

Opinnäytetyö (Turun AMK)

Energia- ja ympäristötekniikka

2019

Jaakko Ruohoniemi

UUSIOMATERIAALIT RAKENTAMISESSA

– asfaltti-, betonimurske ja
vaahtobetoni/kevytkiviaines

Jaakko Ruohoniemi

UUSIOMATERIAALIT RAKENTAMISESSA

- asfaltti- ja betonimurske, vaahtobetoni/kevytkiviaines

Uusiomateriaalien hyötykäytön lisäämisellä voidaan säästää neitseellisiä materiaaleja ja vähentää jätteiden syntymistä. Rakentamisessa uusiomateriaalien hyötykäytöllä säästetään luonnonvaroja ja energiaa ja edistetään materiaalitehokkuutta ja hillitään rakentamisesta aiheutuvia ilmastovaikutuksia.

Tämä opinnäytetyö tehtiin Kiertomaa Oy:lle toimeksiannosta, ja sen tavoitteena oli tutkia ja selvittää rakentamisessa käytettävien uusiomateriaalien käytön tehostamista ja markkinapotentiaalia. Tutkimuksen kohteena olivat asfaltti- ja betonimurske sekä vaahtobetoni/kevytkiviaines. Asiantutijahaastattelujen avulla selvitettiin uusiomateriaalien käyttökokemuksia, tuotteistamisiin liittyviä asioita ja hankekäytäntöjä. Tutkimuksessa selvitettiin myös millaisia haasteita, rajoitteita ja ennakkokäsityksiä uusiomateriaalien hyötykäytöllä on, sekä miten yhteistyö toimii eri osapuolten välillä.

Haastattelututkimuksen johtopäätökset toteutettiin SWOT-analyysia hyödyntäen. Analyyseissä selvitettiin asfaltti- ja betonimurskeen sekä vaahtobetonin/kevytkiviaineksen markkinapotentiaalia sekä pohdittiin eri tekijöiden vaikutuksia uusiokäyttömahdollisuuksille.

Opinnäytetyön lopputuloksena on tietoaaineistoa uusiomateriaalien käytön nykytilasta ja edellytyksistä, joilla hyötykäyttöä voi edesauttaa. Haastattelujen perusteella voidaan todeta, että uusiomateriaalitietoisuuden lisäämisellä on merkittävä rooli uusiomateriaalien käytön edistämisessä. Uusiomateriaalien käytön ohjeistuksen osalta suurimmat kehitystarpeet voidaan suunnata koulutuksen ja markkinoinnin kautta ainakin tilaajalle, urakoitsijoille ja suunnittelijoille.

ASIASANAT:

Uusiomateriaali, betoni, asfaltti, kierrätys

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Energy and Environmental Technology

2019 | 52 pages, 2 pages in appendices

Jaakko Ruohoniemi

RECYCLED MATERIALS IN CONSTRUCTION

- asphalt and concrete crush, foam concrete/light rock materials

By increasing the utilization of recycled materials, it is possible to save the virgin materials and reduce waste. In construction business, the reuse of recycled materials saves resources, energy and promotes resource efficiency and mitigates the climate change.

This thesis was commissioned by Kiertomaa Oy and its purpose was to investigate the market potential of recycled materials. The study focused on asphalt- and concrete crush and foam concrete/light rock materials. The research material was gathered by interviewing authorities and industry experts. The study also investigated the challenges, constraints and preconceptions of the use of the recycled materials.

The conclusions of the interview survey were implemented by using the SWOT analysis. The analyses explored the market potential of the addressed recycled material as well as the impact of various factors on re-use possibilities.

As an outcome, the information package of the current re-usage opportunities for recycled materials has been compiled and the conditions under which recycling can be lifted were found out. The framework is favorable. The interviews showed that raising awareness of recycled materials plays an important role in promoting the re-used materials. In terms of guidance on the use of recycled materials, the greatest development needs can be directed through training and marketing to at least the customers, contractors and designers.

KEYWORDS:

Asphalt, concrete, recycled materials

SISÄLTÖ

KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO	7
1 JOHDANTO	8
1.1 Työn taustaa	8
1.2 Keskeiset tavoitteet ja rajaukset	9
1.3 Työn toteutus	9
2 UUSIOMATERIAALIEN KÄYTÖLLE ASETETUT VAATIMUKSET	11
2.1 Yleistä	11
2.2 Ympäristökelpoisuus ja tekniset vaatimukset	11
2.2.1 Lainsäädäntö	12
2.2.2 Ympäristölupa	12
2.2.3 Jäte ja sivutuote	13
2.2.4 MARA-asetus	15
2.2.5 Tuotehyväksyntä	16
2.2.6 Kemikaalilainsäädäntö	17
2.3 Uusiomateriaalien käytön ohjeistus ja laatuvaatimukset tierakentamisessa	17
2.3.1 Liikenneviraston ohjeita	17
2.3.2 InfraRYL	18
3 TARKASTELTAVAT UUSIOMATERIAALIT	19
3.1 Asfalttijäte	19
3.1.1 Tekninen kelpoisuus ja ympäristökelpoisuus	19
3.1.2 Varastointi	21
3.2 Betonimurske	22
3.2.1 Tekninen kelpoisuus	23
3.2.2 Ympäristökelpoisuus	24
3.3 Kevytkevytkaivokset	24
3.3.1 Kevytkaiva	25
3.3.2 Kevytkaiva	25
3.3.3 Kevytkaiva	26
4 UUSIOMATERIAALIEN MARKKINAPOTENTIAALI	27
4.1 Yleistä	27
4.2 Asfalttirouheen ja -murskeen hyötykäytön kehittyminen	28

4.3 Betonimurskeen hyötykäytön kehittyminen	29
4.4 Kevyt kivimateriaalien käytön kehittyminen	30
4.5 Yhteenveto uusiomateriaalien markkinapotentiaalista	32
5 TUTKIMUSMENETELMÄT JA TYÖN ETENEMINEN	33
5.1 Tutkimusmenetelmän valinta	33
5.1.1 Haastattelututkimus	34
5.1.2 Aineiston analysointi	34
6 TUTKIMUSTULOKSET	35
6.1 Haastattelututkimuksen tulokset	35
6.1.1 Yhteenveto uusiomateriaalien käyttöä edistävästä tekijästä	35
6.1.2 Yhteenveto uusiomateriaalien käytön haasteista	36
6.1.3 Uusiomateriaalitietoisuuden lisääminen	38
6.1.4 Uusiomateriaalirakenteiden suunnittelu- ja hankekäytännöistä	38
6.1.5 Yhteistyö uusiomateriaalikysymyksissä eri osapuolten välillä	39
6.1.6 Kiertomaan rooli	40
6.2 SWOT-analyysit	40
6.2.1 Asfalttimurske	40
6.2.2 Betonimurske	42
6.2.3 Kevennysmateriaalit	43
7 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	46
7.1 Johtopäätökset asfalttimurskeesta	47
7.2 Johtopäätökset betonimurskeesta	47
7.3 Johtopäätökset kevennysmateriaaleista	48
8 LOPUKSI	49
LÄHTEET	50

LIITTEET

- Liite 1. Haastattelukysymykset
- Liite 2. Henkilöhaastateltavat

KUVAT

Kuva 1. Opinnäytetyön eteneminen	10
Kuva 2. Etusijajärjestys (kuva muokattu lähteestä Ympäristöministeriö 2012)	14
Kuva 3. Kiviainestuotanto, jalostus ja loppukäyttö (Huhtinen ym. 2018, 23)	27
Kuva 4. Uudisrakentamisen volyymi-indeksi 2010=100, trendi (Lähde: Rakennus- ja asuntotuotanto, Tilastokeskus)	31
Kuva 5. Uusiomateriaalien käyttöä edistäviä tekijöitä	36
Kuva 6. Asfalttimurskeen SWOT-analyysi markkinapotentiaalin näkökulmasta	41
Kuva 7. Betonimurskeen SWOT-analyysi markkinapotentiaalin näkökulmasta	43
Kuva 8. Kevytkiviainesten SWOT-analyysi markkinapotentiaalin näkökulmasta	45

KUVIOT

Taulukko 1. Betonimurskeluokat ja niiden ominaisuuksia (Lähde: Tiehallinto 2007, Sivutuotteiden käyttö tierakenteissa, sivu 35)	23
---	----

KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO

Lyhenne	Lyhenteen selitys
AN 7	Kiviainesluokka, jolla kuvataan asfaltissa käytettävän kiven kovuutta
BeM	Betonimurske
CE-merkintä	Valmistajan osoitus siitä, että tuote on testattu harmonisoidun tuotestandardin mukaisella testimenetelmällä
CIRCWASTE	Seitsenvuotinen EU LIFE IP -hanke, joka edistää tehokasta materiaalivirtojen käyttöä, jätteen synnyn ehkäisyä ja resursien hallinnan konsepteja
CLP-asetus	Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus N:o 1272/2008 kemikaalien luokitusta, merkintöjä ja pakkaamista koskeva asetus (Classification, Labelling and Packaging of substances and mixtures)
EPS	Expanded polystyrene on paisutettua polystyreenimuovia, kansanomaisesti ”styrox”
EoW	Jätteet voivat lakata olemasta jätteitä ns. End of Waste –menettelyssä
InfraRYL	Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset
MARA-asetus	VNA 843/2017 -asetus eräiden jätteiden hyödyntämisessä maarakentamisessa
PAB-V	Pehmeä asfalttibetoni laatu
RA	Reclaimed Asphalt. Murskattua tai jyrsettyny asfalttia, jota voidaan käyttää asfalttimassan raaka-aineena
RAP	Reclaimed Asphalt Pavement. Päällyste- tai rakennuskoh-teista kerättyä vanhaa asfalttia, josta voidaan valmistaa asfalttirouhetta
RC	Asfaltin uusiomassa
REMIX	Uusiopintausmenetelmä, jolla korjataan urautuneita, ikäänty-neitä ja vaurioituneita päällysteitä
REACH-asetus	Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus N:o (EY) N:o 1907/2006 kemikaalien rekisteröinnistä, arvioinnista, lupa-menettelyistä ja rajoituksista (Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals)
UUMA	Uusiomaarakentamisen kehitysohjelma

1 JOHDANTO

1.1 Työn taustaa

Suomi yhdessä muiden EU-maiden kanssa on sitoutunut jätteiden kierrätys- ja hyödyntämistavoitteisiin. Kaupunkien ja kuntien vaikuttamismahdollisuus julkisina toimijoina ja julkisia hankintoja tekevinä organisaatioina on merkittävä, kun haetaan konkreettisia toimenpiteitä ja uusia toimintamalleja jätteiden hyötykäytölle. (Lehtonen 2018, 4.)

Valtakunnallisen jätesuunnitelman vuoteen 2023 mukaan rakennusjätteet ovat yksi neljästä painopistealueesta. Suomen tavoitteena on nostaa rakennusjätteiden materiaalihyödyntämisaste vähintään 70 %:iin vuoteen 2020 mennessä. (Laaksonen ym. 2017, 13, 25.)

Tämän opinnäytetyön toimeksiantaja on Kiertomaa Oy. Yhtiön toiminta alkoi keväällä 2017. Yhtiön pääasiallinen toiminta tapahtuu Turun Saramäessä 55 hehtaarin alueella, jossa varsinainen materiaalterminaali sijaitsee. Alueelta louhitaan ja murskataan kiviainesta. Lisäksi yhtiö ottaa vastaan ja varastoi alueella ylijäämämaanrakennusmateriaaleja. Kiertomaa loppusijoittaa myös puhtaita toistaiseksi hyödyntämiskelvottomia maa-aineksia, kuten savimaita.

Kiertomaan on tarkoitus laajentaa toimintaansa entistä monipuolisemmaksi toimijaksi Turun talousalueella. Kiertotalouden edistäminen ja erilaisten uusien toimintamallien kehitystyö ovat antaneet aiheen myös tälle opinnäytetyölle.

Kiviaineshuollon kehittäminen on yksi hallituksen kiertotalouden edistämiseen liittyvistä kärkihankkeista. Kiertomaa Oy on mukana kehittämässä digitaalisista markkinapaikkaa maa- ja kiviainesmateriaaleille. Hankkeen tavoitteena on tehostaa ylijäämämaa-aineksen kierrätystä vähentämällä maarakennusmateriaalien kuljetusmatkoja, välttämällä käyttökelpoisen rakennusmateriaalin turhaa läjittämistä sekä säästämällä neitseellisiä maa- ja kiviainesvarantoja. Markkinapaikan toteutustyö on osa Suomen ympäristökeskuksen koordinoimaa CIRCWASTE-hanketta, jonka osatoteuttaja Kiertomaa Oy on. (Kiertomaa Oy)

1.2 Keskeiset tavoitteet ja rajaukset

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on tutkia ja selvittää rakentamisessa käytettävien uusiomateriaalien käytön tehostamista ja markkinapotentiaalia. Uusiomateriaalien hyödyntämisellä edistetään materiaalien kestäväää käyttöä sekä luonnonvaroja säästävää rakennustapaa. Tässä opinnäytetyössä uusiomateriaalinimitystä on käytetty yleisnimityksenä erilaisille uusioraaka-aineille, kierrätystuotteille ja hyödynnettäville jätteille. Tämän opinnäytetyön tarkastelun kohteena ovat asfaltti- ja betonimurskeen sekä vaah betonin/kevytkiviainesten hyötykäyttömahdollisuuksien tutkiminen sekä näiden uusiomateriaalien liiketoimintamahdollisuuksien edellytysten tunnistaminen.

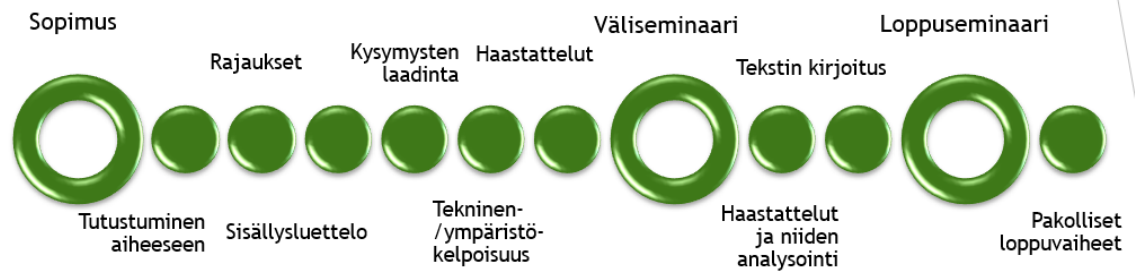
Tutkimuksen tavoitteena on selvittää uusiomateriaalien markkinapotentiaali eli se, että löytyykö näille uusiomateriaaleille mahdollisesti ostaja. Selvityksessä haetaan asiantuntijahaastatteluin tietoa haasteista ja mahdollisuuksista (mm. materiaalien tunnettuus, ennakkoluulot, traditionaalinen ala ja hintapolitiikka).

Tutkimuksesta rajataan pois seuraavat uusiomateriaalit: energiateollisuudentuhkat, metalliteollisuuden- ja, metsäteollisuudensivutuotteet, rengasleikkeet, valimohiekat ja ylijäämämaat tai muutoin heikkolaatuiset luonnon materiaalit.

1.3 Työn toteutus

Opinnäytetyössä perehdytään keskeiseen uusiomateriaalien hyötykäyttöä koskevaan lainsäädäntöön ja ilmoitus- ja lupamenettelyihin. Tässä työssä kootaan yhteen tietoa uusiomateriaalien teknisistä ja lainsäädännöllisistä vaatimuksista, joita niiden käyttö edellyttää. Lisäksi pohditaan uusiomateriaalien hyötykäytön tulevaisuuden näkymiä, millaisia liiketoimintamahdollisuuksia ne voivat tarjota ja toisaalta onko hyötykäytölle esteitä tai rajoitteita, jotka tulee tunnistaa.

