



HIEKOITUSSEPELIN UUSIOKÄYTTÖKOHTEIDEN KARTOITUS

Opinnäytetyö

Pekka Niskanen

Rakennustekniikan koulutusohjelma
Yhdyskuntatuotantotekniikka

Hyväksytty ____ . ____ . ____ _____

SAVONIA-AMMATTIKORKEAKOULU TEKNIikka KUOPIO

Koulutusohjelma

Rakennustekniikka

Tekijä

Pekka Niskanen

Työn nimi

Hiekoitussepin uusiokäyttökohteiden kartoitus

Työn laji

Insinööriyö

Päiväys

19.2.2010

Sivumäärä

27 + 3

Työn valvoja

Lehtori Raimo Lehtiniemi

Yrityksen yhdyshenkilö

RI Matti Räsänen

Yritys

Suomen Maastorakentajat Oy

Tiivistelmä

Tämän insinööriyön tavoitteena oli selvittää, mihin käytettyä hiekoitussepeä voi käyttää mahdollisimman vähäisillä jalostus- tai puhdistustoimenpiteillä.

Rakeisuustutkimukset tehtiin rakennuslaboratoriossa, jossa tutkittiin 12 näytettä. Tutkimusten perusteella määritettiin rakeisuusjakauma. Tässä työssä keskityttiin pääasiassa fysikaalisiin ominaisuuksiin eikä sepelille tehty kemiallista analyysiä.

Tässä työssä on esitetty käyttökohteiden rakeisuusvaatimukset sekä muita yleisiä vaatimuksia, jotka voivat vaikuttaa käyttökohteen valintaan. Rakeisuusjakauman perusteella käytetty hiekoitussepe soveltuu esimerkiksi tienpäällysrakenteeseen ja kaivantojen täyttömateriaaliksi. Rajoituksia käytölle aiheuttavat uusiokäytettävän hiekoitussepin mahdolliset haitta-ainepitoisuudet, jotka on määritelty ympäristönsuojelulaissa.

Avainsanat

Hiekoitussepe, uusiokäyttö, rakeisuusvaatimukset

Luottamuksellisuus

julkinen

SAVONIA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Degree Programme

Construction Engineering

Author

Pekka Niskanen

Title of Project

A Survey on Reuse of Anti-Skid Aggregate

Type of Project

Final Project

Date

February 19, 2010

Pages

27 + 3

Academic Supervisor

Mr Raimo Lehtiniemi, Lecturer

Company Supervisor

Mr Matti Räsänen, Construction Engineer

Company

Suomen Maastorakentajat Oy

Abstract

The aim of this thesis was to study the targets for reuse of used anti-skid aggregate. The objective was to find out where to reuse anti-skid aggregate with minimal refinery and cleaning processes.

The grading analyses of used anti-skid aggregate were made in a construction laboratory. Altogether twelve samples were studied of which the grading distribution was determined. This final project was mainly focused on physical features and no chemical analyses were made.

In this work grading requirements for reuse of anti-skid aggregate were presented. Also other general requirements which can have an effect on reuse were mentioned. Used anti-skid aggregate was found suitable in most of the reuse cases, which were studied. The biggest problem in reusing turned out to be potential hazardous contents, specified in the Environmental Protection Act

Keywords

Sanding crush stone, reuse, grading requirements

Confidentiality

public

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	5
2	KUMPUSAAREEN KERÄTTÄVÄN HIEKOITUSSEPELIN NYKYTILANNE	6
2.1	Lajitepitoisuuden määrittäminen	6
2.2	Routivuuden arviointi.....	7
2.3	Haitta-ainepitoisuudet	8
2.4	Jäte- ja ympäristölainsäädäntö	8
2.5	Uusiokäytön luvanvaraisuus	9
3	HIEKOITUSSEPELIN UUSIOKÄYTTÖKOHTEIDEN KARTOITUS	11
3.1	Tien rakennekerroksena	11
3.1.1	<i>Soratien kulutuskerros</i>	11
3.1.2	<i>Sidekerros</i>	12
3.1.3	<i>Jakava kerros</i>	12
3.2	Kaivantojen täyttömateriaalina	13
3.2.1	<i>Yleiset vaatimukset</i>	13
3.2.2	<i>Kaapeli- ja putkikaivannot</i>	14
3.2.3	<i>Salaojien ympäristäytöt</i>	15
3.2.4	<i>Rakennuksenvierustäytöt</i>	16
3.2.5	<i>Liikennealueen täyttömateriaalit</i>	17
3.2.6	<i>Viheralueen täyttömateriaalit</i>	17
3.3	Muut käyttökohteet.....	18
3.3.1	<i>Maavallirakenteena</i>	18
3.3.2	<i>Maanparannusmateriaalina</i>	18
3.3.3	<i>Urheilukentän päällystemateriaalina</i>	19
3.3.4	<i>Kivien ja laattojen asennus- ja saumaushiekkana</i>	20
4	TUTKIMUSTULOSTEN ANALYSOINTI JA JOHTOPÄÄTÖKSET	22
	LÄHTEET	25
	LIITTEET	28

LIITE 1 AINEET, JOIDEN PÄÄSTÖT YMPÄRISTÖÖN OVAT YMPÄRISTÖLUVANVARAISIA

LIITE 2 HYÖTYKÄYTTÖÖN SOVELTUVAN BETONIMURSKKEEN HAITTA-AINEPITOISUUKSIEN RAJA-ARVOT

LIITE 3 MUOVIPUTKEN KEMIKAALIEN SIETOKYKYTAULUKKO

1 JOHDANTO

Kuopiossa kerätään vuosittain 160 000 m³ auraslunmia keskustan alueelta Haapaniemen Kumpusaaren lumenkaatopaikalle. Tästä lumimäärästä saadaan kesäisin talteen noin 5 000 m³ käytettyä hiekoitussepeä. Sepeli viedään pääosin jätekeskukseen, ja vain pieni osa käytetään uudelleen esimerkiksi täyttömaana tai puistokäytävissä. Muutamissa kaupungeissa on ollut hiekoitussepin uusiokäyttöön liittyviä hankkeita, mutta niistä ei ole saatavana julkisia tietoja.

Hiekoitusmateriaalin uusiokäytön suurimpana esteenä ovat useimmiten olleet suuret kustannukset suhteessa saavutettuun hyötyyn, sillä vain osa kadulle levitetystä sepelistä kelpaa uusiokäyttöön. Suuret kustannukset ovat seurausta pääosin useista jalostusvaiheista, joiden läpi käytetyn materiaalin on kuljettava, jotta se kelpaa käytettäväksi uudelleen hiekoitusmateriaalina.

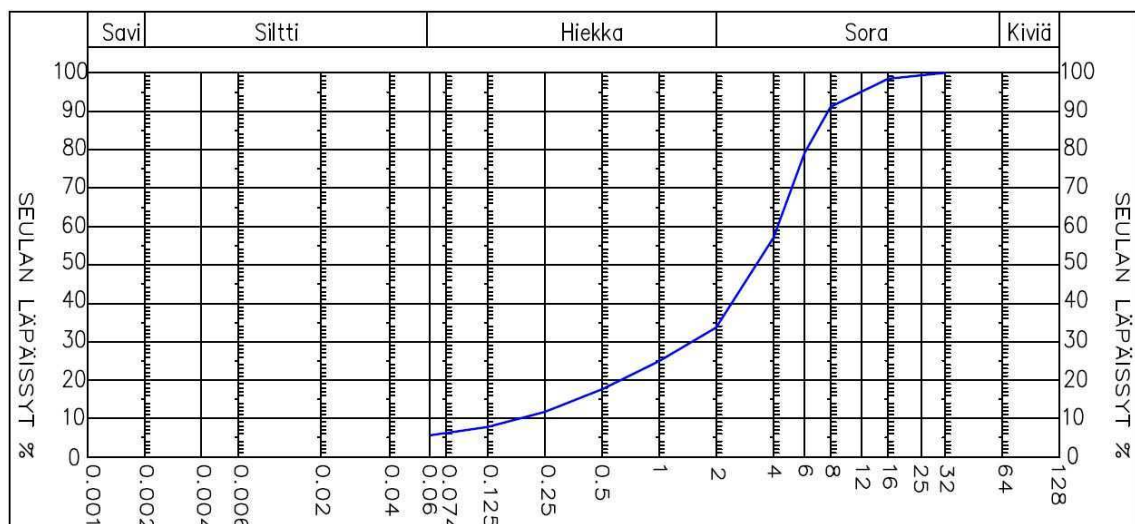
Käytetyn hiekoitussepin raejakautaman selvittämiseksi Kumpusaaren lumenkaatopaikalta tutkitaan 12 kiviainesnäytettä. Näytteiden perusteella määritetään materiaalille rakeisuuskäyrä, jota verrataan uusiokäyttökohteiden vaatimukseen. Tässä työssä pyritään kartoittamaan kierrätetyn hiekoitussepin uusiokäyttökohteita ja etsimään keinoja jalostuskustannusten pienentämiseksi, jotta hiekoitussepin kierrätys tulisi taloudellisesti kannattavaksi. Pääidea on etsiä hiekoitussepilille sellainen uusiokäyttökohte, johon se kelpaa nykyisessä muodossaan ilman kustannuksia aiheuttavia jalostus- ja puhdistusvaiheita.

