2. Tuhkan loppusijoitusalueen perustilaselvitykseen kuuluvien kalliopohjavesiputkien sijainnit. Loppusijoitussolujen T1-T4 koko on viitteellinen.

Ekoteollisuuskeskuksen laajennusalueella sijaitsevista kalliopohjavesiputkista otettiin vesinäytteet perustilaselvitystä varten maalisi- ja toukokuussa 2016. Tämän jälkeen näistä kalliopohjavesiputkista ei ole otettu näytteitä. Putkien kunto ei myöskään ole tiedossa.

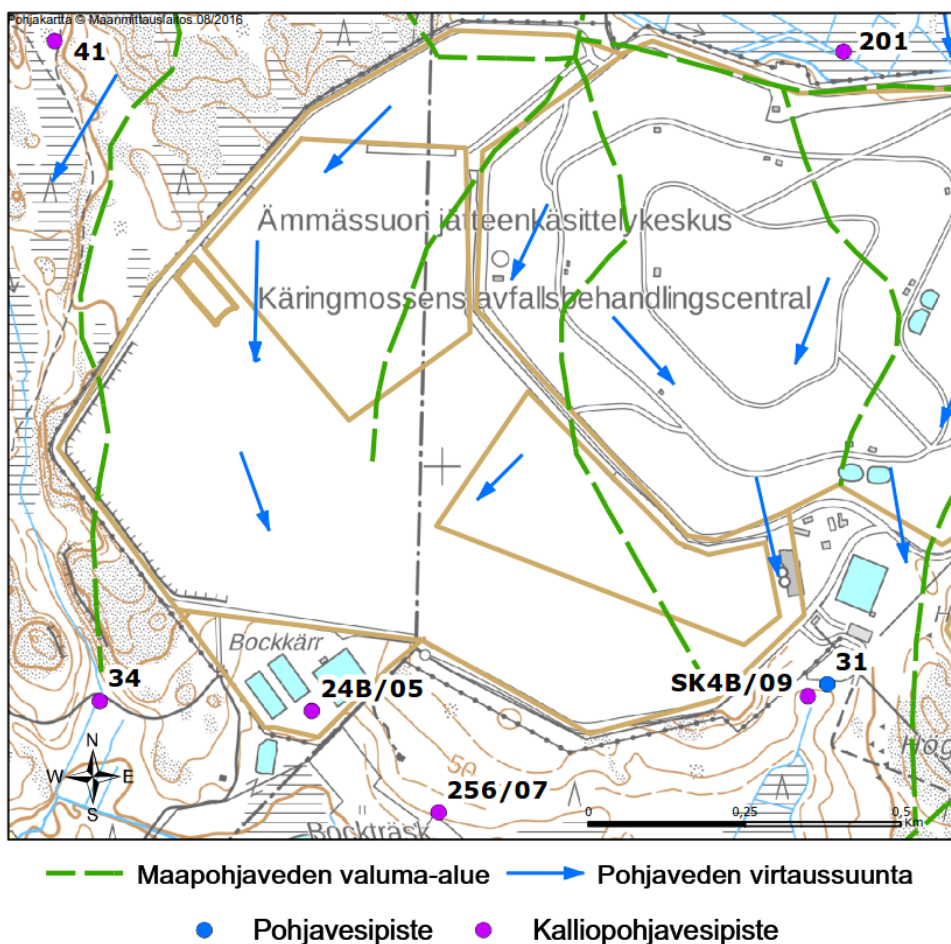
Vuoden 2016 tarkkailussa alueen havaintopisteissä todettiin paikoitellen kohonneita pitoisuuksia joidenkin metallien ja esim. kloridin ja sulfaatin osalta. Pitoisuudet olivat lievästi koholla ja vastaavia pitoisuuksia tavataan myös luonnontilaisissa pohjavesissä. *Pitoisuuksissa ei ollut selkeitä merkkejä siitä, että esim. tuhkasoluun T1 loppusijoitetuista jätteistä olisi kulkeutunut haitta-aineita pohjaveteen.* Mahdollinen kulkeutuminen näkyisi selkeimmin kloridin ja sulfaatin pitoisuuksien nousemisena, sekä esim. metallien Cr, Pb, Mo, Zn pitoisuuksissa. Erityisesti metallien pitoisuuksiin vaikuttavat huomattavasti myös kulkeutumisolosuhteet maa- ja kallioperässä. Kloridin pitoisuudet vaihtelivat havaintopisteissä välillä 3,8–60 mg/l, lievästi koholla olevat pitoisuudet todettiin havaintopisteissä 303/12 (60 mg/l) ja PV2/09 (30 mg/l), muissa pisteissä pitoisuudet vaihtelivat välillä 3,8–8,8 mg/l. Havaintopisteissä 303/12 ja PV2/09 myös molybdeenin pitoisuudet olivat lievästi koholla. Muiden metallien osalta ei ollut tavattavissa vastaavasti koholla olevia pitoisuuksia. Kaikista havaintopisteistä korkein molybdeenin pitoisuus tavattiin kuitenkin havaintopisteessä 302/12, jossa puolestaan kloridin ja sulfaatin pitoisuudet olivat erittäin alhaisia.

Pitoisuuksien vaihtelu on mahdollisesti osittain luonnollista ja osin myös alueen rakentamiseen liittyvää eikä viittaa selkeästi johonkin tiettyyn kuormituslähteeseen.

Vaikka kalliopohjavettä ei käytetä juomavetenä, tuloksia verrattiin STM:n asetuksen 442/2014 mukaisiin laatukriteereihin. Veden pH ylitti laatusuosituksen putkissa 304/12 ja 303/12. Havaintoputken 302/12 kromipitoisuus ylitti asetuksen mukaisen laatuvaatimuksen. Muilta osin ylityksiä ei todettu. On syytä kuitenkin huomioida, että em. viitearvot ovat vain suuntaa antavia.

2.3.4 Laajennusalueen ympäristö

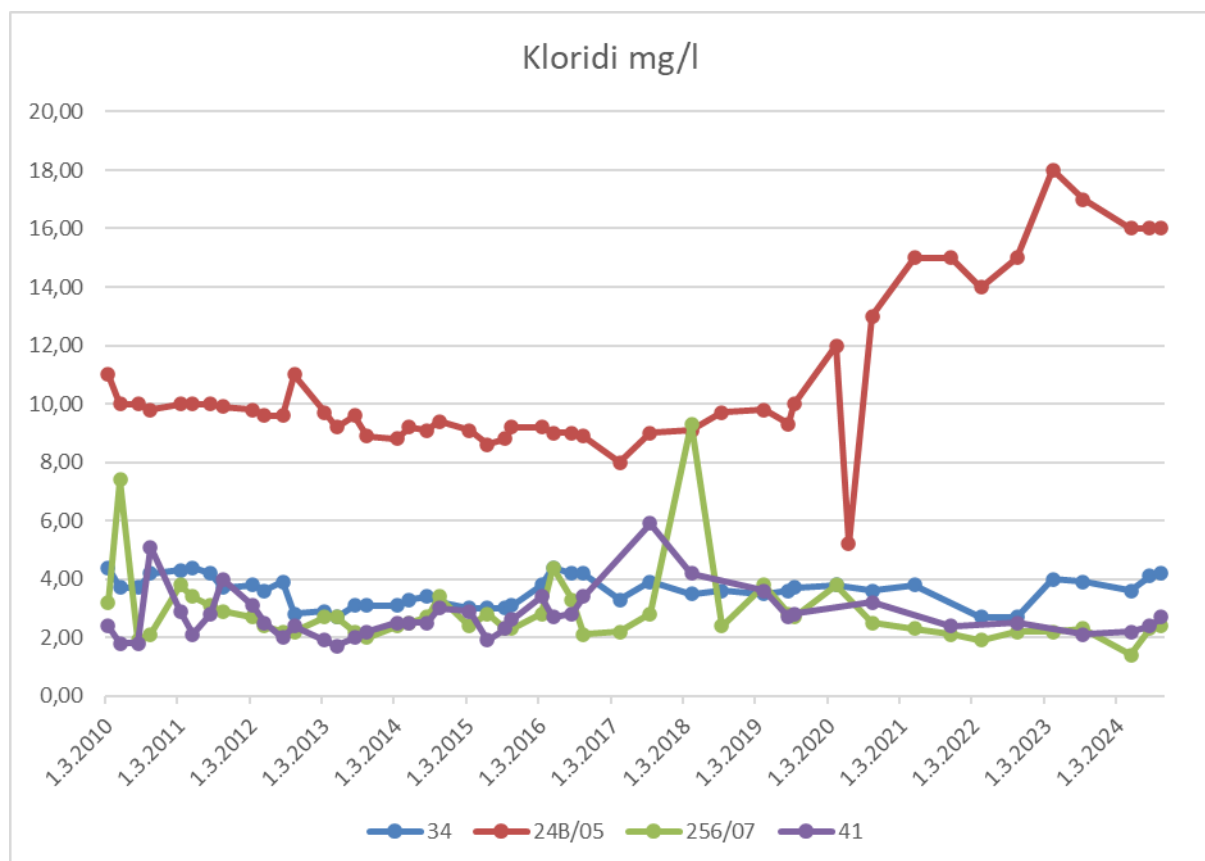
Ämmässuon ja Kulmakorven alueen vesien yhteistarkkailussa ekoteollisuuskeskuksen laajennusalueen ympäristössä (kuva 2-3) sijaitsevat kalliopohjavesiputket 34, 24B/05, 256/07 ja 41, joista otetaan vesinäytteet kaksi kertaa vuodessa. Kalliopohjavesipisteistä 34, 24B/05 ja 256/07 tarkkaillaan ekoteollisuuskeskuksen laajennusalueen mahdollisia vaikutuksia kalliopohjaveteen laajennusalueen etelä- ja lounaispuolella. Kalliopohjavesipiste 41 on referenssitarkkailupiste kalliopohjaveden virtaussuuntaan nähden yläpuolella.



Kuva 2-3. Tuhkan loppusijoitusaluetta lähimpien Ämmässuon ja Kulmakorven alueen vesien yhteistarkkailun pohjavesiputkien sijainnit.

Kalliopohjavesiputken 34 vedenlaatu on säilynyt pääosin hyvänä (kloridipitoisuus vaihdellut vuosina 2010–2024 välillä 2,7–4,4 mg/l. Myöskään kalliopohjavesiputken 24B/05 vedenlaadussa ei ole todettavissa selviä kuormitusvaikutuksia, ja kloridipitoisuus on vaihdellut vuosina 2010–2024 välillä 8...18 mg/l. Kloridin pitoisuustaso on hieman kasvanut vuoden 2020 jälkeen, mutta kloridipitoisuus tarkkailuputkessa 24B/05 on alhaisella tasolla täyttäen pohjaveden ympäristölaatunormin 25 mg/l (Vna 341/2009). Kalliopohjavesiputken 256/07 kloridipitoisuus on vaihdellut välillä 1,9...9,3 mg/l vuosina 2010–2024. Putken vedenlaatu vastaa pääosin tavanomaista vedenlaatua, mutta pH on ollut ajoittain koholla (tasolla 9,5) sekä sinkin ja molybdeenin pitoisuudet ovat muihin tarkkailupisteisiin nähden selkeästi koholla (ks. Ämmässuo-Kulmakorven alueen vesien yhteistarkkailun yhteenvetoraportti 2024). Referenssitarkkailuputkessa 41 kloridin pitoisuus on vaihdellut välillä 1,7–5,7 mg/l em. tarkkailujaksoilla.

Kalliopohjaveden laadussa ei ole havaittavissa ko. tarkkailupisteillä selviä vedenlaadun muutoksia tuhkan käsittelyn ja loppusijoituksen käyttöönoton (vuonna 2014) jälkeen. Esimerkiksi tuhkan mahdollisia kuormitusvaikutuksia indikoiva kloridi on säilynyt melko tasaisena em. tarkkailupisteillä (kuva 2-4) vuodesta 2010 lähtien, joten **kolminkertaiseksi korotetusta kloridin liukoisuuden** raja-arvosta johtuvia selkeitä kuormitusvaikutuksia ei ole nähtävissä kalliopohjavedessä.



Kuva 2-4. Kloridipitoisuus (mg/l) kalliopohjavesipisteillä 34, 24B/05 ja 256/07 ja 41.

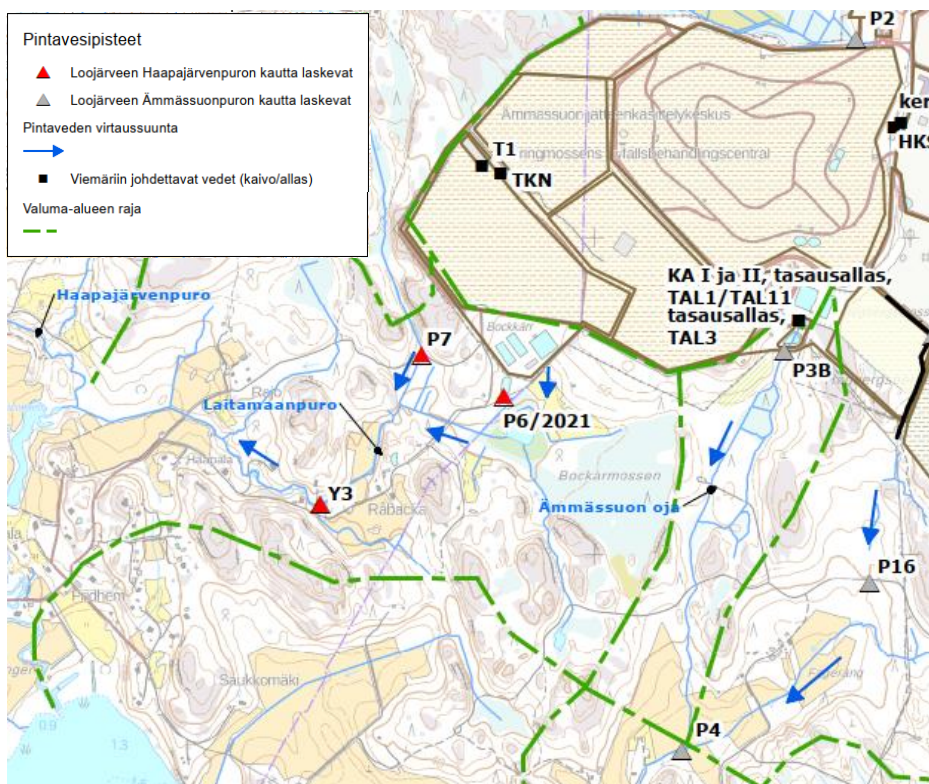
2.4 Hydrologia ja pintavedet

Ekoteollisuuskeskuksen laajennusalue sijoittuu Mankinjoen valuma-alueelle (81.057). Ekoteollisuuskeskuksen laajennusalueen luontainen purkusuunta on ojissa etelään Loojärveen ja edelleen Mankinjoen kautta Espoonlahteen. Espoonlahdessa sijaitsee kaksiosainen Espoonlahden-Saunalahden Natura-alue (FI0100027). Loojärvi on tarkkailutulosten perusteella humuspitoinen ja ravinnetasoltaan erittäin rehevä ajoittain jopa ylirehevä järvi. Voimakkaat leväkukinnat ovat loppukesäisin todennäköisiä. Loojärven tilaan vaikuttaa voimakkaimmin valuma-alueelta tuleva hajakuormitus kuten pelloilta liukenevat ravinteet.

2.4.1 Ympäristön pintavesien tarkkailutulokset

Ekoteollisuuskeskuksen laajennusalueen pintavesien luontainen purkusuunta on Laitamaan puron kautta Loojärveen. Ämmäsuon ja Kulmakorven alueen vesien yhteistarkkailussa pintaveden laatua seurataan neljä kertaa vuodessa otettavin näyttein. Näytteet otetaan ali- ja ylivirtaamakausina. Yhteistarkkailussa mukana olevat lähimmät pintavesitarkkailupisteet ovat kaatopaikan laajennusalueen eteläpuoliset Laitamaan purossa sijaitsevat pisteet P7 (taustapiste), P6 ja Y3 (Kuva 2-5). P7 toimii referenssipisteenä ilmentäen Laitamaanpuron vedenlaatua ennen ekoteollisuuskeskuksen laajennusalueelta tulevien vesien mahdollisia vaikutuksia. P6 havaintopisteen kautta johdetaan ekoteollisuuskeskuksen laajennusalueen puhtaat valumavedet Bockträskiin kulkevaan avo-ojaan. P6 luona sijaitsee myös biosuodatusalue, joka voi vaikuttaa tarkkailutuloksiin. Y3 kuvastaa ekoteollisuuskeskuksen laajennusalueen kuormitusvaikutuksia Loojärven suuntaan.

Referenssipisteeltä P7 vuodesta 2007 lähtien otetuissa näytteissä ei vedenlaadussa ole ollut merkittäviä vaihteluita. Kloridipitoisuudet ovat vaihdelleet vuosina 2014–2024 välillä 6,3–37 mg/l. Lähinnä kaatopaikan laajennusaluetta olevalla pisteellä P6 vedenlaadussa on todettavissa kuormitusta kohonneena sähkönjohtavuutena ja typpipitoisuuksina, metallipitoisuudet ovat referenssipisteen tasolla. Kloridipitoisuudet pisteessä P6 ovat vaihdelleet vuosina 2014–2024 välillä 6–23 mg/l. Kloridipitoisuudet ovat vaihdelleet kauempana Laitamaanpurossa pisteellä Y3 vuosina 2014–2024 välillä 1,7–35 mg/l.



Kuva 2-5. Tuhkan loppusijoitusaluetta lähimmät Ämmässuon ja Kulmakorven alueen vesien yhteistarkkailun pintavesien tarkkailupisteet.

2.4.2 Kuormitteisten vesien tarkkailutulokset

Ekoteollisuuskeskuksen laajennusalueen puhtaat ja kuormitteiset vedet pidetään erillään toisistaan. Kuormitteiset vedet johdetaan tasausaltaiden kautta viemäriin ja niiden laatua tarkkaillaan myös Ämmässuon ja Kulmakorven alueen vesien yhteistarkkailussa. Lähimmät Ämmässuon ja Kulmakorven alueen vesien yhteistarkkailuun kuuluvat kuormitteisten vesien tarkkailupisteet ovat T1, T2 ja TAL3. Tarkkailupiste T1 edustaa loppusijoitussolun T1 ja tarkkailupiste T2 loppusijoitussolun T2 kuormitteisiä suotovesiä, jotka ohjataan laajennusalueen tasausaltaaseen TAL3. Erityisesti vuodesta 2023 lähtien tarkkailupisteen T1 kloridin ja sulfaatin pitoisuudet ovat olleet korkeita. Tarkkailuissa kaivon T1 kloridin pitoisuus on vaihdellut välillä 250–5 500 mg/l vuosina 2014–2022, ja välillä 40 000–76 000 mg/l vuosina 2023–2024. Loppusijoitussolu T2 otettiin käyttöön huhtikuussa 2025, joten tarkkailupisteestä T2 ei ole vielä tuloksia saatavilla.

Tasausaltaassa (TAL3) kloridipitoisuudet ovat vaihdelleet vuosina 2014–2024 välillä 41–3 800 mg/l. Tasausaltaalta TAL3 veden johdetaan tasausaltaalle TAL1/TAL11/TAL12.

Kaikki Ämmässuon ekoteollisuuskeskuksen alueella muodostuvat kuormitteiset vedet johdetaan lopulta tasausaltaiden TAL1, TAL11 ja TAL12 kautta vesiasemalle ja sieltä edelleen Blominmäen jätevedenpuhdistamolle.

2.5 Herkät kohteet

Kirkkonummen puolella Ämmässuon ekoteollisuuskeskuksen lähin asutus on Laitamaalla noin 500 m etäisyydellä luoteessa. Espoon puolella lähin asutus sijaitsee Kolmperässä noin 700 m etäisyydellä ekoteollisuuskeskuksen rajalta pohjoiseen. Yksittäisiä asuin- ja lomarakennuksia on lisäksi alueen etelä- ja lounaispuolella lähimmillään noin 600 m etäisyydellä ekoteollisuuskeskuksesta. Uutta pientalovaltaista Histan asuntoaluetta suunnitellaan noin 2 km:n päähän Turuntien pohjoispuolelle. Kauhalan asuinalue Kirkkonummella on noin 1,5 km:n etäisyydellä lounaassa.

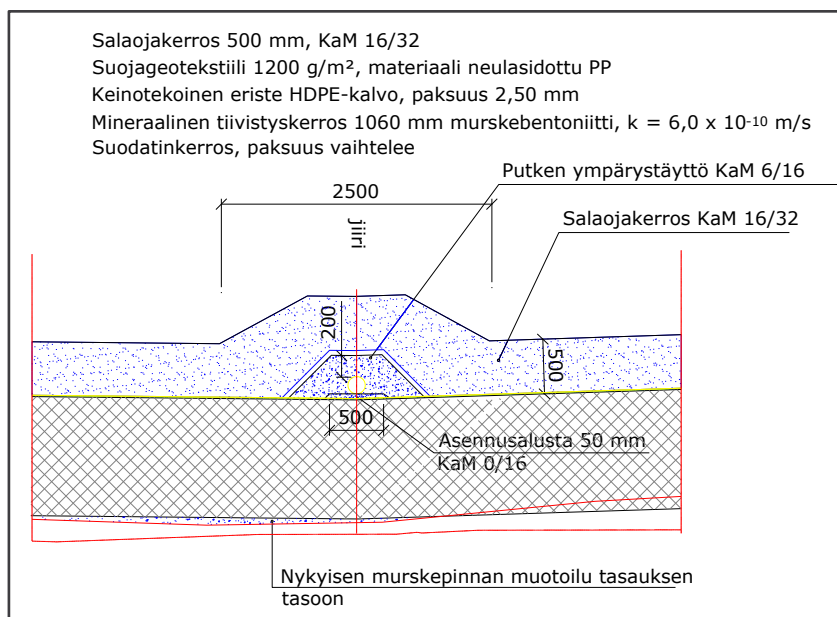
Espoossa ekoteollisuuskeskusta lähinnä oleva koulu sijaitsee Karhusuolla, noin 4 km alueesta itään. Lähin päiväkoti Espoossa, Nupurin päiväkoti, sijaitsee noin 3,5 km alueesta itään. Kirkkonummen puolella lähin koulu Sjokullan oppimiskeskus sijaitsee noin 6 km länteen. Sen sijaan lähin päiväkoti on suljettu, eikä päiväkoteja löydy muutaman kilometrin etäisyydellä Kirkkonummelta.

