

Opinnäytetyö (AMK)

Rakennustekniikan koulutusohjelma

Infratekniikka

2017

Joonas Yli-Tolppa

KAATOPAIKAN SULKEMISRAKENTEET TOPINOJAN JÄTEKESKUKSESSA

– Lounais-Suomen Jätehuolto Oy

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennustekniikan koulutusohjelma

2017 | 28 + 6

Ohjaaja DI Pirjo Oksanen

Joonas Yli-Tolppa

KAATOPAIKAN SULKEMISRAKENTEET TOPINOJAN JÄTEKESKUKSESSA

— Lounais-Suomen Jätehuolto Oy

Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia Topinojan kaatopaikan sulkemISRakenteiden rakentamisen eri toteutustapoja ja tehdä kustannusvertailu. Opinnäytetyö toteutettiin toimeksiantona Lounais-Suomen Jätehuolto Oy:lle.

Lainsäädännön muutokset ovat vaikuttaneet kaatopaikkatoimintaan oleellisesti. VNp kaatopaikoista 861/1997 asetti vaatimuksen kaatopaikkojen pohjarakenteille, veloitteen pintarakenteiden rakentamiseen kaatopaikan täytyttyä, sekä kaatopaikkakaasun ja -vesien hallinnan ja käsittelyn järjestämisen. Pohjarakennevaatimus astui kuitenkin vasta uuden ympäristöluvan (Ympäristölupapäätös 36 YLO LOS-2004-Y-1106-121) mukaisesti voimaan 1.11.2007. VNp kaatopaikoista 2.5.2013/331 eli niin kutsuttu orgaanisen jätteen kaatopaikkakielto sai aikaan sen, että täyttöalueille vastaanotettavan yhdyskuntajätteen määrä putosi esimerkiksi Topinojan kaatopaikalla 1-2 % aikaisemmasta. Päätös rajoitti täyttöalueelle vastaanotettavan jätteen orgaanisen aineksen pitoisuutta sellaiseksi, että se ei enää mahdollistanut yhdyskuntajätteen vastaanottoa täyttöalueille. Tämä päätös astui voimaan vuoden 2016 alusta alkaen.

Kaatopaikan peittorakenteen muodostavat kaasunkeräyskerros, tiivistyskerros, kuivatuskerros ja pintakerros. Pintarakenteen rakentamisessa oleellista on saada se vesitiiviiksi ja toteuttaa kaasunkeräyskerros siten, että sen kautta saadaan ohjattua kaatopaikkakaasu kaasunkeräysjärjestelmään. Kaasunkeräyskerros ja tiivistyskerros ovat rakenteen toimivuuden kannalta kriittisimmät rakennekerrokset.

Kaatopaikan pintarakenteen toteuttamisessa tutkittiin sekä perinteistä tapaa toteuttaa se kokonaisurakkana tai sitten aliurakoimalla, joten vaihtoehdoissa Lounais-Suomen Jätehuolto Oy:n rooli vaihtelee. Vertailuun vaikutti suuresti kaasunkeräyskerroksen materiaalien saaminen ja kaikkien materiaalien varastointi. Kaasunkeräyskerroksen materiaaleja on rajoitetusti saatavilla ja varastointialueet Topinojan jätekeskuksen alueella ovat vähentyneet ja pienentyneet.

ASIASANAT:

pintarakenne, täyttöalue, loppujäte, rejekti, kuona

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Civil Engineering

2017 | 28 + 6

Instructor, Pirjo Oksanen, M.Sc.

Joonas Yli-Tolppa

CLOSURE OF A LANDFILL AT THE TOPINOJA WASTE TREATMENT CENTRE

— Lounais-Suomen Jätehuolto Ltd

The goal of thesis was to study the different methods of implementation in the building of the closing structures at Topinoja landfill and to make a cost comparison. The thesis was carried out as an assignment to Lounais-Suomen Jätehuolto Ltd.

The changes in the legislation have affected landfill operations essentially. The government decision for landfills 861/1997 sets demands on the substructures of the landfills, the building of surface structures when filled to capacity, as well as the arranging of the control and handling of landfill gas and landfill waters. However, the substructure demand came into force only according to a new environmental permit (Environmental permit decision 36 YLO LOS 2004-Y-1106-121) on 1 November 2007. The government decision for landfills 2.5.2013/331, in other words the landfill prohibition of the so called organic waste brought about the fact that the amount of municipal waste which is received to the filling areas fell for example Topinoja landfill by 1-2% when compared to earlier years. The decision restricted the content of the organic material of the waste which is received to the filling area so that it did not make the reception of municipal waste possible to the filling areas any-more. This decision came into force at the beginning of the year 2016.

Gas gathering layer, compression layer, drying layer and surface layer form the closing structures of the landfill. In the building of the surface structure it is essential to ensure that it is waterproof and to carry out the gas gathering layer so that landfill gas will be directed through it to the gas gathering system. The gas gathering layer and compression layer are the most critical layers in view of the functionality of the structure layers.

Building the surface structure of the landfill was discussed in view of two alternatives, as a total contract and subcontract, where the role of Lounais-Suomen Jätehuolto Ltd varied. Gathering the materials of the gas gathering layer and the storage of all the materials had a great influence on the comparison. There are materials of the gas gathering layer restrictedly available and the storage areas in the waste treatment centre of Topinoja have diminished and become smaller.

KEYWORDS:

surface structure, filling area, final waste, reject, cinder

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	6
2 KAATOPAIKAN SULKEMINEN	11
2.1 Kaatopaikkoja koskeva lainsäädäntö	11
2.2 Ohjeet ja oppaat	13
2.3 Topinojan kaatopaikka	13
3 PINTARAKENTEEN MATERIAALIT JA TYÖMENETELMÄT	17
3.1 Yleistä	17
3.2 Kaasunkeräyskerros	18
3.3 Tiivistyskerros	19
3.4 Kuivatuskerros	20
3.5 Pintakerros	21
3.6 Rakennekerrosten erottelu	22
3.7 Laadunvarmistus	22
4 TOTEUTUSVAIHTOEHDOT	24
4.1 Vaihtoehto 1	24
4.2 Vaihtoehto 2	24
4.3 Vaihtoehto 3	25
5 JOHTOPÄÄTÖKSET	27
LÄHTEET	29

LIITTEET

- Liite 1. Kustannusvertailu työ
- Liite 2. Kustannusvertailu materiaali

KUVAT

Kuva 1. Topinojan kaatopaikan tarkkailututkimuksen havaintopaikat	14
Kuva 2. Pintarakenneurakat Topinojan jätekeskuksessa vuosina 2003–2017.	15

Kuva 3. Esimerkki kaatopaikan pintaeristyksen rakennekerroksista	17
Kuva 4. Topinojan jätekeskuksessa käytetyn pintarakenteen tyyppirakenne.	22

KUVIOT

Kuvio 1. Lounais-Suomen Jätehuolto Oy Topinojan täyttökapasiteetin ja täyttötilavuuden kehitys 1.11.2007 lähtien	9
--	---

TAULUKOT

Taulukko 1. Pintarakenteen kerrospaksuudet	11
--	----

1 JOHDANTO

Lounais-Suomen Jätehuolto Oy, myöhemmin LSJH, on 17 kunnan omistama yhtiö, joka huolehtii osakaskuntien asukkaiden puolesta jätehuollosta ja jäteneuvonnasta. LSJH:n toimialueella asuu noin 416 000 asukasta ja vapaa-ajan asuntoja on 34 000. Yhtiön toiminta alkoi 1.9.2015, kun Rouskis Oy sekä Turun Seudun Jätehuolto Oy fuusioituivat yhdeksi.

Osakaskunnat eivät rahoita yhtiön toimintaa, vaan rahoitus tulee pääasiassa jätteenkäsittelymaksuista, palvelumaksuista ja jätehuollon perusmaksuista. Lounais-Suomen Jätehuolto Oy:n päätoimipaikat sijaitsevat Turussa, Orikedolla ja Salossa, Korvenmäessä. LSJH:n toiminta-alueella toimii kaiken kaikkiaan 4 jätekeskusta ja 8 lajitteluasemaa. Näiltä 12 toimipisteeltä löytyvät kattavat erilaisten jättejakeiden vastaanottopalvelut. (Lounais-Suomen Jätehuolto Oy 2017.) Jätekeskuksissa ja lajitteluasemilla vastaanotetaan yli 30 jätettä. Nämä ovat asbesti, asfaltti, astiakeramiikka, betoni- ja tiilijäte, biojäte, bitumikattohuopa, haravointijäte, ikkuna- ja tasolasi, jauhesammuttimet, kannot, kartonkipakkaukset, keitinrasva, kipsilevyt, lasipakkaukset, loppujäte, metalli, muovipakkaukset, painekyllästetty puu, paperi, pehmustetut huonekalut, poistotekstiilit, polttokelpoinen jäte, puhdas ylijäämämaa, puitteelliset lasit, puujäte, renkaat, risut, sähkölaitteet, saniteettiposliini, suurikokoinen polttokelpoinen jäte, tietoturvajäte ja vaarallinen jäte. (Lounais-Suomen Jätehuolto Oy 2017.)

