

Toni Pyykkönen

KIERRÄTTÄMINEN INFRARAKENTAMISESSA

Insinöörityö
Kajaanin ammattikorkeakoulu
Tekniikan ja liikenteen ala
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Kevät 2008



**Kajaanin
ammattikorkeakoulu**

OPINNÄYTETYÖ TIIVISTELMÄ

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	Koulutusohjelma Rakennustekniikka
Tekijä(t) Toni Pyykkönen	
Työn nimi Kierrättäminen infrarakentamisessa	
Vaihtoehtoiset ammattiopinnot	Ohjaaja(t) Jari Kurtelius Toimeksiantaja NCC Roads Oy / Pekka Härkönen
Aika Kevät 2008	Sivumäärä ja liitteet 53+3
<p>Insinööriyön tilaajana on NCC Roads Oy. NCC Roadsin toimialana on infrarakentaminen. Insinööriyö käsittelee vanhojen maa-ainesten uusiokäyttöä infrarakentamisessa. Työssä tutkitaan myös asfaltin uusiokäyttöä maarakentamisen yhteydessä. Maa-ainesvarantojen vähetessä kuljetusmatkat kasvattavat urakoitsijalle koituvia kustannuksia. Työssä tutkitaan kuljetushintojen vaihtelua pitkälle ajomatkalle sekä työkohteen läheisyydessä olevalle käsittelyalueelle. Tutkimuksen ja laskelmien tarkoituksena on selvittää urakoitsijalle saatava taloudellinen hyöty maa-ainesten uusiokäytöstä.</p> <p>Tutkimuksissa ja laskelmissa vertailtiin uusiotuotteiden ja uuden luonnonvaraisen maa-aineksen aiheuttamia kustannuksia keskenään. Tutkimuskohteena oli 5 000 m²:n teollisuuskäytössä oleva piha. Kyseinen kohde on keskikokoinen maarakennuskohde, joten vertailu- ja kustannustuloksia on helppo verrata pienempään tai suurempaan kohteeseen. Maa-ainesten kuljetushintoja vertailtiin 10–15 km:n ajomatkan päässä olevalle käsittelyalueelle ja työkohteen läheisyydessä olevalle käsittelyalueelle. Uusioasfaltin käyttöä verrattiin uuden asfaltin valmistukseen ja laskettiin kuinka paljon säästetään, kun uuden massan sekaan laitetaan 20 % asfalttirouhetta. Hintatasolla pyrittiin saamaan vastaavuutta nykypäivän hintatasolle, jotta tulokset olisivat mahdollisimman lähellä oikeaa.</p> <p>Työssä havaittiin, että maa-ainesten uusiokäytöllä urakoitsija voi säästää 5000 m²:n pihalla kustannuksissa 5–15 % riippuen siitä, kuinka paljon vanhoja maa-aineksia voidaan hyödyntää rakenteissa. Maa-ainesten kuljetusmatkoilla urakoitsijan säästämä kustannus voi olla jopa yli 5000 euroa, jos maa-ainekset voidaan käsitellä työmaan välittömässä läheisyydessä. Lisäämällä vanhaa asfalttia uuden asfalttimassan sekaan 20 % urakoitsija säästää kustannuksissa noin 10 %.</p>	
Kieli	Suomi
Asiasanat	Infrarakentaminen, kierrättäminen, maarakentaminen
Säilytyspaikka	<input checked="" type="checkbox"/> Kajaanin ammattikorkeakoulun Kaktus-tietokanta <input checked="" type="checkbox"/> Kajaanin ammattikorkeakoulun kirjasto

School School of Engineering	Degree Programme Construction Engineering
Author(s) Toni Pyykkönen	
Title Recycling in Infra Construction	
Optional Professional Studies	Instructor(s) Jari Kurtelius, Lic. Sc.
	Commissioned by NCC Roads Oy / Pekka Härkönen
Date Spring 2008	Total Number of Pages and Appendices 53+3
<p>The commissioner in this Bachelor's thesis was NCC Roads. NCC Road's working sector is infra construction. Ground construction is a large part of NCC Road's working sector. The purpose in this thesis was to investigate old ground material and discharged asphalt recycling in infra construction. This thesis also compared the hauling distance with long and short distances. The objective was to investigate how much costs the contractor can save when he uses recycled ground materials in the infra construction.</p> <p>The method of the thesis was to compare the processing costs of the old recycled material with the new nature ground material. The hauling distance compared with long and short distance means how far the processing area of the old recycled ground material is from the building site. Old and discharged asphalt recycling was compared with new asphalt production. The costs of new asphalt including 20 percent of old asphalt were compared with the costs of totally new asphalt.</p> <p>According to the results of this thesis, the contractor can save about 5 to 15 percent in the costs of 5 000 m² yard when he uses recycled ground materials. In the costs of the hauling distances the contractor can save about 5 000 euros if the old ground processing area is near to the building site. When the new asphalt includes 20 percent old asphalt, the contractor can save 10 percent of the costs of a 5 000 m² yard.</p>	
Language of Thesis	Finnish
Keywords	Recycling, infra construction, ground construction
Deposited at	<input checked="" type="checkbox"/> Kaktus Database at Kajaani University of Applied Sciences <input checked="" type="checkbox"/> Library of Kajaani University of Applied Sciences

ALKUSANAT

Tämän työn tarkoituksena on tutkia infrarakentamisessa tulevien kaivumaiden, kantavien ja suodattavien maa-aineskerrosten uusiokäyttöä ja sitä, miten se on urakoitsijalle taloudellisesti kannattavaa. Työn tilaajana on NCC Roads Oy, jonka toimialana on infrarakentaminen. Työn aihetta lähdettiin miettimään aluejohtaja Pekka Härkösen kanssa NCC Roads Oy:ltä, kun häntä on pitemmän aikaa kiinnostanut kyseisen aiheen tutkiminen ja taloudellinen hyöty mitä uusiokäytöllä voidaan saavuttaa.

Työhön asiantuntemustaan on esille tuonut Kajaanin Ympäristökeskuksen ylitarkastaja Unto Ritvanen, jonka työn piiriin kuuluvat ympäristönsuojelu ja siihen liittyvät lupa-asiat. Myös paikalliset kiviainestoimittajat ja urakoitsijat ovat antaneet omat ajatuksensa kyseiseen aiheeseen.

Haluan kiittää työn tilaajaa Pekka Härköstä mielekkästä ja haastavasta aiheesta sekä työn valvojaa Jari Kurteliusta jotka ovat antaneet mielipiteensä ja ajatuksensa työhön. Kommentteista on ollut suuri hyöty työtä tehdessä.

Myös haluan kiittää kaikkia läheisiä ja perhettäni, jotka ovat tukeneet tässä koulun aikana.

Kiitos!

MÄÄRITELMIÄ

Asfalttibetonilla tarkoitetaan kerrosta, jota käytetään tie- ja katurakentamisen kulutuskerroksena. Asfalttibetonin rakenne on kiviaines ja sideaine eli bitumi. Kiviaineksen osuus asfalttibetonista on noin 90 painoprosenttia. Hienoaineksen kuten kalkkifillerin tai tuhkan osuus on noin 4 painoprosenttia. Bitumin osuus on 5–8 painoprosenttia.

Asfaltin uusiokäytöllä tarkoitetaan vanhan puretun tai jyrityn asfaltin uudelleen käyttämistä. Vanha asfaltti voidaan käyttää uudestaan sataprosenttisesti. Näin ollen asfaltti on ympäristöystävällinen materiaali, jonka uudelleenkäyttö edistää kestäväen kehityksen mukaisia tavoitteita [1.]

Bitumi on tummanruskea tai musta, pääasiassa suurmolekyylisistä hiilivedyistä koostuva materiaali, joka toimii mm. sideaineena. Luonnossa muodostuu bitumia orgaanisten aineiden muutosprosesseissa, ja se on kerogeenin kanssa luonnonasfaltin pääaineosa.

Pehmeä bitumi on bitumia, johon on sekoitettu ns. pehmennin, yleensä raskas öljyjae. Pehmeää bitumia voidaan käsitellä alhaisemmissa lämpötiloissa. Käsitteilylämpötila pehmeälle bitumille on 80–120 °C. Pehmeää bitumia käytetään usein vähä- ja keskiliikenteisten teiden päällystykseseen. [2.]

Infrarakentaminen tarkoittaa yhteiskunnan toiminnassa tarvittavien teknisten perusrakenteiden eli infrastruktuurin rakentamista, jossa tarvitaan monenlaista rakennustekniikkaa. Infrarakentaminen sisältää teiden-, katujen-, rautateiden-, siltojen-, kunnallistekniikan-, ympäristö-, sekä teollisuusrakentamisen osuuden.

Suomen **kallioperä** on maapallon vanhimpia. Se on muodostunut hyvin vaihtelevissa geologisissa olosuhteissa pääosin 1 500–3 000 miljoonaa vuotta sitten. Suomi sijaitsee prekambriksen kilven alueella, jossa vanha kallioperä on paljastunut nuorempien kerrostumien alta. Kallioperämme koostuu pääosin happamista syväkivilajeista kuten graniitista, ja se on varsin tiivistä ja ehjää lukuun ottamatta murroslinjoja ja ruhjevyyöhykkeitä. [3]

Kiviaineksella tarkoitetaan lopputuotetta murskausprosessissa, jossa kalliota louhittaessa on ensin porattava niin, että louhinta tuottaa sopivan kokoisia lohkareita. Jopa metrin kokoiset lohkarit murskataan monivaiheisessa prosessissa, jonka lopputuotteena on raekooltaan 0...32 mm oleva murske. Murskaus ja lajittelu tapahtuvat useassa vaiheessa.

Maaperällä tarkoitetaan kallioperää peittävää irtomaakerrosta. Suomen maaperä koostuu kallioperän kiviaineksesta peräisin olevista kivennäismaalajeista sekä kasvien ja muiden eliöiden jäänteistä syntyneistä eloperäisistä maalajeista.

Kivennäismaalajeista yleisin on moreeni, joka peittää lähes puolet maa-alastamme. Lisäksi meillä esiintyy jäätikköjokitoiminnan ja rantavoimien lajittelun seurauksena syntyneitä karkeita maalajeja kuten soraa, hiekkaa ja hietaa sekä kauemmas jäätikön reunasta meriin tai järviin kerrostuneita hiesua ja savea. Eloperäisiä maalajeja ovat turve ja lieju. [2.]

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	1
2 LAINSÄÄDÄNTÖ	3
3 MAA-AINESTEN VARASTOINNIN LUPA-ASIAT	5
3.1 Maa-ainesten ottoon maa-aineslain mukainen lupa	5
3.2 Ympäristölupa	6
3.3 Ottotoiminnan alueellinen suunnittelu	6
3.4 Lupakäsittelyn vaiheet	7
4 UUSIOKÄYTETTÄVÄT MATERIAALIT	8
4.1 Kaivetut maa-ainekset	8
4.2 Rakennuksista uusiokäyttöön tulevat materiaalit	8
4.3 Betonimurskeen tutkimusmenetelmät	10
5 MAA-AINESKERROKSET	12
6 MAA-AINESTEN KIERRÄTTÄMISEN TARPEELLISUUS	16
6.1 Luonnon materiaalien saatavuus	16
6.2 Maa-ainesten kierrättämiseen tarvittava kalusto	17
7 UUSIOTUOTTEIDEN YMPÄRISTÖKELPOISUUDEN ARVIOINTI	21
7.1 Ympäristöturvallisuus ja sen hallinta käytön eri vaiheissa	21
7.2 Ympäristövaikutusten hallintamahdollisuudet	22
8 ASFALTIN UUSIOKÄYTTÖ	25
9 ASFALTIN VARASTOINNIN LUPA-ASIAT	26
10 ASFALTIN OMINAISUUDET	27
10.1 Asfalttijäte	27
10.2 Käyttösuositus	28
10.2.1 Käytössä huomioon otettavaa	28
10.2.2 Murskatun asfaltin vaikutukset	28
10.3 Asfalttirouheen ja -murskeen varastointi	29
10.4 Kierrättämismenetelmät	29

10.4.1 Remixer-pintaukset	31
10.4.2 ART-pintaukset	32
11 MAA-AINESTEN KIERRÄTTÄMINEN	34
11.1 Maa-ainesten kaivaminen	34
11.1.1 Kulutuskerroksen kaivaminen	35
11.1.2 Kantavan kerroksen kaivaminen	35
11.1.3 Suodattavan kerroksen kaivaminen	36
11.2 Kuljetusmatkojen hintatarkastelut	36
11.3 Kiviaineksen murskaamisen hintatarkastelut	38
11.4 Hienon kiviaineksen seulomisen hintatarkastelut	42
11.5 Maa-aineksista saatavan kokonaishyödyn hintatarkastelut	44
11.6 Asfaltista saatavan hyödyn hintatarkastelut	46
11.7 Bitumin hintatarkastelut	48
11.8 Hinta tarkastelujen yhteenveto	50
12 YHTEENVETO	51
LÄHTEET	53
LIITTEET	

1 JOHDANTO

Tällä hetkellä Suomessa käytetään infrarakentamiseen vuosittain 70–90 miljoonaa tonnia luonnon kiviaineksia. Infrarakentamisen tulevaisuuden ongelmana on maa-ainesvarantojen väheneminen. Suurilla asutusalueilla, kuten Etelä-Suomi, on jo tällä hetkellä ongelmana varantojen vähäisyys. Sen vuoksi maa-ainekset joudutaan ajamaan todella pitkienkin matkojen päästä. Tästä koituu suuria kustannuksia urakoitsijoille, joten tämä nostaa kuljetushintoja.

Maa-ainesten uusiokäytöllä pyritään säästämään jo ehtymässä olevia sora- ja hiekkavarantoja. Tämä on haastavaa ja urakoitsijaa kuormittava toimenpide ottaen huomioon, kuinka suuri prosessi on hoitaa luvat ja tarvittava kalusto kyseistä työtä tehdessä.

Infrarakentamisessa maa-ainesten kierrätys on ympäristölle kestävä, yhteiskunnallisesti oikeudenmukaista ja ympäristöä uudistavaa kehitystä. Kestävän kehityksen periaatteiden mukaisessa rakentamisessa otetaan huomioon paitsi ekologisesti kestävä kehityksen vaatimukset myös taloudelliset arvot. Ekologisesti kestävä rakentamista voidaan kutsua myös ympäristöä säästäväksi rakentamiseksi, joka tarkoittaa elinkaariajattelun toteuttamista rakennushankkeiden vaatimusten asettamisessa, suunnittelussa, toteutuksessa sekä käytössä, ylläpidossa ja purkamisessa. [3, s. 1.]

Työn tilaaja on suuri NCC-konserniin kuuluva infrarakentamisen tuottaja NCC Roads. NCC Roadsin toimialoja ovat asfaltti, kiviaineksen tuotanto, tienhoito ja kasvavassa määrin oleva maarakentaminen. NCC Roads tuottaa vuosittain noin 6 miljoonaa tonnia asfalttia ja noin 25 miljoonaa tonnia kiviaineksia. NCC Roads on Pohjoismaiden johtava yritys näillä toimialoilla. Konserni työllistää noin 4800 työntekijää ja vuoden 2007 liikevaihto oli noin miljardi euroa. Suomessa NCC Roads työllistää noin 400 työntekijää ja vuotuinen liikevaihto on noin 100 miljoonaa euroa.

Kyseinen aihe tuli ajankohtaiseksi harjoittelupaikassani Kajaanin toimistolla, jossa lähdettiin NCC Roadsin Pekka Härkösen kanssa miettimään tärkeää ja tutkimusta vaativaa aihetta insinöörityölleni. Näin ollen kasvavassa määrin oleva infrarakentaminen tuli aiheista esille ensimmäisenä ja kuvastaa myös paljon NCC Roadsin toimenkuvaa.

Työn tavoitteena on tutkia vanhojen kaivettujen maa-ainesten uusiokäyttöä uudelleen maarakennekerroksissa. Tutkimuksissa ja laskelmissa pyritään tutkimaan ja miettimään tulevia

kustannuksia ja tulevia säästöjä urakoitsijan kannalta. Tarkasteltavana ovat myös kulutuskerroksen eli asfalttibetonin uudelleen hyödyntäminen sekä kuljetusmatkoista tulevien kustannusten laskeminen ja analysointi.

Tutkimuksissa ja laskelmissa on pyritty hyvin pitkälti laskemaan kustannuksia vuoden 2008 kustannuksia vastaavaksi. Laskelmissa olevat hinnat ovat hyvin lähellä markkinahintojen keskitasoa, mikä on Suomessa katsottuna Oulun hintataso. Laskelmat voivat näin ollen vaihdella alueiden mukaan, mutta hinnat ovat kuitenkin alueittainkin suuntaa antavia.

2 LAINSÄÄDÄNTÖ

Suomen lainsäädäntö ei tunne uusiotuotteen käsitteitä, vaan uusiotuotteet ovat lain mukaan joko tuotelainsäädännön mukaisia tuotteita tai ympäristölainsäädännön alaisia jätteitä. Puhuttaessa maanrakentamisen uusiotuotteesta käsittää se maa-ainesten uusiokäytön puhdistettuna ja standardit täyttävinä maa-aineksina. Jätteellä tarkoitetaan ”ainetta tai esinettä, jonka sen haltija on poistanut tai aikoo poistaa käytöstä taikka on velvollinen poistamaan käytöstä”. (Jätelaki 1072/1993, 3§)

Maarakentamisen merkittävimmät lait ja säädökset

Alla on esitetty merkittävimmät lait ja säädökset, jotka koskevat maarakentamisessa uusiotuotteiden käsittelyä.

- Ympäristönsuojelulaissa (86/2000) ja ympäristösuojeluasetuksessa (169/2000) säädetään muun muassa jätteen hyödyntämisen ympäristövelvollisuudesta, lupamenettelyistä ja lupahakemuksen sisällöstä.
- Jätelaissa (1072/1993) ja jäteasetuksessa (1390/1993) esitetään jätteiden vähentämisen, kierrätyksen ja uudelleenikäytön edistämisvelvoite sekä jätteen määritelmä.
- Valtioneuvoston asetuksessa eräiden jätteiden hyödyntämisestä maanrakentamisessa (591/2006) määritellään perusteet, joiden täytyessä eräiden jätteiden hyödyntäminen voidaan hyväksyä ympäristöluvan sijaan ilmoitusmenettelyissä.

Näiden lisäksi erityisesti rakenteiden purkamista ja rakenteista poistettavien materiaalien loppusijoitusta koskevat seuraavat säädökset:

- Valtioneuvoston päätöksessä kaatopaikoista (8861/1997) esitetään menettelyt ja perusteet jätteen hyväksymiseksi kaatopaikoille. Nämä koskevat myös rakenteista poistettavien sivutuotteiden loppusijoitusta.
- Valtioneuvoston asetus (214/2007) maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnista: Maaperän pilaantuneisuuden ja kunnostustarpeen arviointia koskevassa säädöksessä esitettäviä kynnys- ja ohjearvoja voidaan käyttää apuna mm. silloin, kun

arvioidaan, voidaanko käytöstä poistetut rakenteet jättää paikoilleen kunnostettaessa aluetta uuteen käyttöön.

Maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnin on perustuttava arvioon maaperässä olevien haitallisten aineiden aiheuttamasta vaarasta tai haitasta terveydelle ja ympäristölle. Arvioinnissa on otettava huomioon:

- Haitallisten aineiden pitoisuudet, kokonaismäärät, ominaisuudet, sijainti ja taustapitoisuudet maaperässä. Taustapitoisuudella tarkoitetaan haitallisten aineiden luontaisesti tavanomaisia pitoisuuksia maaperässä tai sellaisia kohonneita pitoisuuksia, jotka esiintyvät pintamaassa laajalla alueella pilaantuneeksi epäillyn alueen ympäristössä.
- Pilaantuneeksi epäillyn alueen maaperä- ja pohjavesiolosuhteet sekä tekijät, jotka vaikuttavat haitallisten aineiden kulkeutumiseen ja leviämiseen alueella ja sen ulkopuolella.
- Pilaantuneeksi epäillyn alueen ja sen ympäristön tai pohjaveden nykyinen ja suunniteltu käyttötarkoitus.
- Altistumisen seurauksena terveydelle ja ympäristölle aiheutuvan haitan vakavuus ja todennäköisyys sekä haitallisten aineiden mahdolliset yhteisvaikutukset.
- Käytettävien tutkimustietojen ja muiden lähtötietojen sekä arviointimenetelmien epävarmuustekijät [4.]

Lisäksi luonnonvarojen kestävää käyttöä koskeva lainsäädäntö, josta voidaan mainita Maa-aineslaki 555/1981, tukee sivutuotteiden hyötykäyttöä. [5, s. 15.]

Valtioneuvoston asetus eräiden jätteiden hyödyntämisestä maanrakennuksessa kertoo seuraavasti:

Jätteen maanrakennuskäyttöön tarvitaan eräitä poikkeuksia lukuun ottamatta ympäristönsuojelulain (86/2000) 28§:n mukainen ympäristölupa. Hyödyntämisestä on kuitenkin tehtävä ilmoitus ympäristösuojelun tietojärjestelmään. Ilmoituksen tekee hyödyntämispaikan haltija, tai jätteen tuottaja hyödyntämispaikan haltijan valtuuttamana. Hyödyntäminen voidaan aloittaa vasta, kun ilmoitus on rekisteröity. [5, s. 16.] Liitteenä 1 on kaavake Ilmoitus jätteen hyödyntämisestä maarakentamisessa, joka täytetään ja palautetaan kunnan ympäristökeskukseen.

3 MAA-AINESTEN VARASTOINNIN LUPA-ASIAT

Jäteasetuksen soveltamisalaan kuuluvilla jätteillä voidaan korvata luonnon kiviainesta muun muassa teiden, katujen, pysäköintialueiden, virkistysalueiden reittien, urheilukenttien, ratapihojen ja teollisuusalueiden varastokenttien rakentamisessa.

Perustettaessa maa-ainesvarastoja on saatava luvat maa-ainesten varastointiin ja käsittelyyn. Maa-ainesten varastoinnista on tehtävä viranomaislupahakemukset paikalliselle ympäristöviranomaiselle. Kunnissa luvan myöntää alueellinen ympäristökeskus. Ennen viranomaislupien saantia ei maa-ainesten uusiotuotantoon voida ruveta.

3.1 Maa-ainesten ottoon maa-aineslain mukainen lupa

Kunta päättää luvan myöntämisestä maa-ainesten ottamiseen sekä valvoo ja ohjaa maa-ainesten ottamista kunnassa. Alueelliset ympäristökeskukset ohjaavat ja valvovat maa-ainesten ottamista alueellaan. Ympäristöministeriölle kuuluu maa-ainesten ottamisen yleinen seuranta. Samalla ympäristöministeriö ohjeistaa ja konsultoi prosessin kulkua. Myös maa-ainestoiminnan kehittäminen on ympäristöministeriön tehtävä.

Maa-ainesten ottoluvan haltijan on ilmoitettava luvan myöntäneelle viranomaiselle vuosittain otetun aineksen määrä ja laatu. Suomen ympäristökeskus ja alueelliset ympäristökeskukset ylläpitävät maa-aineslain mukaista lupa- ja ottoseurantaa sekä ottamisalueiden tilan seurantaa. [6.]

Maarakentamisessa käytettävistä jätteistä ei saa aiheutua haittaa maaperälle eikä pohjavedelle. Tämän vuoksi asetusta ei sovelleta tärkeillä tai muilla vedenhankintaan soveltuvilla pohjaviesialueilla. Lisäksi ympäristölupaa edellytetään edelleen, mikäli jätteitä käytetään vesistön välittömässä läheisyydessä, kuten satama-aitaiden kenttärakenteissa tai kaivojen lähellä. Ympäristölupa vaaditaan lisäksi esimerkiksi silloin, kun jätteen haitallisten aineiden pitoisuudet eivät täytä asetuksen vaatimuksia

3.2 Ympäristölupa

Ympäristölupaa haetaan kunnan ympäristöviranomaiselta, jos vuosittain käsiteltävä tai hyödynnettävä määrä on alle 5000 tonnia, ja alueelliselta ympäristökeskukselta, jos määrä on 5000 tonnia tai sen yli.

Ympäristönsuojelulaki ja -asetus määrittelevät ympäristöluvan vaatimat selvitykset. YSL 35 §:n mukaan hakemukseen on liitettävä lupaharkinnan kannalta tarpeellinen selvitys toiminnasta, sen vaikutuksista, asianosaisista ja muista merkityksellisistä seikoista. Jätteiden maanrakennuskäyttö vaatii ainakin seuraavat ympäristölupahakemuksella esitettävät tiedot (YSA 9 §):

- Hakijaa ja sijoituskohdetta koskevat tunnistetiedot.
- Yleiskuvaus toiminnasta.
- Sijoitusalueen kaavoitustilanne ja kuvaus ympäristön maankäytöstä.
- Yleistiedot sijoituksen ympäristökuormituksista.

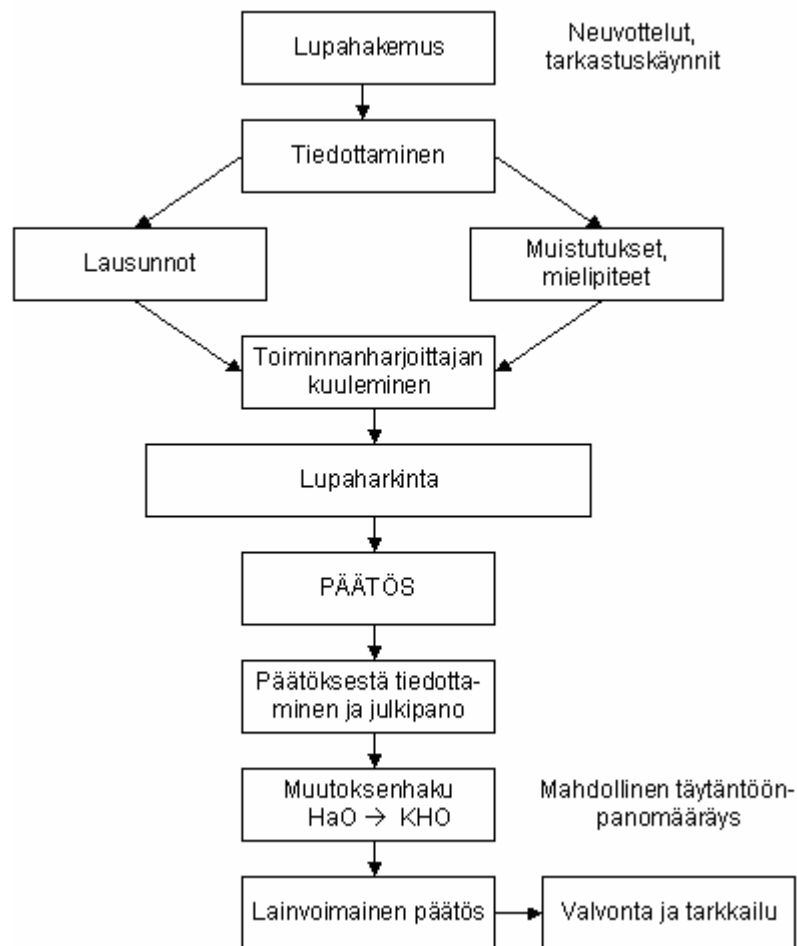
3.3 Ottotoiminnan alueellinen suunnittelu

Maa-aineslain tavoite on ainesten otto ympäristön kestävästä kehitystä edistävillä tavoilla. Kestävästä kehitystä edistävillä tavoilla tarkoitetaan tarkkoja tietoja pohjaveden ja kiviainesten määrän, laadun, kulutuksen sekä ympäristöoloista.

Maa-aineslupamenettelyn tukena tarvitaan sekä maakunnallista tai kuntakohtaista maa-aines- ja pohjavesivarojen käytön suunnittelua ja tarvittavien aluevarausten huomioimista kaavoituksessa. Tätä suunnitelmallisuutta edellytetään myös valtioneuvoston hyväksymissä valtakunnallisissa alueidenkäyttötavoitteissa. [6.]

3.4 Lupakäsittelyn vaiheet

Uusiomateriaalien käsittelylle tehdään ympäristölupahakemus kirjallisesti ympäristönsuojeluasetuksessa määrätyle lupaviranomaiselle. Ympäristölupaviranomainen tiedottaa hakemuksesta kuulutuksella. Hankkeen vaikutusalueen asukkailla ja viranomaisilla on tilaisuus esittää hakemuksesta muistutuksia, vaatimuksia ja mielipiteitä. Lupapäätöksestä voi valittaa hallinto-oikeuteen ja edelleen korkeimpaan hallinto-oikeuteen. Lupahakemuksen käsittelystä peritään hakijalta maksu. Kuvassa 1 on esitetty kaavio, joka kuvastaa lupakäsittelyvaiheiden eri osia ja sitä, kuinka luvan hankinta etenee.



Kuva 1. Lupakäsittelyn vaiheet kaaviona [7.]

4 UUSIOKÄYTETTÄVÄT MATERIAALIT

4.1 Kaivetut maa-ainekset

Vanhoista tierakenteista tulevat maa-ainekset voidaan hyödyntää jossain määrin. Maa-aineksista täytyy vain varmistua, että ne eivät sisällä mitään ongelmajätteitä ja että alueella ei ole aikaisemmin sattunut mitään ympäristöongelmiin liittyvää. Jos tiedetään, että alueella on aikaisemmin toiminut huoltoasema, jonka yhteydessä on toiminut myös polttoaineen myynti, on syytä tarkastuttaa maa-aines huolella, ennen kuin sitä pystytään hyödyntämään. Jos on tiedossa, että alueella on sattunut ympäristöongelmia, on maa-ainekset vietävä niille varatuille alueille. Näitä maita ei pystytä hyödyntämään maa-ainesten uusiokäytössä. Yleisimpiä käytettäviä maa-aineksia ovat maa-, kivi- ja ruoppausjätteet. Maa- ja kiviainesten hyödyntäminen tulee näistä tärkeimpänä, koska niitä kaivetaan eniten pois uusien teiden ja rakennusten alta.

Kaivettaessa teiden tai katualueiden vanhoja rakennekerroksia pois pyritään rakennekerrokset kaivamaan kerroksittain, jotta maa-ainekset eivät sekoitu keskenään pahoin. Tämä työvaihe helpottaa seulontavaiheessa, kun maa-ainekset ovat omissa maalajeissa eikä niitä ole sotkettu keskenään. Seulonnalla pyritään saamaan n. 80 % vanhasta kiviaineksesta talteen, jotta työ on kannattavaa ja etteivät työkustannukset pääse nousemaan korkeiksi. Hienommilla rakenneaineilla, kuten hiekka, pyritään pääsemään myös 80–90 %:n hyötyyn, mikä vanhasta materiaalista saadaan seulomalla.

Ongelmana on kuitenkin, jos rakennekerroksia ei ole nähtävissä selvästi. Tällöin kerrokset täytyy kaivaa sekaisin, mikä omalta osaltaan vaikuttaa työn tehokkuuteen seulonta- ja murskausvaiheessa. Tämä muodostaa työmenetelmiin lisätyövaiheen, jossa maa-ainekset joudutaan erottelemaan koneellisesti toisistaan. Toisin sanoen suuremmat kiviainekset pyritään kaivinkoneella erottelemaan hienoaineksisesta maasta.

4.2 Rakennuksista uusiokäyttöön tulevat materiaalit

Hyödynnettävät rakennusjätteet lajitellaan erilleen muista rakennusjätteistä. Uusiokäytön edistämiseksi rakentamisen sekajätteistä lajitellaan ainakin betoni-, tiili-, kivennäislaatta-, keramiikka- ja kipsijätteet. Myös puumateriaalit lajitellaan erilleen toisista jätteistä. Näillä toi-

menpiteillä pyritään vähentämään kaatopaikan kuormituksia. Myös lajittelulla pyritään siihen, että mahdollisimman suuri osa purettavista jätteistä voitaisiin uusiokäyttää toisissa kohteissa.

Murskattua betonia pystytään hyödyntämään maanrakennuksessa rakenneaineena. Betoni murskataan raekooltaan vastaamaan kiviaineksen raekokoa, jolloin se pystytään hyödyntämään kantavassa rakennekerroksessa. Kantavassa kerroksessa oleva betonimurske täyttää vaatimukset hyvin ja betonissa oleva sideaine sitoutuu kerroksessa yhteen veden kanssa. Näin ollen betonin kerrosvahvuus on pienempi kuin kiviaineksesta tehdyn kerroksen vahvuus.

Hyödynnettäessä betonimursketta maanrakentamisessa on varmistuttava siitä, ettei betoni sisällä mitään ainesosia, jotka ovat ympäristölle vaaraksi. Suoraan betoniteollisuuden hylkytuotteesta peräisin oleva puhdas betonimurske soveltuu hyvin maanrakentamiseen, koska se sisältää vähiten muita materiaaleja ja epäpuhtauksia. Käytettäessä purkubetonia murskeen raaka-aineena tulee materiaalin laadusta ja haitattomuudesta vaatia riittävät tutkimukset. Taulukossa 1 on esitetty betonimurskeen vaatimukset, jotta sitä voidaan hyödyntää maanrakentamisessa.

Taulukko 1. Betonimurskeen laatuluokitukset [5, s. 35.]

Ominaisuus	BEM I	BEM II	BEM III	BEM IV
Raaka-ainelähde	Betoniteollisuus	Purkutyömaa tai tai vastaava	Purkutyömaa tai tai vastaava	Purkutyömaa tai tai vastaava
Rakeisuus	Täyttää InfraRYL 2006-osan rakeisuusvaatimukset			Vaihtelee
Routivuus	Routimaton	Routimaton	Routimaton	Vaihtelee
Puristuslujuus Mpa	> 1,2	> 0,8	-	-
Muiden mater. maks. osuus paino- %	0,5	1	1	1

Tierakenteissa suositellaan käytettäväksi BEM I -luokan betonimursketta, joka on routimaton ja hyvin kantavaa. BEM I- ja II -luokan betonimurskeet soveltuvat päällystettävillä teillä kantavaan ja jakavaan kerrokseen. BEM III -luokan betonimurskeet sopivat päällystetyille teille jakavaan kerrokseen. BEM IV -luokan betonimurskeet sopivat käytettäväksi pengermateriaaleina tapauskohtaisen harkinnan perusteella.

4.3 Betonimurskeen tutkimusmenetelmät

Perustutkimuksissa on vakio analyysi- ja testausmenetelmä. Vakiomenetelmällä tarkoitetaan, että tutkimuksissa käytetään yhdenmukaista ja -tapaista menetelmää. Analyysi- ja testausmenetelmällä selvitetään ainakin jätteen koostumus ja haitallisten aineiden liukoisuus. Tutkimukset tehdään vähintään viiden vuoden väliajoin. Jos jätettä tuottavassa toiminnassa tapahtuu muutoksia, jotka voivat olennaisesti vaikuttaa jätteen laatuun, on tehtävä riittävät lisätutkimukset sen varmistamiseksi, että jäte edelleen vastaa perustutkimuksia. Lisätutkimuksen yhteydessä on tarkistettava ja tarvittaessa uusittava laadunvarmistusjärjestelmä.

Jätteen laatua on valvottava laadunvalvontatutkimuksilla tarvittavan pitkän ajan laadunvarmistusjärjestelmän mukaisesti. Minimivaatimuksena pidetään viittä peräkkäistä näytteenotto-suunnitelman mukaista tutkimuskertaa. Jos jätteen laatua ei ole valvottu riittävän pitkältä ajalta, voidaan jätteen hyväksyvyyttä asetuksen mukaiseen käyttöön arvioida jäte-erittäin tehtävien perustutkimusten perusteella.

Laadunvalvonnan tuloksissa voidaan hyväksyä maksimissaan 30 %:n raja-arvon ylitys, jos viimeisten kahden vuoden aikana tehtyjen määritysten keskiarvo ei ylitä asetettua raja-arvoa. Jos jätteestä ei ole käytettävissä laadunvalvonnan tuloksia viimeisten kahden vuoden ajalta, lasketaan keskiarvo laadunvalvonnan kestoajalta, kuitenkin vähintään viideltä peräkkäiseltä tutkimuskerralta [8.]

Taulukossa 2 on esitetty standardit haitta-aineille, jotta betonimursketta voidaan käyttää rakennekerroksissa. Taulukosta voidaan tulkita perus- ja laadunvalvontatutkimuksen raja-arvot.

Taulukko 2. Valtioneuvoston asetuksen mukaiset haitallisten aineiden raja-arvot [9, s. 6.]

