

Pentti Lahtinen - Pauli Kolisoja - Pirjo Kuula-Väisänen -  
Minna Leppänen - Harri Jyrävä - Aino Maijala  
- Marjo Ronkainen

# UUMA-esiselvitys

HELSINKI 2005

*Julkaisu on saatavana vain Internetistä:  
<http://www.ymparisto.fi/julkaisut>*

*Suomen ympäristö 805  
Ympäristöministeriö  
Ympäristönsuojeluosasto*

*Taitto: Seija Malin*

*ISSN 1238-7312  
ISBN 951-731-354-3(PDF)*

*Helsinki 2005*

# Alkusanat

---

Yhteiskuntamme kestävä kehitys edellyttää mm. jätteiden vähentämistä ja kiertäystä, luonnonvarojen säästöä ja korkealaatuisen infrastruktuurin kehittämistä mahdollisimman vähäisellä uusiutumattomien luonnonvarojen kulutuksella. Infrarakentamisen uudella materiaalitekniikalla eli ns. UUMA-tekniikalla tarkoitetaan teknologiaa, jossa hyödynnetään ylijäämämaa- ja kiviaineksia, teollisuuden sivutuotteita, pilaantuneita maita ja vanhoja maarakenteita luomalla niistä uusia materiaaleja (ns. UUMA-materiaalit) maarakentamiseen korvaamaan neitseellisten kiviainesten käyttöä.

UUMA-tekniikkaa on kehitetty erityisesti viimeisen kymmenen vuoden aikana. Kehitystyön on jatkuttava siten, että pääosa käyttökelpoisista UUMA-materiaaleista saadaan tehokkaaseen ja kestäväan käyttöön maarakentamisen sellaisissa kohteissa, joissa UUMA-materiaalin käyttö on ympäristön, taloudellisuuden ja toimivuuden kannalta perusteltua. Tällöin luonnon kiviaineksien käyttö vähenee merkittävästi ja keskittyy ainoastaan sellaisiin infrarakentamisen kohteisiin, joissa näiden käytölle ei ole tiedossa olevia vaihtoehtoja.

Ympäristöministeriö käynnisti vuoden 2005 alussa selvityksen infrarakentamisen uudesta materiaalitekniikasta. Selvitystyön tuloksena syntyi tämä esiselvitys nykytilanteesta ja tarpeista. Esiselvityksen pohjalta valmistui lisäksi suunnitelma yhteisrahoitteiseksi kehitysohjelmaksi, josta on erillinen esitys.

Esiselvityksen ja suunnitelman toteuttajiksi valittiin Ramboll Finland Oy ja Tampereen teknillisen yliopiston Rakennustekniikan osasto. Projektin ohjausryhmän puheenjohtajana toimi Pekka Harju-Autti (Ympäristöministeriö), sihteerinä Pentti Lahtinen (Ramboll Finland Oy) ja jäseninä olivat seuraavat henkilöt: Anna-Maija Pajukallio (Ympäristöministeriö), Markus Alapassi (Ympäristöministeriö), Anja Leinonen (Ympäristöministeriö), Ari Seppänen (Ympäristöministeriö), Aulis Nironen (Tiehallinto), Anders Jansson (Tiehallinto), Harto Rätty (Infrateknologiaohjelma), Tom Warras (Tekes), Hilikka Leino-Forsman (Teknologiateollisuus ry) ja Aarno Valkeisenmäki (Tieliikelaitos).

Projektin työryhmän vastuullisena johtajana toimi Pentti Lahtinen (Ramboll Finland Oy) ja jäseninä seuraavat henkilöt: Pauli Kolisoja (TTY), Pirjo Kuula-Väisänen (TTY), Minna Leppänen (TTY), Harri Jyrävä (Ramboll Finland Oy), Aino Maijala (Ramboll Finland Oy) ja Marjo Ronkainen (Ramboll Finland Oy).

Pekka Jalkanen  
Ylijohtaja  
Ympäristöministeriö



# Sisältö

<b>Alkusanat</b> .....	<b>3</b>
<b>Sisällysluettelo</b> .....	<b>5</b>
<b>Esiselvityksessä käytettyjä käsitteitä</b> .....	<b>8</b>
<b>1 Johdanto</b> .....	<b>10</b>
<b>2 Materiaalien käytön nykytila ja tulevaisuuden näkymät</b> .....	<b>12</b>
2.1 Infrarakentamisen tulevaisuuden näkymät .....	12
2.2 Rakennustuotteiden CE-merkintä ja tyyppihyväksyntä .....	12
2.3 Infrarakentamisen materiaalien laatu ja käyttö .....	14
2.3.1 Jalostetut ja jalostamattomat maa- ja kiviainekset .....	15
2.3.2 Ylijäämämaat .....	17
2.3.3 Teollisuuden sivutuotteet .....	18
2.3.4 Vanhojen maarakenteiden materiaalit .....	20
2.3.5 Pilaantuneet maat .....	21
2.4 Keskusteluissa ja kyselyssä ilmenneitä yleisiä kehittämistarpeita .....	24
<b>3 Materiaalitekniikka</b> .....	<b>25</b>
3.1 UUMA-materiaalien hyödyntämisprosessi .....	25
3.2 Logistiikka .....	27
3.2.1 Ylijäämämaat .....	27
3.2.2 Teollisuuden sivutuotteet .....	28
3.2.3 Vanhojen maarakenteiden materiaalit .....	29
3.2.4 Pilaantuneet maat .....	29
3.2.5 Kehitystarpeet .....	30
3.3 Jalostus .....	30
3.3.1 Ylijäämämaat .....	31
3.3.2 Teollisuuden sivutuotteet .....	32
3.3.3 Vanhojen maarakenteiden materiaalit .....	32
3.3.4 Pilaantuneet maat .....	33
3.3.5 Kehittämistarpeita .....	33
3.4 Suunnittelu ja mitoitus .....	33
3.4.1 Ylijäämämaat .....	34
3.4.2 Teollisuuden sivutuotteet .....	35
3.4.3 Vanhojen maarakenteiden materiaalit .....	35
3.4.4 Pilaantuneet maat .....	35
3.4.5 Kehitystarpeita .....	36
3.5 Rakentaminen .....	36
3.5.1 Ylijäämämaat .....	37
3.5.2 Teollisuuden sivutuotteet .....	37
3.5.3 Vanhojen maarakenteiden materiaalit .....	38

3.5.4	Pilaantuneet maat .....	38
3.5.5	Kehitystarpeita .....	38
3.6	<b>Käytön aikaiset toimenpiteet .....</b>	<b>38</b>
3.6.1	Ylijäämämaat .....	39
3.6.2	Teollisuuden sivutuotteet .....	39
3.6.3	Vanhon maarakenteiden materiaalit .....	39
3.6.4	Pilaantuneet maat .....	40
3.6.5	Kehitystarpeita .....	40
<b>4</b>	<b><i>Ympäristöominaisuudet .....</i></b>	<b>41</b>
4.1	Johdanto .....	41
4.2	UUMA-materiaalien käytön ympäristöllisiä ongelmakohtia .....	41
4.3	Todentamismenetelmät .....	43
4.3.1	Menettelytavat .....	43
4.3.2	Ympäristökuormituksen laboratoriotutkimukset .....	43
4.3.3	Kriteerit .....	44
4.4	Kehitystarpeita .....	47
<b>5</b>	<b><i>Lainsäädäntö ja UUMA-materiaalien hyväksyttävyys .....</i></b>	<b>48</b>
5.1	Nykyistä lainsäädäntöä ja viranomaisohjeita .....	48
5.2	Jätteen, kemikaalin ja tuotteen määritelmä .....	49
5.3	Ympäristölupavelvollisuus ja sitä koskevat poikkeukset .....	50
5.3.1	Vastuut ja veloitteet .....	51
5.3.2	Valmisteilla olevia säädöksiä .....	51
5.4	EU-lainsäädäntö .....	52
5.5	Kehitystarpeita .....	53
<b>6</b>	<b><i>Koekohteet .....</i></b>	<b>55</b>
6.1	Yleisesti .....	55
6.1.1	Yhteenveto koekohteista .....	55
6.2	Koerakentaminen UUMA-materiaaliryhmittäin .....	57
6.2.1	Ylijäämämaat .....	57
6.2.2	Teollisuuden sivutuotteet .....	57
6.2.3	Vanhon maarakenteiden materiaalit .....	58
6.2.4	Pilaantuneet maat .....	58
6.3	Kehitystarpeet .....	59
6.3.1	Vanhon koerakennuskohteiden kartoitus ja jatkotutkimukset .....	59
6.3.2	Uudet pilottikohteet .....	59
<b>7</b>	<b><i>UUMA-rakentamisen tiedontarpeet ja hankintamenettelyt .....</i></b>	<b>60</b>
7.1	Johdanto .....	60
7.2	Tiedon keruu, dokumentointi ja jakaminen .....	60
7.2.1	Tiedon tarve .....	60
7.2.2	Ohjeistukset .....	63
7.2.3	Tietokannat .....	63
7.2.4	Kehitystarpeet .....	64
7.3	UUMA-materiaalien käyttöä tukevat hankintamenettelyt .....	64
7.4	Elinkaariarviointi .....	66
<b>8</b>	<b><i>Esiselvityksen yhteenveto .....</i></b>	<b>69</b>

**Tietolähteitä ..... 74**

**Liitteet ..... 76**

1. Internet-kyselyn yhteenveto (1.1) ja tuloksia (1.2)
2. Sivutuotteiden alueellinen jakautuminen Suomessa
3. UUMA-materiaalien hyötykäyttö
4. UUMA-materiaalien alueellinen saatavuus (kartta)
5. UUMA-materiaalit/käytön vaiheet -matriisi

# Esiselvityksessä käytettyjä käsitteitä

.....

<b>EOW</b>	End of waste. EU:ssa käynnissä olevaan jätepuitedirektiivin tarkistukseen sisältynevät kriteerit menettelylle, jonka mukaan voidaan määrittää, milloin ”jäte lakkaa olemasta jäte”.
<b>Hankintamenettely</b>	Infrahankekohtainen menettelytapa, jota tilaaja / rakennuttaja käyttää tehdessään hankkeessa tarvittavia tehtäviä ja palveluja koskevia sopimuksia. Laajimpia hankintamenettelyjä edustavat laajennetut suunnittelu-rakenna-ylläpidä -hankintamallit eli elinkaarivastuun sisältävät hankinnat. Infrahankkeen kilpailuttamisen yhteydessä tilaaja voi määrittää yksityiskohtaisesti hankesuunnitelman ja sen eri osille asetetut laatuvaatimukset tai antaa yleissuunnitelman lisäksi hankkeen tuote- ja rakenneosien toiminnalliset vaatimukset tai tavoitteet.
<b>Infrarakentaminen</b>	Yhteiskuntaa palvelevan infrastruktuurin, kuten liikenneväylien, kuten teiden ja katujen, rautateiden, vesiväylien ja lentokenttien, sekä muiden ympäristö- ja maarakenteiden, kuten kaatopaikkojen, puisto- ja urheilualueiden ja kiinteistöjen piha-alueiden rakentaminen ja kunnossapito.
<b>Pilaantuneet maat</b>	Yhdyskuntien ja teollisuuden toimintojen pilaamia maa-aineksia. Maaperää pidetään pilaantuneena, jos sen sisältämien haitallisten aineiden pitoisuudet ovat niin suuria, että ne aiheuttavat vaaraa tai haittaa ihmisten terveydelle tai ympäristölle. Tällä hetkellä pilaantuneisuuden arvioinnissa käytetään yleisesti ympäristöministeriön muistiossa 5/1994 esitettyjä ns. SAMASE- ohje- ja raja-arvoja. Maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnista on valmistumassa valtioneuvoston asetus (ns. PIMA-asetus), jossa esitetään mm. uudet ohje- ja raja-arvot. Kaietetut pilaantuneet maat ovat jätteitä, joihin sovelletaan jätelainsäädäntöä. UUMA-raporttien yhteydessä pilaantuneisiin maihin lue taan myös haitta-aineita sisältävät ruoppausmassat (ks. sedimentit).
<b>Sedimentit</b>	Vesistöjen pohjalle kerrostunutta, yleensä humuspitoista savi- ja liejuainesta. Sedimentit voivat sisältää myös haitta-aineita. Ruopattujen sedimenttien l. <b>ruoppausmassojen</b> läjittämismahdollisuudet veteen tai maalle perustuvat mm. niiden haitta-ainepitoisuuksiin. (fysikaalisilla tekijöillä on myös merkitystä). Läjitettävien ruoppausmassojen laatuvaatimukset on esitetty ympäristöministeriön



ön julkaisemassa Sedimenttien ruoppaus- ja läjitysohjeessa (Ympäristöopas 117).

<b>Teollisuuden sivutuote</b>	Varsinaisen tuotantotoiminnan ohessa syntyvä materiaali, joka soveltuu hyötykäytettäväksi maarakenteissa sellaisenaan tai prosessoituna. Tällaisia sivutuotteita muodostuu mm. metsä-, metalli-, kaivannais-, kemian ja rakennusteollisuuden prosesseissa, energian tuotannossa sekä rakentamisen yhteydessä.
<b>Tuote ja tuotteistaminen</b>	Tuote on nimenomaisesti tuotettu ja yleisesti käyttöön hyväksytty aine, esine tai palvelu, jolle on olemassa markkinat ja määritettävissä tuoteseloste sekä valmistusprosessi. Tuotteistaminen tarkoittaa prosessia, jossa tuote kehitetään, hyväksytetään sekä markkinoidaan.
<b>UUMA</b>	Infrarakentamisen uusi materiaalitekniologia
<b>UUMA-materiaalit</b>	Sellaiset ylijäämämaat, teollisuuden sivutuotteet, pilaantuneet maat ja vanhojen maarakenteiden materiaalit, joita on mahdollista käyttää maarakentamisessa joko sellaisenaan tai komponentteina korvaamaan neitseellisten kiviainesten käyttöä maarakentamisessa
<b>UUMA-rakenteet</b>	Maarakentamisen rakennesovellutuksia, joissa käytetään UUMA-materiaaleja
<b>UUMA-rakentaminen</b>	Maarakentamistyö, jossa käytetään UUMA-materiaaleja
<b>UUMA-teknologia</b>	UUMA-rakentamisessa sovellettavat prosessit ja käytettävät työmenetelmät, laitteet ja koneet sekä niiden kehittäminen
<b>Vanhojen maarakenteiden materiaalit</b>	Infrarakenteita, kuten teitä, katuja ja kenttiä kunnostettaessa ja korjattaessa muodostuvat maarakennemateriaalit
<b>Ylijäämämaat</b>	Erlaisia infrarakentamisessa muodostuneita ja nykyisin useimmiten käytöstä poistettuja ja läjitettyjä massoja, kuten savet, siltit, humus- ja turvemaat, hieno hiekka, moreeni ja ylijäämäkiviainekset esimerkiksi kaivannais-teollisuudesta. Ylijäämämaihin luetaan myös puhtaaksi maa-aineksi luokiteltavissa olevat ruoppausmassat.
<b>Ympäristökelpoinen</b>	Infrarakentamisen kohteessa käytettävä materiaali ja rakenne eivät lisää ympäristökuormitusta kohteen elinkaaren aikana, ts. ovat kohteen ympäristön, ihmisten terveyden ja ekologiselta kannalta turvallisia.
<b>Yritykset</b>	Teollisuuden sivutuotteiden tuottajat, rakennusmateriaalien valmistajat, UUMA-materiaalien jalostajat, laite- ja konevalmistajat, urakoitsijat

## Johdanto

Yhteiskuntamme kestävä kehitys edellyttää selkeitä tavoitteita, taloudellista ohjausta ja säästöksiä sekä kansallisella että kansainvälisellä tasolla. Kestävä kehitys edellyttää mm. jätteiden vähentämistä ja kierrätystä, luonnonvarojen säästöä ja korkealaatuisen infrastruktuurin kehittämistä mahdollisimman vähäisellä uusiutumattomien luonnonvarojen kulutuksella. Paljonko ja minkä laatuista kiviainesta tullaan tarvitsemaan maanrakentamisessa pitkällä aikavälillä? Onko tarvittavia määriä saatavissa kohtuulliselta etäisyydeltä rakennuskohteista ja kohtuulliseen hintaan? Onko näille kiviaineksille olemassa vaihtoehtoja?