Kaikki jätekeskukset ja lajitteluasemat eivät vastaanota kaikkea jätettä, vaan vastaanotettavat jätteet vaihtelevat hieman riippuen keskuksista tai asemasta. Kattavampaa jätehuoltopalvelua tuottavat jätekeskukset, joita on LSJH:n alueella 4 kappaletta. Nämä jätekeskukset sijaitsevat Turun Topinojalla, Salon Korvenmäessä, Raision Isosuolla ja Paraisten Rauhalassa. Ainoastaan näissä toimipisteissä vastaanotetaan suurkuormia, eli henkilöautoon ja peräkärryyn mahtumattomia jätte-eriä. Kaikkien jätekeskusten alueilla on kaatopaikka-alueita, jonne joskus on alueellisesti viety kaikki kotitalouksilta ja yrityksiltä tullut yhdyskuntajäte. Nykyään ainoat käytössä olevat kaatopaikat sijaitsevat Topinojalla ja Korvenmäessä. Poikkeuksena on Isosuo, jonne vastaanotetaan vielä kuluvan vuoden loppuun asti asbestia; muuten Isosuon ja Rauhalan kaatopaikat ovat täynnä. Topinojalla ja Korvenmäessä täyttöalueelle eli alueelle, jonne vastaanotetaan kaatopaikkajätettä, sijoitetaan enää loppujätettä. (Lounais-Suomen Jätehuolto Oy 2017.)

Loppujäte on jätettä, jota ei pystytä hyödyntämään tai muuten järkevää hyödyntämiskeinoa ei ole keksitty. Loppujäte on kierrätykseen kelpaamatonta, palamatonta ja polttoa haittaavaa jätettä. Tämä loppujäte voi olla muun muassa lasivillaa, laattoja sisältävää kipsilevyä, laattoja ja kaakeleita, lasiastioita ja -esineitä sekä auton tuulilaseja ja muita laminoituja laseja. Loppujäte ja asbesti sijoitetaan kaatopaikalle. (Lounais-Suomen Jätehuolto Oy 2017.)

Orgaanisen jätteen kaatopaikkakielto, eli vuonna 2013 valtioneuvoston hyväksymät 2 asetusta, muutti radikaalisti kaatopaikkojen toimintaa. Biohajoavan ja muun orgaanisen jätteen sijoittamista kaatopaikalle rajoitettiin. Näiden jätteiden sijoittamisesta tavanomaisen jätteen kaatopaikoille luovuttiin pääosin vuoteen 2016 mennessä. Nykyisin nämä jätteet tulee hyödyntää materiaalina tai energiantuotannossa. (Valtioneuvoston asetus kaatopaikoista 2.5.2013/331.) Uudessa asetuksessa todetaan tarkalleen seuraavanlaisesti: "Tavanomaisen jätteen kaatopaikan pintarakenteen tiivistyskerroksen alla olevaan jätetäyttöön tai rakenteeseen hyväksytään vain sellaista tavanomaista jätettä, jonka biohajoavan ja muun orgaanisen aineksen pitoisuus määritettynä orgaanisen hiilen kokonaismääränä tai hehkutushäviönä on enintään 10 prosenttia" (Valtioneuvoston asetus kaatopaikoista 2.5.2013/331).

Tämä asetus koskee myös tällä hetkellä täyttöalueille vastaanotettavia teollisuuden rejektejä ja seula-alitteita, jotka luetaan rakennus- ja purkujätteen lajittelussa sekä muussa mekaanisessa käsittelyssä syntyviksi jätteiksi. Niitä koskien asetus astuu voimaan 1.1.2020. Näidenkin jätteiden biohajoavan ja muun orgaanisen aineksen pitoisuus määritettynä orgaanisen hiilen kokonaismääränä tai hehkutushäviönä ei kuitenkaan saa olla 1.1.2016 alkaen suurempi kuin 15 prosenttia. Vuoden 2020 alusta lähtien prosenttiraja tippuu 10 prosenttiin, kuten muillakin tavanomaisilla jätteillä, joita täyttöalueelle vastaanotetaan. (Valtioneuvoston asetus kaatopaikoista 2.5.2013/331.)

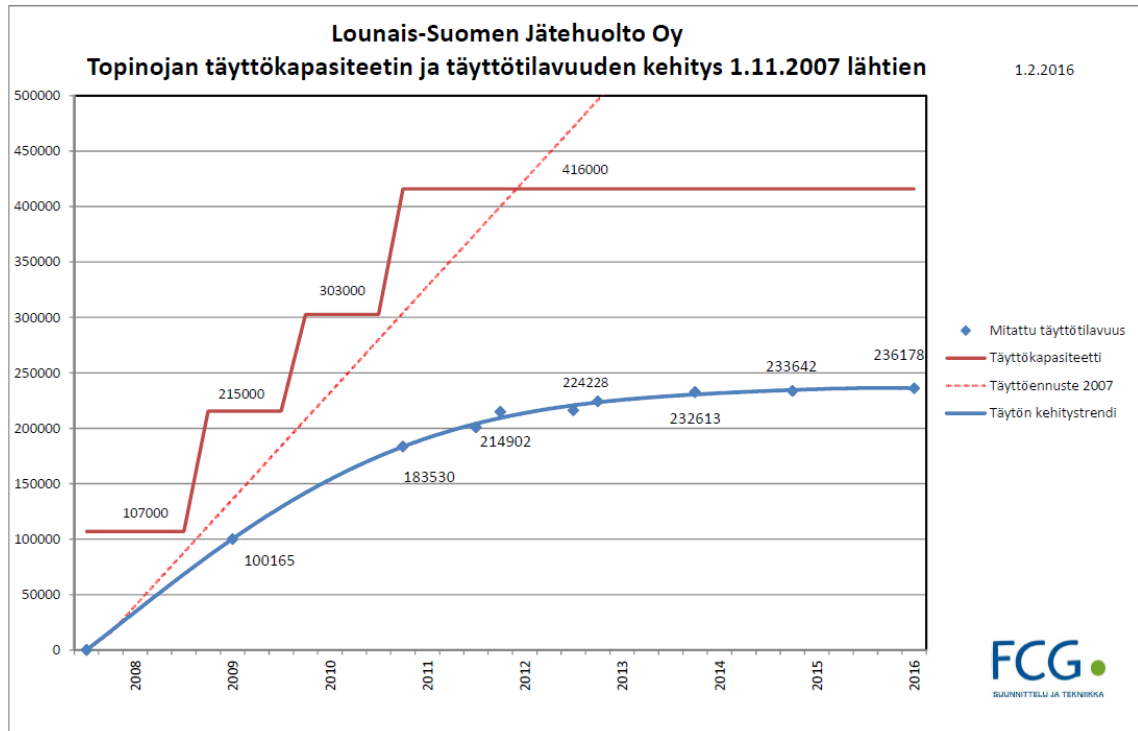
Orgaanisen jätteen kaatopaikkakielto astui voimaan 1.1.2016, jonka seurauksena kotitalouksien yhdyskuntajätteen sijoittaminen kaatopaikoille päättyi vuoden 2015 loppuun mennessä lähes kokonaan. Tällä hetkellä kaatopaikalle päätyy yhdyskuntajätteistä vain noin 1–2 %. (Lounais-Suomen Jätehuolto Oy 2017.)

Vuonna 1997 annettu valtioneuvoston päätös kaatopaikoista asettaa vaatimuksia kaatopaikkojen pohjarakenteille. Kaatopaikan maaperän tulee olla kantava, ja sen on täytettävä tietyt vedenläpäisevyys- ja paksuusvaatimukset. Vaatimusten yhteisvaikutuksen tulee vastata tavanomaisen jätteen kaatopaikoilla $K < 1,0 \times 10^{-9}$ m/s, ja paksuuden on

oltava suurempi tai yhtä suuri kuin 1 m. Jos maaperän tiiveys ei luonnostaan täytä näitä vaatimuksia, tulee kaatopaikalle rakentaa pohjarakenteet, joiden paksuuden on oltava vähintään 0,5 m. Pohjarakenteiden päälle on asennettava kaatopaikan tiivistämiseen tarkoitettu keinoitekoinen eriste ja kuivatuskerros (salaojakerros). Kuivatuskerroksen paksuuden tulee myös olla vähintään 0,5 m. Nämä päätöksen asettamat vaatimukset tulivat voimaan vuoden 1997 lokakuun alusta lähtien, mutta ne eivät koskeneet käytössä olevia kaatopaikkoja. (Valtioneuvoston päätös kaatopaikoista 861/1997.)

Vuonna 2006 voimaan astuneessa ympäristöluvassa Topinojalle haettiin lupaa Topinojan jätekeskuksen vanhan pohjarakenteettoman täyttöalueen loppusijoitustoiminnan jatkamiseksi 31.10.2007 asti ja uuden täyttöalueen käyttöönottoa ja vanhan täyttöalueen sulkemista 31.10.2007 jälkeen (Lounais-Suomen ympäristökeskus 2006, 1). Tämä tarkoitti uuden, valtioneuvoston päätöksen mukaisen pohjarakenteellisen täyttöalueen rakentamista, jotta 1.11.2007 alkaen olisi Topinojalla täyttötilavuutta. Tuolloin vanha täyttöalue poistui käytöstä. Vuosien 2008–2010 aikana polttokelpoista jätettä meni vielä uudelle lopputäyttöalueelle.

Topinojan jätekeskuksen viimeiset polttokelpoiset jätteet menivät kaatopaikalle vuonna 2010 (n. 6 000 t). Tämän jälkeen loppusijoitukseen ei Topinojalla ole mennyt polttokelpoista jätettä. Vuonna 2009 jätettä alettiin toimittaa myös muuallekin kuin vain Orikedon polttolaitokseen. Sitä ennen jätettä oli mennyt vain loppusijoitukseen ja Orikedon polttolaitokseen. Vuoden 2007 loppusijoituksen täyttösuunnitelman ennusteen mukaan vanha täyttöalue olisi tullut täyteen vuonna 2012, jolloin olisi pitänyt ottaa käyttöön nykyinen täyttöalue. Kuviossa 1 näkyy vuoden 2007 ennuste täyttötilavuuden kehitykselle sekä todellinen kehitys. Punainen katkoviiva osoittaa vuoden 2007 täyttöennusteen ja sininen viiva todellisen kehityksen. Punaisella yhtenäisellä viivalla on kuvattu täyttökapasiteetti, joka olisi vuoden 2007 ennusteen mukaan täytynyt vuonna 2012.