Betonimurske

Haitallinen aine	Raja-arvo, mg/kg kuiva-ainetta Perustutkimukset ¹			Raja-arvo, mg/kg kuiva-ainetta Laadunvalvontatutkimukset ¹		
	Pitoisuus	Liukoisuus (L/S = 10 l/kg) Peitetty rakenne	Liukoisuus (L/S = 10 l/kg) Päällystetty rakenne	Pitoisuus	Liukoisuus (L/S = 10 l/kg) Peitetty rakenne	Liukoisuus (L/S = 10 l/kg) Päällystetty rakenne
PCB ²	1,0			1,0		
PAH ³	20					
TOC ⁴	30 000					
DOC ⁵		500	500			
Antimoni (Sb)		0,06	0,06			
Arseeni (As)	50	0,5	0,5	50		
Barium (Ba)		20	20			
Kadmium (Cd)	10	0,02	0,02	10	0,02	0,02
Kromi (Cr)	400	0,5	0,5	400	0,5	0,5
Kupari (Cu)	400	2,0	2,0	400	2,0	2,0
Elohopea (Hg)		0,01	0,01			
Lyijy (Pb)	300	0,5	0,5	300	0,5	0,5
Molybdeeni (Mo)		0,5	0,5			
Nikkeli (Ni)		0,4	0,4			
Vanadiini (V)		2,0	2,0			
Sinkki (Zn)	700	4,0	4,0	700		
Seleeni (Se)		0,1	0,1			
Fluoridi (F ⁻)		10	10			
Sulfaatti (SO ₄ ²⁻)		1 000	3 000		1 000	3 000
Kloridi(Cl)		800	800			

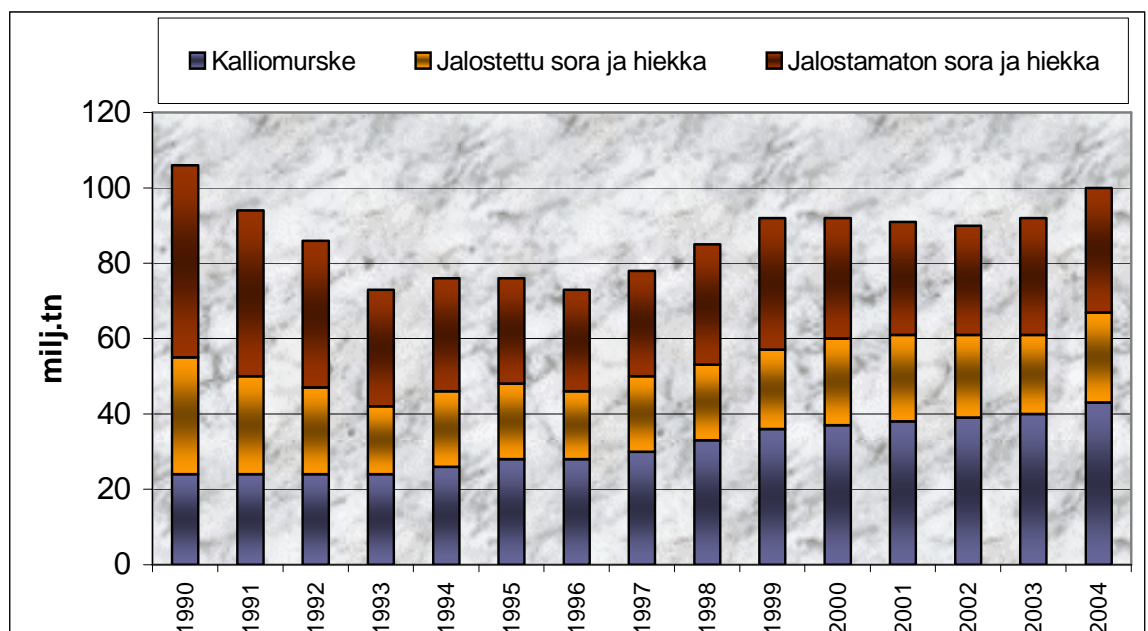
¹ Perus- ja laadunvalvontatutkimukset on esitetty asetuksen liitteessä 2 kohdassa 2² Polyklooratut bifenyylit, kongeneerien 28, 52, 101, 118, 138, 153 ja 180 kokonaismäärä³ Polyaromaattiset hiilivedyt, yhdisteiden (antraseeni, asenaftteeni, asenaftyleeni, bentso(a)antraseeni, bentso(a)pyreeni, bentso(b)fluoranteeni, bentso(g,h,i)peryleeni, bentso(k)fluoranteeni, dibentso(a,h)antraseeni, fenantreeni, fluoranteeni, fluoreeni, indeno(1,2,3-cd)pyreeni, naftaleeni, pyreeni, kryseeni) kokonaismäärä⁴ Orgaanisen hiilen kokonaismäärä⁵ Liuennut orgaaninen hiili

5 MAA-AINESKERROKSET

Sora, hiekka ja kalliokivi ovat Suomen eniten hyödynnetyt uusiutumattomat luonnonvarat. Näitä aineksia käytetään vuosittain arviolta 17 tonnia jokaista suomalaista kohti. Merkittävimmät käyttökohteet ovat tiestön rakentaminen ja kunnossapito sekä talonrakennus. Teollisuusrakentamisen osuus on myös suuri käyttökohteiden osalta.

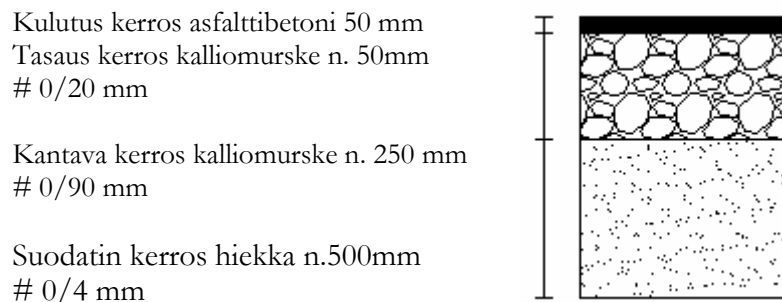
Sora- ja hiekkamuodostumat, kuten harjut ja reunamuodostumat, ovat keskeinen osa suomalaista luontoa ja niissä sijaitsevat myös maamme tärkeimmät pohjavesivarastot. Näiden muodostumien osuus Suomen pinta-alasta on noin 5 prosenttia.

Kuvassa 2 on esitetty maa-ainesten käyttöä vuosien 1990–2004 välisenä aikana. Diagrammissa näkyy vuosittainen käyttö kalliomurskeelle, jalostetulle soralle ja hiekalle sekä jalostamattomalle soralle ja hiekalle. Vuosittainen kiviaineksen käytön määrä on ollut noin 100 miljoonaa tonnia yhteensä.



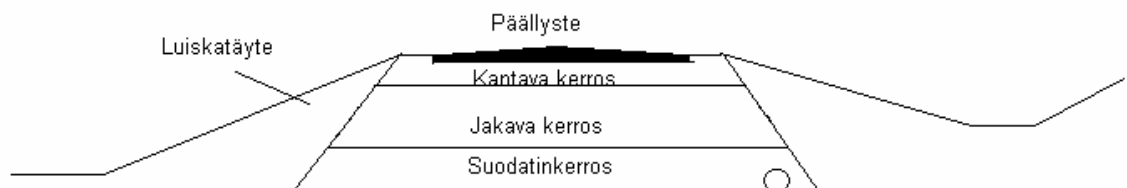
Kuva 2. Kiviainesten käyttö tonneittain vuosien 1990–2004 välisenä aikana. [10.]

Vanhoja perustamistapoja on monenlaisia. Tyypillinen perustamistapa on ollut, että maa-ainekset on vaihdettu n. 800 mm:iin asti. Kulutuskerroksena on asfalttobetoni, jonka paksuus on ollut noin 50 mm:ä. Kantavan kerroksen paksuus on ollut noin 250 mm ja raekooltaan murske on ollut noin 0–90 mm. Suodattavan kerroksen paksuus on ollut noin 500 mm:ä ja raekooltaan hienoaines on ollut noin 0–4 mm. Kuvassa 3 on esitetty maarakenneleikkaus, josta voidaan nähdä eri rakennekerrokset.



Kuva 3. Vanha perustamistapa maarakentamisessa.

On myös mahdollista, että selvää maa-ainesten kerrosten rajoja ei pysty kunnolla erottamaan toisistaan tai mihin syvyyteen maa-ainekset on vaihdettu. Teiden perustamisessa on tärkeää oikeanlainen perustamistapa. Tien pinnan muotoilu on oltava keskeltä reunoille päin laskeva. Myös tien pientareet täytyy muotoilla tiestä pois päin viettäväksi, jotteivät valumavedet pääse tielle. Kuvassa 4 on esitetty tyypillinen tien perustamistapa. Nykyisin alimmaiseksi lisätään vielä suodatinkangas.

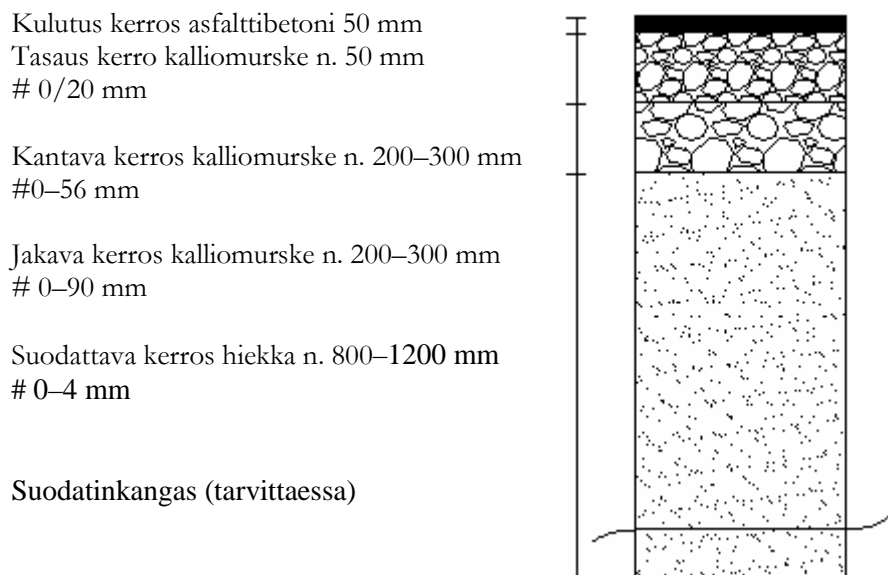


Kuva 4. Tien tavanomainen päällysrakenne [5, s.14]

Tyypillinen perustamistapa on ollut, että maasta on kaivettu humusmaa pois ja poistettu maata kovaan kiintomaahan saakka. Tyypilliset rakennekerrokset ovat kuitenkin tunnistettavissa jo vuosikymmeniä sitten tehdyistä teistä. Ennen rakennekerroksissa on ollut suodatta-

va, jakava ja kantava kerros. Nykypäivänä lisäksi on tullut pohjimmaisiksi suodatinkangas, joka estää maa-ainesten sekoittumisen alhaalta päin.

Nykyään tie-, katu-, piha- ja teollisuusalueet perustetaan 1200–1600 mm:iin asti. Suodattavan kerroksen osuus vaihtelee perustamissyvyyden perusteella 800–1200 mm:iin. Kerrokset pitää tiivistää kerroksittain, että saavutetaan oikea kantavuus rakenteille. Yhdellä kertaa tiivistettävän kerroksen paksuus on noin 400 mm, jotta kerros tiivistyy vielä kunnolla. Raekooltaan suodatinkerros on 0–4 mm, eli se on hiekkaa. Jakavan ja kantavan kerroksen osuus rakenteesta on noin 400–600 mm ja se tiivistetään kahdessa kerroksessa, jossa kummankin kerroksen paksuus on noin 200–300 mm. Jakavan kerroksen kiviaines on kalliomurskettä ja raekooltaan se voi olla 0–90 mm. Kantava kerros on myös tehty kalliomurskeesta, ja sen raekoko on 0–56 mm. Kuvassa 5 on esitetty nykyaikainen perustamistapa.



Kuva 5. Nykyaikainen perustamistapa maarakentamisessa.

Luonnon monimuotoisuuden turvaaminen

Luonnontilaisia sora- ja hiekkamuodostumia on yhä harvemmassa. Maa-ainesten otto ja yhdyskuntarakentaminen on tuhonnut harjuluontoa etenkin suurten kaupunkien läheisyydessä. Suomeen on syntynyt 1950-luvulta alkaen 20 000–30 000 soran- ja hiekanottoaluetta ja run-

saat tuhat kallionottoaluetta. Nykyisin soran- ja hiekanottoalueista on käytössä vuosittain runsaat 3 000 ja kallionottoalueista noin 500.

Harjuluonnon säilyttämiseksi laadittiin 1984 valtakunnallinen harjijensuojeluohjelma, johon kuuluu 159 harjualuetta. Luonnon monimuotoisuuden, pohjaveden ja maiseman turvaamiseksi maa-ainestenottoa pyritään ohjaamaan pois vielä luonnontilaisina säilyneiltä harjueilta ja arvokkailta pohjavesialueilta. Olemassa olevien ottoalueiden ympäristöhaittoja voidaan vähentää hyvällä jälkihoidolla ja kunnostuksella. Kuvassa 6 on tyypillinen hiekannostoalue, joka on ollut käytössä jo pidemmän aikaa.



Kuva 6. Voimassa on yli 7 000 maa-ainesten ottolupaa, joista puolet on aktiivikäytössä. Niistä noin 3 150 tuottaa soraa ja hiekkaa ja noin 350 kalliokiviainesta. Ottopaikkoja on ympäri Suomea. Niiden keskimääräinen pinta-ala on noin 3,6 hehtaaria. [6.]

6 MAA-AINESTEN KIERRÄTTÄMISEN TARPEELLISUUS

Maa-ainesten kierrättämisen tarpeellisuus lisääntyy koko ajan. Suurien asutuskeskusten ongelmana onkin maa-ainesvarantojen häviäminen lähialueilta. Maa-ainekset joudutaan ajamaan pitkienkin matkojen päästä, ja tästä johtuen kustannukset nousevat niin rakennuttajalla kuin urakoitsijalla. Tehokkaalla maa-ainesten uusiokäytöllä päästäisiin taloudellisiin ja ympäristöä säästäviin toimintatapoihin.

6.1 Luonnon materiaalien saatavuus

Luonnon materiaalien saatavuuden heikkeneminen on lisännyt kiinnostusta vanhojen maa-ainesten ja niitä korvaavien materiaalien käyttöön. Luonnon kiviaineksia käytetään noin 100 miljoonaa tonnia vuodessa. Tästä määrästä noin 20 % saadaan rakentamisalueilta ja 80 % tuodaan maa-aineksen otto-alueilta. Kiviaineksen käytöstä noin puolet menee tieväylien rakentamiseen.

Maa-ainesvarantojen määrä on vuosien saatossa koko ajan vähenemään päin. Uusien materiaalinotto-alueiden ympäristölupien saanti on vaikeutunut suurten asutuskeskusten läheisyydessä, missä kiviainesten käyttö on suurinta. Eniten varantojen vähydestä kärsii eteläinen Suomi, sillä maa-aineksia joudutaan ajattamaan pitkien kuljetusmatkojen päästä, mikä johtaa kiviainesten hinnan nousuun.

Käyttökelpoisten soravarantojen loppuessa on varsinkin Etelä- ja Länsi-Suomessa siirrytty käyttämään lisääntyvässä määrin soran sijasta kalliosta jalostettuja materiaaleja. Kalliovarat ovat käytännössä rajattomat, mutta niiden käyttöä joillakin alueilla rajoittaa tämänhetkisiin ohjeisiin nähden riittämätön laatu. Nykyisillä laatuvaatimuksilla Suomen kalliokiviaineksista kelpaa käytettäväksi kantavassa kerroksessa noin 50 %, mutta vilkasliikenteisten teiden päällysteissä vain noin 3 %. Laatua seurataan rakeisuuskäyrillä. Kiviainesta murskatessa otetaan kiviainesta näytteet ja niitä verrataan käyriin. Tämä osoittaa sen, että kiviainesta ei paljoakaan pystytä hyödyntämään vaativimmissa kohteissa, kuten moottoritiet.

6.2 Maa-ainesten kierrättämiseen tarvittava kalusto

Kun kaivumaita on läjitetty läjitysalueelle ja maa-aineksia ruvetaan seulomaan, tulee kaluston olla siihen tarkoitukseen sopiva. Sopivana työkonena maa-ainesten siirtelyyn ja välppäämiseen on noin 20–40 tonnin tela-alustainen kaivinkone. Välppäämisellä tarkoitetaan maa-aineksesta suurempien kivien erottelua pois maa-aineksesta. Kuvassa 7 oleva kaivinkone soveltuu maa-ainesten siirtelyyn työmaalla.



Kuva 7. Tela-alustainen kaivinkone soveltuu hyvin maa-ainesten siirtoon ja välppäämiseen [11.]

Kaivinkone on hyvä varustaa Rototilt-lisälaitteella. Rototiltillä tarkoitetaan, että kauhaa pystytään pyörittämään 360 astetta ympäri sivusuunnassa. Rototiltillä kauhaa voi kallistaa ja pyörittää samanaikaisesti. Sen ansiosta kauhan voi ohjata kaikentyyppisten esteiden ympäri, yli, ohi ja jopa alta. Tämä nopeuttaa paljon maa-ainesten käsittelyä, kun konetta ei tarvitse olla koko ajan siirtämässä, jotta päästäisiin vaikeisiin paikkoihin. Tämän seurauksena siirtymisten ja apumiesten tarve vähenee tuntuvasti. Koska Rototilt lisäksi pystyy käyttämään hydraulisesti ohjattavia työkaluja, kaivu- ja tasoitustyöt sujuvat yhtä helposti kuin esim. kouratyöt. Kuvassa 8 on esitetty Rototilt-lisälaitte.



Kuva 8. Kaivinkoneen puomiin asennettava Rototilt-laite, joka mahdollistaa työskentelyn ilman kaivinkoneen ylimääräisiä siirtelyitä. [12.]

Kaivinkoneessa pitää olla myös useita erilaisia kauhoja, jotta jokaiselle työvaiheelle saadaan mahdollisimman sopiva ja tehokas työmenetelmä. Kauhojen tyyppin voi päätellä maa-aineksen perusteella. Tyypillisimpiä kauhoja on kuokkakauha, joka sopii hyvin kiviseen maa-ainekseen. Myös kivi- ja lajittelukoura ovat käytännöllinen apuväline kyseisessä materiaalissa. Kauhan kärjessä olevat piikit uppoavat hyvin kiviseen ja kovaan maa-ainekseen. Kuvassa 9 on esitetty kuokkakauha. Kuokkakauhan voi hyvin tunnistaa sen kärjessä olevista piikeistä.



Kuva 9. Kuokkakauha, joka sopi kiviseen maa-ainekseen [13.]

Tasakärkiset ja huulilevyllä varustetut kauhat sopivat taas paremmin maahan, joka ei juuri sisällä kiviä. Hienoaineiset maa-ainekset muokkautuvat parhaiten juuri tasakärkikauhoilla. Tasakärkisten kauhojen etuina on, että niitä saadaan erikokoisina ja erimallisina. Kauhojen leveyksiä on aina 300 mm:stä jopa 1500 mm:iin asti. Eli kauhoilla voi siirtää suuria maamääriä kerrallaan, mikä parantaa työn tehokkuutta. Tasakärkisellä kauhalla voi hyvin myös tasoitella maita, koska kauhan kärki on tasainen ja näin ollen tekee sileää ja tasaista jälkeä. Kuvassa 10 on esitetty tasakärkinen kauha.



Kuva 10. Esimerkki tasakärkisestä kauhasta, joka soveltuu hienoaineisiin maa-aineksiin, kuten hiekka ja raekooltaan pieni kiviaines. [13.]

Maa-ainesten siirtely läjitysalueella on paras (ja nopein vaihtoehto) tehdä kauhakuormaajalla, jos maamassoja joudutaan siirtämään pitempiä matkoja. Myös seulottu ja murskattu maa-aines on paras siirtää kauhakuormaajalla, joka nopeuttaa toimenpidettä. Maa-ainesten uusio-tuotannon ollessa suurempaa ja koska työn tehokkuus täytyy saada korkealle, on hyvä olla lastaus- ja läjityspäässä omat kauhakuormaajat, jotka pysyvät keskittymään pelkästään omaan työhönsä eikä turhaa ajelua synny. Kuvassa 11 on esitetty kauhakuormaaja, jolla maa-ainesten siirtely läjitysalueella tapahtuu kätevästi ja nopeasti.



Kuva 11. Kauhakuormaaja, jolla maa-ainesten siirtely kauempaa on nopeampaa

Maa-ainesten murskaaminen tapahtuu kiviainesmurskalla. Murskauslaitoksen koko kannattaa mitoittaa siten, että tehokkuus ja taloudellisuus ovat samalla tasolla. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että koko murskausprosessin kalusto on käytössä koko ajan.

Myös maa-ainesten ylituotanto ei ole kannattavaa. Ylituotanto kuormittaa koneita ja kalustoa siinä määrin, ettei käytettävissä oleva kalusto ehdi tehdä kaikkea. Murskaus- ja seulontalaitoksilla päästään suuriin tuotantomääriin. Murskauslaitoksen tehokkuus voi olla jopa 400 tn/h. Tämä edellyttää sitä, että kallioaines on murskaimen lähellä ja työn tehokkuus on suuri.