Tämän opinnäytetyön tutkimusstrategiana voidaan pitää survey-tutkimusta. Survey-tutkimuksessa tietoa kerätään teemahaastattelun avulla (Hirsjärvi ym. 2009, 134). Lähdeaineinestoa tutkimukselle kerätään myös kirjoista, aikaisemmista tutkimuksista, eri hallinnonalojen ja alan toimijoiden julkaisuista. Tutkimustulokset ja johtopäätökset ovat kuvattu tämän työn lopussa. Kuvassa 1 on kuvattu opinnäytetyön etenemistä eri vaiheissa.



Kuva 1. Opinnäytetyön eteneminen

2 UUSIOMATERIAALIEN KÄYTÖLLE ASETETUT VAATIMUKSET

2.1 Yleistä

Hiilineutraaliin yhteiskuntaan pääsemiseksi Suomi toteuttaa kansallista suunnitelmaa sekä Pariisin ilmastositoumusta. Kestävän kehityksen tavoitteena on luonnonvarojen säästäminen, jätteiden vähentäminen ja kierrätys sekä laadukkaan infrastruktuurin kehittäminen uusiutumattomia luonnonvaroja säästäen. Kiertotalous ja materiaalitehokkuus ovat kestävän kehityksen tavoitteiden mukaisia toimintatapoja. (Yhteiskuntasitoumuksen tavoitteet 2018)

2.2 Ympäristökelpoisuus ja tekniset vaatimukset

Liikenneviraston uusiomateriaalioppaan mukaan uusiomateriaalien käyttöä ohjaavat eurooppalainen ja kansallinen lainsäädäntö, ympäristöviranomaisten vaatimukset, Liikenneviraston ohjeet, InfraRYL (Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset, Osa 1 Väylät ja alueet) ja eurooppalainen standardisointi. Lisäksi urakoissa voidaan tarvittaessa esittää hankekohtaisia tuotevaatimuksia. (Liikennevirasto 2014, 12.)

Uusiomaarakentamisen ohjeistus on koottu UUMA-käsikirjastoon, jonka tarkoituksena antaa perustietoa uusiomaarakentamisesta sekä toimia yleistasoisena ohjeistuksena mm. maanrakentamiseen soveltuvista uusiomateriaaleista, niiden ominaisuuksista, ympäristöasioista ja lupaprosesseista (Uusiomateriaaliopas - uusiomateriaalien käytön kehittäminen UUMA2-ohjelman väylähankkeilla, luonnos 2014).

UUMA-käsikirjan mukaan on tärkeä muistaa, että usein uusiomateriaalien hyödyntämisessä tarvitaan ympäristölainsäädännön lupa- tai MARA-asetuksen mukaisia rekisteröintimenettelyjä.

2.2.1 Lainsäädäntö

Uusiomateriaalien käytöllä ei saa pilata maaperää tai pohjavettä, eikä tuotteen tai jätteen käyttö saa vaarantaa terveyttä tai ympäristöä. Ympäristövaikutukset tulee huomioida koko uusiomateriaalien käyttöketjun aikana aina valmistuksesta käytön jälkeisiin toimintoihin asti.

Ympäristölainsäädäntö edellyttää uusiomateriaalien tuoteominaisuuksien, kuten ympäristökelpoisuuden ja teknisten ominaisuuksien arviointia. Keskeisimpiä säädöksiä käytön kannalta ovat

- jätelaki (646/2011)
- jäteasetus (179/2012)
- ympäristönsuojelulaki (527/2014)
- ympäristönsuojeluasetus (713/2014)
- rakennustuotelainsäädäntö: rakennustuoteasetus (EU:n asetus N:o 305/2011) erityisesti CE-merkinnät ja haitalliset aineet
- kemikaalilaki (599/2013) REACH-asetus ja sen soveltaminen

2.2.2 Ympäristölupa

Ympäristönsuojelulaki (527/2014) ja -asetus (713/2014) ovat keskeisessä roolissa ympäristölupien ja pilaantuneiden maiden osalta. Laki kieltää jätteen sijoittamisen maahan, jos siitä voi aiheutua maaperän tai pohjaveden pilaantumista sekä edellyttää muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta ympäristölupaa, jos jätettä hyödynnetään laitospäätöseen tai ammattimaiseen käyttöön. Luvan myöntäviä ympäristölupaviranomaisia ovat aluehallintovirasto (valtion ympäristölupaviranomainen) ja kunnan ympäristönsuojeluviranomainen (kunnan ympäristölupaviranomainen). Lupaa haetaan kunnalta, jos vuosittain käsiteltävä tai hyödynnettävä jätteen määrä on alle 50 000 tonnia ja aluehallintoviranomaiselta, jos määrä on 50 000 tonnia tai sen yli. Ympäristölupamenettely on hidas ja hallinnollisesti raskas, minkä vuoksi hakemuksen käsittely saattaa kestää useita kuukausia tai jopa yli vuoden. (Ympäristöministeriö)

18.11.2018 päivätyn tiedotteen mukaan Suomen hallitus esittää uutta lakia, joka mahdollistaa eräiden ympäristöön liittyvien lupien käsittelyn yhtä aikaa. Yhden luokun mallissa lupa-asiakas voisi kerralla hakea sähköisesti yhdeltä asiointipisteeltä useiden eri

viranomaisten lupia. Lupa-asioita koordinoiva viranomainen hoitaisi yhteydet muihin lupaviranomaisiin asiakkaan puolesta. Tavoitteena on nopeuttaa ja sujuvoittaa lupaprosessia.

2.2.3 Jäte ja sivutuote

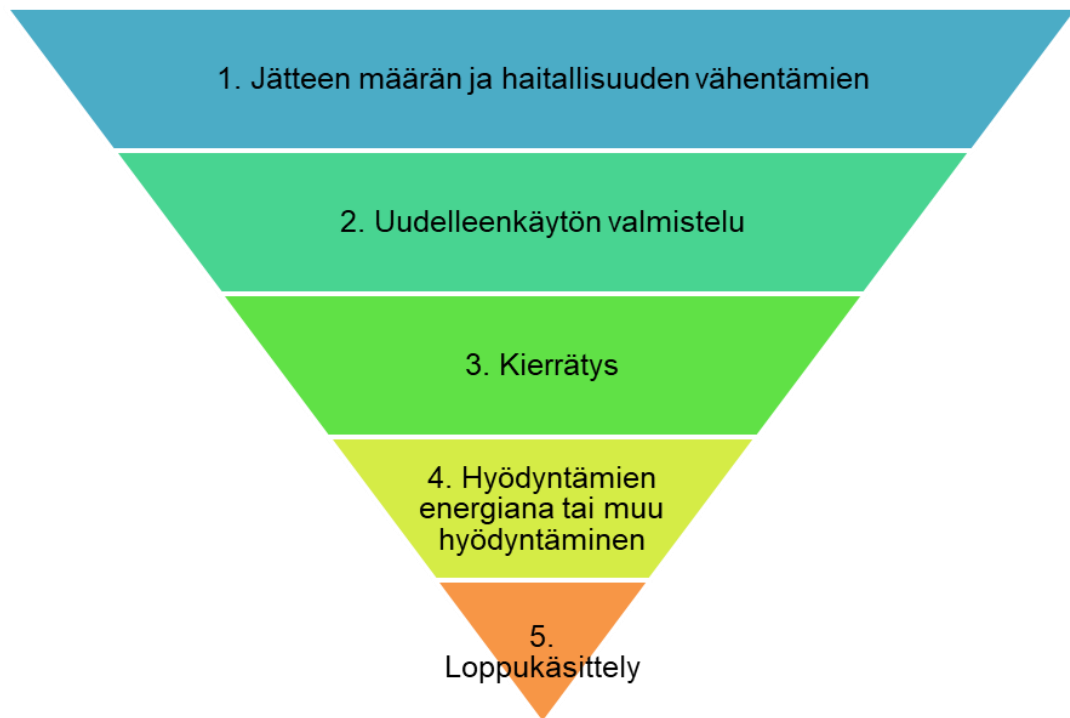
Jätelain (646/2011) mukaan jäte on määritelty aineeksi tai esineeksi, jonka sen haltija on poistanut tai aikoo poistaa käytöstä taikka on velvollinen poistamaan käytöstä.

Jätteen määritelmää on täydennetty sivutuotteen määritelmällä (5 §, 2 mom.) sekä jätteen luokittelun päättymistä koskevilla perusteilla eli "ei enää jätettä"-kriteereillä (5 §, 3 mom.)

Valtioneuvoston asetuksella voidaan antaa tarkempia säännöksiä jätelajeittain siitä, milloin aine tai esine ei enää ole jätettä (End of Waste). Tällöin jätteet ovat käyneet läpi hyödyntämistoimen kierrätystoimet mukaan lukien. Lisäksi jätteelle edellytyksenä on, että sillä on käyttötarkoitus, johon sitä käytetään yleisesti, sekä markkinat ja kysyntää. Jätteen tulee myös täyttää käyttötarkoituksensa mukaiset tekniset vaatimukset ja olla vastaaviin tuotteisiin sovellettavien säännösten mukainen, ja sen käyttö ei kokonaisuutena arvioiden aiheuta vaaraa tai haittaa terveydelle tai ympäristölle. (Pajukallio ym. 2011, 11.)

Uusiomateriaalit ovatkin useimmiten joko jonkun tuotantoprosessin sivutuotteita tai jätteitä, joille on selvitetty hyödyntämismahdollisuus. Uusiokäytön edellytyksenä korostuu ympäristövaikutusten lisäksi tekniset ominaisuudet ja raja-arvot, laadunvarmistus ja kysyntä.

Jätelain niin kutsutulla etusijajärjestyksellä tarkoitetaan yleisiä velvollisuuksia ja periaatteita ja niiden prioriteettijärjestystä (kuva 2).



Kuva 2. Etusijajärjestys (kuva muokattu lähteestä Ympäristöministeriö 2012)

Ensisijaisesti on pyrittävä vähentämään jätteen määrää ja haitallisuutta. Mikäli jätettä kuitenkin syntyy, on se valmisteltava uudelleenkäyttöä varten. Toisin sanoen jätteen haltijan on pyrittävä jalostamaan tai tuotteistamaan esineen tai aineen uudelleen käytettäväksi tai toissijaisesti kierrätettävä. Mikäli kierrätys ei ole mahdollista, on jätteen haltijan hyödynnettävä se muulla tavoin esimerkiksi lämmön tai sähköntuotannossa. Viimeisimpänä vaihtoehtona etusijajärjestyksessä on jätteen sijoittaminen kaatopaikoille, jos sen hyödyntäminen ei ole teknisesti tai taloudellisesti mahdollista.

Etusijajärjestys perustuu EU:n jätedirektiiviin, ja se sitoo kaikkia jäsenmaita. Siitä voi poiketa vain, jos jokin muu vaihtoehto on ympäristön kannalta järkevämpi. (Ympäristöministeriö)

2.2.4 MARA-asetus

MARA-asetus (843/2017) on valtioneuvoston asetus eräiden jätteiden hyödyntämisestä maanrakentamisessa. Asetuksen avulla pyritään edistämään jätteiden hyödyntämistä ja siten edistämään kestävää luonnonvarojen käyttöä ja kiertotaloutta. Asetuksessa määriteltyjen edellytysten täytyessä ympäristösuojelulain (527/2014) mukaista ympäristölupaa ei tarvita asetukseen kuuluvien jätteiden hyödyntämisessä maanrakentamisessa.

Uusi MARA-asetus (843/2017) tuli voimaan 1.1.2018. Keskeisimpiä muutoksia vanhaan asetukseen verrattuna sekä muutamia pääkohtia asetuksen sisällöstä

- Rekisteröintimenettely eli vapautus velvollisuudesta hakea ympäristölupaa jätteen ammattimaiselle hyödyntämiselle (tavallisesti luvanvaraista)
- Ei sisällä harkintaa (esimerkiksi kohteen ympäristöolosuhteet vs. raja-arvot) tai ehtoja; voidaan joko hyväksyä tai hylätä
- Määritelty tietyt jätenimikkeet, tietyt soveltamiskohteet ja niihin sovellettavat haitta-aineiden raja-arvot
- Jätteet, joilla on kysyntää ja käyttökohteita (tekninen kelpoisuus) ja joita syntyy merkittäviä määriä
- Raja-arvot määritetty riskiperusteisten viitearvojen pohjalta käyttämällä tavanomaisen jätteen raja-arvoja tietyin poikkeamin ns. perälautana (Salminen ym. 2018)

MARA-asetuksen piiriin on lisätty uusia uusiomateriaaleja asetukseen aikaisemmin sisältyneiden betonimurskeen sekä kivihiilen, turpeen ja puuperäisen aineksen polton lentotuhkan ja pohjatuhkan lisäksi. Uusia asetukseen kuuluvia uusiomateriaaleja ovat kevytbetoni- ja kevytsorajätteet, leijupetihiekka, tiilimurske, asfalttimurske ja -rouhe, käsitelty jätteenpolton kuona, valimohiekat, kalkit, kokonaiset renkaat ja rengasrouhe. (VNA 843/2017)

2.2.5 Tuotehyväksyntä

Rakennustuoteasetus (EU:n asetus N:o 305/2011) on Euroopan unionin määrittämä asetus, jossa määritetään, millä edellytyksillä rakennustuotteet voidaan CE-merkitä ja miten rakennustuotteen ominaisuuksista tulee kertoa. Asetuksen tavoitteena on saada rakennustuotteiden ominaisuuksista ja suoritustasoista luotettavaa ja tarkkaa tietoa yhtenäisellä eurooppalaisella tavalla sekä selkeyttää CE-merkinnän käyttöä. Rakennustuoteasetuksen avulla pyritään myös kaupan esteiden poistamiseen ja rakennustuotteiden vapaaseen liikkumiseen EU:n sisämarkkinoilla. (Ympäristöministeriö)

Rakennustuotteiden CE-merkintä tuli pakolliseksi 1.7.2013. Pakollinen merkintä koskee rakennustuotteita, joille on olemassa harmonisoitu tuotestandardi tai eurooppalainen tekninen arviointi. Merkintä on tarkoitettu helpottamaan suunnittelijoita ja kuluttajia vertailemaan keskenään yhdenmukaisesti ilmoitettujen tuotteiden ominaisuuksia. (Tukes)

On huomioitavaa, että CE-merkintä ei takaa tuotteen laatua tai paremmuutta (Tukes).

Noin 80 % rakennustuotteista kuuluvat CE-merkinnän piiriin. Loput 20 % kuuluvat kansallisen tuotehyväksyntälain piiriin eli rakennustuote ei tällöin kuulu yhdenmukaistetun standardin soveltamisalaan tai sillä ei ole eurooppalaista teknistä hyväksyntää. (Tukes)

Tämän opinnäytetyön uusiomateriaalien kannalta keskeisimpiä harmonisoituja ja vahvistettuja tuotestandardeja ovat kiviainesstandardit:

- SFS-EN 13242: Maa- ja vesirakentamisessa ja tienrakenteissa käytettävät sitomattomat ja hydraulisesti sidotut kiviainekset
 - Kansallinen soveltamisstandardi SFS 7005
- SFS-EN 13043: Kiviainekset teiden, lentokenttien ja muiden liikennöityjen alueiden asfalttimassoihin ja pintauksiin
 - Kansallinen soveltamisstandardi SFS 7004
- SFS-EN 13055-2 Kevytkiviainekset. Osa 2: Kevytkiviainekset asfalttimassoihin ja pintauksiin sekä sitomattomiin ja sidottuihin käyttötarkoituksiin

Näin ollen uusiomateriaaleista valmistettuihin kevytkiviaineisiin tulee hankkia CE-merkitä, jos niitä käytetään soveltamisalan mukaiseen rakentamiseen.