Kuvio 1. Lounais-Suomen Jätehuolto Oy:n Topinojan täyttökapasiteetin ja täyttötilavuuden kehitys 1.11.2007 lähtien (J. Vesterberg, henkilökohtainen tiedonanto 1.2.2016).

Vuoden 2016 polttokelpoisen jätteen loppusijoituskielto, sekä Orikedon polttolaitoksen päättymisen uhka vuonna 2014 aiheuttivat sen, että vuonna 2009 aloitettiin kokeilu polttokelpoisen jätteen toisaalle sijoittamisesta. Ulkomaille toimitetavalle polttokelpoiselle jätteelle tulee hakea vientilupa aina vuodeksi kerrallaan ja luvan saa vain, jos Suomen polttolaitosten kapasiteetit ovat täynnä. Polttokelpoista jätettä on ajettu Suomessa mm. Turun Orikedon polttolaitokseen, Kotkan Korkeakosken hyötyvoimalaitokseen, Riihimäelle, Vantaalle ja Vaasaan. Rajojen yli polttokelpoista jätettä on ajettu Viroon ja Ruotsiin. Vuosina 2018–2019 polttokelpoista jätettä kuljetetaan Topinojalta Suomessa Riihimäelle ja Kotkaan. Rajojen yli polttokelpoista jätettä kuljetetaan Ruotsiin ja Viroon.

Kaatopaikat tulee täyttää täyttötilavuuteensa asti. Tähän eivät enää riitä loppujätteen sekä asbestin määrä, joten sulkemisen nopeuttamiseksi täyttöalueita täytetään niiden lisäksi teollisuuden rejekteillä ja seula-alitteilla. Rejektit ovat esimerkiksi rakennus- ja kaupanjätteen käsittelylaitoksella polttoon ja muuhun hyötykäyttöön kelpaamatonta materiaalia sekä seula-alitteet rakennus- ja purkujätteen murskauksesta ja seulonnasta syntyneitä alitteita. Muotoiluun ja täyttöön käytetään myöskin lievästi pilaantuneita maita. Auki olevien kaatopaikka-alueiden läpi suotautuvan veden määrä on todella suuri, koska nämä vedet ovat jätevettä, maksut näistä vesimääristä ovat suuret. Sekä hajujen että

jätevesimäärien perusteella pelkästään on tärkeää, että täynnä olevat kaatopaikka-alueet suljetaan pintarakenteilla mahdollisimman pian, rakenteiden painuttua tarpeeksi.

Opinnäytetyön tavoitteena on vertailla tulevien pintarakenneurakoiden toteutusmahdollisuuksia sekä tehdä niistä kustannusvertailu. Vertailua tehdään Topinojan vanhan kaatopaikan sulkemisarakenteiden toteutustavoista.

2 KAATOPAIKAN SULKEMINEN

2.1 Kaatopaikkoja koskeva lainsäädäntö

Kun orgaanisen jätteen kaatopaikkakielto astui voimaan 1.1.2016, kaatopaikalla täyttöalueelle päätyvän loppujätteen määrä on pienentynyt lähes olemattomaksi. Näitä auki olevia vanhoja täyttöalueita pyritään nyt täyttämään lievästi pilaantuneilla mailla sekä rakennusjätteen rejekteillä. Vanhat täyttöalueet muotoillaan täyttösuunnitelman mukaisesti, annetaan painua ja tämän jälkeen suljetaan pintarakenteilla.

”Jätteen täyttöalueen saavutettua lopullisen korkeutensa sen päälle on vaarallisen jätteen kaatopaikalla ja tavanomaisen jätteen kaatopaikalla rakennettava pintarakenteet” (Valtioneuvoston asetus kaatopaikoista 2.5.2013/331). Pintarakenteet koostuvat taulukon 1 mukaisista kerroksista.

Taulukko 1. Pintarakenteen kerrospaksuudet (Valtioneuvoston päätös kaatopaikoista 861/1997, liite 1).

Kerros	Tavanomaisen jätteenkaatopaikka	Vaarallisen jätteenkaatopaikka
Pintakerros ≥ 1 m	Vaaditaan	Vaaditaan
Kuivatuskerros $\geq 0,5$ m	Vaaditaan	Vaaditaan
Tiivistyskerros $\geq 0,5$ m	Vaaditaan	Vaaditaan
Keinotekoinen eriste	Ei vaadita	Vaaditaan
Kaasunkeräyskerros	Vaaditaan	Tarpeen mukaan

Kaatopaikoilla, jotka ovat olleet käytössä tai jotka on lopetettu 1.1.2002, pitää olla toimiva vesien hallinta- ja käsittely. Täyttöalueilla, jotka on loppuun täytetty, pitää olla pintarakenteet ja kaatopaikalta vapautuvan kaasun hallinta, ellei lupaviranomainen ole kaatopaikkaa koskevassa luvassa antanut erillistä voimaantulopäivää (Valtioneuvoston päätös kaatopaikoista 861/1997, liite 1).

Kaasun hallinta tarkoittaa kaasun hallittua keräämistä ja käsittelyä. Käsittelyssä ja keräyksessä on muutama eri vaihtoehto, jotka ovat yleisimpiä menetelmiä kaasun hallinnassa. Kaasu voidaan kerätä penkasta vaakalinjoilla tai pystykaivoilla, joista kaasu imeetään imulinjoja pitkin biokaasulaitokselle. Laitoksella kaasusta voidaan tuottaa energiaa

alueelliseen käyttöön tai sähköverkkoon. Laitokselta kaasu voidaan toimittaa eteenpäin kaasulinjaa pitkin toiselle energiantuottajalle, joka tuottaa biokaasusta energiaa.

Laatuvaatimukset otetaan huomioon ensimmäisenä ympäristöluvassa asetetuista vaatimuksista sekä lupaa hakiessa esitetyistä asiakirjoista. Tärkeimpänä lähtökohtana pidetään luvan mukaisia määräyksiä. Ympäristöluvan perusteella laaditaan suunnitelmat ja esitetään rakenteelle laatuvaatimukset. (J. Vesterberg, henkilökohtainen tiedonanto 24.4.2017.)

Ympäristöluvan hakijan on esitettävä valvovalle viranomaiselle suunnitelmat alueen viimeistely- ja maisemointirakenteista sekä muista toimenpiteistä, joita suoritetaan käytöstä poistamisen jälkeen. Nämä suunnitelmat on toimitettava aikatauluineen Varsinais-Suomen ELY-keskukselle ennen jätteiden lopputäyttöalueen tai sen osa-alueen täyttämistä tai täytön lopettamista. Suunnitelmat on toimitettava vähintään 6 kuukautta ennen täytön lopettamista hyväksyttäväksi. Suunnitelmista tulee käydä ilmi pintarakenteen rakentamissuunnitelma, rakentamisen työtapaselostus ja laadunvalvontaohjelma. Samassa yhteydessä on myös esitettävä suunnitelma jälkihoitovaiheen valvonnasta ja tarkkailusta. Näiden suunnitelmien tulee sisältää yksityiskohtaiset tiedot rakenteisiin käytettävistä materiaaleista sekä niiden laadusta ja soveltuvuudesta pintarakenteisiin. (Lounais-Suomen ympäristökeskus 2006, 40.)

Ennen pintarakenteen rakennusvaiheen aloittamista on Varsinais-Suomen ELY-keskukselle ilmoitettava kirjallisesti ulkopuolisen riippumattoman laadunvalvojan nimi ja yhteystiedot. Hän valvoo rakennustyön suunnitellun laatutason noudattamista ja laadunvalvontasuunnitelman mukaisen laadunvalvonnan toteutumista. (Lounais-Suomen ympäristökeskus 2006, 40.)

Suunnitelmien lähettämisen yhteydessä pyydetään kommentit laadunvalvojalta. Jos materiaalit yksilöidään suunnitelmassa tarpeeksi hyvin vaihtoehtoineen, viranomainen joko hyväksyy tai hylkää ne suunnitelmista antamassaan lausunnossa. Jos materiaalivehdoiksi halutaan lausunnon antamisen jälkeen tehdä, on niihin aina haettava viranomaiselta uusi lausunto ja sitä kautta uusi hyväksyntä materiaalille. Toisessa kohteessa saattaa kelpata rakenne, joka ei toisessa kohteessa kelpaa ollenkaan. Viranomaisten perusteluja ja ohjeita on aina noudatettava. (J. Vesterberg, henkilökohtainen tiedonanto 24.4.2017.)

2.2 Ohjeet ja oppaat

Ympäristöopasta käytetään laadunvarmistuksen apuna rakennettaessa kaatopaikan eristys- ja pintarakenteita. Ympäristöoppaan ja valtioneuvoston päätöksen, sekä asetuksen kaatopaikoista perusteella on laadittu urakka-asiakirjoihin vaadittavat laatutasot ja kerrospaksuudet tulevaan pintarakenteeseen.

Ympäristöluvan ehtojen lisäksi suunnittelussa käytetään apuna ympäristöhallinnon ohjetta kaatopaikkojen käytöstä poistamisesta ja jälkihoidosta, kaatopaikkarakenteiden Infra 15-710106 ohjetta sekä muita vastaavia, näihin ohjeisiin verrattavia ohjeita ja materiaalitietoja (J. Vesterberg, henkilökohtainen tiedonanto 24.4.2017).

