

Opinnäytetyö (AMK)

Rakennustekniikka

Infratekniikka

2013

Milla Mäentaka

LAATUSUUNNITELMA

– Turun Seudun Jätehuolto Oy



TURUN AMMATTIKORKEAKOULU
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Turun ammattikorkeakoulu
Tekniikka, ympäristö ja talous
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Infratekniikka
Milla Mäentaka
Opinnäytetyö

LAATUSUUNNITELMA

-Turun Seudun Jätehuolto Oy

Hyväksytty

Turussa ____/____ 2013

Valvoja

DI Pirjo Oksanen

Koulutuspäällikkö

Tekn. lis. Esa Leinonen

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennustekniikka | Infratekniikka

Syksy 2013 | 40

Ohjaajat: DI Pirjo Oksanen (Turun ammattikorkeakoulu), Insinööri (AMK) Patrik Jalonen (Turun Seudun Jätehuolto Oy)

Milla Mäentaka

LAATUSUUNNITELMA -TURUN SEUDUN JÄTEHUOLTO OY

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli luoda Turun Seudun Jätehuolto Oy:lle toimiva, ja eri rakennuskohteisiin soveltuva laatusuunnitelma. Laatusuunnitelman tuli olla tarpeeksi kattava ja monipuolinen, jotta sitä voidaan soveltaa myös muihin kaatopaikoilla toteutettaviin, vaativiin rakennusurakoihin.

Työhön koottiin kaikki tilaajan näkökulmasta merkittävät asiat, joiden tarkoituksena on helpottaa urakan toteutusta ja valvontaa. Materiaaleina käytettiin EKOKEM Oy:n ja FCG Finland Oy:n toteuttamia laatusuunnitelmia ja -asiakirjoja, ympäristöhallinnon oppaita ja ohjeita, Infra RYL säädöksiä sekä lainsäädäntöä. Myös työmaalla tehtäviä havaintoja käytettiin hyväksi. Työstä tehtiin mahdollisimman tarkka ja yksityiskohtainen jotta sen avulla voitaisiin toteuttaa suunnitelmien mukainen, toimiva ja kestävä pintarakenne.

Laatusuunnitelman merkitys korostuu vaativissa rakennusurakoissa. Kuitenkin yleispätevän laatusuunnitelman tekeminen on hankalaa ja siksi se tulisikin aina päivittää jokaisen urakan kohdalla erikseen, jotta se helpottaa kaikkien osapuolien työskentelyä ja parantaa työn lopputuloksen laatua.

ASIASANAT:

laatusuunnitelma, kaatopaikan peitto, pintarakenne

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Civil Engineering | Community Infrastructure Engineering

Autumn 2013 | 40

Instructors: Pirjo Oksanen M.Sc. (Turku University of Applied Sciences), Engineer (AMK) Patrik Jalonen (Turun Seudun Jätehuolto Oy)

Milla Mäentaka

QUALITY PLAN -TURUN SEUDUN JÄTEHUOLTO OY

The purpose of this thesis was to create a working quality plan which could be applied to different building projects for Turun Seudun Jätehuolto Oy. The quality plan was to be sufficiently extensive and versatile to be used also in other demanding building projects in landfills.

In this thesis all the important things are collected whose purpose is to simplify the execution and supervision of the contract. As materials the quality plans of EKOKEM Oy and FCG Finland Oy, guides and instructions by the environment administration, Infra RYL regulations and relevant legislation were used. Also site observations were exploited. The thesis was made as precise and detailed as possible so it would help to produce a designed, functional and durable surface structure.

The significance of the quality plan is emphasized in demanding building projects. However, making a generic quality plan is very difficult and that is why it should be updated for each project. That way, it would simplify the working of all parties and improve the quality of the work.

KEYWORDS:

quality plan, landfill cover, surface structure

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	7
2 KAATOPAIKAN LOPETUS	8
2.1 Yleistä	8
2.2 Historia	8
2.3 Lainsäädäntö ja asetukset	9
2.4 Pintarakenne	12
2.4.1 Esipeittokerros	12
2.4.2 Kaasunkeräyskerros	13
2.4.3 Tiivistyskerros	13
2.4.4 Kuivatuskerros	14
2.4.5 Pintakerros	15
2.4.6 Kasvillisuus ja jälkikäyttö	15
2.5 Laadunvarmistus	16
2.6 Laadunvarmistussuunnitelma	17
3 TOPINOJAN PINTARAKENNEURAKKA	18
3.1 Lainsäädäntö ja viranomaispäätökset	18
3.2 FCG Oy:n laadunvalvontasuunnitelma	18
3.3 EKOKEM Oy:n laatusuunnitelma	19
4 TSJ OY:N LAATUSUUNNITELMA	20
4.1 Yleistä	20
4.2 Noudatettavat asiakirjat	20
4.3 Tarkastukset ja katselmukset	21
4.4 Työmaasuunnitelma	22
4.5 Aikataulu	22
4.6 Dokumentointi	23
4.7 Mittaukset	24
4.8 Aliurakoitsijat	26
4.9 Materiaalit	26
4.10 Työvaiheet ja työmenetelmät	27
4.11 Toimenpiteet poikkeamatilanteissa	27
4.12 Suodatinkangas	28

4.13 Kaasunkeräyskerros	29
4.13.1 Imuputkisto	29
4.13.2 Kaasukaivot	30
4.14 Tiivistyskerros mineraalieristeestä	30
4.15 Kuivatuskerros	34
4.15.1 Kuivatuskerros kiviaineksesta	35
4.15.2 Kuivatuskerros rengasrouheesta	35
4.16 Pintakerros	36
4.16.1 Kasvualustan alaosa	36
4.16.2 Kasvualustan yläosa	37
4.17 Loppuraportti	38
5 JOHTOPÄÄTÖKSET	39
LÄHTEET	40

1 JOHDANTO

Työn tavoitteena oli laatia Turun Seudun Jätehuolto Oy:lle oma laatusuunnitelma koskien kaatopaikkarakentamista. Työhön kerättiin kaikki pääkohdat niin lainsäädännön asettamista vaatimuksista kuin olemassa olevista ohjeista sekä viranomaisten päätöksistä. Apuna käytettiin myös työmaalla tehtyjä havaintoja ja kokemuksia sekä suunnittelijan että urakoitsijan tekemiä laatu- ja työsuunnitelmia.

Laatusuunnitelman tulee olla tarpeeksi kattava ja monipuolinen taatakseen työn hyvän laadun urakasta riippumatta. Laatusuunnitelman tulee olla sovellettavissa pienillä muutoksilla myös mahdollisiin tuleviin urakoihin.

Asiaa tarkastellaan nyt käynnissä olevan kaatopaikan peittourakan näkökulmasta ja sen laatudokumentteja hyväksi käyttäen. Myös kaikki mahdolliset havainnot ja seurannat tullaan tekemään kyseisestä urakasta.

Turun Seudun Jätehuolto Oy on vuonna 2004 perustettu kunnallinen liikelaitos, jonka omistus koostuu 14:sta eri kunnasta. TSJ:n toiminnan piiriin kuuluu noin 330 300 asukasta, kotitalouksia on noin 180 000. Vuonna 2012 TSJ:n liikevaihto oli noin 18 597 288 euroa.

Keväällä 2011 käynnistyi Topinojan jätekeskuksella vanhan täyttöalueen peittourakka. Työ koostuu kahdesta erillisestä urakasta, kaasunkeräyskerroksen sekä lopun pintarakenteen rakentamisesta. Tässä työssä niitä käsitellään kuitenkin yhtenä yhtenäisenä työnä. Rakennustyöt tulevat jatkumaan aina syksyyn 2014 saakka.

2 KAATOPAIKAN LOPETUS

2.1 Yleistä

Kaatopaikasta aiheutuu kuormaa ympäristölle sen koko elinkaaren ajan. Niin kauan kuin jätetäytössä tapahtuu liukenemista, kemiallista muuntautumista tai hajoamista, saattaa se myös aiheuttaa haittaa ympäristölle. Kaatopaikkojen oikeaoppisen perustamisen ja lopettamisen tavoitteena onkin minimoida kyseiset haitat ja saattaa kaatopaikka mahdollisimman stabiiliin tilaan. (Ympäristöopas 89, 2001,11.)

Nykyisellään kaatopaikkojen lopetusta ohjaa pääasiassa jätelaki 646/2011, jäteasetus 1390/93 ja ympäristölaki 86/2000. Viranomaisena toimii elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus eli ELY-keskus, joka myöntää kaatopaikoille niiden toimiluvat sekä valvoo niiden toimintaa. ELY-keskus myös tarkastaa ja hyväksyy kaatopaikan rakennussuunnitelmat niin pinta- kuin pohjarakenteenkin osalta.

Lakien, säädösten ja valvonnan vaikutuksesta on kaatopaikkojen luonne pitkälti muuttunut nykyaikaisiksi jätekeskuksiksi, joissa vain murto-osa jätteestä haudataan maahan. Suurin osa jätteestä kierrätetään tai poltetaan energian tuottamiseksi.

2.2 Historia

Ennen 1900-lukua ei kaatopaikolle juurikaan ollut maatalousyhteiskunnassa tarvetta. Suurin osa syntyvästä jätteestä oli biohajoavaa, jolloin tilojen liepeillä sijaitsevat tunkiot riittivät. Myös kaikki mahdollinen tavara käytettiin viimeiseen saakka hyödyksi eikä heitetty pois, jolloin roskaa ei juuri syntynyt. Teollistumisen ja kaupungistumisen myötä kuitenkin jätteen määrä ja luonne muuttuivat. Jätettä piti alkaa sijoittaa niille erikseen varatuille alueille, kauemmas asutuksesta.