Murskauslaitoksilla voi tehdä eri raekoon mursketta aina hiekoitusmurskeesta suureen 90 mm:n murskeeseen asti. Kuvassa 12 on esitetty murskauslaitos. Kaivinkone syöttää kiviainesta murskauslaitoksen syöttöpäähän, josta se jatkaa matkaa murskan läpi. Tämän jälkeen murskattu kiviaines siirtyy liukuhihnaa pitkin kasaan, josta se siirretään kauhakuormaajalla läjityskasoihin.



Kuva 12. Murskauslaitos, johon kaivinkone on syöttämässä kiviainesta [14.]

Seulontalaitoksilla pystytään seulomaan kiviainekset erikseen toisistaan ja saman raekoon kivet omiin kasoihin. Seulomalla pystytään myös hienoaines erottamaan murskeesta. Seulontalaitoksen tuotannon tehokkuus on samaa luokkaa kuin murskauslaitoksen, eli laitoksella pystytään seulomaan kiviaineksia useita satoja tonneja tunnissa. Tämä edellyttää sen, että seulottavat maa-ainekset ovat laitoksen välittömässä läheisyydessä. Kuvassa 13 on esitetty seulontalaitos, jolla maa-ainekset seulotaan erikseen omiin kasoihinsa raekoon mukaan.



Kuva 13. Seulontalaitos, jolla kiviainekset pystytään seulomaan raekooltaan omiin kasoihinsa [14.]

7 UUSIOTUOTTEIDEN YMPÄRISTÖKELPOISUUDEN ARVIOINTI

7.1 Ympäristöturvallisuus ja sen hallinta käytön eri vaiheissa

Uusiomateriaaleista kuten luonnonmateriaaleistakin (esimerkiksi kalliomurskeista) voi kulkeutua ympäristöön haitta-aineita lähinnä veteen liuenneina tai pölyn mukana. Taulukossa 3 on esitetty haitta-aineiden leviämistavat eri työvaiheissa.

Taulukko 3. Haitta-aineiden merkittävimmät leviämistavat uusiomateriaalin hyötykäytön eri työvaiheiden aikana [5, s.22.]

Työvaihe	Merkittävimmät haitta-aineiden leviämistavat
Uusiotuotteiden esikäsittely ja kuljetus	Pölyäminen
Välivarastointi (kasassa)	Pölyäminen
Tien rakentaminen	Haitta-aineiden liukeneminen ja kulkeutuminen
Rakenteen purku	Sijointu soveltumattomaan kohteeseen, pöly, liukoisuus, kosketus
Käytön jälkeen paikalleen jäänyt rakenne	Haitta-aineiden liukeneminen ja kulkeutuminen

Esikäsittelyn, kuljetusten, varastoinnin ja rakentamisen aikana pölyäminen on merkittävin kulkeutumisreitti, erityisesti jos materiaali on hienojakoista. Haitta-aineita saattaa myös liueta veteen, jos uusiomateriaali tai rakenne on pitkäänkin peittämättä. Tien käytön aikana sekä rakenteen jäädessä mahdollisesti paikoilleen käytön jälkeen haitta-aineita poistuu rakenteesta pääasiassa veteen liuenneena. Tien käytön aikana päällyskerros, joka yleensä on asfaltti, kuluu ja halkeilee, jolloin materiaalin läpi suotuvan veden määrä hitaasti kasvaa.

Mahdollisille haitoille altistuvia kohteita voivat olla ihmiset, vesieliöt, maaperän eliöstö, kasvit sekä joissakin tapauksissa myös kotieläimet, luonnon nisäkkäät, linnut, jne. Jotkut sivutuotteet voivat olla myös korroosiota aiheuttavia, jolloin niitä ei voida sijoittaa kosketuksiin syöpyvien materiaalien kanssa.

7.2 Ympäristövaikutusten hallintamahdollisuudet

Uusiomateriaalin ympäristöturvallisuuteen vaikuttavat tuotteen ja rakentamispaikan ominaisuudet, tuotteen mahdollinen esikäsittely ennen sijoitusta, rakenne ja rakenneosat, johon tuote sijoitetaan sekä sijoituspaikassa tai sen ympäristössä haitta-aineille altistuvat kohteet. Ympäristökelpoisuuteen vaikuttavia ominaisuuksia ovat mm. haitta-aineiden pitoisuudet ja niiden liukoisuus, sitoutumistapa materiaalissa, mineraalisen ja orgaanisen aineksen osuus ja koostumus, raekoko, tiheys ja huokoisuus. Ominaisuudet rakenteessa voivat olla erilaiset kuin alkuperäisen materiaalin ominaisuudet

Rakentamiskohteen geologiset ja hydrologiset olosuhteet vaikuttavat siihen, kuinka nopeasti ja minne haitta-aineet kulkeutuvat ja millaiset vaikutukset haitta-aineilla on eri alueilla. Tällaisia seikkoja ovat mm. maaperän vedenläpäisevyys ja kerrosrakenne, pohjavesiolot ja pohjaveden pinnan korkeus, maaperän kyky pidättää haitta-aineita, kallioperän rikkonaisuus, sademäärä, mahdollinen tulvariski.

Maaperä- ja pohjavesiolosuhteet voidaan jätteeksi luokiteltujen tai näihin rinnastettavien sivutuotteiden sijoituksessa ottaa huomioon esimerkiksi seuraavasti:

- Uusiomateriaalia ei sijoiteta vedenhankintaan soveltuville pohjavesialueille. Jos näin kuitenkin toimitaan, on sijoitettavien massojen oltava ympäristölle haitattomia ja mahdollisten riskien arviointi on suoritettava tarvittaessa alueen erikoisolot huomioon ottaen.
- Sijoituskohteen maaperä on oltava pääsääntöisesti enintään kohtalaisesti vettä läpäisevää hienoainesvaltaista moreenia tai silttiä. Hyvin vettä johtavia sora- ja hiekkavaltaisia alueita vältetään.
- Heikosti vettä johtavilla alueilla, kuten savikot tai tiiviit hienoainesmoreenit, arvioidaan karkealla tasolla, voiko haitta-aineiden kulkeutumisesta pintavesiin olla haittaa.

- Uusiomateriaalia ei sijoiteta siten, että se joutuu kosketuksiin pohjaveden kanssa ottaen huomioon myös pohjaveden pinnan korkeuden muutokset.

Uusiomateriaaleja ei erikseen arvioituja poikkeustapauksia lukuun ottamatta suositella sijoitettavaksi päällysteen tai soratien kulutuskerrokseen, jotta uusiotuotteen pölyäminen voidaan estää. Haitta-aineiden liukoisuutta voidaan pienentää myös stabiloinnilla tai tiivistyksellä.

Maa-ainesten kuljetusten, varastoinnin ja rakentamisen aikana merkittävimmät ympäristökuormituksen vähentämistarpeet liittyvät pölyämisen hallintaan. Taulukossa 4 on esitetty yhteenveto ympäristöriskien vähentämiseen rakentamisen eri vaiheissa soveltuvista toimenpiteistä.

Taulukko 4. Esimerkki käytön eri vaiheiden pölyämishaittojen vähentämiskeinoista.[5, s. 25.]

Työvaihe	Pölyämishaittojen vähentämismahdollisuudet
Uusiomateriaalin kuljetus	<p>Kuljetus peitettynä ja kostutettuna</p> <p>Koskee erityisesti hienojakoista ainesta, kuten lentotuhkaa.</p>
Välivarastointi (kasassa)	<p>Varastointikasan peittäminen ja kastelu, mikä vähentää pölyämistä. Peittäminen voidaan suorittaa esimerkiksi tiiviillä maa-aineskerroksella.</p> <p>Varastointialueen pohjarakenteiden vedenläpäisevyyden on oltava riittävä, jolloin haitta-aineet eivät kulkeudu sadeveden mukana ympäristöön.</p> <p>Jos varastointiaika on useita kuukausia, varastoinnin on tietyillä materiaaleilla hyvä tapahtua peitettynä</p>
Tien rakennus	<p>Pinnan kostuttaminen, joka vähentää rakenteen pölyämistä.</p> <p>Pinnan tilapäinen peittäminen voi joskus olla tarpeen, esimerkiksi jos rakenne jää pitkäksi aikaa auki.</p>
Tien käyttö	<p>Pintarakenteiden kunnossapito vähentää rakenteeseen suotautuvan sadeveden määrää.</p> <p>Materiaalin stabilointi, tiivistäminen sekä materiaalista riippuen joko peittäminen tai päällystäminen heikosti vetä läpäisevällä materiaalilla.</p>
Tien kunnossapito ja korjaukset	<p>Kaivun aikana pölyämistä voidaan välttää kostuttamalla rakennetta.</p> <p>Kunnostuskohta kannattaa myös peittää, jotta sadeveden liottava vaikutus on mahdollisimman pieni.</p> <p>Purkutilanteissa mahdollisesti poistettavat materiaalit sijoitetaan hyväksyttävään kohteeseen.</p>
Tien käytöstä poistamisen jälkeinen tilanne	<p>Materiaalista liukenevien haitta-aineiden määrää voidaan vähentää pitämällä pintarakenteet kunnossa.</p> <p>Purkutilanteissa poistettavat materiaalit sijoitetaan hyväksyttävään kohteeseen.</p>

8 ASFALTIN UUSIOKÄYTTÖ

Bitumin käytön historiaa

Bitumi on ensimmäinen ihmisen käyttämä maaöljytuote; sitä käytettiin liimana, sideaineena ja vesieristeenä. Ensimmäiset tiedot bitumin käytöstä ovat ajalta noin 3800 eKr. ja maanosa oli nimeltään niin sanottu Kaksoisvirranmaa, eli nykyinen Irak. Seudulla oli pulppuavia asfalttilähteitä ja bitumia tihkui monin paikoin maaperästä. Kaivauksissa on löytynyt näiltä ajoilta peräisin olevia lattiarakenteita, joissa lattiatilien alla on 3-6 cm:n asfalttikerros.

Sivistyksen painopisteen siirtyessä Eurooppaan ei asfaltin käyttöä tienrakennusaineena tunnettu. Vasta 1800-luvulla bitumia alettiin runsaammin käyttää rakennusaineena ja tällöin se alkoi korvata puutervaa ja kivihiilipikeä eri sovellutuksissa.

Suomessa ensimmäiset asfalttipäällysteet tehtiin Helsingissä 1870-luvulla, jolloin päällystettiin Erottajan aukiota Ruotsista tuodulla patentoidulla päällysteseoksella. Samana vuonna aloitti toimintansa Suomessa ensimmäinen bitumiemulsiotehdas, jonka tuotteita käytettiin tienpäällystykseseen. [15.]

Kuitenkin öljyn ja bitumin varantoja seurattiin ja varannot alkoivat vähetä, tästä johtui kustannusten raju nousu. Tämä johti väistämättä siihen, että asfaltin uudelleenkäyttöä ruvettiin harkitsemaan ja uusiokäyttöä ruvettiin tutkimaan sen kannattavuuden perusteella.

Vuonna 1974 aloitettiin uusiomassojen järjestelmällinen kokeilu, koska bitumin hinta nousi öljykriisin seurauksena. Vanhojen asfalttimassojen uudelleenkäyttö on viime vuosina lisääntynyt merkittävästi. Vanhassa asfaltissa ovat asfaltin perusraaka-aineet kiviaines ja sideaine valmiina. Uusiopäällystettä valmistettaessa lisätään vanhaan asfalttirouheeseen oikeassa suhteessa uutta lisäkiviainesta ja uutta bitumia kuumennetaan ja sekoitetaan. Tästä saadaan uusiomassaa, joka on valmista levitettäväksi.

Uudelleen käytettävä asfalttirouhe saadaan periaatteessa kahdella tavalla. Murskaamalla vanhat asfaltin palaset saadaan murskattua asfalttirouhetta. Toinen tapa on jyrsiä asfalttipäällystettä. Jyrsinän tuotetta kutsutaan jyrjityksi asfalttirouheeksi. [16, s. 7.]

9 ASFALTTIN VARASTOINNIN LUPA-ASIAT

Asfalttiasema ja murskaustoiminta vaativat ympäristöluvan. Tämän lisäksi ympäristölainsäädännön piiriin kuuluu vanhojen päällysteiden purkaminen kaatopaikalle tai varastoon vietäväksi ja hyötykäyttö.

Nykyisten lakien ja asetusten mukaan asfalttijätteen varastointi on luvanvaraista. Pienimmille jätemäärille, eli alle 5000 tonnia vuodessa, lupa haetaan paikallisen kunnan viranomaisilta ja suurempien eli yli 5000 tonnia vuodessa paikallisesta ympäristökeskuksesta.

Asfalttijäte luokitellaan tavanomaiseksi jätteeksi, ei ongelmajätteeksi. Ympäristöluvan hakemisessa on järkevää olla liikkeellä hyvissä ajoin, useita kuukausia ennen toiminnan aloittamista, koska lyhyimmilläänkin asian käsittelyyn kuluu 2,5–3 kuukautta. Lupaa haettaessa kannattaa aina tehdä ennakkoneuvotteluja luvan myöntävän viranomaisen kanssa mm. erilaisista selvitystarpeista. Ympäristölupahakemus liitteineen ja tarpeellisine selvityksineen tehdään kolmena kappaleena, ja se kannattaa toimittaa lupaviranomaiselle alun alkaen selkeästi täytettynä ja mahdollisimman täydellisenä käsittelyprosessin selkeyttämiseksi ja käsittelyajan minimoimiseksi. [17, s. 16.]

Säännösten peruseriaatteena on, että asfalttijätteitä saa varastoida enintään kolmeksi vuodeksi kerrallaan. Jos jätteen hyödyntäjä on hakenut pitempiaikaisen varastointi- ja hyödyntämisluvan, niin on muistettava varastoinnin peruseriaate, eli ensiksi varastoitu materiaali tulisi myös hyödyntää ensimmäisenä. Varastointiin voivat lisäksi paikalliset ympäristöviranomaiset antaa muita omia ohjeitaan.

Varsinainen päällystemateriaalien uusiokäyttö ja tierakenteeseen sijoittaminen edellyttää vain varastokirjanpidon päivittämistä. Kirjanpitoamisella kirjataan sisään tulevat ja ulos menevät massamäärät tonneina sekä kohde. Menettelyn lähtökohtana lienee läjitusalueen massojen hallinta, seuranta ja massamäärien pitäminen ympäristölupien mukaisina. Lain mukaan vuosittaiset käyttömäärät on ilmoitettava paikalliseen ympäristökeskukseen.

10 ASFALTIN OMINAISUUDET

10.1 Asfalttijäte

Asfalttirouhe ja -murske ovat kiviainespohjaisia ja vähän hienoainesta sisältävinä teknisesti myös hyvin käyttökelpoisia ja ongelmattomia materiaaleja. Asfalttijäte on myös ympäristölle ja terveydelle melko riskitön materiaali. Asfaltti kuitenkin muuttuu jätelainsäädännön alaiseksi materiaaliksi, kun se poistetaan käytöstä esim. välivarastoitavaksi.

Asfalttirouhetta syntyy jyrittäessä tiepäällystettä. Asfalttimursketta saadaan murskattaessa päällysteiden purussa syntyviä asfalttikappaleita. Asfalttibetonin murskaamisesta käytetään myös termiä AB-murske. Kun AB-murske tai AB-rouhe sekoitetaan päällystemassaksi, noudatetaan näitä koskevia ohjeita. Noudatettavia ohjeita ovat Asfalttinormit 2008, niiltä osin mitkä koskevat asfalttirouheen lisäämistä päällystemassaan.

Varastoitaessa eri asfalttilaadut tulee erotella niiden tehokasta hyödyntämistä varten. Kuvas-
sa 14 on esitetty asfaltin varastointi koneaseman läheisyydessä. Auringon paiste on hyvä esimurskain asfaltinkappaleille. Asfaltinpalat murskataan ja uusiokäytetään eri kohteisiin.



Kuva 14. Asfaltinpalat läjitetään kasoihin ennen murskausta. Auringonpaiste toimii hyvänä esimurskana asfaltinpalloille. [18.]

10.2 Käyttösuositus

Bitumin ja hyvän kiviaineksen vuoksi asfaltti on hyödyllisintä käyttää uudelleen päällysteen raaka-aineena. Ominaisuuksiensa vuoksi asfalttirouhe ja -murske sopivat myös kantavan kerroksen raaka-aineeksi tai stabilointiin. Asfalttimurskeesta voidaan myös tehdä työnaikaisia kulutuskerroksia ja kiertoteitä ja käyttää sorateiden pituuskaltevilla kohdilla ehkäisemään syöpmistä. Suositeltava raekoko on enintään 20 mm.

10.2.1 Käytössä huomioon otettavaa

Jyrsityn asfalttirouheen laatuvaihtelu on vähäistä. Päällysteen purkamisen yhteydessä asfalttikappaleiden purkukasaan voi joutua mm. maa-aineksia ja hyödyntäminen edellyttää lajittelua. Asfalttimurskeen tai asfalttirouheen pitkäaikaista varastointia ei suositella, koska kasoilla on taipumus jähmettyä ja materiaalin sitoutuvuus alenee. Asfalttimurske murskataan yleensä talvella ja käytetään seuraavana päällystyskautena

Haitta-aineita esiintyy vain poikkeustapauksissa, jos asfaltin valmistuksessa on käytetty bitumin ja luonnonkiviaineksen sijasta muita materiaaleja tai purettu päällyste on ollut kohteessa, jossa siihen on voinut imeytyä haitallisia aineita. Puhtaasta asfaltista ei liukene haitallisia aineita, pikemminkin se pidättää niitä. Monista muista jätemateriaaleista poiketen asfaltti soveltuu käytettäväksi myös pohjavesialueilla.

Asfalttirouhetta tai -mursketta ei tarvitse peittää tai päällystää. Ne eivät aiheuta korroosiovaaraa metalleille. Niiden vedenläpäisevyys riippuu saavutetusta tyhjätilasta.

10.2.2 Murskatun asfaltin vaikutukset

Murskekäytössä asfalttirouhe ja -murske sitoutuvat aina jossain määrin tiivistyksen yhteydessä sisältämänsä bitumin vuoksi. Suuri maksimiraekoko ja mastiksikokkareet voivat aiheuttaa epätasaisen tiivistystuloksen. Bitumin kovettuminen ajan myötä lisää hieman purkautumisriskiä. Materiaali hylkii vettä. Pieni hienoainespitoisuus estää routimisen. Tästä johtuen rakenne ei muutu herkästi, jos rakenne on tiivistetty hyvin. Erityistä halkeilutaipumusta ei esiinny.

10.3 Asfalttirouheen ja -murskeen varastointi

Varastoinnilla on suuri merkitys asfalttijätteen järkevään hyötykäyttöön. Lisäksi asfalttijätteen varastointi kuuluu ympäristölupamenettelyn piiriin. Ympäristölupa vaatii varastokirjanpidon, toisin sanoen läjitysalueen haltijan tulee kirjata alueelle saapuvat ja sieltä poistuvat massat (ja niiden kohde) tonneina sekä vuosittain ilmoittaa kirjanpitoa vastaavat käyttömäärät paikalliseen ympäristökeskukseen. Parhaalla mahdollisella tavalla suoritettu asfalttijätteen vastaanotto, lajittelu ja varastointi vaativat melkoista huolellisuutta ja suunnitelmallisuutta. Varastointi tulee tehdä siten, että eri asfalttilaatuja ja -tyyppejä ei sekoiteta keskenään, vaan niille varataan omat läjityspaikkansa. Tämä edellyttää koko materiaaliketjun systematisointia aina purkamispaikalta läjitykseen, murskaukseen ja varastointiin ennen uusiokäyttöä.