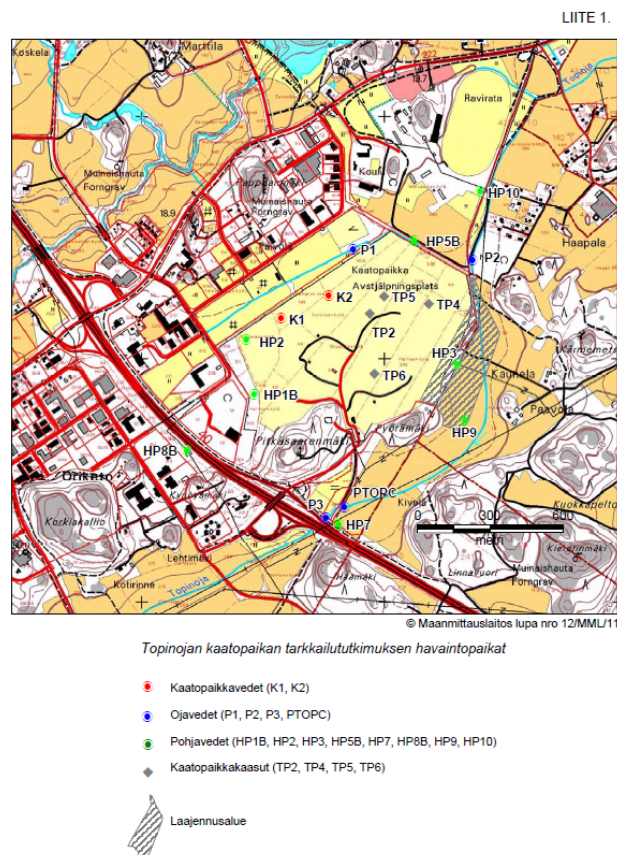
Kaatopaikan pinnan tiivistysrakenteet koostuvat monista toimintatavoitteiltaan ja ominaisuuksiltaan erilaisista materiaaleista ja muodostavat yhdessä monikerrosrakenteen. Näiden rakenteiden suunnittelu on erilaisten materiaalien ja rakennekerrosten yhteensovittamista, jotta kokonaisrakenteesta muodostuu vaatimukset täyttävä kokonaisuus. (Suomen ympäristökeskus 2002, 46.)

2.3 Topinojan kaatopaikka

Topinojan kaatopaikka otettiin käyttöön vuonna 1971. Jätekeskuksen kokonaispinta-ala on 56 hehtaaria, josta vanha suljettava kaatopaikka-alue kattaa noin 27 hehtaaria. Nykyinen käytössä oleva täyttöalue on laajuudeltaan noin 9 hehtaaria. Kaatopaikka-alueelta suotovedet eli kaatopaikkarakenteen läpi kulkeutuvat vedet kulkeutuvat neljän suotovesipumppaamon kautta tiiviiseen, vuonna 2005 valmistuneeseen tasausaltaaseen. Tasausaltaasta vedet kulkeutuvat viettoviemäriä pitkin kaupungin viemäriverkostoon. Jätetäytöstä vapautuva kaatopaikkakaasu kerätään kaatopaikkakaasun 16 pystyimukainvosta ja 11 vaakasuuntaisesta louhesalaojasta, joista kaasu otetaan talteen imulinjoja pitkin biokaasulaitokselle. Vuonna 2002 valmistuneelta biokaasulaitokselta kaatopaikkakaasu ohjataan edelleen Turku Energialle lämmöntuotantoon. Vuodesta 2003 lähtien Topinojan kaatopaikkakaasu on hyödynnetty kaukolämpöenergiana. Vuonna 2016 Topinojan biokaasulaitokselta toimitettiin kaukolämmön tuotantoon 1,5 miljoonaa Nm³ kaasua. Biokaasulaitoksen yhteydessä on myös soihtupoltin, joka on toissijainen käsittelymenetelmä kaatopaikkakaasulle. Sarlin Oy Ab suorittaa Topinojan biokaasulaitoksella kaasumittauksia kerran kuukaudessa. Mittausten perusteella Sarlin säätää kaasulinjojen

imutehoja ja laitoksen toimintaa. Kaatopaikka-alueiden sulkeminen, eli pintarakenteiden tekeminen alueille, jossa täyttötilavuus on saavutettu, pienentää huomattavasti alueella muodostuvaa kaatopaikkaveden määrää. Tämän lisäksi näiltä alueilta saadaan kerättyä paremmin myös kaatopaikkakaasut. Kaasunkeräyksen ansiosta kaatopaikkakaasujen il- malle aiheuttama kuormitus on vähentynyt puoleen. Tiiviin pintarakenteen rakentaminen erottaa jätetäytön välieristyskerroksella, joten pohjaveteen aiheutuvat kuormitukset pie- nenevät myös huomattavasti. (Lounais-Suomen Ympäristökeskus 2006, 5–23; Lounais- Suomen Jätehuolto Oy 2017, 17–19.)

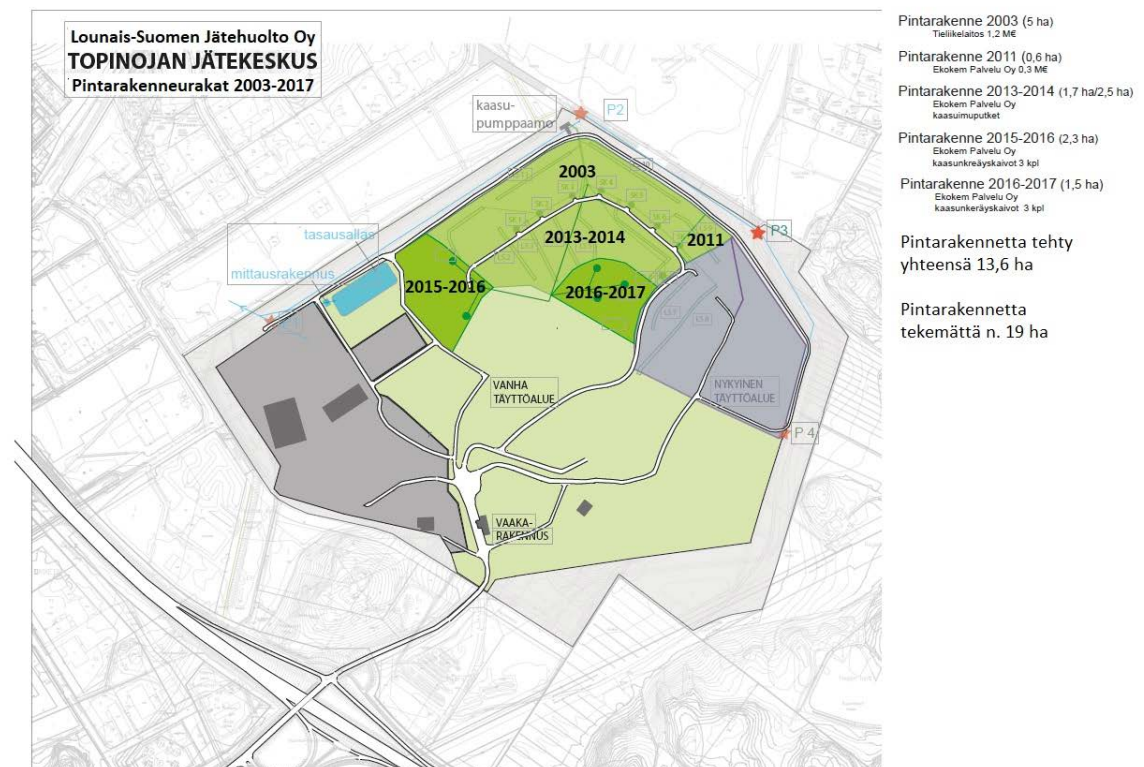
Topinojan jätekeskuksessa noudatetaan tarkkailuohjelman mukaista vesientarkkailua. Tarkkailuohjelman mukaista seurantaa tekee Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutki- mus Oy. Tarkkailu suoritetaan laajempaan joka kolmas vuosi. Viimeksi laaja tarkkailu tehtiin vuonna 2016. Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy tekee vuosittain vuosiraportin ja koontin kuluneen vuoden tarkkailusta, joka sisältää tutkimustulokset ja kartan, josta selviää tarkkailupisteiden sijainnit. Tarkkailun piirissä on kaatopaikkavedet, ojavedet ja pohjavedet. Kuvassa 1 on esitetty tarkkailututkimuksen havaintopaikat. (Lou- nais-Suomen Jätehuolto Oy 2017, 14.)



Kuva 1. Topinojan kaatopaikan tarkkailututkimuksen havaintopaikat (Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy 2017, liite 1).

Luvanhaltija on vastuussa jätekeskuksen toiminnan vaikutuksista ja vaikutusten tarkkailusta myös alueen toiminnan loppumisen jälkeen. Kaatopaikan pitäjän on vastattava kaatopaikan jälkihoidosta, pintarakenteen kunnosta, kaatopaikkakäytön, suotovesien sekä pinta- ja pohjavesien tarkkailusta niin kauan kuin se tarkkailutulosten perusteella on perusteltua, kuitenkin vähintään 30 vuotta. (Lounais-Suomen ympäristökeskus 2006, 43.)