2 KUMPUSAAREEN KERÄTTÄVÄN HIEKOITUSSEPELIN NYKYTILANNE

2.1 Lajitepitoisuuden määrittäminen

Lajitepitoisuuden määrittämistä varten Kumpusaaren hiekoitussepelikasoista otettiin 12 kiviainesnäytettä. Näytteitä otettiin monesta eri kohdasta, koska alueen hiekoitussepelit ovat eri vuosilta ja niiden raejakaumat voivat näin ollen poiketa toisistaan. Käytetyn hiekoitusseppelin raejakauma määritettiin Savonia-ammattikorkeakoulun rakennuslaboratoriossa seulomalla kuivatusuunissa kuivattu näyte sekä kuivaseulonnalla sekä pesuseulonnalla. Molempia seulontatapoja käytettiin, koska tutkittavat näytteet vaikuttivat sisältävän melko paljon hie-noainesta.

Kuivaseulonta suoritettiin seulasarjalla, jossa seulakoot olivat 64, 32,16, 8, 4, 2, 1, 0,5, 0,25, 0,125 ja 0,063 mm. Seuloille jääneet rakeet punnittiin, mittaustulokset kirjattiin muistiin ja tulosten perusteella laskettiin lajitteille läpäisyprosentit.



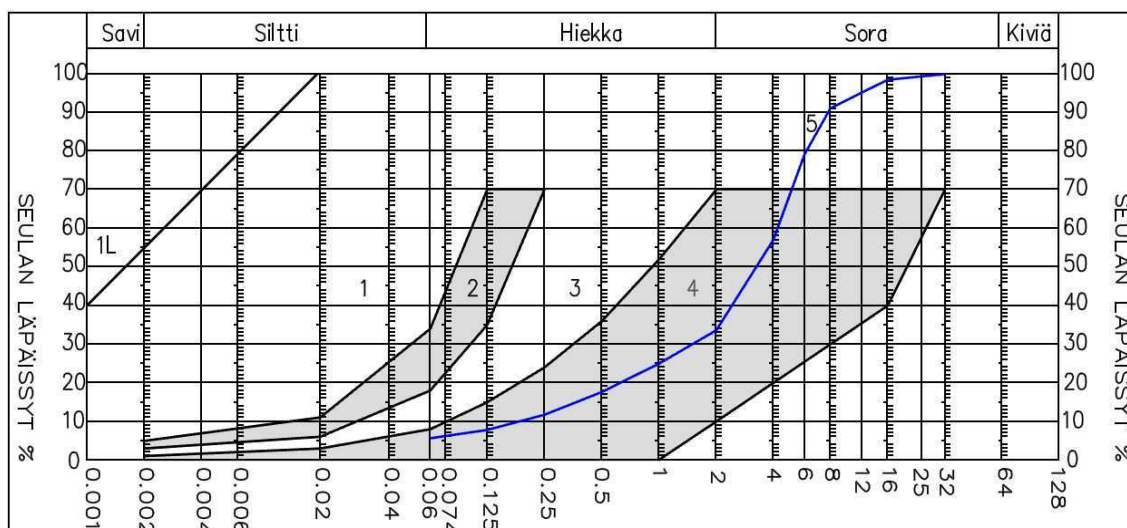
Kuva 1. Käytetyn hiekoitusseppelin rakeisuuden keskiarvokäyrä



Kuva 2. Rakeisuuden määrittämiseksi käytettävä täyriin sekä seulasarja

2.2 Routivuuden arviointi

Routivuuden arviointi suoritettiin laboratoriossa tutkitun rakeisuusjakauman perusteella. Routivuuden arviointitaulukon mukaan käytetty hiekoitusseppi ei todennäköisesti ole routivaa materiaalia, koska se sijoittuu 4. alueelle eikä rakeisuuskäyrän alapää kulje ylemmän alueen puolella.



Kuva 3. Routivuuden arviointiin käytettävät rakeisuusalueet. Rakeisuuskäyrän sijoittuessa alueelle 1 on maalaji routivaa. Alueelle 1L sijoittuessaan maalaji on lievästi routiva. Maalaji, jonka rakeisuuskäyrä sijoittuu alueille 2-4, on todennäköisesti routimaton, jos rakeisuuskäyrän alapää pysyy alueen ylemmän rajakäyrän alapuolella./1/. Numerolla 5 on merkitty hiekoitusseppelin rakeisuuskäyrä.

2.3 Haitta-ainepitoisuudet

Haitta-aineita joutuu hiekoitussepeleihin esimerkiksi liikenteen ja teollisuuden päästöistä. Mahdollisia hiekoitussepeleiden sisältämiä haitta-aineita ovat muun muassa raskasmetallit sekä öljyt. Kuopion kaupungin vuonna 2009 teettämän tutkimuksen mukaan hiekoitushiekasta löydettiin muun muassa öljyhiilivetyjä, jotka ovat mahdollisesti peräisin asfaltin sisältämästä piestä. Raskasmetallipitoisuudet olivat tutkimuksen mukaan pieniä./2./

Tässä työssä hiekoitussepeleiden haitta-ainepitoisuuksia ei tutkittu, mutta Helsingissä vuonna 2006 suoritettujen analyysitutkimusten perusteella käytetty hiekoitussepeleitä voi sisältää haitta-aineita. Tutkimuksissa löydetyt öljyhiilivetyypitoisuudet ylittivät suositellut raja-arvot ja käytetty hiekoitussepeleitä todettiin siten lievästi pilaantuneeksi. Raskasmetalleja ei Helsingissä suoritetussa tutkimuksessa löytynyt./3./

2.4 Jäte- ja ympäristölainsäädäntö

Jätelain määritelmien mukaan jätteellä tarkoitetaan ainetta tai esinettä, jonka haltija on poistanut käytöstä. Ongelmajäte on jätettä, joka kemiallisen tai muun ominaisuutensa takia voi aiheuttaa erityistä vaaraa tai haittaa terveydelle tai ympäristölle./4./

Jätelain 2. luvussa käsitellään jätteen hyödyntämistä. Tavoitteena on, että kaikessa toiminnassa on mahdollisuuksien mukaan toimittava siten, että jätettä syntyy mahdollisimman vähän ja että siitä ei aiheudu haittaa tai vaaraa terveydelle tai ympäristölle. Tuotannossa on käytettävä säästeliäästi raaka-aineita ja raaka-aineiden käyttöä korvataan mahdollisuuksien mukaan jätteellä./4./

Jätelaki siis määrittelee hiekoitussepeleiden jätteeksi tai ongelmajätteeksi sen mukaan, kuinka paljon se sisältää haitta-ainetta. Laki ei siten estä jätteen uu-

siokäyttöä, jos se on mahdollista sillä tavalla, että ympäristölle tai terveydelle ei aiheudu haittaa tai vaaraa.

Ympäristönsuojelulain tavoitteena on estää ympäristön pilaantuminen sekä poistaa ja vähentää pilaantumisesta aiheutuvia vahinkoja. Lakia sovelletaan toimintaan, josta mahdollisesti aiheutuu ympäristön pilaantumista, sekä jätteen hyödyntämiseen tai käsittelyyn./5./

Ympäristönsuojelulaissa ympäristön pilaantumisella tarkoitetaan muuan muassa sellaisen aineen jättämistä ympäristöön, jonka seurauksena aiheutuu joko yksin tai yhdessä muiden päästöjen kanssa haittaa terveydelle, luonnolle, luonnonvaroille, viihtyvyydelle tai näihin rinnastettaville asioille /5/.