Lajittelu on kierrättämisen tehostamisen kannalta ensiarvoisen tärkeää, koska se mahdollistaa hyvälaatuisen uusioraaka-aineen saatavuuden, jolloin siitä voidaan tarvittaessa valmistaa erilaisia tuotteita eri käyttötarkoituksiin. Asiallisimmillaan järjestettynä lajittelu edellyttää jopa valvottua, portin läpi toteutettavaa asfalttijätteen purkamista, missä vastaanottohenkilö tarkistaa materiaalin laadun ja ohjaa kuorman halutulle paikalle. Kokemusten perusteella varastokasoihin eksyy, ohjeistuksesta huolimatta, aina välillä sinne kuulumattomia materiaaleja sisältäviä kuormia. [17, s. 11.]

Asfalttirouhe ja asfalttimurske ovat materiaaleina verrattavissa luonnonkiviainekseen. Etuna on vedenläpäisevyyden pieneneminen hienoaineksen ollessa sitoutuneena bitumiin. Kierrätettynä vanha asfaltti säästää väheneviä luonnonvaroja ja säästää samalla kaatopaikkakuormituksia, kun vanha asfaltti hyödynnetään uudestaan.

10.4 Kierrättämismenetelmät

Asfaltin kierrättämisessä ensimmäinen työvaihe on asfaltin poisto vanhasta kohteesta joko jyrsimällä tai sitten vanha AB-kerros poistetaan kokonaan palasina. Jos vanha asfaltti poistetaan kokonaan, on se nopein tapa tehdä se kaivinkoneella. Kaivinkoneen kauhan kärki murtaa asfaltin helposti ja näin ollen asfaltin sekaan ei sekoitu muita kiviaineksia. Kaivinkoneella asfaltinpalasten lastaaminen kuorma-auton kyytiin käy helposti ja nopeasti.

Jyrsittävässä asfaltti kohteessa jyrshintä tapahtuu helpoiten siihen tarkoitukseen olevalla asfaltinjyrsimellä.

Jyrsitty asfalttijäte tai asfaltinpalat toimitetaan asfalttiurakoitsijan koneasemalle kuorma-autoilla. Jyrsinnässä käytetään siihen tarkoitukseen olevia asfaltinjyrsimiä, esimerkiksi kuvassa 15 esitettyä Wirtgen-asfaltinjyrshintä.



Kuva 15. Wirtgen-asfaltinjyrshintä jyrshintä vanhaa asfalttia suoraan kuorma-auton lavalle [19.]

Yleisimmät asfaltin kierrätysmenetelmät ovat remixer-pintausta ja ART-pintausta. Etuna näissä menetelmissä on, että vanha asfaltti saadaan kokonaan uusiokäyttöön ilman jyrshintarouheen ylimääräisiä kuljetuksia. Näillä menetelmillä uusitaan vain kulutuskerroksen kulunut osa, jolloin massanmenekki on n. 80 kg/m² ja urasyvyys on 35 mm. Verrattuna tavanomaiseen pintausta-menetelmään, joka tehdään uudesta asfalttimassasta, jossa vanha asfaltti jää uuden asfaltin alle, joudutaan pohja liimaamaan ja asfalttimassaa levittämään noin 100 kg/m². Työkohdeiden tulee kuitenkin olla suuria ja yleensä teitä, jotta työ onnistuu kyseisillä menetelmillä, koska kalusto itsessään on jo n. 30–80 metriä pitkä ja hankala käännettävä ahtaissa paikoissa. Remixer- ja ART-pintausta-menetelmät ovat suurten kohteiden menetelmiä, esimerkiksi valtatiet.

10.4.1 Remixer-pintaukset

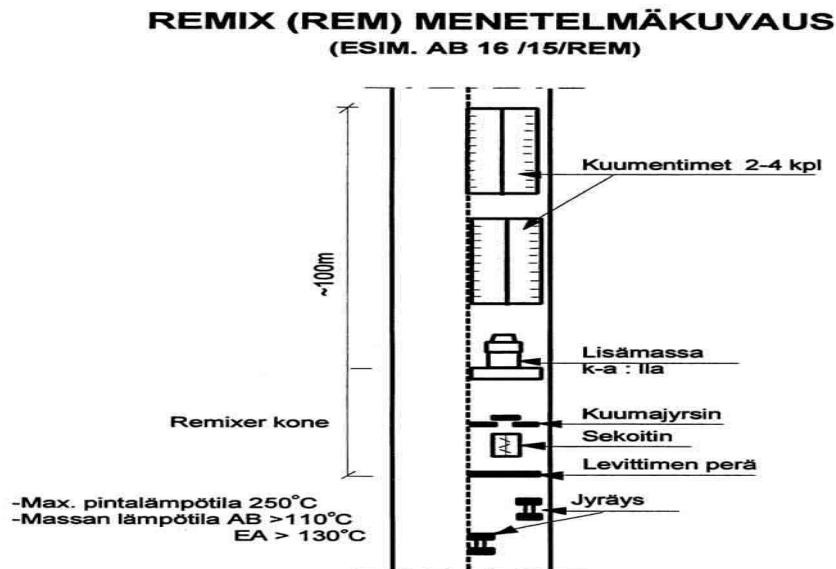
Remixer käsittää jyrsimen, nykyaikaisen asfaltinlevittimen ja pienen asfaltinaseman yhdistelmän. Yhdistelmä on automaattinen, ja näin ollen se on itsekulkeva yksikkö, joka soveltuu bitumisten päällysteiden kunnostukseen. Yksikkö itsessään on suurikokoinen. Remixer-yhdistelmä on noin 15 m pitkä, noin 3 m leveä ja noin 3 m korkea. Yhdistelmän paino on noin 50 tonnia. Kun yhdistelmään lisätään vetoauto ja esilämmitin, on koko Remixer-yhdistelmän pituus noin 60 m.

Remixer-menetelmässä vaurioitunut tienpinta kuumennetaan, jyrsitään ja lopuksi sekoitetaan. Remixeriin tuodaan noin 15 % uutta massaa, joka on sekoitettu asfaltti-asemalla, ja loppuosa noin 85 % on jyrsitettyä vanhaa massaa. Vanha ja uusi massa voidaan käsitellä kahdella eri tavalla; ne voidaan sekoittaa keskenään, tai ne voidaan levittää kahtena eri kerroksena siten, että vanha massa tulee alle. Lisämassana käytetään yleensä normaalia asfalttibetonia.

Kun Remixer-töitä aloitellaan, niin kuumennuskalusto menee työmenetelmässä ensimmäisenä. Kuumennuskalusto lämmittää vanhan päällysteen tasaisesti 140–170 °C:n lämpöiseksi. Lämmityssyvyys on jyrshintäsyvyyden alapintaan saakka. Tällä menetelmällä bitumi saadaan pehmeämmäksi. Lämmityksen etuna on, että kiviaines ei rikkoudu niin helposti, mikä vaikuttaa massan suhteutukseen ja sideaineen tartuntaominaisuuksiin.

Kuumennuksen jälkeen kulutuskerros jyrsitään haluttuun syvyyteen, joka on tavallisesti 0–60 mm. Jyrsimiä voidaan säädellä tarkasti ajokaistan eri leveyksiin. Tasomaiset terät liikkuvat jyrsimen alla ja ne irrottavat vanhan päällysteen. Jyrsimen kierto liikkeen ansiosta irrotettu materiaali siirtyy koneen keskelle, ja siitä edelleen sekoittajaan.

Sekoittaja on vaakasuorassa oleva jatkuvatoiminen sekoittaja, jossa uusi ja jyrsitetty materiaali sekoitetaan. Alkuperäinen sideaine tai ohennin suihkutetaan jyrsitettyyn materiaaliin pumpun avulla. Sekoituksen jälkeen kuljettimet siirtävät massan levittimenperälle. Sekoitettu asfaltti levitetään oikeaan paksuuteen ja leveyteen, jonka jälkeen se jyrätään asfalttivalssi-jyrillä kiinni. Kuvassa 16 on esitetty Remixer-pintauksen työmenetelmä.



Kuva 16. Remixer-pintauksen työmenetelmä. [20, s. 16.]

10.4.2 ART-pintaukset

ART tulee sanoista Asphalt Recycling Travelplant. Menetelmällä voidaan toteuttaa suuret uusioasfaltilla tehtävät kohteet, kuten valtatiet ja maantiet. Menetelmä vaatii suuret työskentelytilat ja näin ollen, kun ART-työtä ollaan tekemässä, on luonnollisesti toinen kaista ajoradasta suljettava noin 1 km:n matkalta. Menetelmän yhteispituus voi olla jopa sata metriä. Työmenetelmässä ensimmäisenä menee kuorma-auto, joka on varustettu sirotelevittimellä. Sirotelevitin sijaitsee kuorma-auton perässä, josta se levittää tielle lisämurskeen, joka on yleensä sepeliä ja raekooltaan 10–18 mm. Kiviaineksen määrä riippuu yleensä siitä, miten rouheen rakeisuusikäyrä poikkeaa ohjealueesta, yleensä kiviaineksen osalta. Tielle voidaan ajaa lujusluokaltaan kovempaa kiveä. Tällöin saadaan kestävämpää uusiopäällystettä.

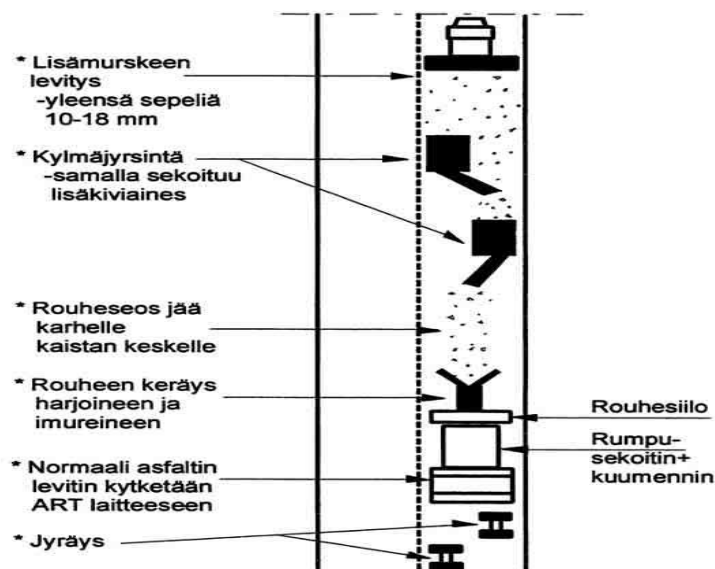
Lisäkiviaineksen levityksen jälkeen tulevat jyrsimet, jotka suorittavat kylmäjyrsinnän. Tässä yhteydessä lisämurske sekoittuu jyrsittyyn asfalttiin. Jyrsimien leveydet vaihtelevat kahdesta neljään metriin. Jyrsimiä on kaksi kappaletta, jotta tien kaista saadaan jyrsittyä kerralla. Jyrsimet etenevät peräkkäin siten, että edellä menevä jyrsin jyrsii oman leveytensä kaistasta ja perässä tuleva jyrsii kaistasta lopun. Jyrsitty asfaltti jää jyrsimien jälkeen kaistan keskelle siistiin paltteeseen, josta ART-kone kerää ja harjaa kaikki irtonaisen kiviaineksen rouhesiiloon.

ART-kone käsittää dieselmoottorilla varustetun yksikön, jossa ovat asfalttirouheen kuormaus- ja siirtolaite, 10 000 l:n bitumisäiliö, päällysteen pinnan imurointilaitteet, pölynkeruujärjestelmä sekä vetokoukku, jolla dieselmoottoriyksikkö on kytketty toiseen yksikköön, jossa on rumpusekoitin. Kiviaines ja sideaine punnitaan ennen sekoitusrumpuun laittamista. Rummussa kiviaines kuivataan ja sekoitetaan. Lisäsideaine lisätään rumpuun lähellä koneen poistopäätä.

Kiviainesseos punnitaan, sekoitetaan ja lisätään sideaine. Sitten valmis sekoitettu massa siirretään massasiilon. Massasiilosta massaa säännöstellään pudottamalla sitä levittäjän tuuttiin. Levittäjä levittää uusiomassan normaalisti tielle. Levitetty massa jyrätään kiinni valsijyrillä noin neljällä yliajokerralla. Näin saadaan valmista uusiopäällystettä nopeasti kovalla työtehol- la.

ART-menetelmällä voidaan päällystää noin 5 metriä leveästi kerralla, eli käytännössä kaista kerralla. ART-menetelmän teoreettinen työteho on 6 m / min, eli tunnissa pitäisi tulla valmista tietä 360 metriä. Yhden työvuoron aikana, joka käsittää kahdeksan tuntia, pitäisi valmista tietä olla noin 3 kilometriä, jos ei vuoron aikana tule mitään viivytyksiä, esimerkiksi huoltotaukoja. Kuvassa 17 on kuvattu ART-menetelmä, jossa näkyy työkoneneiden järjestys.

ART MENETELMÄKUVAUS (ESIM. AB 18/15/ART)



Kuva 17. ART-menetelmäkuvaus [20, s. 18.]

11 MAA-AINESTEN KIERRÄTTÄMINEN

Maa-ainesten uusiokäytöllä pyritään pienentämään syntyviä kustannuksia. Uusiokäytön kustannuksia pienentää paljon, jos uusiomaat voidaan jalostaa mahdollisimman lähellä työkohteita. Näin ollen kuljetusmatkat jäisivät mahdollisimman vähäisiksi. Myös kaluston ja murskauslaitosten siirrot vaikuttavat kustannuksiin.

Esimerkkitapauksessa lasketaan kustannuksia sekä arvioidaan, kuinka paljon urakoitsija säästää, jos kierrättäminen pystytään tekemään saman teollisuuskiinteistön alueella ja maa-ainekset pystytään käyttämään saamaan kohteeseen uudestaan. Hintataso vastaa vuoden 2008 hintatasoa. Hinnat on selvitetty paikallisilta urakoitsijoilta. Hinnoissa voi olla eroavaisuuksia eri paikkakuntien kesken, joten hinnat ovat suuntaa antavia verrattuna koko Suomen alueella.

11.1 Maa-ainesten kaivaminen

Maa-ainesten uusiokäytöllä pyritään säästämään luonnonvaroja ja pienentämään kustannuksia, joita koituu urakoitsijalle. Esimerkkinä lasketaan kustannuksia Oulussa sijaitsevalle noin 5000 m²:n pihalle, jonka oletetaan olevan teollisuuskiinteistön käytössä. Teollisuuskiinteistön piha-alue on rakennettu 1960-luvulla ja piha on rakennettu sen ajan säännösten mukaan.

Pihassa on tehty massanvaihto perustamisvaiheessa 800 mm:iin saakka ja rakennekerrokset ovat suodattava, jakava ja kantava kerros. Maa-ainekset ovat moreenipitoista maata, josta oletetaan saavan uusiokäyttöön mahdollisimman suuri määrä. Kulutuskerroksena on 50 mm:n asfalttipäällyste. Eli asfalttia on levitetty 100–120 kg/m².

Piha-alue kaivetaan korjauksen yhteydessä syvemmälle, ja orgaaniset maa-ainekset poistetaan perustamissyvyyteen asti. Pihan perustamissyvyys tehdään 1600 mm:iin saakka. Piha perustetaan vastaaman nykyajan vaatimuksia ja normeja täyttäväksi.

11.1.1 Kulutuskerroksen kaivaminen

Työt aloitetaan poistamalla ensimmäisenä kulutuskerros, joka ajetaan asfaltin koneasemalle, missä se murskataan ja tullaan käyttämään uudestaan samaan kohteeseen. Puretun asfaltin käsittelyalue tulee olla koneaseman läheisyydessä, jotta sen uusiokäyttäminen on mahdollista. Mahdollista on myös tuoda liikutettava asfalttiasema työmaan läheisyyteen. Kyseinen kohde on pienikokoinen, joten tästä johtuen aseman perustamiskustannukset ovat jo niin suuret, ettei siitä ole taloudellisesti hyötyä.

Purettaa asfalttia saadaan talteen ja uusiokäyttöön n. 500 tonnia. Eli kaivetun alueen koko on $5\,000\text{ m}^2$ ja vanhaa asfalttia on yhtä neliometriä kohden keskimäärin 100 kilogrammaa. Näin ollen talteen saadaan $5\,000\text{ m}^2 * 0,1\text{ t/m}^2 = 500$ tonnia. Oletetaan, että poistettavasta kerroksesta saadaan talteen n. 95 %, eli $500\text{ t} * 0,95 = 475$ tonnia vanhaa purettua asfalttipäällystettä. Viiden prosentin hävikki johtuu murskauksen aikana tehdystä toimenpiteistä, joissa vanhasta puretusta asfaltista poistetaan kaikki siihen kuulumaton materiaali, kuten murskeet, multa tai muu vastaava maa-aines.

11.1.2 Kantavan kerroksen kaivaminen

Kulutuskerroksen poistamisen jälkeen poistetaan kantava ja jakava kerros siinä määrin, miten se on tunnistettavissa. Kantavan kerroksen paksuus on 200–300 mm koko rakennekerroksesta. Kaivettu kivi-aines kuljetetaan jatkokäsittelypaikalle kuorma-autoilla, jonne oletetaan olevan matkaa noin 10 km.

Kiviaineksesta oletetaan saatavan uusiokäyttöön noin 80 % kaivetusta määrästä. Kantavan kerroksen paksuus oletetaan olevan 250 mm paksu, ja piha-alue on $5\,000\text{ m}^2$, eli mursketta saadaan $5\,000\text{ m}^2 * 0,25\text{ m} = 1\,250\text{ m}^3$. Tiivistetty kiviaineskuutio painaa $2,2\text{ t/m}^3$, eli kiviainesta saadaan $1\,250\text{ m}^3 * 2,2\text{ t/m}^3 = 2\,750$ tonnia.

Kaivettu kiviaines murskataan ja seulotaan oikeisiin raekokoihin ja vaadittaviin rakeisuus-ikäyriin, jotta kiviaines voidaan hyödyntää uudelleen. Seulonnasta pyritään saamaan kiviainesta käyttöön n. 80 %. Seulottua kiviainesta on näin ollen $2\,750\text{ t} * 0,80 = 2\,200$ tonnia. Eli puhdasta uusiokiviainesta saadaan uudelleenkäyttöön noin 2 200 tonnia, joka täyttää vaaditut määräykset. 20 %:n hävikki kiviaineksessa johtuu murskaamisen ja seulomisen aikana tapah-

tuvista toimenpiteistä, joissa kiviaineksesta poistetaan kaikki siihen kuulumaton maa-aines, kuten hienommat maa-ainekset.

Kantavan kerroksen kiviaineksen raekoon oletetaan olleen 0–90 mm. Näin ollen kiviaines murskataan raekooltaan 0–56 mm:n. Raekooltaan 0–56 mm oleva murske voidaan käyttää uusiotuotteena kohteen kantavaan kerrokseen.

11.1.3 Suodattavan kerroksen kaivaminen

Suodattava kerros kaivetaan ylös viimeisimpänä, ja se on tunnistettavissa hienojakoisuudeltaan. Yleensä suodattava kerros on hiekkaa, mutta aiemmin käytetty suodattavan kerroksen materiaali on ollut karkeampaa ja näin ollen raekokokin ollut suurempaa kuin nykyisillä hienoaineksilla, kuten hiekalla. Suodattavan kerroksen paksuus vaihtelee välillä 400–600 mm.