1950-luvulla maan vaurastumisen seurauksena kaatopaikkojen tarve alkoi kasvaa myös maalaiskunnissa. Tuolloin jätteiden loppusijoitus oli kuntien vastuulla, ja kaatopaikat sijoitettiin yleensä kunnan rajan tuntumaan, joutomaalle tai suoalueille. Kuntien järjestämä valvonta kaatopaikkojen toiminnasta oli puutteellista tai uupui kokonaan.

Puutteellisen valvonnan ja tietämyksen vuoksi kaatopaikoille tuotiin myös suuria määriä jätettä, joka nykyluokituksen mukaan katsottaisiin vaaralliseksi jätteeksi. Tämän seurauksena monen kaupungin alueella on nykyään useita pilaantuneen maan alueita, joiden käyttöönotto edellyttää suuria massanvaihtoja. Massanvaihto on kallista eikä kaikista alueista saada suurillakaan toimenpiteillä talonrakennukseen käyttökelpoista aluetta. Lisäksi monia asuinalueita on jo ehditty rakentaa pilaantuneille maa-alueille, ja jälkeinpäin tehtävät korjaustyöt ovat hankalia ja voivat kustantaa monin verroin varsinaisen rakennuksen arvon.

1960-luvun loppupuolella kaatopaikat saatettiin sijoituspaikkalupavelvollisiksi. Tätä ennen ei minkäänlaisia määräyksiä kaatopaikkojen perustamiselle ollut. Jätehuoltolaki ja teollisuuskaatopaikkojen hyväksymismenettely yritysten jätehuoltosuunnitelmissa astui voimaan 1970-luvun lopulla. (Ympäristöopas 89, 2001, 12.)

Ongelmajätteiden sijoittamiseen alettiin kiinnittää huomiota jätehuoltolain voimaantulon jälkeen. Kunnallinen parannus asiaan saatiin kuitenkin vasta 1984, kun valtakunnallinen ongelmajätelaitos Ekokem Oy aloitti toimintansa. Tällöin tarjoutui ensimmäinen laillinen tapa käsitellä ongelmajätteitä (nyk. vaarallinen jäte). (Ympäristöopas 89, 2001, 12.)

Merkittävästi muutosta parempaan alkoi tapahtua 1990-luvulla kun Suomi liittyi Euroopan unioniin (Ympäristöopas 89, 2001, 9).

2.3 Lainsäädäntö ja asetukset

Suomessa kaatopaikkoja koskeva lainsäädäntö alkoi merkittävästi kehittyä vasta 1990-luvun puolivälissä. Tuota ennen puuttui kokonaan yhtenäinen lainsäädä-

däntö kaatopaikoista, vain joitain yksittäisiä säädöksiä lukuun ottamatta. Hajanaisuuden vuoksi oli toiminnan kokonaisvaltainen ohjaaminen erittäin hankalaa, ja useita osa-alueita jäi kokonaan vaille huomiota. Tämän seurauksena kaatopaikkoja perustettiin selvittämättä niiden vaikutuksia ympäristöön, toiminnan aikana tai sen loputtua. Myös valvonnan taso vaihteli suuresti eri puolilla Suomea. (Ympäristöhallinnon ohjeita 1, 2008, 15.)

Vuonna 1994 otettiin ensimmäinen suuri askel kohti parempaa lainsäädännön osalta, kun ensimmäinen jätelaki (1072/93) ja jäteasetus (1390/1993) astuivat voimaan. Tuolloin kaatopaikoilta alettiin vaatia muun muassa ympäristölupaa. Kaikki kaatopaikat, jotka halusivat jatkaa toimintaansa, joutuivat hakemaan ympäristöluvan 1.1.1997 mennessä. Luvan hyväksymiseen asti noudatettiin edeltäneen lainsäädännön perusteella annettuja lupaehtoja, mikäli niitä oli, muussa tapauksessa noudatettiin jätelaista ja vesilainsäädännöstä johtuvia yleisiä velvoitteita. (Ympäristöhallinnon ohjeita 1, 2008, 15.)

Kun valtioneuvoston päätös kaatopaikoista (VNp 861/97) tuli voimaan 1.10.1997, siirtyi kaatopaikkojen toiminta järjestelmällisen säätelyn piiriin. Kaatopaikan toiminta koko sen elinkaaren ajan kuuluu päätöksen soveltamisalaan. (Ympäristöhallinnon ohjeita 1, 2008, 15.)

Vuonna 2000 ympäristönsuojelulainsäädäntö uudistettiin. Tuolloin maaperän ja pohjavesien pilaamista koskevat säädökset keskitettiin ympäristönsuojelulakiin ja -asetukseen (86/2000 ja 169/2000). (Ympäristöhallinnon ohjeita 1, 2008, 15.)

Tämän hetkinen jätelaki (646/2011) astui voimaan 1.5.2012 jolloin kumottiin vuoden 1993 jätelaki sekä jäteasetus (1390/1993). Voimaan jäi kuitenkin jätelain 35n § ja vanhan asetuksen 4. luku, joka koskee jätehuoltotoita. (Jätelaki 1072/1993.)

Uusimpana voimaan on astunut valtioneuvoksen asetus kaatopaikoista (331/2013) 2.5.2013, jonka tarkoituksena on pintaveden, pohjaveden, maaperän ja ilman pilaantumisen ehkäiseminen ja ilmastomuutoksen torjuminen (Valtioneuvoston asetus kaatopaikoista 331/2013).

Nykyinen lainsäädäntö mahdollistaa puuttumisen kaatopaikkojen lopetukseen monin tavoin. Kaatopaikan pitäjältä tai entisen kaatopaikka-alueen haltijalta voidaan vaatia toimenpiteitä siten, että kaatopaikasta aiheutuvat mahdolliset terveys- ja ympäristöhaitat vältetään. (Ympäristöopas 89, 2001, 14.)

Kaatopaikkoja koskevat seuraavat lait ja asetukset:

- jätelaki (JL) 646/2011
- jäteasetus (JA) 1390/93
- ympäristönsuojelulaki (YsL) 86/2000
- ympäristönsuojeluasetus (YsA) 169/2000
- laki ympäristönsuojelulainsäädännön voimaannpanosta (LYsL) 113/2000
- valtioneuvoston päätös kaatopaikoista (VNp) 861/1997 ja sen muutos 1049/1999
- valtioneuvoston asetus kaatopaikoista 331/2013 (Ympäristöopas 89, 2001, 17).

Lainsäädännön ja asetusten osalta ohjeet kaatopaikkojen rakentamiselle ovat vain ohjeellisia. Ne eivät käsittele sen tarkemmin rakenteiden osia tai materiaaleja, vaan asettavat rajat sille, kuinka paljon kaatopaikka saa kuormittaa ympäristöä. Kaatopaikka ei kuitenkaan saa milloinkaan aiheuttaa vaaraa ympäristölle tai ihmisten terveydelle. Lisäksi ympäristön kuormitus niin lyhyellä kuin pitkällä aikavälillä tulisi minimoida ja jätteen määrä saada kierrättämällä mahdollisimman pieneksi. (Jätelaki 646/2011.)

Kaatopaikan ympäristölupa määrittelee sen, minkälaista jätettä kaatopaikka saa ottaa vastaan ja varastoida tilapäisesti. Luokituksen jälkeen saa kaatopaikalle sijoittaa vain kyseisen kaltaista jätettä. (Valtioneuvoston päätös kaatopaikoista 861/1997.)

2.4 Pintarakenne

Kun täyttöalue saavuttaa lopullisen korkeutensa, on kaatopaikalle rakennettava pintaeristys. Pintaeristys estää sade- ja pintavesien pääsyn jätetäyttöön sekä siitä seuraavaa likaantuneen suotoveden muodostumista. Lisäksi tiivis pintaeristys lisää kaasun talteenottoa ja vähentää kaatopaikan aiheuttamia haju-, pöly- ja maisemahaittoja. (Ympäristöopas 89, 2001, 32.)

Routa ja orgaanisen jätteen hajoaminen ja tästä aiheutuvat painumat asettavat suuret vaatimukset pintarakenteen rakentamiselle. Hyvästä tiivistyksestä huolimatta tapahtuu kaatopaikan täytössä muutoksia sen sisältäessä orgaanista jätettä. Tämä puolestaan saattaa aiheuttaa siirtymiä ja halkeamia pintarakenteessa. (Ympäristöopas 89, 2001, 33.)

Suuria painumia voidaan välttää rakentamalla ensin väliaikainen pintarakenne, jonka aikana annetaan kaatopaikan toimia aktiivisena bioreaktorina, kunnes suurimmat muutokset jätetäytössä ovat tapahtuneet. Kaasun talteenotto ja käsittely on kuitenkin aloitettava jo tässä vaiheessa. (Ympäristöopas 89, 2001, 33.)

Kaatopaikan pintarakenne koostuu viidestä eri kerroksesta, jotka ovat esipeitto, kaasunkeräyskerros, mineraalinen tiivistyskerros, kuivatuskerros ja pintakerros. (Infra 15-710106 2013, 1.)

Ennen rakennekerrosten rakentamista on kuitenkin tiivistettävä ja muotoiltava itse jätetäyttö. Kaltevuuden tulee olla riittävä pintavesien poistumiseksi (suositus vähimmäiskaltevuudeksi 5 %), mutta toisaalta se ei saa olla liian jyrkkä, jotta pintaeristyksen stabiliteetti säilyisi. (Ympäristöopas 89, 2001, 34.)