Vanha täyttöalue poistettiin käytöstä vuonna 2007 ja sen pintarakenteet toteutetaan lohkoittain. Vanhan täyttöalueen sulkeminen viiden hehtaarin pintarakenteen rakentamisella (Tieliikelaitos) alkoi vuonna 2003, 2011 jatkettiin 0,6 hehtaaria uutta pintarakennetta (Ekokem Palvelu Oy). Vuosina 2013–2014 rakennettiin 1,7 + 2,5 hehtaaria uutta pintarakennetta (Ekokem Palvelu Oy). Kesällä 2017 valmistui vuonna 2015 alkanut pintarakenneturakka. Vuonna 2015–2016 pintarakennetta valmistui 2,3 hehtaaria, vuosina 2016–2017 1,5 ha (Ekokem Palvelut Oy, nykyinen Fortum Waste Solutions Oy). Kaikki edellä mainitut pintarakenteet on esitetty alla kuvassa 2.



Kuva 2. Pintarakenneturakat Topinojan jätekeskuksessa 2003–2017.

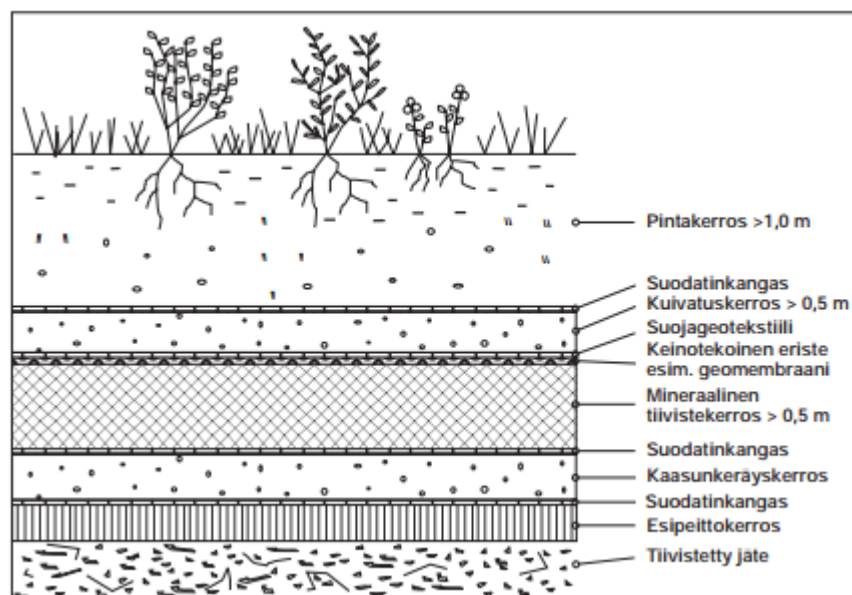
Rakentamisessa ja kaatopaikan suunnittelussa seurataan viranomaisten ohjeita, määräyksiä ja laadunvarmistusmenetelmiä. Eristys- ja tiivistysrakenteet ovat rakennuskohteita, joissa noudatetaan erityisen tarkasti laadunvarmistusmenetelmiä. Näiden

rakenteiden rakentamisessa apuna käytetään asiakirjoja, ohjeita ja oppaita. (Lounais-Suomen Jätehuolto Oy 2017.)

3 PINTARAKENTEEN MATERIAALIT JA TYÖMENETELMÄT

3.1 Yleistä

Kaatopaikan pintarakenneratkaisut on toteutettava valtioneuvoston kaatopaikkapäätöksen mukaan. Viimeistelykerrokset sisältävät tämänhetkisten kaatopaikkamääräysten mukaisesti kaasunkeräys-, tiivistys-, kuivatus- ja pintarakennekerrokset. Tarvittaessa eri rakennekerrokset erotetaan toisistaan suodatinkankaalla. Pintarakennekerrokset on ulotettava ympärysojien yli, jotta pintarakenteella suljetulta alueelta kulkeutuvat, puhtaat pintavedet, voidaan ohjata suotovesien keräysjärjestelmän ohi niskaojiin. Penkan ympäri kulkevaan ojaan rakennetaan salaoja, joka kerää täytöstä suotautuvan suotoveden käsiteltäväksi. (Lounais-Suomen ympäristökeskus 2006, 13, 44.) Valtioneuvoston päätöksessä kaatopaikoista (861/1997) määritetään kaatopaikkaluokasta riippuen erilaisia vaatimuksia kaatopaikan pintarakenteelle. Kaatopaikkaluokkia on kolmea erilaista: tavanomaisen jätteen, pysyvän jätteen, sekä ongelmajätteen kaatopaikkoja. Kaikki Lounais-Suomen Jätehuolto Oy:n kaatopaikat ovat tavanomaisen jätteen kaatopaikkoja. Kuvassa 3 on esimerkki kaatopaikan pintaeristyksen rakennekerroksista.



Kuva 3. Esimerkki kaatopaikan pintaeristyksen rakennekerroksista (Suomen ympäristökeskus 2008).

Jätetäytön pinta on muotoiltava samaan muotoon tulevan pintarakenteen kanssa. Vähimmäiskaltevuus on 5 %. Tämä pitää huolen siitä, että painumistenkin jälkeen pinnan kaltevuus on pintakuivatuksen kannalta tarpeeksi suuri. Liian jyrkät kaltevuudet aiheuttavat ongelmia penkan stabiliteetin kanssa. Liian kaltevat pinnat saattavat aiheuttaa pinnan liukumisen. Jätetäytön pintaa muotoillessa on huomioitava, että jäte tiivistyy tarpeeksi. Tämä on tärkeää, jotta voidaan välttää myöhemmin mahdollisimman hyvin painumia. (SYKE 2008, 46.)

Esipeittokerros muodostaa jätetäytön päälle tasaisen ja kantavan kerroksen, joka pystyy kantamaan sen päälle rakennettavien muiden kerrosten kuormat. Nämä kerrokset voidaan mitoittaa ja rakentaa tiiveysvaatimusten mukaisina, kun esipeittokerros on tehty huolellisesti. Esipeittokerros erottaa jätetäytön ja mineraalisen tiivistyskerroksen sekoittumisen. Kerros suositellaan tekemään ylijäämämaista tai muista luonnon maa-aineksista. Esipeittokerroksen suositeltava minimipaksuus on 30 cm. Kaatopaikan painuessa esipeittokerros on rakenne, jota useasti joudutaan muotoilemaan jälkeinpäin, jotta pinta saadaan oikeaan muotoonsa painumisen jälkeen. Esipeittokerroksen pinnan muotoilu on suoritettava ennen muiden pintarakenteiden rakentamista. Tässä kerroksessa ei saa olla kiviä, lohkareita tai muita epätasaisuuksia. Esipeittokerroksen pinnan on oltava tiivis, tasainen ja kantava. (SYKE 2008, 46–47.) Topinojan kaatopaikalla tämä kerros on tehty rakennusteollisuuden rejekteistä ja alitteista sekä lievästi pilaantuneista maista. Topinojalla kerros materiaalin levitys tapahtuu puskukoneella, jolla levitetään ja yliajetaan esipeittokerroksen materiaali. (Ekokem-Palvelu Oy 2015.)

3.2 Kaasunkeräyskerros

Kaasunkeräyskerros tulee mitoittaa kaasunläpäisevyyden ja kerrospaksuuden perusteella. Sen tulee kestää erilaisten kaasujen sekä niiden muodostamien yhdisteiden reaktioita rakenteen hajoamatta. Rakenne ei saa tukkeutua mahdollisten kaasujen mukana kulkeutuvien aineksien seurauksena. Kerroksen materiaalin tulee olla karkeaa, lajittunutta tai geosynteettistä. Jos kaasua ei muodostu jätetäytöstä tarpeeksi, on yksi vaihtoehto kaasun muodostumisen lisäämiseksi jätetäytön kasteleminen. Kastelua varten kaasunkeräyskerrokseen asennetaan syöttöputkisto, josta voidaan imeyttää jätetäyttöön esimerkiksi suotovettä. (SYKE 2008, 47.)

Kaasunkeräyskerroksen yksi vaihtoehto tehdään sorasta, minimissään 30 cm:n paksuisena kerroksena. Kaasunkeräyskerros johtaa jätetäytöstä suotautuvan veden

rakennetta ympäröiviin salaojiin. Kaasunkeräyskerros purkaa myös täytön suotoveden painetta, varsinkin luiskien alaosissa, sekä estää suotoveden purkautumisen pintakerroksen läpi puhtaiden vesien sekaan. (Lounais-Suomen ympäristökeskus 2006, 13.)

Topinojan kaatopaikalla kaasunkeräyskerros on tehty pääasiassa teollisuuden sivutuotteista, jotka on levitetty tela-alustaisella kaivinkoneella ja tiivistetty kaivinkoneen kauhalla painaen. Topinojan kaatopaikan penkassa on kasteluvedelle syöttöputkisto, mutta kastelujärjestelmään ei olla jouduttu toistaiseksi turvautumaan. Jätetäyttöön on ajateltu tällä järjestelmällä imeytettävän suotovettä tasausaltaasta. (Ekokem-Palvelu Oy 2015.)

3.3 Tiivistyskerros

Tiivistyskerros estää kaasua purkautumasta rakennekerrosten läpi pois kaasunkeräyskerroksesta. Se on koko pintarakenteen toiminnan kannalta kriittisin kerros. Tätä kerrosta rakennettaessa on kiinnitettävä erityisen tarkkaa huomiota suunnitelmalliseen rakentamiseen sekä huolellisuuteen. Tiivistyskerros ei saisi halkeilla. Halkeilua saattaa esiintyä routimisen, kuivumisen, kemiallisen muuntumisen tai painumisen seurauksena. Halkeilleen tiivistyskerroksen vedenläpäisevyyskerroin ei ole lähelläkään vaadittua, vaan se menettää ominaisuutensa täysin halkeillessaan. Halkeilu aiheuttaa kaasun hallitsemattoman purkautumisen pintarakenteen läpi ja näin estää rakenteen toivotunlaisen toiminnan. Vedenläpäisevyydelle ei ole kaatopaikkamääräyksissä annettu miniarvoa, mutta tiivistyskerroksen minimipaksuus on 0,5 m. (SYKE 2008, 47–49.)