2.2.6 Kemikaalilainsäädäntö

Kemikaalilainsäädännön avulla pyritään ennaltaehkäisemään kemikaalien ympäristöhaittoja. Suurin osa Suomen kemikaalilainsäädännöstä on EU:n yhteisötason asetuksia, jotka ovat suoraan sovellettavaa lainsäädäntöä jäsenmaissa. Tämän lisäksi kansallinen lainsäädäntö täydentää ja toimeenpanee EU:n säädöksiä. (Ympäristöministeriö)

REACH-asetus on kemikaalien arvioinnista, rekisteröinnistä, rajoituksista ja lupamenetelyistä koostuva Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (N:o 1907/2006). REACH-asetuksen tavoitteina ovat terveyden- ja ympäristönsuojelun parantaminen sekä EU:n sisämarkkinoiden toimivuuden takaaminen. Asetuksen myötä teollisuuden vastuu mahdollisista riskeistä kasvaa. (Finlex 2013; Tukes)

CLP-asetus sisältää säännöt kemikaalien luokituksesta, merkinnöistä ja pakkaamisesta. Asetuksessa säädetään kriteereistä, joiden perusteella kemikaali (aine tai aineiden seos) luokitellaan vaaralliseksi. (Tukes)

2.3 Uusiomateriaalien käytön ohjeistus ja laatuvaatimukset tierakentamisessa

2.3.1 Liikenneviraston ohjeita

Liikennevirasto, nykyinen Väylävirasto 1.1.2019 alkaen, julkaisee ja ylläpitää teknisiä ohjeita, määräyksiä ja turvallisuusohjeita. Ohjeet on jaettu erikseen tie- ja rautatieohjeisiin sekä vesiväylänpidon määräyksiin ja teknisiin ohjeisiin. Tämä selvitys sisältää mm. asfaltti- ja betonijätteen kannalta keskeisimmät tieohjeet (Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 18/2018, 21)

- Sivutuotteiden käyttö tierakenteissa (2007)
- Uusiomateriaalien käytön kehittäminen UUMA2-ohjelman väylähankkeilla (Luonnos 28.2.2014)

Liikenneviraston materiaalihyväksyntä uusiomateriaaleille on kuvattu uusiomateriaalioppaassa (Liikennevirasto 2014). Materiaalihyväksynnän myötä vahvistetaan uusiomateriaalien mitoituspärametrit sekä suunnittelu- ja työohjeet. Tämä mahdollistaa luonnonmateriaalien sijasta hyväksytyjen uusiomateriaalien käytön, ellei käyttökohteelle

ole asetettu erityisiä rajoituksia. Materiaalihyväksyntä ei kuitenkaan poista materiaalitoimittajan vastuuta materiaalistaan.

2.3.2 InfraRYL

Yleiset infrarakentamisen tekniset- ja toimivuusvaatimukset esitetään InfraRYL:ssä. Materiaalikohtaisia suunnittelun ja rakentamisen ohjeita esitetään Infra-ohjekorteissa.

Uusiomateriaalien laatuvaatimusten osalta InfraRYL vaatii vielä täydennyksiä, vaikka viimeisten vuosien aikana sinne on lisätty muutamia uusiomateriaaleja ja mainintoja uusiomateriaaleista.

UUMA2 uusiomateriaalien tuotteistamisoppaassa on summattu tämänhetkinen tilanne InfraRYL:n ohjeistuksien suhteen (Uusiomateriaaliopas 2016, 25–30).

Tämän opinnäytetyön kannalta keskeisimpiä teknisiä vaatimuksia (InfraRYL)

- Liite T18 2017 Sitomattoman kantavan kerroksen ja jakavan kerroksen vaatimukset betonimurskeelle sekä suositukset testaustiheydeksi
- 21411.3.6.1 Uusiopintauksen tekeminen, yleistä

3 TARKASTELTAVAT UUSIOMATERIAALIT

3.1 Asfalttijäte

Suomi on maailman kärkimaita asfaltin uusiokäytössä ja kierrätyksessä. Asfalttiala on uusiokäyttänyt vanhaa asfalttia jo 1970-luvulta lähtien (YIT Oyj). Asfaltin uusiokäytöllä säästetään uusiutumattomia luonnonvaroja kuten kiviaineksia ja öljyä. Säästöä syntyy myös kuljetuksissa ja energiatarpeessa, mikä osaltaan edistää kestävä kehitystä ja ympäristötavoitteita (Asfalttinormit 2017, 9.)

Asfaltti on 100-prosenttisesti uusiokäytettävissä (Lämsä 2005, 16)

- uusiokäyttö asfalttitehtailla
- uusiokäyttö tiellä (uusiopäällystysmenetelmät)
- kierrätysmenetelmät tiellä/stabilointi

Asfalttimurskeen ja -rouheen ympäristökelpoisuutta ei pääsääntöisesti tarvitse osoittaa erikseen. Mikäli asfalttimurskeen tai -rouheen raaka-aineena käytettävä asfalttijäte on peräisin kiinteistön sellaiselta osalta, jolla on käsitelty tai varastoitu polttoaineita, tulee hyödynnettävästä asfalttijätteestä määrittää polttoaineperäisten öljyhiilivetyjen pitoisuudet (MARA-asetus).

Asfalttijäte voidaan luokitella päällysteen pinnasta rouhituksi asfalttirouheeksi (RA) ja pala-asfaltiksi, joka jalostetaan murskaus toimenpiteellä asfalttimurskeeksi (RAP). Asfalttirouhe syntyy jyräyttäessä päällystettä ja se on hyvin tasalaatuista. Asfalttirouhe kierrätetään suoraan tien päällä (REMIX) tai asemasekoitteisen massan raaka-aineena (RC). (YIT Oyj)

Pala-asfaltti irrotetaan kuormaajalla nimensä mukaisesti paloissa. Pala-asfalttia kuormatessa tulee kiinnittää erityistä huomiota jätteen puhtauteen (ei siis muita rakennusjätteitä samaan kuormaan), jolla taataan jätteen laatu.

3.1.1 Tekninen kelpoisuus ja ympäristökelpoisuus

Asfalttirouhe/-murske koostuu pääasiassa kiviaineksesta (noin 95 paino-%) ja bitumista (noin 5 paino-%). Materiaalin laatu riippuu paljon murskatun päällysteen ominaisuuksista.

sista. Asfaltissa käytettävä kiviaines on laadukasta ja mekaanisesti kestävä. Asfalttirouhe- ja asfalttimurske ovatkin materiaaleina verrattavissa luonnonkiviainekseen (Uusioasfaltti 2012, 1). Materiaalien etuna on vedenherkkyyden pieneneminen hienoainekseen ollessa sitoutuneena bitumiin, eikä materiaali siten myöskään roudi. Jäykkyysominaisuudet ovat samaa luokkaa tai hieman paremmat kuin luonnonkiviaineksilla. Viskoelastisuuden takia materiaalin kuormituskäyttäytymiseen vaikuttavat kuormitusaika ja lämpötila. (Lätti 2016, 79–86.)

Hyvien ominaisuuksiensa vuoksi asfalttirouhe- ja murske sopivat katu- ja tierakenteisiin mm. tien kantavan kerroksen raaka-aineeksi, stabilointiin, työnaikaisten kulutuskerrosten materiaaliksi ja sorateiden pituuskaltevilla kohdilla ehkäisemään syöpymistä (Uusioasfaltti 2012, 3).

MARA-asetuksen mukaan asfalttijätteen suurin sallittu palakoko on 90 mm. Liian suuri palakoko voi heikentää rakenteen ominaisuuksia tai vaikeuttaa rakenteen laadullisten ominaisuuksien todentamista.

Suosittelava maksimiraekoko maarakentamisessa on 20 mm. Suuri maksimiraekoko ja isot yksittäiset kokkareet voivat aiheuttaa epätasaisen tiivistystuloksen.

Asfalttirouhe on vaikeasti tiivistettävä, ja vaatii riittävän raskaan tiivistyskaluston, sopivan lämpötilan sekä riittävän vesipitoisuuden tiivistyäkseen kunnolla (optimivesipitoisuus noin 4–6 %). Paras lopputulos saavutetaan, kun asfalttimurske levitetään 8–15 cm kerroksissa, lämpimissä olosuhteissa ja tiivistys toteutetaan huolellisesti samalla kastellen tiivistettävää kerrosta. Pehmeät asfalttimurskeet (PAB-V ja vanha öljysora) tiivistyvät paremmin kuin kestopäällysteistä tehdyt murskeet. (Lämsä 2005, 14.)

EU-säännösten perusteella vanha asfaltti on jäte, kun se on poistettu käytöstä päällysteenä. EU-säädösten tiukan tulkinnan mukaan, jätteitä ei sellaisenaan saa käyttää ilman lupia. Tätä voi tulkita niin, ettei jäteasfalttia (asfalttirouhetta) saa käyttää sellaisenaan sitomattomana kerroksena (unbound material). Suomen asfalttiteollisuus kannattaa pitkälti tätä tulkintatapaa. Myös monessa muussa Euroopan maassa sallitaan asfalttijätteen käytön sitomattomana kerroksena maanrakentamisessa. Kannattaa myös huomioida, että jäteasfaltin varastointiin tarvitaan aina lupa.

Tämä Suomen tiukka tulkinta tarkoittaa käytännössä sitä, että vanha asfaltti ohjautuu asfalttitehtaille ja uusiokäyttöön (Uusioasfaltti 2012, 15).

Uusioasfaltin on täytettävä kohteelle asetetut vaatimukset. Asfalttinormit 2017 asiakirjassa on esitetty asfalttipäällysteiden, asfalttimassojen ja asfaltin raaka-aineiden Suomessa käytettävät laatuvaatimukset.

Asfalttinormit 2017, taulukon 51 mukaisesti ilmoitettavia ominaisuuksia ovat muun muassa

- Rakeisuuskäyrä ja sideainepitoisuus
- Kiviaineksen maksimiraekoko
- Asfalttityyppi
- Sideaineen tyyppi ja tunkeuma
- Asfalttirouheenkiviaineksen lujuus (mikäli kohteen nastarengaskulumiskestävyydelle asetettu luokkavaatimus AN7 tai AN10)
- Asfalttirouheenpuhtausluokka

Asfalttirouheen rakeisuus on yleensä hieno ja bitumi kovaa (bitumi vanhenee säilytyksen, valmistuksen ja ajan myötä hapettumisen seurauksena). Uusioasfaltin rakeisuus korjataan uudella kiviaineksella haluttuun rakeisuuteen ja bitumi elvytetään haluttuun bitumiluokkaan, lisäämällä pehmeämpää bitumia seosmassan joukkoon. Seosmassan sideaineen tunkeuman laskentakaava on esitetty Asfalttinormit 2017 sivulla 93.

Uusioasfaltin huolellisella suunnittelulla (suhteitus) asfalttimassan tekniset ominaisuudet vastaavat neitseellisistä materiaaleista valmistettua asfalttimassaa (Asfalttinormit 2017, 30).

Laboratoriokokein on tutkittu uusioasfaltin ominaisuuksia, kun asfalttimassaan käytetty asfalttirouhe on kierrätetty uudestaan uusioasfaltin raaka-aineeksi (Väisänen 2014, 43–44). Väisäsen opinnäytetyön johtopäätöksenä ei havaittu merkkejä muutoksista asfalttimassan ominaisuuksissa.

3.1.2 Varastointi

Tiehallinnon ohjeen mukaan (Lämsä 2005, 11–12.), asfalttijätteen varastointi tulee tehdä huolellisesti logistisesti, jotta hallitaan jätteen uudelleenkäyttö ja etteivät jätelaudut pääse sekoittumaan. Asfalttijätettä varastoidaan pala-asfaltin, asfalttirouheen ja -murskeen muodossa. Asfalttijätettä varastoidaan pala-asfaltin, asfalttirouheen ja -murskeen muodossa. Asfalttirouheen ja -murskeen varastoinnissa tulee ottaa huomioon,

että se vaatii poikkeuksellisen paljon pinta-alaa, koska asfalttijätteen bitumiseos aiheuttaa sitoutumista ja jäykistymistä tiivistyessään (läjityksessä suositetaan laajoja ja matalia kasoja). Asfalttirouheen ja -murskeen varastointiaika tulisi pitää mahdollisimman lyhyenä rakeiden tarttumisen ja sitä seuraavan kamittumisen vuoksi (Vartiainen 2016, 31).

3.2 Betonimurske

Suomessa syntyy vuosittain noin 1,5 milj. tonnia betonijätettä, josta 60–80 % on peräisin purkutyömailta ja loput betoniteollisuudesta. Jätteestä pystytään hyödyntämään noin 70–80 %, pääosin maanrakennuksessa. Betonimurskeen uudelleenkäyttöä runkoaineena kehitetään jatkuvasti (Pieksämä 2018).

Betonimurskeet jaetaan joko raaka-aineen tai materiaaliominaisuuden mukaan. Raaka-aineena voi olla joko purkutyömailta tai betonituoteteollisuudesta peräisin oleva betonijäte.

Betonin pääraaka-aineita ovat sementti, vesi ja kiviainekset (mm. soraa ja hiekkaa, noin 70 %). Sementtiä betonissa on 8–16 %. Sementti valmistetaan kvartsista, kalkkikivistä ja savesta. Lisäksi betonin valmistuksessa käytetään sen ominaisuuksia parantavia lisäaineita (enintään 3 %), kuten teräskuituja, huokostimia, notkistimia ja hidastimia. Kovettuneessa betonissa lisäaineet ovat sitoutuneena betonimassaan.

Betonimurskeella on hyvät lujuusominaisuudet, ja sitä uusiokäytetään Suomessa tehokkaasti esimerkiksi teiden ja kenttien pohjarakentamisessa. Hyvälaatuinen betonimurske on uudelleen tiivistettynä rakenteessa lujittuvaa. Betonimurskeella voidaan saavuttaa jopa parempi kantavuus kuin luonnonkiviaineksella. Purkutyömaalta tuleva betoni ei ole kuitenkaan yhtä puhdasta ja luotettavaa kuin betonituoteteollisuudesta tuleva betonijäte.

Betonimursketta tuotetaan rakennus- ja purkubetonista sekä betoniteollisuuden ylijäämästä paloittelemalla, pulveroimalla, murskaamalla sekä seulomalla haluttuun raekokoon. Raudoitteet poistetaan pulveroinnin yhteydessä sekä murskauksen jälkeen magneetilla. Epäpuhtaudet joudutaan poistamaan käsin, tuulierottelijalla, kelluttamalla tai seulomalla.

3.2.1 Tekninen kelpoisuus

Betonimurskeet jaetaan maarakennuskäyttöä varten raaka-aineiden ja materiaaliominaisuuksien perusteella neljään luokkaan: BeM I, BeM II, BeM III ja BeM IV. Laatuluokkaan BeM IV kuuluvaa materiaalia käytetään vain erikseen sovittavissa kohteissa. Taulukossa 1 on esitetty eri laatuluokkien raaka-ainelähteet, sallittujen epäpuhtauksien maksimiosuudet sekä perusominaisuuksia.

Ominaisuus	BeM I	BeM II	BeM III	BeM IV
Raaka-ainelähde	Betoniteollisuus	Betoniteollisuus / purkutyömaat	Betoniteollisuus / purkutyömaat	Betoniteollisuus / purkutyömaat
Uudelleenlujittuminen	Kyllä	Kyllä	Epävarmaa	Epävarmaa
Rakeisuus	¹⁾	¹⁾	¹⁾	Vaihtelee
Routivuus	Routimaton	Routimaton	Routimaton	Vaihtelee
Puristuslujuus (28d), MPa	≥ 1,2	≥ 0,8	-	-
Tiilen maks.osuus, paino-%	0	10	10	30
Muiden materiaalien maks.osuus, paino-% ²⁾	0.5	1	1	1
Kelluvat ainekset, cm³/kg ³⁾	5	5	10	Ei haitallista määrää
E-moduuli, MPa	700	500	280	-
n = E/E_A max ⁴⁾	10	10	6	-

¹⁾ Murskeen tulee täyttää InfraRYL:n mukaiset käyttökohteen rakeisuusvaatimukset

²⁾ Puu, muovi yms.

³⁾ Esim. solumuovit, mineraalivilla

⁴⁾ E/E_A = Materiaalimoduulin suhde sen alustan Odemarkin kantavuuteen.