2.4.1 Esipeittokerros

Jätetäytön muotoilun jälkeen rakennetaan esipeittokerros. Esipeiton tarkoituksena on peittää jäte näkyvistä ja suojata sitä mm. linnuilta ja muilta eläimiltä sekä tuulelta. Se levitetään jätekerroksen päälle yleensä heti sen saavutettua

suunnitellun korkeuden. Esipeittokerrokseen voidaan käyttää lähes mitä tahansa kaatopaikkakelpoisuuden täyttävää materiaalia, kuten pilaantuneita maita tai jätteenkäsittelyn alitteita, ottaen huomioon kuitenkin sen mahdollinen reagoiminen jätteen kanssa. Myös vaikutukset kaasunkeräyskerroksen ja pintarakenteen rakentamiseen kannattaa ottaa huomioon. (Infra 15-710106 2013, 9.)

Esipeittokerroksen suositeltava minimipaksuus on noin 300 mm. Jos kaatopaikan on annettu painua ja tiivistyä, voidaan esipeittokerrosta joutua muotoilemaan ja paikkailemaan vielä ennen ylempien rakennekerrosten rakentamista. (Ympäristöopas 89, 2001, 35.)

2.4.2 Kaasunkeräyskerros

Kun esipeitto on muotoiltu haluttuun kaltevuuteen, voidaan sen päälle alkaa rakentaa kaasunkeräyskerrosta. Kaasunkeräyskerroksen tarkoituksena on koota kaatopaikalta erittyvät mahdolliset kaasut, jotteivät ne joutuisi ympäristöön. Lisäksi se antaa tukevan rakennusalustan mineraaliselle tiivistyskerrokselle. Materiaalin tulee sisältää mahdollisimman vähän hienoaainesta, jotta kaasunkeräys olisi toimiva. Lisäksi huokoisuus lisää vedenläpäisevyyttä ja parantaa rakenteen kantavuutta. Yleisin käytetty materiaali on murske, mutta myös esimerkiksi polttolaitoksen arinatuhka voi soveltua käytettäväksi rakenteeseen. Tällöin vaaditaan materiaalille ja sen käytölle viranomaiselta poikkeuslupa. (Infra 15-710106 2013, 10.)

2.4.3 Tiivistyskerros

Kaasunkeräyskerroksen päälle rakennetaan mineraalinen tiivistyskerros, jonka tarkoituksena on estää pintavesien imeytyminen jätetäyttöön ja näin minimoida haitallisten kaatopaikkavesien muodostuminen sekä tehostaa kaasunkeräystä, kun yläpuolinen ilma ei enää pääse imuputkistoon. Mineraalisen tiivistyskerroksen materiaalin tärkein ominaisuus on siis heikko vedenläpäisevyys. Jotta rakenne täyttää valtioneuvoston päätöksen vaatimukset, tulee materiaalin veden-

läpäisevyys olla $k < 1,0 \times 10^{-9}$ m/s. Luonnonmateriaaleista tarkoitukseen sopivat savi, siltti tai silttimoreeni. Muita vaihtoehtoja ovat myös bentoniittimatto, maabentoniittiseos sekä kuitusavi. (Infra 15-710106 2013, 10.)

Suositteluja tiivistyskerroksen materiaalin ominaisuuksia:

- savipitoisuus ($< 2 \mu\text{m}$) vähintään 14 %, josta plastisuusominaisuuksien saavuttamiseksi vähintään 10 prosenttiyksikköä savimineraaleja.
- plastisuusindeksi savitiivistyksen materiaalille $> 10 \%$, juoksuraja $< 90 \%$
- maksimiraekoko # 32, pintakerroksessa voidaan asettaa tiukempi vaatimus.
- orgaanisen aineen määrä $< 2 \%$
- karbonaattimineraalien määrä $< 15 \%$, muiden liukenevien aineiden yhteismäärä $< 5 \%$ (esim. sulfaatit)
- kutistumiskäyttäytyminen: tilavuuskuivumiskutistuma $< 5 \%$
- biologisesti ja kemiallisesti rasituksia kestävä
- tasalaatuinen massa
- massa ei saa sisältää yli # 32 savi- tai silttipaakkuja (Ympäristöopas 36, 2002, 67).

2.4.4 Kuivatuskerros

Jotta pinta- ja sulamisvedet, routa sekä kasvien juuret eivät pääsisi tuhoamaan tiivistyskerrosta, rakennetaan sen ja pintakerroksen väliin kuivatuskerros. Kuivatuskerroksen materiaalina käytetään yleensä mursketta, jonka huokostilavuus ja vedenjohtavuus tulee olla riittävän hyvä, etteivät suuretkaan rankkasateet ja sulamisvaiheet täytä rakennetta vedellä. Vaihtoehtomateriaalina voidaan käyttää myös muun muassa rengasrouhetta. (Infra 15-710106 2013, 12.)

2.4.5 Pintakerros

Alempien ja herkimpien kerrosten suojaksi rakennetaan pintakerros. Sen tarkoituksena on suojata alempia kerroksia kuivumiselta ja jäätymiseltä, toimia vesivarastona ja kasvualustana sekä mahdollistaa alueen jatkokäyttö. Pintakerroksen paksuudesta johtuen yleisimmät käytetyt maa-ainekset ovat paikallisesti saatavilla olevat ylijäämämaat. Pintakerrosmateriaalin enimmäisraekoon tulisi olla 1/3 kerrospaksuudesta, ja materiaalin huokostilan ja vedenpidätyskyvyn tulisi olla riittävän suuri varastoimaan rankkasateen aikainen vesimäärä. Luisissa tulee ottaa huomioon myös materiaalin eroosionkestävyys sekä liettyminen. (Infra 15-710106 2013, 13.)

Pintarakenteen ylin kerros, kasvualusta, rakennetaan tavallisesti humuspitoisesta maasta tai kasvualustamateriaalista. Materiaalin tulee olla eroosionkestävää, koska sade ja sulamisvedet kuluttavat kerrosta suuresti. Kerroksen paksuuden olisi hyvä olla noin 200–300 mm. (Infra 15-710106 2013, 13.)

2.4.6 Kasvillisuus ja jälkikäyttö

Kasvillisuudella on merkittävä rooli eroosion vähentämisessä ja pintakerrokseen imeytyneen kosteuden haihduttajana. Se sitoo pintamaan ja estää näin virtaavia vesiä kuljettamasta sitä mukanaan. Samalla se edistää kaatopaikan sulautumista ympäristöön. Kaatopaikoilla suositetaan usein niukkakasvuista, matalaa ja hyvin maata sitovaa kasvillisuutta, jonka hoito on helppoa ja vähäistä. Toisaalta alueen jälkikäyttö vaikuttaa merkittävästi myös kasvillisuuden valintaan ja voi olla hyvinkin vaativaa, kuten liikuntaan ja virkistyskäyttöön tarkoitettu viheralue tai golfkenttä. Kaikessa rakentamisessa on kuitenkin otettava huomioon kaatopaikan pintarakenteen rakennekerrokset, joita ei saa vaurioittaa. Kaikki syväjuurinen kasvusto on poistettava ja rakenteet, jotka vaatisivat syvempää perustamista, tulee korvata muunlaisilla. (Infra 15-710106 2013, 13.)

2.5 Laadunvarmistus

Kaatopaikkarakenteiden vaativuudesta johtuen niiden suunnittelu ja rakentaminen edellyttävät laajaa kokemusta materiaalien ominaisuuksista ja työmenetelmistä. Teknologian kehitys ja materiaalivaihtoehtojen lisääntyminen lisää laadunvalvonnan vaatimuksia ja haasteita. (Ympäristöhallinnon ohjeita 1, 2008, 95.)

Kaatopaikkarakentamisessa on aina varmistuttava, että työt toteutetaan suunnitellulla tavalla. Koska valmiit rakennus- ja laadunvalvontasuunnitelmat perustuvat lähinnä perusratkaisuihin, jotka voivat poiketa suuresti lopullisesta rakenteesta, tulisi aina laatia suunnitelmien mukaiset laadunvalvontasuunnitelmat. (Ympäristöhallinnon ohjeita 1, 2008, 95.)

Kaatopaikkarakenteen kokonaislaadun varmentamiseksi täytyy yksittäisten rakenteiden täyttää niille asetetut laatuvaatimukset. Kokonaisvaltaiseen laadunvarmistukseen kuuluu niin käytettävien materiaalien kuin työn ja työmenetelmien jatkuva ja huolellinen valvonta. (Ympäristöopas 89, 2001, 60.)

Laadunvalvontaa työmaalla suorittavat tilaaja sekä kohteen suunnittelija, urakoitsija(t) ja riippumaton laadunvalvoja. Lisäksi viranomainen suorittaa laadunvalvontaa. (Ympäristöopas 89, 2001, 60.)

Lupaviranomaisen tulee hyväksyä valittu riippumaton laadunvalvoja. Hän ei saa olla kyseisen kohteen suunnittelija eikä toteuttaja, lisäksi hänen asiantuntemuksensa pitää olla tunnustettu. (Ympäristöopas 89, 2001, 60.)

Kaatopaikan lopettamisen laadunvarmistuksessa on otettava huomioon mm. seuraavat asiat:

- Pintarakenne toimii suunnitellulla tavalla ja siinä on käytetty suunniteltuja materiaaleja.
- Laadunvalvonnan tehtävät jakautuvat tilaajalle, suunnittelijalle, urakoitsijalle, riippumattomalle laadunvalvojalle ja viranomaiselle.