3 Vaarallisen jätteen loppusijoitusalue

3.1 Rakenteet ja täyttö

3.1.1 Loppusijoitussolu T1

Vuonna 2014 käyttöön otettu ja alkuvuodesta 2025 käytöstä poistettu loppusijoitussolu T1 on kallioon louhittuun kaivantoon toteutettu lokeromainen noin 40 m leveä, 100 m pitkä ja 9,5–10,5 m korkea kaatopaikkasolu, jonka täyttötilavuus on noin 41 200 m³. Solun pohjan pinta-ala on noin 0,4 ha. Solun seinämä- ja pohjarakenteet täyttävät rakentamisen aikaisen lainsäädännön mukaisen vaarallisen jätteen kaatopaikalle valtioneuvoston kaatopaikkapäätöksessä 861/1997 ja sen muutoksissa asetut vaatimukset. Loppusijoitussolun T1 päälle on ollut asennettuna sääsuojakatos loppusijoitustäytön ajaksi, ja se poistetaan vasta kun lopulliset pintaeristerakenteet on toteutettu. Katetusta järjestelmästä ei muodostu juuri lainkaan tuhkan käsittelyyn liittyviä hule- tai suotovesiä. Loppusijoitussolun T1 pohjarakenne on esitetty kuvassa 3-1.



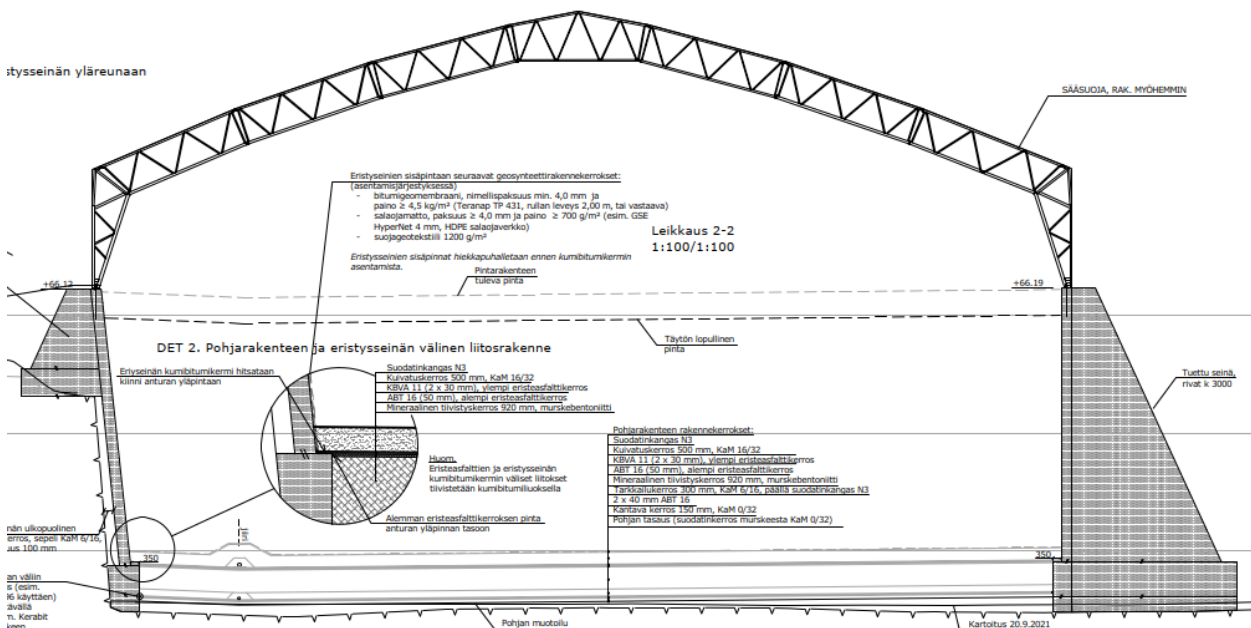
Kuva 3-1. Tuhkasolun T1 pohjarakenteen rakennekerrokset.

3.1.2 Loppusijoitussolu T2

Nykyinen käytössä oleva loppusijoitussolu T2 on rakennettu louhitulle kalliolle, joka takaosaltaan rajautuu kallioseinämään. Loppusijoitussolun T2 kaatopaikkarakenteet, siihen liittyvät aluerakenteet ja mm. pohjarakenteen vesienhallintaan liittyvät järjestelmät on toteutettu vuosina 2022–2024 voimassa olevan ympäristöluvan mukaisesti. Loppusijoitussolun T2 täyttötilavuus on noin 43 700 m³. Solun pohjan pinta-ala on noin 0,4 ha.

Loppusijoitussolun T2 pohjarakennekerrokset ovat ylhäältä alaspäin seuraavat:

- Suodatinkangas N3
- Kuivatuskerros 500 mm, KaM 16/32
- KBVA 11 (2 x 30 mm), ylempi eristeasfalttikerros
- ABT 16 (50 mm), alempi eristeasfalttikerros
- Mineraalinen tiivistyskerros 920 mm, murskebentoniitti
- Tarkkailukerros KaM 6/16, 300 mm, päällä suodatinkerros N3
- Asfalttipäällyste, ABT 16 (2 x 40 mm)
- Kantava kerros 150 mm, KaM 0/32
- Pohjan tasaus (suodatinkerros murskeesta KaM 0/32)



Kuva 3-2. Leikkaus tuhkan loppusijoitussolusta T2 (suunnitelmakuva 25.3.2022 Ramboll).

Loppusijoitussolun T2 päälle on asennettu sääsuojakatos loppusijoitustäytön ajaksi (kuva 3-2). Katetusta järjestelmästä muodostuvan suotoveden määrä on erittäin vähäistä aivan kuten loppusijoitussolusta T1, arviolta noin 2 m³ vuodessa.

3.1.3 Loppusijoitussolut T3–T4

Myöhemmin tarvittaessa rakennettavat uudet loppusijoitussolut T3-T4 toteutetaan kuten T2 louhitulle kalliolle, joka takaosaltaan rajautuu kallioseinämään. Tuhkasolujen pinta-alat ovat noin 1,1 ha (T3) ja 0,95 ha (T4). Loppusijoitussolujen T3-T4 pohja- ja eristysseinärakenteet rakennetaan samankaltaisena kuin jo toteutetun solujen T1 ja T2 pohja- ja eristysseinärakenteet täytetään kaatopaikka-asetuksen mukaiset vaarallisen jätteen kaatopaikan vaatimukset. Solujen T3 ja T4 pohjan eristerakenne voidaan toteuttaa voimassa olevan ympäristöluvan mukaisesti joko asfaltilla tai keinotekoisella eristeellä HDPE-kalvolla.

Pohjarakennekerrokset ovat ylhäältä alaspäin seuraavat:

- Suodatinkangas, tarvittaessa
- Kuivatuskerros 500 mm, materiaalin vedenläpäisevyys $k \geq 10^{-3}$ m/s
- Keinotekoisien eristeiden suojageotekstiili tai suojakerros 100 mm
- Keinotekoinen eriste, vähintään 2 mm paksu HDPE-kalvo tai kahdesta kerroksesta toteutettu eristeasfaltti (esim. 60 mm ABT16 + 50 mm ABT11 tai 60 mm ABT16 + 30 mm KBVA)
- Mineraalinen tiivistyskerros 1 000 mm, jonka tiiveys vastaa 5 m paksuista kerrosta vedenläpäisevyydeltään $k \leq 1,0 \times 10^{-9}$ m/s
- Suodatinkerroksella tasattu ja tiivistetty pohjamaa.

Pohjarakenteen kokonaispaksuus mineraalisen tiivistyskerroksen alapinnasta kuivatuskerroksen pintaan on noin 1,5 metriä. Tarkemmat tuhkasolujen suunnitelmat on esitetty alkuperäisen ympäristölupahakemuksen liitteissä.

Voimassa olevassa ympäristölupa ei velvoita rakentamaan sääsuojakatosta loppusijoitussolujen T3 ja T4 päälle. Loppusijoitettavat ja käsitellyt tuhkat tiivistetään kulloinkin käytössä olevalle tuhkan loppusijoitusalueelle. Täytön paksuus on enimmillään 15 metriä ja täyttötilavuudet 90 000–120 000 m³/tuhkasolu.

3.1.4 Loppusijoitussolujen T1-T4 pintarakenteet

Täyttöalueen saavutettua lopullisen korkeutensa, rakennetaan sen päälle pintarakenteet. Täyttöalueita suljetaan soluittain. Pintarakenteiden rakentamisessa noudatetaan voimassa olevan ympäristöluvan ja kaatopaikka-asetuksen Vna 331/2013 mukaisia vaarallisen jätteen kaatopaikan rakenteita. Pintarakenteeseen kuuluvia rakennekerroksia ovat ylhäältä alaspäin lueteltuna seuraavat:

- Pintakerros, paksuus $\geq 1,0$ m.
- Kuivatuskerros; paksuus $\geq 0,5$ m vedenläpäisevyyskerroin $k \geq 10^{-3}$ m/s, vaihtoehtoisena rakenteena salaojamatto
- Keinotekoinen eriste
- Tiivistyskerros, paksuus $\geq 0,5$ m, vedenläpäisevyyskerroin $k \leq 10^{-9}$ m/s, vaihtoehtoisena rakenteena bentoniittimatto.

Ympäristölupapäätöksen lupamääräyksen 8 mukaisesti: *"Tiivistyskerros voidaan toteuttaa bentoniittimattorakenteena. Bentoniittimattorakenteen on vastattava mineraalista tiivistysrakennetta, jonka paksuus on vähintään 0,5 metriä ja vedenläpäisevyys $k \leq 1 \times 10^{-9}$ m/s. Tiivistyskerroksessa käytettävän bentoniittimaton on oltava tarkoitettu käytettäväksi kaatopaikan pintarakenteena."*

Ympäristölupapäätöksen lupamääräyksen 8 mukaisesti: *"Kuivatuskerros voidaan toteuttaa salaojamattorakenteena. Salaojamattorakenteen on vastattava kuivatuskerrosta, jonka paksuus on vähintään 0,5 metriä ja vedenläpäisevyys $k \geq 1 \times 10^{-3}$ m/s. Salaojamatolla toteutettavassa kuivatuskerroksessa on varmistettava, että salaojamattorakenteesta purkautuva vesi ei vaurioita kaatopaikan reunarakenteita ja että vesi poistuu tehokkaasti rakenteesta. Valittavan salaojamaton kapasiteetin riittävyys on varmistettava mitoitustietojen perusteella".* Lisäksi *"Tarvittaessa*

keinotekoisien eristeen alle on rakennettava kaasunkeräyskerros ja rakennekerrosten toimivuus on turvattava suoja- ja suodatinrakenteilla”.

3.2 Vesienhallinta

Molempien tuhkasolujen T1 ja T2 kuormitteiset suotovedet kootaan pohjarakenteen tiiviskerroksen yläpuoliseen kuivatuskerrokseen ja ohjataan siitä edelleen keräyskaivojen tai suotovesipumppaamon SVP16 kautta suoraan viemäriyhteydellä laajennusalueen tasausaltaaseen TAL3 ja edelleen ekoteollisuuskeskuksen päätasausaltaan TAL1/TAL11/TAL12 kautta Blominmäen jätevedenpuhdistamolle. Kaaviokuva vesien hallinnasta Ämmässuon ekoteollisuuskeskuksen alueella on esitetty muutoslupahakemuksen liitteessä 10.

Loppusijoitussolussa T1 rakennuspohja on erotettu nykyisestä louhintapohjasta suodatinkerroksella. Koska alueen louhinnat on tehty kenttälouhintana, on louhintapohja suhteellisen rikko-
naista, jolloin alueella muodostuvat hulevedet imeytyvät nykytilanteessa hyvin rikkonaiseen kal-
liopohjaan ja kulkeutuvat kallion rakoja pitkin suunnitelma-alueen ulkopuolelle. Pohjaveden pin-
tojen seurannan perusteella alueen pohjaveden pinnan tasojen on todettu olevan korkeimmil-
laankin vähintään noin 0,5 m alueen nykyisen pohjan alapuolella. Edellä mainituista syistä joh-
tuen vaarallisen jätteen loppusijoitussolun T1 pohjarakenteen alustaa ei ole nähty tarpeelliseksi
salaojittaa.

Loppusijoitussolun T2 ja tarvittaessa myöhemmin rakennettavien solujen T3–T4 osalta kaato-
paikan pohjan tiivisrakenteen läpi mahdollisesti suotautunut vähäinen vesimäärä ei päätyisi kal-
liopohjaveteen lupamääräyksen 1 mukaisen rakennetun ylimääräisen kerroksen vuoksi. Loppu-
sijoitussoluun T2 on rakennettu tiivisrakenteen alapuolelle ylimääräinen 300 mm:n paksuisen
tarkkailukerros ja tiivisasfalttikerros (2 x 40 mm ABT16), josta em. vedet ohjautuvat vesien käsit-
telyyn. Loppusijoitusalueella muodostuvat puhtaat pintavedet ohjataan maastoon.

3.3 Loppusijoitettavan tuhkan koostumus

Tuhkan loppusijoitusalueelle sijoitetaan mm. Vantaan Energian Långmossebergenin jätevoima-
lalla muodostuvia stabiloituja lento- ja kattilatuhkia. Stabiloitua tuhkaa loppusijoitetaan vuosittain
noin 4 000 tonnia, mutta tuhkasoluihin loppusijoitettavan käsitellyn tuhkan määrä vaihtelee vuo-
sittain. Vuonna 2024 tuhkaa käsiteltiin 4 591 t, ja loppusijoitetun stabiloidun massan määrä oli
6 946 t. Tuhkasolu T1 tuli täyteen vuoden 2025 alussa, ja sen kokonaistilavuus on noin 41 200
m³. Tuhkan loppusijoitusta jatketaan tuhkasolussa T2.

Tuhkat eivät sellaisenaan ole sijoituskelpoisia vaarallisen jätteen kaatopaikalle, minkä vuoksi
niitä käsitellään stabiloimalla. Sideaineena stabiloinnissa käytetään nykyisin pelkästään jätteen-
polton kuonan hienoainesta, joka korvaa aikaisemmin käytetyn sementin sideaineena.

Tuhkien laatua on tutkittu Etelä-Suomen aluehallintoviraston päätöksen (DNro
ESAVI/42/04.08/2014) mukaisesti. Tutkimuksista on laadittu näytteenotto- ja

testaussuunnitelma Ramboll Finland Oy:n toimesta 28.10.2014. Vantaan Energian Långmosse-bergenin jätevoimalan lentotuhkan ja kattilatuhkan laatua on siten seurattu vuodesta 2014 lähtien, jolloin kyseistä jätettä on alettu käsittelemään HSY:n toimesta. Vuoden 2014 perusmäärittelyn jälkeen käsittelemättömän ja käsitellyn jätteenpolttolaitoksen tuhkan laatua on seurattu vuosittain tehtävällä vastaavuustestauksella. Pysyvien tuotantolaitosten jätteen koostumusta on veloitettu lisäksi seuraamaan viiden vuoden välein tehtävällä perusmäärittelyllä. Tutkimuksista on laadittu vuosittain laadunvalvontaraportti. Vuoden 2024 raportti *Jätevoimalan tuhkien käsittely Ämmässuon ekoteollisuuskeskuksessa, Käsitellyn tuhkan perusmäärittely 2024* on esitetty liitteessä 1. Em. raportin luvussa 3 on kuvattu myös tuhkastabiloinnin sideaineen koostumus ja määrä.

Testitulosten perusteella stabiloitu tuhka täyttää Ämmässuon ekoteollisuuskeskuksen vaarallisen jätteen loppusijoitusalueelle asetetut liukoisuuskriteerit sekä muut vaarallisen jätteen kaatopaikalle asetetut vaatimukset huomioiden, että kloridin liukoisuus on ESAVIN voimassa olevan ympäristölupapäätöksen mukaisesti korotettu kolminkertaiseksi, ja se saa olla enintään 75 000 mg/kg kuiva-ainetta (L/S = 10 l/kg) 1.6.2026 saakka. Kloridin liukoisuus vuoden 2024 perusmäärittelyssä oli 48 000 mg/kg ka (L/S 10). Vuosien 2014–2024 perus- ja vastaavuustestauksissa kloridin liukoisuus on vaihdellut välillä 38 868–60 000 mg/kg ka (L/S 10).

Kloridiyhdisteiden koostumusta ja liukoisuuksia on selvitetty perusmäärittelytutkimusten yhteydessä. Kloridiyhdisteet ovat kalsium-, natrium-, ja kaliumklorideja. Arvio on tehty analysoimalla liukoisuustestauksessa pääkationit ja pääanionit. Kloridiyhdisteiden tarkempi erittely analysoimalla ei ole käytännössä mahdollista, joten siksi tarkastelu on tehty liukoisuustesteissä todettuja ionisuhteita vertailemalla. Vastaavuustestauksien ja perusmäärittelyjen yhteydessä kloridiyhdisteiden koostumusta ja liukoisuuksia on selvitetty pääkationien ja pääanionien ionitaseen avulla. Ionitaseet ovat vastanneet myöhemmissä testauksissa alkuperäisessä perusmäärittelyssä 2014 saatuja tuloksia (ks. liite 1).

4 Kloridi

Klooria on maankuoressa keskimäärin 126 mg/kg. Se esiintyy pääasiallisesti vuorisuolakerrostumissa sekä meriveteen liuenneena. Kloori esiintyy luonnossa liukoisena ja erittäin pysyvänä kloridi-ionina (Cl^-). Valtamerten veden keskimääräinen kloridipitoisuus on 19 000 mg/l, mutta Itämeren keskimääräinen kloridipitoisuus on huomattavasti alhaisempi, alle 4 000 mg/l. Purovesissä kloridia on yleensä alle 15 mg/l ja pohjavedessä vastaavasti 17 mg/l. (GTK, 1996)

Kloridia kulkeutuu ilmavirtojen mukana mereltä mantereelle sekä valuma-alueille joko kuiva- tai märkälasseumana. Pinta- ja pohjavesien kloridipitoisuuksiin vaikuttaa lähinnä se, miten valuma-alueet ovat kehittyneet jääkauden jälkeisenä aikana. Esimerkiksi Suomessa rannikon valuma-alueilla on runsaasti hienorakenteisia pohjasedimenttejä, joiden sisältämiä jäännössuoloja huuhtoutuu edelleen pohja- ja pintavesiin. Sen sijaan hiekka- ja moreenikerrostumissa jäännössuoloja ei enää esiinny. Lisäksi eri savityypeillä kloridipitoisuus saattaa vaihdella huomattavastikin. Kloridi ei osallistu ioninvaihtoreaktioihin maaperässä, minkä vuoksi se kulkeutuu helposti pohjaveteen. (GTK, 1996)

Ilmaan klorideja vapautuu esimerkiksi kivihillen ja öljyn poltossa sekä kemianteollisuuden prosesseissa. Myös muusta ihmisen toiminnasta, kuten maataloudesta, kaatopaikoilta ja teiden suolauksesta, aiheutuu kloridipäästöjä. Arviolta 25...50 % tiesuolaukseen käytetyistä klorideista kulkeutuu pohjaveteen. Vaarallisen jätteen kaatopaikalta tuhkista liukenevat ensimmäisenä liukoiset suolat kuten natriumkloridi (NaCl), kaliumkloridi (KCl) ja kalsiumkloridi (CaCl_2). Näistä esimerkiksi kalsiumkloridi on hyvin nopeasti liukenevaa. (GTK, 1996)

Kloridi on välttämätön hivenaine esimerkiksi kasveille. Kasvien kyky absorboida ioneja ja sopeutua suolapitoisuuksissa tapahtuviin muutoksiin kuitenkin vaihtelee runsaasti eri kasvilajien välillä. Maaperän kasvava ionikonsentraatio aiheuttaa joidenkin kasvien rakenteissa osmoottista painetta. Kasvit säätelevät osmoosin avulla liuenneiden ionien ja veden välistä tasapainoa kasvin juurissa, varressa ja lehdistössä. Kun kasvin solujen ulkopuolinen ionikonsentraatio kasvaa liian suureksi, pyrkii kasvisolu tasoittamaan solun sisäisen ja ulkoisen tilan välisen konsentraatioeron poistamalla vettä solun sisältä. Tämä hidastaa kasvin kasvua ja voi äärimmäisessä tilanteessa johtaa myös solun tuhoutumiseen ja kasvin kuolemaan. Maaperäaltistuksen lisäksi myös ilman kautta tuleva altistus vaikuttaa vastaavalla tavalla. Vaikutukset havaitaan tyypillisesti lehtien tai neulasten ruskistumisena ja ennenaikaisena putoamisena. Ruoho ja erilaiset ruohokasvit ovat kestävämpiä kuin puuvartistet kasvit ja puut. (Vestola ym. 2006)

Kuten ihmisille, kloridi on myös eläimille välttämätön aine. Kloridi osallistuu eläinten aineenvaihduntaan ja esimerkiksi ulkoisten nesteiden osmoottiseen paineen säätelyyn. Makeiden vesien vesieliöt sietävät kloridia pitkäaikaisesti yleensä muutamia satoja milligrammoja litrassa. Makean veden eliöiden suojelemiseksi maksimikonsentraatio pintavedessä US EPA:n mukaan on akuutille altistukselle 860 mg/l ja krooniselle altistukselle 230 mg/l (National Recommended Water Quality Criteria, Aquatic Life Criteria), vastaavasti kanadalaisen CCME:n suositukset ovat akuutille altistukselle 640 mg/l ja krooniselle altistukselle 120 mg/l. Merien vesieliöt ovat sopeutuneet

huomattavasti korkeampiin kloridipitoisuuksiin kuin makean veden eliöt, merieliöiden suojelemiseksi ei ole annettu ekologisia viitearvoja. Kloridin keskimääräinen akuutti toksinen pitoisuus vedessä (LC50) vaihtelee eliölajeittain, ollen kaloille 8 000–12 000 mg/l ja alemman tason vesielioille 600–15 000 mg/l. Kroonisen toksisuuden raja on alhaisempi. Vaikutuksia on havaittu rasvapäämutulla (pikkukala) pitoisuudessa 870 mg/l ja kirjolohen poikasilla pitoisuudessa 990 mg/l. (Vestola ym. 2006) Myös kloridin toksisuudessa makean veden vesikasveille on havaittu esiintyvän suurta lajienvälistä vaihtelua. Lisäksi vedessä olevalla kloridihdisteellä (esim. NaCl, CaCl₂, MgCl₂) on merkitystä vesieliötoksisuudelle. Tutkimuksissa ei ole todettu riippuvuutta kloridin toksisuuden ja veden kovuuden, alkalisuuden tai pH:n välillä. (US EPA)

4.1 Viitearvot

Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksessa talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista (STM 1352/2015) on talousveden laatusuosituksen mukainen kloridin enimmäispitoisuus 250 mg/l. Muuttujan arvo on asetettu veteen aiheutuvan maun ehkäisemiseksi. Vesi ei kuitenkaan saa olla syövyttävää. Edelleen vesijohtojen syöpymisen estämiseksi tulisi kloridipitoisuuden olla alle 25 mg/l. Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksessa pienten yksiköiden talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista (STM 401/2001) on talousveden laatusuosituksen mukainen kloridin enimmäispitoisuus 100 mg/l. Valtioneuvoston asetuksessa vesienhoidon järjestämisestä annetun asetuksen muuttamisesta (VNA 341/2009) on pohjaveden ympäristölaatunormi kloridille 25 mg/l.