Vilkasliikenteisten teiden päällysrakenteisiin vaaditaan yhä kestävämpiä kiviaineita, jolloin mm. kalliokiviainesten laatuvaatimukset kasvavat ja niiden hinta käyttökohteissa nousee. Nykyisen käsityksen mukaan kannattaa sellaisiin kohteisiin, joissa tarvitaan parhaita kiviaineita, maksaa kiviaineksesta enemmän ja kuljettaa niitä pitkänkin matkan päästä, koska kiviaineksen lisäkustannukset ovat pienempiä kuin päällysteen kestoian ansiosta saatavat kunnossapidon säästöt. Suurten asutuskeskusten läheisyydessä kiviainesten käyttö on suurinta ja käytettävissä olevat ottopaikat vähentyneet, jolloin kuljetusmatkojen piteneminen nostaa hintoja. Lisäksi tiukentuneiden ympäristönsuojeluvaihtoehtojen vuoksi ei käyttöön saada kaikkiin kiviaineesiintymiin tarvittavia lupia. Tämä antaa muille vaihtoehdoille kilpailumahdollisuuksia. Samalla kasvaa kiviaineita korvaavien materiaalien käyttö.

Nykyisin jätteiksi luokitellut materiaalit kuten ylijäämämassat, pilaantuneet maa-ainekset, vanhojen maarakenteiden materiaalit ja teollisuuden sivutuotteet edustavat mittavaa materiaalivarantoa, joka suurelta osin soveltuu tavanomaisia kiviaineita korvaaviksi vaihtoehtoisiksi monentyppisissä maanrakennuskohteissa. Edellä mainittujen infrarakentamisen uutta materiaalitekniologiaa edustavien eli UUMA-materiaalien käyttöönotto edellyttää vielä paljon lisätietoa ja ohjeistusta ja täten monipuolista tutkimus- ja kehitystyötä. Tekesin Ympäristögeotekniikkaohjelma (1994...1999) sekä Infra-ohjelma ovat tuottaneet paljon tietoa uusista infrarakentamisen tuotteista ja menetelmistä, joiden perusteella on hyvä jatkaa kohti käytännön tasoa. Esiselvityksen ja siitä syntyneen raportin tavoitteena on tuoda keskeistä tietoa ja näkökulmia UUMA-materiaalien käyttömahdollisuuksien nykytilaan ja keskeisiin kehitystarpeisiin, ja olla taustamateriaalina UUMA-kehitysohjelmalle.

Esiselvitystyö on tehty seuraavan tehtäväsivuston mukaisesti

1. Infrarakentamisen tulevaisuuden näkymät. Tällöin on tarkasteltu infrarakentamisen kehittymistä, materiaalien käyttöä ja tulevaa tarvetta, luonnon kiviaineksen säästömahdollisuuksia sekä elinkaarivastuun kysymyksiä.
2. Materiaalitekniikka. Esiselvityksessä tarkastellaan eri UUMA-materiaaliryhmien materiaalitekniikan nykytilaa, kehittämispotentiaalia ja kehittämisen pullonkauloja sekä haasteita maarakennuskäytön näkökulmasta.
3. Ympäristöominaisuudet: UUMA-materiaalien ympäristöhyväksyttävyyden kannalta on tarkasteltu erityisesti teknisten pitkäaikais- ja ympäristöominaisuuksien todentamistekniikkoja sekä niihin liittyviä kehitystarpeita, materiaalien käytön ympäristöllisiä ongelmakohtia ja niihin liittyviä lisätutkimus-

tarpeita sekä lainsäädäntöä ja materiaalien tuotteistamisen mahdollisuuksia Tämä osa esiselvitystyötä on nähty hyvin tärkeänä kokonaisuutena uusio- materiaalien maarakennuskäytön tulevaisuuden kannalta.

4. Koekohteet: UUMA-materiaaleja, erityisesti teollisuuden sivutuotteita, on käytetty monissa kymmenissä koekohteissa, pelkästään Suomessa varsin systemaattisesti jo 1980-luvulta alkaen. Esiselvityksen aikana on kerätty tietoa siitä, minkälaisia kohteita on rakennettu ja millaista seurantaa niissä on toteutettu.
5. Uusiomaarakentamisen sidosryhmät: Ilman taloudellista kilpailukykyä ei myöskään UUMA-materiaalien maarakennuskäytöllä ole mahdollisuuksia. Elinkaarivastuun ja teknisten ratkaisujen valinnan siirtyminen rakentajille ei välttämättä edistä UUMA-materiaalien käyttöä, vaan tyydytäänkin riskien välttämiseksi ”perinteisiin” varmoihin ratkaisuihin. Tehtävässä on määritetty näiden eri sidosryhmien tarpeita, rooleja ja tehtäviä UUMA-rakentamisen kehittämisessä ja käyttöönotossa. Tämän tehtävän osalta ovat nousseet esille uudet hankintamenettelyt sekä tarve selvittää rakentamishankkeiden elinkaarenaikaiset vaikutukset.
6. Suunnitelma kehitysohjelmaksi on tehty esiselvitystyön yhteydessä ja koottu erilliseksi muistioksi ”Ehdotus UUMA-kehitysohjelmaksi”

Esiselvitys on toteutettu haastattelujen, internet-kyselyn ja julkaisu-aineiston avulla. Tärkeitä tietolähteitä ovat kotimaassa lukuisat asiantuntijat ja organisaatiot kuten korkeakoulut, VTT, Tiehallinto, kuntaliitto, ympäristöviranomaiset, urakoitsijat ja alan järjestöt. Lisäksi on otettu huomioon meneillään ja suunnitella olevat kehitysprojektit, esimerkiksi Tekesin Infra 2010.

# 2

## **Materiaalien käytön nykytila ja tulevaisuuden näkymät**

### **2.1 Infrarakentamisen tulevaisuuden näkymät**

Maa- ja vesirakentamisen kasvuennusteissa vuonna 2004 toteutuneen noin 6 % kasvun ennustetaan hidastuvan hieman vuonna 2006. Keskipitkällä aikavälillä maa- ja vesi rakentamisen kasvuennuste on maltillinen, eli lievää kasvua tapahtuu edelleenkin. Suuret infrahankkeet tukevat yritysten tuotannollisten investointien laajenemista vuoden 2005 jälkeenkin. Liike- ja asuntorakentamisen vilkastuminen kasvukeskuksissa tukee maa- ja vesirakennustoimintaa. (Tiehallinto, Tulevaisuuden näkymiä 1/2005)

VTT:n julkaisemassa Maa-vesirakennusalan näkymiä raportissa todetaan, että vuoden 2004 MVR-tuotannon kasvun ennustetaan olevan 2,5 % ja vuonna 2005 investointien kasvun ennakoitaan supistuvan. Vuosien 2006 ja 2007 aikana infrainvestointien ennakoitaan edelleen supistuvan. Infrarakentamisen arvo Suomessa vuonna 2004 oli yhteensä 4,1 mrd. • Jos tarkastellaan infrarakentamisen arvoa pidemmällä aikavälillä, voidaan todeta, että vuoden 1995 jälkeen tapahtunut kasvu on noin 0,5 mrd. • suuruinen. Maa- ja vesirakentamisen osuus koko rakennustuotannon arvosta on noin 20 %.

Koko infra-alan kehittymisen ennustaminen 20 vuoden aikajänteellä on lähes mahdoton tehtävä. Muun muassa ilmastomuutokseen sopeutuminen saattaa muuttaa mitoituskriteereitä jo muutaman kymmenen vuoden aikana. Maa- ja vesirakentaminen tulee kuitenkin aina olemaan oleellinen osa rakentamista eikä käytettyjen materiaalmäärien voi odottaa merkittävästi supistuvan nykyisen kaltaisen rakentamisen ja kunnossapidon jatkuessa.

Infrarakentamisen tulevaisuuden näkymiä voidaan tarkastella muun muassa hankintamenettelyjen kehittymisen näkökulmasta. Elinkaarivastuun ja teknisten ratkaisujen valinnan siirtyminen rakentajille ei välttämättä edistä uusiomateriaalien käyttöä vaan tyydytään perinteisiin, varmoihin ratkaisuihin. Uusiomateriaalien käytön lisääntymiseen suhtaudutaan internet-kyselyn perusteella positiivisesti, mutta käyttöedellytykset eivät parane ainoastaan asenteilla, vaan siihen tarvitaan kaikkien hankeosapuolien ja viranomaisten tietotaidon lisääntymistä.

### **2.2 Rakennustuotteiden CE-merkintä ja tyyppihyväksyntä**

Rakennustuotteiden CE-merkinnän ja kansallisen tuotehyväksyntää koskevat lainsäädännön taustalla on vuonna 1988 hyväksytty Rakennustuotedirektiivi (89/106/ETY). Direktiivi koskee talonrakentamista, maa- ja vesirakentamista sekä sillanrakentamista. Direktiivin soveltamisalaan kuuluvat kaikki rakennustuotteet, joita valmistetaan käytettäväksi pysyvinä osina em. rakennuskohteissa. Rakennustuotedirektiivi on Suomessa saatettu voimaan maankäyttö- ja rakennuslain (132/1999) säädöksillä sekä rakennustuotteiden hyväksynnästä annetulla lailla (230/2003) ja siihen liittyvällä ympäristöministeriön asetuksella (1245/2003). Rakentamiselle asetettavat vaatimukset ja rakennusta koskevat olennaiset tekniset vaatimukset on esitetty maankäyttö- ja rakennuslaissa ja -asetuksessa

(MKL 132/1999 117 §, MRA 895/1999 50 §). Maankäyttö- ja rakennuslakiin sisältyy myös rakennustuotteen ominaisuuksia, CE-merkintää ja tyyppihyväksyntää koskevat perussäännökset. Rakennustuotteiden hyväksynnästä annetussa laissa säädetään rakentamisen viranomaisohjauksessa käytettävistä rakennustuotteiden hyväksyntämenetelmistä. Myös kantavia rakenteita koskevassa Rakentamismääräyskokoelman osassa B2 on esitetty CE-merkintää ja vaatimustenmukaisuuden osoittamisen menettelyä koskevia säädöksiä.

Tuotehyväksynnän tarkoituksena on rakennustuotteen käyttökelpoisuuden todentaminen eli vaatimustenmukaisuuden osoittaminen aiottuun käyttötarkoitukseen. Vaatimuksenmukaisuus voidaan osoittaa rakennustuotteen CE-merkinnällä tai tyyppihyväksynnällä. Muita Suomessa käytettäviä tapoja ovat varmennettu käyttöseloste ja rakennuspaikkakohtaisen ohjeet. CE-merkinnän merkitys on voimistumassa myös infrarakentamisessa käytettävien rakennustuotteiden hyväksymismenettelyissä kansallisten viranomaispäätösten perusteella. Liikenne- ja viestintäministeriön työryhmän selvityksen 22/2004 mukaan ehdotetaan CE-merkintäjärjestelmän ulottamista väylien rakentamisessa käytettäviin tuotteisiin ja tämän mahdollistamiseksi tehtävää lain tasolla annettavaa sääntelyä. Rakennustuotteiden CE-merkintää on käsitelty laajasti Ympäristöoppaassa 95/2004.

CE-merkintä on mahdollinen, jos tuoteryhmälle on olemassa harmonisoitu tuotestandardi (hEN) tai tuotteelle on myönnetty eurooppalainen tekninen hyväksyntä (ETA). Kiviaineksille on vahvistettu Eurooppalaiset harmonisoidut tuotestandardit, joiden perusteella CE-merkintä on ollut mahdollista jo 1.6.2004 alkaen. Kiviaineksen tuotestandardit koskevat luonnonkiviainesta, keinokiviainesta ja uusiokiviainesta. **Luonnonkiviaines** on mineraalinen kiviaines, jonka valmistuksessa on käytetty vain mekaanisia menetelmiä esimerkiksi kallio- tai soramurske. **Uusiokiviaines** on kiviaines, joka on valmistettu aikaisemmin rakentamisessa käytetystä epäorgaanisesta materiaalista kuten esimerkiksi betoni- tai tiilimurske. **Keinokiviaines** on mineraalisesta materiaalista lämpökäsittelemällä tai muulla tavalla muunnettu teollisesti valmistettu kiviaines kuten esimerkiksi erilaiset kuonat. Eurooppalaiset tuotestandardit on esitetty taulukossa 2-1.

#### Taulukko 2-1. Kiviaineksen eurooppalaiset tuotestandardit

SFS-EN 12620	Betonikiviainekset
SFS-EN 13043	Kiviainekset teiden, lentokenttien ja muiden liikennöityjen alueiden asfalttimassoihin ja pintauksiin
SFS-EN 13055-1	Kevytkiviainekset – Osa 1: Betonin, laastin ja juotoslaastin kevytkiviainekset
EN 13055-2	Kevytkiviainekset – Osa 2: Kevytkiviainekset asfalttimassoihin ja pintauksiin sekä sitomattomiin ja sidottuihin käyttötarkoituksiin
SFS-EN 13139	Laastikiviainekset
SFS-EN 13242	Kiviainekset sitomattomiin ja hydraulisesti sidottuihin materiaaleihin maa- ja vesirakentamisessa sekä tierakenteissa
SFS-EN 13450	Raidesepelikiviainekset
SFS-EN 13383-1	Suojakivet – Osa 1: Vaatimukset
SFS-EN 13383-2	Suojakivet – Osa 2: Testausmenetelmät *)

\*) Standardi ei ole harmonisoitu

Infrarakentamisessa tullaan käyttämään lähes kaikkia tuotestandardeja, ainoastaan laastia koskevat standardit eivät varsinaisesti liity maa- ja vesirakentamisen tuotteisiin. Tosin myöskään suojakivistandardien osalta ei Suomessa todennäköisesti tulla asettamaan tuotevaatimuksia.

Rakennustuotteen valmistaja voi kiinnittää tuotteeseen CE-merkin, jos tuote täyttää harmonisoidun tuotestandardin mukaisen kansallisen standardin tekniset vaatimukset tai jos tuotteelle on myönnetty eurooppalainen tekninen hyväksyntä. Suomessa vaadittavista kiviainesten ominaisuuksista on valmistumassa standardien kansalliset soveltamisohjeet. CE-merkinnän mukaisen vaatimustenmukaisuuden osoittamiseksi valitaan kansallisesti niin kutsuttu AC-luokka (Attestation of Conformity). Kiviainekselle voidaan valita joko luokka 2+ tai 4, oleellisena erona näiden kahden luokan välillä on se, että luokassa 2+ valmistajan on otettava ilmoitettu laitos tarkastamaan, hyväksymään ja valvomaan omaa tuotantoaan ja laadunvalvontajärjestelmäänsä. AC-luokassa 4 valmistaja voi kiinnittää CE-merkinnän ilman ilmoitetun laitoksen valvontaa. Suomessa rakennustuotteita koskevia AC-luokka päätöksiä on RakMk B2:ssa. Tiehallinto on valmistelemassa omaa AC-luokka päätöstään ja raideseppelin AC-luokka Suomessa on 2+. Kaikkien ominaisuuksien ilmoitettujen arvojen tai luokkien osalta vastuu on aina tuotteen valmistajalla. Suomessa CE-merkintöjä valvovana markkinavalvontaviranomaisena toimii Turvatekniikan keskus (TUKES).

Jos tarkastellaan kiviaineksen tuotestandardeja uusio- ja keinokiviainesten osalta voidaan todeta esimerkiksi, että niitä koskevat samat rakeisuusvaatimukset kuin luonnonkiviainestakin. Myös muiden ominaisuuksien osalta uusio- ja keinokiviainesten tulee olla standardien vaatimukset täyttäviä. Lisäksi esimerkiksi kuonille asetetaan muutamia lisävaatimuksia esimerkiksi tilavuuden pysyvyyden suhteen. Erityisen tärkeä asia uusio- ja keinokiviainesten osalta on vaarallisten aineiden tunnistaminen ja raja-arvojen asettaminen eurooppalaisen ja kansallisen lainsäädännön mukaisesti; standardeissa todetaan, että näitä säädöksiä on noudatettava aina, kun niitä on. Standardit nimeävät vaarallisiksi aineiksi muun muassa liukenevat raskasmetallit, polyaromaattiset hiilivedyt ja radioaktiivisuuden. Käytännössä tuotteen valmistajan pitää CE-merkissään ilmoittaa käyttökohteelle asetettu kynnsarvo ja esimerkiksi vapautuva ainemäärä.