- Materiaalien ja rakennussuunnitelmien vaatimukset esitetään työselostuksessa.
- Laadunvalvontakokeiden tulokset muodostavat osan valvonta- ja tarkastustoiminnasta.
- Kaikkien materiaalien ja menetelmien osalta on osoitettava niiden kelpoisuus. (Ympäristöopas 89, 2001, 63.)

2.6 Laadunvarmistussuunnitelma

Materiaalien ja työmenetelmien vaatimukset on esitettävä työselostuksessa. Vaadittavan laadun taso on selitettävä yksiselitteisesti. Tärkeän osan laadunvalvontaa muodostaa materiaaleista ja rakenteista tehtävät kokeet ja mittaukset. (Ympäristöopas 89, 2001, 61.)

Ennen rakentamisen aloittamista on osoitettava kaikkien materiaalien ja työmenetelmien soveltuvuus. Tiivistyslaitteet ja -menetelmät on testattava maasto-olosuhteissa kenttätiivistyskokeilla ja mittalaitteet tulee kalibroida. Laadunvalvontasuunnitelmassa tulee määritellä numeeriset hyväksymistasot vaatimuksille. (Ympäristöopas 89, 2001, 61.)

Rakennustyön laadunvalvontasuunnitelman tulee sisältää seuraavat asiat:

- laadunvarmistusorganisaatio (urakoitsija(t), riippumaton laadunvalvoja, suunnittelija, tilaaja)
- rakennustyön valvojien (urakoitsijan/tilaajan ja riippumattoman laadunvalvojan) vastuut ja tehtävät
- tiivistyskerroksen materiaalit ja tiivistysmenetelmät
- laadunvalvontakokeiden tyypit ja määrät rakennusmateriaalien valinnassa, työn aikana ja rakenteen seurannassa
- hyväksymisrajat ja toimenpiteet niiden alittuessa (Ympäristöopas 89, 2001, 61).

3 TOPINOJAN PINTARAKENNEURAKKA

3.1 Lainsäädäntö ja viranomaispäätökset

Lainsäädäntö asettaa kaatopaikkarakentamiselle tavoitteet, mutta ei merkittävästi puutu siihen, kuinka tavoitteisiin päästään. Valtioneuvoston päätöksessä kaatopaikoista on esitetty rakenteille joitakin vaatimuksia, kuten mineraalitiivisyyden k-arvot. Toisaalta vaadittuun lopputulokseen päästäkseen on vaihtoehdot materiaalien suhteen melko marginaaliset.

Viranomaisen tehtävänä on tarkastaa, että suunnitelmien mukaisilla rakenteilla päästään lainsäädännön vaatimaan lopputulokseen ja että laadunvalvonta on suunniteltu vaadittavalla tavalla. Suunnitelma-asiakirjat hyväksytetään viranomaisella, joka tekee tarpeen mukaan omat lisäyksensä.

Kyseisen urakan kohdalla valvova viranomainen oli kiinnittänyt huomiota erityisesti vaihtoehtomateriaalien käyttöön, kuten kaasunkeräyskerroksen arinakuunaan ja kuivatuskerroksen rengasrouheeseen ja niiden riittävään valvontaan sekä kokeisiin.

3.2 FCG Oy:n laadunvalvontasuunnitelma

Kyseisen urakan suunnitelmat ja urakka-asiakirjat on laatinut Finnish Consulting Group Oy. Näitä suunnitelmia ja laatuasiakirjoja on myös käytetty TSJ:n laatusuunnitelman pohjana.

FCG Oy:n laadunvalvontasuunnitelma ja työkohtainen työselostus oli kattava ja monipuolinen sekä käsitteli asioita melko yksityiskohtaisesti. Kuitenkin muutama puute nousi esiin.

Merkittävin puute oli ohjeistus savenottoaikan valintaan ja itse saven kaivuun. Saven kaivu on yksi tärkeimmistä työvaiheista, ja hankalaa tästä tekee se, että yleensä sen kaivaja on täysin ulkopuolinen taho, joka ei millään lailla ole vas-

tuussa urakan toteutumisesta. Asiaa vaikeuttaa vielä se, että savi kaivetaan lähes poikkeuksetta muualla, jolloin työn valvominen urakoitsijan toimesta on vaikeaa ja jopa lähes mahdotonta.

Myös sanktioiden puuttuminen nousi työn aikana esiin. Ideaali tilannehan olisi, ettei sanktioille olisi tarvetta, mutta tosielämässä harvoin tällaiseen tilanteeseen päästään. Jos asiat eivät toistuvista huomautuksista huolimatta muutu, tai niihin ei puututa, ei tilaajalle jää muuta mahdollisuutta kuin sakottaa urakoitsijaa. Tässä tilanteessa, kun sanktioista ei ollut sovittu, voitiin vain epäkohdista toistuvasti huomauttaa ilman selvää vastetta.

Aikataulun puuttuminen hankaloittaa myös osaltaan työn laadukasta toteuttamista. Aikataulutaminen helpottaa huomattavasti mm. ulkopuolisen laadunvalvojan työtä sekä antaa heti kokonaiskuvan työmaan edistymisestä. Viivästyksiin voidaan puuttua ajoissa, kun huomataan, että aikataulu alkaa pettää.

Sanktiot sekä aikataulu ovat myös sellaisia seikkoja, joita ei urakoitsija varmasti itse nosta esiin, vaan ne on esitettävä tilaajan puolesta jo tarjouspyyntövaiheessa.

3.3 EKOKEM Oy:n laatusuunnitelma

Ennen urakan aloittamista EKOKEM Oy tekee oman laatu-, turvallisuus- ja mittaussuunnitelmansa, jotka se sitten hyväksyttää riippumattomalla laadunvalvojalla sekä tilaajalla. Kyseisen urakan laatu- ja mittaussuunnitelmaa on käytetty myös TSJ:n laatusuunnitelman tekoon. EKOKEM Oy:n tekemät suunnitelmat ovat melko suuripiirteisiä ja epätarkkoja, myös tulkinnan varaa on paljon.

Hyvinä puolina kuitenkin mainittakoon savenottoaikkaa ja sen valintaa koskevat ohjeet ja kokeet sekä savenkaivun ohjeistus, valvonta ja kontrollointi. Näistä ei ollut mainittu FCG Oy:n laatudokumenteissa mitään, vaikka kyseessä on kuitenkin laadun kannalta erittäin tärkeä työvaihe, joka tapahtuu työmaan ulkopuolella, heikosti valvottavissa oloissa ja ulkopuolisen tekijän toimesta.

4 TSJ OY:N LAATUSUUNNITELMA

4.1 Yleistä

Tämä laatusuunnitelma on laadittu Turun seudun jätehuolto Oy:n käyttöön. Se on laadittu Topinojan jätekeskuksen vanhan täyttöalueen pintaeristys- ja kaasunkeräysrakennurakan pohjalta, mutta on sovellettavissa myös muihin TSJ Oy:n urakoihin.

Kyseinen urakka käsittää rakennettavan alueen kaasunkeräyskaivojen sekä kaasunkeräys- ja imulinjojen sekä tiivistyskerroksen, kuivatuskerroksen ja kasvualustan rakentamisen.

Tässä laatusuunnitelmassa on esitetty urakoitsijalta vaadittavat laadunvalvontatoimenpiteet.

4.2 Noudatettavat asiakirjat

Tämän laatusuunnitelman lisäksi työssä noudatetaan seuraavia yleisiä laatuvaatimuksia, normeja ja ohjeita:

- ympäristöluvan määräykset
- ympäristöviranomaisten määräykset
- työsuojeluviranomaisten määräykset
- materiaalitoimittajien antamat materiaaleja ja niiden varastointia ja asennustöitä koskevat ohjeet ja määräykset
- Infra RYL laatuvaatimusjärjestelmä ja määramittausohje
- Maahan ja veteen asennettavat kestopuoviputket, Asennusohjeet, RIL 77 2005
- Maakaasusetus
- Kaatopaikkojen lopettamisopas SYKE 89
- Kaatopaikkojen tiivistysrakenteet SYKE 36

- Kaatopaikkojen käytöstä poistaminen ja jälkihoito, Ympäristöhallinnon ohjeita 1/2008.

4.3 Tarkastukset ja katselmukset

Ennen urakan käynnistymistä pidetään alkukatselmus. Paikalle kutsutaan rakennuttajan, lupaviranomaisen ja urakoitsijan edustajat sekä riippumaton laadunvalvoja. Katselmuksesta laaditaan pöytäkirja ja mahdolliset poikkeamat sopimusasiakirjoihin verrattuna kirjataan muistioon. Katselmuksessa todetaan pohjarakenteen tasaus, korkeusasema, kaltevuudet sekä riittävä kantavuus. Alkukatselmuksen jälkeen urakoitsijalle myönnetään lupa aloittaa työt, mikäli kaikki on asianmukaisessa kunnossa.

Työn edetessä tullaan tekemään tarkastuksia ja katselmuksia aina seuraavaan rakennekerrokseen siirryttäessä, niiden rakentamisen aikana sekä kuukausittain järjestettävissä työmaakokouksissa. Tarkastuksissa todetaan valmiin rakenneosan laatu ja voidaanko siirtyä seuraavaan rakenneosaan.