Korkeat kloridipitoisuudet syövyttävät betonisten viemäreiden ja pumppaamoiden rakenteita. Erityisen haitallinen kloridi on pumppaamoiden tai muiden betonirakenteiden betoniteräksille, jos nämä ovat näkyvissä tai lähellä betonin pintaa niin, että veden sisältämä kloridi pääsee vaikuttamaan niihin ja aiheuttamaan teräksien korroosiota. Tämän seurauksena tapahtuu betonin rikkoutumista, mikä lisää entisestään syöpymistä. Yleisimmin betoniin tunkeutuu klorideja tie-suolaa sisältävästä vedestä tai merivedestä. Viemäriin johdettavan jäteveden kloridipitoisuuden raja-arvona on tarvittaessa käytetty pitoisuutta 2 500 mg/l (Vesilaitosyhdistys, 2011). HSY:n teollisuusjätevesisopimuksessa ei ole annettu kloridille raja-arvoa.

4.2 Kloridi ja tiivistysrakenteet

Ämmäsuon vaarallisen jätteen loppusijoitusalueen mineraalinen tiivistyskerros on suunniteltu rakennettavan murskebentoniitista. Luonnonmaasta, kuten savesta, silttisestä savesta sekä runsaasti hienoaainesta sisältävästä moreenista, tehty tiivistysrakenne sietää hyvin mekaanisia rasituksia sekä yleensä myös alusrakenteen painumista. Rakenne ei myöskään rikkoudu herkästi onnettomuuksien yhteydessä ja mahdolliset vauriot on helppo havaita ja korjata. Suomalaisen savien ja moreenien hienoaines sisältää vain vähän paisuvia mineraaleja. Natriumkloridi voi kasvattaa suomalaisesta savesta tehdyn tiivistysrakenteen vedenläpäisevyyttä, mutta ei samassa määrin kuin bentoniittirakenteissa. (Hämäläinen ym. 2005)

Sekoittamalla maahan bentoniittisavea saadaan maan vedenläpäisevyyttä pienennettyä. Bentoniittisaven eristyskyky perustuu saven paisumiseen ja dispergoitumiseen sen sitoessa vettä ki-depinnoilleen. Saven paisuminen pienentää maan huokoisuutta ja alentaa sen hydraulista johtavuutta. Bentoniitti on herkkä huokosveden kemiallisille muutoksille. Huokosvedessä esiintyvät suolat aiheuttavat savipartikkeleja ympäröivien vesifilmien ohentumista, mikä vähentää bentonitiin paisumista ja kasvattaa bentoniittirakenteen hydraulista johtavuutta, mikäli vallitseva jännitys ei riitä tiivistämään savea samanaikaisesti. Bentoniittirakenteet kestävät hyvin pakkasta ja mekaanisia rasituksia. Bentoniitti sitoo tiivistysrakenteeseen vettä, joten kloridi pääsee siirtymään bentoniittirakenteessa diffuusiolla. Mikäli kloridikuormitus on pysyvä, kyllästyy bentoniittirakenne ennen pitkää suolavedellä, jolloin huokosveden ioniväkevyyden kasvu lisää rakenteen vedenjohtavuutta. Rakenteen muutokset voivat osittain palautua suolattoman veden syrjäyttäessä suolaisen, mutta savipartikkelien flokkautuminen voi jäädä pysyväksi tilanteessa, jolloin suuret huokokset eivät enää tukkeudu. Runkoaineen suuri hienoainespitoisuus ja alhainen huokoisuus vähentävät muutosten aiheuttamaa maabentoniitin vedenjohtavuuden kasvua. (Hämäläinen ym. 2005)

Tehokkain ratkaisu kloridipitoisen jätteen eristämiseen on käyttää keinotekoisia eristeitä eli erilaisia tiivistyskalvoja ja bitumipohjaisia tuotteita. Ämmässuon ekoteollisuuskeskuksen vaarallisen jätteen loppusijoitusalueen pohjarakenteen keinotekoisena eristeenä on suunniteltu käytettäväksi joko HDPE-kalvoa tai kumibitumivaluasfalttia. Ehjä keinotekoinen eriste estää veden advektiovirtauksen täysin ja hidastaa kloridin diffuusiovirtauksen merkityksettömän alhaiseksi. Yleensä tiivistyskalvoja on suositeltavaa käyttää yhdessä mineraalisen tiivisteiden kanssa, jolloin kalvon reikiintymisen vaikutus kulkeutumiseen jää vähäisemmäksi. Kalvon ja mineraalisen tiivisteiden välinen kontakti on saatava mahdollisimman kiinteäksi. (Hämäläinen ym. 2005)

5 Riskinarviointi

5.1 Tavoitteet ja rajaukset

Riskinarviossa tarkasteltavana haitta-aineena on kloridi, jonka osalta arvioidaan sen liukoisuutta koskevan vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin kolminkertaistamisen vaikutuksia. Kloridin liukoisuuden kaatopaikka-asetuksen Vna 331/2013 mukainen raja-arvo vaarallisen jätteen kaatopaikalle sijoitettaessa on 25 000 mg/kg ka (L/S-suhde 10) ja raja-arvo kolminkertaisettuna on siten 75 000 mg/kg ka (L/S 10). Loppusijoitussoluun T1 ja T2 on voimassa olevan ympäristöluvan mukaisesti voitu sijoittaa tuhkia, joissa kloridin liukoisuus on kolminkertainen kaatopaikka-asetuksen Vna 331/2013 raja-arvoon verrattuna. Loppusijoitettavan jätteen kloridipitoisuus ei ole laskenut alkuperäisen ympäristöluvan myöntämisen jälkeen, vaan tuhkan loppusijoittamiselle tarvitaan jatkossakin korotettu kloridin liukoisuuden raja-arvo.

Riskinarvio loppusijoitussoluissa T1 ja T2 perustuu stabiloinnin jälkeen loppusijoitettavien tuhkien analyysituloksiin ja tuhkasolun T1 vesitarkkailun tuloksiin. Stabiloidun jätteenpolton tuhkan perusmäärittelyä ja vastaavuustestausta on tehty vuosittain aina tuhkasolun T1 käyttöönotosta vuonna 2014 lähtien. Kloridin liukoisuus 2-vaiheisella ravistelutestillä on vaihdellut seurannan aikana välillä 38 868...60 000 mg/kg ka (L/S-suhde 10), ylittäen Vna 331/2013 mukaisen vaarallisen jätteen kaatopaikan liukoisuuskriteerin 25 000 mg/kg ka (L/S-suhde 10). Kuormituslaskenta (taulukot 5-1....5-3) on tehty vesitarkkailutulosten perusteella. Laskelmissa stabiloidun tuhkan kloridin liukoisuus on korkealla tasolla ollen enimmillään lähellä kolminkertaista Vna 331/2013 mukaista kloridin liukoisuuden raja-arvoa.

Vuoden 2025 alussa käytöstä poistettu tuhkan loppusijoitussolu T1 on ollut katettu täyttötoiminnan ajan, joten siellä muodostuvien suotovesien määrä tai laatu vastaavat hyvin huhtikuussa 2025 käyttöön otetun katetun tuhkan loppusijoitussolun T2 muodostuvien suotovesien määrää tai laatua. Kuormituksen, kulkeutumisen ja vaikutusten arvioinnissa käsitellään ainoastaan stabiloitujen tuhkien sijoittamista vaarallisten jätteiden loppusijoitukseen tarkoitettulle alueelle.

Ämmäsuon ekoteollisuuskeskuksen, laajennusalueen sekä vaarallisen jätteen loppusijoitusalueen toimintaan liittyvät kokonaisriskit ja ympäristövaikutukset on arvioitu YVA-menettelyiden yhteydessä. Vaarallisten jätteiden sijoittaminen ja vaarallisen jätteen loppusijoitusalueen sijoittaminen alueelle on ratkaistu toiminnan ympäristölupaharkinnan yhteydessä. Stabiloitujen tuhkien sijoittamisen seurauksena muiden aineiden kuin kloridin osalta ei kaatopaikkakelpoisuuden raja-arvoihin kohdistu muutostarvetta, minkä vuoksi tässä riskitarkastelussa keskitytään vain kloridin raja-arvon korottamiseen liittyviin riskeihin.

5.2 Arviointimenetelmä

Stabiloitujen tuhkien loppusijoittamisesta aiheutuva kloridikuormitusta on arvioitu loppusijoitussolusta T1 saatujen seurantatulosten perusteella. Edellisessä riskinarvioinnissa 3.1.2017

kloridikuormitus arvioitiin laskennallisesti, ja em. riskiarvion sivut 12–16 on esitetty liitteessä 2 taustaksi nykyiseen päivitettyyn riskiarviointiin. Edellisessä riskiarviossa kuormitus arvioitiin laskennallisesti kloridille vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuden liukoisuuden kriteerillä (25 000 mg/kg ka, L/S 10) sekä sen kolminkertaiselle raja-arvolle (75 000 mg/kg ka, L/S 10) tilanteissa, joissa tuhkasolu on avonainen ja toiminnan päättymisen jälkeen suljettu. Suljetussa rakenteessa tarkastelusta oli jätetty pois pintarakenteen eristekalvo, joka osaltaan vähentää merkittävästi rakenteeseen suotautuvan veden määrää sulkemisen jälkeen.

Tässä riskiarvioinnissa ei ole tarkasteltu uudelleen tilannetta, jossa tuhkasolu olisi avonainen eli ilman sääsuojarakennetta. Tuhkasolut T1 ja T2 on katettu loppusijoitustoiminnan aikana. Sääsuojakatoksella vähentää jätetäyttyön suotautuvan veden määrää toiminnan aikana merkittävästi. Päätöstä tulevaisuudessa tarvittaessa rakennettavien tuhkasolujen T3 ja T4 kattamisesta sääsuojakatoksella ei ole vielä tehty. Riskitarkastelu 3.1.2017 mahdolliselle avonaiselle rakenteelle tuhkasolujen T3 ja T4 osalta pätee edelleen (liite 2).

Vaarallisen jätteen loppusijoitusalueen kuormitteiset suotovedet johdetaan ekoteollisuuskeskuksen laajennusalueen tasausaltaan (TAL3) kautta Ämmäsuon ekoteollisuuskeskuksen kuormitteisten vesien koontialtaaseen (TAL1/TAL11/TAL12). Ämmäsuon ekoteollisuuskeskuksen vesien koontialtaasta vedet johdetaan edelleen Blominmäen jätevedenpuhdistamolle.

5.3 Jätevesiviemäriin johdettavan suotoveden pitoisuus

Loppusijoitussolut T1 ja T2 ovat sääsuojalla katettuja, joten suotoveden määrä toiminnan aikana on ollut ja tulee olemaan hyvin pieni. Kaatopaikan pohjan tiivisrakenteen *yläpuolisesta kuitatuskerroksessa* loppusijoitussolussa T1 veden määrä on ollut vain noin 2...5 l/vrk, mikä vastaa vuositalolla vesimäärää noin 1...2 m³/a. Mahdollisesti osa tästä vesimäärästä on loppusijoituksessa tiivistyksen yhteydessä stabiloidusta tuhkamassasta puristunutta vettä, jolloin ulkopuolisia sadevesiä ei ole päässyt lainkaan jätetäyttyön.

Tuhkasolun T1 pinta-ala on noin 0,4 ha, ja tuhkasolun T2 niin ikään n. 0,4 ha. Tuhkasolujen pohjarakenteet eroavat siten, että tuhkasolussa T2 on tiivisrakenteiden alapuolella ylimääräinen rakennekerros, josta kaatopaikan pohjan tiivisrakenteen läpi mahdollisesti suotautuneita vesiä voidaan tarvittaessa tarkkailla. Kaatopaikan rakenteen alapuolisten pohjavesien kulkeutuminen tähän kerrokseen on estetty ylimääräisellä tiivisasfalttikerroksella, mutta rakenne ei anturoiden osalta ole täysin vesitiivis (ks. kuva 3-2).

Tuhkasolun T1 suotoveden laatua on tarkkailtu kaivosta T1. Vesien yhteistarkkailun vuositarkkailuraportin 2024 mukaisesti: *"Vaarallisen jätteen loppusijoitusalueen pisteestä T1 havaittiin kevätkierroksella 2023 erittäin suuri sähkönjohtavuus sekä reilusti kohonneet kloridin, sulfaatin, CODCr:n sekä useiden metallien pitoisuudet. Pisteestä on sen jälkeen otettu viisi näytettä,*

joista jokaisessa pitoisuudet ovat olleet aikaisempaan tasoon nähden koholla. Pisteen virtaama on ollut niin pieni, että sitä ei voida luotettavasti mitata. Vuonna 2024 näytteet on otettu pisteeltä ämpäriin kertyneestä vedestä. Todennäköinen syy kohonneille pitoisuuksille on tuhkan stabiointiprosessin muutos, jossa sementti korvattiin kuonan mineraaliaineksella.”

Tarkkaluissa kaivon T1 kloridin pitoisuus on vaihdellut välillä 250–5 500 mg/l vuosina 2014–2022, ja välillä 40 000–76 000 mg/l vuosina 2023–2024. Suotoveden virtaamaksi on arvioitu noin 2.5 l/vrk perustuen näytteenottoämpäriin täyttymiseen. Tuhkasolujen kloridikuormitukseksi on arvioitu T1 osalta 139 kg/a, ja molempien T1 ja T2 solujen osalta 277 kg/a, ennen kuin lopullisen pintaeristeet rakennetaan soluun T1 taulukon 5-1 mukaisesti.

Taulukko 5-1. Stabiloitujen tuhkien tuhkasoluun T1 ja T2 sijoittamisesta aiheutuvat laskennalliset kloridipitoisuuden lisäykset eri jakeissa, kun kaatopaikan lopullisia pintarakenteita ei ole vielä rakennettu.

Tuhkasolujen aiheuttama kloridikuormitus T1 vesitarkkailun perusteella	Yksikkö	Loppusijoitus tuhkasoluun T1 (n. 0,4 ha) V. 04/2025 asti	Loppusijoitus tuhkasoluun T2, T1 suljetaan (n. 0,4 ha + 0,4 ha = 0,8 ha) Vuosi 2025 ->
Kloridin pitoisuus suotovedessä T1 (enimmäispitoisuus 23.11.2023)	mg/l	76 000	76 000
Suotoveden määrä (5 l/vrk)	m³/a	1,8	3,7
Tuhkasolun kloridikuormitus	kg/a	139	277

Kuormitustarkastelussa on arvioitu kloridipitoisuuden lisääntymistä viemäriin johdettavissa vesissä Ämmäsuun alueella taulukon 5-2 mukaisesti. Kuormitustarkastelussa tuhkasolujen T1 ja T2 kloridikuormituksen on arvioitu sekoittuvan koko ekoteollisuuskeskuksen alueelta muodostuvaan vesimäärään. Vuosien 2021–2024 aikana vesimäärä em. alueella on vaihdellut vuosittain välillä 510 000–700 000 m³/a. Vuonna 2024 jätevesiä pumpattiin viemäriin kaikkiaan 545 269 m³ eli keskimäärin 1 493 m³/d.

Taulukko 5-2. Kuormituslaskelma tuhkasolun aiheuttamasta kloridipitoisuuden lisäyksestä ta-sausaltaalta TAL1/TAL11/TAL12 viemäriin johdettavissa vesissä.

Viemäriin johdettava vesi tasausaltaalta TAL1/TAL11/TAL12)	Yksikkö	Loppusijoitus tuhkasoluun T1 (n. 0,4 ha) V. 04/2025 asti	Loppusijoitus tuh- kasoluun T2, T1 suljetaan (n. 0,4 ha + 0,4 ha = 0,8 ha) Vuosi 2025 ->
Tuhkasolun kloridikuormitus	kg/a	139	277
Viemäroitävän veden määrä koko Ämmäsuon ekoteollisuuskeskuksen alueelta	m³/a	545 269	545 269
Kloridin pitoisuuslisäys tasausaltaalla TAL1/TAL11/TAL12	mg/l	0,25	0,5

Lisäksi kloridikuormitustarkastelussa on arvioitu kloridin pitoisuuslisäystä Blominmäen jätevedenpuhdistamolla. Tarkastelussa oletuksena on jätevedenpuhdistamolle johdettavien vesien sekoittuminen tasaisesti koko vesikuormaan. Kloridipitoisuuden lisäykset on esitetty taulukossa 5-3.

Taulukko 5-3. Blominmäen jätevedenpuhdistamolla käsiteltävät jätevedet.

Blominmäen jätevedenpuhdistamolla käsitel- tävä jätevesi	Yksikkö	Loppusijoitus tuhkasoluun T1 (n. 0,4 ha) V. 04/2025 asti	Loppusijoitus tuh- kasoluun T2, T1 suljetaan (n. 0,4 ha + 0,4 ha = 0,8 ha) Vuosi 2025 ->
Tuhkasolun kloridikuormitus	kg/a	139	277
Veden määrä jätevedenpuhdistamolla	m³/a	40 330 000	40 330 000
Kloridin pitoisuuslisäys jätevedenpuh- distamolla	mg/l	0,003	0,007

Suotoveden kloridipitoisuuksien ja vesimäärän perusteella on arvioitu kloridikuormitus vuoteen 2025 asti tuhkasolun T1 osalta. Vaikutus tasaosaltaan TAL1/TAL11/TAL12 kloridipitoisuuteen on arviolta noin 0,25 mg/l ja Blominmäen jätevedenpuhdistamolle arviolta noin 0,003 mg/l.

Kevästä 2025 alkaen on otettu tuhkasolu T2 käyttöön, ja tarkastelussa on arvioitu kloridipitoisuuksien ja vesimäärän olevan arviolta samaa suuruusluokkaa kuin tuhkasolussa T1. Taulukoissa 5-1...5-3 kuormituslaskelmassa vuodesta 2025 lähtien on arvioitu tuhkasolujen T1 ja T2

yhteisvaikutusta. Tarkastelun perusteella tasausaltaan TAL1/TAL11/TAL12 kloridipitoisuus li-sääntyy arviolta noin 0,5 mg/l ja Blominmäen jätevedenpuhdistamolla 0,007 mg/l. Kun tuhka-soluun T1 rakennetaan lopulliset pintaeristerakenteet lähivuosina, niin suotoveden määrä ja kuormitusvaikutus vähenee entisestään solun T1 osalta.

Jos loppusijoitusalueet T3 (1,1 ha) ja T4 (0,95 ha) rakennetaan tulevaisuudessa, on kaikkien neljän tuhkasolun arvioitu ns. konservatiivinen kloridin yhteiskuormitusvaikutus Blominmäen jä-tevedenpuhdistamolla enintään 0,02 mg/l solujen pinta-alojen perusteella arvioituna ja oletuk-sena, että tuhkasoluihin T3 ja T4 rakennetaan myös sääsuojakatokset. Ja kun loppusijoitusalu-eet suljetaan pintaeristerakenteilla, on veden määrä ja kuormitusvaikutus enää murto-osa tästä.