CE-merkittyjä luonnonkiviaineita alkaa tulla markkinoille jo vuoden 2005 aikana ja CE-merkinnät tulevat lisääntymään sitä mukaa kun viranomaiset ja tuotteiden ostajat niitä osaavat vaatia. Eräänä merkittävänä haasteena uusio- ja keinokiviainesten CE-merkinnässä tulee varmasti olemaan vaarallisille aineille asetettujen kynnsarvojen määrittely.

Rakennustuotedirektiivin kolmas olennainen tekninen vaatimus on hygienia, terveys ja ympäristö (hygiene, health and environment). Sen mukaan rakennuskohde on suunniteltava ja rakennettava siten, että se ei ole uhkana asukkaiden tai naapurien hygienialle tai terveydelle. Kolmannen vaatimuksen osalta standardisointityö on vasta käynnistynyt. EU:n komissio on antanut toimeksianto CEN:lle haitallisiin aineisiin liittyvien tuotestandardien laatimiseksi. Tuotestandardien pohjana ovat yhtenäiset testausmenetelmästandardit. Mandaatin tarkastelukohteena ovat vaarallisten ja/tai haitallisten aineiden (esim. myrkylliset kaasut, vaaralliset hiukkaset tai kaasut, vaarallinen säteily) päästöt maahan, veteen ja ilmaan.

Betoni- ja kuonajätteen hyödyntämisestä on olemassa SFS-standardit (SFS 5904 ja SFS 5884). Kuonajätteen osalta ympäristökriteerit on esitetty esimerkintomaisesti standardin liitteessä eikä laadunvalvontaa ole kuvattu yksityiskohtaisesti. Betonijätettä koskevassa standardissa ympäristönäkökohdat on huomioitu yksityiskohtaisesti.

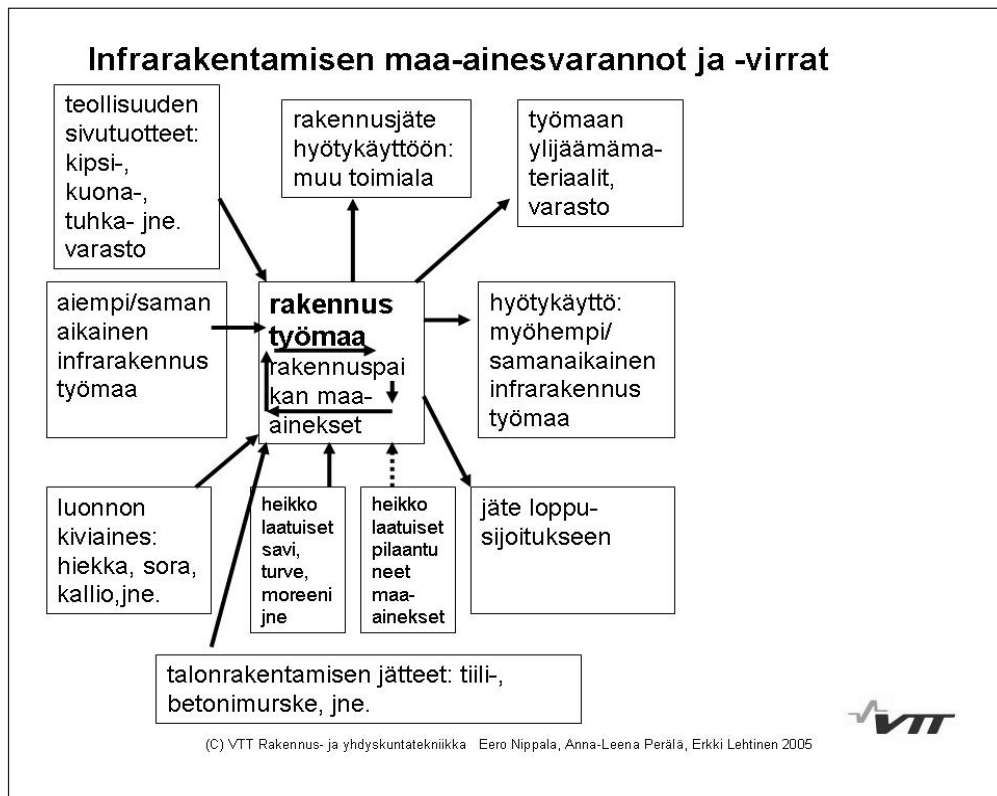
### **2.3 Infrarakentamisen materiaalien laatu ja käyttö**

Infrarakentamisen materiaalien kiertoa ja käyttöä voidaan kuvata esimerkiksi oheisen kuvan 2-1 mukaisesti. Infrarakentamisen materiaali- ja jätevirtoja on



selvitetty valtakunnallisesti VTT:n raportissa Perälä & Nippala, VTT Tiedotteita 1936, Espoo 1998. Raportin tiedot ovat osittain jo vanhentuneita ja ilmeinen tarve näiden varantojen ja virtojen selvittämiseen on olemassa sekä valtakunnallisesti että alueellisesti tarkasteltuna.

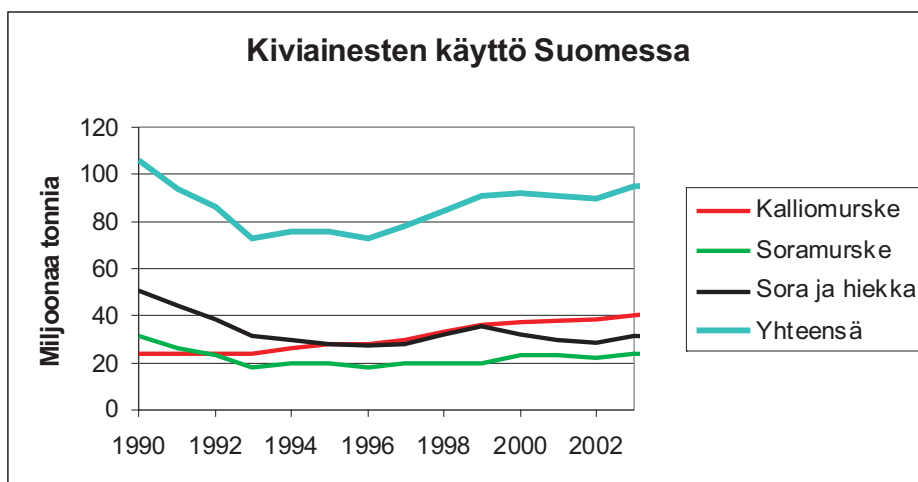
Infrarakentamisessa käytettävien materiaalien määrää ja laatua tarkastellaan tässä luvussa sekä luonnonkiviainesten että UUMA-materiaaleista saatujen käyttömäärien perusteella. Luonnonkiviaineksen käyttömääristä on saatavissa Suomen maarakentajien keskusliiton ja Suomen Ympäristökeskuksen tilastojen ansiosta hyvin tietoja, kun taas UUMA-materiaaleista saatavissa oleva tieto on kerätty useista eri lähteistä.



Kuva 2-1. Infrarakentamisen maa-ainesvarannot ja -virrat.

### 2.3.1 Jalostetut ja jalostamattomat maa- ja kiviainekset

Infrarakentamisessa käytetään vuosittain huomattava määrä luonnonmateriaaleja, toisin sanoen jalostettuja ja jalostamattomia maa- ja kiviaineita. Suomen Maarakentajien keskusliiton ja Suomen Ympäristökeskuksen keräämien tietojen perusteella voidaan esittää kuvan 2-2 mukainen jakautuma kiviainesten käyttömääristä. Kuvasta voidaan havaita, että sorapohjaisten tuotteiden määrä on noin puolet koko kiviainesten tuotannosta. Kalliomurskeiden määrä on kaksinkertaistunut kymmenen vuoden aikana. Vastaavasti sorapohjaisten tuotteiden määrässä on havaittavissa hidasta laskua. Kalliomurskeen ja soran käytön keskinäinen suhde vaihtelee Suomessa alueellisesti, esimerkiksi Itä- ja Pohjois-Suomessa soran ja soramurskeen osuus on yli 90 % koko käytetystä kiviainemäärästä. Vastaavasti Uudenmaan alueella kalliomurskeen osuus on suurempi kuin soran.



Kuva 2-2. Kiviainesten käyttö Suomessa 1990-2003. (SML ja Syke).

Kiviainesten käytön on arvioitu jakautuvan erilaisiin käyttökohteisiin taulukon 2-2 mukaisesti. Infrarakentamisen osuuden koko kiviaineksen käytöstä voidaan arvioida olevan 60...70 %, mikä tarkoittaisi vuoden 2004 tasolla mitattuna noin 60...70 milj. t.

**Taulukko 2-2. Arvio kiviaineksen käytön jakautumisesta eri sektoreille (SML).**

Käyttökohde	Osuus kiviaineksen käytöstä (%)	Määrä (milj. t)
Tien rakentaminen	40	38
Asfaltinvalmistus	10	9
Betoninvalmistus	12	11
Talonrakentaminen	25	24
Muut käyttökohteet	13	12

Edellä mainittujen materiaalien lisäksi Suomessa otettiin vuonna 2002 moreenia 1,2 milj. t sekä silttiä, liejua ja mutaa yhteensä noin 0,8 milj. t.

Luonnon kiviaineksen korvaaminen uusiutuotteilla oli eräs esiselvityshankkeen lähtökohdista. Kiviaineksen käyttökohteen tekniset ominaisuudet ja sijainti asettavat kuitenkin usein sellaisia reunaehtoja, ettei uusiomateriaalien hyödyntäminen ole mahdollista. Esimerkiksi asfalttikiviainesta korvaamaan on vaikea löytää muuta materiaalia kuin kiviainesta, joka toki voi olla valmistettu esimerkiksi luonnonkivituotannon sivukivistä.

Raportin liitteenä 4 on esitetty kuva, johon on koottu alueellisesti tuotetun kiviaineksen määrä ja syntyvien sivutuotteiden määrä niiltä osin kuin tieto oli saatavissa. Kuvaan on laskettu ainoastaan tonnimääriin perustuen kuinka paljon kiviaineksesta voitaisiin korvata uusiomateriaaleilla. Lukuarvot ovat joiltakin osin epärealistisia, koska todellinen mahdollisuus korvata kiviaineksiä 100 % esimerkiksi teollisuuden jätejakeilla ei luonnollisesti ole mahdollista esim. sopivan materiaalin saatavuuden takia. Kuvassa ei ole otettu huomioon ylijäämäitä tai vanhojen maarakenteiden materiaaleja, koska niiden määrää ei ole pystytty kattavasti selvittämään.

Väestön kasvun ennustetaan olevan positiivista Etelä-, Keski- ja Lounais-Suomessa sekä Pohjois-Pohjanmaalla, muiden alueiden väestön ennustetaan vähenevän seuraavan 15 vuoden aikana. Liikenteen kasvukertoimen ennustetaan kehittyvän vastaavalla tavalla. Näiden ennusteiden perusteella myös rakentamisen painopiste tulee olemaan niin talo- kuin infrarakentamisen osalta samoilla alueilla. Jos tarkastellaan edellä mainittujen alueiden kiviainesten tuo-



tantoa ja käyttöä, saadaan vuosittaiseksi määräksi yhteensä noin 54 milj. t, josta soraa on noin 39 milj. t. Nykyisillä maa-ainesten ottoluvilla edellä mainitun suuruinen vuosittainen ottomäärä on mahdollista vielä ainakin kymmenen vuoden ajan.

### 2.3.2 Ylijäämämaat

Ylijäämämaat ja vastaavat maa-ainekset ovat rakennuskohteesta poistettuja, rakentamiseen sellaisenaan kelpaamattomia massoja kuten savia, silttejä, humus- ja turvemaita, hienoa hiekkaa tai moreenia. Näihin sisältyvät myös puhtaat ruoppausmassat ja rakennuskohteesta poistettu kalliolouhe. Lisäksi tässä esiselvityksessä ylijäämämaihin lasketaan kiviainesten ja luonnonkiven tuotannossa syntyvät sivutuotteet, jotka ovat laadultaan muita ylijäämäkaita vastaavia puhtaita luonnonkiviaineksia.

Ylijäämämaiden käyttö on ensisijaisesti aina alueellisesti ratkaistava asia. Rakentamistoiminnassa syntyvien ylijäämämaa-ainesten määrien alueelliseen yksityiskohtaiseen tarkasteluun ei tämän esiselvityksen aikana ole ollut resursseja. Määrät riippuvat rakentamisen volyyymista ja alueen maaperäolosuhteista.

Uudenmaan alueella (Finnlund 2004) on rakennustoiminnan vilkastuessa lisääntynyt maankaatopaikoille toimitettavan ylijäämämaan määrä lähes kolminkertaistunut vuoden 1997 1,4 miljoonasta tonnista vuoden 2001 4,1 miljoonaa tonniin. Ylijäämäkaita käytetään paikallisesti vaihtelevia määriä kulloisenkin rakentamisen määrästä riippuen. Uudenmaan alueella ylijäämämaat ovat tyypillisesti savia. Toisena esimerkkinä Tampereen kaupungin alueella syntyy rakentamisessa puhtaita ylijäämämaa-aineksia 250 000 - 300 000 kuutiometriä vuodessa. Tällä hetkellä käytettävissä olevien maanvastaanottoalueet täyttyvät 1 - 2 vuoden aikana. Tampereella on käynnissä ympäristövaikutusten arviointi uusien maanvastaanotto- ja jatkojalostusalueiden löytämiseksi.

Rakentamisprojektien aikana syntyvät ylijäämämaat sijoitetaan nykyisin pääasiassa kunnallisille maankaatopaikoille tai hankekohtaisille läjitysalueille. Jonkin verran niitä hyödynnetään meluvalleissa ja muissa maisemointitäytöissä. Pienimuotoista hyödyntämistä tapahtuu usein urakoitsijan eri työmaiden välillä massatarpeen mukaisesti. Osa ylijäämäkaista hyödynnetään sekundäärisissä kohteissa, jolloin laskennallinen kierrätyksen osuus on lähes 60 %. Joissakin kunnissa on käynnistetty ns. maapankki-toimintaa, jonka avulla on pyritty edistämään massatasapainoa eri rakennushankkeiden välillä ja mahdollisesti jopa jalostamaan massoja hyötykäytön lisäämiseksi. Aikaisemmin ylijäämäkaita sijoitettiin paljon kaatopaikoille ja käytettiin jätteen peitemateriaalina, mutta nykyinen jäteverolainsäädäntö ohjaa pitämään puhtaat maat jätetäytön ulkopuolella. Ylijäämäkaita käytetään edelleenkin kaatopaikka-alueen rakenteissa, ja niitä on käytetty merkittäviä määriä vanhojen kaatopaikkojen sulkemisarakeissa esipeitto- ja pintakerroksessa. Kaatopaikkarakentamisen osalta tuleva käyttö pysynee suunnilleen samalla tasolla, sillä vaikka suljettavien kaatopaikkojen lukumäärä pienenee, kohteiden pinta-ala kasvaa ja myös vaatimukset ja sitä kautta rakennepaksumat kasvavat.

Haastattelujen perusteella voitiin todeta, että ylijäämämassojen sijoittamista ei riittävästi huomioida rakennushankkeissa. Esimerkiksi elinkaaritarkasteluissa ylijäämämassat ja niiden kuljettaminen ja loppusijoittaminen tulisi ottaa huomioon. Eräässä alueellisessa esimerkkilaskelmassa tulevan viiden vuoden aikana käynnistyvissä rakennushankkeissa syntyy kiviaineksia 8,4 milj. t ja muita maa-aineksia 5,7 milj. t, eli yhteensä 14 milj. t. Esimerkkialueella tuotetaan ja käytetään kiviaineksia noin 2,1 milj. t vuodessa. Syntyvistä ylijäämäkiviaineksista varmasti ainakin osa voitaisiin hyödyntää jopa vaativissa rakennuskohteissa ja näin vähentää esimerkiksi soranottoa.