Työn kuluessa järjestetään tarkastuksia ja katselmuksia ainakin seuraavista työvaiheista:

- Esipeittokerroksen muotoilun sekä kerrospaksuuden täyttymisen ($\geq 0,3$ m) tarkastus, ennen kaasunkeräyskerroksen rakentamista.
- Kaasunkeräyskerroksen pinnan tarkistus, ennen tiivistyskerroksen rakentamista.
- Tiivistyskerroksen tarkastuksessa todetaan, että tiivistyskerroksen rakentaminen on tapahtunut suunnitelmien mukaisesti ja että laadunvarmennustyöt on tehty hyväksyttävästi ja asetetut vaatimukset täyttyvät.
- Kuivatuskerroksen tarkastuksessa todetaan, että kuivatuskerroksen rakentaminen on tapahtunut suunnitelmien mukaisesti ja että laadunvarmennustyöt on tehty hyväksyttävästi ja asetetut vaatimukset täyttyvät.
- Lopputarkastuksessa todetaan, että kaikki rakennekerrokset on tehty suunnitelmien mukaisesti ja asennussuunnitelmia noudattaen. Todetaan

myös, että laadunvarmennustyöt on suoritettu hyväksyttävästi laatusuunnitelman mukaisesti.

Kaikki työvaiheet tarkastetaan erikseen. Mitään rakennetta ei saa peittää ennen kuin valvoja on sen hyväksynyt. Mikäli todetaan, että rakenne ei täytä asetettuja vaatimuksia, korjaus tehdään pääsääntöisesti poistamalla virheellinen rakenne ja rakentamalla se uudestaan.

4.4 Työmaasuunnitelma

Ennen työn aloittamista toimittaa urakoitsija tilaajalle työmaasuunnitelman, jossa tulee käydä ilmi varasto- ja varikkoalueet, liikennejärjestelyt, sosiaalililat, työmaa-alueen rajat sekä mahdolliset vesi-, viemäri- ja sähköjohdot.

Työmaa-alue tulee suunnitella siten, ettei se haittaa jätekeskuksen muuta toimintaa. Kaatopaikka-alueen olemassa olevaa työmaatieverkostoa saa käyttää hyödyksi, mutta työn kuluessa ei mitään liikenneyhteyttä saa katkaista rakennusalueella tai sen ympäristössä ilman tilaajan lupaa.

Työmaa-alue tulee merkitä selkeästi kyltein ja tarvittaessa myös aidata niin, että kaatopaikan asiakkaat tai henkilökunta eivät joudu vahingossa työmaa-alueelle.

Työmaasuunnitelmaan tulee sisällyttää myös urakoitsijan laatima turvallisuussuunnitelma. Suunnitelma liitetään työmaakansioon.

4.5 Aikataulu

Ennen työn aloittamista on urakoitsijan toimitettava alustava aikataulu tilaajalle ja riippumattomalle laadunvalvojalle hyväksyttäväksi. Tämän lisäksi tulee urakoitsijan esittää jokaisessa työmaakokouksessa tulevan kuukauden tarkempi aikataulu sekä raportti edellisen kuukauden aikaansaannoksista. Lisäksi merkittävistä aikataulumuutoksista tulee ilmoittaa tilaajalle sekä valvojalle välittömästi myös kokousten välissä.

Aikataulusta tulee myös käydä ilmi kaikkien erikoisempien rakennusvaiheiden, esimerkiksi läpivientien, ajankohta, jotta riippumattoman laadunvalvojan on mahdollista päästä paikanpäälle tarkastamaan työvaihe.

Tilaaaja asettaa urakkasopimusta tehdessä aikataulutavoitteet, mitkä toimivat runkona urakoitsijan aikataulussa. Kuukausiaikataulujen tavoitteiden viivästymisistä ei sakoteta, mutta mikäli urakkasopimuksessa on määritetty välitavoitteita, tullaan näiden viivästymisestä sakottamaan. Sakko määritellään erikseen urakkasopimuksen yhteydessä.

4.6 Dokumentointi

Urakoitsijan työmaapäällikön tulee pitää päivittäin työmaapäiväkirjaa, johon merkitään työmaan henkilöstömäärä, vallitsevat sääolosuhteet sekä kaikki muut työmaan kannalta merkittävät tapahtumat. Lisäksi koko urakan ajan ylläpidetään laatukansiota. Kansio tulee pitää ajan tasalla, ja sieltä tulee löytyä käytettävien materiaalien ja työsuoritusten laatudokumentit. Myös kaikista laadunvarmistustoimenpiteistä ja mittauksista saadut tulokset sekä poikkeamaraportit dokumentoidaan laatukansioon.

Ennen urakan aloittamista tulee laatukansion alustava sisällysluettelo hyväksyttäväksi riippumattomalla laadunvalvojalla sekä tilaajalla. Tilaaja voi myös halutesaan antaa käyttöön valmiiksi laaditun sisällysluettelon.

Työmaapäällikkö vastaa siitä, että tässä laatusuunnitelmassa esitetyt laadunvarmistustoimenpiteet toteutetaan ja dokumentoidaan.

Urakan valmistuttua urakoitsija esittää urakan loppuraportin sekä laadunvalvonnan loppulausunnon. Koko materiaali käsitellään käyttöönottotarkastuksen yhteydessä.

Laatukansion alustava sisällysluettelo:

1. Työmaan loppuraportti
2. Esipeittokerros

3. Kaasunkeräyskerros
 - Kuona
4. Kaasunkeräyskanaalit
5. Kaasunkeräyskaivot
6. Putket
 - Paineokeet
7. Suodatinkankaat
8. Tiivistyskerros
 - Tutkimustulokset, tiiveydet
9. Kuivatuskerros
 - Rengasrouheen liukoisuustulokset
10. Pintakerros ja kasvualusta
11. Koneiden käyttöönottotarkastuslomakkeet
12. Työmaasuunnitelma
13. Työmaapäiväkirjat
14. Poikkeamaraportit

4.7 Mittaukset

Suunnitelmat on laadittu käyttäen EUREF-FIN-tasokoordinaattijärjestelmää ETRS-GK23-koordinaatistossa ja N2000-korkeusjärjestelmässä. Myös tulevat mittaukset pitää toimittaa näihin vertailukelpoisina.

Ennen työn aloittamista on urakoitsijan toimitettava tilaajalle ja riippumattomalle laadunvalvojalle mittaussuunnitelma, josta ilmenee vastuhenkilöt, käytettävä kalusto, mitattavat kohteet sekä listaus käytettävistä pistekoodeista. Myös urakka-alueen lähtöpinta tarkemmitaan ennen kuin varsinaiset rakennustyöt voidaan aloittaa. Pisteväli saa olla enintään 5 m. Alueen ylä- ja alareunat sekä ojan taitekohdat mitataan taiteviivoina enintään 5 metrin pisteväleihin. Pisteet tulee mitata x-, y- ja z-pisteinä, ja kaikilla mittaviivoilla tulee olla oma koodi.

Työn aikana kaikki valmiit rakennekerrokset tullaan mittamaan ennen peittoa, jolloin tarkistetaan kerrospaksuuksien täyttyminen. Mittaustulokset toimitetaan

tilaajan ja riippumattoman laadunvalvojan tarkastettavaksi joko dwg- tai pdf-formaatissa.

Rakenteista tehdään seuraavat mittaukset:

1. Esipeittokerroksen lähtötilanne
 - tasaiset alueet 5 x 5 m:n ruudukkona
 - maaston taiteviivat 5 m:n pistevälillä
 - tarvittaessa ruudukkoa / pisteväliä tihennetään
2. Esipeittokerros muotoilun jälkeen (kaasunkeräyskerroksen alapinta)
 - tasaiset alueet 5 x 5 m:n ruudukkona
 - maaston taiteviivat 5 m:n pistevälillä
 - tarvittaessa ruudukkoa / pisteväliä tihennetään
 - alueen rajaus viivalla
 - mittaus toimii tiivistyskerroksen mallin pohjana
3. Kaasunkeräyskerrokseen asennettavat keräysputket ja kaivot
 - enintään 5 m:n pistevälillä
 - putkilla ja kaivoilla oltava omat koodit
4. Kaasunkeräyskerroksen yläpinta
 - Mittavälit kuten edellisessä
 - reuna-alueet, taitteet, jiirit ja leikkaus- ja täyttöluisien reunat viivoilla
5. Näytepisteet
6. Mineraalieristeen yläpinta
 - mitataan 5 x 5 m:n ruudukkona
 - jos tiivistys kerroksen materiaalit tulevat useasta eri kohteesta, tulee urakoitsijan kartoittaa alueet niin, että jälkeinpäin on mahdollista selvittää kunkin alueen saven alkuperä
7. Kuivatuskerroksen yläpinta
8. Pintakerros
9. Pintavesien johtamisjärjestelyt: avo-ojat, salaojat, kaivot ja rummut
 - putket päistään ja saumakohdistaan ≤ 6 m pisteväleihin
 - rummut päistään ja keskeltä

- avo-ojista mitataan kaikki taitteet ja mutkakohdat. Suorat <10 m pisteväleihin
- mittaukset aina putken / rummun laelta

10. Kaikki uudet piste- ja viivamaiset rakenteet: reunapenkereet, aidat, suo-
japutket, kaapelit, perustus anturat jne.

- pistemäiset kohteet niin, että toteutunut sijainti on yksiselitteinen
- putket päistään ja saumakohdistaan ≤ 6 m pisteväleihin
- mittaukset putken laelta.

4.8 Aliurakoitsijat

Urakoitsijan tulee valita aliurakoitsijoiksi luotettavia ja päteviä yrittäjiä. Lisäksi aliurakoitsijat tulee hyväksyttävä tilaajalla ennen työn aloittamista.