Suodattavan kerroksen paksuus oletetaan olevan keskimäärin 500 mm. Eli näin ollen $5\ 000\ \text{m}^2 * 0,5\ \text{m} = 2\ 500\ \text{m}^3$. Tiivistetty kuutiometri hienoainesta painaa noin 1,8 tonnia. Eli näin ollen pihasta saadaan suodattavan kerroksen ainesta talteen $2\ 500\ \text{t} * 1,8\ \text{t}/\text{m}^3 = 4\ 500$ tonnia olettaen, että materiaalista saadaan talteen 100 %. Seulonnan jälkeen oletetaan, että saatava hyöty on noin 80 %, eli näin ollen hienoainesta saadaan talteen ja hyödynnettäväksi $4\ 500\ \text{t} * 0,8 = 3\ 600$ tonnia laadun ja määräykset läpäisevää hienoainesta.

Maa-ainekset käsitellään omalla käsittelyalueella, jonne oletetaan olevan työkohteesta 10 km:n ajomatka. Asfaltti käsitellään koneasemalla, joka on myös 10 km:n päässä työkohteesta. Maa-ainekset seulotaan omiin kasoihin niiltä osin kuin pystytään, ja niiden hyödyn oletetaan olevan 80 %:n luokkaa. Asfaltista pyritään saamaan uusiokäyttöön 100 %.

11.2 Kuljetusmatkojen hintatarkastelut

Kuljetusmatkaa vertaillaan 10 km:n ja 15 km:n välillä. Kuljetusmatkojen pituuksia vertaillaan kahdelle eri kuljetusmatkalle, jotta huomataan, kuinka paljon kuljetuksen hinta muuttuu kuljetusmatkan pidetessä. Kuljetushinta on aina yhtä kilometriä kohden, ja ensimmäiset 10 km se on sama. 10 km:n jälkeiset kilometrit lasketaan nousuhinnan mukaan, joka nostaa kilometrille tulevaa kuljetushintaa. Kuljetusmatkan kustannuksia vertaillaan siihen, kuinka paljon

urakoitsija pystyy säästämään, jos kierrättäminen voidaan tehdä työmaa-alueella lähellä kaivettavaa aluetta.

Eri maa-aineksia kaivetaan kohteesta yhteensä noin 7 750 tonnia. Vanhaa asfalttia kuljetaan 500 tonnia ja kivi- ja hienoainesta yhteensä 7 250 tonnia. Kuljetusmatka työkohteesta käsittelyalueelle on 10 km. Yhden maa-aines tonnin kuljettaminen maksaa 1,75 €/t/km. Edellä mainittu hinta koskee matkaa yhdestä kilometristä kymmeneen kilometriin.

Maa-ainesten kuljettaminen maksimissaan 10 km:n päähän työkohteesta tulee näin ollen maksamaan $1,75 \text{ €/t/km} * 7\,750 \text{ t} = 13\,562,50$ euroa. Laskettu kustannus on minimi, mikä kustannuksista koituu urakoitsijalle. Kustannuksia voi lisätä maa-ainesmäärien lisääntyminen ja kuljetusmatkan piteneminen.

Jos oletetaan, että ajomatka käsittelyalueelle olisi ollut 15 km työkohteesta, olisi yli 10 km:n menneistä kilometreistä pitänyt laskea nousuhinta kilometriä kohti. Nousuhinnalla tarkoitetaan ajohinnan korotusta kilometriä kohden, eli tässä tapauksessa nousuhinta on 0,08 €/t/km. Eli 15 km:n ajomatkalle tulee hintaa $1,75 \text{ €/t/km} + 0,08 * 5 \text{ km} = 2,15 \text{ €/t/km}$.

Maa-ainesten kuljettaminen yli 10 km:n päähän käsittelyalueelle lisää kuljetuskustannuksia 0,08 €/t/km. Näin ollen 7 750 tonnin maa-ainesmäärä tulee maksamaan 15 km:n kuljetusmatkalle $2,15 \text{ €/t/km} * 7\,750 \text{ t} = 16\,662,50$ euroa.

Taulukosta 5 pystytään tulkitsemaan ajohinnat. Ajohinnat on laskettu kilometreittäin. Taulukossa lähtöhintana 1–10 km:n matkalle on 1,75 €/t/km. Yli 10 km:n menevillä kilometreillä ajohinta nousee 0,08 €/t/km.

Taulukko 5. Ajohinnat 7750 tonnin maa-ainesmäärälle.

Ajomatka	Hinta €/t/km	Yhteensä 7750 tonnille (€)
0-10 km	1,75	13562,50
10-11 km	1,83	14182,50
11-12 km	1,91	14802,50
12-13 km	1,99	15422,50
13-14 km	2,07	16042,50
14-15 km	2,15	16662,50

Jos maa-ainesten käsittelylle olisi löytynyt tilat teollisuuskiinteistön tontilla, olisi kuljetusmatkoista tulevat kustannukset voitu välttää kokonaan. Tällöin kuorma-autoja ei olisi tarvinnut olla ajossa kuin kaksi kappaletta, kun taas ajomatkan ollessa yli 10 km:n autoja olisi pitänyt olla kolme tai neljä, että työteho olisi pysynyt riittävän korkealla ja odotustunteja ei olisi tullut.

Säästöä olisi näin ollen syntynyt urakoitsijalle 13 562,50–16 662,50 euroa riippuen kuljetusmatkan pituudesta. Laskettu kustannussäästö tulee pelkästään ajomatkoista, kuljetusurakoitsijat veloittavat normaalin tuntihinnan tehtyjen tuntien mukaan. Jos kyseessä on kuljetushinnan mukaan tapahtuva ajo, kuljetusurakoitsija ei veloita kuin ajamisesta tulleen hinnan. Jos kuljetusurakoitsija joutuu odottelemaan kuormien välillä pitemmän aikaa, veloittaa hän odotustuntien mukaisen hinnan.

Jos kierrättäminen olisi voitu tehdä työmaa-alueella, olisi kuljetuskaluston määrä pudonnut noin kahdella autolla, jonka seurauksena veloitetuista tuntihinnoista olisi myös tullut kustannussäästöjä urakoitsijalle.

Korvaavien maa-ainesmassojen ajamiselle takaisin työkohteeseen on laskettu myös ajohinta, mutta se on sisällytetty maa-aineksen myyntihintaan. Näin ollen uusien massojen ajohinta on hankala määrittää ja ajomatka voi olla kymmenienkin kilometrien päästä, joten ajomatkan pituus voi hieman nostaa uuden maa- tai kiviaineksen hintaa.

Lasketun piha-alueen koko on keskisuuri työkohde, isommissa kohteissa kustannussäästö on huomattavasti suurempi. Pienimmissä kohteissa ei ole enää kannattavaa tehdä kierrättämistä itse työalueella, koska tilat käyvät liian ahtaiksi ja maa-ainesten määrä on huomattavasti pienempi ja näin ollen kunnan kustannussäästöihin ei päästä.

11.3 Kiviaineksen murskaamisen hintatarkastelut

Kierrättäminen ei ole ilmaista. Tarvitaan suuret koneet ja laitteet, että maa-ainekset saadaan seulottua erikseen toisistaan ja oikeanlaiseksi materiaaliksi. Murskaus- ja seulontajärjestelmä on valtava investointi sinänsä, mutta maa-ainesvarantojen vähetessä investointi maksaa itsensä takaisin varmasti.

Investoitaessa murskaus- tai seulontalaitokseen on murskaustyön oltava jatkuvaa ja koneiden täytyy olla käytössä päivittäin, jotta investointi on kannattava. Murskauslaitosten investointi on yli miljoona euroa. Murskaus on kannattavaa silloin, kun vuosittainen määrä on yli 200 000 tonnia mursketta.

Jos murskauslaitos hankitaan itselle, murskaaminen tulee maksamaan 2,35–2,75 €/t. Kustannuksia tulee laitoksen huoltotöistä, polttoainekustannuksista ja kaluston poistoista. Kustannukset tonnia kohden on laskettu keskimäärin 2,55 euroa. Jos työ teetätetään aliurakoitsijalla, liikkuvat murskauksen hinnat tonnia kohden 3,20–3,60 €/t. Aliurakoitsijan hintaa nostaa pakollisten kustannusten päälle laskettu kate.

Laskettaessa murskaushintoja käytetään omana työnä tehtävästä murskaamisesta 2,55 €/t. Aliurakoitsijan työnä tekemästä murskauksesta käytetään 3,40 €/t (oletetaan, että murskataan vähintään 200 000 tonnia vuodessa). Näitä hintoja käytetään sen takia, että päästään mahdollisimman lähelle oikeaa ja realistista hintaa. Murskauksen ja seulonnan hinnat vastaavat vuoden 2008 markkinahintoja. Hintatiedot ovat saatu paikallisilta murskaus- ja seulontaurakoitsijoilta.

Murskaamisessa säästetään aliurakoitsijan kate, eli noin 0,85 euroa tonnille, jos murskauslaitos on omassa käytössä ja siitä ei synny muita kustannuksia. 200 000 tonnin murskausmäärä maksaa näin ollen itselle $200\,000\text{ t} \cdot 2,55\text{ €/t} = 510\,000\text{ €}$. Jos työ suoritetaan aliurakoitsijalla, 200 000 tonnin murskaaminen tulee maksamaan $200\,000\text{ €} \cdot 3,40\text{ €/t} = 680\,000\text{ €}$. 200 000 tonnin määrällä säästö on näin ollen $680\,000\text{ €} - 510\,000\text{ €} = 170\,000\text{ €}$, jos työ suoritetaan omana työnä ja omalla murskauslaitoksella.

Laitoksen poisto oletetaan olevan vuodessa 100 000 euroa. Näin ollen 170 000 euron säästöstä poistoihin menee 100 000 euroa, eli todellinen säästö vuositasolla on 70 000 euroa. 70 000 euron säästö on todellinen kun kaikki kustannuksiin vaikuttavat tekijät on huomioitu.

Taulukossa 6 on esitetty omana työnä tehty murskaus ja aliurakoitsijan tekemä murskaus. Taulukon hinnat on arvioitu murskausmäärän perusteella, eli näin ollen taulukko on vain havainnollistava, mutta kuitenkin kertoo suuntaa, miten kustannukset kehittyvät määrien muutoksen seurauksena. Omana työnä tehty murskaamisen yksikköhinta on aina saman verran murskattavan määrän ollessa pieni tai suuri. Aliurakoitsijalla teetätetty murskaamisen kustannus tonnia kohti nousee murskausmäärän pienetessä.

Taulukko 6. Kiviaineksen murskaamisen hinnat omana ja aliurakoitsijan tekemänä

Määrä (t)	Murskaus oma (€/t)	Murskaus aliurakoitsija (€/t)	Yhteensä oma (€)	Yhteensä aliurakoitsija (€)	Erotus €
1000	2,55	5,00	2550,00	5000,00	2450,00
5000	2,55	4,70	12750,00	23500,00	10750,00
10000	2,55	4,30	25500,00	43000,00	17500,00
20000	2,55	4,00	51000,00	80000,00	29000,00
50000	2,55	3,70	127500,00	185000,00	57500,00
100000	2,55	3,50	255000,00	350000,00	95000,00
200000	2,55	3,40	510000,00	680000,00	170000,00

Tutkittavassa kohteessa murskausmäärä on niin pieni, että työ kannattaa teettää aliurakoitsijalla, jos omana työnä tehty murskaus ei muiden kohteiden ja murskauksen osalta ylitä 200 000 tonnin vuotuista rajaa.

Kohteen uusiomateriaalinen kiviaineksen murskaaminen tulisi näin ollen maksamaan omana työnä tehtynä $2750 \text{ t} * 2,55 \text{ €/t} = 7012,50$ euroa. 2750 tonnin murskausmäärästä oli saatu uusiokäyttöön 2200 tonnia, koska oletettiin, että hyötyyn saadaan kaivetusta kantavasta kerroksesta 80 %. Näin ollen kiviainestonnille tulee tonnihinnaksi $7012,50 \text{ €} / 2200 \text{ t} = 3,18 \text{ €/t}$.

Murskaus voidaan teettää aliurakoitsijalla. Tällöin murskaamisen hinta on noin $3,40 \text{ €/t}$. 2750 tonnin murskaaminen aliurakoitsijan toimesta tuo urakoitsijalle kustannuksia $2750 \text{ t} * 3,40 \text{ €/t} = 9350$ euroa. Hyötykäyttöön oletetaan taas saatavan 2200 tonnia (kts. kohta 11.1.2), eli näin ollen aliurakoitsijan murskaama kiviainestonni kustannuksineen maksaa $9350 \text{ €} / 2200 \text{ t} = 4,25 \text{ €/t}$.

Omana työnä suoritettu murskaaminen tuo näin ollen 2 750 tonnin murskausmäärälle $4,25 \text{ €/t} - 3,18 \text{ €/t} = 1,07 \text{ €/t}$. Eli omana työnä tehty murskaus on $1,07 \text{ €/t}$ halvempi, kuin että se olisi teetetetty aliurakoitsijalla.

Tutkittavassa kohteessa perustamissyvyys on 1600 mm ja kantavan ja jakavan kerroksen osuus on 400 mm. Kiviainesta kerroksiin menee $5\,000 \text{ m}^2 * 0,4 \text{ m} = 2\,000 \text{ m}^3$. Yksi kiviaineskuutio painaa 2,2 tonnia, eli kiviainesta menee $2\,000 \text{ m}^3 * 2,2 \text{ t/m}^3 = 4\,400$ tonnia.

Kiviaines murskataan raekooltaan 0–56 mm:n. Vastaava kiviaines, joka louhitaan aluksi irti kalliosta ja sen jälkeen murskataan, on noin 1,00 €/t kalliimpi kuin uusiotuotteen kiviaines. Uuden kiviaineksen hintaa nostaa louhinta, joka tekee uuteen kiviainekseen lisäkustannuksia.

Uuden kiviaineksen hinta on näin ollen 5,30 euron luokkaa. Uudesta kiviaineksesta perustettu kantava kerros tulisi maksamaan $5,30 \text{ €/t} * 4\,400 \text{ t} = 23\,320 \text{ €}$, kun oletetaan, että kerroksen paksuus on 400 mm ja alueen pinta-ala $5\,000 \text{ m}^2$.

Sivulla 40 lasketusta uusiotuotteesta saatu 2 200 tonnia, raekooltaan 0–56 mm:ä olevan kiviaineksen murskaaminen maksaa 7 012,50 euroa. Rakenteen puuttuva osuus joudutaan joka tapauksessa tekemään uudesta kiviaineksesta, joten näin ollen $4\,400 \text{ t} - 2\,200 \text{ t} = 2\,200 \text{ tonnia}$ joudutaan tekemään uudesta kiviaineksesta, jonka hinta on 5,30 €/t. Näin ollen 2 200 tonnin osuus maksaa $2\,200 \text{ t} * 5,30 \text{ €/t} = 11\,660 \text{ euroa}$. Laskettaessa yhteen vanhan tuotteen uudelleen kierrättämisestä tulleet kulut ja uuden materiaalien osuus, kustannuksia kertyy $7\,012,50 \text{ €} + 11\,660 \text{ €} = 18\,672,50 \text{ euroa}$. Näin ollen kokonaan uuden kiviaineksen ja kierrätetyn materiaalista saatava säästö on $23\,320 \text{ €} - 18\,672,50 \text{ €} = 4\,647,50 \text{ euroa}$.

Kantavan ja jakavan kerroksen rakentamisessa urakoitsija säästää 4 647,50 euroa, jos uusiotuote käytetään kohteeseen kokonaisuudessaan ja puuttuva murskemäärä tehdään uudesta kiviaineksesta. Säästö on sinänsä pieni, mutta kun ajatellaan, että yhdellä tämänkokoisella pihalla säästetään 4 647,50 euroa, niin kymmenen samankokoisen pihan säästö on jo yli 45 000 euroa, jos oletetaan kaikkien pihojen olevan samanlaisia ja uusiokäyttöön saadaan saman verran kiviaineksia.

Aliurakoitsijalla teetätetty uusiotuotteen murskaaminen on kustannuksiltaan lähes sama kuin uuden kiviaineksen murskaaminen pienillä murskausmäärillä. Edellä lasketun kohteen säästöt ovat minimaaliset, kun kysymyksessä on yksittäinen piha. Aliurakoitsija määrittää murskaamisen hinnan murskausmäärien mukaan, joten mitä suurempi murskausmäärä on kyseessä, sitä edullisempi on murskauksen hinta. Alla on lueteltu aliurakoitsijalla teetättämisen etuja, jotka helpottavat urakoitsijan työmäärää oleellisesti.

Aliurakoitsijalla teetättämisen etuja ovat:

- Ei tarvitse investoida itselle kalustoa.
- Ei ole huoltokustannuksia.

- Ei tarvitse palkata työntekijöitä.
- Ei tarvitse hoitaa lupia koneiden käytölle.

Aliurakoitsijan teettämisen etuja on monia, kun ajattelee, miten paljon prosessi tulee omana työnä työllistämään ja sitomaan henkilöstöä. Aliurakoitsijan etuna voidaan myös sanoa, että ammattitaito on korkea ja tehokas, koska työntekijät tekevät työtä jatkuvaluonteisena. Näin ollen ajallisesti ja aikataulullisesti murskaaminen etenee hyvin ja nopeasti.

11.4 Hienon kiviaineksen seulomisen hintatarkastelut

Hienoaineksen seulomiseen tarvitaan oma kalusto. Seulontalaitoksen investointi omaan käyttöön vaatii suuret seulontamäärät. Jotta seulontalaitoksen investointi on kannattavaa, on työn oltava päivittäistä. Investoinnin kannattavuus itselle on seulontamäärältään sama kuin murskauslaitoksen murskaamisen, eli seulottavaa pitää olla 200 000 tonnia vuodessa, jotta investointi on kannattavaa.

Murskauskaluston investoinnissa tehdyt laskelmat sivulla 39 pätevät hyvin pitkälti seulontalaitoksen investoinnissa. Seulonnan hinta hienolle kiviainekselle on hieman pienempi kuin murskaushinta. Seulonnan hinta on keskimäärin 2,50 €/t, mutta tässäkin seulottavan maaineksen määrä muuttaa hintaa. Aliurakoitsijalla teetetettynä hinta on n. 3,00 €/t.

Hienolla kiviaineksella tarkoitetaan raekooltaan 0–6 mm olevaa kiviainesta. Käytännössä kiviaines on hiekkaa. Vanhoissa maa-ainestäytöissä kiviaines on moreenipitoista, eli kiviaineksen raekoko voi vaihdella paljonkin. Moreenin seassa voi olla isoja kiviäkin. Jos tiedetään, että hienoaineksen seassa on paljon suuria kiviä, on syytä suorittaa kiviaineksen välppääminen ennen kuin kiviainesta ruvetaan seulomaan.

Hienoa kiviainesta pyritään seulomaan uusiokäyttöön mahdollisimman suuri osuus kaivetusta hienoaineksesta. Hienoaineksesta uusiokäyttöön pyritään saamaan 80 %. Kiviaineksen laadusta riippuen määrä voi muuttua, koska siihen vaikuttaa, kuinka hyvin hienoaines läpäisee rakeisuuskäyrät ja standardit. Kiviaineksen täytyy olla laadultaan ja raekooltaan niin hyvää, että sen voi hyödyntää uudestaan.