Jos loppusijoitusalueet T3 ja T4 rakennetaan avoimella rakenteella, niin tuhkasoluista viemäroi-tävät suotovesimäärät ja kloridikuormitus on suurempi kuin loppusijoitussoluista T1 ja T2. Kuor-mituslaskelmat stabiloidun tuhkan kloridin liukoisuudella (25 000 mg/kg ja 75 000 mg/ka ka (L/S 10) on esitetty liitteen 2 taulukossa 5-1. Em. laskelmissa ei ole huomioitu pintarakenteen keino-tekoista eristettä, mikä vähentää kaatopaikan pintarakenteiden läpi jätetäyttöön suotautuvan ve-den määrää

5.4 Pohjarakenteen läpi suotautuva vesi

Kaatopaikan pohjarakenteen keinotekoinen eriste voi olla geomembraani (esim. HDPE-kalvo) tai tiivisasfalttipäällyste voimassa olevan ympäristöluvan mukaisesti. Keinotekoinen eriste on ehjänä käytännössä vettä läpäisemätön. Loppusijoitussolujen T1 keinotekoinen eriste on HDPE-kalvo ja loppusijoitussolun T2 keinotekoinen eriste on yhdistelmäpäällyste tiivisasfalttia ABT ja kumibitumivaluasfalttia KBVA. Loppusijoitussoluissa T3 ja T4 pohjarakenteen keino-tekoisena eristeenä voidaan käyttää joko tiivisasfalttia tai geomembraania (esim. HDPE-kalvoa). Keinotekoisen eristeen alapuolella on lisäksi mineraalinen tiivistyskerros, ja yhdistelmä raken-teen kokonaispaksuus on vähintään 1 m lupamääräyksen 4 mukaisesti.

5.4.1 Keinotekoisena eristeenä asfaltti (T2–T4)

Tuhkasolun T2 keinotekoinen eriste on tehty 2-kerroksisesta kumibitumivaluasfaltista (KBVA11) ja alin kerros tiivistä asfalttibetonista (ABT16), joiden tyhjätilat ovat alle 2 % (KBVA11) tai alle 3 % (ABT16) ollen siten vesitiiviitä päällysteitä.

Loppusijoitussolussa T1 suotovettä on todettu muodostuvan noin 1...2 m³/a sääsuojakatteiden ansiosta. Suotovesi kerätään keinotekoisen eristeen (HDPE-kalvon) päältä salaojakerroksessa ja johdetaan eteenpäin käsittelyyn. Mikäli tästä erittäin vähäisestä suotovesimäärästä osa kul-keutuisi pohjan tiivisrakenteen läpi, tuhkasolussa T1 voisi veden mukana kloridia kulkeutua kal-liopohjaveteen. Vaarallisen jätteen loppusijoitusalueelta kalliopohjaveden virtaussuunta on kaakkoon laajennusalueen eteläosiin ja siitä edelleen lounaaseen Laitamaanpuron painanteen suuntaan kuvan 2-4 mukaisesti. Pohjaveden pintojen seurannan perusteella alueen pohjaveden pinnan tasojen on todettu olevan korkeimmillaankin vähintään noin 0,5 m alueen nykyisen poh-jan alapuolella, joten vaikutukset pohjavesiin arvioidaan vähäisiksi.

Veden suodautuminen tiivisasfaltin läpi on hyvin teoreettista, koska tiivisasfaltti on vettä läpäisemätön, ja kloridin kulkeutuminen voisi tapahtua ainoastaan diffuusion välityksellä. Rakenteessa oleva 920 mm murskebentoniittirakenne toimii lisäksi mineraalisena tiivistysrakenteena.

Tuhkasolun T2 ja myöhemmin tarvittaessa rakennettavien tuhkasolujen T3-T4 osalta kaatopaikan pohjan tiivisrakenteen läpi mahdollisesti suodautunut vähäinen vesimäärä ei päädy kallio-pohjaveteen lupamääräyksen 1 mukaisen rakennetun ylimääräisen kerroksen vuoksi. Loppusijoitusluu T2 on rakennettu tiivisrakenteen alapuolelle ylimääräinen 300 mm:n paksuinen tarkkailukerros ja tiivisasfalttikerros (2 x 40 mm ABT16), joista em. vedet ohjautuvat hallitusti vesienkäsittelyyn.

5.4.2 Keinotekoisena eristeenä geomembraani (T3 ja T4)

Tuhkasolu T1 pohjarakenteen keinotekoinen eriste on tehty HDPE-kalvosta. Riskiarviossa vuodelta 2017 (liite 2) konservatiivisen tarkastelun mukaisesti huolellisestikin tehdyissä ja valvotuissa geomembraanirakenteissa on aina reikiä ja heikkouskohtia, joista jätetäytön sisäisen vesipaineen vaikutuksesta voi suodautua pieniä määriä vettä yhdistelmäarakenteen läpi. Tuhkasolun T1 pohjarakenteen läpi suodautuvan vesimäärän arvioidaan kuitenkin olevan hyvin vähäistä, koska 1) toiminnan aikana käytössä ollut sääsuojakatos on estänyt sadevesien pääsyn jätetäyttöön ja 2) pohjarakenteiden rakentamisessa on noudatettu ympäristöluvan ja kaatopaikka-asetuksen mukaisia vaarallisen jätteen kaatopaikan rakenteita.

Loppusijoitusoluissa T3 ja T4 pohjarakenteen keinotekoisena eristeenä voidaan myös käyttää geomembraaneja (esim. HDPE-kalvoa) Riskiarviossa vuodelta 2017 (Ramboll Oy) on laskennallisesti arvioitu geomembraanin ja bentoniittirakenteen läpi suodautuvan veden määrä rakenteelle, jossa ei käytetä sadesääsuoja täyttötoiminnan aikana eli se on ns. avoin rakenne. Suljetussa laskelmassa ei ole huomioitu pintarakenteen eristekalvoa, joten suljetun rakenteen läpi suodautuva vesimääräarvio on arvioitua pienempi. Laskennallisen tarkastelun perusteella keinotekoisena eristeen läpi suodautuvan veden määrästä ja kloridin pitoisuudesta on esitetty taulukossa 5-4. Vuoden 2017 arviossa on esitetty laskelma tarkemmin (liite 2).

Taulukko 5-4. Loppusijoitussolun tiiviin pohjarakenteen läpi suotautuvan veden kloridikuormitus 1 hehtaarin pinta-alaa kohden, kun rakenne on avoin ja keinotekoisena eristeenä on geomembraani.

	Kloridin liukoisuus 25 000 mg/kg		Kloridin liukoisuus 75 000 mg/kg	
	Avoin	Suljettu	Avoin	Suljettu
Kloridipitoisuus tuhkasolun suotovedessä (mg/l) ¹⁾	14 000	4 500	43 000	14 000
Tuhkasolun pohjarakenteen läpi suotautuvan veden määrä (m³/a)	1,27	0,38	1,27	0,38
Kloridikuormitus (kg/a)	18	1,7	55	5,4

1) pitoisuudet, ks. liite 2.

5.5 Pintarakenteen päälle satavat vedet

Tuhkasolun täyttyessä sen päälle rakennetaan voimassa olevan ympäristölupapäätöksen ja kaatopaikka-asetuksen mukaiset vaarallisen jätteen kaatopaikan pintarakenteet. Pintaeristarakenteen yläpuoliset puhtaat hulevedet ohjataan laajennusalueen irtilouhittuun kerrokseen ja sitä kautta laajennusalueen muiden hulevesien kanssa edelleen biosuodatusalueen läpi tarkkailupisteen P6 kautta Laitamaanpuroon. Tuhkien kloridipitoisuuden liukoisuusraja-arvon kolminkertaistuksella ei ole vaikutusta suljetun kaatopaikan pinnalta johdettaviin vesiin.

5.6 Vertailu tarkkailutuloksiin ja viitearvoihin

5.6.1 Viemäriin johdettavat vedet

Ämmäsuon ekoteollisuuskeskuksen tasausaltaassa TAL3 kloridipitoisuudet tarkkailussa ovat vaihdelleet vuosina 2014–2024 välillä 50–2 200 mg/l. Blominmäen jätevedenpuhdistamon johdettavat vesimäärät ovat vaihdelleet välillä 510 000–700 000 m³/a vuosina 2021–2024, ja johdettavien jätevesien (TAL1/TAL11/TAL12) kloridipitoisuudet ovat vaihdelleet välillä 170–390 mg/l vuoden 2024 aikana.

Tuhkasolujen suotovesien on edellä kuvatun mukaisesti määritettyjen pitoisuuksien ja vesimäärien perusteella arvioitu lisäävän Ämmäsuon ekoteollisuuskeskuksesta edelleen Blominmäen jätevedenpuhdistamolle johdettavien vesien kloridipitoisuutta 0,25 mg/l loppusijoitussolun T1 osalta, eli pitoisuuslisäyksellä ei ole käytännössä merkittävää vaikutusta. Loppusijoitussolun T2 osalta lisäyksen arvioidaan olevan enintään niin ikään noin 0,25 mg/l. Tarkempi kuormituslaskelma on esitetty luvussa 5.3.

Jos loppusijoitusalueet T3 ja T4 on tarve rakentaa ja ne rakennetaan avoimella rakenteella, niin tuhkasoluista viemäroitävät suotovesimäärät ja kloridikuormitus on selkeästi suurempi kuin loppusijoitussoluista T1 ja T2. Kuormituslaskelmat stabiloidun tuhkan kloridin liukoisuudella (25 000 mg/kg ja 75 000 mg/ka ka (L/S 10) on esitetty liitteen 2 taulukossa 5-1. Em. laskelmissa ei ole huomioitu pintarakenteen keinotekoista eristettä, mikä vähentää kaatopaikan pintarakenteiden läpi jätetäyttöön suotautuvan veden määrää

5.6.2 Mereen johdettavat vedet

Blominmäen jätevedenpuhdistamolle kloridin pitoisuuslisäys olisi tarkastelun perusteella tuhkasolun T1 osalta 0,003 mg/l ja tuhkasolun T2 osalta niin ikään 0,003 mg/l, eli käytännössä pitoisuuslisäys on merkityksetön. Blominmäen jätevedenpuhdistamolta käsitellyt vedet johdetaan mereen. Taulukossa 5-5 on esitetty natriumkloridin kaloille ja muille vesieliöille kokeellisesti määritetyt pitkäaikaisen altistumisen myrkyllisyysarvot.

Taulukko 5-5. Natriumkloridin myrkyllisyystestien perusteella määritetyt viitearvot.

Eliöryhmä	Vastaava laji, josta toksisuustieto	Toksisuusarvo	Lähde
Kalat	Pimephales promelas, 33 d	NOEC 252 mg/l LOEC 352 mg/l	ECHA CHEM NaCl
Vesiselkärangattomat	Daphnia pulex, 21 d	NOEC 314 mg/l LOEC 441 mg/l	ECHA CHEM NaCl
Levät	Nitzschia linearis, 120 h	EC50 2 430 mg/l	ECHA CHEM NaCl

Verrattaessa edellä esitetyn taulukon (taulukko 5-5) mukaisia pitoisuuksia arvioituun pitoisuuslisäykseen Blominmäen jätevedenpuhdistamolla voidaan kloridipitoisuuden lisäyksen todeta olevan merkityksetön. Pitoisuudet, joilla ei ole havaittu esiintyvän vaikutuksia (NOEC, No-observable-effect concentration) pitkällä aikavälillä, ovat moninkertaisia toiminnasta aiheutuvaan pitoisuuslisäykseen verrattuna. Kloridi ei ole biokertyvää, eikä siten siirry eliöihin. Merien vesieliöt ovat sopeutuneet huomattavasti korkeampiin kloridipitoisuuksiin kuin makean veden eliöt, merieliöiden suojelemiseksi ei ole annettu ekologisia viitearvoja. Tarkempi kuormituslaskelma on esitetty luvussa 5.3.

Jos loppusijoitusalueet T3 ja T4 on tarve rakentaa ja ne rakennetaan avoimella rakenteella, niin tuhkasoluista viemäroitävät suotovesimäärät ja kloridikuormitus on suurempi kuin loppusijoitussoluista T1 ja T2. Kuormituslaskelmat stabiloidun tuhkan kloridin liukoisuudella (25 000 mg/kg ja 75 000 mg/ka ka (L/S 10) on esitetty liitteen 2 taulukossa 5-1. Em. laskelmissa ei ole huomioitu

pintarakenteen keinotekoisista eristettä, mikä vähentää kaatopaikan pintarakenteiden läpi jäte-
täyttöön suotautuvan veden määrää.

5.6.3 Ekoteollisuuskeskuksen ympäristön pinta- ja pohjavedet

Ympäristön pintavesiin ei johdeta kuormittuneita vesiä. Ämmässuon ja Kulmakorven alueen pintavesien tarkkailussa kloridipitoisuudet ovat loppusijoitussoluista T1 ja T2 lähimmissä tarkkailupisteissä P6, P7 ja Y3 vaihdelleet välillä 1,7–35 mg/l. Tuhkasolun T1 käyttöönoton jälkeen tarkkailutuloksissa ei kloridipitoisuuden ole selkeästi havaittu nousseen. Myös pohjavesissä kloridipitoisuus on pysynyt tasaisena kaatopaikan laajennusalueen kalliopohjaveden tarkkailupisteillä. Pintavesitarkkailun tuloksia on esitetty luvussa 2.4 ja pohjavesitarkkailun tuloksia luvussa 2.3.

Vaarallisen jätteen kaatopaikan pohjarakenteen läpi ei arvioida suotautuvan jätetäytön suotovesiä, koska pohjarakenteiden rakentamisessa on noudatettu ympäristöluvan ja kaatopaikka-asetuksen mukaisia vaarallisen jätteen kaatopaikan rakenteita, ja lisäksi toiminnan aikana käytössä ollut sääsuojakatos on estänyt sadevesien pääsyn jätetäyttöön.

Jos loppusijoitussolut T3 ja T4 rakennetaan ja täyttötoiminnan aikana tuhkasolut ovat avoinna, on taulukossa 5-4 arvioitu laskennallisesti pohjarakenteen läpi suotautuvan veden määrää. Vesien määrä edelleen pienenee, kun tuhkasolut suljetaan tiiviillä pintarakenteella tai loppusijoitus-
toiminnan aikana tuhkasolu peitetään sääsuojakatoksella. Kloridin liukoisuusraja-arvon kolminkertaistamisen vaikutukset ympäristön pinta- ja pohjavesiin arvioidaankin vähäisiksi.

5.7 Epävarmuustarkastelu ja riskienhallinta

Kuormituslaskennassa ja riskitarkastelussa ei ole vastaavaa epävarmuutta kuin aikaisemmin vuonna 2017 laaditussa laskennallisessa riskitarkastelussa, koska päivitetty riskiarvio perustuu loppusijoitusalueen toimintavuosien vesiseurantatuloksiin. Suurimmat epävarmuustekijät liittyvät tuhkasolujen suotovesimääriin, koska nykyisellään loppusijoitussolujen T1 ja T2 osalta tarkkaa vesimäärän seurantaa ei ole tehty. Sääsuojakatos vähentää merkittävästi tuhkasolujen suotovesimääriä, joten pienet muutokset arvioituihin viemäroitävien vesien määrään tai laatuun arvioidaan jatkossakin olevan vähäisiä, myös tulevien tuhkasolujen T3 ja T4 osalta. Tarkkailu toteutetaan lupamääräysten mukaisesti, ja poikkeamiin reagoidaan viipymättä.

Jos loppusijoitussolut T3 ja T4 rakennetaan, ja niiden täyttötoiminta toteutetaan ilman sääsuojakatosta, niin vuoden 2017 riskiarvion epävarmuustarkastelu ja riskienhallinta pätee tässä tapauksessa aikaisemman riskiarvion mukaisesti seuraavasti:

Riskinarvioinnin keskeiset epävarmuustekijät liittyvät kuormituslaskennoissa käytettyjen vesimäärien paikkansa pitävyyteen, kloridin sekoittumisen tehokkuuteen eli laimenemiseen tarkasteltaviin vesiin sekä muodostuvien vesien pitoisuuksiin. Laskelmat on tehty ns. varman päälle (worst case).

Laskelmissa on oletettu, että tarkastelussa mukana olevien stabiloitujen tuhkien kloridin liukoisuus on 75 000 mg/kg eli liukoisuus on kolminkertainen kaatopaikka-asetuksen mukaiseen raja-arvoon verrattuna. Tutkimuksissa on kuitenkin todettu, että osassa stabiloiduista tuhista liukoisuus alittaa stabiloinnin jälkeen kolminkertaisen raja-arvon. Esitetyissä laskelmissa on siis pyritty laskemaan kloridipäästöjä arvioimalla suurinta mahdollista hallitsemattomasti loppusijoitusolusta eteenpäin kulkeutuvan suolapitoisen veden määrää. Kaatopaikalla hyvin tiivistetty tuhkakkerros estää veden imeytymisen ja suotautumisen täyttöön, joten läpisuotautuvan ja tasausal-taisiin johdettavan veden kokonaismäärä on tarkastelussa todennäköisesti yliarvioitu. Lisäksi tuhkan läpi suotautuvan veden määrää voidaan vähentää esim. erilaisilla välipeitoilla sekä pitä-mällä kerrallaan auki olevan alueen koko mahdollisimman pienenä. On todennäköistä, että mm. veden virtauksen kanavoitumisesta tiivistetyssä tuhkakerroksessa johtuen suotovesien pitoisuu-det eivät saavuta teoreettisesti laskettuja pitoisuuksia. Myös L/S 10 -suhteen saavuttaminen kaatopaikalla on epätodennäköistä. Vaarallisen jätteen loppusijoitusalueen vesien laatua seura-taan lupaehtojen mukaisesti.

Vaikutusten arvioinnin osalta epävarmuutta aiheuttaa, että laskennassa saatuja kloridipitoisuuksia Blominmäen jätevedenpuhdistamolta ympäristöön johdettavan veden osalta on verrattu myr-kyllisyysarvoihin, joita ei ole lajikohtaisesti saatavilla kaikille eliöille. Kuitenkin vertailussa on käytetty selkärangattomille määritettyjä arvoja, joiden on todettu olevan selkärangaisia herkem-piä ainakin kloridin vaikutuksille. Vesimäärät ja kuormitus pienenevät edelleen, kun kaatopai-kalle rakennetaan tiiviit pintarakenteet.

6 Johtopäätökset

Tämä selvitys on kaatopaikka-asetuksen Vna 331/2013 34 §:n mukainen kaatopaikan terveys- ja ympäristövaikutusten kokonaisarviointi kloridin liukoisuusraja-arvon kolminkertaistamisesta. Loppusijoitetun stabiloidun tuhkan kloridin liukoisuus 2-vaiheisella ravistelutestillä on seurannan aikana vaihdellut välillä 38 868...60 000 mg/kg ka (L/S-suhde 10). Tuhkan kloridin liukoinen pitoisuus ei ole siten laskenut alkuperäisen ympäristöluvan myöntämisen jälkeen, vaan tuhkan loppusijoittamiselle vaarallisen jätteen loppusijoitusalueelle tarvitaan jatkossakin korotettu kloridin liukoisuuden raja-arvo. Toiminnanharjoittaja hakee muutosta lupamääräyksen 12.1. määräaikaistukseen siten, että korotettu kloridin liukoisuuden kolminkertainen raja-arvo 75 000 mg/kg ka (L/S 10) olisi pysyvästi lupamääräyksissä.

Loppusijoitusalueella muodostuu likaisia jätetäytön läpi suotautuvia suotovesiä, ja puhtaita pintavesiä sen jälkeen, kun tuhkasolut suljetaan kaatopaikan pintaeristerakenteilla. Loppusijoitus-solut T1 ja T2 ovat sääsuojalla katettuja, joten kaatopaikan pohjan tiivisrakenteen yläpuolisesta kuivatuskerroksesta kerättävät suotoveden ja jätevedenpuhdistamolle ohjattavan veden määrä on ollut ja tulee olemaan vuositasolla vain muutamia kuutioita. Suotoveden kloridipitoisuus on ollut vuosina 2023–2024 huomattavan korkea, välillä 40 000–76 000 mg/l, mutta suotoveden vähäisestä vesimäärästä (arviolta noin 2 m³/a) johtuen sillä ei ole juurikaan vaikutusta viemäritävien vesien laatuun. Jätevedenpuhdistamolla loppusijoitetun stabiloidun tuhkan korotetun kloridin raja-arvon vaikutusta ei ole havaittavissa.

Vaikutukset alueen pinta- ja pohjavesiin arvioidaan vähäisiksi. Ämmässuon ja Kulmakorven alueen vesien yhteistarkkailussa loppusijoitettavan stabiloidun tuhkan mahdollisia kuormitusvaikutuksia indikoiva kloridi on säilynyt tasaisena lähimmillä tarkkailupisteillä vuodesta 2010 lähtien, joten kolminkertaiseksi korotetusta kloridin liukoisuuden raja-arvosta johtuvia kuormitusvaikutuksia ei ole selkeästi nähtävissä kalliopohjavedessä eikä pintavesissä.

Riskitarkastelussa vuonna 2017 laskennallinen tarkastelu pitoisuusvaikutuksista tehtiin avoimelle rakenteelle, jossa sadevesi pääsee imeytymään jätetäyttöön, ja arviot vesimäärästä olivat huomattavasti toteutumaa suurempia. Jos loppusijoitussolut T3 ja T4 rakennetaan, ja niiden täyttötöiminta toteutetaan ilman sääsuojakatosta, niin vuoden 2017 riskiarvion mukaisesti vesimäärät ja viemäritävien vesien kloridikuormitus on suurempaa. Riskiarvion mukaisesti: *Teoreettisella kloridin maksimiliukoisuudella (75 000 mg/kg, L/S10) ylittyy Ämmässuon ekoteollisuuskeskuksesta edelleen Blominmäen jätevedenpuhdistamolle johdettavassa vedessä (n. 2 600 mg/l) kloridipitoisuuden suositeltu enimmäispitoisuus (2 500 mg/l) niukasti. Keskiarvopitoisuuden verrattaessa maksimiliukoisuudellakin raja-arvo kuitenkin alittuu (1 550 mg/l). Blominmäen jätevedenpuhdistamolta mereen johdettavien vesien kloridipitoisuus lisääntyy arvion mukaan n. 5,6 mg/l. Pitoisuuslisäys on alhainen etenkin otettaessa huomioon, että käsitellyt vedet johdetaan mereen, missä kloridipitoisuus on luontaisestikin korkea.*

Vuonna 2017 esitettyjen kuormituslaskelmien perusteella Ämmässuon ekoteollisuuskeskuksen vaarallisen jätteen loppusijoitusalueen tuhkasoluihin T2–T4 loppusijoitettavan stabiloidun tuhkan

kloridin liukoisuuden raja-arvon kolminkertaistamisesta ei kuitenkaan aiheudu jätevedenpuhdistamolle ja edelleen vesistöön kulkeutuvaan veteen sellaista pitoisuuslisäystä, josta aiheutuisi haitallisia terveys- tai ympäristövaikutuksia. Raja-arvon kolminkertaistuksesta ei arvioida aiheutuvan haittaa myöskään jätevedenpuhdistamon toiminnalle.