Urakoitsija toimii pääurakoitsijana ja lainsäädännön tarkoittamana päätoteuttajana. Pääurakoitsija vastaa aliurakoitsijoiden tekemisistä kuin omistaan YSE 1998 mukaan.

Urakoitsija vastaa aliurakoitsijoidensa ja heidän työntekijöidensä perehdyttämisestä. Perehdytyksen pitää sisältää yleisten turvallisuusohjeiden lisäksi myös Topinojan omat turvallisuusohjeet. Perehdytyslomakkeet liitetään työmaakansioon.

Urakoitsijan on huolehdittava, että kaikki työmaalla käytössä olevat koneet on tarkastettu ennen niiden käyttöönottoa. Käyttöönottotarkastuslomakkeet liitetään työmaakansioon.

4.9 Materiaalit

Rakennusmateriaaleina saa käyttää vain suunnitelmissa esitettyjä ja hyväksytyjä materiaaleja. Mikäli halutaan käyttää korvaavia materiaaleja, neuvotellaan asiasta ensisijaisesti tilaajan kanssa. Jos tilaaja hyväksyy vaihdoksen, haetaan

sille lupa ELY-keskukselta. Jos ELY-keskus myöntää luvan korvaavan materiaalin käyttöön, tehdään vaadittavat muutokset suunnitelmiin.

Kaikista urakassa käytettävistä materiaaleista on otettava viranomaisen ja suunnitelmien vaatimat kokeet sekä toimitettava laatudokumentit niiden kelpoisuudesta tilaajalle sekä riippumattomalle laadunvalvojalle. Dokumentit tulee aina toimittaa hyvissä ajoin ennen materiaalin käyttöä rakenteessa.

Mikäli urakoitsija kuitenkin haluaa käyttää materiaalia ennen kaikkien kokeiden valmistumista tai suunnitelmista poikkeavaa materiaalia, tulee hänen neuvotella siitä tilaajan kanssa, joka voi myöntää luvan materiaalin käyttöön urakoitsijan omalla vastuulla.

Materiaalit tulee aina varastoida, kuljettaa ja käyttää valmistajan ohjeiden mukaan. Käyttötarkoitukseen sopimattomia materiaaleja ei saa käyttää.

Kaikki materiaalien laatudokumentit ja mittaustulokset tulee arkistoida työmaakansioon.

4.10 Työvaiheet ja työmenetelmät

Urakoitsijan tulee tehdä jokaisesta erillisestä työvaiheesta / rakenneosasta työkohtainen työselostus sekä laadunvalvontatoimenpiteiden suunnitelma. Suunnitelmat hyväksytetään riippumattomalla laadunvalvojalla sekä tilaajan edustajalla ennen kunkin työvaiheen aloittamista. Työselostukset ja -suunnitelmat kommentteineen tulee liittää työmaakansioon.

4.11 Toimenpiteet poikkeamatilanteissa

Kun rakennettavassa rakenteessa, rakenteen osassa tai materiaalissa havaitaan poikkeama, tulee työnjohdon puuttua tilanteeseen välittömästi. Vaadittavista korjaustoimenpiteistä sovitaan riippumattoman laadunvalvojan ja rakennuttajan edustajan kanssa. Mikäli poikkeama johtuu työnjohdon puutteellisesta toiminnasta, kustantaa urakoitsija itse korjaustoimenpiteet. Tilanteessa, jossa

poikkeaman on aiheuttanut esim. materiaalin laatuvirhe, jota ei silmämääräisesti pystynyt rakennusvaiheessa huomaamaan eikä virhe ole mittauksissa tullut esille, keskustellaan kustannusten jakamisesta tilaajan edustajan kanssa.

Poikkeamasta tehdään aina poikkeamaraportti, joka toimitetaan rakennuttajalle sekä riippumattomalle laadunvalvojalle kommentoitavaksi. Raportti kommentteineen liitetään laatukansioon, joka luovutetaan urakan valmistuttua rakennuttajalle.

Tilanteessa, jossa urakoitsija haluaa omalla vastuullaan käyttää suunnitelmista poikkeavaa materiaalia, keskustellaan asiasta ensin tilaajan ja riippumattoman laadunvalvojan kanssa. Jos tilaaja antaa materiaalin käyttöön luvan tekee urakoitsija myös tässä tilanteessa poikkeamaraportin, johon liitetään kartta, josta nähdään poikkeavalla materiaalilla rakennettu alue.

Poikkeamaraportista tulee käydä ilmi seuraavat asiat:

- tapahtuma-aika
- työkohde
- rakenne, rakenneosa tai materiaali, jota raportti koskee
- poikkeaman syy / aiheuttaja
- vaikutus työmaan aikatauluun
- kustannusvaikutus
- korjaavat toimenpiteet
- miten poikkeamaa estetään toistumasta
- aliurakoitsijat
- materiaalin toimittajat
- vastuhenkilö
- rakennuttajan edustajan kommentit.

4.12 Suodatinkangas

Pinta- ja kuivatusrakenteiden ja pohjamaan erottamiseksi toisistaan käytetään rakenteissa suodatinkangasta. Tasatun leikkauspohjan tai penkereen päälle

levitetään suodatinkangas NorGeoSpec-luokituksen mukaan. Kankaan limitys on ≥ 500 mm.

Suodatinkankaan tulee olla neulasidottuja ja luokiteltuja. Vaaditut testausmenetelmät ja -määrät ovat Tiehallinnon julkaisun ”Tienrakennustöiden yleiset laatuvaatimukset ja työselitykset” kohdan 4450: ”suodatinkankaat” -mukainen. Urakassa käytetään N2-luokan suodatinkangasta.

4.13 Kaasunkeräyskerros

Tasatun esipeittokerroksen päälle rakennetaan kaasunkeräyskerros. Kerros erotetaan suodatinkankaalla (N2) esipeittokerroksesta. Kaasunkeräyskerros on paksuudeltaan 300 mm, ja siihen käytetään vähintään 3 kk aumassa ikäännettyä ja 0-50 mm:n kokoon seulottua jätteenpolttolaitoksen huokoista arinakuonaa. Kaasunkeräyskerros tiivistetään työkoneella yliajamalla. Käytettävästä materiaalista tehdään laadunvarmistuskokeet 5 000 t:n välein, joissa tutkitaan vedenläpäisevyys ja kaatopaikkakelpoisuus.

Arinakuonan vedenläpäisevyyden k-arvon tulee olla suurempi kuin 1×10^{-4} m/s, ja haitallisten aineiden liukoisuuden tulee täyttää tavanomaisen jätteen kelpoisuuskriteerit. Kuonakerroksen päälle levitetään suodatinkangas (N2).

Kaasunkeräyskerroksen yläosan tulee soveltua tiivistyskerroksen alusrakenteeksi, joten pinnassa ei saa olla epätasaisuuksia, mutta ns. lievä aaltoilu sallitaan.

4.13.1 Imuputkisto

Suunnitelmissa osoitettuihin paikkoihin asennetaan pysyvät kaasun imuputket $\varnothing 90$ PEH-PN4 (kaasuputki). Liitostapana voi olla puskuhitsaus tai sähkömuhvi. Mahdollisissa talviolosuhteissa liitoskohdan lämpötila ei saa alittaa -10 °C, kun liitoksia tehdään ja liitoskohta pitää suojata lumelta, vedeltä ja tuulelta. Putkien peitesyvyyden tulee olla vähintään $\geq 0,4$ m ennen kuin putkien päällä saa olla

työaikaista liikennettä. Yliajokohtiin rakennetaan tarvittaessa normaalia paksumpi peiterakenne.

Imuputket asennetaan kuivatuskerrokseen. Putket sijoitetaan 150 mm:ä tiivistyskerroksen yläpuolelle. Imuputkien päälle (150 mm) asennetaan keltainen merkkinauha. Imuputkia ollessa useampia jokaista viittä imuputkea kohden asennetaan yksi merkkinauha. Putkien tulee olla jatkuvasti viettäviä tai nousevia vähintään 3 %.

Mikäli suunnitelman mukaiset kaasukaivot (3 kpl) rakennetaan ennen pintarakenteiden rakentamista, voidaan näiden kaivojen imuputket asentaa esipeitto-kerrokseen. Myöhemmin pintarakenteen rakentamisen yhteydessä tuodaan kaasukaivojen läheisyyteen varaputket, jotta mahdollisesti vaurioituvia kaasuputkia ei tarvitse myöhemmin kaivaa esiin läpi tiivistyskerroksen.

Kaikki kaasun imuputket painepuhalletaan ennen käyttöönottoa.

4.13.2 Kaasukaivot

Uusien kaivojen paikat on esitetty suunnitelmapiirustuksissa.

Siiviläputkeksi asennetaan muoviputki Ø160 PEH-10. Putken rei'itys on esitetty suunnitelmapiirustuksessa. Siiviläosuuden rei'itys tulee tehdä porattuna putki-valmistajan toimesta tehdastekoisesti. Putki ei saa sisältää sisäpuolisia porauslastuja eikä muitakaan epäpuhtauksia. Siiviläputket jatketaan hitsaamalla. Siiviläputken rei'itys lopetetaan 200 mm ennen putken päätä.

Kaivantoon asennettava siiviläputki ympäröidään pestyllä suodatinsoralla # 6-32.

4.14 Tiivistyskerros mineraalieristeestä

Tiivistyskerros rakennetaan mineraalirakenteena. Tiivistyskerroksen valmis pinta tarkastetaan päivittäin siten, että valvontatyö ei aiheuta katkoksia työn ete-

nemiseen. Hyväksytyt pinta suojataan haitalliselta kastumiselta ja kuivumiselta sekä mekaanisilta vaurioilta.