Ympäristönsuojelulain 7. ja 8. artiklassa käsitellään maaperän ja pohjaveden pilaamiskieltoja. Artiklojen mukaan maahan ei saa jättää tai päästää jätettä tai muuta ainetta siten, että seurauksena on maaperän tai vedenhankintakäyttöön soveltuvan pohjavesialueen laadun huononeminen, josta mahdollisesti aiheutuu vaaraa tai haittaa terveydelle tai ympäristölle./5./

Valtioneuvosto voi säätää maaperässä olevien haitallisten aineiden suurimmista sallituista pitoisuuksista tai haitta-aineiden pitoisuuksista pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioimiseksi. Ympäristönsuojelulaissa mainitut aineet, joita ei saa laskea tai päästää ympäristöön ilman ympäristölupaa, löytyvät liitteestä 1./5./

2.5 Uusiokäytön luvanvaraisuus

Ympäristölle pilaantumisen vaaraa aiheuttavaan toimintaan on oltava ympäristönsuojelulain mukainen lupa. Ympäristöluvassa annetaan määräyksiä, jotka liittyvät toiminnan laajuuteen ja ympäristöpäästöihin. Luvan saamisen edellytyksenä on se, että toiminnasta ei aiheudu haittaa terveydelle tai ympäristölle /5;6/.

Valtioneuvoston asetuksen (591/2006) mukaan eräiden jätteiden, kuten esimerkiksi betonimurskeen hyödyntämiseen maarakentamisessa, ei asetuksen mukaisten haitta-ainepitoisuusarvojen alittuessa tarvitse ympäristölupaa /7/. Asetuksessa ei siis mainita hiekoitussepeleitä, mutta betonimurskeelle siinä annetaan raja-arvot. Mielestäni betonimurskeen raja-arvoja voi soveltaa muillekin materiaaleille, esimerkiksi juuri hiekoitussepelille, koska molemmat ovat käytöstä poistettuja materiaaleja, ne luokitellaan jätteiksi ja molemmat materiaalit voivat sisältää maaperälle haitallisia yhdisteitä. Liite 2 sisältää betonimurskeelle annetut raja-arvot, jotka koskevat haitta-ainepitoisuuksia ja liukoisuuksia sekä peitettynä että päällystettynä rakenteena.

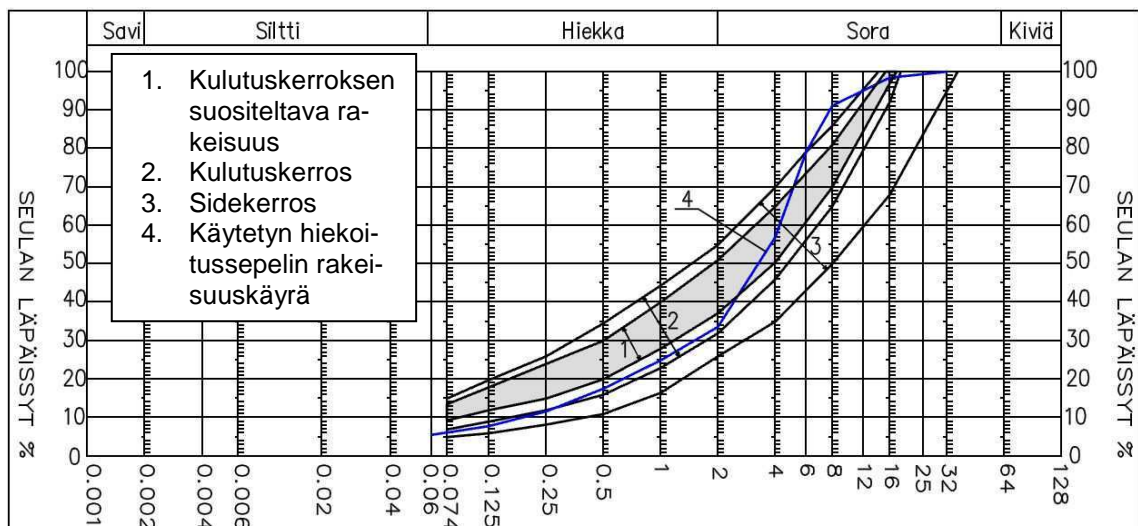
3 HIEKOITUSSEPELIN UUSIOKÄYTTÖKOHTEIDEN KARTOITUS

3.1 Tien rakennekerroksena

3.1.1 Soratien kulutuskerros

Soratiessä käytettävä kulutuskerrosmateriaali tehdään joko sora-, kallio- tai morenimurskeesta, johon voidaan tarvittaessa lisätä sideaineksi savea tai kivituhkaa. Murskattua kiviainesta käytetään, koska murskaamattomat materiaalit eivät useimmiten täytä rakeisuusvaatimuksia. Kulutuskerroksen paksuus on 50 mm./8./

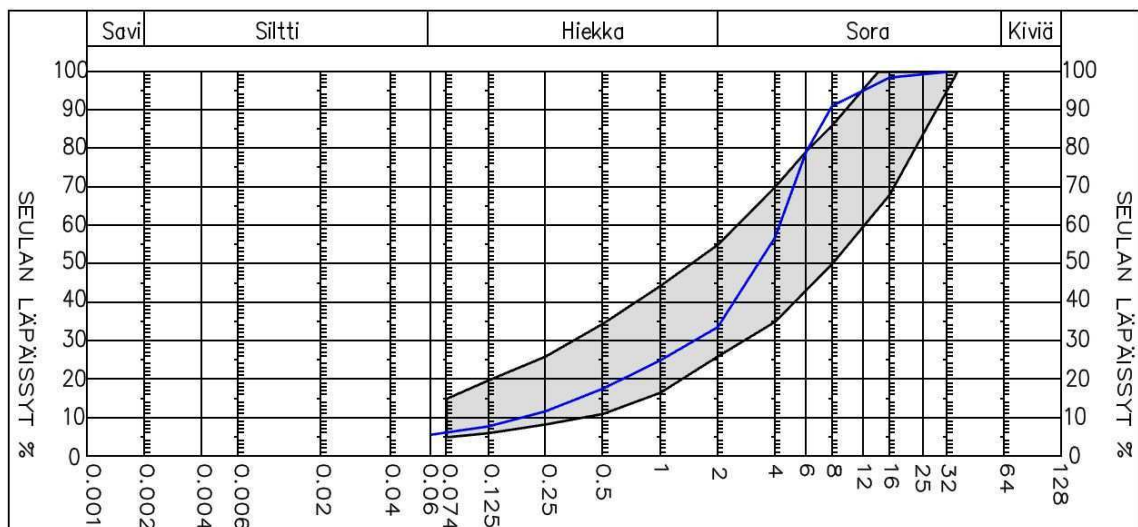
Kuvassa 4 on esitetty kulutuskerrosmateriaalina käytettävän kiviaineksen rakeisuuden ohjealue /8/ sekä käytetyn hiekoitussepin rakeisuuskäyrä. Hiekoitussepin rakeisuus pysyy melko hyvin ohjealueen sisällä. Suurin poikkeama ohjealueeseen tulee rakeisuusalueella 6–12 mm.



Kuva 4. Soratien kulutuskerroksessa käytettävän materiaalin rakeisuusohjealueet /1/ sekä käytetyn hiekoitussepin keskiarvorakeisuus.

3.1.2 Sidekerros

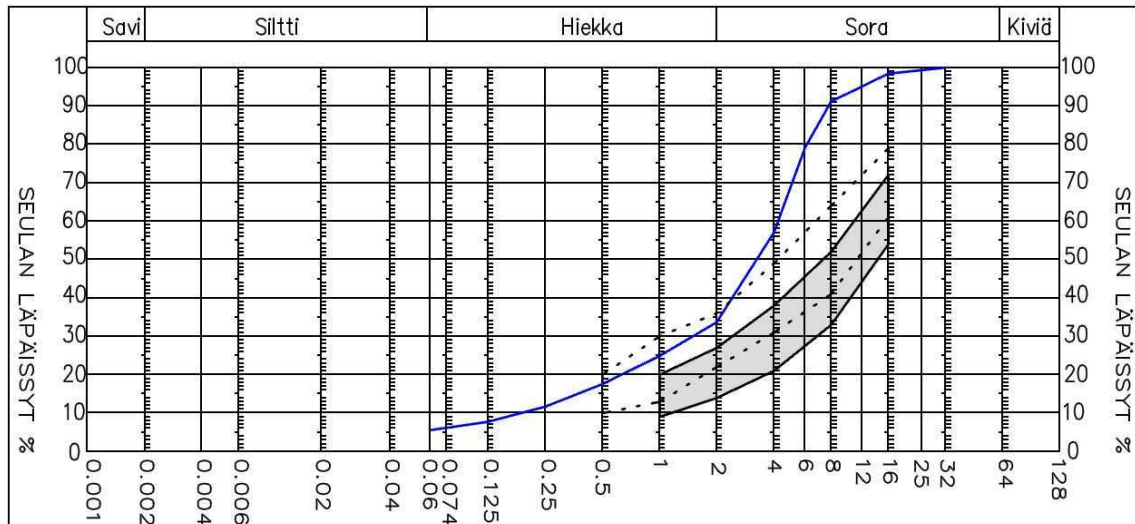
Tierakenteissa sidekerros tehdään suunnitelmien mukaisesti paikkoihin. Sidekerroksen tarkoitus on rajoittaa kulutuskerroksen liian nopeaa kulumista. Sidekerrosta tehtäessä käytetään yleensä mursketta ja tiesuolaa eli kalsiumkloridia./1./ Hiekoitussepin rakeisuus vastaa melko hyvin sidekerroksen ohjeellista rakeisuutta. Ainoa poikkeama sijaitsee rakeisuusalueella 6–12 mm.