Tarkasteltavassa kohteessa hienoainesta saadaan kaivettua 4 500 tonnia. Hienoaineksen osuus kohteessa on suodattava kerros, jonka paksuus on 500 mm. Kaivetusta hienoainesmateriaalista on saatava pois kaikki suuret kivet ja orgaaniset aineet. Kaivausvaiheessa hienoaineksen sekaan sekoittuu väkisin raekooltaan suurempaa kiviainesta. Hienoaines seulotaan raekooltaan 0–6 mm:n ja valmiista hienoaineksesta seulotaan vielä hienoin pöly pois, eli raekooltaan 0–3 mm:ä oleva hienoaines.

Hienoaineksesta pyritään saamaan uusiokäyttöön 80 % kaivetusta määrästä. Eli näin ollen seulottua hienoainesta saadaan $4\,500 \text{ tonnia} * 0,80 = 3\,600 \text{ tonnia}$. Hienoainesta joudutaan kuitenkin seulomaan 4 500 tonnia ja seulomisen hinta yhtä seulottua tonnia kohden on noin 2,50 euroa. Näin ollen 4 500 tonnin seulomiselle tulee kustannuksia $4\,500 \text{ t} * 2,50 \text{ €/t} = 11\,250 \text{ euroa}$. Tästä saadaan hyödynnettyä uusiokäyttöön 80 %, eli 3 600 tonnia. 3 600 tonnin seulomiselle tulee hintaa yhtä seulottua tonnia kohden $11\,250 \text{ €} / 3\,600 \text{ t} = 3,125 \text{ €/t}$.

Aliurakoitsijalla teetätettynä seulonnan tonnihinta on noin 3,00 €/t. Seulonnan hintaan vaikuttavalla seulottavan hienoaineksen määrällä ja myös sijainnilla on vaikutus seulonnan hintaan. Aliurakoitsijalla teetätetty seulonta tuo urakoitsijalle kustannuksia $4\,500 \text{ t} * 3,00 \text{ €/t} = 13\,500 \text{ euroa}$. Tästä hyötynä saatu uusiotuotteen määrä on 3 600 tonnia, eli tonnia kohden kustannuksia tulee $13\,500 \text{ €} / 3\,600 \text{ t} = 3,75 \text{ €/t}$.

Urakoitsijan säästö kustannuksissa 4 500 tonnin hienoainesmäärälle on $13\,500 \text{ €} - 11\,250 \text{ €} = 2\,250 \text{ euroa}$. Urakoitsija säästää yli 2 000 euroa, kun työ suoritetaan omana työnä. Aliurakoitsijalla teetätetty seulonta on noin 17 % kalliimpaa kuin omana työnä tehty seulonta. Tästä tietenkin johtuu, että jotta säästöihin päästäisiin, on seulontaa oltava huomattavissa määrin enemmän, jotta seulontalaitoksen investointi ja siitä koituvat kustannukset saadaan poistettua. 200 000 tonnin vuosittaisella seulontamäärällä seulontalaitoksen hankkiminen itselle on kannattavaa.

Perustamissyvyydestä johtuen suodattavan kerroksen paksuus kasvaa 1200 mm. Näin ollen suodattavaan kerrokseen menee hienoainesta $5\,000 \text{ m}^2 * 1,2 \text{ m} = 6\,000 \text{ m}^3$. Yksi kuutiometri tiivistettyä hienoainesta painaa 1,8 tonnia. Näin ollen suodattavaan kerrokseen menee $6\,000 \text{ m}^3 * 1,8 \text{ t/m}^3 = 10\,800 \text{ tonnia}$.

Kohteeseen saadaan uusiotuotetta 3 600 tonnia, jonka tonnihinnaksi seulonnan jälkeen on tullut 3,125 euroa. Jotta kohteeseen saadaan uusi suodattava kerros, on uutta luonnonvaraista hienoainesta ajettava kerrokseen vielä $10\,800 \text{ t} - 3\,600 \text{ t} = 7\,200 \text{ tonnia}$. Uuden hieno-

aineksen keskihinta on noin 5 €/t. Eli uusiotuotteen osuus suodattavasta kerroksesta on $3\,600\text{ t} * 3,125\text{ €/t} = 11\,250$ euroa. Näin ollen uuden hienoaineksen osuus on $7\,200\text{ t} * 5\text{ €/t} = 36\,000$ euroa. Suodattavalle kerrokselle tulee kustannuksia näin ollen $36\,000\text{ €} + 11\,250\text{ €} = 47\,250$ euroa.

Jos suodattava kerros tehdään kokonaan uudesta luonnonmateriaalista, tulee hienoaines maksamaan $10\,800\text{ t} * 5\text{ €/t} = 54\,000$ euroa. Näin ollen urakoitsija säästää kustannuksissa, kun käyttää uusiotuotteen ja puuttuvan osuuden uudesta luonnon materiaalista $54\,000\text{ €} - 47\,250\text{ €} = 6\,750$ euroa. Suodattavassa kerroksessa urakoitsijan säästö kustannuksissa on kohtalaisen suuri verrattuna uuteen luonnonvaraiseen hienoainekseen. Urakoitsija säästää n. 12 % kustannuksissa, kun käytetään uusiotuotetta.

Tiedot perustuvat olettamuksiin siitä, kuinka paljon maa-aineksia todellisuudessa saadaan uudestaan käyttöön. Materiaalin määrä voi muuttua oleellisestikin suuntaan tai toiseen riippuen maa-ainesten laadusta. Laskennassa ei ole otettu huomioon kaluston tuomia kustannuksia. Esimerkeissä on laskettu pelkästään maa-aineksista saatava hyöty.

11.5 Maa-aineksista saatavan kokonaishyödyn hintatarkastelut

Kantavan ja jakavan kerroksen tekeminen uusiotuotteesta vähentää urakoitsijalle tulevia kustannuksia noin 20 %: verrattuna uudesta luonnonvaraisesta tehdystä materiaalista. Edellä laskettu esimerkki uusiotuotteesta ja luonnonvaraisesta kiviaineksesta tehdylle rakennekerrokselle teettää kustannuksia 18 672,50 euroa, kun taas kokonaan uudesta luonnonvaraisesta kiviaineksesta tehty rakennekerros teettää kustannuksia 23 320 euroa. Urakoitsija säästää kustannuksissa 5000 m²:n pihalla n. 4 650 euroa perustettaessa kantavaa ja jakavaa kerrosta.

Yksittäisenä kohteena säästö on jo kohtalaisen suuri. Jos samankokoisia kohteita on useita vuositasolla, joista saadaan saman verran vanhaa maa-ainesta uusiokäyttöön, urakoitsija säästää useita kymmeniä tuhansia euroja hyödyntäessään vanhaa maa-ainesta.

Aliurakoitsijalla teetätetty kiviaineksen murskaus ei olisi kannattavaa yksittäisessä näin pienessä kohteessa. Uusiotuotteen kiviaineksen murskauksen ja luonnonvaraisen kiviaineksen välinen hinnan ero ei tuo urakoitsijalle merkittäviä kustannussäästöjä.

Huomioon ottaen että, urakoitsijan omana työnä tehty murskaaminen on taloudellista, täytyy murskausta olla vuodessa 200 000 tonnia. Säästöissä huomioon on otettava koneen poistosta johtuvat kustannukset jotka jo ovat vuositasolla 100 000 euroa. Eli yksittäiset urakat on ehdottomasti viisainta suorittaa aliurakoitsijan toimesta, jos murskaamista ei urakoitsijalla vuosittain ole enempää.

Luonnon kiviaineksen hinta on laskennassa arvioitu. Eteläisessä Suomessa hinta voi olla huomattavasti korkeampi kuin lasketussa esimerkissä. Eteläisessä Suomessa korkea hinta johtuu pitkälti siitä, että luonnonkiviaineksen saatavuus on heikentynyt sen lähialueilta, ja näin ollen kiviaines joudutaan ajamaan kauempaa.

Suodattavan rakennekerroksen hienoaineksen seulominen on urakoitsijalle suurin piirtein yhtä taloudellista kuin kantavan ja jakavan rakennekerroksien uusiotuotteen murskaaminen. Urakoitsija säästää noin 12 %, kun suodattava kerros rakennetaan uusiotuotteesta ja puuttuva osuus luonnon hienoaineksesta. Kustannuksia suodattavan rakennekerroksen rakentamiselle tulee uusiotuotteesta ja puuttuvan osuuden tekeminen luonnon hienoaineksesta 5000 m²:n pihalle on 47 250 euroa. Suodattavan kerroksen rakentaminen kokonaan uudesta hienoaineksesta tuo urakoitsijalle kustannuksia 54 000 euroa. Urakoitsija säästää noin 6 750 euroa käyttäessään uusiotuotetta suodattavassa rakennekerroksessa.

Kantavan, jakavan ja suodattavan rakennekerroksen rakentamisessa saavutetaan uusiotuotteilla noin 15 %:n säästö. Kantavan ja jakavan kerroksen kustannukset ovat 18 672,50 euroa ja suodattavan kerroksen kustannukset ovat 47 250 euroa. Yhteensä näiden rakennekerroksien rakentamisesta kertyy kustannuksia 65 922,50 euroa.

Jos taas sama työ olisi rakennettu kokonaan uusista luonnonvaraisista materiaaleista, olisi kantavalle ja jakavalle kerrokselle kertynyt kustannuksia 23 320 euroa. Suodattavan kerroksen rakentamiselle kustannuksia olisi tullut 54 000 euroa. Yhteensä rakennuskerrokset olisivat tuoneet urakoitsijalle kustannuksia 77 320 euroa pelkkien maa-ainesten osalta.

Jos uusiotuote olisi käytetty rakennekerroksiin, olisi uusiotuote tuottanut kustannussäästöjä urakoitsijalle noin 11 400 euroa verrattuna uuteen luonnonvaraisesta maa-aineksesta tehtyyn rakennekerroksiin. Tämä säästö siis olisi tullut pelkästään maarakennekerroksiin käytetyistä maa-aineksista.

11.6 Asfaltista saatavan hyödyn hintatarkastelut

Asfalttijätettä on arvioitu syntyvän Suomessa noin 250 000–300 000 tonnia vuosittain. Vuosituhannen vaihteessa asfalttiteollisuuden tuotantovolyymista noin 12 % oli asfalttirouheen tai murskeen uusiokäyttöä. Valtaosa asfalttimassoista voidaan hyödyntää taloudellisesti kannattavasti.

Päällysteissä käytetään laadukkaita kiviaineksia. Kiviainesten laatu määräytyy niiden kovuuden mukaan. Kiviainekset on luokiteltu useaan eri laatuluokkaan. Kohteen laatuvaatimusten mukaan valitaan oikean luokan kiviaines.

Lisäksi vanhojen päällysteiden sisältämistä bitumeista saadaan uusiokäytössä suoraa taloudellista hyötyä uuden bitumin menekin vähentyessä. Uusiokäyttö onkin lisääntynyt merkittävästi viimeisinä vuosina, ja osa päällystealan yrityksistä jopa ottaa vastaan purettuja, puhtaita päällysteen kappaleita ja -rouheita alueilla, missä uusiomateriaalin menekki on hyvä.

Pääasiallisena asfalttijätteen käyttökohteena on tällä hetkellä uusioasfaltit. Uusioasfaltin tekeminen edellyttää erittäin hyvälaatuista uusioraaka-ainetta, kun parhaimmillaan uusiomassoja on tehty siten, että jopa 100 % kiviaineksesta on ollut asfalttimursketta. Tällainen on mahdollista, kun tarkkaan tiedetään, kuinka laadukasta asfalttimurske on ja että käyttötarkoitus on sellainen, mihin kyseinen uusiomassa on sopivaa.

Muu murskatun asfaltin hyötykäyttö on ollut tierakentamisen määriin nähden vähäistä. Asfalttirouhetta tai -mursketta on sellaisenaan käytetty mm. väliaikaisena pinnoitteena liikennejärjestelyissä työmaateillä sekä jonkin verran piha-alueilla ja varastokentillä. Työmaateiden pinnoitukset toimivat tarkoitukseensa nähden hyvin, mutta uusiokäytöstä saatava hyöty on varsin lyhytaikaista.

Tutkittavassa kohteessa vanha asfaltti pyritään käyttämään sataprosenttisesti, eli vanha asfaltti käytetään kohteeseen uudestaan. Vanha asfaltti murskataan asfalttiaseman läheisyydessä kasaan. Tämän jälkeen se jalostetaan siten, että se pystytään levittämään kohteeseen uudestaan.

Kun asfalttia ruvetaan murskaamaan, täytyy valita urakoitsija joka sen suorittaa. Työ voidaan suorittaa myös omana työnä, jos omistetaan murskauskalusto. Murskauskaluston hankinta

on suuri investointi, ja jos murskausta ei omista töistä tule paljoo, kannattaa työ teetättää aliurakoitsijalla. Murskaamisen keskihinta on noin 3 €/t, kun se teetätetään aliurakoitsijalla.

Kohteesta saatiin talteen 500 tonnia purettua asfalttia ja murskauksen jälkeen murskattua asfalttirouhetta saatiin noin 475 tonnia. 500 tonnin puretun asfaltin murskaaminen maksaa näin ollen $500 \text{ t} * 3 \text{ €/t} = 1500 \text{ euroa}$. Murskeesta saadaan hyötykäyttöön 475 tonnia, joten näin ollen murskaustonnihinnaksi tulee $1500 \text{ €} / 475 \text{ t} = 3,16 \text{ €/t}$.

Kun kyseessä on teollisuuskiinteistö ja rakenteilta ja kulutuskestävyyksiltä vaaditaan enemmän, levitetään asfalttia 150 kg/m^2 . Tämä tarkoittaa rakennepaksuutena 100 mm levitettyä asfalttibetonia. Näin ollen 5000 m^2 :n pihassa asfalttibetonia levitetään $5000 \text{ m}^2 * 0,15 \text{ t/m}^2 = 750 \text{ tonnia}$.

Murskattua asfalttirouhetta laitetaan valmistusvaiheessa uuden asfalttibetonin massan sekaan 20 %. Asfalttimassa valmistetaan raekooltaan 16 mm:n kivistä ja siihen lisätään vanhaa asfalttirouhetta 20 % sekaan. Näin ollen saadaan massatyypiltään AB16(20%) olevaa massaa. Massan tuotantovalmistus pyritään saamaan 1000 tonniin vuorokaudessa, jotta tehokkuus ja taloudellisuus ovat mahdollisimman suuret.

Verrattaessa uutta valmistettua massaa kierrätysmassaan, urakoitsija säästää 10 % käyttäessään kierrätysmassaa. Hintaan vaikuttaa jo valmiina oleva sideaine ja näin ollen bitumia ei tarvitse lisätä kuin puolet siitä, mikä sen normaali määrä on. Valmiina olevan kiviaineksen osuus myös säästää kustannuksia verrattuna uuteen kiviainekseen. Kustannuksissa on otettu huomioon murskauksen hinta.

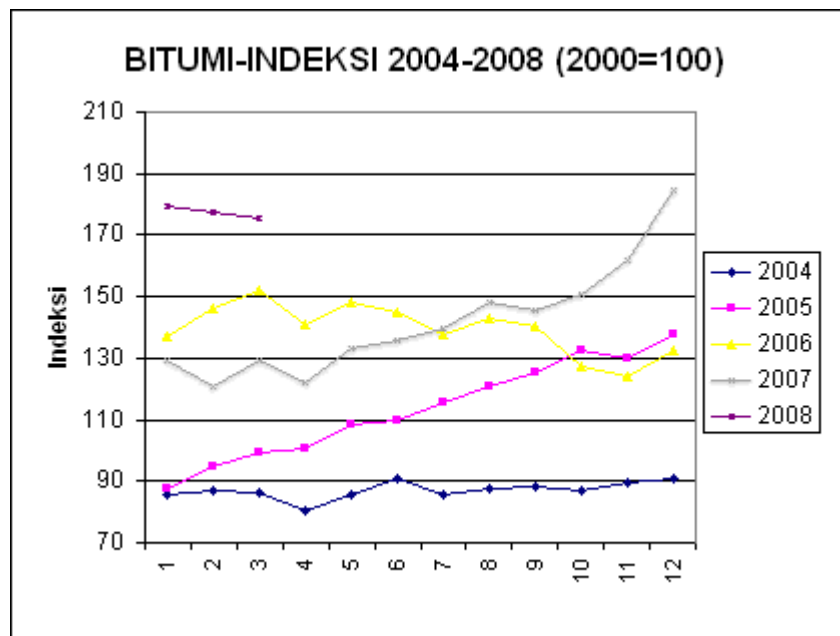
Uusioasfaltin etuna uuteen asfalttiin on sen edullisuus. Vanhassa asfaltissa ovat jo bitumi ja hienoaines valmiina, joten sen valmistamiskustannukset koostuvat sen uudelleen kuumentamisen ja työkohteeseen ajon kustannuksista. Nämä toimenpiteet säästävät kustannuksia huomattavasti, kun otetaan huomioon koko ajan nouseva bitumin hinta.

Bitumin hinta on suurin asfaltin tuotannon kustannusten muuttaja. Bitumin hinta on noussut vuosien saatossa koko ajan korkeammaksi ja näin ollen asfaltin valmistuksen kustannukset nousevat vuosi vuodelta korkeammaksi.

11.7 Bitumin hintatarkastelut

Bitumin hintaa seurataan bitumi-indeksillä. Indeksillä lasketaan jokaiselle kuukaudelle erikseen. Kuten alla olevasta kuvasta voidaan päätellä, on bitumi-indeksi kaksinkertaistunut alkuvuodesta 2004 loppuvuoteen 2007. Tämä osoittaa jo sinänsä sen, että asfaltin tuotannon kustannukset ovat nousseet tuntuvasti.

Kuvasta 18 voidaan päätellä, miten bitumin hinta on vuoden tai vuosien aikana kasvanut. Nyt vuoden 2008 tammikuun indeksi lähtee suoraan tasolta 180, kun se esimerkiksi edellisellä vuonna oli samaan aikaan noin tasolla 135.



Kuva 18. Bitumi-indeksi [21.]

Kustannuksia nostavat asfaltin tuotannossa nousseet polttoaineiden ja raaka-aineiden hinnat. Polttoaineiden hinta nousee maailman markkinahintojen mukana, josta on paineita myös kustannusten nousuun tuotannossa. Tämä nostaa kustannuksia urakoitsijalla ja näin ollen luo myös korotuksia asfaltin hintaan.

Käyttämällä uuden massan seassa vanhaa asfalttia 20 %, pienenevät asfaltin valmistuksen kustannukset noin kymmenen prosenttia. Bitumi-indeksiä seuraamalla voidaan tutkia hinnan kehitystä. Jos bituminhinnan oletetaan kasvavan vuodessa keskimäärin 5 % asfaltin tuotantohinta nousee samaa vauhtia. Kustannukset lisääntyvät sitä enemmän, raaka-aineiden hinnat nousevat.

Oletetaan, että uutta asfalttimassaa valmistetaan hinnalla x tammikuun 2008 bitumi-indeksin mukaan. Uutta massaa valmistetaan koko kausi samalla tavalla ja valmistuskustannukset seuraavat aina kyseisen kuun bitumi-indeksiä. Indeksia tulkittaessa on bitumin hinta viimeiset neljä vuotta ollut kasvava. Tällä perusteella oletetaan, että indeksi on vuositasolla noussut n . 5 %.