Taulukko 1. Betonimurskeluokat ja niiden ominaisuuksia (Lähde: Tiehallinto 2007, Si-
vutuotteiden käyttö tierakenteissa, sivu 35)

3.2.2 Ympäristökelpoisuus

Betonijäte pitää lajitella ja siitä pitää poistaa epäpuhtauksia kuten eristeitä, puuta ja muovia. Mikäli betonijäte sisältää ongelmajätteitä tai muita haitallisia aineita, ei sitä hyväksytä uusiokäyttöön.

Betonijätteen ammattimainen käsittely on ympäristöluvanvaraista. Alle 50 000 tonnia vuodessa käsiteltäessä lupaviranomaisena on kunta, yli 50 000 t/a lupaa haetaan aluehallintovirastolta. Rakentamiseen käytetty, tuotteistettu betonimurske tulee olla CE-merkittyä. Maarakennuskäytössä betonimurskeen tulee olla CE -merkittyä käyttökohteen vaatimusten mukaisesti.

Betonimurskeen ympäristökelpoisuuden määrittelyssä keskeinen vertailuasiakirja on Valtioneuvoston asetus eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa (VNA 843/2017) eli ns. MARA-asetus. Asetuksessa on määritelty betonimurskeen sisältämien haitta-ainepitoisuuksien raja-arvot ja niiden määrittävät sekä muut laatuvaatimukset, kuten suurin sallittu palakoko 90 mm. MARA-asetuksen mukaista betonimursketta voi käyttää valtion lupaviranomaiselle tehtävällä rekisteröinti ilmoituksella.

MARA-asetuksesta poikkeava hyödyntäminen vaatii ympäristöluvan. Tällaisia tilanteita ovat esimerkiksi, jos betonimurskaa halutaan hyödyntää muissa kuin asetuksen kohteissa (väylä- ja kenttärakenteet sekä teollisuus- ja varastorakennusten pohjarakenteet) tai käytettävä betoni sisältää raja-arvon ylittävän pitoisuuden haitta-aineita. Näissä tapauksissa ympäristökelpoisuus ratkaistaan tapauskohtaisesti mm. käytettävän betonimurskeen ominaisuuksien ja rakentamistavan sekä rakentamiskohteen ja sen lähialueen ympäristöominaisuuksien perusteella.

3.3 Kevytkiviainekset

Luonnon kiviaineksia voidaan korvata jalostamalla energiateollisuudessa syntyviä sivuvirtoja esimerkiksi lentotuhkaa. Prosessissa hyödynnetään tuhkan omia lujittumisominaisuuksia, joita täydennetään tarvittaessa sideaineilla. Rakeista tulee keveitä ja huokoisia, jolloin ne eristävät hyvin lämpöä ja kestävät samalla hyvin mekaanista rasitusta. Syntyvän uusiomateriaalin tulee olla CE-merkitty ja täyttää standardin SFS-EN 13055-2 vaatimukset.

Kevennysmenetelmän ja -materiaalin valinnassa joudutaan ympäristökelpoisuuden, teknisten ja rakentamiseen liittyvien näkökohtien lisäksi ottamaan huomioon kokonaiskustannukset. Materiaalin kuljetuskustannuksilla on merkittävä osuus kokonaiskustannuksista.

Kevennysmateriaaleista kevytsora, kevytsorabetoni, EPS ja vaahtobetoni ja ovat yleisessä käytössä olevia rakennusmateriaaleja, eikä niiden käyttöön tarvita tapauskohtaisia lupia.

3.3.1 Kevytsora

Kevytsora on savesta polttamalla paisutettu pyöreä raekooltaan 4–16 mm oleva tuote. Sen suurimpia etuja ovat keveys ja lämmöneristävyys (Nororaita 2014, 13).

Kevytsoran yleisimpiä käyttökohteita tienrakentamisessa ovat penkereet sekä siirtymärakenteet. Se on hyvin vettä johtava materiaali ja sen avulla tierakenne on helppo pitää kuivana. Pehmeikköalueilla rakennettaessa rakennusmateriaaleista aiheutuvat kuormat ovat olosuhteisiin nähden suuria, joten tierakenteen keventäminen on usein kustannustehokkain vaihtoehto, jotta saavutetaan haluttu kantavuus. Kevytsora ei kovetu eikä asetu aloilleen, minkä takia se täytyy kääriä huolellisesti suodatinkankaaseen asennusvaiheessa. (Nororaita 2014, 14–15)

3.3.2 Vaahtolasi

Vaahtolasi on puhdistetusta kierrätyslasista valmistettu kevytkiviaines, joka paisutetaan kuumentamalla noin viisinkertaiseksi alkuperäisestä tilavuudesta. Infrarakentamisessa sitä käytetään pääasiassa kevennysrakenteissa ja routasuojauksissa niin uudisrakentamis- kuin saneerauskohteissakin. Vaahtolasi kelpaa tien jakavaksi kerrokseksi kalliomurskeen tapaan, joskin sen tilavuuspaino on vain noin viidesosa verrattuna murskeeseen. Kantavuudeltaan se vastaa karkeaa hiekkaa. Vaahtolasia valmistetaan Forsassa, jolloin kuljetusetäisyydet voivat muodostua melko pitkiksi. (Uusioaines Oy Foamit-vaahtolasi)

3.3.3 Vaahtobetoni

Vaahtobetoni on huokoinen rakennusmateriaali, jolla on hyvät lämmön- ja äänieristysominaisuudet. Vaahtobetoni on ympäristöystävällinen materiaali, koska siihen ei ole lisätty myrkyllisiä aineita valmistusprosessin aikana. Pääkomponentit ovat hiekka, vesi ja sementti. Jotkut valmistajat parantavat materiaalin suorituskkyä lisäämällä pehmittimiä ja kovettajia.

Vaahtobetonia voidaan valmistaa infrarakentamisen työkohteessa tai kiinteällä betoniasemalla lisäämällä huokoistusaine mekaanisesti sementtilaastiin. Kevennysrakenteissa käytetyn vaahtobetonin etuja ovat jäykkä laattamainen rakenne, joka tasoittaa pohjamaalle tulevia jännityksiä. Vaahtobetonin soveltuu hyvin pienehköihin työkohteisiin. (Tielaitos 1997, 25–26.)

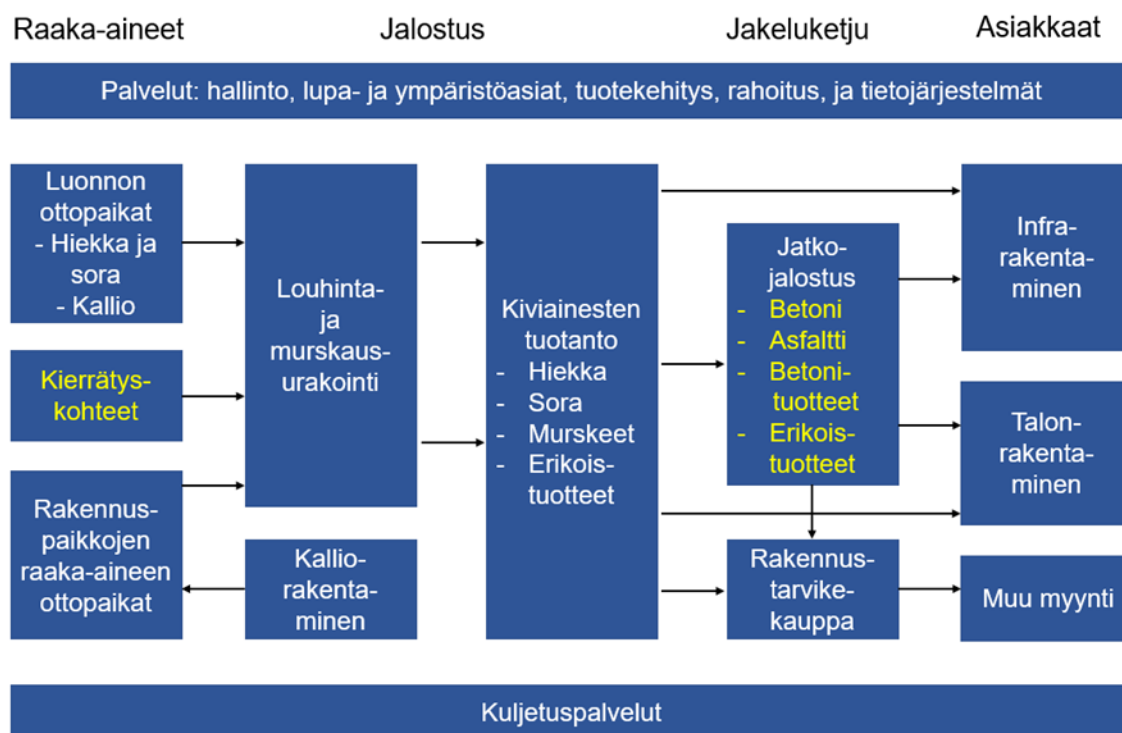
4 UUSIOMATERIAALIEN MARKKINAPOTENTIAALI

4.1 Yleistä

Suomessa arvioidaan käytettävän kiviainesta vuosittain lähes 100 miljoonaa tonnia. Tästä kiviaineksesta suuri osa käytetään maarakentamisessa. Erityisesti Etelä-Suomessa, jossa kiviaineksen käyttö on ollut voimaperäistä, laadukkaan kiviaineksen saatavuus on heikentynyt. Hyvälaatuisen ja käyttökelpoisen kiviaineksen epätasainen sijoittuminen johtaa pitkiin kuljetusmatkoihin, joka nostaa rakentamisen kustannuksia. Neitseellisen kiviaineksen käyttöä on vähennettävä, sillä kiviaines on uusiutumaton luonnonvara. (Lätti 2016, 11)

Rakennusteollisuus RT Oy:n vuonna 2012 julkaiseman arvion mukaan yli 70 % kiviaineksista käytetään julkisessa rakentamisessa tai julkisesti tuetuissa kohteissa. (Liikenneverkot, asfaltoinnit, noin 50 % betonista ja noin 25 % talonrakentamisesta eli ns. ARA-tuotanto)

Kiviainesalan arvoketju on esitetty kuvassa 3.



Kuva 3. Kiviainestuotanto, jalostus ja loppukäyttö (Huhtinen ym. 2018, 23)

Talonrakentamisessa uusia kiertotalousmahdollisuuksia löytyy pikemmin rakennusten elinkaaren pidentämisessä ja käytön laajentamisessa kuin perinteisessä materiaalien uudelleenkäytössä ja kierrättämisessä. Keskeisenä haasteena rakennuksien purkujätteiden ja vastaavien neitseellisten materiaalien alhaiset hinnat sekä heikko ja epätasainen laatu (Simons ym. 2018, 19–24). On kuitenkin muistettava, että rakennusten purkaminen synnyttää suuria jätevirtoja, joille tulee löytää uusiokäyttökohde myös kansantaloudellisesta näkökulmasta katsottuna.

Yksittäisillä kuluttajilla ei ole välttämättä tietoa kiertotalouden mukaisista materiaaleista, kun he tekevät valintoja omiin talorakennusprojekteihinsa. Uusiomateriaalien hyödyntäminen vaatii rakentajalta perehtyneisyyttä ja tietoa esimerkiksi haitta-ainepitoisuuksista. Kuluttaja saattaa myös tehdä valintoja pelkästään ulkonäöllisistä syistä. (Simons ym. 2018, 23–24.)

Uusiomateriaalien hyötykäyttö pyritään tekemään mahdollisimman lähellä syntypaikkaa. Logistiikasta koituvat kustannukset saattavat kasvaa merkittävästi, mikäli kuljetusmatkat pitenevät tai jos uusiomateriaalien käsittelyjä on useita. Tällä on myös merkitystä CO₂ päästölaskennassa.

Uusiomateriaalien ympäristökelpoisuus on aina tarkistettava. Ympäristökelpoisuus riippuu käyttökohteesta mm. sijainti suhteessa pohjaveteen.

Uusiomateriaaleja tulee käyttää optimaalisesti, eli ei tuhlaa esim. hyvälaatuista betonimursketta meluvalliin. On myös hyvä muistaa, että uusiomateriaaleja voidaan jalostaa paremmin kohteeseen sopivaksi esim. stabiloimalla tai seulomalla.

Uusiomateriaaleja tutkitaan jatkuvasti, ja tutkimustuloksista saadaan selville niiden pitkäaikaistoimivuus.

4.2 Asfalttirouheen ja -murskeen hyötykäytön kehittyminen

Asfalttimurskeen ensisijainen käyttökohde on uusioasfaltti, koska asfalttijätteen sideaine bitumi on arvokasta. Toissijaisesti asfalttimursketta ja -rouhetta voidaan myös käyttää kantavan kerroksen raaka-aineena. Tällöin käyttö kohdentuu tieosuuksille, joissa on vähemmän liikennettä. (Vartiainen 2016, 33.)

Asfalttirouhetta on arvioitu syntyvän n. 600 000 tonnia vuodessa. Jos asfalttirouheen määrään lasketaan mukaan paikalla sekoitusmenetelmät (in situ), jotka käyttävät asfalttirouheen uudestaan suoraan tien päällä, käytetään Suomessa vanhaa asfalttia yhteensä 1 000 000 tonnia vuodessa uudelleenpäällystämiseen (Laitinen 2018).

Asfalttirouhe/-murske kovettuu rakenteessa ajan myötä, joten materiaalin jäykkyysominaisuudet saattavat muuttua. Laatu voi kärsiä, jos vanhan asfaltin sideaineena toimiva, bitumi on vanhentunut ja kovettunut. Tämä on otettava huomioon, kun käytetään asfalttirouhetta tai vanhaa päällystettä raaka-aineena ts. on tunnettava asfalttirouheen tai vanhan päällysteen ominaisuudet. Tämä edellyttää testausta ja massojen suunnittelua.

Haasteeksi voi myös nousta tiedon puute, asenne ja osaaminen. Alalla löytyy skeptikoita, jotka luulevat, että uusiokäyttö tarkoittaa heikompaa laatua (Laitinen 2018).

4.3 Betonimurskeen hyötykäytön kehittyminen

Betonimurskeen kierrätyksellä vaikutetaan rakentamisen elinkaaren aikaisiin ympäristövaikutuksiin ja kustannuksiin. Laadukkaan betonimurskeen hyödyntämisellä rakentamisessa voidaan säästää neitseellisiä kiviaineksia, ja näin vähentää rakennusjätteen sijoitusta kaatopaikoille tai toisarvoisiin täyttöihin. Betonijätteen resurssitehokas käyttö ja jalostus tehdään lähellä jätteen syntypaikkaa, jossa se voidaan uusiokäyttää rakentamisessa. Betonijätteen murskaus tehdään kasvukeskusten läheisyydessä, jolloin kuljetusmatkat pystytään minimoimaan (Lehtonen 2018, 4.)

Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarjassa 54/2018, joka käsittelee taloudellisia ohjauskeinoja kiertotalouden arvoketjuissa (Simons ym. 2018, 22–23.), on arvioitu, että Suomessa syntyy betonijätettä noin miljoona tonnia vuodessa. Jäte on pääasiassa betonirakenteiden purkujätettä, mutta myös betonituotannon sivuvirtana syntyy hyödynnettävää sivutuotetta. Betonijätteen kierrätysasteeksi on arvioitu olevan noin 80 %. Selvityksen mukaan tuotteistettuun liiketoimintaan ohjautuu tällä hetkellä noin puolet jätevolymistä. Kiertotalouden kannalta kiinnostava lisäpotentiaali on kuitenkin rajallinen. Selvityksessä on arvioitu betonijätteen hyödyntämispotentiaaliksi noin 100 miljoonaksi euroksi vuodessa. Lisäpotentiaali hyödyntämisasteen ja lopputuotteiden lisäarvon korotuksen kautta rajoittui laskelmien mukaan noin 20 miljoonaan euroon

vuodessa. Lisäpotentiaaliin ja lisäarvoon vaikuttavat pääasiassa betonimurskeen alhainen hinta sekä logistiset kustannukset. Tämän takia selvityksessä todettiin, että betonijätteen käsittely on maantieteellisesti rajatulla alueella tapahtuvaa toimintaa.