Vedenläpäisevyysvaatimus voidaan määrittää kahdella eri tavalla: joko rakenteen tehokkuuden mukaisesti tai jätetäyttöön päästettävän veden määränä. Toisessa tavassa rakenne mitoitetaan sen mukaan, kuinka paljon rakenteeseen halutaan päästää vettä, ja vedenläpäisevyysarvo määritetään tämän mukaisesti. (SYKE 2008, 47–49.)

Tiivistyskerroksessa materiaaleina voidaan käyttää savea, silttiä, silttimoreenia tai maabentoniittiseosta. Kerros voidaan vaihtoehtoisesti tehdä myös geosynteettimateriaaleista tai laatuvaatimukset täyttävistä teollisuuden sivutuotteista. Tiiveysvaatimukset täyttävästä materiaalista on osoitettava laboratorionkokeet ja se on testattava koerakenteissa. Tiivistyskerros suojataan tiivistämisen jälkeen välittömästi kuivumiselta, eroosiolta ja jäätymiseltä. Töiden seisokkeja on vältettävä, jotta kerros ei kuivu tai kastu liikaa. Mikäli näin kaikesta huolimatta kuitenkin käy, on vioittunut materiaali vaihdettava vaatimukset täyttävään materiaaliin. Tiivistysrakenteen (jos se on savea) materiaalin tulee olla

homogeenista, eikä siinä saa olla yli 32 mm kiviä. Varastoitaessa materiaali tulee tarvittaessa peittää tai suojata jäätymiseltä, kuivumiselta ja kastumiselta. (SYKE 2008, 47–49.)

Tavanomaisen jätteen kaatopaikalla mineraalisen tiivistysrakenteen paksuuden on oltava vähintään 0,5 m, ja sen vedenläpäisevyyden k -arvon tulee olla pienempi kuin $1 \cdot 10^{-9}$ m/s. Vaihtoehtoisia materiaaleja tiivistyskerrokseen ovat ohennettu mineraalieriste, bentoniittimatto, näiden yhdistelmä rakenne tai muu korvaava materiaali. Rakenteet voidaan tehdä ohuempinakin kuin mitä minimipaksuus määrää, mutta silloin materiaalin soveltuvuus tiivistysrakenteeseen on osoitettava asianmukaisin laboratorionkokein ja koe-käytöllä. Jos mineraalinen tiiviste korvataan muulla materiaalilla, on sille haettava asianmukainen ympäristölupa, sekä sen on täytettävä perusratkaisulle esitetyt vaatimukset. Viranomaisen voi vaatia paksumpiakin kerrospaksuuksia, ja tällöin näitä vaatimuksia on noudatettava. (SYKE 2008, 47–49.)

Puolen metrin tiivistyskerros voidaan tehdä esimerkiksi murskebentoniittimaasta. Sen tarkoitus on estää sadevesien imeytyminen jätetäyttöön ja ohjata jätetäytössä muodostuvaa biokaasua kaasunkeräysjärjestelmiin, eli pystykaivoihin tai louhesalaojiin (Lounais-Suomen ympäristökeskus 2006, 13).

Topinojalla tiivistyskerros on tehty 0,5 metrin paksuisesta kerroksesta mineraalista materiaalia eli savea, jonka vedenläpäisevyys $K < 1 \cdot 10^{-9}$ m/s. Tiivistyskerros on liipattu sileäksi kaivinkoneen kauhalla ja peitetty välittömästi liippauksen jälkeen. (Ekokem-Palvelu Oy 2015.)

3.4 Kuivatuskerros

Kuivatuskerroksen tehtävä on alentaa tiivistyskerrokseen kohdistuvaa vedenpainetta sekä johtaa pintakerrosten läpi suotautuvaa sadevettä pois rakenteesta. Kuivatuskerroksen materiaalin tulee olla hyvin vettä läpäisevää sekä eroosiokestävä. Kerroksen tulee estää liukuminen luiskissa. Kuivatuskerroksen pinta on suojattava suodatinkankaalla rakenteesta riippuen, jotta kerros ei tukkeudu. Valtioneuvoston päätöksen (Valtioneuvoston päätös kaatopaikoista 861/1997) mukaan kuivatuskerroksen minimipaksuus on 0,5 m. Suositeltava vedenläpäisevyys materiaalille on $k > 1 \cdot 10^{-3}$ m/s ja vähimmäiskaltevuus 5 %. Materiaalin vedenläpäisevyys voidaan todentaa laboratorionkokeilla. Vaihtoehtoisena materiaalina kiviaineksille voidaan käyttää esimerkiksi rengasrouhetta tai

salaojamattoa. Rengasrouheella kuivatuskerrosta rakennettaessa kerrospaksuuden minimi on 25 cm ja rouheen maksimi palakoko on 10 cm. Ulos tulevien terästen maksimipituus on 5 cm. Rengasrouheen päälle tulee aina asentaa suodatinkangas tukkeutumisen ja sekoittumisen estämiseksi. (SYKE 2008, 51–52.) Kuivatuskerroksessa sadevedet johdetaan niskaojaan ja niiden kulkeutuminen jätetäyttöön estetään. Tämä vähentää suotovesien muodostumisen määrää. (Lounais-Suomen ympäristökeskus 2006, 13.) Topinojalla kuivatuskerros on tehty rengasrouheesta, jonka kerrospaksuutena on käytetty 650 mm (Ekokem-Palvelu Oy 2015).

3.5 Pintakerros

Pintakerroksen minimipaksuus on 1,0 m. Pintakerros koostuu alemmasta pintakerroksesta sekä kasvukerroksesta (Lounais-Suomen ympäristökeskus 2006, 13). Pintakerros suojaa mineraalista tiivistyskerrosta routimiselta ja kuivumiselta, vähentää jätteisiin suotautuvan sade- ja sulamisveden määrää, tasoittaa valuntaa, edistää pintavaluntaa, turvaa pintakerroksessa kasvavan kasvillisuuden vedensaannin sekä suojaa alempia rakennekerroksia kasvien juurilta. Pintakerros hapettaa biologisesti penkasta vapautuvaa metaania ja hajukaasuja sekä estää vesi- ja tuulieroosiota. Hyvin maisemoidun ja istutetun pintakerroksen avulla täyttöalue saadaan maisemoitua ympäröivään alueeseen ja se saadaan esteettisemmäksi. Siisti pintakerros lisää myös penkan jatkokäyttömahdollisuuksia. Pintakerros vaikuttaa myös osaltaan palovaaraan pienentävästi sekä estää jätteiden, roskien ja pölyn leviämisen penkalla. Kerros tehdään luonnonmaasta, jolla ominaisuutena on hyvä vedenpidätyskyky. (SYKE 2008, 52.)

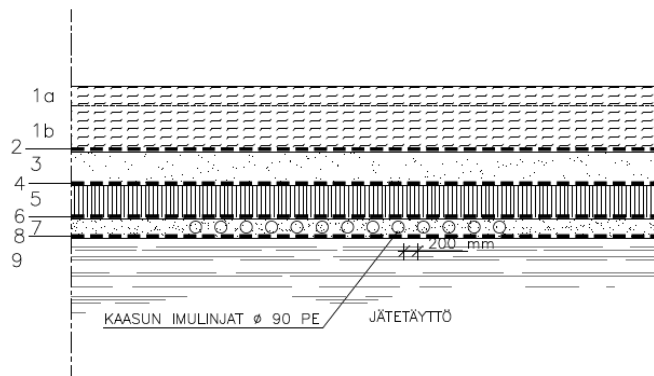
Kasvukerros on pintakerroksen osa, johon pystytään istuttamaan kasvillisuutta ja sen avulla maisemoidaan täyttöaluetta maisemointitavoitteiden mukaisesti. Kasvukerrosta voidaan nurmettaa tai siihen voidaan istuttaa kasveja, joiden juuret eivät ylety tiivistyskerrokseen asti. Kerrospaksuuden lisääminen sallii pidempijuuristen kasvien istutuksen kasvukerrokseen. Kasvukerroksessa kasvava kasvillisuus lisää veden haihduntaa täyttöalueen pinnalta, ja tämän seurauksena pintakerroksen läpi suotautuu entistä vähemmän sadevettä. Istutettujen ja kasvavien kasvien juuret sitovat pintakerroksen rakennetta ja hillitsevät näin omalta osaltaan eroosiota. Kasvukerros tehdään humusmaasta tai muusta sopivasta kasvualustasta. Kaatopaikalle, joka on poistettu käytöstä ja joka on suljettu pintarakenteilla, ei ole suositeltavaa istuttaa korkeaksi kasvavia puita. (SYKE 2008, 52–53.) Topinojan kaatopaikalla pintakerros on rakennettu kahdessa eri

vaiheessa. Kerrospaksuus alemmalle pintakerrokselle on ollut 700 mm, jonka päälle on tehty 300 mm paksu kasvukerros. Kummankin kerroksen tiivistys on suoritettu telakavinkoneella yliajamalla. (Ekokem-Palvelu Oy 2015.)

3.6 Rakennekerrosten erottelu

Kaikkien rakennekerrosten väliin on Topinojalla levitetty luokan N2 suodatinkangas estämään rakennekerrosten sekoittumista keskenään sekä rakeisempien rakennekerrosten tukkeutumista. Kuvassa 4 on esitetty Topinojan jätekeskuksen pintarakenteiden tyyppirakenne.