Kuva 5. Sidekerroksen suositeltava rakeisuus /1/ ja hiekoitussepin rakeisuuskäyrä

3.1.3 Jakava kerros

Jakava kerros tehdään joko sorasta, murskeesta tai uusiomateriaalista, joita ovat muun muassa masuunihiekka, masuunikuonamurske, kappalekuona, betonimurske tai lentotuhka. Jakavan kerroksen rakenteissa käytettävien materiaalien on oltava riittävän tasalaatuisia ja myös teknisten ominaisuuksien tulee vastata suunnitelmien vaatimuksia. Kiviaines ei saa sisältää epäpuhtauksia. Jakavan kerroksen materiaalina voidaan käyttää myös uusiomateriaaleja, mutta niiden käyttö saattaa edellyttää ympäristölupaa. Uusiomateriaaleista valmistettujen rakennekerrosten on täytettävä samat laatuvaatimukset kuin mursketta käytettäessä./1./ Rakeisuuden perusteella käytetty hiekoitusseppi ei sovellu käytettäväksi jakavan kerroksen materiaalina, koska se on materiaalina liian hienojakoista.



Kuva 6. Jakavan kerroksen 0–32 mm murskeen rakeisuusohjealueet /1/ sekä hiekoitussepin rakeisuuskäyrä, harmaalla Suomessa yleisemmin käytetty. Katkoviivalla merkitty on Euroopassa yleisempi ohjealue.

3.2 Kaivantojen täyttömateriaalina

3.2.1 Yleiset vaatimukset

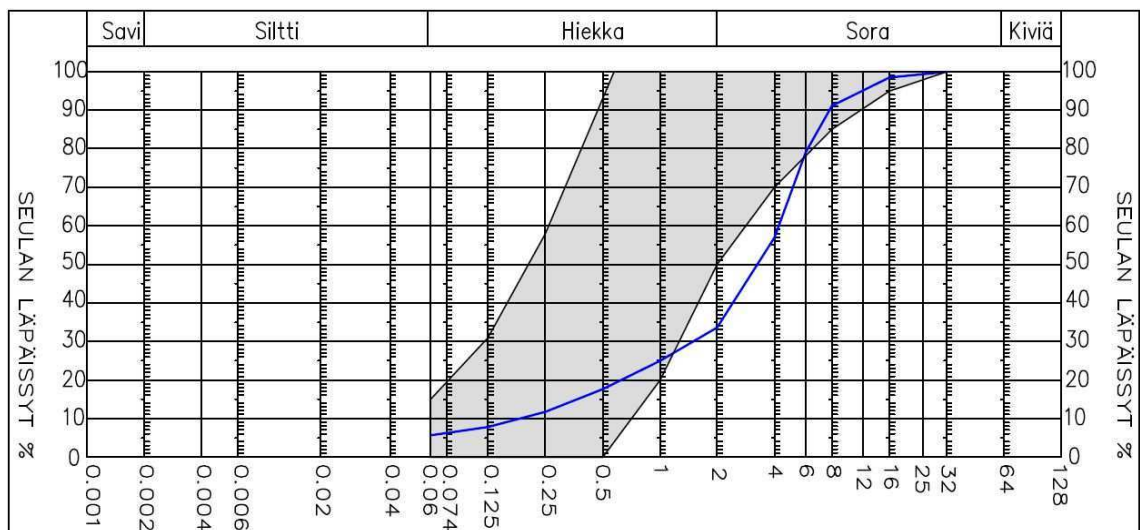
Maakaivantojen materiaaleille ei ole yleisiä laatuvaatimuksia. Ympäristönsuojelun 7. ja 8. pykälä kuitenkin asettavat materiaaleille vaatimuksia. 7. pykälässä käsitellään maaperän pilaamista. Maaperän pilaamisella tarkoitetaan maaperän laadun huonontamista siten, että pilaantumisesta aiheutuu vaaraa tai haittaa ympäristölle tai terveydelle sinne jätetyn tai päästetyn jätteen, organismin tai mikro-organismien seurauksena./1;5./

Ympäristön suojelun 8. pykälässä käsitellään pohjaveden pilaamista. Sen mukaan ainetta ei saa sijoittaa sellaiseen paikkaan, että vedenhankintakäyttöön soveltuvalla pohjavesialueella pohjavesi voi muuttua terveydelle vaaralliseksi tai sen laatu oleellisesti heikkenee./5./

3.2.2 Kaapeli- ja putkikaivannot

Kaukolämpökaivantojen ympärystäyttömateriaalin tulee olla 0–16 mm murskeetonta hiekkaa. Se saa sisältää yksittäisiä, enintään 50 mm halkaisijaltaan olevia kiviä, ei kuitenkaan liitosten kohdalla, ellei niitä ole muuten suojattu./1./

Kaapelikaivantojen täyttömateriaaleille ei ole yleisiä laatuvaatimuksia, suoja-
täytölle on kuitenkin olemassa ohjeellinen rakeisuusohjealue. Täyttömateriaalit eivät saa sisältää liitteessä 3 lueteltuja yhdisteitä tai haitalliseksi luokiteltuja aineita, jotka voivat vahingoittaa putki- tai liitosmateriaaleja./1./



Kuva 7. Kaapeleiden suojatäytön rakeisuuden ohjealue /1/ ja hiekoitussepin rakeisuuskäyrä

Käytetty hiekoitusseppi soveltuu suojatäyttömateriaaliksi, jos siitä seuloa pois yli 2 mm:n rakeet. Sepelin kemialliset ominaisuudet voivat kuitenkin estää uusikäytön suojatäyttömateriaalina.

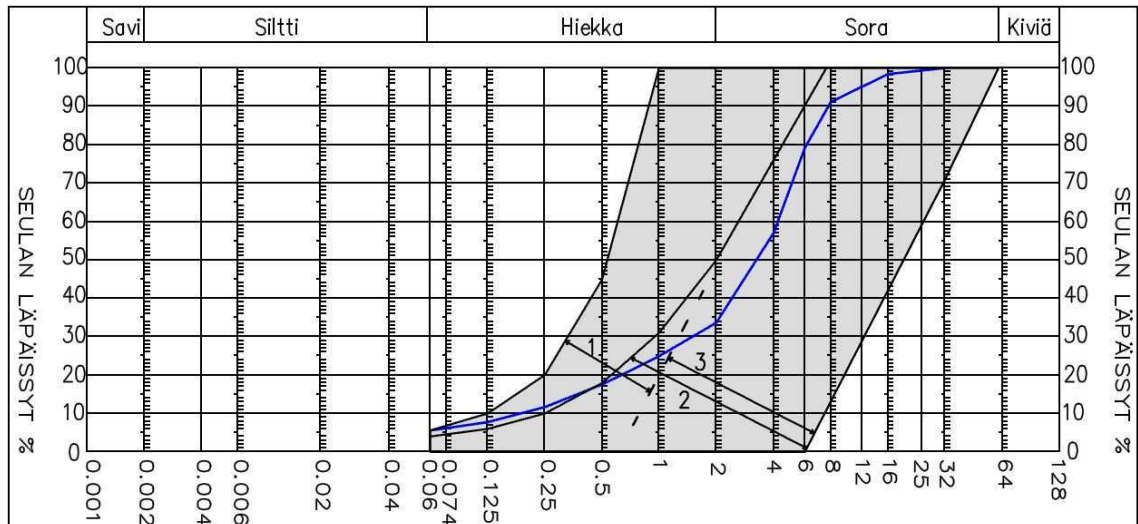
Muovi- ja teräsputkien asennusalojen materiaalien vaatimukset vaihtelevat putken nimellimitan mukaan. Suurin sallittu raekoko on 10 % putken nimellimitasta ja materiaalin tulisi olla luonnonsoraa. Murskeen käyttö on sallittua vasta putkikoosta DN100 ylöspäin. Tuolloin murskeen suurin sallittu raekoko on 16 mm./1./

Käytetty hiekoitussepele soveltuu siis käytettäväksi asennusalustamateriaalina, jos putkikoko on tarpeeksi suuri ja haitta-ainepitoisuudet alittavat asetetut raja-arvot.