7 Lähteet

CCME, 1994. Canadian Water Quality Guidelines. Canadian Council of Ministers of the Environment.

CCME. Canadian Environmental Quality Guidelines, <http://st-ts.ccme.ca/>.

GTK, 1996. Lahermo P., Väänänen P., Tarvainen T. ja Salminen R. 1996. Suomen geokemian atlas, osa 3: Ympäristökemia-purovedet ja sedimentit. Geologian tutkimuskeskus. Espoo.

Hjelmar O., Holm J., Hansen J.G. ja Dahlström K. 2005. Implementation of the EU waste acceptance criteria for landfilling in Denmark. 10th International Waste Management and Landfill Symposium 3-7 October 2005.

Hämäläinen J., Gustafsson J., Hellstén P. ja Nystén T. 2005. Natriumkloridin vaikutus mineraalisten luiskasuojausten vedenläpäisevyyteen. Suomen ympäristökeskus. Suomen ympäristö 775. Helsinki 2005.

Ruokavirasto. 2025. Suola ruokavaliossa, <https://www.ruokavirasto.fi/elintarvikkeet/terveytta-edistava-ruokavalio/ravintoaineet/suola/> (10.4.2025)

Sarkkila J., Kuusiniemi R., Forstén L. ja Manni-Rantanen L., Asfalttiset ympäristönsuojausrakenteet, Ympäristöopas 2006, Suomen ympäristökeskus, Helsinki 2006.

Tammirinne M., Juvankoski M., Laaksonen R., Rathmayer, H., 2004. Pohjavedensuojausrakenteiden käyttöikämitoitus ja tuotehyväksyntä. VTT Rakennusja yhdyskuntatekniikka. Espoo 2004.

US EPA. National Recommended Water Quality Criteria <http://water.epa.gov/scitech/swguidance/standards/criteria/current/index.cfm#altable>.

Vesilaitosyhdistys, Helsingin seudun ympäristöpalvelut –kuntayhtymä. 2011. Teollisuusjätevesiöpias, Asumajätevesistä poikkeavien jätevesien johtaminen viemäriin, Vesilaitosyhdistyksen julkaisusarja nro 50. Helsinki 2011.

Vestola E., Pohjanne P., Carpén L., Kaunisto T. ja Ahlroos T. 2006. Kalsiumkloridin sivuvaikutukset. Tiehallinto. Tiehallinnon selvityksiä 38/2006. Helsinki 2006.

8 Liitteet

1. Ramboll Oy, Jätevoimalan tuhkien käsittely Ämmässuon jätteenkäsittelykeskuksessa, Käsittelyn tuhkan perusmäärittely 2024, 23.9.2024.
2. Kuormituslaskelmat, Ramboll Finland Oy, Ämmässuon jätteenkäsittelykeskuksen tuhkan loppusijoitussolut T2-T4, Terveys- ja ympäristövaikutusten kokonaisarviointi, 3.1.2017, sivut 12–16.

Vastaanottaja

Helsingin seudun ympäristöpalvelut HSY, Jätehuolto
Renja Rautiainen

Asiakirjatyyppi

Perusmäärittelylausunto

Päivämäärä

23.9.2024

Käsittelyn tuhkan perusmäärittely 2024

Jätevoimalan tuhkien käsittely
Ämmässuon jätteenkäsittelykeskuksessa



Käsitellyn tuhkan perusmäärittely 2024

Jätevoimalan tuhkien käsittely Ämmässuon
jätteenkäsittelykeskuksessa

Projekti **HSY, tuhkan perusmäärittelylausunto 2024**
Projekti nro **1510086349**
Vastaanottaja **Renja Rautiainen**
Asiakirjatyyppi **Perusmäärittelylausunto**
Versio **1**
Päivämäärä **23.9.2024**
Laatija **Pyry Potila**
Tarkastaja **Marjo Koivulahti**

Ramboll
Vohlisaarentie 2 B
36760 LUOPIOINEN

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

Sisältö

1.	JOHDANTO	2
2.	KÄSITTELEMÄTÖN TUHKA	2
3.	Käsitelty tuhka	2
3.1	Näytteenotto	3
3.2	Tehdyt tutkimukset	3
4.	KÄSITELLYN TUHKAN PERUSMÄÄRITTELY VUONNA 2024	4
4.1	Jätteiden alkuperä	4
4.2	Kuvaus prosessista, jossa jäte on syntynyt, mukaan lukien tärkeimmät raaka-aineet ja lopputuotteet	4
4.3	Kuvaus tämän asetuksen 15 §:n mukaisesti toteutetusta jätteen esikäsittelystä	4
4.4	Jätteen koostumus ja liukoisuusominaisuudet	5
4.5	Jätteen haju, väri, fysikaalinen olomuoto ja muut vastaavat ominaisuudet	6
4.6	Jätteistä annetun valtioneuvoston asetuksen 4 §:ssä tarkoitetun jäteluettelon mukainen jätenimike	6
4.7	Vaarallisesta jätteestä, jätteistä annetun valtioneuvoston asetuksen liitteen 3 mukaiset pääasialliset vaaraominaisuudet	6
4.8	Tiedot sen selvittämiseksi, että jätteen sijoittaminen ei ole tämän asetuksen 14 §:n ja 15 §:n vastaista eikä jätteen sijoittaminen ole muutoinkaan kielletty	6
4.9	Kaatopaikan luokka, jonka mukaiselle kaatopaikalle jäte voidaan hyväksyä sijoitettavaksi	7
4.10	Jätteen käyttäytyminen kaatopaikalla ja siihen liittyvät mahdollisesti tarvittavat lisävarotoimet	7
4.11	Jätteen kierrätys- tai muut hyödyntämismahdollisuudet	7
5.	Johtopäätökset	7

Liitteet:

- Liite 1. Käsitellyn lentotuhkan kokonaispitoisuuksien koostetaulukko
- Liite 2. Käsitellyn lentotuhkan liukoisuuksien koostetaulukko
- Liite 3. Käsitellyn lentotuhkan ionitaseiden koostetaulukko
- Liite 4. Vuoden 2024 perusmäärittelyn analyysitodistukset

1. JOHDANTO

Tässä raportissa on esitetty Vantaan Energian Långmossebergenin jätevoimalan käsittelyn lento- ja kattilatuhkan perusmäärittelyn tulokset. Tuhkan käsittely tehdään Ämmässuon jätteenkäsittelykeskuksessa kiinteyttämällä tuhka sideaineen avulla ja käsitelty tuhka sijoitetaan Ämmässuon jätteenkäsittelykeskuksen vaarallisen jätteen kaatopaikalle.

Edellinen perusmäärittely on esitetty raportissa "Jätevoimalan tuhkien käsittely Ämmässuon jätteenkäsittelykeskuksessa: käsittelyn laadunvalvontatulokset ja jätteen perusmäärittely, Ramboll 10/2019". Perusmäärittelyn jälkeen käsittelyn jätteenpolton tuhkan laatua on seurattu vastaavuustestauksella vuosittain, jonka perusteella on osoitettu laadun vastaavan tehtyä perusmäärittelyä ja osoitettu käsittelyn tuhkan sijoituskelpoisuus Ämmässuon jätteenkäsittelykeskuksen vaarallisen jätteen kaatopaikalle.

Tutkimukset on tehty Näytteenotto- ja testaussuunnitelman (Ramboll Finland Oy, 21.3.2014 ja päivitetty suunnitelma 28.10.2014) mukaisesti kuten Etelä-Suomen aluehallintoviraston päätöksessä (DNro ESAVI/42/04.08/2014) on edellytetty.

Lausunto on laadittu Ramboll Finland Oy:ssä, jossa työstä ovat vastanneet projektipäällikkö Pyry Potila sekä laaduntarkastaja Marjo Koivulahti. Näytteenotto on hoidettu HSY:n toimesta. Jätteen kemialliset analyysit on tehty Metropolilab laboratoriossa Helsingissä. Tilaaajan yhteyshenkilönä on toiminut Renja Rautiainen HSY:ltä.

2. KÄSITTELEMÄTÖN TUHKA

Tuhka muodostuu Vantaan Energian jätevoimalassa, jossa poltetaan syntypaikkalajiteltua yhdyskuntajätettä tai siihen rinnastettavaa syntypaikkalajiteltua jätettä. HSY vastaanottaa jätteenpoltoissa muodostuvan kattilatuhkan ja sähkösuotimilta kerättävän lentotuhkan. Kattilatuhka ja lentotuhka kerätään Vantaan Energian jätevoimalassa samaan siiloon, joten käsiteltävä tuhka on lentotuhkan ja kattilatuhkan seosta.

Käsittelemättömästä lentotuhkasta otetusta kokoomanäytteestä analysoitiin perusmäärittelyn yhteydessä PCB-yhdisteiden sekä dioksiinien ja furaanien kokonaispitoisuudet. Käsittelemättömästä tuhkasta on seurattu vuosittain vastaavuustestauksen yhteydessä otettavasta kokoomanäytteestä POP yhdisteiden (PCB, dioksiinit ja furaanit) kokonaispitoisuuksia.

POP-asetuksen päivitetty raja-arvo on 5 µg/kg ja raja-arvoa sovelletaan 31 päivästä joulukuuta 2023 lähtien. Perusmäärittelyssä dioksiinien ja furaanien kokonaispitoisuudet alittivat POP-asetuksen alemmat pitoisuusarvot (5 µg WHOTEQ/kg), jonka perusteella jätteen käsittely on asetuksen mukaan sallittua muulla tavoin kuin tuhoamalla POP-yhdisteet lopullisesti tai muuntamalla ne palautumattomasti toiseen muotoon.

3. Käsitelty tuhka

Tuhkajätteen käsittelyssä on toiminnan alkuvaiheessa käytetty sideaineena 25 % Megasementtiä (tuhkan kuivamassasta laskettuna) ja 25(-30) % vettä (tuhkan ja sementin kuivamassasta laskettuna). Käsittelyn sideaine on muutettu Plussementiksi syyskuussa 2014. Perusmäärittely käsitellylle tuhkalta on tehty kahtena eri testauksena vuonna 2014. Näyte vuoden 2015

vastaavuustestauksiin oli otettu käsitellystä tuhkaerästä, jossa sideaineena oli käytetty 20 % Plussementtiä (tuhkan kuivamassasta laskettuna) ja 24...25 % vettä (tuhkan ja sementin kuivamassasta laskettuna). Vuosina 2016–2020 tuhkan sideaineena on käytetty 10 % Plussementtiä ja 10 % jätteenpolton kuonan 0–2 mm mineraaliainesta ja n. 15–20 % vettä. Vuonna 2020 vesimäärä oli 20 %. Marraskuun 2017 alusta lokakuun loppuun 2020 sideaineena käytetty mineraaliaines on ollut raekooltaan 0–4 mm. Lokakuun lopusta 2020 lähtien sideaineena on käytetty 50 % sementtiä ja 50 % kuonan mineraaliainesseosta, joka on koostunut 50 % 0–2 mm + 50 % 22–5 mm jakeesta. 3.3.2022–25.8.2023 sideaineena on käytetty pelkästään em. kuonaseosta ja sideaineen määrää on vähennetty 15 %:iin. Plussementin tuotanto lopetettiin, joten se korvattiin Oiva-sementillä. Oiva-sementtiä on käytetty vain, jos kloridin pitoisuus on seurantamittauksissa ylittänyt Etelä-Suomen aluehallintoviraston päätöksessä (DNro ESAVI/42/04.08/2014) korotetun vaarallisen jätteen raja-arvon 75 000 mg/kg ka. 25.8.2023 lähtien sideaineena on käytetty pelkästään kuonaseosta ja sideaineen määrää on lisätty, mikäli kloridipitoisuus on ylittänyt raja-arvon 75 000 mg/kg ka.

3.1 Näytteenotto

Toiminnanharjoittaja on kerännyt vuoden 2014 perusmäärittelyn jälkeen vuosittain vastaavuustestausta varten käsitellystä tuhkasta neljä osanäytettä näytteenotto- ja testaus suunnitelman (21.3.2014, päivitetty 28.10.2014) mukaisesti. Osanäytteistä on valmistettu yksi kokoomanäyte laboratoriotestauksia varten.

Vuoden 2024 perusmäärittelyn osanäytteet on otettu käsitellystä tuhkasta heti sekoituksen jälkeen. Osanäytteet tiivistettiin koekappaleiksi Proctor-vasaralla vakioityömäärällä (4 kerroksena, 4 iskua/kerros) kenttätiiveyteen Proctor -muottiin (halkaisija 102 mm, korkeus 116 mm, tilavuus 0,948 l). Osanäytteet otettiin taulukon 1 mukaisina päivinä. Valmistetut koekappaleet pakattiin lämpöeristettyyn laatikkoon, jotka säilytettiin lujittumisajan huoneenlämpötilassa ennen testausta. Lujittumisen jälkeen murskatut osanäytteet yhdistettiin yhdeksi kokoomanäytteeksi analysointia varten.

Käsitlemättömästä tuhkasta kerättiin edustava kokoomanäyte yhteensä 10 osanäytteestä 3.5.-29.5.2024 POP-yhdisteiden analysointia varten.

Taulukko I. Käsitellyn tuhkan osanäytetunnisteet ja näytteenottopäivämäärät

Osanäytteiden näytetunniste	Näytteenottopäivämäärä
T/152	8.5.2024
T/153	14.5.2024
T/154	23.5.2024
T/155	30.5.2024
käsitlemätön tuhka kokoomanäyte:	
T/156	3.5.-29.5.2024, 10 osanäytettä

3.2 Tehdyt tutkimukset

Perusmäärittelyssä käsitellyn tuhkan kokoomanäytteestä tutkittiin epäorgaanisten aineiden (As, Ba, Cd, Cr, Cu, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Zn ja Hg) ja orgaanisten aineiden (PCB, PAH) kokonaispitoisuudet sekä orgaanisen hiilen määrä (TOC).

Vuoden 2014 perusmäärittelyn yhteydessä todettiin, että käsitelty lentotuhka ei sovellu testattavaksi läpivirtaustestillä materiaalin turpoamisen vuoksi, mikä aiheuttaa kolonnin

rikkoutumisen ja/tai tukkeutumisen. Aineiden liukoisuusominaisuudet määritettiin 2-vaiheisella ravistelutestillä (SFS-EN 12457-3). Liukoisuustestisuodoksista analysoitiin pH, sähkönjohtavuus, epäorgaaniset aineet (As, Ba, Cd, Cr, C, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Zn, V ja Hg), sulfaatti, kloridi, fluoridi, liuenneiden aineiden kokonaismäärä (TDS) ja liennut orgaaninen hiili (DOC). Liukoista pitoisuuksista laskettiin liuenneet määrät L/S-suhteessa 2 ja kumulatiivisena L/S-suhteessa 10. Perusmäärittelyjen yhteydessä on lisäksi tutkittu stabiloidun/käsitellyn jätteenpolton lentotuhkan happoneutralointikapasiteetti ANC.

Käsitellyn tuhkan sisältämien kloridien esiintymismuodon määrittämistä varten kaksivaiheisen ravistelutestin testiuutteista analysoitiin lisäksi pääkationien natriumin, kaliumin ja kalsiumin liukoiset pitoisuudet. Kloridin koostumuksen ja liukoisuuden arviointi tehtiin määrittämällä pääkationien (Na, Ca, K) ja pääanionien (kloridi, sulfaatti, fluoridi, hydroksidi) konsentraatiot ja laskemalla niiden perusteella pääkationien ja pääanionien ionitaseet.

Perusmäärittelyssä käsittelemättömästä tuhkasta on analysoitu dioksiinien ja furaanien sekä PCB-yhdisteiden pitoisuudet.

Analyysit on teetetty vuosina 2014–2024 Metropolilab Oy:lla ja osa määrittelyistä (mm. dioksiinit ja furaanit) on teetetty ALS Finland Oy:n laboratoriossa.

4. KÄSITELLYN TUHKAN PERUSMÄÄRITTELY VUONNA 2024

Jätteenpolton tuhkan perusmäärittelyyn liittyvät perustiedot VNa 331/2013 mukaisesti (18 §) on esitetty seuraavassa:

4.1 Jätteiden alkuperä

Jätteen tuottaja:
Vantaan Energian jätevoimala
Långmosseninkuja 1, 01230 Vantaa

Jätteen haltija:
Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä, HSY
Jätehuolto
Ämmäsuon jätteenkäsittelykeskus
Ämmäsuontie 8, 02820 Espoo

4.2 Kuvaus prosessista, jossa jäte on syntynyt, mukaan lukien tärkeimmät raaka-aineet ja lopputuotteet

Vantaan Energian jätevoimalassa poltetaan syntypaikkalajiteltua yhdyskuntajätettä tai siihen rinnastettavaa syntypaikkalajiteltua jätettä. HSY vastaanottaa jätteenpoltoissa muodostuvan kattilatuhkan ja sähkösuotimilta kerättävän lentotuhkan. Kattilatuhka ja lentotuhka kerätään Vantaan Energian jätevoimalassa samaan siiloon, joten käytännössä jättejakeita on vain yksi.

4.3 Kuvaus tämän asetuksen 15 §:n mukaisesti toteutetusta jätteen esikäsittelystä

Ämmässuon jätteenkäsittelykeskuksessa tuhka otetaan vastaan ja varastoidaan silloihin, joita on 3 kappaletta, joiden kunkin tilavuus on 90 m³. Sekoitettavat komponentit ovat tuhka, sideaineet ja vesi. Komponenteille on omat erilliset vaaka-astiat, joiden kautta ne siirretään sekoittajaan. Sekoitus tehdään panostoisimisessa vastavirtasekoittajassa (LAPA 2000), jossa massa kiertää sekoituslapojen tekemän työn vaikutuksesta kehää sekoittuen ja muodostaen homogeenisen massan. Annoskoko on n. 2 000 kg riippuen massan sekoittuvuusominaisuuksista. Sekoitusvaihe sisältää kuiva- ja märkäsekoitusajan, joiden pituutta säädetään massan vaatimien ominaisuuksien mukaan. Sekoitusaika on noin 30–60 sekuntia. Massa tyhjennetään sekoittajan alaosassa sijaitsevasta paineilmatoimisesta purkuluukusta.

Sekoitettu massa siirretään sekoitinyksiköstä hihnalla soluun T1, jonka sisällä pyöräkuormaaaja siirtää sen loppusijoituspenkereeseen. Massa tiivistetään n. 5 cm kerroksina pyöräkuormaaajalla täyttöpenkereeseen. Tiivistystyö on tehty pyöräkuormaaajan ja kevyen rengasalustaisen traktorikaivokoneen avulla. Tuhkastabilointiaseman pääosat on esitetty kuvassa 1.

1. Tuhkasiilot
2. Sideainesiilot
3. Kuona- ja pesukivisiilo
4. Nousukuljetin
5. Vaakakontti
6. Sekoituskontti
7. Posket
8. Tukijalat
9. Kulkutiet
10. Pitkä massansiirtokuljetin
11. Kompressorikontti
12. Ohjaamokontti



Kuva 1. Tuhkastabilointiaseman pääosat

4.4 Jätteen koostumus ja liukoisuusominaisuudet

Vuoden 2024 perusmäärittelyn, vuosien 2015–2018 ja 2020–2023 vastaavuustestauksen sekä vuosien 2014 ja 2019 perusmäärittelytutkimusten kokonaispitoisuuksien, liukoisuuksien sekä ionitaseiden koostetaulukot on esitetty liitteissä 1–3. Vuoden 2024 analyysitodistukset on esitetty liitteessä 4.

Kokonaispitoisuuksien vaihtelu kullakin analysoidulla metallilla on ollut vähäistä vuosien 2014–2024 perusmäärittely- ja vastaavuustestauksissa. Pieni pitoisuusvaihtelu on normaalia.

Vuonna 2024 perusmäärittelyssä mitattu käsitellyn jätteenpolton tuhkan happoneutralointikapasiteetti (6,44 mol H⁺/kg) on samalla tasolla kuin vuonna 2019 (6,3 mol H⁺/kg) ja hieman alhaisempi verrattuna vuoden 2014 perusmäärittelyn tuloksiin (vaihteluväli 8,1–9,6 mol H⁺/kg). Syy hieman matalampaan happoneutralointikapasiteettiin voi olla käsitellyssä käytettävän sideainereseptin muutos vuonna 2016, jolloin osa sementistä on korvattu jätteenpolton kuonan hienoaineksella. Joka tapauksessa happoneutralointikapasiteetti on melko korkea ja käsitellyllä jätteenpolton tuhkalla on hyvä puskurikyky happamoitumista vastaan.