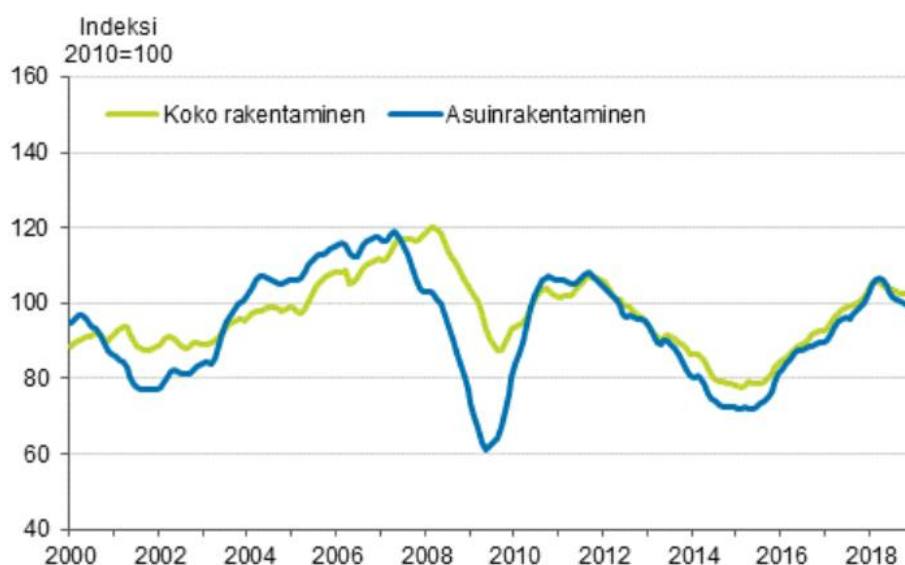
Simonsin ym. tekemän selvityksen mukaan betonijätteen hyödyntämisen keskeisimmät ohjauskeinot ovat jätevero, ympäristöluvat ja MARA-asetus. Pienten toimijoiden osalta uusi MARA-asetus on kuitenkin tuonut haasteita vaatimalla, että betonin murskaus tapahtuu erillisellä purkutyömaalla (Simons ym. 23.)

Simons ym. toteavat selvityksessään, että betonin hyödyntämistä rajaa keskeisesti materiaalin luokittelua jätteeksi. Julkisissa hankinnoissa jätestatus on koettu haasteeksi mm. tiedonpuutteen takia. Samoin kuntalaisten valitusoikeus hidastaa jätteestä valmistetun materiaalin hyödyntämistä julkisissa kohteissa. Valmisteilla oleva betonijätteen End-of-Waste säädös voisi helpottaa asiaa. Muita keinoja betonijätteen hyötykäytön lisäämiselle selvitys tuo esille jäteveron korottamisen, sekä tiedottamisen lisäämistä materiaalin hyödyntämisestä etenkin julkisten hankintojen yhteydessä sekä jätemateriaalien tuotekehitys (Simons ym. 23.)

4.4 Kevytkiviaineksien käytön kehittyminen

Kevytsora ja vaahtobetoni

Kevytsoraa ja vaahtobetonia on käytetty geoteknisissä sovelluksissa ja talonrakentamisessa useiden vuosikymmenien aikana. Tarkkaa kokonaismäärää näiden materiaalien käyttömääristä tai sen kehittymisestä ei ole saatavilla. Uudisrakentamisen kehittyminen 2000-luvulla (kuva 4) antaa osviittaa pitkän aikavälin trendistä, mutta siitä ei kuitenkaan voi vetää suoria johtopäätöksiä materiaalityökalujen kehittymiselle.



Kuva 4. Uudisrakentamisen volyymi-indeksi 2010=100, trendi (Lähde: Rakennus- ja asuntotuotanto, Tilastokeskus)

Vaahtolasi

Uusioaines Oy:n sivulla on tietoa yrityksen kehityksestä tähän päivään. Se perustettiin 1994, kun se ryhtyi jalostamaan keräyslasia. Nyt yritys on Suomen suurin lasinkierrättäjä ja se jalostaa noin 70 % koko Suomen keräyslasista. Yritys kerää lasia valtakunnallisesti ja puhdistaa sen laitoksellaan Forssassa.

Yhtiö aloitti vaahtolasituotannon vuonna 2011, tuolloin 150 000 kuution kapasiteetilla ja tuplasi tuotantonsa uuden linjan käyttöönoton myötä vuodesta 2016 lähtien.

Murskeesta noin 80 % menee infrarakentamiseen, ja loput talonrakentamisen perustusten sisä- ja ulkotäyttöihin. Uusioaines Oy:llä on kattava jälleenmyyntiverkosto Suomen kasvukeskuksissa.

Asiantuntijahaastattelussa tuli esille, että esimerkiksi Liedon kunta on käyttänyt vaahtolasia rakennusprojekteissaan. Liedon kunnan kunnallistekniikkapäällikön mukaan vaahtolasin hinta on noussut merkittävästi alun kokeilujen jälkeen, joka on johtanut vaihtoehtoisten materiaalien tarkasteluun vaahtolasin sijasta.

4.5 Yhteenveto uusiomateriaalien markkinapotentiaalista

Yhteenvetona voidaan arvioida, että tämän opinnäytetyön piiriin kuuluvien uusiomateriaalien kysynnän lisääminen on monen osatekijän summa. Vaihtoehtoisten materiaalien tulee olla kokonaiskustannuksiltaan houkuttelevia, niiden tulee täyttää ympäristölliset-, tekniset- ja menetelmälliset vaateet sekä niiden tulee täyttää niille määritetyt laatukriteerit esim. haitta-ainepitoisuudet. Myös elinkaaren aikaiselle hiilijalanjäljelle voidaan määrittää hintalappu.

Taloudellisilla suhdanteilla on merkitystä uusiomateriaalien hyötykäytön lisäämisessä. Poliittisilla päätöksillä niin kansallisella kuin paikallisella tasolla pystytään ohjaamaan kulutusta.

Helsingin kaupungin päätökset (2009) toimivat on hyvänä kansallisena esimerkkinä siitä, miten kaupungin rakennushankkeiden välinen massakoordinointi, maa-ainesten välivarastointi ja jalostus sekä hyötykohteiden etukäteissuunnittelu ja toteutus tuovat säästöjä ja myötävaikuttavat CO₂ päästövähennyksiin (Lahtinen 2018).

Liiketoimintapotentiaalin suuruuteen vaikuttaa myös jätevirtojen volyymit. Tässä tarkastelussa betonijätteellä on suurin tonnimäärä. Kiinteistöihin ja infraan sijoitettu pääoma vaikuttaa intoon ylläpitää ja pidentää elinikää ja käyttöä. Betonimurskeesta saatava hinta on alhainen. Taloudellisilla ohjauskeinoilla voi saada muutosta nykytilanteeseen.

5 TUTKIMUSMENETELMÄT JA TYÖN ETENEMINEN

5.1 Tutkimusmenetelmän valinta

Tutkimusmenetelmän valinta on keskeinen osa tutkimusprosessia. Tutkija joutuu tekemään valintoja jo ennen aineiston keräämistä. Tutkijan tulee selvittää itselleen, mikä on todellinen ongelma, miten aineistoa kannattaisi hankkia, mikä on sopivin tutkimusstrategia sekä miten teoriat voidaan yhdistää käytäntöön (Hirsjärvi ym. 2009, 124.)

Tätä opinnäytetyötä voidaan kuvata kvalitatiiviseksi eli laadulliseksi tutkimukseksi. Kvalitatiivisessa menetelmäsuuntauksessa pyritään ymmärtämään kohteen laatua, ominaisuuksia ja merkityksiä kokonaisvaltaisesti. Tiedonkeruun instrumenttina suositetaan ihmistä, koska ihminen pystyy sopeutumaan joustavasti vaihteleviin tilanteisiin. Tutkija luottaa enemmän omiin havaintoihinsa ja keskusteluihin kuin esim. testeillä hankittavaan tietoon. Kvalitatiivisella tutkimuksella pyritään löytämään ja paljastamaan ennalta-arvaamattomia seikkoja. Aineistoa pyritään tarkastelemaan monitahoisesti ja yksityiskohtaisesti nostaen siitä esiin merkityksellisiä teemoja. Tutkija ei määrää, mikä on tärkeää. Tutkimuksessa suositetaan laadullisia menetelmiä, joissa tutkittavien ajatukset pääsevät esille. Menetelmiä voivat olla mm. erilaisiin aineistoihin pohjautuvat keskustelut ja analyysit, teema- ja ryhmähaastattelut sekä osallistuva havainnointi. Kohderyhmä valitaan harkiten ja tarkoituksenmukaisesti. Kvalitatiiviselle tutkimukselle on myös tyypillistä, että se toteutetaan joustavasti, ja suunnitelmia voidaan muuttaa työn edetessä tarpeen vaatiessa. Tutkimuksen tapauksia käsitellään ainutlaatuisina (Hirsjärvi ym. 2009, 164.)

Tutkimustyyppinä tässä työssä käytettiin teemahaastattelua. Teemahaastattelussa on aihe tiedossa, mutta kysymysten muotoa tai järjestystä voidaan muuttaa tai ne voivat puuttua kokonaan (Hirsjärvi ym. 2009, 208).

Teemahaastattelut kestävät tyypillisesti tunnista kahteen riippuen haastateltavan puhe-
liaisuudesta. On suositeltavaa tehdä koehaastatteluja, jotta samalla voi testata haastatteluteemojen toimivuutta (Hirsjärvi ym. 2009, 211.)

5.1.1 Haastattelututkimus

Haastattelututkimukseen sisältyi eri asiantuntijoiden haastatteluja. Tavoitteena oli selvittää kokemuksia ja kehitystarpeita uusiomateriaaleihin, uusiomateriaalien suunnitteluun ja käyttöön, kokemuksista uusiomateriaalien käytöstä eri hankkeissa sekä uusiomateriaalien materiaalihyväksyntään ja mahdolliseen tulevaan kestävään käyttöön liittyen.

Haastatteluja tehtiin yhteensä 8. Haastateltavat koostuivat eri alojen asiantuntijoista kattaen sekä yksityisen että julkisen organisaatiotahon toimijoita. Haastateltavien nimet, organisaatiot sekä roolit on esitetty liitteessä 2. Haastateltaville esitetyt kysymykset vaihtelivat hieman riippuen henkilön roolista ja tehtävästä. Haastateltaville esitetyt kysymykset on koottu liitteeseen 1. Haastattelutilaisuudet kestivät keskimäärin noin 2 tuntia. Haastattelut pidettiin 11.9.–20.12.2018 välisenä aikana.

Haastatteluista saadun aineiston käsittely alkoi haastattelujen dokumentoinnilla kirjalliseen muotoon. Dokumentointivaiheessa haastatteluaineistosta poimittiin työn tavoitteiden kannalta tärkeimmät ja olennaisimmat esille nousseet asiat. Dokumentointivaiheen jälkeen haastatteluista laadittiin tulosten yhteenveto, joihin on paneuduttu luvussa 6.1.

5.1.2 Aineiston analysointi

Haastattelututkimuksen tulosten pohjalta analysoidaan tutkimuksen kohteena olevien uusiomateriaalien markkinapotentiaalia SWOT-analyysin avulla. Analyysin avulla tunnistetaan vahvuuksia, heikkouksia, mahdollisuuksia ja uhkia. Analyysi on yleisesti käytetty ongelmien tunnistamisessa ja analysoimisessa sekä toiminnan kehittämisen apuvälineenä. Opinnäytetyön SWOT-analyysin tarkoituksena on kuvata ja mallintaa kahden eri ulottuvuuden kautta, millaisia vahvuuksia, heikkouksia, mahdollisuuksia ja uhkia liittyy opinnäytteeseen valittujen uusiomateriaalien markkinapotentiaaliin ja löytyykö näille tuotteille ostajaa. Analyysin ulottuvuuksia ovat organisaation sisäiset vahvuudet ja heikkoudet sekä uusiomateriaalien myötä ulkoiset mahdollisuudet ja uhat (Amstrong ym. 2017, 85.)

6 TUTKIMUSTULOKSET

6.1 Haastattelututkimuksen tulokset

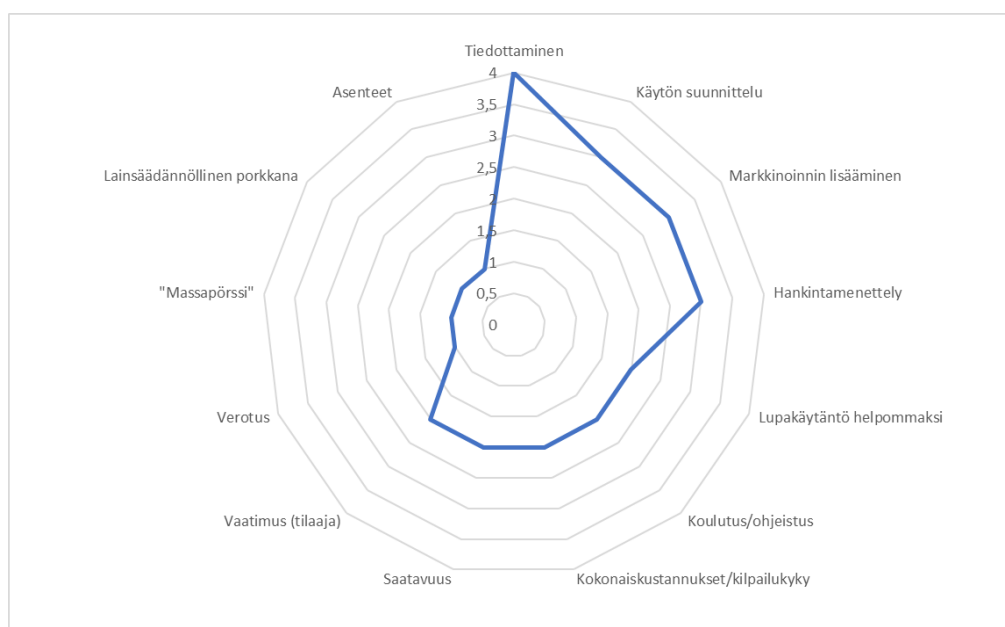
Opinnäytetyössä haastateltiin yhteensä 8 asiantuntijaa. 75 % haastatteluista oli tutkimuskohteiksi valittujen hankkeiden asiantuntijoiden eli hankkeen eri osapuolien (tilaaja, suunnittelija, urakoitsija, materiaalitoimittaja) haastatteluja ja loput muita rakentamisen ja ympäristöasiantuntijoiden haastatteluja. Haastatteluissa käytetty tutkimusmenetelmä on kuvattu luvussa 5 ja haastattelukysymykset on esitetty liitteessä 1.

6.1.1 Yhteenveto uusiomateriaalien käyttöä edistävästä tekijöistä

Haastatteluissa tuli esille useita keinoja edistää tähän opinnäytetyöhön sisältyvien uusiomateriaalien käyttöä. Ehdotettuja keinoja ovat

- yleinen uusimateriaalitietoisuuden lisääminen
- uusiomateriaalirakenteiden ennakoiva suunnittelu (mahdollisimman aikaisessa vaiheessa)
- uusiomateriaalien markkinoinnin lisääminen
- uusiomateriaalien hankintamenettelyn tehostaminen
- uusiomateriaalien lupakäytäntöjen tehostaminen
- uusiomateriaalien käyttöön ja ohjeistukseen liittyvien koulutusten lisääminen ja järjestäminen (eteenkin suunnittelijoille)
- uusiomateriaalien käytön kokonaiskustannus pitää olla kilpailukykyistä
- uusiomateriaalien saatavuus
- tilaajan vaatimus uusiomateriaalin käytölle (mahdollinen perusteeton uusiomateriaalien rajoittava käyttö pois urakkasopimuksista)
- uusiomateriaalien verotuksen kehittäminen
- uusiomateriaalien paikkatietojärjestelmä/massakoordinointi
- lainsäädännölliset ”porkkanat” uusiomateriaalien käytölle
- uusiomateriaalien käytön hyötyjen perustelut – mahdollinen asennemuokkaus.