3.2.3 Salaojien ympärystäytöt

Salaojakaivannossa putken ympärillä on oltava noin 100–200 mm:n paksuinen salaojatorasta tehty salaojituskerros. Sen tehtävänä on siirtää maaperästä tuleva vesi salaojaputkeen. Salaojien täyttömateriaalin suositeltava rakeisuus on 8–32 mm. Sorasta, kivistä tai sepelistä ja suodatinkankaasta valmistettua salaojaa voidaan käyttää noin 100 metrin pituisilla matkoilla, kun pituuskaltevuus on yli 2 % ja johdettava vesimäärä pieni. Mikäli käytettyä hiekoitussepeleä käytetään salaojitusmateriaalina, on sen kapillaarinen nousukorkeus tutkittava. Nousukorkeuden ollessa alle metrin, materiaali voidaan tulkita routimattomaksi, jos nousukorkeus on yli metrin, materiaali on todennäköisesti routivaa./1./

Käytettyä hiekoitussepeleä voi uusiokäyttää salaojien ympärystäyttömateriaalina jalostamattakin, jos siitä ei löydy rajoja ylittäviä haitta-ainepitoisuuksia. Siitä saa myös helposti jalostettua paremmin vettä johtavaa materiaalia. Käytetystä hiekoitussepeleistä voi seuloa pois hienoainesta, jolloin sen rakeisuuskäyrä sijoittuu kokonaan alueelle 3 ja siten käyttömahdollisuudet laajenevat.



Kuva 8. Salaojasoran rakeisuusvaatimukset. Alueelle 1 sijoittuva hiekka kelpaa vain vajovesiä kerääviin salaojiin. Alueen 2 sora kelpaa myös pohjavesiä kerääviin salaojiin. Alueen 3 sepeli johtaa vettä parhaiten ja soveltuu myös pintavesiä keräävään salaojaan./1./ Sinisellä on piirretty hiekoitusseppelin rakeisuuskäyrä.

3.2.4 Rakennuksenvierustäytöt

Vierustäyttömateriaalin tulee täyttää kohteen routivuus-, rakeisuus- ja vedenläpäisevyysvaatimukset. Tiivistettävissä rakenteissa käytettävä materiaali ei saa sisältää savea, jäätä, lunta tai muita tiivistymistä mahdollisesti haittaavia aineksia tai jätteitä. Talvitäytöissä käytetään sulia ja hyvin tiivistyviä materiaaleja, esimerkiksi karkeita murskeita./9./

Pakkaselle altistuvien perus- ja tukimuurien vierustäytöissä ei käytetä routivia materiaaleja. Vierustäyttökerroksen suurin sallittu raekoko perusmuurin vieressä on 100 mm ja tukimuurin vieressä 200 mm. Vierustäyttö voidaan tehdä myös uusiomateriaaleista, mutta niiden käyttö edellyttää materiaalien ominaisuuksien tutkimista ja mahdollisten vaikutusten selvittämistä rakenteisiin sekä ympäristöön./9./ Hiekoitusseppiä voi käyttää vierustäyttömateriaalina, jos uusiokäyttökohteen vaatimukset täyttyvät ja kemialliset ominaisuudet sallivat käytön.

3.2.5 Liikennealueen täyttömateriaalit

Liikennealueen täyttömateriaalina käytetään hyvin tiivistettävissä olevia kivennäismaalajeja tai louhetta. Silttiä voi käyttää, jos sen kosteus on tiivistymisen kannalta sopiva. Täyttökerroksen suurin sallittu raekoko on 2/3 kerralla tiivistetävistä kerrospaksuudesta. Mikäli liikennealueen täyttö tehdään uusiomateriaalista, määrätään suunnitelmissa sallitut materiaalit sekä niiden ominaisuudet./9./

Hiekoitussepeä on mahdollista käyttää liikennealueen täyttömateriaalina, jos käyttökohteen vaatimukset täyttyvät ja kemialliset ominaisuudet sallivat käytön alueella.

3.2.6 Viheralueen täyttömateriaalit

Viheralueen täyttömateriaalin tulee olla tiivistämiskelpoista ja sen täytyy vastata routimisominaisuuksiltaan ympäröivää maa-ainesta. Kasvualustan alapuolinen täyttö tehdään suunnitelmien mukaisilla maa-aineksilla. Mikäli viheralue sijaitsee louhepenkereen päällä, tulee penkereen pinta tiivistää pienlouheella ja murskeella sekä käyttöluokan IV kuitukankaalla siten, ettei hienojakoinen täyttömaa-aines valu louhepenkereen sisään./10./

Hiekoitussepe soveltuu viheralueen täyttömateriaaliksi, jos käyttökohteen asetamat vaatimukset täyttyvät ja kierrätetyn hiekoitussepeän kemialliset ominaisuudet sallivat käytön alueella. Uusiokäyttö louhepenkereen kiilamateriaalina voi onnistua, mutta ongelmia saattaa aiheuttaa hiekoitussepeän karkean kiivaineksen vähyys.

3.3 Muut käyttökohteet

3.3.1 *Maavallirakenteena*

Maavalleihin soveltuvat materiaalit vaihtelevat tavoitteena olevan luiskakaltevuuden mukaan. Luiskakaltevuudelle 1:1,5 parhaiten soveltuvat materiaalit ovat karkearakeisia kitka- tai moreenimaalajeja. Helposti häiriintyviä koheesiomaalajeja ei tulisi lujittamatta käyttää yli 1:2 luiskakaltevuuden meluvälillä. Jos luiskakaltevuus on jyrkempi kuin 1:2, syntyy luiskiin helposti eroosion aiheuttamia sortumia./11./

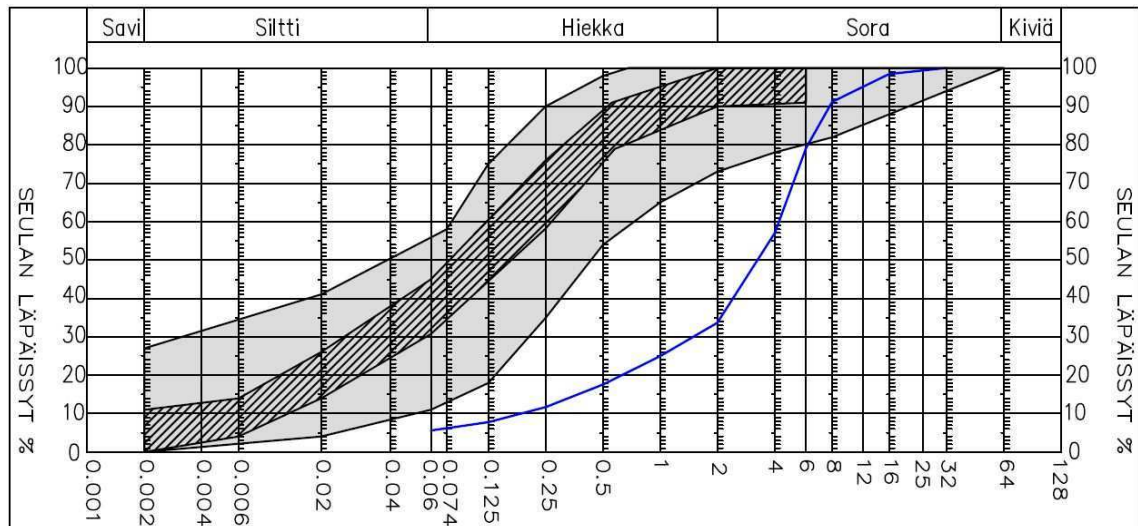
Maavallin rungon rakentamiseen soveltuvat kaikki kivennäismaalajit ja kalliolouhe. Eloperäisiä maalajeja, kuten multaa ja turvetta, voidaan käyttää maavallin viimeistelytyöhön. Maavallirakenteen mahdollisen vaativuuden ja perustamisolosuhteiden vuoksi voidaan maamassojen käyttöä joutua rajoittamaan asettamalla maa-aineksille laatuvaatimuksia ja käyttösuosituksia. Maavallin rakentamiseen soveltuvia jätteenaineita ovat teollisuuden ja voimalaitosten jätteenaineet kuten lentotuhka, jättekipsi, tuhkakalkki ja erilaiset kuonat. Niitä voidaan käyttää maavallin rungon rakentamiseen joko yksinään tai sekoitettuna hienorakeisiin maalajeihin./12./ Maavallirakenteeseen käytetty hiekoitussepele soveltuu jalostamattomana, mikäli sen sisältämät haitta-ainepitoisuudet eivät rajoita käyttöä.