PAH-yhdisteiden kokonaispitoisuudet ovat olleet hyvin pieniä koko seuranta-aikana 2014–2024 käsitellyn jätteenpolton tuhkassa (<0,1–5,1 mg/kg ka). Samoin PCB-yhdisteiden

kokonaispitoisuudet ovat olleet hyvin alhaisia, analyysin määritysrajan tasolla vuosina 2014–2024. Vuonna 2024 käsittelemättömästä tuhkasta määritetty dioksiinien ja furaanien kokonaispitoisuus (0,17 µg/kg TEQ) on hyvin samaa luokkaa vuosien 2019 (0,23 µg/kg TEQ) ja 2014 (vaihteluväli 0,067–0,38 µg/kg TEQ) käsitellyn tuhkan perusmäärittelytulosten kanssa.

Käsitellyn jätteenpolton tuhkan liukoisuudet ovat pysyneet vuosina 2020–2024 pääsääntöisesti samalla tasolla kuin vuosina 2014–2019 tehdyissä perusmäärittelyissä. Muutamien haitta-aineiden, kuten kromin, seleenin, vanadiinin, sulfaatin ja DOC:n liukoisuudet ovat yksittäisinä vuosina olleet hieman korkeampia kuin vuoden 2014 perusmäärittelyssä. Vaihtelu on kuitenkin normaalia. Haitta-aineiden liukoisuudet ovat alittaneet kaikilta osin VNa 331/2013 annetut vaarallisen jätteen kaatopaikan liukoisuusvaatimukset mukaan lukien Ämmässuon vaarallisen jätteen kaatopaikan korotetun kloridin liukoisuusraja-arvon.

Ravistelutestituloksista on seurattu pääanionien (OH⁻, Cl⁻, F⁻, SO₄²⁻ ja kationien (K⁺, Ca²⁺, Na⁺) ionitasetta. Tulosten perusteella ionitase on pysynyt vuosina 2014–2024 hyvin tasapainossa, jonka perusteella kloridi-ionit muodostavat suoloja pääasiassa kaliumin, kalsiumin ja natriumin kanssa.

4.5 Jätteen haju, väri, fysikaalinen olomuoto ja muut vastaavat ominaisuudet

Käsittelemätön jäte on kuivaa, hajutonta, pölyävää ja raekooltaan silttimäistä harmaata jauhetta. Käsitelyn ja tiivistyksen seurauksena tuhka-jäte kiinteytyy ja se muodostaa yhtenäisen massan. Lujuustaso on viikon lujittumisajan jälkeen 0,2–0,9 MPa tasolla.

4.6 Jätteistä annetun valtioneuvoston asetuksen 4 §:ssä tarkoitetun jäteluettelon mukainen jätenimike

Jätteistä annetun valtioneuvoston asetuksen 4 §:ssä tarkoitetun jäteluettelon mukainen jätenimike

19 01	jätteiden poltossa tai pyrolyysissä syntyvät jätteet
19 01 13*	lentotuhka, joka sisältää vaarallisia aineita
19 01 15*	kattilatuhka, joka sisältää vaarallisia aineita

4.7 Vaarallisesta jätteestä, jätteistä annetun valtioneuvoston asetuksen liitteen 3 mukaiset pääasialliset vaaraominaisuudet

HP 4 Ärsyttävä, ihoärsytys ja silmävauriot
HP 14 Ympäristölle vaarallinen

4.8 Tiedot sen selvittämiseksi, että jätteen sijoittaminen ei ole tämän asetuksen 14 §:n ja 15 §:n vastaista eikä jätteen sijoittaminen ole muutoinkaan kielletty

Jäte täyttää VNa:ssa 331/2013 määritellyt vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerit huomioiden ESAVI:n ympäristölupapäätöksessä (Dnro ESAVI/42/04.08/2014) kloridille myönnetyn kolminkertaisen liukoisuusraja-arvo korotuksen.

Asetuksen 14 §:n mukaisesti kaatopaikalle ei hyväksytä jätettä, joka on *kaatopaikkaolosuhteissa* jätteistä annetun valtioneuvoston asetuksen liitteessä 3 tarkoitetulla tavalla räjähtävää, syövyttävää, hapettavaa, syttyvää tai helposti syttyvää.

Vuoden 2014 perusmäärittelyn yhteydessä kentällä stabiloinnin aikana tehdyssä kaasumittauksissa on todettu syaanivetyä, hiilimonoksidia, metaania ja rikkidioksidia vähäisiä määriä. Lisäksi havaittiin, että kuonasta muodostuva vetykaasu voi aiheuttaa väärä halytyksiä muiden kaasujen osalta tutkimuksissa käytetyssä kenttämittarissa. Näistä hiilimonoksidi ja metaani luokitellaan erittäin helposti syttyviksi kaasuiksi (H220) ja syaanivety erittäin helposti syttyväksi nesteeksi/höyryksi (H224). Jäte soveltuu kuitenkin kaatopaikalle, sillä kaasuja muodostuu käsittelyssä jätteestä joitain tunteja tai vuorokausia, jonka jälkeen massa ei enää tuota merkittäviä määriä ko. kaasuja. Kaasujen muodostuminen jätteen käsittelyn aikana huomioidaan työturvallisuudessa ja työteknisissä toimenpiteissä.

4.9 Kaatopaikan luokka, jonka mukaiselle kaatopaikalle jäte voidaan hyväksyä sijoitettavaksi

Vaarallisen jätteen kaatopaikka

4.10 Jätteen käyttäytyminen kaatopaikalla ja siihen liittyvät mahdollisesti tarvittavat lisävarotoimet

Jätteen käsittelyssä, kuljettamisessa ja tiivistämisessä loppusijoituspenkereeseen on varauduttava mahdolliseen kaasunmuodostumiseen työtekniikan ja työturvallisuuden keinoin.

Jätteen kierrätys- tai muut hyödyntämismahdollisuudet

4.11 Jätteen kierrätys- tai muut hyödyntämismahdollisuudet

Jätteellä ei ole tällä hetkellä tiedossa hyödyntämis- tai kierrätysmahdollisuutta

5. Johtopäätökset

Ämmässuon jätteenkäsittelykeskuksessa tehtävän Vantaan Energian Långmossebergenin jätevoimalan lentotuhkan ja kattilatuhkan laatua on seurattu vuodesta 2014 lähtien, jolloin kyseistä jätettä on alettu käsittelemään HSY:n toimesta. Vuoden 2014 perusmäärittelyn jälkeen käsitellyn jätteenpolttolaitoksen tuhkan laatua on seurattu näytteenottosuunnitelman mukaisesti vuosittain tehtävällä vastaavuustestauksella. Pysyvien tuotantolaitosten jätteen koostumusta on veloitettu lisäksi seuraamaan viiden vuoden välein tehtävällä perusmäärittelyllä.

Käsittelemättömässä jätteenpolton tuhassa testattujen dioksiinien ja furaanien pitoisuudet ovat alittaneet koko seuranta-aikana 2014–2024 POP-asetuksen alemman raja-arvon eli liitteen IV raja-arvon (5 µg WHO TEQ/kg). Näin ollen jäte ei vaadi POP-yhdisteiden lopullista tuhoamista, vaan se voidaan käsitellä ja loppusijoittaa kaatopaikalle.

Vuoden 2024 perusmäärittelyn yhteydessä on analysoitu käsitellyn jätteen kokonaispitoisuuksia (metallit, TOC, PAH ja PCB) sekä VNa 331/2013 mukaiset liukoisuudet 2-vaiheisella ravistelutestillä. Lisäksi määritettiin käsitellyn tuhkan happoneutralointikapasiteetti. Näiden tutkimusten lisäksi perusmäärittelyn tuloksia verrattiin vuosien 2014 ja 2019 perusmäärittelyihin sekä vuosien 2015–2018 ja 2020–2023 vastaavuustestauksien tuloksiin. Testitulosten perusteella jäte täyttää

Ämmässuon jätteenkäsittelykeskuksen vaarallisen jätteen kaatopaikalle asetetut liukoisuusstandardit sekä muut vaarallisen jätteen kaatopaikalle asetetut vaatimukset huomioiden, että kloridin liukoisuudelle on ESAVI:n ympäristölupapäätöksessä (Dnro ESAVI/42/04.08/2014) myönnetty korotettu kolminkertainen liukoisuusraja-arvo. Vuoden 2024 perusmäärittelyn perusteella jätteen koostumus ja liukoisuusominaisuudet ovat pysyneet hyvin lähellä vuosien 2014 ja 2019 perusmäärittelyiden tasoa.

Kloridiyhdisteiden koostumusta ja liukoisuuksia on seurattu vuoden 2014 perusmäärittelyn jälkeen vastaavuustestauksien ja perusmäärittelyiden yhteydessä. Kloridiyhdisteet ovat kalsium-, natrium- ja kaliumklorideja. Arvio on tehty analysoimalla liukoisuustestauksessa pääkationit ja pääanionit. Kloridiyhdisteiden tarkempi erittely analysoimalla ei ole käytännössä mahdollista, joten siksi tarkastelu on tehty liukoisuustesteissä todettuja ionisuhteita vertailemalla.

Jatkossa käsitellyn tuhkan laatua seurataan kerran vuodessa vastaavuustestauksen avulla kuten tähän mennessä. Perusmäärittelytestaus toistetaan 5 vuoden välein tai, mikäli jätteen laadussa, jätteenpoltossa tai käsittelyssä tapahtuu merkittäviä pitkäkestoisia muutoksia. Liukoisuustestaus suoritetaan jatkossakin 2-vaiheisen ravistelutestin (SFS-EN 12457-3) avulla.

LIITE 1
Kokonaispitoisuuksien koostetaulukko

Taulukko L1. Käsitellyn ja käsittelemättömän lentotuhkan kokonaispitoisuuksien seurantatulokset vuosina 2014–2024.

		Kokonaispitoisuudet												
		Perusmäärittely	Vastaavuustestaus					Perusmäärittely	Vastaavuustestaus				Perusmäärittely	
		2024	2023	2022	2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015	2014		
Parametri	yksikkö											min	max	
antimoni	mg/kg	550	570	580	520	570	710	400	460	320	520	260	460	
arseeni	mg/kg	93	63	52	46	57	53	38	36	36	46	37	69	
barium	mg/kg	780	1800	1600	330	1600	1500	1800	1800	330	550	670	1 800	
kadmium	mg/kg	56	96	58	54	79	68	61	61	87	100	120	130	
kromi	mg/kg	220	210	220	200	200	200	170	320	160	210	190	230	
kupari	mg/kg	780	730	980	1000	950	640	520	700	160	650	470	580	
molybdeeni	mg/kg	12	10	52	20	16	16	14	14	11	18	5	17	
lyijy	mg/kg	870	2000	1300	1400	1400	960	760	800	1 100	1 200	800	1 300	
sinkki	mg/kg	11 000	15 000	14 000	13 000	15 000	12 000	9 900	9600	12 000	11 000	10 000	12 000	
nikkeli	mg/kg	90	75	140	110	80	87	70	81	74	77	59	72	
seleeni	mg/kg	5	7	6	5	7	10	9	5	5	6,1	4,8	6,7	
elohopea	mg/kg	0,30	0,39	0,35	0,52	0,54	0,36	0,33	0,42	0,2	0,23	0,25	0,99	
PCB	mg/kg	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	0,011	<0,003	<0,003	<0,003	<0,1	<0,02	<0,05	
PAH	mg/kg	<0,1	<0,1	< 0,1	0,3	0,6	1	5,1	<0,1	<0,1	<2,0	<1,0	<1,0	
dioksiinit, furaanit	µg/kg TEQ	Ei määr.	Ei määr.	Ei määr.	Ei määr.	Ei määr.	0,23	Ei määr.	Ei määr.	Ei määr.	Ei määr.	0,067	0,38	
TOC	m-%	0,2	0,1	0,2	0,5	0,7	0,65	<5	0,8	<5	0,75	0,5	2	
ANC	mol	6,44	Ei määr.	Ei määr.	Ei määr.	Ei määr.	6,3	Ei määr.	Ei määr.	Ei määr.	Ei määr.	8,1	9,6	
pH 4	H+/kg													
pH	-	11,6	Ei määr.	Ei määr.	Ei määr.	Ei määr.	12	Ei määr.	Ei määr.	Ei määr.	Ei määr.	11,6	12,3	
dioksiinit, furaanit*	µg/kg TEQ	0,17	0,11	0,52	0,18	0,22	0,22	0,24	0,33	0,15	0,14	0,54		
PCB*	mg/kg	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	0,016	<0,003	<0,003	<0,003	<0,10	<0,02		
PAH*	mg/kg	Ei määr.	Ei määr.	Ei määr.	Ei määr.	Ei määr.	1,5	Ei määr.	Ei määr.	Ei määr.	Ei määr.	<1,0		

*käsittelemätön tuhka

LIITE 2

Liukoisuustuloksien koostetaulukko

Taulukko L2.Käsitellyn lentotuhkan liukoisuustulokset 2-vaiheisilla ravistelutesteillä määritettynä vuosina 2014-2024.

Kumulatiivinen liuennut määrä L/S 10 (mg/kg)													
	Perusmäärittely	Vastaavuustestaus					Perusmäärittely	Vastaavuustestaus				Perusmäärittely	Raja-arvo Vna 331/2013
Parametri	2024	2023	2022	2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015	2014 min maks		vaarallisen jätteen kaatopaikka
antimoni	<0,06	0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,01	<0,01	0,002	<0,02	<0,02	<0,02	5
arseeni	<0,05	<0,05	<0,06	<0,05	<0,01	0,02	0,023	0,009	0,03	<0,02	<0,02	<0,02	25
barium	1,8	1,5	1,34	1,3	1,6	1,07	0,5	1,7	2	1,7	1,9	5,9	300
kadmium	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,004	0,01	0,01	0,007	0,009	<0,02	<0,02	0,02	5
kromi	5,8	3,3	3,10	2,20	2,1	1,93	1	6,8	3	3,2	2,1	3,7	70
kupari	<0,06	<0,06	<0,05	<0,05	0,04	0,04	0,014	0,028	0,04	0,027	0,056	0,27	100
molybdeeni	2,8	3,7	7,05	3,79	4,4	2,1	2,0	2,9	3,2	3,8	1,9	5,3	30
lyijy	3,8	0,5	0,14	2,64	2,2	1,6	0,9	3,0	3,0	3,5	5,0	12,0	50
seleeni	0,3	0,2	0,17	0,13	0,11	0,15	<0,19	0,24	0,22	0,14	0,056	0,17	7
vanadiini	<0,05	<0,05	0,12	<0,05	0,04	0,02	0,03	0,03	-	0,045	<0,02	0,034	-
sinkki	7,8	4,7	0,52	5,5	2,8	5,15	1,6	5,9	7	8,1	9,1	17	200
elohopea	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,002	<0,002	<0,0003	0,0004	0	<0,003	<0,003	<0,003	2
nikkeli	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,01	<0,01	0,004	<0,001	0,004	<0,02	<0,02	0,032	40
kloridi	48 000	60 000	38 868	40 072	46 054	41 542	47 582	41 950	49 500	45 000	47 000	57 000	75 000*
fluoridi	<23	11	<10	<10	<1,0	< 2,0	9,7	4,6	7,7	16	15	32	500
sulfaatti	14 000	37 000	39 171	26 480	29 552	25 042	26 883	20 883	24 700	24 000	9 700	24 000	50 000
DOC	<100	<101	<99,2	<99	24,5	17,3	26,6	18,8	53	20	<10	23	1 000
kalium	17 000	26 000	18 644	18 712	12 782	17 976	13 057	17 766	21 500	21 000	25 000	37 000	-
natrium	20 000	27 000	19 810	18 495	17 547	17 122	12 988	18 346	21 000	19 000	23 000	31 000	-
kalsium	9 500	7 700	6 291	7 922	6 969	8 115	1 437	8 123	9 300	8 800	9 700	13 000	-

*korotettu raja-arvo (Etelä-Suomen aluehallintoviraston päätös (DNro ESAVI/42/04.08/2014),

- ei raja-arvoa

LIITE 3

Ionitaseen seurannan koostetaulukko

Taulukko L3. Ravistelutestien fraktioiden pääanionien ja pääkationien konsentraatiot ja ionitaseet. Ionitase = Pääkationien konsentraatio – Pääanionien konsentraatio ≈ 0

Fraktio	OH ⁻	Cl ⁻	F ⁻	SO ₄ ²⁻	K ⁺	Ca ²⁺	Na ⁺	ΣKationit	ΣAnionit	Ionitase
Vastaavuustestaus 2015										
	mol/l	mol/l	mol/l	mol/l	mol/l	mol/l	mol/l	mol/l	mol/l	mol/l
L/S 2	0,01	0,578	0,0001	0,071	0,255	0,028	0,418	0,73	0,73	0,00
L/S 10	0,013	0,064	0,0001	0,02	0,024	0,023	0,037	0,11	0,12	-0,01
Vastaavuustestaus 2016										
L/S 2	-	0,651	0	0,078	0,265	0,026	0,434	0,75	0,81	-0,06
L/S 10	-	0,14	0	0,026	0,055	0,023	0,091	0,19	0,19	0,00
Vastaavuustestaus 2017										
L/S 2	0,006	0,527	0,00002	0,066	0,208	0,027	0,366	0,63	0,67	-0,04
L/S 10	0,008	0,118	0,00002	0,022	0,045	0,02	0,08	0,17	0,17	0,00
Vastaavuustestaus 2018										
L/S 2	0,006	0,646	0,00006	0,082	0,263	0,027	0,447	0,77	0,82	-0,05
L/S 10	0,006	0,134	0,00005	0,028	0,033	0,004	0,056	0,10	0,2	-0,1
Perusmäärittely 2019										
L/S 2	0,01	0,254	0,000021	0,034	0,097	0,012	0,161	0,283	0,332	-0,05
L/S 10	0,01	0,005	0,000001	0,002	0,002	0,002	0,003	0,009	0,018	-0,01
Vastaavuustestaus 2020										
L/S 2	0,004	0,604	0,000005	0,092	0,097	0,015	0,331	0,46	0,79	-0,33
L/S 10	0,005	0,123	0,000005	0,031	0,033	0,017	0,076	0,14	0,20	-0,05
Vastaavuustestaus 2021										
L/S 2	0,004	0,518	0,00005	0,075	0,188	0,021	0,337	0,57	0,67	-0,11
L/S 10	0,005	0,113	0,00005	0,028	0,048	0,020	0,080	0,17	0,17	-0,01
Vastaavuustestaus 2022										
L/S 2	0,001	0,539	0,00005	0,132	0,224	0,016	0,401	0,66	0,80	-0,15
L/S 10	0,001	0,110	0,00005	0,041	0,048	0,016	0,086	0,17	0,19	-0,03
Vastaavuustestaus 2023										
L/S 2	0,001	0,733	0,00008	0,114	0,307	0,021	0,522	0,87	0,96	-0,09
L/S 10	0,001	0,169	0,00006	0,039	0,066	0,019	0,117	0,22	0,25	-0,02
Vastaavuustestaus 2024										
L/S 2	0,008	0,606	0,00053	0,042	0,192	0,039	0,413	0,68	0,70	-0,02
L/S 10	0,004	0,135	0,00012	0,015	0,043	0,024	0,087	0,18	0,17	0,01

Tilaaaja
2274241-9
317 HSY Jätehuolto, kaatopaikkakäsittely (tuhka)

Maksaja
**317 HSY Helsingin seudun
ympäristöpalvelut -kuntayht
Ostolaskut**

PL 210
00066 HSY

PL 303
00066 HSY



Näytetiedot	Näyte	Tuhka		
	Näyte otettu	08.05.2024	Kellonaika	11.00
	Vastaanotettu	05.06.2024	Kellonaika	13.10
	Tutkimus alkoi	05.06.2024	Näytteenoton syy	Omaavonta
	Näytteenottaja	Tilaajan toimesta		
	Viite	000038101		

18114-1: 4 kpl Proctor-näytteitä stabiloidusta lentotuhkasta. Näytteet murskataan ja yhdistetään.

Tilatut analyysit tehdään yhdistetystä massasta.

Huom! Liukoisuusanalyysit myös: K, Na ja Ca.

Analyyysi	Menetelmä	18114-1 Tuhka T/152-T/155	Yksikkö	MU %
Kuiva-aine	Sisäinen	84,13	%	5
2-vaiheinen ravistelutesti	SFS-EN 12457-3:2002	Liite 1		
L/S=10L/kg				
Kokonaisorgaaninen hiili, TOC	SFS-EN 15936	0,2	% ka	30
Antimoni, Sb	ICP-MS: SFS-EN ISO 17294-2:2016	550	mg/kg ka	20
Arseeni, As	ICP-OES: SFS-EN ISO 11885:2009	93	mg/kg ka	20
Barium, Ba	ICP-OES: SFS-EN ISO 11885:2009	780	mg/kg ka	20
Elohopea, Hg	ICP-MS: SFS-EN ISO 17294-2 2016	0,30	mg/kg ka	20
Kadmium, Cd	ICP-OES: SFS-EN ISO 11885:2009	56	mg/kg ka	20
Kromi, Cr	ICP-OES: SFS-EN ISO 11885:2009	220	mg/kg ka	20
Kupari, Cu	ICP-OES: SFS-EN ISO 11885:2009	780	mg/kg ka	20
Lyijy, Pb	ICP-OES: SFS-EN ISO 11885:2009	870	mg/kg ka	20
Molybdeeni, Mo	ICP-OES: SFS-EN ISO 11885:2009	12	mg/kg ka	20
Nikkeli, Ni	ICP-OES: SFS-EN ISO 11885:2009	90	mg/kg ka	20
Seleen, Se	ICP-MS: SFS-EN ISO 17294-2 2016	5	mg/kg ka	30
Sinkki, Zn	ICP-OES: SFS-EN ISO 11885:2009	11 000	mg/kg ka	20
Vanadiini, V	ICP-OES: SFS-EN ISO 11885:2009	35	mg/kg ka	20

Laboratorio ei vastaa asiakkaan toimittamista tiedoista. Asiakkaan toimittamat tiedot voivat vaikuttaa tulosten oikeellisuuteen. Tulokset pätevät vain testatuille näytteille. Ellei testausselostella toisin ilmoiteta, tulokset pätevät laboratorion vastaanottamille näytteille ja näytteenottoon liittyvät tiedot ovat asiakkaan toimittamia. Testausselosteen osittainen kopiointi ei ole sallittua. Testausseloste on hyväksytty sähköisesti ja on pätevä ilman allekirjoitusta.