Luonnonkivituotannossa syntyy vuosittain sivukiveä 70-90 % tuotannon määrästä. Luonnonkiven tuotantomäärä on keskimäärin 700 000 t vuodessa, joten sivukiven määrä on keskimäärin noin 550 000 t/a. Sivukivi on samaa materiaalia kuin itse tuote. Luonnonkivituotannon sivukivi soveltuu muun muassa murskeen raaka-aineeksi. Luonnonkivituotannon ympäristövaikutuksia on selvitetty muun muassa KIVI-teknologiaohjelman tutkimusjulkaisuissa (Aatos 2003). Lisäksi luonnonkivituotannon sivukivien soveltuvuutta esimerkiksi asfaltin kiviainekseksi on tutkittu (Vuorinen 2000). Luonnonkivituotannon sivukivi on tulevaisuudessa alueellisesti potentiaalinen kiviainestuotteiden raaka-aine.

Kiviainesten tuotannon aikana syntyy sivutuotteena nk. kivituhkaa vaihtelevia määriä raaka-aineen ja tuotettavan kiviaineksen laadusta riippuen. Kivituhkaa käytetään muun muassa viherrakentamisessa. Kivituhka on kuitenkin laadullisesti määrittelemätön tuote, jonka käyttökohteiden selvittäminen ja tuoteistaminen on eräs tulevaisuuden haasteista.

Alla olevassa taulukossa on havainnollistettu arvioita materiaalien käytön nykytilasta ja kehittämismahdollisuuksista eri väreillä. Vihreä väri kuvaa kehitys- ja käyttömahdollisuuksia ja punainen vähäistä käyttöä tai vähäisiä kehittämismahdollisuuksia.

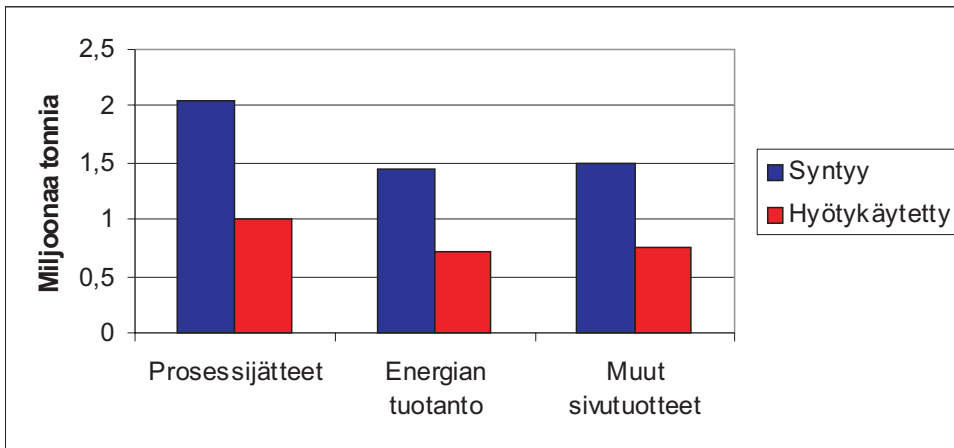
**Taulukko 2-3 Ylijäämämaiden hyötykäytön nykytila ja kehittämismahdollisuudet.**

ryhmä	materiaali	nykykäyttö	potentiaali
ylijäämämaat	Savi	red	green
	Siltti	red	yellow
	Hieno hiekka	yellow	green
	Moreeni	yellow	green
	Pintamaat/humusmaa	yellow	green
	Kallioulouhe	yellow	green
	Ruoppausmassat	yellow	green
	Kivituhka	yellow	green
	Luonnonkivituotannon sivukivi	yellow	green
	Kaivosten sivukivet	red	green
vähän tai ei ollenkaan hyötykäyttöä / hyötykäyttö määrän merkittävä kasvattaminen vaikeaa			
jonkin verran hyötykäyttöä / käyttö määrän selvä kasvattaminen mahdollista			
paljon hyötykäyttöä / hyötykäytön kasvattamisen kannalta erittäin potentiaalisia			

Ylijäämämaiden järkevä sijoittaminen ja käyttö vaativat paikallista ja alueellista selvitystyötä ja eri viranomaistahojen ja rakentajien yhteistyötä. Pienissä kohteissa toiminta voi onnistua pelkästään työn hoitavan urakoitsijan toimesta, mutta laajempien kokonaisuuksien hallittu käsittely vaatii aina erillisen toimijan/koordinaattorin. Erityisesti tarvitaan maapankki-tyyppisiä varasto- ja jalostuspaikkoja ja tietoa niistä, jotta hyötykäyttö on mahdollista myös eri aikaan toteutuvissa hankkeissa. Syntyvien massojen laadun hallinta jo syntyvaiheessa ja sen yhteydessä tapahtuva lajittelu/luokittelu muodostavat toisen osa-alueen, joka vaatii kehityspanostusta.

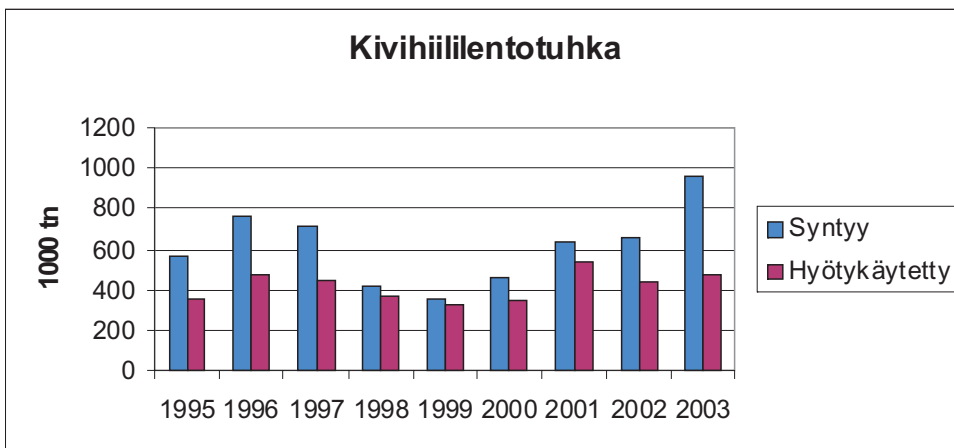
### 2.3.3 Teollisuuden sivutuotteet

Liitteisiin 2 ja 3 on koottu yksityiskohtaisia tietoja erilaisten teollisuuden sivutuotteiden hyötykäytöstä ja alueellisesta jakautumisesta. Kuvassa 2-3 on esitetty karkea jakautuma nykyisin syntyvistä ja käytetyistä sivutuotteista. Kuvassa ei ole huomioitu kaivannaisteollisuuden sivutuotteita.



Kuva 2-3. Teollisuuden sivutuotteiden muodostuminen ja hyötykäyttö Suomessa vuoden 2003 saatavissa olevan tilastotiedon perusteella.

Esimerkiksi kivihiilen poltossa syntyvän lentotuhkan hyötykäytöstä on saatavissa yksityiskohtaisempia, kuvan 2-3 mukaisia tilastotietoja. Kivihiilen polton jätteiden hyödyntämisyhteisö on ollut Uudenmaan alueella keskimäärin noin 76 %. Kivihiilen pohjatuuhka käytetään kokonaisuudessaan maarakennuksessa ja samoin merkittävä osa lentotuhka ja rikinpoistojätteestä. (Finnlund 2004).



Kuva 2-4. Kivihiillilentotuhkan hyötykäyttö 1995-2003.

Tarkasteltaessa luvussa 2.2.1 esitettyä väestön ja liikenteenkehityksen kasvualueita voidaan laskea näillä kehityksen painopistealueilla syntyvien sivutuotteiden kokonaismääräksi noin 3 milj. t, josta noin 1,7 milj. t on kaivos- ja luonnonkivi-teollisuuden sivukiveä ja muiden jättejakeiden osuudeksi jää noin 1,3 milj. t. Kiviaineksen nykyisen käyttömäärän ollessa yli 50 milj. t jää paikallisilla uusiomateriaaleilla korvattava potentiaali melko pieneksi. Toki esimerkiksi puhtaiden ylijäämämaa-ainesten riittävällä kartoituksella ja jatkojalostuksella päästään huomattavasti suurempiin korvaaviin määriin.

Metsäteollisuudessa syntyvien uuma-materiaalien (kuitusavi ja erilaiset tuhkat) hyötykäyttö on toteutettu esimerkiksi mallilla, jossa yksi yritys on vastannut vuodesta 1999 sivutuotteiden hyötykäytöstä ja kehittämisestä. Hyötykäyttötutkimuksista ja kokeiluista on päästy todellisen käytön asteelle, muun muassa kuitulietteen hyötykäyttömäärä oli vuonna 2003 yli 30-kertainen verrattaessa vuoteen 2000. Tulevaisuudessa hyötykäyttömahdollisuudet todennäköisesti lisääntyvät.

Metallurgisessa teollisuudessa syntyviä erilaisia kuonia on tutkittu jo 1970-luvulta lähtien ja niiden hyötykäyttö on tänä päivänä suurelta osin vakiintunutta. Kuonien hyödyntämisprosentti lähentelee jo joidenkin tuotteiden osalta 100%.

**Taulukko 2-4. Teollisuuden sivutuotteiden hyötykäytön nykytila ja kehittämismahdollisuudet.**

UUMA - materiaalit			
ryhmä	materiaali	nykykäyttö	potentiaali
metsäteollisuus	kuitusavi	yellow	green
	lietteet	red	yellow
	sakat	red	red
	pasta	red	red
energian tuotanto	lentotuhka	yellow	green
	pohjatuhka	yellow	green
	rikinpoistolopputuote	red	yellow
metalliteollisuus	teräskuona	yellow	green
	masuunikuona	green	green
	ferrokromikuona	green	green
kaivannaisteollisuus	rikastushiekat	red	yellow
kemian teollisuus	prosessikipsi	red	green
	suotokakku	red	green
muut	betonimurske	yellow	green
	tiilimurske	yellow	yellow
	valimohiekat	red	yellow
	muovi- ja kumijäte	yellow	yellow
	jarosiitti	red	red
	biotiitti	red	red
	betoniliete	red	yellow
	lasi	red	yellow
vähän tai ei ollenkaan hyötykäyttöä / hyötykäyttö määrän merkittävä kasvattaminen vaikeaa			
jonkin verran hyötykäyttöä / käyttö määrän selvä kasvattaminen mahdollista			
paljon hyötykäyttöä / hyötykäytön kasvattamisen kannalta erittäin potentiaalisia			

Esimerkkinä hyvin toteutetusta teollisuuden sivutuotteen käytöstä on betonimurskeen hyötykäyttö. Betonimurske on maarakentamisessa käytettävä luokiteltu tuote ja sille on laadittu muun muassa mitoitusohjeisto. Myös betonimurskeesta liukenevien haitta-aineille on asetettu selkeät raja-arvot. Hyötykäyttö jatkuu edelleen nykyisen kaltaisena ja mahdollisuudet koko syntyvän potentiaalinkin käyttöön ovat hyvät. Kuten jo CE-merkintää käsittelevässä luvussa todettiin, betonimurske on standardien mukaan uusiokiviainesta ja se voidaan CE-merkintä kuten vastaavat luonnon kiviainestuotteet.

Useimmat edellä mainituista teollisuuden sivutuotteista tunnetaan nykyisin kohtuullisen hyvin yleisellä tasolla, mutta tuotteistamisen vaatima, kohdistettu tuotekehityspanostus puuttuu vielä. Sivutuotejakeiden hyötykäytön kehittäminen koetaan tuottajaorganisaatioissa usein keskeisen liiketoiminnan ulkopuoliseksi toiminnaksi minkä vuoksi asian eteenpäin viemiseksi tarvitaan kiinteää yhteistyötä viranomaisten ja ulkopuolisten tahojen kanssa. Tuotteistaminen on kuitenkin tulevaisuudessa eräs varteenotettavimmista hyötykäytön edistäjistä.

### 2.3.4 Vanhojen maarakenteiden materiaalit

Vanhojen maarakenteiden materiaaleista muodostuu olemassa olevan tien purkamisen tai korjaamisen yhteydessä. Materiaali on entistä tierakennetta, joten ne ovat pääasiassa karkearakeisia sora- ja murskemateriaaleja. Sorateilla ja vanhoissa rakenteissa seassa voi olla runsaastikin hienoainesta tai humusta, mikä rajoittaa hyötykäyttöä uudessa rakenteessa sellaisenaan. Materiaalit tyypillinen käytötapa on stabiloida ne paikallaan uudeksi rakennekerrokseksi tai pengertms. täyttöinä.

**Taulukko 2-5. Vanhojen maarakenteiden materiaalien hyötykäytön nykytila ja kehittämismahdollisuudet.**

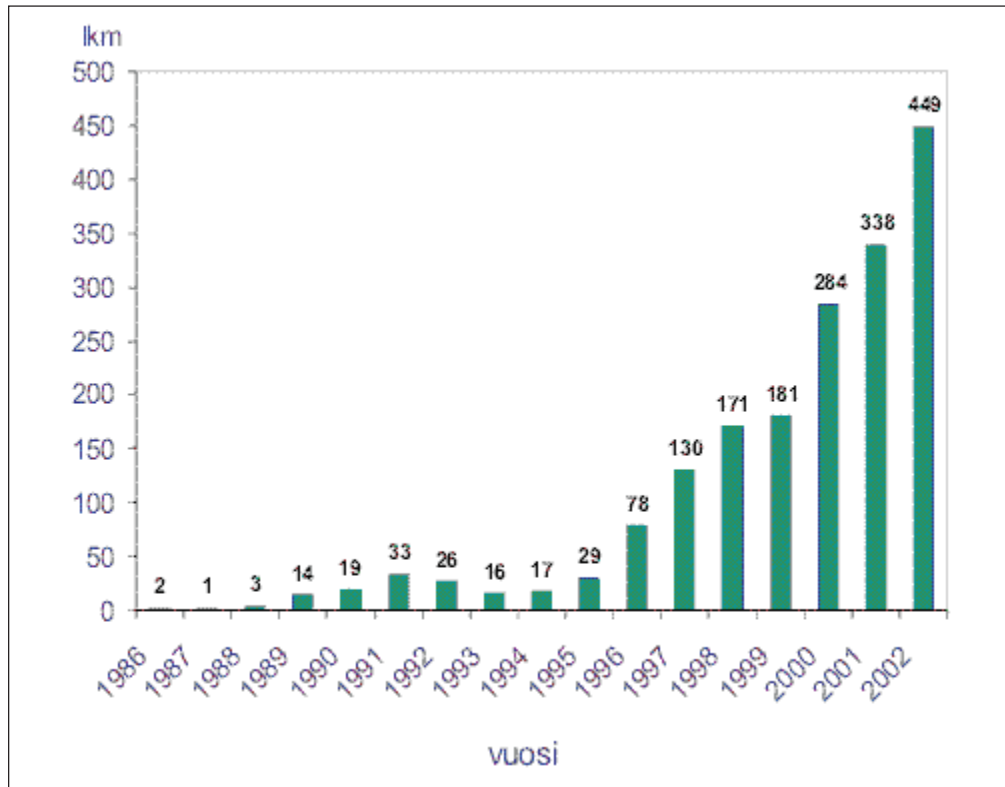
ryhmä	materiaali	nykykäyttö	potentiaali
maarakenteet	asfalttirouhe	■	■
	vanhan tierak. stabilointi	■	■
	stab.rakenteiden jalostus	■	■
	kaivantojen materiaalit	■	■
vähän tai ei ollenkaan hyötykäyttöä / hyötykäyttömäärän merkittävä kasvattaminen vaikeaa			
jonkin verran hyötykäyttöä / käyttömäärän selvä kasvattaminen mahdollista			
paljon hyötykäyttöä / hyötykäytön kasvattamisen kannalta erittäin potentiaalisia			

Vanhojen maarakenteiden materiaalien hyötykäyttö toteutetaan useimmiten välittömästi materiaalien syntymisen jälkeen ilman varsinaista varastointivaihtetta. Järjestettyä keräysjärjestelmää tai välivarastointivaihtetta ei asfalttia lukuun ottamatta juurikaan tavallisesti käytetä. Jalostustekniikoina käytetään lähinnä sekoittamista ja homogenisointia, seulontaa, murskausta sekä stabilointia tai jyrshintä. Joidenkin materiaalien hyötykäyttö on jo tällä hetkellä toteutettu esimerkiksi asfalttipäällysteistä 80-100 % käytetään uudelleen.