3.3.2 *Maanparannusmateriaalina*

Maanparannuksen perussääntö on yksinkertainen: kivennäismaan parantaminen tapahtuu lisäämällä siihen eloperäistä ainesta. Eloperäistä maata puolestaan parannetaan lisäämällä siihen kivennäismaalajeja. Savimaan parantamiseen käytetään hiekkaa. Maanparannusaineina käytetään muun muassa turvetta, hiekkaa, savea, ja kalkkia./13./

Parantamisen idea on yhdistää maa-ainesten hyvät puolet. Esimerkiksi eloperäinen maa-aines pidättää hyvin ravinteita, mutta tiivistyy liian helposti. Sitä voi-

daan kuitenkin parantaa hiekalla tai muilla karkearakeisemmilla maa-aineksilla /13/. Kuvassa 9 on esitetty suositeltavat rakeisuusalueet kasvualustana käytettäväksi tarkoitetulle materiaalille.

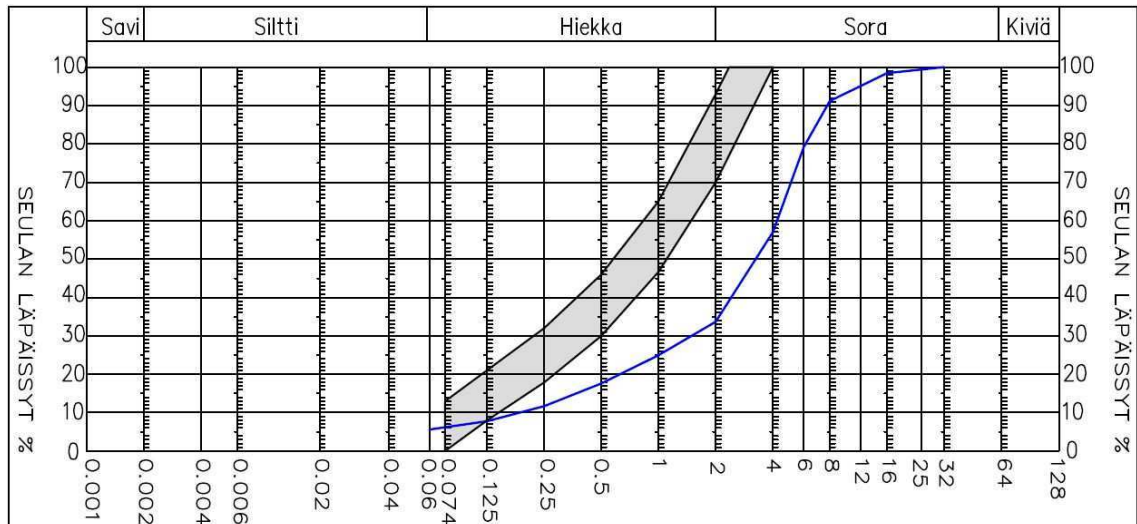


Kuva 9. Kasvualustaksi käytettävän perusmaan rakeisuusvaatimukset harmaalla ja nurmikoiden kasvualustan suositeltava rakeisuusohjealue rasteroituna vinoviivoilla /1/ sekä käytetyn hiekoitusseppelin rakeisuuskäyrä.

Hiekoitusseppiä voi käyttää maanparannusmateriaalina, mikäli sen mahdollisesti sisältämät haitta-ainespitoisuudet eivät ylitä asettuja rajoja. Käytettyyn hiekoitusseppiin pitää kuitenkin lisätä hienoainesta sisältävää maa-ainesta, kuten savea siten, että sen rakeisuus vastaa kasvualustalle asetettuja rakeisuusvaatimuksia.

3.3.3 Urheilukentän päällystemateriaalina

Urheilukentän päällystemateriaalina käytettävän kivituhkan on täytettävä kuvassa 10 esitetyt rakeisuusvaatimukset. Materiaalin tulee olla tasalaatuista ja hyvin tiivistyvä. Uusiomateriaalien käyttö on mahdollista, mutta se edellyttää riittävää asiantuntemusta materiaalin ominaisuuksista./14./

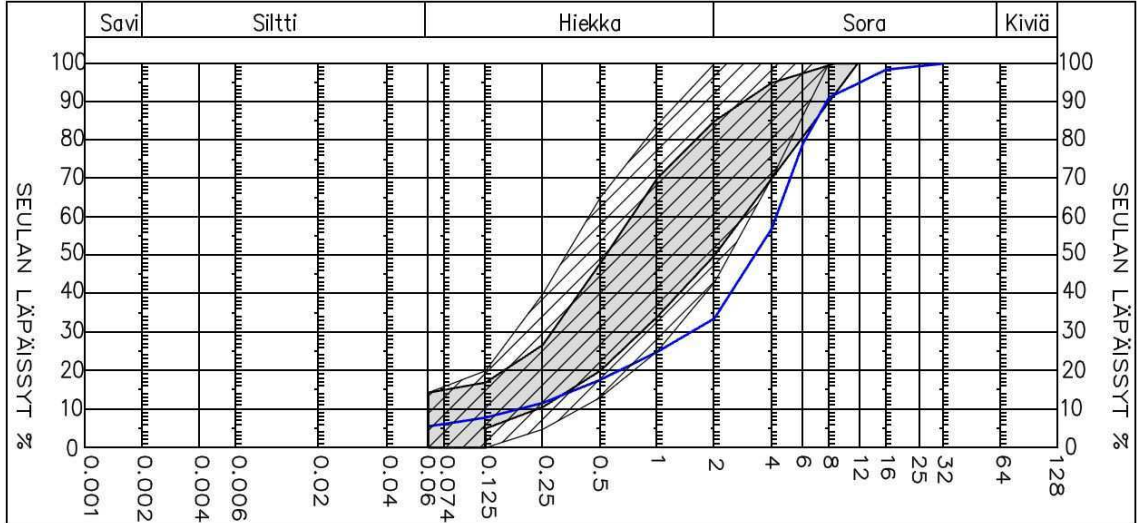


Kuva 10. Urheilukentän pintarakenteeseen käytettävän kivituhkan rakeisuusvaatimukset /13/ sekä käytetyn hiekoitussepin rakeisuuskäyrä

Käytetyn hiekoitussepin uusiokäyttö urheilukentän pintamateriaalina on mahdollista mutta ei kannattavaa. Hiekoitussepeleistä täytyisi seuloa pois kaikki yli 4 mm:n rakeet, jolloin materiaalista lähes puolet jäisi hyödyntämättä.

3.3.4 Kivien ja laattojen asennus- ja saumaushiekkana

Asennushiekkakerroksen rakeisuuden tulee sijoittua kuvan 11 mukaiselle alueelle. Betonikivien saumaushiekka on oltava kuivaa ja rakeisuudeltaan 0-1 mm./1./ Käytetyn hiekoitussepin käyttö asennus- ja saumaushiekkana on mahdollista, mikäli kemialliset ominaisuudet sen sallivat. Betonikivien saumaushiekaksi se soveltuu, jos siitä seulotaan pois yli 1 mm rakeet, mutta silloin uusiokäyttämättä jää lähes 80 %.



Kuva 11. Asennushiekkakerroksen rakeisuusohjealue harmaalla, saumaushiekan suositeltava rakeisuusalue rasteroituna vinoviivoilla /1/ ja hiekoitussepin rakeisuuskäyrä.

4 TUTKIMUSTULOSTEN ANALYSOINTI JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Insinööriyön tavoitteena oli löytää käytetylle hiekoitussepelille uusiokäyttökohde johon se soveltuu pienin jalostustoimenpitein. Käytetty hiekoitussepeleli on materiaalina hyvää, murskattua kalliota ja sen vuoksi sille löytyy useita mahdollisia uusiokäyttökohteita. Hiekoitusseppelin heikkoudet ovat siitä mahdollisesti löytyvät haitta-aineet ja hienoaineksen osuus, joka voidaan käyttökohteesta riippuen laskea myös positiiviseksi ominaisuudeksi. Hiekoitussepeleistä on joka tapauksessa seulottava pois ylisuuret kappaleet, koska auraslumen mukana siihen on sekoittunut kaikkea kaivonkansista irtonaisiin reunakiviin.

Hiekoitusseppelin uudelleenkäytön suurin este on sen mahdollisesti sisältämät haitta-aineet ja yhdisteet. Käytetyn hiekoitusseppelin kemialliset ominaisuudet on siis selvitettävä ennen uusiokäyttöä, sillä mahdollisten haitta-ainepitoisuuksien on alitettava valtioneuvoston asettamat raja-arvot. Näiden tutkimusten aiheuttamat kustannukset voivat tehdä ainakin pienen hiekoitussepelemäärän uusiokäytön kannattamattomaksi.