PAH-määrittäminen		SFS-ISO 18287:2007 mod., 17503:2022, mod., kumottu 15527:2017			
- PAH-yhdisteet yhteensä	*		< 0,1	mg/kg ka	
- PAH-yhdisteet yhteensä (PIMA) x	*		< 0,1	mg/kg ka	
- Naftaleeni x	*		< 0,01	mg/kg ka	30
- 2-Metyyli-naftaleeni	*		< 0,1	mg/kg ka	30
- 1-Metyyli-naftaleeni	*		< 0,1	mg/kg ka	30
- Bifenyyli	*		< 0,1	mg/kg ka	30
- 2,6-Dimetyyli-naftaleeni	*		< 0,1	mg/kg ka	30
- Asenaftaleeni x	*		< 0,1	mg/kg ka	30
- Asenaftaleeni x	*		< 0,1	mg/kg ka	30
- 2,3,5-Trimetyyli-naftaleeni	*		< 0,1	mg/kg ka	30
- Fluoreeni x	*		< 0,1	mg/kg ka	30
- Fenantreeni x	*		< 0,05	mg/kg ka	30
- Antraseeni x	*		< 0,01	mg/kg ka	30
- 1-Metyylifenantreeni	*		< 0,1	mg/kg ka	30
- Fluoranteeni x	*		< 0,1	mg/kg ka	30
- Pyreeni x	*		< 0,1	mg/kg ka	30
- Bentso(a)antraseeni x	*		< 0,03	mg/kg ka	30
- Kryseeni x	*		< 0,1	mg/kg ka	30
- Bentso(b)fluoranteeni x	*		< 0,1	mg/kg ka	30
- Bentso(k)fluoranteeni x	*		< 0,1	mg/kg ka	30
- Bentso(e)pyreeni	*		< 0,1	mg/kg ka	30
- Bentso(a)pyreeni x	*		< 0,1	mg/kg ka	30
- Peryleeni	*		< 0,1	mg/kg ka	30
- Indeno(1,2,3-cd)pyreeni x	*		< 0,1	mg/kg ka	30
- Dibentso(a,h)antraseeni x	*		< 0,1	mg/kg ka	30
- Bentso(ghi)peryleeni x	*		< 0,1	mg/kg ka	30
PCB-määrittäminen		ISO 10382:2002 mod., SFS-EN 15308:2017 mod., SFS-EN 17322:2020 mod.			
- PCB-yhdisteet summa x (PIMA/HELCOM)	*		< 0,003	mg/kg ka	
- PCB 28 x	*		< 0,001	mg/kg ka	30
- PCB 52 x	*		< 0,001	mg/kg ka	30
- PCB 101 x	*		< 0,003	mg/kg ka	30
- PCB 118 x	*		< 0,003	mg/kg ka	30
- PCB 138 x	*		< 0,003	mg/kg ka	30
- PCB 153 x	*		< 0,003	mg/kg ka	30
- PCB 180 x	*		< 0,003	mg/kg ka	30

MU % = mittausepävarmuus, joka pätee Metropolilabin tuottamilla tuloksilla näytteille tyypillisellä pitoisuusalueella.
Tarkemmat tiedot mittausepävarmuudesta on saatavilla laboratoriosta. * = Akkreditoitu menetelmä

Yhteysthenkilö Nyandoto Were, 010 391 3427, ympäristöasiantuntija

Tiedoksi ida.lindholm@hsy.fi;
renja.rautiainen@hsy.fi;
taru.leskela@hsy.fi

Laboratorio ei vastaa asiakkaan toimittamista tiedoista. Asiakkaan toimittamat tiedot voivat vaikuttaa tulosten oikeellisuuteen. Tulokset pätevät vain testatuille näytteille. Ellei testausselostella toisin ilmoiteta, tulokset pätevät laboratorion vastaanottamille näytteille ja näytteenottoon liittyvät tiedot ovat asiakkaan toimittamia. Testausselosteen osittainen kopiointi ei ole sallittua. Testausseloste on hyväksytty sähköisesti ja on pätevä ilman allekirjoitusta.

KAKSIVAIHEINEN RAVISTELUTESTI UUTTOLIUKOKSEN JA KIIINTEÄN JÄTTEEN SUHTEISSA 2 l / kg ja 8 l / kg *

Jäte, 2-vaiheinen ravistelutesti

SFS-EN 12457-3:2002

LIMS-numero: 2024-18114-2+3

Ensimmäisen vaiheen liukoisuus

$$A2 = C2 * [(L2 / MD) + (MC / 100)]$$

(Merkinnät viitestandardin laskukaavoista)

Näyte: T/152-T/155

L/S = 10 l/kg, Kumulatiivinen liukoisuus, mg / kg kuiva-ainetta

$$A2-10 = C2 * (VE1 / MD) + C8 * [(L2 + L8 - VE1) / MD + (MC / 100)]$$

VnA 331/2013 & 1030/2021 kaatopaikka-
kelpoisuuden enimmäispitoisuudet:

Analyytti	Liukoisuudet	Yksikkö	Analyytti	Liukoisuudet	Yksikkö	Mittausepä- varmuus	Pysyvä jäte	Vaaraton jäte	Vaarallinen jäte
pH	11,9		pH *	11,6		0,5 pH-yks.			
Sähkönjoht.	6 800	mS/m	Sähkönjoht. *	973	mS/m	30 %			
As	< 0,01	mg/kg	As *	< 0,05	mg/kg	40 %	0,5	2	25
Ba	0,7	mg/kg	Ba *	1,8	mg/kg	40 %	20	100	300
Cd	0,004	mg/kg	Cd *	< 0,01	mg/kg	40 %	0,04	1	5
Cr	2,3	mg/kg	Cr *	5,8	mg/kg	40 %	0,5	10	70
Cu	0,02	mg/kg	Cu *	< 0,06	mg/kg	40 %	2	50	100
Hg	< 0,001	mg/kg	Hg *	< 0,005	mg/kg	40 %	0,01	0,2	2
Mo	2,0	mg/kg	Mo *	2,8	mg/kg	50 %	0,5	10	30
Ni	< 0,01	mg/kg	Ni *	< 0,05	mg/kg	40 %	0,4	10	40
Pb	3,3	mg/kg	Pb *	3,8	mg/kg	40 %	0,5	10	50
Sb	< 0,01	mg/kg	Sb *	< 0,06	mg/kg	40 %	0,06	0,7	5
Se	0,1	mg/kg	Se *	0,3	mg/kg	40 %	0,1	0,5	7
Zn	3,9	mg/kg	Zn *	7,8	mg/kg	40 %	4	50	200
V	< 0,01	mg/kg	V *	< 0,05	mg/kg	40 %	-	-	-
Na	19 000	mg/kg	Na	20 000	mg/kg	40 %			
K	15 000	mg/kg	K	17 000	mg/kg	40 %			
Ca	3 100	mg/kg	Ca	9 500	mg/kg	40 %			
Cl ⁻	43 000	mg/kg	Cl ⁻ *	48 000	mg/kg	40 %	800	15 000	25 000
F ⁻	20	mg/kg	F ⁻ *	< 23	mg/kg	40 %	10	150	500
SO ₄	8 000	mg/kg	SO ₄ *	14 000	mg/kg	40 %	1 000	20 000	50 000
DOC	< 20	mg/kg	DOC *	< 100	mg/kg	40 %	500	800	1 000
TDS	96 000	mg/kg	TDS *	130 000	mg/kg	40 %	4 000	60 000	100 000

* = Akkreditoitu menetelmä

Lisätietoja näytteen esikäsittelystä ja ravistelutestistä: Were Nyandoto, Ympäristöasiantuntija, puh. 010 3913 427

Menetelmätiedot

pH	SFS 3021:1979
Sähkönjohtavuus	SFS-EN 27888:1994
Alkuaineet	SFS-EN ISO 17294-2:2016, ICP-MS
Alkuaineet (Na, K, Ca)	SFS-EN ISO 11885:2009, ICP-OES
Ionit (Cl, F, SO ₄)	SFS-EN ISO 10304-1:2009
DOC	SFS-EN 1484:1997
TDS	SFS 3008:1990
Fenoli-indeksi	ISO 14402:1999 (CFA)

Tilaaaja
2274241-9
317 HSY Jätehuolto, kaatopaikkakäsittely
(tuhka)

Maksaja
**317 HSY Helsingin seudun
ympäristöpalvelut -kuntayht
Ostolaskut**



PL 210
00066 HSY

PL 303
00066 HSY

Näytetiedot	Näyte	Tuhka		
	Näyte otettu	08.05.2024	Kellonaika	
	Vastaanotettu	05.06.2024	Kellonaika	13.10
	Tutkimus alkoi	05.06.2024	Näytteenoton syy	Omavalvonta
	Näytteenottaja	Tilaaajan toimesta		
	Viite	000038101		

Analyysi		Menetelmä	18950-1 Tuhka T/156	Yksikkö	MU %
PCB-määrittäminen		ISO 10382:2002 mod., SFS-EN 15308:2017 mod., SFS-EN 17322:2020 mod.			
- PCB-yhdisteet summa x (PIMA/HELCOM)	*		< 0,003	mg/kg ka	
- PCB 28 x	*		< 0,001	mg/kg ka	30
- PCB 52 x	*		< 0,001	mg/kg ka	30
- PCB 101 x	*		< 0,003	mg/kg ka	30
- PCB 118 x	*		< 0,003	mg/kg ka	30
- PCB 138 x	*		< 0,003	mg/kg ka	30
- PCB 153 x	*		< 0,003	mg/kg ka	30
- PCB 180 x	*		< 0,003	mg/kg ka	30
Dioksiinit ja furaanit (Liite)	* 1)	US EPA 1613B, CSN EN 16190	Liite 2024-18950-1 HL2402416		

MU % = mittausepävarmuus, joka pätee MetropoliLabin tuottamilla tuloksilla näytteille tyypillisellä pitoisuusalueella. Tarkemmat tiedot mittausepävarmuudesta on saatavilla laboratorion kautta. * = Akkreditoitu menetelmä

1)=Alihankkija ALS Czech Republic, s.r.o. 1163/CAI / ISO/IEC 17025

Yhteyshenkilö Koskinen Ellinoora, ellinoora.koskinen@metropolilab.fi, kemisti

Tiedoksi Leskelä Taru, PL 210, 00066 HSY;
Lindholm Ida, PL 210, 00066 HSY;
Rautiainen Renja, renja.rautiainen@hsy.fi

Laboratorio ei vastaa asiakkaan toimittamista tiedoista. Asiakkaan toimittamat tiedot voivat vaikuttaa tulosten oikeellisuuteen. Tulokset pätevät vain testatuille näytteille. Ellei testausselostella toisin ilmoiteta, tulokset pätevät laboratorion vastaanottamille näytteille ja näytteenottoon liittyvät tiedot ovat asiakkaan toimittamia. Testausselosteen osittainen kopiointi ei ole sallittua. Testausseloste on hyväksytty sähköisesti ja on pätevä ilman allekirjoitusta.



ANALYYSIRAPORTTI

Tilausnumero	: HL2402416	Tarjousnumero	: OF232257
Asiakas	: Metropolilab Oy	Projekti	: 18950
Yhteyshenkilö	: Leena Hedberg	Ostotilausnumero	: OKE
Osoite	: Viikinkaari 4 00790 Helsinki Suomi	Näytteenottaja	: —
Sähköposti	: leena.hedberg@metropolilab.fi	Näytteenottokohde	: —
Puhelin	: —	Vastaanotetut näytteet	: 1
Sivu	: 1 / 3	Analysoidut näytteet	: 1
		Vastaanottopvm	: 2024-06-06 15:28
		Analyyssien aloituspvm	: 2024-06-10
		Päiväys	: 2024-06-20 14:50

Yleiset kommentit

Jos näytteenottoaikaa ei ole toimitettu, käytetään näytteenottoajan oletusarvoa 00:00 näytteenottopäivänä. Jos näytteenottopäivää ei ole toimitettu, käytetään oletusnäytteenottopäivää ja se näytetään sulkeissa ilman kellonaikaa.

Tämä raportti edustaa alkuperäistä analyysiraporttia. Raporttia ei saa muokata ja sen saa kopioida vain kokonaisuudessaan. Muusta kopioinnista on saatava erillinen kirjallinen lupa laboratoriolta. Analyysitulokset pätevät ainoastaan analysoiduille näytteille. Lisätietoa laboratorion vastuuvollisuuksista löytyy kotisivuiltamme <http://www.alsglobal.fi>

Allekirjoitukset

Asema

Jari Hautala

Maajohtaja



Analyyisitulokset

Näyttematriisi: TUHKA

Asiakkaan näytetunnus
Laboratorion näytetunnus
Asiakkaan näytteenottopäivä/aika

18950-1
HL2402416-001
2024-05-08 00:00

Parametri	Tulos	MU	Yksikkö	LOR	Menetelmä	Laboratorio
Fysikaaliset parametrit						
S-DFHMS03/PR						
kuiva-aine 105°C	99.8	± 6.02	%	0.10	S-DRY-GRCI	PA
Dioksiinit ja furaanit						
S-DFHMS03/PR						
2,3,7,8-tetraCDD	15.0	± 4.50	ng/kg k.a.	-	S-DFHMS03	PA
1,2,3,7,8-pentaCDD	40.0	± 12.0	ng/kg k.a.	-	S-DFHMS03	PA
1,2,3,4,7,8-heksaCDD	42.0	± 12.6	ng/kg k.a.	-	S-DFHMS03	PA
1,2,3,6,7,8-heksaCDD	110	± 33.0	ng/kg k.a.	-	S-DFHMS03	PA
1,2,3,7,8,9-heksaCDD	89.0	± 26.7	ng/kg k.a.	-	S-DFHMS03	PA
1,2,3,4,6,7,8-heptaCDD	1200	± 360	ng/kg k.a.	-	S-DFHMS03	PA
OCDD	2900	± 870	ng/kg k.a.	-	S-DFHMS03	PA
2,3,7,8-tetraCDF	74.0	± 22.2	ng/kg k.a.	-	S-DFHMS03	PA
1,2,3,7,8-pentaCDF	74.0	± 22.2	ng/kg k.a.	-	S-DFHMS03	PA
2,3,4,7,8-pentaCDF	110	± 33.0	ng/kg k.a.	-	S-DFHMS03	PA
1,2,3,4,7,8-heksaCDF	73.0	± 21.9	ng/kg k.a.	-	S-DFHMS03	PA
1,2,3,6,7,8-heksaCDF	99.0	± 29.7	ng/kg k.a.	-	S-DFHMS03	PA
1,2,3,7,8,9-heksaCDF	40.0	± 12.0	ng/kg k.a.	-	S-DFHMS03	PA
2,3,4,6,7,8-heksaCDF	120	± 36.0	ng/kg k.a.	-	S-DFHMS03	PA
1,2,3,4,6,7,8-heptaCDF	400	± 120	ng/kg k.a.	-	S-DFHMS03	PA
1,2,3,4,7,8,9-heptaCDF	99.0	± 29.7	ng/kg k.a.	-	S-DFHMS03	PA
OCDF	180	± 54.0	ng/kg k.a.	-	S-DFHMS03	PA
summa WHO-PCDD/F-TEQ lowerbound	170	---	ng/kg k.a.	-	S-DFHMS03	PA
summa WHO-PCDD/F-TEQ upperbound	170	---	ng/kg k.a.	-	S-DFHMS03	PA

Analyyisiraportin tulososa päättyy tähän

Lyhyt menetelmäkuvaus

Analyysimenetelmät	Menetelmäkuvaukset
S-DFHMS03	CZ_SOP_D06_06_175 (US EPA 1613B, CSN EN 16190) Dioksiinien ja furaanien (yhdisteet tetraklooratuista oktakloorattuihin) määrittäminen isotooppilaimennus- ja HRGC-HRMS-menetelmällä sekä TEQ-parametrien määrittäminen laskennallisesti mitatuista arvoista. Näytteet säilytettiin laboratoriossa pimeässä ja <4°C lämpötilassa. Varsinaiset LOQ-arvot ovat ilmoitettu liitteessä.
S-DRY-GRCI	CZ_SOP_D06_01_045 (CSN ISO 11465, CSN EN 12880, CSN EN 14346:2007), CZ_SOP_D06_07_046 (CSN ISO 11465, CSN EN 12880, CSN EN 14346:2007, CSN 46 5735) Kuiva-aineen määrittäminen gravimetrisesti ja kosteuden määrittäminen laskennallisesti mitatuista arvoista.



Lyhenteet: **LOR** = Raportointiraja (Limit Of Reporting) edustaa normaalia raportointirajaa kyseessä olevalle parametrille ja menetelmälle. Huomioithan, että raportointiraja voi nousta esim. liian pienen näytemäärän vuoksi tai jos näyte joudutaan laimentamaan matriisihäiriöiden vuoksi.
MU = Mittausepävarmuus
* = Merkki tuloksen yhteydessä tarkoittaa akkreditoimatonta analyysia.

Mittausepävarmuus:

Mittausepävarmuus on ilmoitettu laajennettuna mittausepävarmuutena (dokumentin "Guide to the Expression of Measurement", JCGM 100:2008 Corrected version 2010" määritelmän mukaan), jossa on käytetty kattavuuskerrointa 2, jolloin luotettavuustaso on noin 95%. Mittausepävarmuus raportoidaan vain havaituille yhdisteille, joiden pitoisuudet ovat yli raportointirajan.
Alihankkijoiden mittausepävarmuus on yleensä annettu laajennettuna mittausepävarmuutena, jossa on käytetty kattavuuskerrointa 2. Laboratoriolta saa lisätietoja pyydettäessä. Asbesti- ja haitta-ainelaboratorio AHA-LAB Oy:n osalta edellisestä poikkeavat tiedot mittausepävarmuudesta on esitetty kunkin analyysimenetelmän kuvauksessa.

Analysoiva laboratorio

	Laboratorio
PA	Analyysoinnista vastaa ALS Czech Republic, s.r.o., V Raji 906 Pardubice - Zelene Predmesti Tšekki 530 02 Akkreditointielin: CAI Akkreditointinumero: 1163, CSN EN ISO/IEC 17025:2018

Tilaaaja
2274241-9
317 HSY Jätehuolto, kaatopaikkakäsittely
(tuhka)

PL 210
00066 HSY

Maksaja

**317 HSY Helsingin seudun
ympäristöpalvelut -kuntayht
Ostolaskut**

PL 303
00066 HSY



Näytetiedot

Näyte	Tuhka	Kellonaika	
Näyte otettu	19.07.2024	Kellonaika	11.30
Vastaanotettu	19.07.2024	Näytteenoton syy	Omavalvonta
Tutkimus alkoi	19.07.2024		
Näytteenottaja	Tilaaajan toimesta		
Viite	000038101		

Analyysi	Menetelmä	24403-1 Tuhka T/152-T/155	Yksikkö	MU %
ANC pH 4	* EN 14429:2015	6,44	mol H+/kg	20

MU % = mittausepävarmuus, joka pätee MetropoliLabin tuottamilla tuloksilla näytteille tyypillisellä pitoisuusalueella. Tarkemmat tiedot mittausepävarmuudesta on saatavilla laboratorion. * = Akkreditoitu menetelmä

Yhteyshenkilö Nyandoto Were, 010 391 3427, ympäristöasiantuntija

Tiedoksi Rautiainen Renja, renja.rautiainen@hsy.fi
Leskelä Taru, taru.leskela@hsy.fi
Lindholm Ida, ida.lindholm@hsy.fi

Laboratorio ei vastaa asiakkaan toimittamista tiedoista. Asiakkaan toimittamat tiedot voivat vaikuttaa tulosten oikeellisuuteen. Tulokset pätevät vain testatuille näytteille. Ellei testausselostella toisin ilmoiteta, tulokset pätevät laboratorion vastaanottamille näytteille ja näytteenottoon liittyvät tiedot ovat asiakkaan toimittamia. Testausselosteen osittainen kopiointi ei ole sallittua. Testausseloste on hyväksytty sähköisesti ja on pätevä ilman allekirjoitusta.

5. RISKINARVIOINTI

5.1 Tavoitteet ja rajaukset

Riskinarviossa tarkasteltavana haitta-aineena on kloridi, jonka osalta arvioidaan sen liukoisuutta koskevan vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin kolminkertaistamisen vaikutuksia. Kloridin liukoisuuden kaatopaikka-asetuksen mukainen raja-arvo vaarallisen jätteen kaatopaikalle sijoitettaessa on 25 000 mg/kg ka. (L/S-suhde 10) ja raja-arvo kolminkertaistettuna on siis 75 000 mg/kg ka. (L/S 10). Kloridin liukoisuuden on kaatopaikkakelpoisuustesteissä stabiloiduissa jätteenpolton tuhkissa todettu vaarallisen jätteen kaatopaikan liukoisuuskriteerin ylittäväksi. Tuhkasoluun T1 on voimassa olevan ympäristöluvan mukaisesti voitu sijoittaa tuhkia, joissa kloridin liukoisuus on kolminkertainen raja-arvoon verrattuna.

Riskinarvio perustuu stabiloinnin jälkeen loppusijoitettavien tuhkien analyysituloksiin, ympäristön laatua kuvaaviin tietoihin sekä kirjallisuudesta saataviin yleisiin tietoihin. Käytössä oleva tuhkan loppusijoitusalue T1 on katettu, joten siellä muodostuvien suotovesien määrä tai laatu eivät vastaa kattamattomilla laajennusalueilla muodostuvien suotovesien määrää tai laatua. Näin ollen tuhkasolun T1 kloridipitoisuuksia ei tässä riskinarviossa ole käytetty lähtötietona. Kuormituksen, kulkeutumisen ja vaikutusten arvioinnissa käsitellään ainoastaan stabiloitujen tuhkien sijoittamista vaarallisten jätteiden loppusijoitukseen tarkoitettulle alueelle.