Laadunvalvontatiedot toimitetaan riippumattomalle laadunvalvojalle hyväksyttäväksi toimituserittäin. Ennen valvojan hyväksyntää ei materiaalia saa käyttää rakenteeseen.

Ennakkokokeiden ja koetiivistyskenttien laadunvalvontatulosten perusteella määritellään käytettävän tiivistysmateriaalin laatu, käytettävä levitys- ja tiivistyskalusto, kerralla tiivistettävän kerroksen paksuus sekä jyräskerrat. Tiivistyskerros tehdään ennakkokokeiden perusteella tarkoitukseen hyväksytystä maa-aineksesta tai -seoksesta.

Tiivistyskerroksen tiivistysvastaavuuden tulee olla jätteen loppusijoitusalueella pienempi kuin 1×10^{-9} m/s. Valmiin tiivistyskerroksen vähimmäispaksuus on 500 mm. Tiivistyskerros tehdään kahtena erikseen tiivistettävänä kerroksena. Ylimmän tiivistetyn kerroksen paksuus on vähintään 200 mm. Näin vältetään läpi rakenteen olevista kivistä.

Pinta tiivistetään sileäksi esim. valssilla tai yliajamalla. Viimeisessä kerroksessa, keinotekoisien eristeiden alla, ei saa olla 4 mm suurempia pistemäisiä kohoumia. Tiivistämisen yhteydessä syntyneet valssin reunan aiheuttamat hammastukset on poistettava. Valmiin pinnan päällä ei saa liikkua sellaisilla koneilla, jotka voivat aiheuttaa muodonmuutoksia pintaan tai materiaalin irtoamista siitä.

Työmaalla tulee varautua suojaamaan rakenteet sateilta ja valuvilta pintavesiltä. Toisaalta työmaalla tulee olla kastelujärjestelmä, jolla estetään rakenteen liiallinen kuivuminen.

Mikäli mineraalieristeessä käytetään bentoniittia, toimitettavia tietoja ovat

- bentoniitin lähde
- toimitusvesipitoisuus
- montmorilloniittipitoisuus ja/tai metyleenisinikulutus
- paisumisindeksi.

Tiivistysmateriaalista toimitettavia tietoja ovat

- materiaalin lähde
- vesipitoisuus ja sen vaihtelualue
- rakeisuus ja sen vaihtelualue
- hehkutushäviö/humuspitoisuus.

Savenottoaikan valinta

Ennen kaivuiden aloittamista savesta kerätään kolme näytettä savenottoaikkaa kohti. Näytteistä määritetään vesipitoisuus, hehkutushäviöt, pH, johtokyky ja rakeisuusjakauma areometrikokeella.

Näytteet tiivistetään IC-kiertotiivistyslaitteilla eri kuivairtotehtäviöihin. Koekappaleista määritetään vedenläpäisevyys joustavaseinämäisessä sellissä takapaineella. Tulosten perusteella valitaan savi, joka sopii rakenteeseen, ja minimikuivatiheys, joka täyttää tiivistettynä vaaditun k-arvon.

Saven kaivu

Savenottoaikka valitaan ennakkokokeiden perusteella. Kun valinta on tehty, tulee urakoitsijan edustajan opastaa ja varmistaa, että kaivava taho saa pidettyä eri maakerrokset erillään sekä saven puhtaana muista maalajeista.

Ensin saven päältä kuoritaan pintamaakerros ja mahdolliset epäpuhtaudet huolellisesti pois. Tämän jälkeen urakoitsijan edustaja käy tarkistamassa saven pinnan ja puhtauden. Hyväksytyt savikerrokset kaivetaan ja kuljetetaan Topinojalle.

Saven laatu määritetään kaivuun yhteydessä. Savesta otetaan yksi näyte jokaista alkavaa 500 m³ kohti. Näytteistä määritetään vesipitoisuus ja rakeisuus.

Esikokeet huomioiden joka neljännessä näytteestä (1 näyte / 2000 m³), kuitenkin vähintään yhdestä näytteestä savenottoaikkaa kohti, valmistetaan IC-kiertotiivistyslaitteella näytekappaleita 50 kPa:n puristavalla voimalla, 10 työstökerroksella. Työmäärä vastaa telakoneella aikaansaataavaa tiivistymistä. Tiivistetyistä näytteistä määritetään vedenläpäisevyyden k-arvo.

Laadunvalvonta

Tiivistyskerroksen raaka-aineista tehdään rakeisuusmääritykset jokaista 500 itd- m^3 suuruista raaka-ainemäärää kohden. Materiaalin rakeisuuden muuttuessa on siitä tehtävä tarpeelliset määritykset ennen käyttöä.

Tiivistyskerroksen raaka-aineista tehdään vesipitoisuusmittauksia ja selvitetään vesipitoisuuden vaihtelujen vaikutukset tiivistyskerroksen tiiviyteen, tiivistymiseen sekä vedenläpäisevyyteen.

Ennakkokokeilla osoitetaan, että vedenläpäisevyysvaatimus täyttyy riittävällä varmuudella.

Koetiivistyskentät

Koetiivistyskenttä sisältää kaikki pintarakenteen osat. Koekentän koon on oltava vähintään 10 m x 10 m. Koekenttä tehdään tilaajan osoittamaan paikkaan. Kenttä on tehtävä samalla massalla kuin varsinaiset pintarakenteet. Koekentän pinnan tulee vastata lopullisen rakenteen pintaa. Koekentän rakennekerrosten sijainti ja korkeusasema mitataan 2 m x 2 m ruutuun. Tiivistyskerros tehdään vähintään kahtena erikseen tiivistettävänä kerroksena.

Urakoitsija teettää koetiivistyskentän materiaalista laboratoriossa vedenläpäisevyys kokeen koetiivistyskentällä saavutetussa kuivatilavuuspainossa. Vedenläpäisevyyden tulee täyttää asetettu vaatimus. Riippumaton laadunvalvoja hyväksyy koekentästä otettujen näytteiden tulokset. Tilaajan halutessa voi se teettää myös omia kokeita koekentästä.

Mittaukset ja kokeet

Urakoitsija tekee laadunmittauksia kerroksittain seuraavasti:

- Kuivatilavuuspaino, jota verrataan parannetulla Proctor-kokeella saavutettuun maksimiarvoon tiivistysasteen määrittämiseksi, määritystiheys 1 kpl / 2 500 m^2 .
- Vesipitoisuus ja märkä- ja kuivairtitiheys Troxlerilla tai muulla vastaavalla nopealla menetelmällä vähintään kahdesta eri syvyydellä olevasta ker-

roksesta, määritystiheys 1 kpl / 250 m². Joka 20. mittaus varmistetaan uunikuivauksella. Kuivairtoteiheys määritetään koekentästä myös jollakin rinnakkaisella menetelmällä (esimerkiksi hiekka- tai vesivolymetrillä) Troxler-mittauksen kalibroimiseksi.

- Vedenläpäisevyyskokeet tehdään laboratoriossa standardin ASTM D5084-00 mukaisesti. Kokeita tehdään vähintään kolme jokaista käytettyä seosta kohden. Näistä yhden tuloksen voi hylätä. Jos seoksia tai tavoitearvoja on useita, tehdään vastaavasti kaikista ne kolme määritystä.

Näytteenottokohdat ja Troxler-mittauspisteet on paikattava.

Kentästä tehtyjen kokeiden tulokset on raportoitava ennen kuin työt alkavat.

Koekentästä otetaan näytteitä, joista seurataan sekoituksen homogeenisuutta ja arvioidaan ennakkokokeiden edustavuutta (rakeisuus, vesipitoisuus) ja joita voidaan käyttää rakentamisen aikaisen laadunvalvontatulosten vertailuarvoina.

Materiaalin homogeenisuuden seurantaan tulee kiinnittää erityistä huomiota ja urakoitsijan on ilmoitettava riippumattomalle laadunvalvojalle heti, kun materiaalin koostumuksessa havaitaan muutoksia tai materiaalin seossuhteita muutetaan.

Tiivistyskerroksen valmistuttua pidetään päivittäin vastaanottotarkastus, jossa todetaan, että tiivistyskerros on rakennettu vaatimusten mukaisesti. Hyväksyty työsuoritus oikeuttaa urakoitsijan jatkamaan työtään.

4.15 Kuivatuskerros

Pintarakenteen kuivatuskerroksen materiaalina käytetään joko kiviainesta tai rengasrouhetta. Rengasrouheen käyttöön on saatava erillinen lupa tilaajalta ja ELY-keskukselta.

4.15.1 Kuivatuskerros kiviaineksesta

Kiviaineksesta tehtävän kuivatuskerroksen materiaalina käytetään # 16-32 pesyä salaojasepeliä. Kuivatuskerroksen kokonaispaksuus on vähintään 500 mm. Kuivatuskerroksen ylä- ja alapuolelle asennetaan suodatinkangas N2.

Kuivatuskerroksen levittäminen tehdään kasvattamalla. Kasvattaminen tehdään alhaalta ylöspäin. Kuivatuskerroksen levittäminen tulee tehdä siten, että se ei riko tai vahingoita alapuolisia rakenteita. Salaojasepelin siirtäminen tiivistyskerroksen pintaa myöten koneella on kielletty.

Kuivatuskerroksen laadunvalvonta

Salaojasepelin rakeisuutta seurataan seulomalla 1 näyte 1 500 itd-m³ kohti. Rakeisuuden on pysyttävä ohjealueella. Rakeisuus hyväksytetään kolmella rakeisuuskäyrällä.