PINTARAKENNE;



1000 mm	1	PINTAKERROS
	1a	kasvukerros 300 mm
	1b	pintakerros 700 mm
	2	SUODATINKANGAS N 2
500 mm	3	KUIVATUSKERROS rengasrouhe (650mm)
	4	SUODATINKANGAS N 2
500 mm	5	TIIVISTYSKERROS $K < 1 \times 10^{-9} \text{ m/s}$
	6	SUODATINKANGAS N2
300 mm	7	KAASUNKERÄYSKERROS jalostettu ja prosessoitu arinakuona
	8	SUODATINKANGAS N2
	9	ESIPEITETTY JÄTETÄYTTÖ

Kuva 4. Topinojan jätekeskuksessa käytetyn pintarakenteen tyyppirakenne.

3.7 Laadunvarmistus

Urakoitsija laatii ennen rakennustöiden aloittamista laadunvalvontasuunnitelman, jota noudatetaan koko urakan keston ajan. Laadunvalvontasuunnitelma perustuu

suunnittelijan laatimiin suunnitelmiin. ELY-keskukselle on toimitettava urakoitsijan laadunvalvontasuunnitelma, jossa on kuvattu tarkasti kaikkien rakenteiden osalta tehtävät laadunvalvontatoimenpiteet, mitattavat parametrit, mittausmenetelmät, mittaustiheydet, laatuvaatimukset, toleranssit ja reagointi laadunvalvontaan liittyvissä poikkeamatapauksissa. Riippumaton laadunvalvoja valvoo, että rakennustyöt suoritetaan suunnitelmien ja ympäristöluvan mukaisesti. (Varsinais-Suomen ELY-keskus 2015.)

Suunnitelmissa esittämättömistä tai esityksistä poikkeavista materiaaleista tulee aina toimittaa tiedot materiaalien teknisistä ominaisuuksista, ja jättemateriaaleja käytettäessä tulee toimittaa tiedot myös kaatopaikkakelpoisuudesta riippumattomalle laadunvalvojalle. Riippumaton laadunvalvoja toimittaa tiedot hyväksyttäväksi ELY-keskukselle. Materiaaleja ei saa käyttää rakenteeseen ennen, kuin ELY-keskus on hyväksynyt niiden käyttämisen rakenteessa. Tilaajan tulee laatia pintarakenneurakan valmistuttua laadunvarmistuksen loppuraportti, jonka tulee sisältää projektin aikaiset laadunvalvontaraportit ja -dokumentit sekä tehtyjen rakennustöiden kuvaukset. Loppuraportti toimitetaan Varsinais-Suomen ELY-keskukselle viimeistään kolmen kuukauden kuluessa rakennustöiden valmistumisesta. (Varsinais-Suomen ELY-keskus 2015.)

Urakoitsijan laatimassa laadunvalvontasuunnitelmassa esitetään urakoitsijan laadunvarmistustoimenpiteet hyvän lopputuloksen saavuttamiseksi. Urakoitsija suorittaa mittaukset kaikista rakenteiden valmiista pinnoista GPS- tai takymetrilaitteilla. Mittaukset suoritetaan urakoitsijan mittaussuunnitelman mukaisesti. Kaikki laadunvarmistustoimenpiteet dokumentoidaan huolellisesti; työmaalla havaitut poikkeamat kirjataan työmaapäiväkirjoihin ja laboratoriossa havaitut poikkeamat laboratorion tietokantaan. Urakoitsijan laadunvalvontasuunnitelmassa urakoitsija on kirjannut käyttävänsä vähintään yhdessä työkoneessa GPS-pohjaista mittalaitetta, jolla mittaukset pääosin työmaalla hoidetaan. (Ekokem-Palvelu Oy 2015.)

4 TOTEUTUSVAIHTOEHDOT

4.1 Vaihtoehto 1

Vaihtoehdossa 1 päätoteuttaja kilpailutetaan hankintalain mukaisesti ja kaikki rakentamiseen liittyvä materiaali varastoidaan Topinojan jätekeskuksen alueella tilaajan eli LSJH:n osoittamassa paikassa. Varastointialue on luovutettu urakoitsijan käyttöön urakan ajaksi. Topinojalla jätekeskuksen alueella tehdyt, aikaisemmat pintarakenneurakat on kaikki toteutettu edellä kuvaillulla tavalla.

Topinojalla materiaalien välivarastointialueet ovat vähentyneet täyttöalueen täyttymisen myötä. Vanha täyttöalue, jolle ollaan rakentamassa pintarakenteita, alkaa olla esitäytön osalta valmistumassa, ja tämä alue viimeistellään pintarakenteilla. Jos tälle alueelle on mahdollista vastaanottaa joitakin kerrosmateriaaleja ja osa materiaaleista saataisiin alueella otettua vastaan, onnistuisi toteutus vaihtoehdon 1 mukaisesti. Materiaalien hankinta on vaihtoehdossa 1 urakoitsijan vastuulla.

4.2 Vaihtoehto 2

Vaihtoehdossa 2 päätoteuttaja kilpailutetaan hankintalain mukaisesti samaan tapaan kuin vaihtoehdossa 1. Tässä vaihtoehdossa urakoitsijalla on vastuu materiaalien välivarastoinnista. Urakoitsijan on tässä vaihtoehdossa vuokrattava tai heillä tulee olla aluetta, jossa jätteeksi luokiteltavat pintarakennemateriaalit ja puhtaat rakennemateriaalit voidaan varastoida urakan keston ajan. Tämä aiheuttaa vaikeuksia alueen hankinnassa sekä materiaalien kuljetuksessa välivarastoalueelta rakenteeseen.

Materiaalien välivarastoinnissa lähtökohtana tulisi olla, että jätteeksi luokiteltavat materiaalit (esim. kuonat ja rengasrouhe) välivarastoidaan alueella, joka on tarkoitettu jätteiden käsittelyyn (esim. ympäristölupa, joka mahdollistaa kyseisten jätteiden varastoinnin). Jätteiden varastointialueen tulee olla lupamääräysten mukainen (esim. varastointialueen vedet kerätään yhteen (pinnoitukset ja viemäroinnit) ja johdetaan jätevesiviemäriin tai muuten asianmukaiseen käsittelyyn). (F. Klingstedt, henkilökohtainen tiedonanto 16.11.2017.)

Puhtaiden maiden välivarastointi ei vaadi muita lupia kuin mahdollisesti kaupungilta maisematyöluvan maiseman muuttamisesta. Tämä riippuu tietenkin paikasta, johon on tarkoitus maa-aineksia välivarastoida. Sopivan partnerin tai maanomistajan löytäminen, joka tarjoaa maa-aluettaan käytettäväksi, voi olla vaikeaa löytää. Tässäkin vaihtoehdossa aumaus luultavasti vaatisi maisematyölupia. (K. Pakarinen, henkilökohtainen tiedonanto 23.11.2017.)

4.3 Vaihtoehto 3

Vaihtoehdossa 3 LSJH hankkii ja välivarastoi materiaalit tai osan materiaaleista esimerkiksi tytäryhtiönsä, Kiertomaa Oy:n, alueella ja vastaa siitä, että varastossa on tarpeeksi materiaalia urakoitsijan esteettömään toimintaan.

Tarkoituksena on edistää tasa-arvoista kilpailua, ja nykyinen toteutustapa on suuri riski pienemmille urakoitsijoille, koska materiaalien saanti on epävarmalla pohjalla. Kun LSJH tarjoaa urakoitsijalle materiaalit, pienentää se kynnystä ja pienempien koneurakoitsijoiden riskiä lähteä mukaan tarjouskilpailuun.

Ekokem Palvelut Oy:lla (nykyinen Fortum Environmental Construction Oy) on aikaisemmissa urakoissa ollut erittäin hyvä kilpailuasema. Tulevissa urakoissa, kun heistä on tullut osa Fortum Oy:n organisaatiota, heidän kilpailuasemansa paranee entisestään, koska he saavat suoraan omista jätteenpolttolaitoksistaan esimerkiksi kaasunkeräysmateriaalin. Mikäli LSJH pystyisi tarjoamaan esimerkiksi kaasunkeräyskerroksen, kuivatuskerroksen ja tiivistyskerroksen materiaalit valmiiksi esitutkittuina, pienentäisi tämä huomattavasti pienempien koneurakoitsijoiden riskiä lähteä mukaan. Pintakerroksen materiaaleja on suhteessa helppo saada, ja niitä on markkinoilla paljon verrattuna testattuihin kaasunkeräysmateriaaleihin.

Kaasunkeräyskerrosmateriaali on ainoa kerrosmateriaali, jossa saattaa olla useita eri materiaalivaihtoehtoja. Mahdollisia paikkoja, joissa kaasunkeräysmateriaalia voisi olla tarjolla, ovat Vaasassa Westenergy Oy Ab:n jätteenpolttolaitos, Vantaalla Vantaan Energia Oy:n jätevoimala ja Tampereella Tammervoima Oy:n hyötyvoimalaitos. Jos edellä mainituilla toimijoilla olisi tarjolla jätteenpolton pohjakuonaa, voisi LSJH esitutkia, välivarastoida ja hankkia materiaalin urakoitsijaa varten.

Tiivistyskerroksen materiaali ja pintakerroksen materiaali ovat Kiertomaa Oy:n alueella valmiina tai LSJH hankkii materiaalit alueelle. Kiertomaa Oy:llä tulee olemaan tarjolla pintamaita, jotka saattavat olla käyttökelpoisia pintakerroksien materiaaleiksi. Tiivistyskerroksen materiaalia on Kiertomaa Oy:n alueella tarpeeksi, jos se ominaisuuksiltaan vain vastaa vaatimuksia.