Materiaalien tehokas hyödyntäminen vaatii ennakoitua ja eri työvaiheiden tai jopa hankkeiden yhteen sovittamista, mikä nykytilanteessa useimmiten puuttuu. Tehokkaimmillaan toiminta on silloin, kun materiaalit voidaan hyödyntää jalostettuna, ilman siirtoja samassa rakenteessa, missä se jo valmiiksi sijaitsee, esim. stabilointitekniikalla. Tulevaisuudessa joudutaan parantamaan myös vanhoja stabiloituja rakenteita, ja tällä osa-alueella tarvitaan merkittävää kehityspainostusta.

### 2.3.5 Pilaantuneet maat

Ympäristöhallinnon selvitysten mukaan Suomessa on 20 000 kohdetta, joissa maaperä voi olla pilaantunut. Alueellisten selvitysten perusteella pilaantuneiden massojen määrä on Suomessa noin 11 miljoonaa tonnia. Suomessa on viimeisten 15 vuoden aikana kunnostettu yli 2000 pilaantunutta maa-alueita. Vuosittain alkavien puhdistushankkeiden määrä ylittää tällä hetkellä jo yli neljänsadan. Paitsi kunnostettujen kohteiden lukumäärä myös käsittelyyn tulevien massojen määrä kasvaa tasaisesti. Vuosittainen lisäys on ympäristöviranomaisten keräämän tiedon perusteella ollut 60 000 – 70 000 tonnia. Käsittelyyn ohjattiinkin vuonna 2002 jo lähes 400 000 tonnia pilaantunutta maata. Edellä esitetystä arviosta puuttuu huomattava määrä välivarastoituja maita, joiden käsittely syystä tai toisesta viivästyy. Lisäksi puhdistettavalla alueella tapahtuva käsittely (*in situ - käsittely*) jää tilastoinnin ulkopuolelle. Tästä syystä käsittelyn kohteeksi tulevien maiden määrä on todennäköisesti edellä esitettyä huomattavasti suurempi.



Kuva 2-5. Pilaantuneiden maa-alueiden kunnostuspäätösten lukumäärät vuosittain (www.ymparisto.fi).

Pilaantuneiden maiden kunnostuksen volyymiksi on arvioitu 400 000...540 000 t/a vuosien 2005-2025 aikana. Alueellisesti kunnostettavien kohteet jakautuvat siten, että yli puolet massamäärästä sijaitsevat Helsingin, Uudenmaan ja Lounais-Suomen alueilla. Toiminta keskittyy kasvukeskuksiin, koska kunnostushankkeen käynnistymisessä on tyypillisesti syynä maankäytön muutos. Lisäksi polttoaineiden jakelutoiminnan rakennemuutos ja öljyalan vuonna 1997 käynnistämä SOILI-projekti vanhojen huoltoasemakiinteistöjen kunnostamiseksi ovat merkittäviä kunnostushankkeiden käynnistäjiä. Kuvaavaa on, että Uudellamaalla ja Itä-Uudellamaalla kunnostettiin vuonna 2004 pilaantunutta maaperää mm. Uudenmaan ympäristökeskuksen päätösten perusteella noin 130:ssa kohteessa. Vuonna 2004 annetuista päätöksistä 28 koski huoltoasemien tai polttonesteiden jakelupisteiden maaperän kunnostamista. Kunnostushankkeiden määrä oletettavasti pienenee ajan myötä, mutta lähivuosina on odotettavissa kasvua.

Pilaantuneiden maiden "muodostuminen" poikkeaa muista hyötykäytettävistä jätemateriaalista selvästi, koska niiden muodostuminen ei ole ajallisesti, määrällisesti tai laadullisesti luotettavasti ennustettavissa. Alueellisia selvityksiä pilaantuneista maa-alueista on tehty, ja ympäristökeskukset ylläpitävät rekisteriä pilaantuneeksi epäillyistä tai todetuista kohteista, mutta kunnostusajan kohtaa on usein vaikea ennakoida – aloite tulee useimmiten maankäytön muuttumisesta eikä pilaantuneisuuden aiheuttaman riskin takia valtion jätehuoltotöitä lukuun ottamatta. Kohteet ovat usein pieniä ja useammalla eri haitta-aineella pilaantuneita.

Mahdollisen hyötykäytön kannalta voidaan pilaantuneet maat jakaa kolmeen ryhmään:

- 1) käsittelemättä hyötykäyttöön kelpaavat lievästi pilaantuneet maamassat
- 2) puhdistuskäsittelyn jälkeen hyötykäyttöön kelpaavat massat
- 3) stabiloituna hyötykäytettävät massat

Pilaantuneiden maiden hyötykäytöllä voidaan alentaa merkittävästi kunnostuksen kokonaiskustannuksia ja se on myös jätelain hengen mukaista. Nykyinen ohjeistus ei kuitenkaan tue hyötykäyttöä muutoin kuin kaatopaikkarakentamisessa. Tällä hetkellä pilaantuneita maita hyötykäytetään sellaisenaan tai käsittelyn jälkeen kaatopaikkarakentamisessa jätetäytön päivittäisessä peittämisessä ja jätetäytön sisäisissä teissä. Kiinteytettynä pilaantuneita maita käytetään kenttärakenteissa ja jonkin verran myös kaatopaikkarakenteissa. Myös muutamia tierakenteita on toteutettu käyttäen rakenteissa kiinteytettyä pilaantunutta maata. Käyttömääristä ei ole käytettävissä luotettavia tietoja, koska kaatopaikalle toimitettujen massojen käytöstä kaatopaikan hoidossa ei pidetä kirjaa. Jos otetaan huomioon suunnitelmallinen käyttö kaatopaikalla, hyötykäyttöaste voi vaihdella alueesta ja urakoitsijasta riippuen 40 %:sta jopa 100 %:iin.

Pilaantuneiden maiden hyötykäyttö kaatopaikan ulkopuolisissakin rakenteissa todennäköisesti lisääntyy, kun puhdistuskäsittelyt yleistyvät ja sijoittaminen kaatopaikoille käsittelemättömänä vähentyy. Hyötykäyttöpotentiaalnin arvioinnissa tarvittavat lähtötiedot kuten rakeisuus, vesipitoisuus ja humuspitoisuus sisältänevät tulevaisuudessa rutiininomaisesti haitta-ainetutkimukseen, koska käsittelymenetelmien soveltuvuuden arvioiminen ja riskinarviointi perustuvat myös niihin haitta-ainetietojen lisäksi. Hyötykäytön haaste on materiaalin heterogeenisuus, joten hyötykäytössä kannattanee keskittyä – ainakin aluksi – vain tietyn tyyppisiin massoihin.

Keskeinen pilaantuneiden maiden hyötykäytön pullonkaula oli haastattelu- ja ohjeiden puute ja epäyhtenäiset käytännöt eri ympäristökeskuksissa. Työn alla oleva jätteiden kaatopaikkakelpoisuuden ohjeistaminen EU:n kaatopaikkadirektiivin perusteella tulee antamaan ohjeita tarvittavista ennakkokokeista ja käytettävistä kelpoisuuskriteeristä, samoin kuin uudistuvat maaperän pilaantuneisuuden arvioinnissa käytettävät pitoisuusarvot (ns. PIMA-asetus). Erityisesti kaivataan ohjeita puhdistetun maa-aineksen hyötykäytöstä. Puhdistetun maan osalta nykyisten ohjeiden alittuessa hyötykäyttö pitäisi sallia ilman rajoituksia. Kuten muidenkin hyödynnettävien jätteiden, myös pilaantuneiden maiden haitta-ainepitoisuudet ja tekninen käyttökelpoisuus on selvitettävä luotettavasti ja tarkasti ennen hyötykäyttöä. Hyötykäytön kehittämisen kannalta oleellisia tekijöitä ovatkin lainsäädännön ja kelpoisuuskriteerien ohella materiaalin laadunvalvontamenetelmien kehittyminen tasalaatuisuuden varmistamiseksi ja käsittelymenetelmien kehittyminen luotettavan lopputuloksen varmistamiseksi.

Hyötykäytön kehittämisen kannalta kannattaa keskittyä suuriin massamääriin ja/tai tietynlaisiin haitta-aineisiin, jolloin materiaalin laatu vaihtelu niin haitta-ainepitoisuuksien kuin rakennusteknisten ominaisuuksien kannalta on vähäisempää ja hallittavissa tai on taloudellisesti kannattavaa panostaa tarvittaviin jalostusmenetelmiin.

Massamääriltään pienistä kunnostuskohteista hyötykäyttöön soveltuvat vain tietyillä haitta-aineilla pilaantuneet karkeahkot materiaalit, esim. niukkaliukoisilla metalleilla pilaantuneet maat tai helposti puhdistettavaksi soveltuvat materiaalit. Pienten kohteiden osalta hyötykäyttöä voidaan lisätä materiaalien keskittelyllä välivarastoinnilla ja jalostamisella, mikäli materiaali on muuten hyötykäyttöön soveltuvaa. Näin käytännössä toimitaankin kiinteytettävien massojen osalta useissa jätekeskuksissa.

Hyötykäytön ulkopuolelle tulee rajata haisevat ja haihtuvia yhdisteitä tai liukoisia haitta-aineita sisältävä massat sekä ongelmajätteiksi luokiteltavat massat.

Lievästi pilaantuneiden maiden osalta hyötykäyttöä rajoittaa tällä hetkellä ennakkoasenteiden ja lupaprosessien hitauden lisäksi kaatopaikkasijoituksen edullisuus. Toisaalta kaatopaikoilla pilaantuneita maita käytetään paljon hyö-



dyksi kaatopaikan hoidossa eikä tällöin tarvitse käyttää puhtaita ylijäämämaita esim. jätteen päivittäiseen peittämiseen.

Pilaantuneiden ruoppausmassojen osalta hyötykäytön potentiaali on paikallenkäytösäilytysmenetelmissä, joissa samalla kun sidotaan haitta-aineita, muodostetaan kantavampi ja kokoonpuristumattomampi rakennusala. Pilaantuneen ruoppausmassan hyötykäyttö edellyttää samoin kuin puhtaankin ruoppausmassan käyttö veden poistamista tai poistamisen nopeuttamista esim. lisäaineiden avulla. Pilaantuneiden sedimenttien hyötykäytön tutkimus on vasta alussa.

## **2.4 Keskusteluissa ja kyselyssä ilmenneitä yleisiä kehittämistarpeita**

Tulevaisuuden ennakointi perustuu aina olemassa olevan tiedon analysointiin. Tulevassa UUMA-kehitysohjelmassa on nykyisen perustiedon ja sitä kautta tulevien uusien materiaalien käyttökohteiden kannalta keskeistä seuraaviin, alla laatikossa esitettyihin aihekokonaisuuksiin. Infrarakentamisessa käytettävän kiviaineksen määrää voidaan vähentää uusiomateriaaleja käyttämällä, mutta 20 vuoden kuluessa korvautuvan määrän voidaan arvioida olevan joillakin alueilla korkeintaan 10-15 % kiviaineksen nykykäytöstä.

### **Kehitystarpeita**

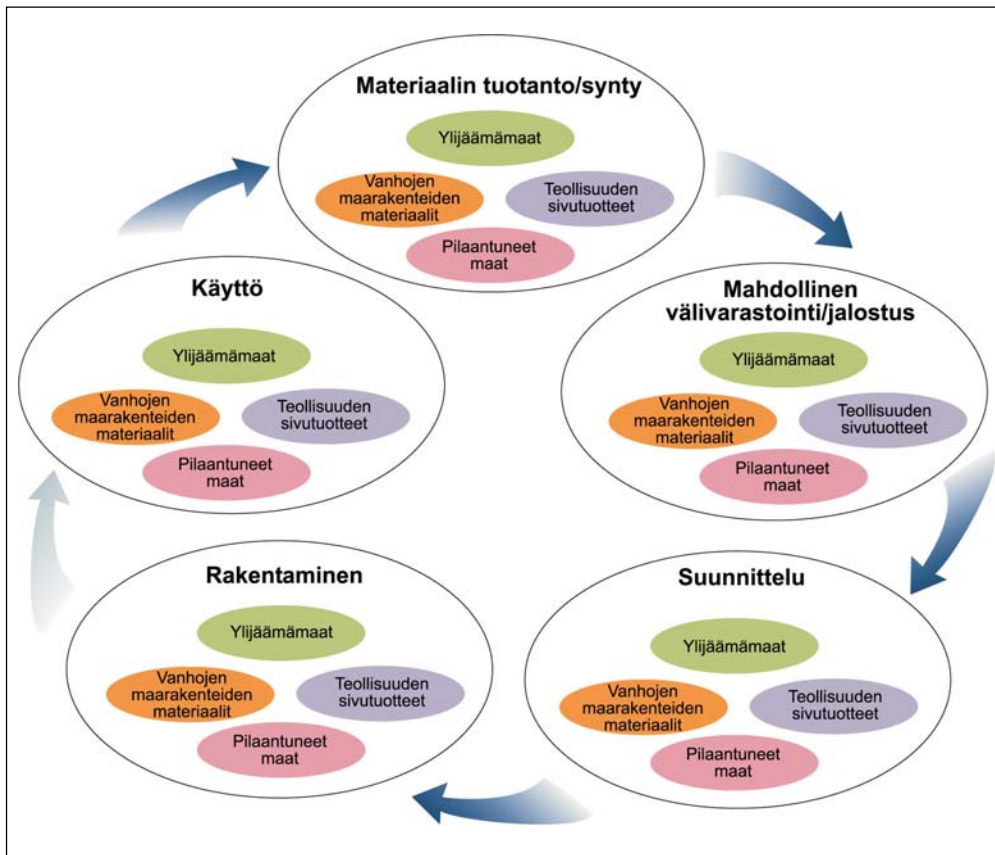
- Materiaalipankki. Alueellisesti hyötykäyttöön soveltuvien UUMA-materiaalin laadullinen ja määrällinen kartoitus ja koonti tietopankkiin
- Kunta- tai aluekohtainen rakentamisessa syntyvän puhtaan ylijäämään ja kiviaineksen sähköinen kauppapaikka sisältäen aikataulu-, laatu-, määrä- ja paikkatiedot sekä huomioiden kaivannaisteollisuudessa (kiviaines, luonnonkivi, kaivostoiminta) syntyvät materiaalipotentiali
- Nykyisin toiminnassa olevien teollisuuden jättejakeiden hyötykäyttökonseptien soveltaminen muihin tuoteryhmiin (=tuotteistaminen ja liiketoiminta)
- UUMA-materiaalien CE-merkintä tai tyyppi/tuotehyväksyntämenetely – tekniset ja ympäristökriteerit
- UUMA-materiaalien laatu: kontrollointiperiaatteet, laatuvaihtelujen hallinta, lajittelu- ja luokitteluperusteet menetelmät ja laatuksikriteerit



# Materiaalitekniikka

## 3.1 UUMA-materiaalien hyödyntämisprosessi

Infrarakenteiden materiaalitekniikan kannalta UUMA-materiaalien hyödyntämiseen liittyy sekä tavanomaisten maarakennusmateriaalien kanssa analogisia että myös niistä selvästi poikkeavia ominaispiirteitä. UUMA-materiaalien hyödyntämisprosessia ja siihen liittyvää materiaalitekniisiä näkökohtia on tämän taustaselvityksen puitteissa pyritty hahmottamaan kuvan 3.1 esittämän kaavion mukaisesti.



Kuva 3-1. UUMA-materiaalien hyödyntämisprosessin vaiheet.

Kuvaan 3-1 viitaten keskeisimmistä UUMA-materiaalien hyödyntämisprosessiin liittyvistä tarkastelunäkökulmista voidaan lyhyesti todeta seuraavaa:

- Tavanomaisten maarakennuskiviainesten ottamiseen verrattuna useimmille UUMA-materiaaleille on ominaista se, että materiaalien **synty tai tuotanto** määräytyy sekä ajallisesti että maantieteellisesti muun syyn kuin maarakennusmateriaalin tuotannon näkökulmasta.
- Paljolti juuri edellä mainitusta syystä UUMA-materiaalien hyödyntämisessä materiaalin käyttömahdollisuudet ja synty eivät välttämättä kohtaa toisiaan

ilman materiaalin tilapäistä **välivarastointia**. Toisaalta välivarastoinnin yhteydessä tai joidenkin UUMA-materiaalien tapauksessa jopa osana niiden syntyyn liittyvää prosessia voi olla mahdollista tehdä materiaalin laatuun vaikuttavia **jalostustoimenpiteitä**, joilla materiaalin kelpoisuutta infrarakenteiden raaka-aineeksi saadaan parannettua.