Uusiomateriaalitietoisuuden ja koulutuksen lisääminen, markkinointi, materiaalitehokkuus sekä mahdollisuus yrityksen tai hankkeen imagon parantamiseen pidettiin yleisempänä uusiomateriaalien käyttöä edistävänä tekijänä. Suhtautuminen uusiomateriaalirakenteiden käytön lisäämiseksi nähtiin positiivisena asiana kaikkien haastateltavien osalta. Toisaalta ilmeni, että uusiomateriaalirakentamisen epäonnistumisilla saattaa olla pitkäkestoisia imago vaikutuksia ja ne saattavat heijastua myöhempään uusiomateriaalien käyttöön. Kuvassa 5 on kuvattu haastateltavien painottama tärkeysjärjestys, joilla voidaan edistää uusiomateriaalien käyttöä.



Kuva 5. Uusiomateriaalien käyttöä edistäviä tekijöitä

6.1.2 Yhteenveto uusiomateriaalien käytön haasteista

Haastatteluissa tuli esiin myös tämän opinnäytetyöhön liittyvien uusiomateriaalien käyttöön liittyviä haasteita. Keskeisimmiksi haasteiksi koettiin

- ennakkoluulot ja asenteet (aiemmat huonot kokemukset)
- uusiomateriaalien materiaalihyväksyntä ja tuotteistaminen ja niihin liittyvät käytännöt
- uusiomateriaalien saatavuus, massojen hallinta (logistiikka)
- ympäristölupaprosessin pitkä kesto ja työläys
- uusiomateriaalien hintakilpailukyky

Esille nousi myös seuraavia haasteita

- isoissa organisaatioissa strategiat ovat kiertotaloutta edistäviä, mutta ne voivat tyssääntyä jalkautumisvaiheessa
- tiedon puute luotettavista tutkimustuloksista tai kokeiluista
- tiedon puute mahdollisten uusiomateriaalien käyttökohteista
- vähäinen tietämys uusiomateriaalien ominaisuuksista
- uusiomateriaaleille yleisten laatuvaatimusten puuttuminen
- luonnonmateriaalin helppo käyttö (luonnonkiveä helposti saatavissa)
- asukkaiden/maanomistajien vastustus
- uusiomateriaalien jätestatus
- uusiomateriaalirakentamisen riskien hallinta
- uusiomateriaalien ympäristövaikutukset
- rakennusteollisuus koetaan konservatiiviseksi verrattuna muihin teollisuudenaloihin

Kiertotalous koetaan myönteisenä asiana, joka edesauttaa ympäristöystävällistä rakentamista. Haastatteluissa kävi kuitenkin ilmi, että uusiomateriaalien käyttö saattaa olla työläämpää ja kalliimpaa kuin perinteinen rakentaminen. Ennakkoluulot ja huonot kokemukset aiempien hankkeiden kokemuksista voivat hidastaa suunnittelijoiden halua käyttää uusiomateriaaleja neitseellisten materiaalien sijasta. Toisaalta tiedon, koulutuksen ja hyvien käyttökokemusten myötä asenteet ovat kehittyneet positiivisesti eteenkin nuorempien suunnittelijoiden keskuudessa (Pitkänen 2018).

Joissain tapauksissa uusiomateriaalin käyttö on saatettu kieltää kokonaan (jopa CE-merkitty tuote). Haastateltavien mukaan tämä voi johtua pelkästään tiedon puutteesta. Uusiomateriaalien käytön hyväksyminen hankkeilla voi äärimmilleen vietyä olla pelkästään yhden henkilön mielipide (Porthen 2018).

Haastatteluissa korostui massakoordinoinnin tärkeys. Helsingin alueella tästä on saatu hyviä kokemuksia ja merkittäviä säästöjä (Lahtinen 2018). Turun kaupunki on hyvin selvillä kaupungin tarpeista ja hankkeista, mutta ei välttämättä ole tietoinen kaikista yksityisen sektorin tai ympäristökuntien samanaikaisista tai tulevista hankkeista, joissa voitaisiin hyödyntää uusiomateriaaleja tai tiedettäisiin tulevista purkukohteista (Pitkänen 2018).

Uusiomateriaaleja koskeva ohjeistus ja muut tiedot koettiin olevan hajallaan ja tarpeellisten tietojen saantia tulisi helpottaa. UUMA-käsikirja on tuonut asiaan helpotusta, ja projekti jatkuu UUMA3 hankkeen muodossa.

Ympäristöluvan kautta tulevat vaatimukset rakenteelle pitää osata ottaa huomioon jo uusiomateriaalirakenteiden suunnitteluvaiheessa. Lupaprosessin keston toivottiin parannusta.

6.1.3 Uusiomateriaalitietoisuuden lisääminen

Useat haastateltavista ovat mukana kiertotaloutta edistävissä hankkeissa tai projekteissa, kuten CIRCWASTE ja UUMA-hankkeissa. Haastatteluissa nousi esille, että uusiomateriaaleilla on tehty runsaasti koerakentamista tiehankkeilla kymmenien vuosien ajan. Kokeilujen tuloksista on saatavilla yhteenvetoja mm. UUMA2 emoprojektin loppu-raportista ja Väyläviraston julkaisusta (Lahtinen ym. 2018). Toisaalta haastatteluissa tuli myös esille, että tietoa aiemmista kokeiluista ja ratkaisujen toimivuudesta ei ole saatavilla tai se voidaan mieltää liikesalaisuudeksi, jota ei välttämättä jaeta eteenkään tuotteistetun uusiomateriaalin osalta.

Haastatteluissa todettiin, että uusiomateriaalien tuotteistaminen voi kestää kauan ja sen toimivuutta ja taloudellista kannattavuutta tulee arvioida koko elinkaaren ajalta (Rissanen 2018).

Ajantasaista tietoa rakentamisessa käytettävistä uusiomateriaaleista tarvitsevat ainakin hankkeiden tilaajat, tuottajat, urakoitsijat, suunnittelijat sekä myös ympäristölupia käsittelevät viranomaiset.

6.1.4 Uusiomateriaalirakenteiden suunnittelu- ja hankekäytännöistä

Uusiomateriaalien käyttö tulee selvittää mahdollisimman aikaisin mielellään jo yleissuunnitelmavaiheessa. Kun kaavoitettava alue on tiedossa, jossa yleensä on myös purettavaa materiaalia, pitää kohde miettiä prosessina ja tehdä hankkeen massatalous-suunnitelma ja miettiä ylijäämämassojen sijoitusalueet ja alustavat massatarpeet. Hankkeiden omistajina toimivat usein kaupungit, joten niiden rooli on keskeinen (Lahtinen ym. 2018).

Haastatteluissa selvisi, että uusiomateriaalien mukaanotto hankkeiden suunnitteluun saattaa vaihdella esim. aikataulupaineiden takia. Kolmikannassa (tilaaja-urakoitsija-rakennuttaja) urakoitsijan mukaanotto suunnitteluun voi jäädä toteutusvaiheeseen, jolloin mahdolliset materiaalivalinnat on jo tehty (Rissanen 2018). Suunnittelun koettiin myös olevan paineistettua aikataulujen suhteen, ettei uusiomateriaalien käyttöä hankkeilla välttämättä selvitetä tai etsitä hankkeilla luonnonmateriaaleille vaihtoehtoisia ratkaisuja, jos sitä ei ole erityisesti suunnittelutoimeksiannossa edellytetty (Pitkänen ym. 2018).

Haastatteluissa nousi esiin myös suunnittelijan osaaminen ja vastuu uusiomateriaaliratkaisuissa. Lisäkoulutustarpeen tunnistaminen koettiin tärkeäksi (Paajanen ym. 2018). Esille nousi myös idea laatupisteistä, joilla voisi mitata suunnittelijan osaamista (Lahtinen 2018).

6.1.5 Yhteistyö uusiomateriaalikysymyksissä eri osapuolten välillä

Haastateltavien mukaan vastuut ja riskien jako uusiomateriaalihankkeissa ovat pääosin selkeät ja johdonmukaiset. Jokainen vastaa omastaan; oli kyseessä sitten tilaaja, tuottaja, urakoitsija, suunnittelija tai kiinteistön omistaja. Uusiomateriaalien käytön lähtökohtana on usein kustannustehokas ja turvallinen rakenne sekä käyttö.

Tuotetuntemuksen merkitys ja laadunhallintaprosessien toimivuus korostuivat haastatteluissa.

Nykyinen uusiomateriaalien käyttäjäkunta todettiin rajalliseksi, joten yhteistyö nähtiin toimivaksi (Rantanen 2018). Eri osapuolten hyvä yhteistyö ja yhteinen uusiomateriaalien käyttöä edistävä tahtotila koettiin tärkeäksi seikaksi uusiomateriaalirakentamisen onnistumisen kannalta (Paajanen 2018).

Uusiomateriaaleja testataan edelläkävijöiden toimesta, mutta vain osa tutkimustuloksista on läpinäkyvää. Tutkimustuloksissa on havaittu myös liian suuria hajontoja. Tiedonkeruu hankkeiden kokemuksista ja hankkeilla tehdyistä seurannoista koettiin kehityskohteeksi yhteistyön lujittamiseksi (Rissanen 2018).

6.1.6 Kiertomaan rooli

Haastattelukysymyksissä ei suoraan kysytty, miten Kiertomaa nähdään uusiomateriaalitoimittajana. Tarkentavien lisäkysymysten avulla saatuja kommentteja

- Pieniä uusiomateriaalitoimijoita on paljon, mutta keskittymistä isompiin toimijoihin on havaittavissa. Uusiomateriaalien tuotteistaminen – Kiertomaakin voisi kasvaa tällaiseen rooliin
- Hankekäytännöt – Kiertomaan otettava tiukempi rooli
- Miten uusiomateriaalien käyttöä voidaan edesauttaa tulevaisuudessa? – viesti Kiertomaalle, jonkun pitää tulla markkinoimaan uusiomateriaaleja
- ”Massapörssi” – voisi olla Kiertomaan rooli markkinoida tällaista mallia Turun talousalueella
- Kiertomaa voisi toimia uusiomateriaalien välivarastona
- Kiertomaan rooli uusiomateriaalien tietopankkina ja välikätenä

6.2 SWOT-analyysit

6.2.1 Asfalttimurske

Asfalttijätteen kierrätys päällysteeksi säästää uusiutumattomia luonnonvaroja kuten kiviainesta ja bitumia. Myös päästöt pienenevät, kun tarve kiviaineksen murskaukseen, bitumin tislaukseen ja materiaalien kuljetuksiin vähenee.

Asfalttimurskeen vahvuutena voidaan pitää 100-prosenttista uusiokäytettävyyttä. Asfalttiteollisuudella on uusioasfaltin käytöstä pitkät perinteet ja kokemukset. Haastattelujen yhteydessä selvisi, että haasteltavien yritysten joukossa on myös asfalttijätettä vastaanottavia yrityksiä, joilla on käytännön kokemusta murskeen eduista ja haitoista.

Vaikka asfalttimurske sisällytettiin uuteen MARA-asetukseen, asfalttijätteeltä edellytetään ympäristölupa sekä varastointiin, että murskaukseen. Ympäristöluvan hankkiminen saattaa kestää kuukausia, joten keskustelut ympäristöviranomaisten kanssa erilaisista selvitystarpeista kannattaa laittaa vireille ajoissa. Varastoinnin suunnittelu ja lajittelu eri asfalttilaaduille tulee miettiä harkiten. Luvussa 3.1.2. on kerrottu asfalttijätteen varastoinnin teknisistä vaatimuksista.

Perusedellytyksenä vanhojen päällysteiden järkevälle uusiokäytölle ovat lyhyet kuljetusmatkat ja varastointiajat. NCC:n asfalttiasema Turun Saramäessä saattaa olla ratkaisu ja samalla mahdollisuus älykkääseen kierrätykseen.

Väyläviraston mukaan Suomessa on noin 50 750 kilometriä päällystettyjä maanteitä. Tiestön kunnolla on merkitystä Suomen elinkeinoelämän kilpailukyvyn kannalta. Eduskunta budjetoit vuosittain tiestöön suunnattavat määrärahat. Päällysteiden korjaustapoja on useita. Resurssien niukkuus ja suuri tehokkuusvaatimus ovat johtaneet myös ympäristöä säästäviin innovaatioihin, joita uusiopäällysteet edustavat (Väylävirasto). Asfalttirouheen kierrättämiselle suoraan tien päällä (REMIX) on siis kysyntää, koska teiden ylläpitoon käytettävät varat eivät riitä uuteen päällysteeseen.

Kuvassa 6 on yhteenveto keskeisistä tekijöistä asfalttimurskeen markkinapotentiaalista.

	VAHVUUDET	HEIKKOUEDET
SISÄISET	<ul style="list-style-type: none"> - asfalttimurskeen käytöstä on pitkäaikaiset kokemukset - 100 prosenttisesti uusiokäytettävää - uusiokäyttöllä voidaan pienentää hiilijalanjälkeä 	<ul style="list-style-type: none"> - varastointi - ympäristökelpoisuus tarkkaan säädelty
	MAHDOLLISUUDET	UHAT
ULKOISET	<ul style="list-style-type: none"> - älykäs kierrätysmahdollisuus lähellä (Saramäki) 	<ul style="list-style-type: none"> - asfalttimursketta syntyy melko vähän, koska tavoitteena on uusiokäyttää bitumi mahdollisimman tarkkaan päällystystarkoitukseen

Kuva 6. Asfalttimurskeen SWOT-analyysi markkinapotentiaalin näkökulmasta

6.2.2 Betonimurske

Betonimurskeen hyötykäyttöaste on korkea, ja sen käytöstä on pitkäjänteisiä kokemuksia. Turun seudulla on useita betonijätettä vastaanottavia yrityksiä (Pieksämä 2018). Rudusta voidaan pitää alan uranuurtajana. Ruduksen kehittämä Betoroc-murske, on tunnettu esimerkki CE-merkitystä kierrätystuotteesta (Rudus Oy).

Hyvälaatuisen betonimurskeen tekniset ominaisuudet ovat hyvät. Purkutyömaalta tuleva betoni ei ole kuitenkaan yhtä puhdasta ja luotettavaa kuin betoni-tuoteteollisuudesta tuleva betonijäte. Tätä voidaan pitää betonimurskeen heikkoutena. Huonolaatuinen betonimurske on voinut myös johtaa negatiivisiin ennakkokäsityksiin tuotteen soveltuvuudesta tarkoituksenmukaisiin kohteisiin.

Betonimurskeen mahdollinen EoW- status toteutuessaan saattaa lisätä murskeen kiinnostavuutta. Tällä hetkellä betonimurskeesta on ylitarjontaa, joka on pitänyt hinnat kurissa.

"Betonimurskeen käyttö on asenteista kiinni, ei mene ihmisille edes ilmaiseksi" (Rissanen 2018).

Kuvassa 7 on yhteenveto keskeisistä tekijöistä betonimurskeen markkinapotentiaalista.