Uusioasfalttia valmistettaessa bitumin osuus on niin pieni että kustannukset eivät oleellisesti nouse vuoden aikana. Toisin sanoen uusioasfalttia pystytään valmistamaan koko kausi läpi ilman suuria hinnan vaihteluita. Uuden asfalttimassan sekaan lisätty 20 %:a vanhaa uusiomassa säästää urakoitsijan kustannuksia 10 %:a vuositasolla.

Tutkittavassa pihassa asfaltoinnin kustannukseksi tulisi pelkällä uuden massan valmistuksen hinnalla noin 30 000 euroa. Uusiomassalla, johon on lisätty vanhaa asfalttia sekaan 20 % kustannukset olisivat noin 27 000 euroa. Näin ollen urakoitsija säästäisi noin 3 000 euroa uusioasfaltilla.

Laskettaessa asfaltin hintoja ovat hinnat suuntaa-antavia hintoja. Tarkkoja hintoja massoille ei lasketa, koska kyseiset hinnat ovat yrityskohtaiset ja näin ollen tarkkoja hintoja ei mistään ollut saatavilla. Hintojen perusteella kuitenkin saa käsityksen suhteesta, minkä verran urakoitsija säästää 5000 m²:n pihassa.

Laskelmissa esiintyvät asfaltin hinnat eivät kuitenkaan ole markkinahintoja ja niiden perusteella ei ole suotavaa tehdä tarkempia laskelmia omaan tarkoitukseen.

11.8 Hinta tarkastelujen yhteenveto

Taulukossa 7 on esitetty yhteenveto maa-ainesten kustannuksista. Taulukossa voidaan nähdä kustannukset uusiomateriaalin käytölle sekä luonnonvaraisen materiaalin käytölle. Taulukossa on laskettu kustannuserotus, mikä uusiotuotteen ja uuden luonnonvaraisen materiaalin välille tulee.

Taulukko 7. Maa-ainesten kustannusten yhteenvetotaulukko.

Uusiotuotteen käyttäminen rakennekerroksissa ja puuttuvan osuuden korvaaminen luonnonvaraisella maa-aineksella					Uuden luonnonvaraisen maa-aineksen käyttäminen rakennekerroksissa	Maa-aines materiaalien kustannusten erotus
Rakennekerros	Materiaali	Kierrätetty maa-aines €	Luonnon maa-aines €	Yhteensä €		
Kulutuskerros	Asfaltti murske	27 000		27 000	30 000	3000
Kantavakerros	Murske # 0-56	7 012,50	11 660	18 673	23 320	4 648
Jakavakerros	Murske # 0-56					
Suodatin kerros	Hiekka # 0-4	11 250	36 000	47 250	54 000	6 750
Yhteensä		45 263	47660	92 923	107320	14397,5

Maa-ainesten kustannus säästö 5 000 m²:n pihalla on yhteensä noin 14 400 euroa, jos maa-ainekset saadaan hyödynnettyä noin kahdeksankymmentä prosenttisesti vanhojen maa-ainesten osalta. Tämä kustannussäästö on pelkästään maa-ainesten osalta ja oletetaan, että maa-ainekset jalostetaan työmaa-alueen läheisyydessä.

12 YHTEENVETO

Infrarakentamisessa maa-ainesten uusiokäytön tärkeys kasvaa koko ajan. Maarakentamisen lisääntyessä maa-ainesvarannot vähenevät merkittävässä määrin varsinkin suurien asutuskeskusten läheisyydessä. Tästä johtuen (urakoitsijoille koituvat) kustannukset kasvavat merkittävässä määrin, kun ajomatkat kasvavat.

Tutkimuksella pyrittiin selvittämään, mitä kaikkea on otettava huomioon maa-ainesten uusiokäytössä. Tutkimuksella pyrittiin selvittämään kaikki huomioon otettavat lupa-asiat, lainsäädännöt ja ilmoitusasiat mitkä sitovat urakoitsijaa noudattamaan määräyksiä ja normeja, jotta tuotannosta ei koidu ympäristölle lisärasitteita.

Tutkimuksen tarkoitus oli myös tutkia uusiotuotteiden käyttämistä maarakentamisessa ja hyötyä, mikä siitä jää urakoitsijalle. Uusiotuotteita verrattiin uusiin vastaaviin luonnonvaraisiin tuotteisiin ja niiden perusteella laskettiin urakoitsijalle koituvia kustannuksia kummastakin materiaalista erikseen.

Tutkimuksella selvitettiin kuljetuskustannuksia kohteen ja käsittelyalueen välillä. Tilannetta tarkasteltiin 10–15 km:n ajomatkalle ja myös vaihtoehtoa, että uusiotuotteiden käsittely tehtäisiin työmaan läheisyydessä, mikäli siihen olisi riittävät tilat. Jälkimmäinen tilanne on tosin todella harvinainen tapaus, sillä yleensä teollisuuskäinteistöt on rakennettu siten, että ylimääräisille alueille ei ole paljoa varattu tilaa.

5000 m²:n teollisuuskäinteistön piha-alueen perustaminen vanhoista uusiotuotteista mahdollisimman laajalti säästää urakoitsijan kustannuksia noin 5–15 % riippuen siitä, kuinka paljon vanhoja maa-aineksia pystytään hyödyntämään uudestaan. Mikäli tiedossa on, että maa-ainekset ovat pilaantuneet ja niitä ei voida hyödyntää, on ne läjitettävä niille varatuille alueille. Yleensä on jo etukäteen selvillä, minkälainen maa-aines on kyseessä, joten siihen voidaan varautua jo etukäteen.

Murskaus- tai seulontalaitoksen investointi urakoitsijalle ei ole kannattavaa, jos työt eivät ole päivittäistä tai murskauksen tai seulomisen määrä ole 200 000 tonnia vuositasona. 200 000 tonnin vuotuisella määrällä urakoitsija voi säästää jopa 100 000 euroa verrattuna aliurakoitsijan tekemään työhön.

Asfaltin uusiokäytöllä asfalttiurakoitsija pääsee huomattaviin säästöihin verrattuna uuteen massan valmistukseen. Uusioasfalttia voidaan tehdä aina sataan prosenttiin asti, ja näin ollen kustannuksissa säästetään vielä enemmän kuin tekemällä kokonaan uutta asfalttimassaa. Käyttämällä uuden massan seassa vanhaa asfalttia 20 %, urakoitsija säästää kustannuksissa noin 10 %:a ja samalla saatava taloudellinen hyöty on samaa luokkaa.

Havainnot tutkimuksesta oli, että maa-ainesvarantojen vähetessä kuljetusmatkat voivat olla todella pitkiäkin. Tätä ongelmaa ei vielä Kainuun korkeuksilla ole, mutta suurilla asutusalueilla standardit ja normit täyttäviä maa-aineksia joudutaan ajamaan useiden kymmenien kilometrien etäisyydeltä.

Useiden urakoitsijoiden mielestä kustannuksia ovat lisänneet pidentyneet ajomatkat työkohteen ja maa-ainesten ottopaikkojen välillä. Nykypäivänä ei 50 km:n ajo maa-aineksille ole enää pitkä matka.

Maa-ainesten kierrättäminen on tulossa koko ajan entistä enemmän puheenaiheeksi, koska niiden tehokas hyödyntäminen kestävää kehitystä. Nykypäivänä suurin osa kaivetuista maista ajetaan läjitysalueille tai myydään kuljetushinnoilla yksityisille omakotitalorakentajille pihamaiden täyttöihin. Näin ollen vanhoista maa-aineksista ei hyödytä yhtään ja paljon rahanarvoista maa-ainesta menee täysin hukkaan.

Uusiotuotteiden käyttö pitää olla vuositasolla hyvin korkea, että urakoitsija saa kaiken taloudellisen hyödyn siitä itselleen, mutta tekemieni laskelmien perusteella maa-ainesten uusiokäyttäminen näyttäisi jo nykypäivän hintatasolla olevan kannattavaa urakoitsijan kannalta.

LÄHTEET

- [1] Asfalttiliitto, Mitä asfaltti on? [WWW-dokumentti]
<http://www.asfalttiliitto.fi/ie_iso/mitaasfalttion.htm> (Luettu 15.2.2008)
- [2] Ympäristöministeriö, Kallio ja maaperä. [WWW-dokumentti]
<<http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=45226&lan=fi>> (Luettu 12.12.2007)
- [3] Lehmus, E. Eskola, P. Häkkinen, T. Korkiala-Tanttu, M. Rroueh, U-M. Tuhola. M. VTT Rakennus- ja yhdyskuntateknikka, Infra-alan elinkaaritarkastelut, Esiselvitys 2002
- [4] Finlex, Valtioneuvoston asetus, Maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistus tarpeen arvioinnista. 2007 viimeksi muutettu 1.3.2007 [WWW-dokumentti]
<<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2007/20070214>>
- [5] Tiehallinto, Sivutuotteiden käyttö tierakenteissa, Suunnittelu vaiheen ohjaus 2007 Edita Prima Oy, Helsinki ISBN 978-951803-632-9
- [6] Ympäristöministeriö, Maa- ja kallioperän ekologisesti kestävä käyttö. Viimeksi muutettu 3.4.2007 [WWW-dokumentti]
<<http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=48328&lan=fi>>
- [7] Ympäristöministeriö, Lupakäsittelyn vaiheet. Viimeksi muutettu 4.1.2008 [WWW-dokumentti] <<http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=268452&lan=FI>>
- [8] Finlex, Valtioneuvoston asetus, Eräiden jätteiden hyödyntäminen maarakentamisessa. Viimeksi muutettu 28.6.2006 [WWW-dokumentti]
<<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2006/20060591>>
- [9] Ympäristöministeriö, Ilmoitus jätteen hyödyntämisestä maanrakentamisessa - ohjeistus. Viimeksi muutettu 1/2007 [WWW-dokumentti]
<<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=54969&lan=sv>>

- [10] Kauppa ja teollisuusministeriö, Suomen kaivannaisteollisuus, 2006. Viimeksi muokattu 3.2.2006 [WWW-dokumentti]
<http://www.uraaniton.org/sivu/Suomen_kaivannaisteollisuus.doc>
- [11] Maansiirto Viitala Oy [WWW-dokumentti]
<<http://www.maansiirtoviitala.fi/kalusto/kaivinkone1.jpg>> (Luettu 18.2.2008)
- [12] Indexator, Rototilt-lisälaite [WWW-dokumentti]
<<http://www.indexator.se/default.asp?id=7758&marknad=1592&PTID=&refid=11710>> (Luettu 18.2.2008)
- [13] Entrepot Trade Oy. Kaivinkoneen kauhat [WWW-dokumentti]
<<http://www.yuchai.fi/>> (Luettu 18.2.2008)
- [14] Metso Minerals, Murskaus- ja seulontalaitos, viimeksi muokattu 2004 [PDF-dokumentti]
- [15] Asfalttiliitto, Asfaltin historia [WWW-dokumentti]
<http://www.asfalttiliitto.fi/ie_iso/asfaltin_historia.htm> (Luettu 4.4.2008)
- [16] Haapalainen, H. Recycling – Vanhan asfaltin uudelleenkäyttö, Insinööriyö 1997, Oulun Teknillinen oppilaitos 1997
- [17] Lämsä, V-P. Asfaltin uusiokäyttö tierakentamisessa, Tiehallinto, 2005 Edita Prima Oy, Helsinki ISSN 1458-991X
- [18] Valtatie Oy, Recycling asfaltit [WWW-dokumentti]
<<http://cat.teho.net/software/valttatie/e-site/recycling/data/groups/00000003-n.jpg>> (Luettu 20.2.2008)
- [19] Wirtgen Oy, Asfaltinjyrsimet [WWW-dokumentti]
<<http://www.wirtgen.fi/jyrsimet.html>> (Luettu 2.2.2008)
- [20] Tielaitos Tie- ja liikennetekniikan osasto, Päälysteiden suunnittelu, 1997 Oy Edita Ab, Helsinki ISBN 951-726-372-4
- [21] Asfalttiliitto, Bitumi-indeksi [WWW-dokumentti]
<http://www.asfalttiliitto.fi/ie_iso/asfalttikurssit.htm> (Luettu 4.4.2008)

ILMOITUS JÄTTEEN HYÖDYNTÄMISESTÄ MAARAKENTAMISESSA

(Valtioneuvoston asetus eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa 591/2006)

(Viranomaisen täyttää) Diaarimerkintä	Viranomaisen yhteystiedot
Ilmoitus on tullut vireille	

1. HYÖDYNTÄMISPAIKAN HALTIJA

Nimi	Yritys- ja yhteisötunnus
Postiosoite	Postinumero ja -toimipaikka
Yhteyshenkilön nimi ja yhteystiedot (osoite, puhelin, telefax, sähköposti)	

2. HYÖDYNNETTÄVÄN JÄTTEEN LUOVUTTAJAN NIMI JA YHTEYSTIEDOT

Nimi	Yritys- ja yhteisötunnus
Postiosoite	Postinumero ja -toimipaikka
Yhteyshenkilön nimi ja yhteystiedot (osoite, puhelin, telefax, sähköposti)	

3. MAHDOLLINEN VALTUUTUS ILMOITUKSEN TEKEMISEEN HYÖDYNTÄMISPAIKAN HALTIJAN PUOLESTA

Olen saanut valtuuden ilmoituksen tekemiseen hyödyntämipaikan haltijalta <input type="checkbox"/>
Diaarinumero/sopimusnumero/muu tunnistus
Pvm

4. ILMOITUKSEN TEKIJÄ, JOS JOKU MUU KUIN HYÖDYNTÄMISPAIKAN HALTIJA

Nimi	Yritys- ja yhteisötunnus
Postiosoite	Postinumero ja -toimipaikka
Yhteyshenkilön nimi ja yhteystiedot (osoite, puhelin, telefax, sähköposti)	

5. TIEDOT HYÖDYNTÄMISPAIKAN SIJAINNISTA

Kunta	Koordinaatti (alueellisesta kohteesta keskipiste) itä: pohj:	Kiinteistörekisterinumero
Osoite	Postinumero ja -toimipaikka	
Tiennumero ja tieosa		
Muu tieto	Sijainti on esitetty liitteenä olevassa kartassa <input type="checkbox"/>	

6. MAARAKENTAMISKOHDE/KOhteet

<input type="checkbox"/>	yleinen katu
<input type="checkbox"/>	yleinen tie
<input type="checkbox"/>	kevyen liikenteen väylä
<input type="checkbox"/>	jalkakäytävä
<input type="checkbox"/>	edellä mainitun liitännäisalue
<input type="checkbox"/>	pysäköintialue
<input type="checkbox"/>	urheilukenttä
<input type="checkbox"/>	virkestys- tai urheilualan reitti
<input type="checkbox"/>	ratapiha
<input type="checkbox"/>	varastointikenttä teollisuusalueella
<input type="checkbox"/>	varastointikenttä jätteenkäsittelyalueella
<input type="checkbox"/>	varastointikenttä lentoliikenteen alueella
<input type="checkbox"/>	tie teollisuusalueella
<input type="checkbox"/>	tie jätteenkäsittelyalueella
<input type="checkbox"/>	tie lentoliikenteen alueella

7. LYHIN ETÄISYYS I-LUOKAN POHJAVESIALUEESEEN (MIKÄLI ALLE 200 m)

m

8. LYHIN ETÄISYYS II-LUOKAN POHJAVESIALUEESEEN (MIKÄLI ALLE 200 m)

m

9. TALOUSVESIKÄYTTÖSSÄ OLEVAN KAIVON ETÄISYYS RAKENTEESTA

Yli 30 m
 Alle 30 m

10. ETÄISYYS ALLE 200 m ETÄISYYDELLÄ OLEVIIN VESISTÖIHIN

Järvi	m
Joki	m
Meri	m
Puro	m

11. RAKENNUSKOHDTE ON SEURAAVAN MAANKÄYTTÖ- JA RAKENNUSLAIN, MAANTIELAIN TAI YLEISISTÄ TEISTÄ ANNETUN LAIN MUKAISEN SUUNNITELMAN, LUVAN TAI ILMOITUKSEN MUKAINEN

<input type="checkbox"/>	katusuunnitelma	tunnistieto
<input type="checkbox"/>	tiesuunnitelma	tunnistieto
<input type="checkbox"/>	yleisen alueen toteuttamissuunnitelma	tunnistieto
<input type="checkbox"/>	rakennuslupa	tunnistieto
<input type="checkbox"/>	toimenpidelupa	tunnistieto
<input type="checkbox"/>	purkamislupa	tunnistieto
<input type="checkbox"/>	maisematyöluva tai -ilmoitus	tunnistieto
<input type="checkbox"/>	parantamiskohteen rakentamissuunnitelma (jolla aiemmin joku edellä mainituista luvista, suunnitelmista tai ilmoituksista)	

12. HYÖDYNNETTÄVÄN JÄTTEEN NIMIKE JA MÄÄRÄ

Betonimurske		
Jätteenimike 10 13 14		tonnia
Jätteenimike 17 01 01		tonnia
Jätteenimike 19 12 12		tonnia
Kivihillen lentotuhka		
Jätteenimike 10 01 02		tonnia
Kivihillen pohjatuhka		
Jätteenimike 10 01 01		tonnia
Turpeen lentotuhka		
Jätteenimike 10 01 03		tonnia
Jätteenimike 10 01 17		tonnia
Turpeen pohjatuhka		
Jätteenimike 10 01 01		tonnia

Jätteenimike 10 01 15	tonnia
Puuperäisen aineksen polton lentotuhka	
Jätteenimike 10 01 03	tonnia
Jätteenimike 10 01 17	tonnia
Puuperäisen aineksen polton pohjatuuhka	
Jätteenimike 10 01 01	tonnia
Jätteenimike 10 01 15	tonnia
Käytetty sideaine	
	tonnia

13. ILMOITUKSEEN LIITETÄÄN JÄTTEEN LUOVUTTAJAN SELVITYS PERUSTUTKIMUS- JA/TAI LAADUNVALVONTATULOKSISTA, JONKA MUKAAN

tulokset alittavat asetuksen liitteessä 1 säädetyt raja-arvot
raja-arvon ylitys on liitteen 2 mukainen
tulokset ylittävät sallitut arvot

14. HYÖDYNNETTÄVÄÄ JÄTETTÄ SISÄLTÄVÄ RAKENNE JA SEN PAKSUUS

- kantava kerros
 jakava kerros
 suodatinkerros
 pengertäyte
 muu

cm
cm
cm
cm
cm

15. JÄTETTÄ SISÄLTÄVÄN RAKENTEEN PEITTO/PÄÄLLYSTYSMATERIAALI

- vähintään 10 cm luonnonkiviaines (peittäminen)
 materiaali, jolla saavutettava rakenteen vedenläpäisy on 10 % vastaavan päällystämättömän rakenteen läpäisevästä vesimäärästä (päällystäminen)
 asfaltti, jonka tyhjätilla enintään 5 prosenttia
 muu materiaali

16. JÄTTEEN VARASTOINTI

- välitön käyttö
 enintään 4 viikkoa
 enintään 10 kk, varastointi suojattuna
 jätteen varastointi hyödyntämispaikalla

17. HYÖDYNTÄMISEN ARVIOITU AJANKOHTA MAARAKENTAMISEN AIKANA

18. HYÖDYNTÄMISEN ARVIOITU PÄÄTTYMINEN MAARAKENTAMISEN AIKANA

19. HAKIJAN ALLEKIRJOITUS

Paikka ja päivämäärä

Allekirjoitus

Nimen selvennys