- Yhtenä keskeisenä UUMA-materiaalien hyötykäytön edellytyksenä on siis niiden synnyn tai tuotannon ja toisaalta käyttömahdollisuuksien keskinäinen ajallinen ja maantieteellinen synkronointi. Tässä tarvittavan **logistiikan** hallinta on keskeinen peruselementti, jotta UUMA-materiaaleista voisi käytännössä tulla kilpailukykyisiä vaihtoehtoja tavanomaisille maarakennusmateriaaleille.
- Seuraavana vaiheena kuvan 3.1 mukaisessa UUMA-materiaalien hyödyntämisprosessissa on hyötykäyttökohteisiin liittyvien infrarakenteiden **suunnittelu ja mitoitus**. Tässäkin suhteessa monet UUMA-materiaalit poikkeavat ominaisuuksiltaan siinä määrin tavanomaisista maarakennusmateriaaleista, että UUMA-materiaaleja käyttäen toteutetut rakenteet voivat merkittävästi poiketa sekä fysikaaliselta toimintatavaltaan ja vaurioitumismekanismeiltaan kuin myös ympäristövaikutuksiltaan vastaavista normaalirakennusmateriaaleista. Näiden kysymysten hallinta on luonnollisesti myös yksi keskeinen lenkki UUMA-materiaalien tarkoituksenmukaisessa hyödyntämisprosessissa.
- Pääsääntöisesti UUMA-materiaaleja käyttäen toteutettavien infrarakenteiden **rakentaminen** voidaan tehdä normaaleja maarakentamisen menetelmiä ja kalustoja käyttäen. Joiltain osin hallittujen UUMA-rakenteiden toteuttaminen kuitenkin edellyttää sekä erityislaitteistojen että myös tavanomaisesta poikkeavien työmenetelmien käyttöä. Niin ikään UUMA-materiaaleilla tapahtuvan rakentamisen yhteydessä sovellettavat laadunvalvontamenetelmät voivat olla tavanomaisista maarakennusmateriaaleista poikkeavia.
- UUMA-materiaaleja käyttäen toteutettujen infrarakenteiden **käytön aikaiset erityistoimenpiteet** liittyvät ensinnäkin varmistautumiseen siitä, että materiaalien käytöstä ei aiheudu haitallisia vaikutuksia ympäristölle. Erityisesti tavanomaisista poikkeavien materiaaliveikkojen ja rakennusmateriaalien käytön alkuvaiheessa myös niiden pitkäaikaiskäyttöturvallisuudesta varmistautuminen on hyvin keskeinen UUMA-materiaalien hyötykäyttöön liittyvä näkökohta. Edelleen varsinkin haitallisia aineita sisältävien UUMA-materiaalilajitteiden tapauksessa myös niitä käyttäen toteutettujen rakenteiden käyttöä loppuvaiheessa mahdollisesti tarvittaviin erityistoimenpiteisiin varautuminen on eräs UUMA-materiaalien hyötykäyttöprosessiin liittyvä erityisnäkökohta.

Syntyviä UUMA-materiaalien määriä on käsitelty jo edellä luvussa 2. Yllä lueteltuihin UUMA-materiaalien hyötykäyttöprosessin päävaiheisiin liittyviä erityiskysymyksiä tarkastellaan vastaavasti jäljempänä seuraavissa kappaleissa materiaalityypittain jaoteltuna seuraavasti:

- Kappale 3.2: Logistiikka
- Kappale 3.3: Jalostus
- Kappale 3.4: Suunnittelu ja mitoitus
- Kappale 3.5: Rakentaminen
- Kappale 3.6: Käytön aikaiset toimenpiteet

## 3.2 Logistiikka

UUMA-materiaaleilla tapahtuvassa rakentamisessa käytettävät massat syntyvät suhteellisen harvoin siten, että ne olisivat suoraan hyödynnettävissä maarakentamisessa. Useimmiten hyödyntämiseen liittyy välivarastointitarve, jonka tavoitteena on oikean tyyppisten massojen saamista käyttöön oikeaan aikaan. Paitsi että tarvitaan riittävästi kapasiteettia, myös hyödynnettävien materiaalien laadun säilyminen varastoinnin aikana ja erilaatuisten massojen erottelumahdollisuus ovat toiminnan onnistumisen kannalta oleellisia tekijöitä. Varastoinnin osalta on ehdottomasti huomioitava alueellisuus ja kohdealueen tarpeet (materiaalit, rakentaminen, määrät yms.) sekä mahdollisimman kitkaton toimintojen linkittyminen paitsi materiaalin syntyprosessin myös jalostuksen ja rakentamisen kanssa. Erilaiset varastointimahdollisuudet (sisältäen purku- ja lastaustekniikat) ja niihin liittyvä kehitystyö sekä edellisten kustannustehokkuus ja hyvinkin erityyppisten materiaalien säilytykseen liittyvät erityistarpeet muodostavatkin yhden tärkeän kehitysprojektin osa-alueen. Koko toimintaketjun osalta on otettava huomioon suurehkot massamäärät ja niiden käsittelyn asettamat reunaehdot.

Kuljetusetäisyydet tuotantopaikasta tai välivarastosta materiaalin käyttökohteeseen vaikuttaa huomattavasti UUMA-materiaalien käytön edullisuuden tavanomaisiin ratkaisuihin verrattuna sen vuoksi, että kuljetettavat massamäärät ovat useimmissa tapauksissa varsin suuria. Tosin myös kiviainesten saataavuus ainakin suurimmissa asutustaajamissa on rajoitettua ja tarvittavaa kiviainesta joudutaan yhä useammin tuomaan rakennuskohteeseen varsin pitkän matkan päästä. Jalostusarvon kasvaessa UUMA-materiaalien taloudellisesti kannattava kuljetusmatka pitenee ja samalla niiden käyttöalue laajenee. Kuljetusten vaikutusta vaihtoehtojen valinnassa tuleekin tarkastella tapaus tapaukselta, vaikka yleisiä taloudellisuuden ehtoja on toki laskennallisesti määritettävissä.

Riittävän kapasiteetin lisäksi hyödynnettävien materiaalien laadun säilyminen varastoinnin aikana ja erilaatuisten massojen erottelumahdollisuus ovat oleellisia tekijöitä UUMA-materiaaleilla tapahtuvan maarakentamisen onnistumisen kannalta.

### 3.2.1 Ylijäämämaat

Maarakentamisessa syntyvät ylijäämämaat läjitetään nykyisin lähinnä maankäyttöpaikoille. Jatkossa läjitysalueita olisi kehitettävä siihen suuntaan, että erilaiset maa-ainekset voitaisiin entistä tehokkaammin erotella ja maa-ainesten systemaattinen hyötykäyttö mahdollistuisi.

Ruoppausmassojen varastoinnista ei ole Suomessa kokemuksia. Se vaatii suuren pinta-alan, ja näistä massoista purkautuva ylimääräinen kosteus on johdettava hallitusti pois alueelta. Ulkomailla on käytetty kuivatuksessa ja varastoinnissa apuna mm. isoja putkimaisia geotekstiilistä valmistettuja geosäkkejä.

Ylijäämämaiden lajittelun ja käytön suunnittelun tulisi tapahtua rakennushankkeen yhteydessä, mielellään ainakin osittain jo ennen kuin massoja muodostuu. Massojen tehokas hyödyntäminen kulloisessakin hankkeessa edellyttää ennakoitua ja etukäteen tapahtuvaa suunnittelua, useimmiten erillisen välivarastointialueen, riittävästi tilaa sekä työtä koordinoivan toimijan. Pienien kohteiden hallinta on mahdollista urakoitsijavetoisesti, mutta laajemmat kokonaisuudet vaativat useimmiten ulkopuolisen koordinaattorin. Erityisesti isoissa rakennushankkeissa syntyvien ylijäämämassojen osalta hyödyntäminen olisi mahdollista huomattavasti nykyistä tehokkaammin ns. maapankkien, käsittelyverkoston tai -koordinaattorien ja siihen liittyvien käsittely- ja varastointialueiden avulla.

Nykytilanteessa suurimman esteen tehokkaalle ylijäämämaiden hyödyntämiselle muodostaa toimintakentän hajanaisuus; yhteistyö eri toimijoiden välillä on varsin vähäistä ja hyödyntämiskelpoisistakin ylijäämämaista merkittävä osa ainoastaan "hävitetään" mahdollisimman edullisella tavalla. Prosessista puuttuu syntyvien massojen koordinoinnista vastaava linkki, jonka tehtävänä olisi ohjata hyötykäyttöön soveltuvat massat kiertoon. Edellistä tukemaan tarvitaan luonnollisesti osaamista massojen laadun ennakointiin ja syntyvien massojen luokitteluun liittyen sekä toimiva välivarastointiverkosto ja massojen jalostamiseen liittyvää osaamista. Tärkeän osa-alueen muodostaa myös varsin monisäikeisten materiaalivirtojen hallinta käytännössä ja siitä tarvittavat apuvälineet.

Päätavoitteena on pidettävä syntyvien ylijäämämaiden mahdollisimman tehokasta hyödyntämistä syntykohteella tai hyödyntämistä välittömästi toiselle kohteelle kuljetettuna kuljetusmatkat minimoiden.

### **3.2.2 Teollisuuden sivutuotteet**

Nykyisellään varastokapasiteetti asettaa huomattavia rajoituksia teollisuuden sivutuotteiden hyötykäytölle ja erikoisjärjestelyin kohdekohtaisesti tapahtuva varastointi nostaa usein tarpeettomasti kustannuksia. Oleellinen asia varastoinnin osalta on oikeantyyppisten ja kapasiteetiltaan riittävien varastointitapojen valinta materiaalikohtaiset erityispiirteet huomioiden. Varastointitekniikkaa on kehitettävä erityisesti niiden sivutuotteiden osalta, joiden ominaisuuksiin mm. lämpötila ja/tai kosteus vaikuttavat huomattavasti tai joissa varastoinnin aikana tapahtuu jotain muuttumisprosesseja esim. lujittumista tai sitoutumista. Esimerkiksi lentotuhkan käyttö edellyttää usein kuivavarastointia. Toimintaperiaatteet erilaisten varastointimahdollisuuksien osalta ovat pääpiirteissään selvillä, mutta varsinaisen ratkaisujen vieminen käytännön tasolle puuttuu vielä. Edelleen kehitystarpeita liittyy myös mm. täyttö- ja purkujärjestelmiin, pölyn suodatukseen ja varastointijärjestelyihin integroitaviin jalostusmahdollisuuksiin.

Varastointi kasalla on mahdollista silloin, kun sivutuotteen ominaisuudet ja/tai sen käyttötarkoitus eivät vaadi materiaalin täydellistä suojausta sään vaikutuksilta (kastuminen, jäätyminen, kuivuminen). Kasavarastoinninkin yhteydessä on mahdollista suojata materiaalia käyttämällä esim. eristettyä varastokasan pohjaa ja varastokasan suojapeitettä. Kaikissa tapauksissa tämä ei kuitenkaan anna riittävää suojaa materiaaleille, mutta tarjoaa toisaalta kustannuksiltaan edullisen mahdollisuuden joidenkin materiaalityyppien varastointiin. Lisäksi varastointitavan aiheuttamia vaikutuksia laatuun voidaan kompensoida jalostuksen yhteydessä.

Varastointimahdollisuuksien keskinäisen vertailun avuksi tarvitaan nykyistä tarkempaa tietoa mm. materiaalien "vanhenemisesta", siitä miten vanhenemista voisi simuloida ja testata laboratoriossa ja kuinka paljon eri tekijät vaikuttavat lopputuloksen laatuun. Samoja testausmenetelmiä voidaan osittain hyödyntää myös varastoitujen materiaalien laatusuurannassa ja vanhojen varastokasojen hyötykäyttöpotentiaalin arvioinnissa.

Kaivannaisteollisuuden sivutuotteiden hyödyntämisen eräänä esteenä on osittain synty- ja käyttöpaikan liian suuri välimatka. Esimerkiksi luonnonkiviteollisuuden sivukivien hyötykäytön logistinen este voi kuitenkin taloudellisessa mielessä poistua niissä tapauksissa, joissa kiviaineksesta voidaan tuottaa laatuokaltaan riittävän hyvää raaka-ainetta esimerkiksi asfalttipäällysteisiin.

Kuljetusten osalta nykykalusto täyttää tarpeet suhteellisen hyvin.

Nykyisin useimpien sivutuotteiden varastoinnista ja pääosin myös kuljetuksista vastaa tuottaja. Koordinoitu järjestelmä, jonka puitteissa sama toimija huolehtisi materiaaleja tuottavien laitosten avustamana (esim. varastosiiilot, varastoalue) useamman laitoksen sivutuotteista, mahdollistaisi todennäköisesti kus-

tannustehokkaamman ja nykyistä toimivamman toimintamallin, jonka puitteissa myös materiaalien saatavuus ja jalostusmahdollisuudet paranisivat.

### **3.2.3 Vanhojen maarakenteiden materiaalit**

Vanhojen rakennemateriaalien hyödyntäminen tapahtuu nykytilanteessa pääosin käytännössä materiaalien alkuperäisellä sijaintipaikalla eikä erillistä välivarastointia yleensä tarvita, poikkeuksena lähinnä asfalttimurske, jota myös kerätään varastokasoille esim. asfalttiasemille. Logistiikan osalta on kyse siis lähinnä kuljetuksista, joiden osalta erityisongelmia ei juuri esiinny.

### **3.2.4 Pilaantuneet maat**

Nykytilanteessa käsiteltävät massat kootaan ja varastoidaan käsittelyä varten varasto- ja käsittelyalueille eli varastointipaikkoja on jo olemassa. Alueelliset vastaanottopaikat ovat tyypillisesti jätteenkäsittelykeskusten yhteydessä, mutta varastoinnissa ei läheskään aina huomioida riittävästi tehokkaan hyötykäytön ja jalostamisen asettamia tarpeita. Välivarastoinnin etuna on huolellisesti toteuttuna kuitenkin se, että tällöin voidaan hyödyntää myös pienien kunnostuskohteiden massoja ja toisaalta paremmin lajitella materiaaleja. Jatkossa välivarastointia tulisi kehittää siten, että sen yhteydessä pystytään ennakoimaan selvästi nykyistä tehokkaammin tulevaa hyötykäyttöä mm. lajittelu ja mahdollinen jalostustarve huomioiden.

Myös lievästi pilaantuneiden ja käsiteltyjen massojen hyötykäyttöä voidaan lisätä ja sen laatutasoa nostaa määrittämällä luokitteluperusteet eri käyttökohteiden mukaan ja lajittelemalla vastaanotetut massat niiden mukaisesti, vaikkapa kaatopaikan pintarakenteen toteuttamista varten. Luokittelukriteereinä voi olla esim. haitta-ainetyyppi, pitoisuus, rakeisuus ja humuspitoisuus, jotka määräävät, mihin rakennekerrokseen materiaali soveltuu. Tarvittaessa voidaan lajiteltuja materiaaleja vielä jalostaa seulomalla tai murskaamalla.