5 JOHTOPÄÄTÖKSET

Vaihtoehdoissa 1 ja 2 LSJH toimii aiempien urakoiden toteutustavan mukaisesti tilaajan/rakennuttajan roolissa ja päätoteuttajan ja urakoitsijan roolit ovat kilpailutettavalla yrityksellä. Tilaajan ja rakennuttajan roolissa LSJH:lla on vähemmän velvollisuuksia, koska päätoteuttajalla on vetovastuu työmaasta. Päätoteuttajan rooleihin kuuluu työntekijäilmoitukset, sekä työntekijälistan ylläpito koko urakan ajan sekä näihin liittyvät ilmoitukset verottajalle. Päätoteuttajan roolin kuuluu myös työmaan aikataulutuksen hallinta, sekä työn eri vaiheiden yhteensovittaminen. Vaihtoehdossa 3 LSJH toimisi urakan päätoteuttajana. Päätoteuttajan on laadittava myös suunnitelmat eri työvaiheista, työmaan järjestyistä, turvallisuudesta, laadunvalvonnasta sekä esimerkiksi työmaalla suoritettavista mittauksista. Nämä päätoteuttajan velvoitteet lisäävät urakkaan liittyvää työmäärää, kun aikaisemmin tilaajan/rakennuttajan roolissa ainoastaan turvallisuuskoordinaattorin tehtävä ja tilaajan/rakennuttajan velvoitteet ovat työllistäneet. Päätoteuttajalla on vastuu koko työmaasta ja sen toiminnasta, se lisää työmäärää.

Vaihtoehdossa 3 LSJH suorittaa ennakkotestit ja työnaikaiset mittaukset materiaalien laadun valvomiseksi. Materiaaleille on tietyt laatuvaatimukset ja niitä on tutkittava jatkuvasti tietyin kuorma/tonni välein. Materiaaleista on teetettävä laboratoriokokeita, sekä muita ominaisuustutkimuksia koko työn keston ajan. Nämä jatkuvat laadunvalvontatoimenpiteet työllistävät vaihtoehdossa 3. Vaikka kokeet ja testaukset suorittavat laboratoriot, silti näytteenotto ja kuormien tarkastus ovat LSJH:n vastuulla. Työnaikaisia mittauksia suorittaa ulkopuolinen taho, joten tämä työvaihe ei aiheuta suoraan LSJH:lle lisätyötä, mutta mittaussuoritteet ja muut laadunvalvontatoimenpiteet on kasattava yhteen ja tämä tehtävä on päätoteuttajalla.

Materiaalien saatavuuden vaikeus on asia, joka aikaisemmin on rajoittanut tarjouksen jättävien toimijoiden määrään. Tämä on asia, johon LSJH pyrkii vaikuttamaan vaihtoehdon 3 mukaisella toteutustavalla. Vaihtoehdossa LSJH hankkii kaiken materiaalin ja varastoi sen urakoitsijan käyttöön ja tämän seurauksena materiaalien saatavuus ei ole riski tarjoavalle toimijalle. Tältä osalta vaihtoehto 3 lisää kilpailun laajuutta ja tarjoavien toimijoiden määrää. Vaihtoehtojen 1 ja 2 mukainen toteutustapa rajaa tarjoajat muutamaa toimijaan, jotka pystyvät ottamaan riskin materiaalien hankinnasta. Tämä ei ole tasavertaisen kilpailutuksen tavoite. Toisaalta LSJH:n työmäärä materiaalien varastoinnin ja hankinnan eteen vaatii enemmän ajankäyttöä ennen urakan alkua, sekä mahdollisesti

sen aikanakin. Saako LSJH kaikkia materiaaleja urakoitsijan käyttöön tarpeeksi ja täytävätkö materiaalit niille asetetut laatuvaatimukset. Esimerkiksi Turun toriparkin alkavat rakennustyöt 2018 tai Kiertomaa Oy:n alueelta saatava tiivistyskerroksen materiaali savi voi olla mahdollisuus tarpeellisten materiaalmäärien hankkimiseksi tiivistyskerrokseen.

Materiaalien varastointi on haasteena kaikissa vaihtoehdoissa. Vaihtoehdossa 1 materiaali varastoitaisiin Topinojan alueella, joka ei todennäköisesti onnistu tulevissa urakoissa. Vaihtoehdon 2 mukaisessa toteutustavassa varastointi on kokonaan urakoitsijan vastuulla ja tämä näkyy varmasti urakkahinnassa ja saattaa vaikuttaa tarjoavien toimijoiden määrään. Riski alueiden hankinnasta jää kuitenkin urakoitsijalle. Vaihtoehdossa 3 LSJH:lla olisi mahdollisuus varastoida esimerkiksi Kiertomaa Oy:n alueella osa materiaaleista ja osa saataisiin mahtumaan Topinojan alueelle. Kuljetusmatkat olisivat tässä toteutustavassa lyhyet ja materiaalit saadaan tarvittaessa nopeasti rakenteeseen. Vaihtoehdossa 2 urakoitsijan varastointialueen etäisyys rakennuspaikkaan saattaa kasvaa käytössä olevien alueiden puutteen vuoksi ja materiaalien kuljetusmatkat kasvavat.

Vaihtoehdossa 3 kustannuksia LSJH:lle aiheuttavat mittaus ja laadunvalvontatoimenpiteet sekä materiaalien hankinnat ja kuljetukset varastointialueille. Myös henkilöstöressurssien lisäämiseen on varauduttava, koska työmaan kokonaisvaltainen hallinta päätoteuttajan roolissa lisää työmäärää ja se ei normaalin työn lisäksi onnistu nykyisellä työntekijämäärällä. Päätoteuttajan muiden velvollisuuksien täyttäminen lisää myös työmäärää ja näiden töiden tekemiseen tarvitaan uusi työntekijä. Muissa vaihtoehdoissa urakkahinnan lisäksi ei kustannuksiin tule yllätyksiä, mutta aikaisempiin urakoihin verrattuna pienten varastointialueiden takia hinta on varmasti korkeampi.

Urakoitsijoiden saatavuus vaihtoehdossa 3 on varmasti paras, koska työ sisältää pelkästään konetöitä ja riskit materiaalien hankinnasta ja varastoinnista on tilaajalla. Kilpailu laajentuu ja pienempienkin koneurakoitsijoiden on mahdollisuus tarjota urakkakilpailussa. Kilpailun lisääminen vaikuttaa myös urakkahintoihin laskevasti. Vaihtoehdojen 1 ja 2 mukaisissa toteutustavoissa tarjoavien urakoitsijoiden määrä pysyy suurten riskien takia pienenä. Vain muutamilla yrityksillä on valmiudet kaikkien materiaalien hankintaan. Fortum Environmental Construction Oy on selvästi muita edellä ja sillä on tarjouskilpailussa suuri etu.

Tähän hankkeeseen on tehty kustannusvertailu. Kustannusvertailu on liitteissä 1 ja 2. Se on salainen.

LÄHTEET

Lounais-Suomen Jätehuolto Oy 2017. Topinojan jätekeskuksen ympäristöraportti 2016. Viitattu 30.10.2017 lsjh.e-julkaisu.fi > Vastuu > Ympäristövastuu > Topinojan ympäristöraportti 2016.pdf.

Lounais-Suomen Jätehuolto Oy 2017. Lounais-Suomen Jätehuolto Oy. Viitattu 30.10.2017 www.lsjh.fi > Yritys ja ympäristö > Lounais-Suomen Jätehuolto Oy.

Lounais-Suomen Jätehuolto Oy 2017. Viitattu 4.11.2017 www.lsjh.fi > Neuvonta > Jätteiden ABC.

Lounais-Suomen Jätehuolto Oy 2017. Viitattu 4.11.2017 www.lsjh.fi > Neuvonta > Jätteiden ABC > Loppujäte.

Lounais-Suomen Jätehuolto Oy 2017. Viitattu 2.11.2017 lsjh.e-julkaisu.fi/vuosikatsaus2015 > Palvelut > Jätteen käsittely ja hyödyntäminen.

Lounais-Suomen Jätehuolto Oy 2017. Topinojan jätekeskuksen ympäristöraportti 2015. Viitattu 17.4.2017 lsjh.e-julkaisu.fi > Vastuu > Ympäristövastuu > Topinojan ympäristöraportti 2015.pdf.

Lounais-Suomen ympäristökeskus 2006. Ympäristölupapäätös 36 YLO LOS-2004-Y-1106-121. Saatavilla sähköisesti osoitteessa [http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Asiointi_luvat_ja_ymparistovaikutusten_arviointi/Luvat_ilmoitukset_ja_rekisterointi/Ymparistolupa/Entisen_LounaisSuomen_ymparistokeskuksen\(26477\)](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Asiointi_luvat_ja_ymparistovaikutusten_arviointi/Luvat_ilmoitukset_ja_rekisterointi/Ymparistolupa/Entisen_LounaisSuomen_ymparistokeskuksen(26477)).

Suomen ympäristökeskus 2002. Kaatopaikan tiivistysrakenteet. Ympäristöopas 36. Helsinki: Edita Prima Oy.

Suomen ympäristökeskus 2008. Kaatopaikkojen käytöstä poistaminen ja jälkihoito. Ympäristöhallinnon ohjeita 1/2008. Ympäristönsuojelu. Helsinki: Vammalan kirjapaino Oy. Saatavilla sähköisesti osoitteessa https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10138/41544/SYKE_OH_1_2008.pdf?sequence=2.

Valtioneuvoston asetus kaatopaikoista 2.5.2013/331. Saatavilla sähköisesti osoitteessa <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2013/20130331>.

Valtioneuvoston päätös kaatopaikoista 861/1997. Annettu Helsingissä 4.9.1997. Saatavilla sähköisesti osoitteessa <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1997/1997>