Hiekoitussepeleli käy ilman jalostusvaiheita sellaisiin kohteisiin, joissa ei ole erityisiä vaatimuksia materiaalin suhteen. Tällaisia kohteita on muun muassa maavallirakenteet ja pururatojen alusrakenteet. Näissäkin kohteissa materiaalin haitta-ainepitoisuudet tulee tutkia ja tutkimusten perusteella voidaan tehdä päätös materiaalin kelvollisuudesta.

Tien rakennekerrokseen käytetty hiekoitussepeleli soveltuu hyvin. Rakeisuusvaatimukset ovat hyvin lähellä sepelin nykyistä tilaa ja sepelin mahdollisesti sisältämät haitta-aineetkin ovat pääosin peräisin tieliikenteestä, joten uusiokäyttö tien rakenteessa olisi luonnollisin vaihtoehto. Tässäkin tapauksessa haitta-ainepitoisuudet voivat haitata käyttöä herkillä pohjavedenottoalueilla.

Mikäli käytettyä hiekoitussepeä halutaan käyttää kaivantojen täyttömateriaalina, tulee sitä jalostaa. Siitä täytyy siis seuloa pois ylitte, esimerkiksi 2 mm kohdalta, jolloin rakeisuus saadaan paremmin vastaamaan vaatimuksia. Ylitteen voi käyttää täyttömateriaalina esimerkiksi maavallirakenteissa. Uusiomateriaalin haitta-ainepitoisuudet voivat hankaloittaa uusiokäyttöä.

Suuri osa uusiokäyttökohteista vaatii uusiomateriaalin jalostusta, esimerkiksi seulontaa. Joissain tapauksissa hienoainesta on liikaa, joissain sitä on liian vähän. Esimerkiksi salaojamateriaaliksi käytetty hiekoitussepe soveltuisi hyvin, jos siitä seuloisi pois alle 1 mm:n rakeet; jos uusiokohteeksi valitaan kaapelien suojatäyttö, niin materiaalista tulisi seuloa pois kaikki yli 2 mm:n rakeet. Haitta-ainepitoisuudet voivat rajoittaa käyttöä myös näissä tapauksissa.

Tutkituista uusiokäyttökohteista käytetty hiekoitussepe soveltuu huonoiten tie-rakenteen jakavaan kerrokseen. Materiaali on yksinkertaisesti liian hienojakoista kyseiseen tarkoitukseen. Paras uusiokäyttökohde voisi puolestaan löytyä yhdistelemällä tutkittuja kohteita. Hiekoitussepe sisältämää hienoainesta voisi esimerkiksi käyttää urheilukentän pintamateriaalina tai kaapeli- ja putkikaivantojen suojatäyttömateriaalina. Karkearakeisempi osuus hiekoitussepeistä soveltuisi hyvin salaojan ympärystäyttöön tai rakennuksen vierustäyttömateriaaliksi. Jos uusiokäyttö järjestettäisiin tällä tavalla, siitä jäisi käyttämättä vain lumenkeräyksen mukana tulleet roskat.

Hiekoitussepein uudelleenkäyttö voi kannattaa seuraavin edellytyksin:

- Käytetyn hiekoitussepein saa ilmaiseksi.
- Saatavilla on kalustoa, jotta aurauslumikasoja voi sekoittaa kesällä ja siten vauhdittaa lumen sulamista.
- Materiaalille on lähellä lumenkaatopaikkaa läjityspaikka, jossa käytetyn hiekoitussepein voi myös tarvittaessa jatkojalostaa.
- Materiaalille löytyy uusiokäyttökohde, johon sitä tarvitsee jalostaa tai puhdistaa mahdollisimman vähän.
- Materiaalin uusiokäyttökohde sijaitsee lähellä jalostuspaikkaa.

- Käytetystä hiekoitussepelistä ei löydy raja-arvoja ylittäviä haitta-ainepitoisuuksia.
- Materiaalin ekologisuus on tärkeää.

Jatkotutkimuksissa kannattaisi selvittää esimerkiksi sitä, miksi kaupungit eivät uusiokäytä hiekoitussepeleitä, sillä käyttökohteita olisi runsaasti. Koska uusiokäytön suurin este on kierrätysmateriaalin haitta-ainepitoisuudet, erityisen tärkeää olisi selvittää, mitä haitta-aineita käytetty hiekoitusmateriaali sisältää, mistä ne ovat peräisin ja miten niiden synnyn voisi estää.

5 LÄHTEET

- 1 Rakennustietosäätiö RTS, Rakennustieto Oy, InfraRYL 2006, Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset Osa 1 Väylät ja alueet. Rakennustieto Oy. 2006.
- 2 Kuopion kaupunki [verkkodokumentti]. 12.2.2010 [viitattu 10.1.2010]. Etusivu » Asukas » Liikenne ja kartat » Kadut ja liikenne » Selvitys ylijäämämaiden ja aurauslumien hyötykäytöstä ja sijoittamisesta. Saatavissa: [http://www.kuopio.fi/attachments.nsf/Files/010909142359102/\\$File/Raporttiehdotus_ylij%C3%A4%C3%A4m%C3%A4maat_aurauslumet_200809.pdf?OpenElement](http://www.kuopio.fi/attachments.nsf/Files/010909142359102/$File/Raporttiehdotus_ylij%C3%A4%C3%A4m%C3%A4maat_aurauslumet_200809.pdf?OpenElement)
- 3 Hulkko, Kirsi, *Hiekoitussepin analyysikartoitus takaisinkeräyksen jälkeen Helsingin kaupungin rakennusvirastossa*. Insinööriyö. EVTEK -ammattikorkeakoulu, Kemiantekniikan koulutusohjelma. 2006.
- 4 3.12.1993/1072 [online-tietokanta]. Finlex. [viitattu 8.1.2010]. Finlex » Lainsäädäntö » Ajantasainen lainsäädäntö » 1993 » 3.12.1993/1072. Jätelaki. Saatavilla: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1993/19931072>
- 5 4.2.2000/86 [online-tietokanta]. Finlex. [viitattu 9.1.2010]. Finlex » Lainsäädäntö » Ajantasainen lainsäädäntö » 2000 » 4.2.2000/86. Ympäristönsuojelulaki. Saatavilla: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2000/20000086>
- 6 Valtion ympäristöhallinnon verkkopalvelu [verkkodokumentti]. 12.2.2010 [viitattu 14.1.2010]. Etusivu » Lupa-asiat » Ympäristölupa. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=300&lan=fi>

- 7 591/2006 [online-tietokanta]. Finlex. [viitattu 24.1.2010].
Finlex » Lainsäädäntö » Säädökset alkuperäisinä » 2006 » 591/2006.
Valtioneuvoston asetus eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa.
Saatavilla: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2006/20060591>
- 8 Tiehallinto [verkkodokumentti]. 1995 [viitattu 10.11.2009].
Etusivu » Palvelut » Tiehallinnon julkaisut » Julkaisuluettelot » Tiehallinnon ohjejulkaisuja » Tiehallinnon tekniset ohjeet 2/2009 - pdf-luettelo » Soratiet » Sorateiden hoito ja kunnostus.
Saatavissa:
http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf/sorateiden_hoito_ja_kunnostus.pdf
- 9 Rakennustietosäätiö RTS, Rakennustieto Oy, MaaRYL 2000, Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset. Talonrakennuksen maatyöt. Rakennustieto Oy. 1998..
- 10 *RT 89-10620*. Kasvillisuusalueiden maatyöt. 1996.
Rakennustietosäätiö RTS, Rakennustieto Oy. 1996
- 11 Tiehallinto [verkkodokumentti]. 1995 [viitattu 10.11.2009].
Etusivu » Palvelut » Tiehallinnon julkaisut » Julkaisuluettelot » Tiehallinnon ohjejulkaisuja » Tietoa tiensuunnitteluun -tiedotteet
Tievalaistus-/sähkötiedote » 17. Jyrkkäluiskaiset meluvallit.
Saatavissa:
http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf2/tietoa_tiensuunnitteluun_17.pdf
- 12 *RT 97-10263* Maavalli- ja rinnekatsomot. 1985.
Rakennustietosäätiö RTS, Rakennustieto Oy.1985
- 13 Maanparannus [verkkodokumentti]. 15.11.2006 [viitattu 28.1.2010].
Saatavissa:
<http://puutarha.net/index.asp?s=/artikkelit/36/maanparannus.html>

- 14 Urheilukenttien suunnittelu- ja rakentamisopas. 2002.
Opetusministeriön liikuntapaikkajulkaisu 82.
Jaakko Pöyry Infra. Helsinki. Rakennustieto Oy