### 3.2.5 Kehitystarpeet

#### **Logistisia kehitystarpeita**

- materiaalien laadun ja määrän ennakointi sekä laadun kontrollointiperiaatteet, siinä käytettävät menetelmät ja laatukriteerit
- teollisuuden sivutuotteiden osalta laatuvalvontaseuranta tuotteen tuotteen pohjaksi
- varastointialueen logistiikka ja laadunvalvonta
- jalostusarvon kohottamisen mahdollistava, erilaisten jätteiden ja massojen erillään pito sekä erottelumahdollisuudet
- varastokapasiteetin kasvattaminen
- kaivannaisteollisuuden sivutuotteiden logistiikka
- varastointitekniikat (sisältäen purku- ja lastaustekniikat), otettava huomioon eri vaihtoehtojen kustannustehokkuus ja hyvinkin erityyppisten materiaalien säilytykseen liittyvät erityistarpeet
- sellaisen UUMA-materiaalivalikoiman kehittäminen, jossa yksittäisten materiaalien käyttötarpeet täydentävät toisiaan ja valikoiman käyttö jakautuu tasaisesti ympäri vuoden materiaalien tuotantovauhtia mukailen
- ”maapankin” tai materiaalipankin (tietokannan), käsittelyverkoston ja siihen liittyvän käsittely- ja varastointialueverkoston luominen
- Toimija – koordinaattori – vastuut – ohjelmistokehitys jne. hyöty-kustannus-laatu –tarkastelut: jalostuksella tai erilaisilla käsitteilyillä (varastointi, lajittelu yms.) saavutettavat edut suhteessa käyttöön

### 3.3 Jalostus

UUMA-materiaalit muodostavat laadultaan ja teknisiltä ominaisuuksiltaan varsin heterogeenisen materiaalityhmän, mistä johtuen niiden jalostamisessa on huomioitava monia materiaalityhmiä erityispiirteitä. Karkeasti UUMA-materiaalien jalostuksen kehittämiseen liittyvät haasteet voidaan kuitenkin jaotella kahteen pääryhmään: jalostukseen liittyvän materiaalityhmän hallintaan ja jalostuksessa käytettävien laitteistojen kehittämiseen.

Yksinkertaisimmillaan UUMA-materiaalien jalostustoimenpiteet voivat rajoittua mekaanisiin käsittelyihin kuten murskaukseen, seulontaan, karkean kiviaineksen lisäämiseen tai pesun avulla tapahtuvaan hienoaineksen poistamiseen. Hyvin usein jalostustoimenpiteeseen liittyy kuitenkin erilaisten side- tai seosaineksen lisääminen. Näiden avulla materiaalityhmän teknisiä ominaisuuksia parannetaan esimerkiksi niiden lujuutta ja jäykkyyttä lisäämällä (stabilointiaineet) tai vaihtoehtoisesti tekemällä ne muulla tavoin vähemmän olosuhteiden vaihteluille - erityisesti kosteuden ja roudan vaikutukset - alttiiksi. Tarkasteltavan materiaalityhmän heterogeenisuudesta johtuen voi jalostuksen yhteydessä kysymykseen tulla hyvin lukuisia joukko erilaisia käsittelytoimenpiteitä perinteisillä hydraulisilla tai bitumisilla sideaineilla tehtävistä stabiloinneista erilaisten teollisuuden sivutuotemateriaalityhmien ja materiaalityhmien kosteustilahrkkyttä vähentävien uudentyyppisten käsittelyaineksen käyttöön asti.

Koska erilaisten side- ja käsittelyaineksen sekä niiden erilaisten kombinaatioiden käyttöön liittyvien fyysikaalisten vaikutusmekanismien kirjo on huomattavan suuri, tulee näihin liittyvä perustietämys hallita selvästi nykyistä paremmin, jotta kohdekohtaisesti soveltamiskelpoinen keinovalikoima pystytään arvioimaan suhteellisen yksinkertaisten ja nopeiden ennakkokokeiden perusteella.



Näiden lisäksi varsinaisen rakennustyön aikana on käytännössä mahdollista tehdä enää lähinnä laadunvarmistusta ja käytettävien jalostustoimenpiteiden hienosäätöä palvelevia varsin pienimuotoisia fysiikaalisten tai mekaanisten ominaisuuksien määrittäviä.

Laitetekniikan osalta voidaan todeta, että jo nykyisin on käytettävissä monia suhteellisen toimivia sekoitinlaitteistoja, mutta riittävän kapasiteetin, sekoitustuloksen, sekoituksen säätö- ja kontrollointimahdollisuuksien, laitteiston muunneltavuuden ja liikuteltavuuden sekä kustannustehokkuuden osalta on vielä olemassa selviä kehitystarpeita. Edellinen pätee myös jalostusprosessissa käytettävien osakomponenttien (runkoaineet, sideaineet, vesi) nykyistä suuremman lukumäärän yhtäaikaisen sekoittamisen mahdollistavien laitteistojen kehitystarpeen samoin kuin muun muassa erittäin märkien tai sitkeiden tai hienonnettavien / revittävien / hierrettävien massojen käsittelyn kohdalla. Vanhojen tie- ja katurakenteiden parantamisen yhteydessä tapahtuvassa materiaalien jalostuksessa keskeisessä roolissa olevia stabilointijyrsimiä voitaneen myös sinällään jo nyt pitää varsin pitkälle kehittyneinä, mutta näissäkin kehitystarpeita lienee edelleen ainakin mahdollisten useampien seosainekomponenttien käytön ja tielinjalla tehtävien toimenpiteiden automaattisesti ohjattavan täsmäpaikannuksen alueilla.

### **3.3.1 Ylijäämämaat**

Jalostamattomina ylijäämämaille on ominaista, ainakin joiltain osin, tavanomaisista maarakennusmateriaaleista poikkeavat tekniset ominaisuudet lähinnä korkeammasta vesipitoisuudesta, runsaammasta hienoainesmäärästä ja materiaalien mahdollisesti sisältämästä orgaanisesta aineksesta johtuen. Näitä poikkeavia ominaisuuksia ovat muun muassa:

- heikommat maarakennustekniset ominaisuudet (mm. tiivistyvyys)
- maarakennusteknisten ominaisuuksien olosuhdeherkkyys
- tavanomaisia materiaaleja epäedullisemmat routivuusominaisuudet
- muu alttius vuodenaikais- tai kosteusvaihteluiden vaikutukselle
- heikommat mekaaniset ominaisuudet; huonompi kuormituskestävyys toistuvien mekaanisten rasitusten alaisena, taipumus pitkäaikaisten painumien kehittymiselle jne.

Periaatteelliset toimintavaihtoehdot tavanomaisiin materiaaleihin nähden epäedullisista ominaisuuksista aiheutuvien haitallisten vaikutusten estämiseksi ovat joko se, että

- ylijäämämaiden yhteydessä käytetään tavanomaisista poikkeavia rakenneratkaisuja tai
- ylijäämämaita jalostamalla niiden tekniset ominaisuudet saatetaan tavanomaisia maarakennusmateriaaleja vastaaviksi tai jopa näitä paremmiksi, jolloin saavutetaan mahdollisuus käyttää joko tavanomaisia rakenneratkaisuja sellaisenaan tai jalostamalla parannettuja ominaisuuksia hyödyntäviä tavanomaisesta poikkeavia rakenneratkaisuja.

Materiaalikohtaisesti kysymykseen tulevat jalostustoimenpiteen luonnollisesti vaihtelevat. Esimerkiksi kautta koko maan yleensä varsin runsaasti saatavilla olevan moreenin jalostusmahdollisuuksia ovat murskaus, seulonta, pelletointi sekä tulevaisuudessa mahdollisesti myös kosteustilaherkkyyden ja routivuuden vähentäminen tätä tarkoitusta varten nimenomaisesti kehitettyjen käsittelyainesten avulla.

Kalliolouheen luontainen jalostustapa on murskaus. Jalostukseen liittyy tällöin oleellisena osana kalliolaadun selvittäminen, jolloin voidaan arvioida murskatun kiviaineksen käyttömahdollisuudet vaatavuudeltaan erilaisiin käyttökoh-

teisiin. Hienorakeisilla ja eloperäisillä maa-aineksilla kysymykseen tulevat taas lähinnä erilaiset stabilointiratkaisut. Oman erityistapauksensa muodostavat erittäin korkean vesipitoisuuden omaaville ruoppausmassoille soveltuvat käsittelyt, joiden yhteydessä kehitystarvetta liittyy muun muassa vesipitoisuuden alentamiseen, veden erottamiseen (laskeutumisen nopeuttaminen), syntyvien vesien käsittelyyn ja erityisesti näille materiaaleille soveltuviin uusiin stabilointitekniikoihin.

### **3.3.2 Teollisuuden sivutuotteet**

Myös teollisuuden sivutuotteilla sekä maarakennusteknisten että mekaanisten ominaisuuksien kirjo on huomattavan suuri. Osaa teollisuuden sivutuotteista on lisäksi mahdollista käyttää side- ja lisäaineina muille UUMA-materiaaleille tehtävien jalostustoimenpiteiden yhteydessä.

Monien materiaalien, kuten tuhkien, laatu vaihtelee ainakin jonkin verran sekä ajallisesti että tuotantolaitoskohtaisesti. Materiaalien käyttökelpoisuuden kannalta on oleellista saada laatuvaihtelut ja niiden syyt hallintaan ja määrittellä tuotantolaitoskohtaisesti materiaalin relevanteille ominaisuuksille sellaiset kriteerit ja toleranssit, jossa pysyvälle materiaalille on mahdollista luoda käyttöä varten tietyt sekoitussuhteet eli tehdä ns. reseptointi. Ensi vaiheessa tarvitaan siis laatuvaihteluseuranta, jonka puitteissa saadaan selville ominaisuuksien ääripäät sekä tärkeimmät seurattavat tekijät materiaalin laadun varmentamisen kannalta. Tämä on samalla tuotteistuksen perustietoa.

Tapahtuvien laatuvaihteluiden seurannan ohella toinen keskeinen tarkasteltava näkökohta sivutuotteisiin liittyen on se, mitkä ovat tuotantoyrityksen mahdollisuudet vaikuttaa syntyvän sivutuotteen laatuun jo varsinaisen tuotantoprosessin aikana. Selkeitä mahdollisuuksia tämäntyyppiseen toimintaan voisi olla esimerkiksi metalliteollisuuden prosessien yhteydessä. Esimerkiksi tuhkien osalta taas laatuun vaikuttaa oleellisesti veden lisäämistarkkuus polttolaitoksella sekä mahdollisuus eri tuhkalaatujen lajitteluun. Jos käyttökohteeseen kuljetettavan materiaalin laatu vaihtelee, aiheuttaa se luonnollisesti jatkuvan ylimääräisen seuranta- ja/tai säätötarpeen rakentamisen eri työvaiheissa.

Kun sivutuotemateriaalin maarakennuskäytön kannalta kriittiset ominaisuudet ovat selvillä, voidaan niitä yrittää muuttaa paremmaksi prosessia muuttamalla, mikäli se on teknisesti mahdollista lopputuotteen laatua heikentämättä. Raaka-aineiden laatuvaatimuksilla voidaan myös vaikuttaa muodostuvan sivutuotteen laatuun. Sivutuotemateriaalien hyötykäyttöpotentiaalia voidaan parantaa samoilla periaatteilla kuin ylijäämämaidenkin ominaisuuksia esim.

- seostamalla (vrt. kuitutuhka eli tuhkan ja kuitusaven seos)
- stabiloimalla esim. blokeiksi
- lisäaineilla ja vaikuttamalla esim. pintajännitykseen
- murskaamalla
- seulomalla
- kuivaamalla
- jne.

### **3.3.3 Vanhojen maarakenteiden materiaalit**

Vanhojen maarakenteiden materiaalien hyötykäytössä perusvaihtoehtoina ovat materiaalin jalostaminen alkuperäisellä paikallaan tai materiaalin siirtäminen muualle ja tässä yhteydessä mahdollisesti tapahtuva jalostaminen. Hyvälaatuisia materiaaleja on mahdollista käyttää uudelleen myös sellaisenaan ilman varsinaisia jalostustoimenpiteitä. Tavanomaisin esimerkki ensin mainitusta vaihtoehdosta on tie- ja katurakenteiden kantavan kerroksen paikallaan tapahtuva stabilointi. Tyyppillisiä esimerkkejä muualle ainakin väliaikaisesti siirrettävistä vanho-



jen maarakenteiden materiaalista taas ovat putkijohtokaivantojen sekä purettavien tie-, katu- tai piharakenteiden materiaalit.

Ylijäämämaiden tapaan vanhojen maarakenteiden materiaaleihin kohdistuvat jalostustoimenpiteet voivat perustua joko niiden mekaanisten ominaisuuksien parantamiseen stabilointityyppisellä käsittelyllä tai materiaalien kosteustilaherkkyyden ja routivuusominaisuuksien muuttamiseen muita käsittelyaineita käyttäen. Joissain tapauksissa jalostustoimenpiteinä voivat tulla kysymykseen myös pelkkään mekaaniseen vaikutukseen perustuvat käsittelyt, kuten karkean kiviaineksen lisääminen kantavan kerroksen murskeeseen sekoitusjyrsinnän yhteydessä.

### **3.3.4 Pilaantuneet maat**

Pilaantuneesta maasta voidaan poistaa haitta-aineita pesulla (märkäerotus), huokoskaasukäsittelyllä, biologisella tai termisellä käsittelyllä. Tällä hetkellä käsitellyt massat tyypillisesti sijoitetaan jätetäyttöön tai hyödynnetään kaatopaikkarakenteissa, vaikka käsiteltyjen massojen fysikaaliset ominaisuudet ja haitta-ainepitoisuudet voisivat mahdollistaa hyötykäytön muuallakin.

Käsiteltävien materiaalien teknisiä ominaisuuksia voidaan parantaa muun muassa seulomalla tai murskaamalla. Pesukäsittelyssä seulonta eri fraktioihin tapahtuu käsittelyn yhteydessä.

Stabilointi ja kiinteytys eivät poista haitta-aineita, ne vain sitovat niitä. Stabilointi parantaa käytetystä sideaineesta riippuen samalla pilaantuneen maan teknisiä ominaisuuksia rakentamiseen paremmin soveltuvaksi. Stabiloituja maamassoja on käytetty pääasiassa kaatopaikka-alueilla erilaisissa kenttärakenteissa. Käytetyt rakenneratkaisut vaihtelevat, joissakin kohteissa on edellytetty alle tarkkailukerros ja päälle läpäisemätön kerros.

### **3.3.5 Kehittämistarpeita**

#### ***Jalostuksen kehittämistarpeita***

- UUMA-materiaalien jalostukseen liittyvän materiaalitekniikan hallinta; jalostuksessa käytettävien side- ja käsittelyaineiden vaikutusmekanismit sekä niiden valintaan ja reseptointiin tarvittavien ennakkotestien määrittely ja menetelmät
- UUMA-materiaalien jalostuksessa käytettävät laitteistot; erityisesti useampien osakomponenttien samanaikaisen tehokkaan sekoittamisen mahdollistavat sekoitinlaitteistot
- Mahdollisuudet ja keinot vaikuttaa teollisuuden sivutuotteiden laatuun jo tuotantoprosessin aikana
- Märkien ruoppausmassojen ja sedimenttien käsittelyyn soveltuvat tekniikat ja menetelmät
- Pilaantuneiden maiden hyötykäytön edellytykset ja reunaehdot

## **3.4 Suunnittelu ja mitoitus**

Suunnittelun ja mitoituksen osalta yksinkertainen peruseriaate niin tavanomaisia kuin UUMA-materiaalejakin koskien tulisi olla saatavilla olevien materiaalien mahdollisimman tarkoituksenmukainen käyttö: oikeat materiaalit oikeisiin paikkoihin. UUMA-rakenteiden eri osien olisi myös toimittava tarkoituksenmukaisesti yhdessä siten, että koko rakenne täyttäisi sille asetetut toiminnalliset vaa-

timukset mahdollisimman taloudellisesti ja ympäristölle mahdollisimman vähän haittaa tuottaen. Eri materiaalien erityisominaisuudet tulisi tällöin ottaa huomioon materiaalien käyttökohteita valittaessa ja rakennekokonaisuuksia suunniteltaessa.

Koska monet UUMA-materiaalit ovat joko sellaisenaan tai niille tehtyjen jalostustoimenpiteiden jälkeen teknisiltä ominaisuuksiltaan selvästi tavanomaisista maarakennusmateriaaleista poikkeavia, saattavat myös niitä käyttäen toteutetut rakenteet poiketa toimintatavaltaan ja vaurioitumismekanismeiltaan huomattavasti tavanomaisista rakenneratkaisuista. Tästä johtuen yksi UUMA-materiaalien käyttöön liittyvistä suurimmista haasteista on niihin perustuvien rakenteiden käyttöä ja sitä myöten myös niiden elinkaarikustannusten hallinta. Ilman tätä osaamista mielekkäitä teknistaloudellisia vertailuja tavanomaisiin rakenneratkaisuihin nähden ei kuitenkaan ole mahdollista tehdä.