Kuivatuskerrosta ei tiivistetä erikseen (työkoneiden liikkuminen valmiin pinnan päällä riittää).

4.15.2 Kuivatuskerros rengasrouheesta

Rengasrouheesta tehtävän kuivatuskerroksen materiaalina käytetään palakooltaan 3-10 cm henkilöauton tai kuorma-auton renkaista tehtyä rouhetta. Kuivatuskerroksen kokonaispaksuus on vähintään 500 mm. Kuivatuskerroksen ylä- ja alapuolelle asennetaan suodatinkangas N2.

Kuivatuskerroksen levittäminen tehdään kasvattamalla. Kasvattaminen tehdään alhaalta ylöspäin. Kuivatuskerroksen levittäminen tulee tehdä siten, että se ei riko tai vahingoita alapuolisia rakenteita. Rengasrouheen siirtäminen tiivistyskerroksen pintaa myöten koneella on kielletty.

Kuivatuskerroksen laadunvalvonta

Rengasrouheen palakokoa tarkkaillaan silmämääräisesti. Liian suuret palat ja kokonaiset renkaat tulee poistaa. Rengasrouheen liukoisuusarvoja seurataan laboratoriokokeilla, 1 näyte jokaista 5 000 t:a kohti. Liukoisuusarvojen tulee täyttää tavanomaisen jätteen kelpoisuus kriteerit. Rengasrouhekerroksen vedenläpäisevyyden k-arvon on oltava $> 1 \times 10^{-3}$ m/s.

Kuivatuskerrosta ei tiivistetä erikseen, työkoneiden liikkuminen valmiin pinnan päällä riittää.

4.16 Pintakerros

Suodatinkankaalla erotetun kuivatuskerroksen päälle tehdään kokonaispaksuudeltaan 1 000 mm:n pintakerros, joka rakennetaan vettä pidättävästä luonnonmaa-aineksesta. Alueelle ei saa muodostua sellaista kasvillisuutta, jonka juuristo vaarantaa pintarakenteiden toimivuuden.

4.16.1 Kasvualustan alaosa

Salaojakerroksen yläpuolelle tehdään 700 mm:n kerros kasvualustan alaosaksi.

Kerroksen materiaalina voidaan käyttää puhtaita ylijäämämaita, joista on poistettu yli 300 mm:n kivet. Urakoitsijan tulee osoittaa käyttämiensä maiden puhtaus. Urakoitsija ei voi tuoda alueelle maita, joiden alkuperäpaikka ei ole tiedossa tai jos voidaan epäillä niiden olevan pilaantuneita.

Kerros voi olla vettä pidättävää luonnonmaa-ainesta. Geoteknisen maalajiluokituksen mukaan materiaali voi olla siltti- tai hiekkamoreenia tai vastaavaa. Kerros tulee tehdä tasalaatuiseksi sekoittamalla em. materiaalit keskenään. Maalaji ei saa olla tasarakeista.

Käytettävät materiaalit, mahdolliset sekoitussuhteet ja työtavat tulee hyväksyttää ennen kerrosmaa-ainesten siirtämistä rakennuskohteeseen.

Kasvualustan alaosa tiivistetään työkoneella yliajamalla vähintään kolme kertaa. Valmiin pinnan tasaisuusvaatimus on ± 50 mm. Luiskissa 1:3-1:4 rakenne tehdään kasvattamalla sitä alhaalta ylöspäin. Kerroksen ”vyöryttäminen” ylhäältä alaspäin on kielletty. Tasaisilla alueilla voidaan rakentaa kasvualusta vyöryttämällä.

Erityistä huomiota tulee kiinnittää luiskien työaikaiseen vakavuuteen ja estää kerrosten liika kostuminen rakennusvaiheessa (erosio, vettyminen).

4.16.2 Kasvualustan yläosa

Kasvukerroksen yläosan on oltava paksuudeltaan vähintään 300 mm. Materiaalina käytetään esimerkiksi lietteestä kompostoitua multaa, johon on sekoitettu kivennäismaita (hiekkä, siltti ym.). Seossuhteen tulee olla 40/60 (40 % multaa, 60 % kivennäismaata). Infra RYL 2006:ssa on esitetty kasvualustan ravinnepitoisuuden ohjearvot (taulukko 23111:T1, sarake ”kuivat niityt”) ja rakeisuusvaatimus liitteiden K8-K11 ohjealueiden mukainen. Kasvualusta tiivistetään kevyesti jyräämällä. Pinnan tasaisuusvaatimus on ± 40 mm. Laadunvalvonta tehdään Infra RYL 2006b mukaan. Kerroksen tulee olla kuohkea ja vettä läpäisevä. Kerroksen tulee täyttää lisäksi seuraavat vaatimukset:

- ammoniumpitoisuus alle 400 mg/kg
- orgaanisen aineksen määrä yli 15 %
- pH 6,5-8,5
- irtotilavuus alle 1,3 t/m³ (tavoite 0,8-1,1 t/m³).

Pintakerroksen laadunvalvonta

Laadunvalvonta tehdään Infra RYL 2006b mukaan. Kerros tiivistetään yliajamalla vähintään kolme kertaa. Yli 300 mm:n kivet poistetaan. Valmiin pinnan tasaisuusvaatimus on ± 40 mm.

4.17 Loppuraportti

Urakoitsija kokoaa rakentamisesta kertyneet materiaali-, tutkimus-, mittaus- ja koetulokset yhteen sekä laatii loppuraportin ja laadunvalvonnan loppulausunnon, jotka se luovuttaa tilaajalle ja riippumattomalle laadunvalvojalle. Mittaustulokset, kerrospaksuudet sekä mittaus- ja näytteenottopisteiden sijainti esitetään havainnollisina karttoina. Loppuraportti ja laadunvalvonnan loppulausunto liitetään työmaan laatukansioon, joka luovutetaan tilaajalle työn loputtua.

5 JOHTOPÄÄTÖKSET

Hintakilpailun kiristyessä ja vaatimuksien kasvaessa laatusuunnitelmien vaikutus korostuu jatkuvasti lisää. Urakan toteuttaminen niin, etteivät kustannukset nouse liikaa mutta työn laatu säilyy, käy yhä hankalammaksi. Yleispätevän laatusuunnitelman laatiminen on lähes mahdotonta, kaikkea ei voi kirjata ylös, koska tämä poistaa urakoitsijalta mahdollisuuden työskennellä heille edullisimmalla tavalla. Siksi laatusuunnitelma tuleekin päivittää joka urakan kohdalla uudelleen palvelemaan juuri sitä kyseistä työkohdetta.

Työtä tehdessä esiin nousivatkin kysymykset, mikä oikeastaan tulee kirjata laatusuunnitelmaan ja mikä pitäisi jättää niin sanotun maalaisjärjen varaan. Voidaanko enää nykypäivänä luottaa siihen, että toimitaan kaikissa tilanteissa rehellisesti ja lopputulosta hyödyttävästi, vai palveleeko päätökset lähinnä omaa etua.

Hyvänä esimerkkinä tästä ovat sanktiot, jotka tilaaja on vuosien kokemuksen perusteella todennut tarpeellisiksi. Kypärä ei vain yksinkertaisesti pysy päässä ennen kuin siitä on ainakin kerran sakotettu tuntuvasti. Tai voidaanko urakoitsijan työnjohtoa vaatia olemaan paikalla jatkuvasti. Kuitenkin työt menivät useamman kerran pahasti pieleen, kun työnjohtaja paikalta uupui.

Ongelmana ovatkin lähinnä se, että mitä tiukemmin urakoitsijan kädet sidotaan, sitä kalliimmaksi työn toteutus aina tulee. Toisaalta taas jo etukäteen ilmoitetut vaativat laadunvalvontatoimenpiteet voivat osaltaan karsia epäsovivia urakoitsijoita jo tarjouskilpailuvaiheessa. Yhtä kaikki tasapainon löytäminen onkin ehkä se vaikein osuus, ja se pitää vielä löytää joka urakan kohdalla erikseen.

Tähän laatusuunnitelmaan on kerätty kaikki mahdollinen ja mahdoton ja sen vuoksi sitä tuskin tullaan tällaisenaan käytössä näkemään, mutta se ei ole tarkoituskaan. Tarkoituksena on ollut luoda mahdollisimman kattava kokonaisuus, joka toimii hyvänä pohjana tulevien urakoiden laatusuunnitelmille.

LÄHTEET

Jätelaki 646/2011. Saatavilla:

<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2011/20110646>

Jätelaki 3.12.1993/1072. Saatavilla:

<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/kumotut/1993/19931072>

Infra 15-710106, 2013. Saatavilla:

<https://www.rakennustieto.fi/kortistot/infra/kortit/710106>

Suomen ympäristökeskus. 2008. Ympäristöhallinnon ohjeita 1. Helsinki. Saatavilla:

http://www.ymparistoyritykset.fi/files/yyl/pdf/kaatopaikkojen_jalkijhoito.pdf

Suomen ympäristökeskus. 2002. Ympäristöopas 36. Helsinki. Saatavilla:

https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/41085/Ymp%C3%A4rist%C3%B6opas_36.pdf?sequence=1

Suomen ympäristökeskus. 2001. Ympäristöopas 89. Helsinki. Saatavilla:

https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/41633/Ymp%C3%A4rist%C3%B6opas_89.pdf?sequence=1

Valtioneuvoston päätös kaatopaikoista 861/1997. Saatavilla:

<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1997/19970861>

Valtioneuvoston asetus kaatopaikoista 331/2013. Saatavilla:

<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2013/20130331>