	VAHVUUDET	HEIKKOUEDET
SISÄISET	<ul style="list-style-type: none"> - käytetyin rakennusteollisuuden purkumateriaali - tunnettu, pitkäaikainen käyttökokemus - hyvä ympäristökelpoisuus - hyötykäyttöaste korkea - parhaat laadut, materiaalien tekniset ominaisuudet hyvät (lujittuminen, routimaton) 	<ul style="list-style-type: none"> - betonimurskeiden laatu riippuu raaka-aineesta, eli osa on sekalaatuista purkujätettä - asenteet, tuotteistetut (CE merkityt) voidaan mieltää jätteeksi
	MAHDOLLISUUDET	UHAT
ULKOISET	<ul style="list-style-type: none"> - mahdollinen EoW status - osa on tuoteistettuja erittäin korkealaatuisia elementtitehtailta tulevia materiaaleja - tulevat tie- ja rakennushankkeet Turun talousalueella - tuotteistaminen (CE-merkintä) - ominaispaino kevyempi neitseelliseen kiviainekseen verrattuna, vaikutus logistiikkakuluihin ja hiilijalanjälkeen - uusiomateriaalikoulutus ja -tietoiskut 	<ul style="list-style-type: none"> - ennakkokäsitykset ja uskomukset huonolaatuisesta betonimurskeesta - betonimurskeen vastaaottopisteitä useita - markkinahinta alhaalla - kuljetuskustannusten osuus kustannusrakenteessa merkittävä

Kuva 7. Betonimurskeen SWOT-analyysi markkinapotentiaalin näkökulmasta

6.2.3 Kevennysmateriaalit

Asiantuntijahaastatteluiden perusteella perinteisten kevennysmateriaalien (kevytsora ja vaahtobetoni) käyttökokemuksia oli vähemmän tai ne koettiin toimiviksi. Vaahtolasin

käyttökokemukset olivat myönteisiä, vaikka materiaalin hinnan koettiin olevan nousussa (Paajanen ym. 2018).

Uusiomateriaalien tuotteistaminen herätti kiinnostusta haastateltavien joukossa. Erilaisen tuhkien ja kuonan hyötykäyttö maanrakentamisessa ja kaatopaikolla (Rantanen 2018). Myös betoniteollisuuden käyttämistä kivihiilen- ja energiateollisuuden lentotuhka sai osakseen kiinnostusta (Rantanen & Rissanen 2018). Jätteenpolton sivuvirtoja ohjattiin myös maatalouteen (Lindstedt 2018). Uusiomateriaalinen tuotteistaminen on pitkäjänteistä toimintaa, ja vaatii koe- ja testaustoimintaa ja jatkuvaa laaduntuottokykyä.

Turun kaupunki on käyttänyt omissa hankkeissaan vain vähän tämän opinnäytetyön piiriin kuuluvia uusiomateriaaleja (Pitkänen 2018). Neitseellinen kiviaines on edelleen edullista.

Kuvassa 8 on yhteenveto keskeisistä tekijöistä kevytkiviainesten markkinapotentiaalista.

	VAHVUUDET	HEIKKOUEDET
SISÄISET	<ul style="list-style-type: none"> - vaahtolasi on kevyttä, haurasta materiaalia, sen lämmöneristyskyky on hyvä, ympäristökelpoisuus on erinomainen, sopii erityisesti kevennemateriaaliksi - vaahtobetoni on tunnettu kevennysaine 	<ul style="list-style-type: none"> - vaahtolasin valmistus kuluttaa runsaasti energiaa - käytännössä vain yksi vaahtolasitoimija Suomessa, jolla on jo kattava jakeluverkosto - investointiintensiivinen (vaahtolasi) - neitseellinen kiviaines halpaa
	MAHDOLLISUUDET	UHAT
ULKOISET	<ul style="list-style-type: none"> - kevennysmateriaalien tuotteistaminen - jätteenpolton kuona (Salo) - tuhkillä paljon mahdollisuuksia tulevaisuudessa, mutta ne vaativat kehitystyötä - maa-aines (savi – sekoitus tuhkillä?) 	<ul style="list-style-type: none"> - tasalaatuisuus, vaatii jatkuvaa testausta ja mittausta

Kuva 8. Kevytkiviainesten SWOT-analyysi markkinapotentiaalin näkökulmasta

7 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Kiertotalous rakentamisessa voidaan kuvata teknologialähtöisenä liiketoimintana, jossa uusi teknologia syrjäyttää vanhan teknologian tai menetelmän tarpeettomana ja muuttaa siihen perustuvat markkinat sekä ansaintamallit. Kiertotalouskeskusteluissa on usein ympäristöllinen ja säätelevä painotus. Kiertotalouden liiketoiminnassa tulee ymmärtää kannattavuuden logiikka, tunnistaa riskit ja mahdolliset investointitarpeet. Uudet toimintamallit saattavat kohdata myös muutosvastarintaa. Ennakkoluulojen ja asenteiden merkitys sekä epäilyt asiakasarvojen hyödyistä tulivat esiin myös tässä tutkimustyössä. Toisaalta voidaan myös todeta, että uusiomateriaalitietoisuus on noussut ja tahtotila uusiomateriaalien käytön lisäämiselle on kehittynyt myönteisesti viimeisten vuosien aikana.

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, löytyykö määrätuille uusiomateriaaleille ostajaa. Tutkimuksessa selvitettiin, millaisilla edellytyksillä uusiomateriaaliportfolion laajentamisyrimys on mahdollista. Tämän tutkimuksen ulkopuolelle jätettiin mm. liiketoimintasuunnitelma, kannattavuuslaskelmat sekä mahdolliset investointitarpeet.

Tutkimuksen tavoitteessa on onnistuttu, koska uusiomateriaaleille löydettiin tekijöitä, joita liiketoimintapotentiaalilta edellytetään. Tutkimuksen tuloksista selviää myös haasteita, jotka jarruttavat uusiomateriaalien käytön lisäämistä. Vaikka yleinen ilmapiiri on kiertotalousmyönteinen, raha ratkaisee.

Nykyinen markkinatilanne asettaa uusiomateriaalien tuottamiselle erilaisia haasteita. Tutkimustulosten perusteella esim. betonimurskeen ylitarjonta ja alhainen hintataso ei kannusta pientä yritystä suunnittelemaan toimintansa laajentamista tällä tuotesegmentillä. Tutkimus antoi viitteitä mielenkiintoisen vaihtoehtoisen ajatuksen liiketoiminnan kehittämiseksi – massakoordinaation kehittäminen.

Tutkimuksessa nousi esille nykyistä parempi tiedontarve siitä missä, kuinka paljon, minkä laatuista ja milloin rakennus- tai purkutyömaita syntyy. Lisäksi tarvitaan tietoa siitä, paljonko vastaavat työmaat tarvitsevat materiaaleja. Tässä valossa materiaalien kysyntää ja tarjontaa koordinoivalle toiminnalle on tilaus. Kaupallisia sovelluksia on jo olemassa esim. Maapörssi (www.maapörssi.fi), joka on digitaalinen kauppapaikka pilaantumattomille maa-aineksille ja purkumateriaaleille. Olisiko Kiertomaalle löydettävissä koordinoiva rooli uusiomateriaalien hyötykäytön edistämisessä?

Opinnäytetyön lopputuloksena on koottu tietoaineistoa edellä mainittujen uusiomateriaalien käytön nykytilasta ja edellytyksistä, joilla hyötykäyttöä voi edesauttaa. Viitekehys on myötämielinen. Haastattelujen perusteella voidaan todeta, että uusiomateriaalitietoisuuden lisäämisellä merkittävä rooli uusiomateriaalien käytön edistämisessä. Uusiomateriaalien käytön ohjeistuksen osalta suurimmat kehitystarpeet voidaan suunnata koulutuksen ja markkinoinnin kautta ainakin tilaajalle, urakoitsijoille ja suunnittelijoille.

Seuraavissa luvuissa on tiivistetty tutkimuksen osatekijöiden keskeisemmät tulokset. Tutkimustulokset perustuvat kirjallisuuteen ja asiantuntijahaastatteluihin. Tutkimusaineiston rajallisuuden takia tutkimuksen tulokset ovat joiltain osin yksittäisten tai muutamien henkilöiden mielipiteitä.

7.1 Johtopäätökset asfalttimurskeesta

Asfalttiala on yksi kierrätyksen ja uusiokäytön edelläkävijöitä. Asfaltti on 100-prosenttisesti kierrätettävää materiaalia. Haastatteluissa tuli selväksi, että käytännössä kaikki ylös kaivettu tai tienkorjauksissa jyrstetty asfaltti kierrätetään. Kierrätysasfalttia voidaan pitää arvokkaana raaka-aineena, jota ei kannata hukata toisarvoisiin kohteisiin. Kansantaloudellisesti on järkevintä, mikäli kierrätysasfaltti käytetään asfalttiteollisuuden raaka-aineena.

Asfalttimurske ja rouhe sisällytettiin uuteen MARA-asetukseen. Tämä ei kuitenkaan poista sitä tosiasiaa, että asfalttimurskeen varastointi vaatii ympäristöluvan. On myös huomioitava, että varastointiaikaan on säädetty maksimi ja asfaltin sideaineen bitumin kovettuminen voi tuoda laadullisia haasteita.

Asfalttimurskeelle on löydettävissä markkinapotentiaalia, mutta se vaatii ympäristöluvan ja sopivan yhteistyökumppanin löytymisen, jotta potentiaalinen materiaalivirta saadaan saumattomaksi.

7.2 Johtopäätökset betonimurskeesta

Korjausrakentaminen on merkittävä osa Suomen kiertotaloutta. Rakennusyritysten rakennuksiin kohdistuvien korjausrakoiden arvo oli 8,9 miljardia euroa vuonna 2017 (Tilastokeskuksen julkaisu 11.12.2018). Korjausrakentamisella tehostetaan rakennusten käyttöä ja pidennetään niiden elinkaarta (Simons ym. 2018).

Rakennusten purkaminen synnyttää mm. betonijätteitä. Kuten luvuissa 3.2.1 on todettu, betonimurskeen laatu vaihtelee. Tällä hetkellä betonimurskeen hintataso on alhainen. Turun talousalueella on useita betonijätettä vastaanottavia yrityksiä. Edellä mainitut kolme tekijää: betonimurskeen epätasainen laatu, alhainen hinta ja alan kilpailutilanne laittavat miettimään, onko otollinen ajankohta Kiertomaan lähteä tässä vaiheessa etsimään betonimurskeelle markkinoita? Omistajien tahtotilalla on suuri merkitys mahdolliseen päätökseen.

Turun Sanomien (17.1.2019) mukaan Kiertomaan omistajataho on muuttamassa Kiertomaan sidosyksiköksi, jolloin se palvelee pääasiassa omistajia (Lounais-Suomen Jätehuoltoa ja Turun kaupunkia) ja voi myydä ulkopuolelle vain 10–20 %. Toinen vaihtoehto on, että yhtiö kilpailee markkinoilla.

7.3 Johtopäätökset kevennysmateriaaleista

Tässä tutkimuksessa keskityttiin vain osaan kevennystuotteista. Vaahtobetoni ja – lasi oli tuttuja uusiomateriaaleja haastateltaville. Niiden käyttömäärät olivat kuitenkin vähäiset verrattuna luonnon kiviainesten käyttöön. Haastattelussa nousi esille kiinnostus tukien, kuonan ja savimaan mahdollisista kombinaatiosta. Tämän tyyppiset uusiomateriaalit vaativat kehitystyötä ennen kuin niitä voi kaupallistaa.

8 LOPUKSI

Tutkimustulosten luotettavuus ja pätevyys vaihtelevat, vaikka niissä pyritäänkin virheettömyyteen. Tästä syystä on kaikissa tutkimuksissa tärkeää arvioida tehdyn tutkimuksen luotettavuutta. Arviontiin on olemassa erilaisia mittaus- ja tutkimustapoja: esimerkiksi jos kaksi arvioijaa päätyy samanlaiseen tulokseen, voidaan tulosta pitää reliaabelina (Hirsjärvi ym. 2009, 231.)

Validiteetti (pätevyys) on toinen tutkimuksen arviointiin liittyvä käsite. Tällöin tutkimustulosten tarkkuus, miten tehdyt johtopäätökset vastaavat todellisuutta ja mittaanko juuri sitä ominaisuutta tai asiaa, jota on tarkoitus mitata nousevat esiin. Tutkija on voinut kuvitella tutkivansa eri ongelmaa tai vastaajat voivat käsittää kysymykset eri tavalla kuin tutkija on sen ajatellut. Kvalitatiivisissa tutkimuksissa tutkijat usein pohtivat ja kuvailevat mahdollisimman tarkasti mitä tutkimuksissa on tehty ja miten tuloksiin on päädytty (Hirsjärvi ym. 231–232.)

Opinnäytetyön tulokset tukevat aikaisempia tutkimuksia. Useat haastateltavista ovat omalla kokemuksellaan ja osaamisellaan myötävaikuttaneet ja edistäneet uusiomateriaalitietoisuutta ja kehittäneet uusiomateriaalien ympäristöllisiä ja teknisiä vaatimuksia sekä työmenetelmiä kansallisissa hankkeissa ja projekteissa. Tutkimustuloksia voidaan näin ollen pitää luotettavina.

Tutkimuksen validiteetista voidaan todeta, että tutkimuksen kohderyhmä oli mietitty tarkkaan. Lähtökohtana oli löytää monipuolinen joukko eri suunnalta lähestyviä oman alan asiantuntijoita. Haastattelukysymykset oli laadittu formaatilla, joka antaa tutkijalle tarvittaessa mahdollisuuden tarkentaviin lisäkysymyksiin. Haastattelut tehtiin pääsääntöisesti haastateltavien omissa toimipisteissä (Parainen, Kaarina, Lieto, Turku ja Naantali). Haastattelujen pitäminen haastateltavan kanssa kasvotusten auttoi myös sanattoman viestinnän tulkinnassa mahdollisten väärinymmärrysten välttämiseksi. Haastateltavien määrä olisi voinut toki olla laajempi. Pohdintaa siitä miten tutkimustuloksiin on päädytty voi myös tarkastella seikkaperäisemmin kuin mitä tässä tutkimuksessa on tehty. Yhteenvetona voidaan kuitenkin todeta, että tutkimustulosta on käsitelty kriittisesti ja laaja-alaisesti.

Ehdotuksena jatkotutkimuksen aiheiksi: Massakoordinointi Turun talousalueella sekä maa-aineksen (savi) ja teollisuuden sivutuotteen esim. tuhkan ja kuonan mahdollista tuotteistamista.

LÄHTEET

Armstrong, G & Kotler, P. 2017. Marketing – An Introduction. Thirteenth edition. New Jersey: Pearson Education Limited

Asfalttinormit 2017. 2017. Päällystealan neuvottelukunta. Helsinki: Päällystealan neuvottelukunta ry (PANK ry)

Autio, M. 2018. Betonin valmistajan näkökulma By 43. Viitattu 22.1.2019 http://www.betoniyhdistys.fi/media/kurssimateriaalia/by-paiva-17.5.2018/autio-mika_betonin-valmistajan-nako-kulma.pdf

Forsman, J., Koivisto, K. & Vaajasaari, K., 2016. UUMA 2, Uusiomateriaalien tuotteistamisohje maarakentamiseen. Viitattu 21.1.2019 http://www.uusiomaarakentaminen.fi/sites/default/files/Tuotteistamisohje%202016_05_20_0.pdf

Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2009. Tutki ja kirjoita. 19. painos. Helsinki. Kustannusosakeyhtiö Tammi

Huhtinen, T., Palolahti, A., Räisänen, M. & Torppa, A. 2018. Kiviaineshuollon kehittäminen. Ympäristöministeriön raportteja 13/2018. Ympäristöministeriö. Viitattu 18.2.2019 <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-11-4791-3>

Jätelaki 17.6.2011/646. Annettu Helsingissä 17.6.2011. Saatavilla <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2011/20110646>

Kemikaalilaki 9.8.2013/599. Annettu Helsingissä 9.8.2013. Saatavilla <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2013/20130599>

Laaksonen, J., Merilehto, K., Pietarinen, A. & Salmenperä, H. 2017. Valtakunnallinen jätesuunnitelma vuoteen 2023; Taustaraportti. Suomen ympäristö 3/2017. Ympäristöministeriö. Helsinki 2017. Viitattu 11.2.2019 <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-11-4734-0>

Lahtinen, P. 2018. Haastattelu. Ramboll Finland Oy:n kehitysjohtaja Pentti Lahtista haastatteli 12.9.2018 Jaakko Ruohoniemi.