6 LIITTEET

Liite 1 Aineet, joiden päästöt ympäristöön ovat ympäristöluvanvaraisia

1. elohopea ja sen yhdisteet
2. kadmium ja sen yhdisteet
3. arseeni ja seleeni sekä niiden yhdisteet
4. kromi, lyijy, nikkeli, tallium, uraani sekä niiden yhdisteet
5. orgaaniset halogeeniyhdisteet ja aineet, jotka vesiympäristössä voivat muodostaa sellaisia yhdisteitä
6. orgaaniset tinayhdisteet ja ympäristölle vaaralliset orgaaniset fosforiyhdisteet
7. syöpää aiheuttavat, perimää vaurioittavat tai lisääntymiselle vaaralliset yhdisteet
8. antimoni, boori ja telluuri sekä niiden yhdisteet
9. barium, beryllium, hopea, koboltti, kupari, molybdeeni, sinkki, tina, titaani ja vanaadiini sekä niiden yhdisteet
10. syanidit ja fluoridit
11. kasvinsuojeluaineet ja biosidivalmisteet sekä niiden johdannaiset
12. mineraaliöljyt ja öljyperäiset hiilivedyt
13. pysyvät hiilivedyt ja pysyvät ja kertyvät myrkylliset orgaaniset aineet
14. muut vesiympäristölle tai vesiympäristön kautta terveydelle tai ympäristölle vaaralliset tai haitalliset aineet sekä aineet ja seokset, jotka voivat haitata vesien käyttöä

Tärkeimmät pilaantumista aiheuttavat aineet päästöjen raja-arvoja asetettaessa

Päästöt vesiin: syanidit ja fluoridit

<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2006/20060889>

Liite 2 Hyötykäyttöön soveltuvan betonimurskeen haitta-ainepitoisuuksien raja-arvot

ASETUKSEN SOVELTAMISALAAN KUULUVAT JÄTTEET

Tässä liitteessä määritellään asetuksen soveltamisalaan kuuluvat jätteet sekä niiden sisältämien haitallisten aineiden pitoisuuden ja liukoisuuden raja-arvot.

1. Betonimurske (jätenimikkeet¹ 10 13 14, 17 01 01, 17 01 07 ja 19 12 12)

Betonimurskeella tarkoitetaan jätettä, joka on valmistettu puretuista betonirakenteista tai uudisrakentamisen ja betoniteollisuuden betonijätteistä murskaamalla enintään 150 millimetrin kappalekokoon. Murskattu betonijäte saa sisältää enintään 30 painoprosenttia tiilimursketta.

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					
Mineraaliöljyt ⁴	500					
DOC ⁵		500	500			
Antimoni (Sb)		0,06	0,06			
Arseni (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		
Seleen (Se)		0,1	0,1			
Fluoridi (F ⁻)		10	50			
Sulfaatti (SO ₄ ²⁻)		1 000	6 000		1 000	6 000
Kloridi (Cl)		800	800			

¹ Katso liitteessä 2 oleva 2 kohta.

² Polyklooratut bifenyylit, kongeneerien 28, 52, 101, 118, 138, 153 ja 180 kokonaismäärä.

³ Polyaromaattiset hiilivedyt, yhdisteiden (antraseeni, asenafteni, asenaftyleeni, bentso(a)antraseeni, bentso(a)pyreeni, bentso(b)fluoranteeni, bentso(g,h,i)perylenei, bentso(k)fluoranteeni, dibentso(a,h)antraseeni, fenantreeni, fluoranteeni, fluoreeni, indeno(1,2,3-cd)pyreeni, naftaleeni, pyreeni, kryseeni) kokonaismäärä.

⁴ Hiilivetyjakeet C10 – C40.

⁵ Liuennut orgaaninen hiili.

¹ Yleisempien jätteiden sekä ongelmajätteiden luettelosta annetun ympäristöministeriön asetuksen (1129/2001) mukainen jättenimike.

Liite 3 Muoviputken kemikaalien sietokykytaulukko

Kemikaalien sietokyky	Aine		20 °C		60 °C		Aine	20 °C		60 °C	
Muutokset muovien ominaisuuksissa niiden joutuessa kosketuksiin kemikaalien kanssa ovat pääosin fysiologisia, turpoamista tai polymeerien liukenemistä. PEX (ristikkäissilloitettu polyeteeni) reagoi ristikkäissilloittamattomia PE-muoveja vähemmän. Kestävyyden määrittelyssä on otettu huomioon veto- ja venyyvyyskäyttäytyminen aineiden vaikuttaessa varastoinnin aikana. Tässä määritelty kemikaalien sietokyky ei ole suoraan muunnettavissa putken käyttäytymiseen paineistettuna ja ko. aineella täytettynä. Näissä tapauksissa putket tulisi erikseen testata.	Asetoni		+				Metyleenikloridi	+			-
	Akryylintriili		+	+			Moottoriöljy	+			O
	Allyylialkoholi		+	O			Muuntajaöljy	+			O
	Alumiinikloridi, vedetön		+	+			Muurahaishappo	+			+
	Alumiinisulfaatti, vesiperäinen		+	+			Nafta	+			O
	Ammoniakki, vesip.		+	+			Naftaleeni	+			-
	Ammoniumkloridi, vesiperäinen		+	+			Natriumhydroksidiliuos	+			+
	Ammoniumsulfaatti, vesiperäinen		+	+			Natriumhypokloriitti	+			O
	Aniliini		+	+			Nestesaippua	+			+
	Bensiini		+	O			Nitrobentseeni	+			O
	Aniline, pure		+	+			Oksaalihappo 50%	+			+
	Bentsoehappo, vesiperäinen		+	+			Olut	+			+
	Bentsoli		O	-			Omenahappo	+			+
	Bitumi		+	+			Otsoni, vesiperäinen < 0,1%	+			-
	Bromi		-	-			Otsoni	O			-
	Butaanidioli		+	+			Parafiiniöljy	+			+
	Butyliasetaatti		+	O			Pellavasienemöljy	+			+
	Dekahydronaftaleeni		+	-			Pesuvaine	+			+
	Dibutylitaaleeni		+	O			Petrolieetteri	+			+
	Diklorobentseeni		O	-			Polyglykoli	+			+
	Dikloroeteeni		O	-			Propanoli	+			+
	Dieselöljy		+	O			Propionihappo 50%	+			+
	Dietylieetteri		O	-			Propyylialkoholi	+			+
	Elohopea		+	+			Pyridiini	+			O
	Esteri alifaattinen aromaattinen		O	O			Raakaöljy	+			O
	Eteeriset öljyt		+	O			Rikki, vedetön	-			-
	Etikkahappo		+	+			Rikkihappo 50%	+			+
	Etyyliasettaatti		+	O			Rikkihappo 98%	O			-
	Etyylialkoholi		+	+			Rikkivety	+			+
	Etyleeniglykoli		+	+			Silikonööljy	+			+
	Fenoli		+	O			Sitruunahappo	+			+
	Fluori		-	-			Styreeni	O			-
	Formaldehydi 40%		+	+			Sumuava rikkihappo	-			-
	Fosfaatti, vesiperäinen		+	+			Suolahappo	+			+
	Fosforihappo 95%		+	+			Sykloheksaani	+			O
	Freoni		O	-			Sykloheksanoli	+			+
	Ftaalihappo 50%		+	+			Sykloheksanoni	+			O
	Glyseriini		+	+			Tetrahydrofurani	+			-
	Glykoli		+	+			Tetraoliini	+			O
	Hililitetrakloridi		O	-			Toluenei	O			-
Vetykloorihappo 70%		+	O			Torjunta-aineet	+			+	
Vetykloorihappo		+	+			Trikloroeteeni	O			-	
Jodi		+	O			Typpihappo 30%	+			+	
Kalanmaksäöljy		+	+			Typpihappo 50%	O			-	
Kaliumbikromaatti 40%		+	+			Tärpähti	+			O	
Kaliumhydroksidi 30%		+	+			Valkaisuvaine	+			+	
Kaliumkloridi, vesiper.		+	+			Vasellini	+			O	
Kaliumpermanganatti, 20%		+	+			Vesi	+			+	
Karbolihappo		+	+			Vetyperoksidi 30%	+			+	
Kasviöljy		+	O			Vetyperoksidi 100%	+			-	
Kloorikaasu		O	-			Viini	+			+	
Kloori, nestem.		-	-			Voi	+			+	
Kloroformi		O	-			Volhappo	+			O	
Kresoli		+	O								
Kromihappo 50%		+	-								
Kromihappo/riikkihappo		+	-								
Ksyleeni		O	-								
Kuningasvesi		-	-								
Magnesiumsulolaliuos		+	+								
Maito		+	+								
Metanoli		+	+								
Metyylietyyliketoni		+	O								

Selitykset:

+ = sietokykyinen
O = osittain sietokykyinen
- = epävakaa