Ämmässuon jätteenkäsittelykeskuksen, kaatopaikan laajennusalueen sekä vaarallisen jätteen kaatopaikan toimintaan liittyvät kokonaisriskit ja ympäristövaikutukset on arvioitu YVA-menettelyiden yhteydessä. Vaarallisten jätteiden sijoittamisen hyväksyttävyyden ja vaarallisen jätteen kaatopaikan sijoittuminen alueelle on ratkaistu toiminnan ympäristölupaharkinnan yhteydessä. Stabiloitujen tuhkien sijoittamisen seurauksena muiden aineiden kuin kloridin osalta ei kaatopaikkakelpoisuuden raja-arvoihin kohdistu muutostarvetta, minkä vuoksi riskitarkastelussa keskitytään vain kloridin raja-arvon korottamiseen liittyviin riskeihin.

5.2 Arviointimenetelmä

Stabiloitujen tuhkien loppusijoittamisesta aiheutuva kloridikuormitus arvioidaan laskennallisesti. Vertailun vuoksi kuormitus lasketaan kloridin vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuden liukoisuuden kriteerille (25 000 mg/kg) sekä sen kolminkertaistukselle (75 000 mg/kg).

Vaarallisen jätteen kaatopaikan kuormitteiset hulevedet ja suotovedet johdetaan tuhkasolujen edustalle rakennettavan keräilyviemärin kautta erikseen rakennettavaan tasaus-/laskeutusaltaaseen ja edelleen kaatopaikan laajennusalueen tasausaltaan (TAL3) kautta Ämmässuon jätteenkäsittelykeskuksen kuormitteisten vesien koontialtaaseen (TAL1). Ämmässuon jätteenkäsittelykeskuksen vesien koontialtaasta vedet johdetaan edelleen Suomenojan jätevedenpuhdistamolle.

Kloridikuormitus lasketaan seuraavissa tilanteissa:

- kaatopaikka avoin, stabiloidut tuhkat täyttävät vaarallisen jätteen liukoisuuskriteerit, kloridin liukoisuus 25 000 mg/kg,
- kaatopaikka avoin, stabiloitujen tuhkien kloridin liukoisuus on kolminkertainen raja-arvoon verrattuna, kloridin liukoisuus 75 000 mg/kg,
- kaatopaikka suljettu, stabiloidut tuhkat täyttävät vaarallisen jätteen liukoisuuskriteerit, kloridin liukoisuus 25 000 mg/kg ja
- kaatopaikka suljettu, stabiloitujen tuhkien kloridin liukoisuus on kolminkertainen raja-arvoon verrattuna, kloridin liukoisuus 75 000 mg/kg.

Kohdat a) ja c) kuvaavat siis tilannetta, jossa kaatopaikalle sijoitettavista stabiloiduista tuhista liukenee vaarallisen jätteen kaatopaikalla sallittavan enimmäismäärä kloridia. Kohdat b) ja d)

ovat vastaavia tilanteita, joissa kloridin liukoisuus on enintään kolminkertainen em. raja-arvoon nähden.

5.3 Suotovedet

Avoinna olevan eli sulkemattoman kaatopaikan osalta on valumaksi arvioitu laaditun suotovesien laatuselvityksen ja hallintasuunnitelman mukaisesti 70 % vuosisadannasta. Vuosisadantana on käytetty 650 mm/a, jolloin valuma on 455 mm/a. Valuman on kokonaisuudessaan arvioitu suotautuvan täyttöön. Kuormituslaskennassa on kaatopaikan lopullisen pintarakenteen 0,5 metrin tiivistyskerroksen vedenläpäisevyydeksi oletettu 1×10^{-9} m/s, jolloin jätetäyttöön suotautuva vesimäärä on noin 5 % sadannasta eli n. 33 mm/a. Suljetun kaatopaikan pintarakenteeseen kuuluu vaarallisen jätteen kaatopaikalla myös keinotekoinen eriste, mitä ei ole näissä laskelmissa huomioitu.

Kloridin liukoisuuden raja-arvolla 25 000 mg/kg (L/S-suhde 10) liukoisuustestissä syntyvän liuoksen kloridipitoisuus olisi 2 500 mg/l, mikä teoriassa vastaa suotovesien pitoisuuden keskiarvoa. Vastaavasti, mikäli kloridin liukoisuuden raja-arvo kolminkertaistetaan, sisältävät tuhkat liukoista kloridia (L/S-suhteessa 10) enintään 75 000 mg/kg. Liukoisuustestissä syntyvän liuoksen kloridipitoisuus olisi siten 7 500 mg/l, mikä olisi teoriassa L/S-suhdetta 10 vastaavien suotovesien pitoisuuden keskiarvo.

Jotta kaatopaikalla saavutetaan L/S-suhde 10, kuluu siihen pitkä aika, varsinkin täytön ollessa paksu. Tanskalaisella suotautumismallilla (Wahlström ym. 1999) laskien voidaan karkeasti arvioida aika tietyn L/S-suhteen saavuttamiseksi sijoituspaikalla:

$$t = t_0 + (1000 \cdot L / S \cdot \rho \cdot H) / I, \quad (1)$$

missä

t = aika tietyn L/S-suhteen saavuttamiseksi (a)

t_0 = sijoituspaikan perustamisen ja ensimmäisen suotoveden esiintymisen välinen aika (a)

L/S = veden ja materiaalin välinen suhde (m^3/t)

ρ = materiaalin kuivatiheys (t/m^3)

H = materiaalikerroksen paksuus (m)

I = suotautunut vesimäärä vuodessa (mm/a)

Tässä tapauksessa

$t_0 = 0$ a

L/S = $10 \text{ m}^3/\text{t}$

$\rho = 1,0 \text{ t}/\text{m}^3$

H = 15 m (täyttöpaksuus enimmillään)

Kun kaatopaikka on sulkematta, on suotautunut vesimäärä $I = 455 \text{ mm/a}$, ja kaavaan (1) sijoittamalla saadaan ajalle t

$$t = 0 + \left(1000 \cdot 10 \frac{\text{m}^3}{\text{t}} \cdot 1 \frac{\text{t}}{\text{m}^3} \cdot 15 \text{ m} \right) / 455 \frac{\text{mm}}{\text{a}} = 330 \text{ a}$$

Vastaavasti kun kaatopaikka on suljettu, on suotautunut vesimäärä $I = 33 \text{ mm/a}$, ja kaavaan (1) sijoittamalla saadaan ajalle t

$$t = 0 + \left(1000 \cdot 10 \frac{\text{m}^3}{\text{t}} \cdot 1 \frac{\text{t}}{\text{m}^3} \cdot 15 \text{ m} \right) / 33 \frac{\text{mm}}{\text{a}} = 4615 \text{ a}$$

Liukoisuustestin mukainen suotoveden pitoisuuden ”keskiarvo” ei kuvaa alkuaajan tilannetta, joka voi kestää kymmeniä vuosia. Helposti liukenevan kloridin ollessa kyseessä pitoisuus on alussa suuri ja laskee läpi virtaavan suotoveden määrän kasvaessa. Pitoisuuden kehitys akkumuloituneen L/S-suhteen eli ajan funktiona voidaan laskea kaavalla

$$C = C_0 \cdot e^{-(L/S)k}, \quad (2)$$

missä

C = akkumuloitunutta L/S-suhdetta vastaava pitoisuus

C₀ = alkuvaiheen huippupitoisuus

L/S = akkumuloitunut L/S-suhte

k = kineettinen vakio (kg/l), joka kloridille on 0,57 kg/l

Kaavasta (2) saadaan edelleen liukeneva kokonaismäärä E (mg/kg) integroimalla

$$E = \left(\frac{C_0}{k} \right) \cdot (1 - e^{-(L/S)k}) \quad (3)$$

Ja edelleen alkuvaiheen huippupitoisuudelle C₀

$$C_0 = \frac{E \cdot k}{1 - e^{-(L/S)k}} \quad (4)$$

(Hjelmar et al, 2005).

Sijoittamalla

E = 75 000 mg/kg (kloridin liukoisuuden raja-arvo kolminkertaistettuna)

k = 0,57 kg/l

L/S = 10

saadaan alkuvaiheen huippupitoisuudelle C₀ arvo 43 000 mg/l.

Vastaavasti sijoittamalla

E = 25 000 mg/kg (kloridin VNA 331/2013 mukainen liukoisuuden raja-arvo)

k = 0,57 kg/l

L/S = 10

saadaan alkuvaiheen huippupitoisuudelle C₀ arvo 14 000 mg/l.

Edellä esitettyjä pitoisuuksia käytetään jatkossa tarkasteluissa kuvaamaan kaatopaikan alkuvaiheen (kaatopaikka avoin) kloridipitoisuuksia.

Edelleen kaavalla (2) voidaan arvioida tilannetta noin 100–200 vuoden kuluttua kaatopaikan sulkemisesta. Tällöin jätetäytön läpi on saattanut virrata L/S-suhdetta 2 vastaava vesimäärä tai enemmän. Kloridipitoisuus on tuolloin jo laskenut alkuvaiheen huippupitoisuuksista. Kaavaan (2) sijoittamalla saadaan kloridin liukoisuudella 75 000 mg/kg pitoisuudeksi 14 000 mg/l ja vastaavasti kloridin liukoisuudella 25 000 mg/kg pitoisuudeksi 4 500 mg/l. Näitä pitoisuuksia käytetään jatkossa tarkasteluissa, kun kaatopaikka on suljettu.

Seuraavassa arvioidaan edellä esitettyjen laskelmien perusteella kloridipitoisuudet ja kuormitukset tuhkasolusta muodostuvassa suotovedessä (Taulukko 5-1). Laskennassa on arvioitu tilannetta avoimen sekä suljetun kaatopaikan osalta. Lisäksi laskennassa on oletettu, että

- pohjarakenteen kautta maaperään kulkeutuvan kloridin määrä on hyvin vähäinen (ks. jäljempänä kohta 5.4), joten käytännössä kaikki liukeneva kloridi kerätään kaatopaikan pohjan kivi- ja vatuskerroksen kautta laskeutusaltaaseen ja johdetaan edelleen viemäriin

- kerrallaan avoimena olevan tuhkasolun pinta-ala on 1,0 ha ja muodostuvan suotoveden määrä avoimen tuhkasolun osalta on 455 mm/a eli 4 550 m³/a ja suljetun tuhkasolun osalta 33 mm/a eli 230 m³/a
- tuhkasolun on oletettu käyttövaiheessa olevan kokonaan avoinna
- pintarakenteen osalta on huomioitava, ettei laskelmassa ole huomioitu vaarallisen jätteen kaatopaikan pintarakenteeseen kuuluvaa keinotekoista eristettä, mikä vähentää kaatopaikan pintarakenteiden läpi jätetäyttöön suotautuvan veden määrää.

Laskennallisen kuormituksen on arvioitu sekoittuvan koko jätteenkäsittelykeskuksen alueelta muodostuvaan vesimäärään, joka on nykyisin noin 500 000 m³/a. Lisäksi on arvioitu kloridin pitoisuuslisäys Suomenojan jätevedenpuhdistamolla. Laskennallisten pitoisuuksien voidaan katsoa edustavan suurinta mahdollista liukoisen kloridin pitoisuutta suotovedessä. Kloridipitoisuudet on laskettu sillä oletuksella, että liukeneva kloridi sekoittuu tasaisesti vesikuormaan. Laskennalliset kloridipitoisuuden lisäykset on esitetty seuraavassa taulukossa (Taulukko 5-1).

Taulukko 5-1. Laskennalliset stabiloitujen tuhkien tuhkasoluun sijoittamisesta aiheutuvat kloridipitoisuuden lisäykset eri vesijakeissa, kun kaatopaikka on avoin ja suljettu kloridin liukoisuuden ollessa 75 000 mg/kg. Taulukossa on esitetty laskennalliset pitoisuudet myös tilanteessa, jossa kloridin liukoisuus on raja-arvon 25 000 mg/kg mukainen.

	Yksikkö	Kloridin liukoisuus 25 000 mg/kg		Kloridin liukoisuus 75 000 mg/kg	
		Tuhkasolu avoin	Tuhkasolu suljettu	Tuhkasolu avoin	Tuhkasolu suljettu
Tuhkasolun suotovesi					
Pitoisuus suotovedessä	mg/l	14 000	4 500	43 000	14 000
Veden määrä	m³/a	4 550	230	4 550	230
Kloridikuormitus	kg/a	65 000	1 040	195 000	3 100
Tasausallas TAL1					
Kloridikuormitus	kg/a	65 000	1 040	195 000	3 100
Veden määrä	m³/a	500 000	500 000	500 000	500 000
Kloridin pitoisuuslisäys	mg/l	130	2,1	390	6,2
Suomenojan jätevedenpuhdistamo					
Kloridikuormitus	kg/a	65 000	1 040	195 000	3 100
Vesimäärä	m³/a	35 000 000	35 000 000	35 000 000	35 000 000
Kloridin pitoisuuslisäys	mg/l	1,9	0,03	5,6	0,1

Laskennassa suotoveden kloridipitoisuuksien ja vesimäärän perusteella on arvioitu kloridikuormitus 1 ha kokoisen avoinna olevan tuhkasolun osalta. Kun kloridin liukoisuus on 75 000 mg/kg, suotoveden kloridipitoisuus tuhkasolun suotovedessä olisi noin 43 000 mg/l. Tasausaltaan TAL1 kloridipitoisuus lisääntyisi vastaavasti arviolta noin 390 mg/l ja Suomenojan jätevedenpuhdistamolla 5,6 mg/l.

5.4 Pohjarakenteen läpi suotautuva vesi

Kaatopaikan pohjarakenteen keinotekoinen eriste (HDPE-kalvo tai kumibitumivaluasfaltti) on ehjänä käytännössä vettä läpäisemätön. Geomembraanin läpi vettä kulkeutuu yleensä asennuksen, levityksen ja saumauksen yhteydessä syntyvien reikien kautta. Erittäin huolellisestikin tehdyissä ja asianmukaisesti valvotuissa geomembraanirakenteissa on aina reikiä ja heikkouskohtia. Konservatiiviseen eli ns. varman päälle tapahtuvaan suunnitteluun on esitetty käytettäväksi 2,5 kappaletta halkaisijaltaan 11 mm:n ympyränmuotoista reikää hehtaarilla, kun laadunvalvonta on hyvä. (Tammirinne ym. 2004)

VTT:n julkaisussa (Pohjavedensuojausrakenteiden käyttöikämitoitus ja tuotehyväksyntä, VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka) on esitetty yhdistelmärakenteen läpäiseviä vesimääriä olettaen maamateriaalin ja kalvon kontakti hyväksi. Yhden metrin vesipaineella (vesipinnan korkeus tiivistyskerroksen yläpinnasta), jonka voidaan arvioida vastaavan tilannetta, kun kaatopaikkaa ei ole vielä suljettu, 0,5 metrin paksuisesta hiekkabentonitista rakennetusta mineraalisesta tiivistyskerroksesta ja geomembraanista koostuvan pohjarakenteen läpäisevä vesimäärä on n. 3,49

l/ha/vrk. Täyttöön tiivistetyt tuhkat ja käyttövaiheen jälkeen rakennettava pintaeristys vähentävät voimakkaasti jätetäyttöön joutuvan veden määrää, jolloin vesipaineen voidaan arvioida vastaavan 0,3 metrin vesikerrosta. Tällöin yhdistelmärakenteen läpäisevä vesimäärä on 1,05 l/ha/vrk. (Tammirinne ym. 2004) Tässä on huomioitava, että esitetty yhdistelmä rakenne vastaa tavanomaisen jätteen kaatopaikan pohjarakennetta. Vaarallisen jätteen kaatopaikalla mineraalisen tiivistyskerroksen paksuus on 1,0 metriä, joten pohjarakenteen läpäisevä vesimäärä on edellä esitettyjä arvoja pienempi ja siten esitetyillä arvoilla laskettuna pohjarakenteen läpäisevä vesimäärä tulee yliarvioitua. Kaatopaikalla myös hyvin tiivistetty tuhkakeros estää veden imeytymisen ja suotautumisen täyttöön, mikä vähentää myös pohjarakenteen läpi mahdollisesti suotautuvan veden määrää.

Edellä esitetyillä pohjarakenteen läpäisevillä vesimääriä tuhkasolun pohjarakenteen läpi suotautuvan veden laskennallinen määrä on avoimen alueen osalta noin 1,27 m³/a (1,27x10⁻⁴ m/a) ja kaatopaikan sulkemisen jälkeen noin 0,38 m³/a (3,83x10⁻⁵ m/a), kun tuhkasolun pinta-ala on 1 ha. Kun ei huomioida suotautuvan veden laimenemista eli oletetaan suotautuvan veden kloridipitoisuudeksi edellisessä taulukossa (Taulukko 5-1) esitetyt kloridipitoisuudet (pitoisuus suotovedessä), voidaan laskea tuhkasolun pohjarakenteen läpi suotautuvan veden kuormitus. Tulokset on esitetty seuraavassa taulukossa (Taulukko 5-2).

Taulukko 5-2. Pohjarakenteen läpi suotautuvan veden kloridikuormitus.

	Kloridin liukoisuus 25 000 mg/kg		Kloridin liukoisuus 75 000 mg/kg	
	Tuhkasolu avoin	Tuhkasolu suljettu	Tuhkasolu avoin	Tuhkasolu suljettu
Kloridipitoisuus tuhkasolun suotovedessä (mg/l) ¹⁾	14 000	4 500	43 000	14 000
Tuhkasolun pohjarakenteen läpi suotautuvan veden määrä (m³/a)	1,27	0,38	1,27	0,38
Kloridikuormitus (kg/a)	18	1,7	55	5,4

¹⁾ pitoisuudet ks. Taulukko 5-1

Pohjarakenteen läpi suotautuvan veden määrä on avoimenkin tuhkasolun osalta vähäinen ja se edelleen pienenee alueen sulkemisen jälkeen. Kuten edellä on todettu, on laskelmissa käytetty mineraalisen tiivistyskerroksen paksuutena 0,5 metriä, kun se vaarallisen jätteen kaatopaikalla on 1,0 metriä. Näin ollen vesimäärä on edellä esitettyä pienempi. Tuhkien kloridipitoisuuden liukoisuusraja-arvon korotuksella ei ole vaikutusta mahdollisiin pohjarakenteen läpi suotautuvien vesien määrään.

Mikäli suotovettä ja sen mukana kloridia kulkeutuu pohjarakenteen läpi, voivat ne edelleen vesien mukana kulkeutua kalliopohjaveden mukana eteenpäin. Vaarallisen jätteen läjitysalueelta kalliopohjaveden virtaussuunta on kaakkoon laajennusalueen eteläosiin ja siitä edelleen lounaaseen Laitamaanpuron painanteen suuntaan. Pohjaveden pintojen seurannan perusteella alueen pohjaveden pinnan tasojen on todettu olevan korkeimmillaankin vähintään noin 0,5 m alueen nykyisen pohjan alapuolella, joten vaikutukset pohjavesiin arvioidaan vähäisiksi.

5.5 Pintarakenteen päälle satavat vedet

Tuhkasolun täytyessä sen päälle rakennetaan kaatopaikka-asetuksen mukaiset vaarallisen jätteen kaatopaikan pintarakenteet. Pintarakenteen yläpuoliset vedet johdetaan puhtaiden vesien ojaan ja edelleen pintavesiin. Tuhkien kloridipitoisuuden liukoisuusraja-arvon kolminkertaistuksella ei ole vaikutusta suljetun kaatopaikan pinnalta johdettaviin vesiin.



HSY:n julkaisuja | HRM:s publikationer 4/2011

ISSN-L [XXXX-XXXX]

ISSN [XXXX-XXXX] (nid.)

ISSN [XXXX-XXXX] (pdf)

ISBN [XXX-XXX-XXXX-XX-X] (nid.)

ISBN [XXX-XXX-XXXX-XX-X] (pdf)

Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä

PL 100, 00066 HSY, Ilmalantori 1, 00240 Helsinki

Puh. 09 1561 2110, Fax 09 1561 2011, www.hsy.fi

Samkommunen Helsingforsregionens miljötjänster

PB 100, 00066 HRM, Ilmalatorget 1, 00240 Helsingfors

Tfn. 09 1561 2110, Fax 09 1561 2011, www.hsy.fi

Helsinki Region Environmental Services Authority

P.O. Box 100, FI-00066 HSY, Ilmalantori 1, 00240 Helsinki

Tel. +358 9 1561 2110, Fax +358 9 1561 2011, www.hsy.fi



HSY:n julkaisuja | HRM:s publikationer 4/2011

ISSN-L [XXXX-XXXX]

ISSN [XXXX-XXXX] (nid.)

ISSN [XXXX-XXXX] (pdf)

ISBN [XXX-XXX-XXXX-XX-X] (nid.)

ISBN [XXX-XXX-XXXX-XX-X] (pdf)

Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä

PL 100, 00066 HSY, Ilmalantori 1, 00240 Helsinki

Puh. 09 1561 2110, Fax 09 1561 2011, www.hsy.fi

Samkommunen Helsingforsregionens miljötjänster

PB 100, 00066 HRM, Ilmalatorget 1, 00240 Helsingfors

Tfn. 09 1561 2110, Fax 09 1561 2011, www.hsy.fi

Helsinki Region Environmental Services Authority

P.O. Box 100, FI-00066 HSY, Ilmalantori 1, 00240 Helsinki

Tel. +358 9 1561 2110, Fax +358 9 1561 2011, www.hsy.fi