Liikennevirasto. 2011. Kevennysrakenteiden suunnittelu. Tien pohjarakenteiden suunnitteluohjeet. Viitattu 11.9.2018 http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/121085/lo_2011-05_978-952-255-639-4.pdf?sequence=1

Liikennevirasto. 2014. Uusiomateriaaliopas. Uusiomateriaalien käytön kehittäminen UUMA 2-ohjelman väylähankkeilla. Viitattu 25.10.2018 https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf8/lr_2014_uusiomateriaaliopas_luonnos_28.2.2014_web.pdf

Liikennevirasto. 2018. Uusiomateriaalien käytön ohjeistus ja hankekäytännöt. Kehitystarpeet ja mahdollisuudet tierakentamisessa. Viitattu 21.1.2019 https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf8/lts_2018-18_uusiomateriaalien_kayton_web.pdf

Lindstedt, O. 2018. Haastattelu. Nordkalk Oy:n Product Manager, Circular Solutions Ossi Lindstedtia haastatteli 1.11.2018 Jaakko Ruohoniemi.

Lämsä, V P. 2005. Asfaltin uusiokäyttö tierakentamisessa. Tiehallinnon sisäisiä julkaisuja 27/2005. Viitattu 6.2.2019 <https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf/4000464-vasfaltinuusiokaytto.pdf>

Lätti, E. 2016. Vaihtoehtoisten maarakennusmateriaalien mekaaniset ominaisuudet. Opinnäytetyö. Helsinki. Liikennevirasto. Viitattu 3.10.2018 https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/121926/opin_201602_vaihtoehtoisten_marakennusmateriaalien_web.pdf?sequence=4

Nororaita, T. 2014. Kevennysrakenteen suunnittelu ja toteuttaminen tierakenteessa. Opinnäytetyö. Lappeenranta: Saimaan ammattikorkeakoulu. Rakennustekniikan koulutusohjelma. Viitattu

1.2.2019 https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/86258/Nororaita_Tommi.pdf?sequence=1

Paajanen, H. 2018. Haastattelu. Liedon kunnan kunnallistekniikkapäällikkö Henna Paajasta haastatteli 30.10.2018 Jaakko Ruohoniemi.

Pajukallio, A-M.; Wahlström, M. & Alasaarela, E. 2011. Maarakentamisen uusiomateriaalit. Ympäristökelpoisuuden osoittaminen ja tuotteistaminen. Ympäristöministeriön raportteja 11/2011. Helsinki: Ympäristöministeriö. Viitattu 3.1.2019 <http://www.ym.fi/download/no-name/%7B13DE6161-BF77-4AC5-98E3-7C73F9380A2C%7D/32052>

Pieksemä, J. 2018. Haastattelu. Rudus Oy:n kierrätysliiketoiminnan johtaja Jani Pieksämää haastatteli 26.11.2018 Jaakko Ruohoniemi.

Pitkänen, M. 2018. Haastattelu. Turun kaupungin vastaava rakennuttaja Mika Pitkästä haastatteli 19.9.2018 Jaakko Ruohoniemi.

Porthen, S. 2018. Haastattelu. Varsinais-Suomen ELY-keskuksen ylitarkastaja Salla Porthenia haastatteli 20.12.2018 Jaakko Ruohoniemi.

Rakennustuoteasetus (EU:n asetus N:o 305/2011). Annettu 9.3.2011. Saatavilla <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/ALL/?uri=CELEX:32011R0305>

Rantanen, V. 2018. Haastattelu. L&T Oy:n projekti-insinööri Ville Rantasta haastatteli 21.9.2018 Jaakko Ruohoniemi.

Rissanen, N. 2018. Haastattelu. Fjäder Group Oy:n työnjohtaja Nico Rissasta haastatteli 11.9.2018 Jaakko Ruohoniemi.

Rudus Oy. Betoroc-betonimurske. Viitattu 12.2.2019 <https://www.rudus.fi/tuotteet/kierratys/betonimurske>

SFS 7004. Asfalttikiviaineksilta eri käyttökohteissa vaadittavat ominaisuudet ja niille asetetut vaatimustasot. Helsinki. Suomen standardisoimisliitto.

SFS 7005. Sitomattomiin ja hydraulisesti sidottuihin materiaaleihin käytettäviltä kiviaineksilta talonrakentamisessa, maa- ja vesirakenteissa sekä tierakenteissa vaadittavat ominaisuudet ja niille asetetut vaatimustasot. Helsinki. Suomen standardisoimisliitto.

SFS-EN 13055-2 Kevyt kiviainekset. Osa 2: Kevyt kiviainekset asfalttimassoihin ja pintauksiin sekä sitomattomiin ja sidottuihin käyttötarkoituksiin. Helsinki. Suomen standardisoimisliitto.

SFS-EN 13242. Maa- ja vesirakentamisessa ja tienrakenteissa käytettävät sitomattomat ja hydraulisesti sidotut kiviainekset. Helsinki. Suomen standardisoimisliitto.

SFS-EN 13043. Kiviainekset teiden, lentokenttien ja muiden liikennöityjen alueiden asfalttimassoihin ja pintauksiin. Helsinki. Suomen standardisoimisliitto.

Simons, M.; Honkatukia, J.; Antikainen, R.; Hippinen, I.; Merenheimo, T.; Lehtomaa, J.; Kautto, P.; Mikkola, M.; Tikkanen, S. & Salmenperä, H. 2018. Taloudelliset ohjauskeinot kiertotalouden arvoketjuissa. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 54/2018. Viitattu 4.2.2019 <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-287-605-8>

Tiehallinto. 2007. Sivutuotteiden käyttö tierakenteissa. Suunnitteluvaiheen ohjaus. Helsinki. Viitattu 12.2.2019 <https://julkaisut.liikennevirasto.fi/thohje/pdf/2100041-v-07-sivutuoteohje.pdf>

Tielaitos. 1997. Tien kevennysrakenteet. Viitattu 21.1.2019 <https://julkaisut.liikennevirasto.fi/thohje/pdf2/tienkevennysrakenteet3200475.pdf>

Torniainen, S & Sikiö M -T. 2018. Uusiomateriaalien käytön ohjeistus ja hankekäytännöt. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä. Liikennevirasto. Viitattu 25.10.2018 http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/152957/lts_2018-18_978-952-317-531-0.pdf?sequence=1

Tukes. Viitattu 18.1.2019 <https://tukes.fi/tuotteet-ja-palvelut/ce-merkinta>

Tukes. Viitattu 18.1.2019 <http://www.rakennustuoteinfo.fi/rakennustuotteen-ce-merkinta/>

Turun Sanomat, 17.1.2019 sivu 5. Kuntien omistama Kiertomaa Oy luopuu yksityismarkkinoista – Infra ry moittinut Kiertomaata kilpailun vääristäjäksi. Jukka Vehmanen. Viitattu 7.2.2019 <https://www.ts.fi/uutiset/paikalliset/4448383/Kuntien+omistama+Kiertomaa+Oy+luopuu+yksityis-markkinoista++Infra+ry+moittinut+Kiertomaata+kilpailun+vaaristajaksi>

UUMA 2 käsikirjasto. Viitattu 2.11.2018 <http://www.uusiomaarakentaminen.fi/uuma-kasikirjasto>

Uusioaines Oy Foamit-vahtolasi, suunnittelu- ja rakennusohje 2012. Viitattu 30.1.2019 http://www.foamit.fi/wp-content/uploads/2016/10/Suunnittelu-ja_Rakennusohje.pdf

Uusioaines Oy. Viitattu 11.2.2019 <https://www.foamit.fi/yritys/>

Uusioasfaltti, 2012. Pohjoismaiden tie- ja liikennefoorumi PTL. Viitattu 7.2.2019 <https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/infra/tietoa-ja-tilastoja/uusioasfalttiesite.pdf>

Valtioneuvoston asetus eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa 7.12.2017/843. Annettu Helsingissä 7.12.2017. Saatavilla <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170843#Pidp445897632>

Valtioneuvoston asetus jätteistä 19.4.2012/179. Annettu Helsingissä 19.4.2012. Viim. muutos 9.2.2017. Saatavilla <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2012/20120179>

Valtioneuvoston asetus ympäristönsuojelusta 4.9.2014/713. Annettu Helsingissä 4.9.2014. Viim. muutos 24.8.2017. Saatavilla <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2014/20140713#a16.4.2015-449>

Vartiainen, J. 2016. Betonin, asfaltin, tiilen ja biotuhkan uusiokäyttö maarakentamisessa. Opin- näytetyö. Kuopio: Savonia-ammattikorkeakoulu. Rakennustekniikan koulutusohjelma. Viitattu 3.1.2019 <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201605188532>

Väisänen, H. 2014. Kierrätysasfaltin tekninen hyödyntäminen. Opin- näytetyö. Lahti: Lahden am- mattikorkeakoulu. Ympäristötekniikan koulutusohjelma. Viitattu 12.9.2018 <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201405229217>

Väylä. Teiden kunnossapito. Viitattu 12.2.2019 https://vayla.fi/tieverkko/kunnossa-pito#.XGK43_Zul2w

Yhteiskuntasitoumuksen tavoitteet. 2018. Helsinki: Valtioneuvoston kanslia <https://kestavakehi- tys.fi/sitoumus2050/tavoitteet>

YIT Oyj. Viitattu 4.1.2019 <https://www.yit.fi/asfaltti/uusioasfaltti/remix>

Ympäristöministeriö. Viitattu 18.1.2019. http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Ra- kentamisen_ohjaus/Rakennustuotteiden_tuotehyvaksynta/CEmerkinta

Ympäristöministeriö. Viitattu 11.2.2019. [http://www.ym.fi/fi-FI/Ymparisto/Jatteet/Valtakunnalli- nen_jatesuunnitelma/Valtakunnallinen_jatesuunnitelma\(1764\)](http://www.ym.fi/fi-FI/Ymparisto/Jatteet/Valtakunnalli- nen_jatesuunnitelma/Valtakunnallinen_jatesuunnitelma(1764))

Ympäristöministeriö. Viitattu 18.1.2019. http://www.ym.fi/fi-FI/Ymparisto/Lainsaadanto_ja_oh- jeet/Kemikaalilainsaadanto

Ympäristönsuojelulaki 27.6.2014/527. Annettu Helsingissä 27.6.2014. Viim. muutos 23.11.2018. Saatavilla <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2014/20140527#a23.11.2018-1018>

Ytekki Oy / Lehtonen, K. 2018. Betonimurskeohje. Betonimurskeen käyttö infrarakentamisessa Lahden ja Hollolan alueella. Viitattu 9.1.2019. Saatavilla <https://www.hollola.fi/library/fi- les/5bf3db79c91058178e000689/Betonimurskeohje.pdf>

Liitteet

Liite 1. Haastattelukysymykset

Yleiset taustatiedot

1. Voitteko kertoa lyhyesti edustamastasi yrityksestä ja mitkä olivat omat tehtäväsi ja roolisi yrityksessä?

Kokemukset uusiomateriaaleista (vaahtobeton/kevytkiviaines, betoni- ja asfalttimurske)

2. Millaisia kokemuksia teillä on uusiomateriaaleista/uusiomateriaalien tuotteistamisesta/uusiomateriaalien käytämisestä hankkeilla? (Suunnittelu, selvitykset, luvat, rakentaminen, materiaali, urakointi, valvonta)
 - Minkälainen suhtautuminen viranomaisilla on uusiomateriaalien käyttöön hankkeilla? Onko uusiomateriaalien käytölle rajoituksia? Millaisia ne ovat?
 - Minkälaisiin hyötykäytön kohteisiin myönnätte ympäristölupia? Entä millaisiin ei myönnetä?

Mitä yllämainittuja uusiomateriaaleja teidän hankkeillanne on käytetty?

3. Missä vaiheessa uusiomateriaalit olisi hyvä ottaa tarkasteluun hankkeella?

- ☐ Yleissuunnitelma
- ☐ Tiesuunnitelma
- ☐ Rakennussuunnitelma
- ☐ Urakkavaihe
- ☐ joku muu, mikä?

Suunnittelu

4. Mitä ajatuksia teillä on uusiomateriaalirakenteiden suunnittelukäytännöistä? Millaisia ne tällä hetkellä ovat ja miten niitä voitaisiin kehittää? • Entä uusiomateriaaliselvityksistä?
5. Mitä haasteita uusiomateriaalirakenteiden suunnittelussa ja mitoituksessa on?
6. Eroaako uusiomateriaalirakenteiden suunnittelu luonnonmateriaalirakenteiden suunnittelusta? (haastavuus, työ määrä, aikataulu, kustannukset). • Näettekö mahdollisena poistaa eroja? Miten?

Hankekäytännöt

7. Minkälainen uusiomateriaalien käyttöönotto hankkeilla käytännössä etenee?
8. Raportoidaanko/tallennetaanko tiedot uusiomateriaalien käytöstä (materiaali, määrät, rakenteet ym.) tällä hetkellä jonnekin? Miten?

Asenteet ja haasteet

9. Millaisiin asenteisiin/haasteisiin olette törmänneet uusiomateriaalien suhteen?
10. Mitkä asiat näette haasteellisimmiksi uusiomateriaalien kanssa toimimisessa? Mihin asioihin olisi tärkeä kiinnittää enemmän huomiota, jotta uusiomateriaalien käyttöä voitaisiin lisätä?
 - ☐ Osapuolten rooli-, tehtävä- ja vastuujako
 - ☐ Asenteet
 - ☐ Uusiomateriaalien materiaalihyväksyntä ja tuotteistaminen ja niihin liittyvät käytännöt
 - ☐ Uusiomateriaalien saatavuus ja materiaalien tekninen ja ympäristölaatu
 - ☐ Uusiomateriaalien käytön ohjeistus ja tuotetiedot
 - ☐ Ympäristöselvitykset
 - ☐ Materiaalien kestävä käyttö ja sen kriteerien määrittäminen
 - ☐ jokin muu (esim. hinta)

• Millä tavalla näitä asioita voitaisiin edistää?

Vastuu, riskit, ja roolit

11. Miten näette vastuualueet/vastuut, roolit ja riskijaot eri osapuolien välillä? Kehittämistarpeet?
12. Mitä vastuita uusiomateriaalitoimittajalla on, jos niitä käytettäessä ilmenee myöhemmin teknisiä tai ympäristöön liittyviä ongelmia?

Yhteistyö

13. Miten kuvailisitte yhteistyötä uusiomateriaalikysymyksissä eri osapuolten välillä ja onko se ollut helppoa ja riittävällä tasolla?
14. Mitkä tekijät aiheuttavat useimmiten uusiomateriaalien osalta haasteita/ongelmia?
 - Mistä mahdolliset haasteet esisijaisesti johtuvat? • Mitkä ovat keskeiset keinot, että näiltä ongelmilta voitaisiin välttää?
15. Miten uusiomateriaalien käyttöä voidaan edesauttaa tulevaisuudessa?

Liite 2. Haastateltavat

Haastateltava	Arvo/Ammatti	Organisaatio	Haastattelu päivä	
Nico Rissanen	Työnjohtaja	Fjäder Group Oy	11.9.2018	(puhelinhaastattelu)
Pentti Lahtinen	Kehitysjohdaja	Ramboll Finland Oy	12.9.2018	
Jani Pieksmä	Kierrätysliiketoiminnan johtaja	Rudus Oy	19.9.2018	
Ville Rantanen	Projekti-insinööri	Lassila & Tikanoja Oyj	21.9.2018	
Henna Paajanen	Kunnallistekniikkapäällikkö	Liedon kunta	30.10.2018	
Ossi Lindstedt	Product Manager, Circular Solutions	Nordkalk Oyj	1.11.2018	
Mika Pitkänen	Vastaava rakennuttaja	Turun Kaupunki	26.11.2018	
Saila Porthen	Ylitarkastaja	Varsinais-Suomen ELY-keskus	20.12.2018	