Yhtenä UUMA-projektin selkeistä lopputulostavoitteista tulisi olla se, että UUMA-materiaalien käyttöön perustuvat rakenneratkaisut ja niiden mitoitusperiaatteet on ohjeistettu siten, että niitä on mahdollisuus käyttää riskittömästi tavanomaisiin materiaaleihin perustuvien rakenneratkaisujen vaihtoehtona. Mitoitusmenettelyjen lisäksi myös mitoituksessa käytettävät parametrit ja niiden määrittäminen tulisi tällöin olla kootusti saatavilla ainakin tärkeimpien materiaalityyppien osalta.

### 3.4.1 Ylijäämämaat

Jalostamattomien ylijäämämaiden fysikaalisten ja maarakennusteknisten perusominaisuuksien (koostumus, tiivistyvyys jne.) määrittäminen ei edellytä erityismenetelmiä. Materiaalien mekaanisten ominaisuuksien ja erityisesti niiden pitkäaikaiskäyttäytymisen osalta tilanne on kuitenkin toinen sekä jalostetuilla että jalostamattomilla ylijäämämailla. Esimerkkejä suunnitteluratkaisujen valintaan vaikuttavista ominaisuuksista ovat tällöin muun muassa:

- mekaaninen käyttäytyminen lyhytaikaisessa kuormituksessa (E-moduuli)
- mekaaninen käyttäytyminen pitkäaikaisessa toistokuormituksessa (mm. deformaatiokäyttäytyminen tie- ja katurakenteissa)
- kosteusolosuhteiden vaihtelun vaikutus materiaalien mekaanisiin ominaisuuksiin
- jäätymis-sulamissykliä rapauttava vaikutus (esim. stabiloimalla sidotut hienorakeiset maa-ainekset, kivituhka)
- mahdollisen kemiallisen rapautumisen vaikutus
- mahdolliset liukenevat aineet (kivituhka, sedimenttikerrokset)

Kuten edellä kohdassa 3.3 jo todettiin, toimintavaihtoehtoina ylijäämämaiden ja muiden huonolaatuisten maa- ja kiviainesten tavanomaisiin materiaaleihin nähden epäedullisista ominaisuuksista aiheutuvien haitallisten vaikutusten estämiseksi on periaatteessa kaksi:

- käytetään tavanomaisista poikkeavia rakenneratkaisuja tai
- ylijäämämaiden tekniset ominaisuudet saatetaan jalostamalla tavanomaisia maarakennusmateriaaleja vastaaviksi tai jopa näitä paremmiksi, jolloin säästetään mahdollisuus käyttää joko tavanomaisia rakenneratkaisuja sellaisenaan tai jalostamalla parannettuja ominaisuuksia hyödyntäviä tavanomaisista poikkeavia rakenneratkaisuja.

Tavanomaisista poikkeavilla rakenneratkaisuilla pyritään ensi sijaisesti eliminoidaan ylijäämämaiden potentiaalisesti epäedullisten ominaisuuksien realisoituminen käyttökohteen olosuhteissa. Esimerkkinä tästä on veden pääsyn estäminen routivaan materiaaliin rakenteellisten ratkaisujen avulla, jolloin voidaan estää routimisen edellytysten toteutuminen sinällään routivalla materiaalilla.

### **3.4.2 Teollisuuden sivutuotteet**

Sekä maarakennusteknisten että mekaanisten ominaisuuksien kirjo erilaisilla teollisuuden sivutuotemateriaaleilla on huomattavan suuri. Osittain nämä ominaisuudet ovat materiaalien käyttömahdollisuuksia rajoittavia, mutta monessa tapauksessa ne tarjoavat myös mahdollisuuksia tavanomaisilla maarakennusmateriaaleilla toteutettuja rakenneratkaisuja tarkoituksenmukaisempien ratkaisujen tekemiseen. Tavanomaisista poikkeavien maarakennusmateriaalien käytön lähtökohtana tulisikin aina olla nimenomaisesti niiden edullisten ominaisuuksien mahdollisimman tehokas hyödyntäminen.

Teollisuuden sivutuotemateriaalien maarakennusteknisten perusominaisuuksien määrittäminen on usein mahdollista tavanomaisilla kiviainesmateriaaleille käytettävillä menetelmillä, joskin toisinaan näiden soveltaminen on enemmän tai vähemmän ongelmallista. Esimerkkeinä tästä ovat muun muassa sisäiseltä rakenteeltaan huokoiset, hauraat materiaalit (kuonat), runsaasti kuitumaista orgaanista ainesta sisältävät materiaalit (siistausjätteet ja muut lietteet) ja muut koostumukseltaan ei-mineraaliset materiaalit (esim. jätekumi).

Mitoitustarkasteluissa tarvittavat sivutuotemateriaalien mekaaniset ominaisuudet ja niiden pitkäaikaiskäyttäytyminen samoin kuin esimerkiksi materiaalien hydrauliset ja lämpötekniset ominaisuudet ovat usein tavanomaisista maarakennusmateriaaleista poikkeavia. Tästä johtuen kulloisenkin käyttökohteen kannalta oleellisten ominaisuuksien määrittämiseen sovellettavat testimenetelmät edellyttävät paljon tapauskohtaista harkintaa. Mitoittavien ominaisuuksien määrittämiseen käytettävien testimenetelmien ohjeistaminen olisikin yksi keskeinen kehittämistyön osa-alue teollisuuden sivutuotteiden osalta.

### **3.4.3 Vanhojen maarakenteiden materiaalit**

Vanhojen maarakenteiden materiaalien hyötykäytössä perusvaihtoehtoina ovat materiaalin jalostaminen alkuperäisellä paikallaan tai materiaalin siirtäminen muualle ja tässä yhteydessä mahdollisesti tapahtuva jalostaminen.

Varsinkin stabilointityyppisten jalostustoimenpiteiden yhteydessä alkuperäisen materiaalin tekniset ominaisuudet muuttuvat yleensä huomattavasti tavanomaisiin maarakennusmateriaaleihin verrattuna. Tällöin myös rakenteen toimintatapa ja vaurioitumismekanismit voivat tässä yhteydessä jälleen oleellisesti muuttua. Etenemisen rakenteen toimintatavan ymmärtämisen ja vaurioitumismekanismien tunnistamisen kautta käyttöiltään hallittuihin lopputuotteisiin tulisikin olla hyvin analogista edellä jo käsiteltyjen jalostettujen ylijäämämaiden ja monien sivutuotemateriaalien käyttöön perustuvien suunnitteluratkaisujen kanssa. Toisaalta on todettava, että stabiloitujen väylärakenteiden rakenteiden mitoituksesta ja todetusta toimintatavasta kertyneiden kokemusten hyödyntäminen on mahdollista myös jalostettujen ylijäämämaiden ja sivutuotemateriaalien yhteydessä.

Ominaisuuksiltaan valmiiksi tavanomaisia maarakennusmateriaaleja vastaavat vanhojen maarakenteiden materiaalit tai esimerkiksi mekaanisesti jalostamalla sellaiseksi saatetut materiaalit eivät suunnittelun tai rakentamisen kannalta edellytä erityistoimenpiteitä, vaan jalostustoimenpiteistä aiheutuvien kustannusvaikutusten sallimissa puitteissa niitä voidaan käyttää tavanomaisten materiaalien tapaan.

### **3.4.4 Pilaantuneet maat**

Pilaantuneiden maiden jossain määrin yksilöllisestä luoneesta johtuen yleispätevien tyyppirakenneratkaisujen tuottaminen niille on melko hankalaa. Rakenteiden mekaaniseen toimintaan ja kestoikään liittyvät tarkastelut noudattavat kui-

tenkin samoja peruseriaatteita kuin ylijäämämaillakin. Näiden näkökohtien lisäksi pilaantuneiden maiden hyötykäytön yhteydessä on luonnollisesti varmistettava myös ympäristökelpoisuuteen ja työturvallisuuteen liittyvien näkökohtien huomioon ottamisesta.

Oma erityisnäkökohtansa pilaantuneiden maiden käytön yhteydessä liittyy siihen, miten haitta-aineet vaikuttavat rakenteen toimintaan pitkällä aikavälillä. Esim. pilaantuneesta maasta rakennettu tiivistyskerros ei ehkä pysty puhtaasti materiaalin tavoin enää pidättämään itseensä suotoveden tuomia haitta-aineita, koska materiaalissa alun perin olleet haitta-aineet ovat mahdollisesti jo varanneet koko pidätyskapasiteetin. Rakenteen muiden kerrosten läpi suotautuva vesi voi myös muuttaa pilaantuneesta maasta rakennetun kerroksen pH:ta tai hapetus-pelkistys-olosuhteita siten, että haitta-aineet muuttuvatkin liukoiseen muotoon. Stabiloidussa kerroksessa kemialliset sidokset voivat myös muuttua haitta-aineiden vaikutuksesta kerroksen lujuutta heikentäen. Näiden mekanismien tunnistaminen ja huomioon ottaminen rakenteen pitkäaikaistoiminnan mitoituksessa vaatii vielä tutkimustyötä.

### 3.4.5 Kehittämistarpeita

#### **Suunnittelun ja mitoituksen kehittämistarpeita**

- Suunnittelun ja mitoitusarkkitehtuurien lähtötiedot ja menetelmät niiden määrittämiseen UUMA-materiaaleja käytettäessä; mekaaniset ominaisuudet lyhyt- ja pitkäaikaisessa kuormituksessa erityisesti vuodenaikojen vaihteluun liittyvissä muuttuvissa kosteusolosuhteissa, kestävyys pohjamaan painumisen tai routimisen vaikutuksesta tapahtuvien pakkosiirtymien aiheuttamia rasituksia vastaan, kestävyys toistuvien jäätymsulamissykliä vaikutuksen alaisena, materiaalien ympäristökelpoisuuteen liittyvät ominaisuudet sekä tavanomaisista maarakennusmateriaaleista poikkeavat maarakennustekniset ominaisuudet
- Menetelmät, joilla erilaisten UUMA-materiaalien pitkäaikaiskäyttämistä voitaisiin luotettavasti arvioida kestoaltaan kohtuullisen lyhytaikaisten laboratoriomääritysten perusteella
- UUMA-rakenteiden mitoitusperiaatteet; rakenteiden mekaanisen toimintatavan ja vaurioitumismekanismien analysointi eri käyttösovelluksissa
- Periaatteelliset rakenneratkaisut, joilla voidaan välttää UUMA-materiaalien epäedullisten ominaisuuksien vaikutus ja hyödyntää niiden edulliset ominaisuudet. Vaihtoehtoisia materiaaleja hyödyntävien tyyppirakennusratkaisujen tuottaminen ja rakenteiden tekemisessä käytettävien työtapojen ohjeistaminen (mallityöselitykset)
- Erityisesti pilaantuneita maita koskien sallittujen käyttökohteiden ja rakenneratkaisujen selkeä ohjeistaminen sekä pelisäännöt vastuiden siirtymisestä hankkeen eri vaiheissa
- eri materiaalityyppien lajittelu- ja luokitteluperusteet

### 3.5 Rakentaminen

Tärkein osa-alue UUMA-rakentamisen osalta on sellaisen yhtenäisen ohjeiston kokoaminen, joka huomioi riittävällä tarkkuudella tärkeimpien materiaali- ja sovellustyyppien erityisominaisuudet ja -vaatimukset sekä lopputuloksen kannalta kriittiset tekijät ja antaa selkeät toimintaohjeet erilaisissa rakentamisen

aikana syntyvissä tilanteissa, mukaan lukien poikkeustilanteet. Ohjeistamistyön rinnalla toisena oleellisena pääkohtana on rakentamiseen liittyvä laadunvarmennus, siinä käytettävät kriteerit ja laitteet. Laittepuolella erityisesti nopeiden kenttämittauksiin soveltuvien laitteiden löytäminen sekä mittaustapojen ja tulosten tulkinnan yhtenäistämistarve ovat ilmeisiä.

UUMA-rakentamisessa tarvittavat laitteet ja työmenetelmät ovat pääosiltaan suhteellisen pitkälle olemassa, mutta joiltakin osin esiintyy vielä kehitystarpeita myös mm. käytettävien työtapojen, rakenneratkaisujen ja erikoislaitteiden osalta. Edellinen koskee voimakkaimmin ylijäämämaiden ja sivutuotteiden hyödyntämistä, joiden osalta esim. levitys- ja tiivistyslaitteiden kohdalla samoin kuin jyrstekniikan kohdalla on vielä monia hyödyntämättömiä mahdollisuuksia. Myös mm. erilaiset uudet teiden reunaratkaisut ja niiden toteuttaminen käytännössä sekä rakentamisolosuhteiden (vesi, lämpötila,) asettamien reunaehto- jen perusteellisempi huomioiminen rakentamisessa ja suunnittelussa vaativat vielä kehitystyötä. Työsuojelunäkökohdat ja rakentamisen ympäristövaikutukset ovat myös kaikkien materiaalityöryhmien kohdalla oleellisia asioita.

### **3.5.1 Ylijäämämaat**

Varsinainen rakennustyö ylijäämämaita käytettäessä on periaatteessa normaalia rakentamista, jonka osalta nykykalusto on useimmissa tapauksissa riittävä. Ylijäämämaiden osalta tarpeet kohdistuvat enemmänkin aikaisemmissa kohdissa käsiteltyihin hyötykäytettävien materiaalien laadun hallintaan (lajittelu/luokittelu) sekä massojen jalostukseen (mm. sekoituslaitteet).

### **3.5.2 Teollisuuden sivutuotteet**

Teollisuuden sivutuotteet mahdollistavat hallitusti käytettynä erittäin laadukkaan rakentamisen, monissa tapauksissa jopa huomattavasti ominaisuuksiltaan paremman kuin perinteisiä ratkaisuja käytettäessä. Toisaalta niiden käyttö edellyttää huolellisuutta, materiaalitietämystä, etukäteissuunnittelua ja kunnollista laadunvalvontaa. Väärin käytettynä materiaalit ovat erittäin hankalia, ja lopputuloksen laatu kärsii ratkaisevasti. Rakentamisessa täytyy pystyä ottamaan huomioon materiaali-kohtaiset erityispiirteet, mikä edellyttää kunnollista ohjeistusta sekä työhön perehdyttämistä (erityisosaajien koulutus).

Nykytilanteessa varsinaisessa rakentamisessa käytettävä kalusto on pääpiirteissään soveltuvaa, mutta joidenkin työmenetelmien ja laitteiden osalta tarvitaan vielä kehitystyötä. Tällaisia tekijöitä ovat mm. kerrostabilointitekniikan käyttöön liittyvät kysymykset (mm. levityskalusto, kivisten alueiden jyrskintä, useamman sideainekomponentin seokset, pölyävät materiaalit, kapasiteetti) sekä laadunvalvonnassa käytettävät menetelmät ja laatukriteerien yhtenäistäminen. Laadunvalvontamenetelmät tai niiden soveltaminen saattavat poiketa normaalista ja tavanomaisista menetelmistä käytettäessä niiden soveltuvuus on varmistettava. Myös joidenkin yksittäisten rakennesovellutusten ja/tai materiaalien rakentamisessa tarvittavat laitteet ja työtavat vaativat kehitystyötä (mm. sideaineseosten sekoitustyö/”kevyt asemasekoitin” sekä levitys- ja tiivistyskalusto).

Oleellimmat asiat rakentamisen lopputuloksen kannalta muodostavat tasalaatuinen lähtömateriaali, vesipitoisuuden hallinta ja tiivistystyön onnistuminen. Edellisiin liittyen rakentamisvaiheen laadunvalvonta on ratkaisevan tärkeää lopputulosta ajatellen. Lisäksi eri työvaiheiden ja niiden kapasiteettien yhteensovittaminen ja rakentamisolosuhteille asettavat vaatimukset vaikuttavat huomattavasti lopputulokseen. Näillä kaikilla osa-alueilla on olemassa vielä selkeitä kehitystarpeita.

### 3.5.3 Vanhojen maarakenteiden materiaalit

Hyötykäyttö tapahtuu pääosin normaalia maarakennuskalustoa käyttäen *in situ* eikä rakentamiseen liity merkittäviä kehitystarpeita, paitsi jo aikaisemmin mainittujen stabilointijyrsinlaitteistojen edelleen kehittämiseen liittyvät erityisnäkökohdat.

### 3.5.4 Pilaantuneet maat

Rakentamisessa on otettava huomioon työturvallisuuteen ja ympäristövaikutuksiin liittyvät seikat, kuten pölyämisen estäminen. Lisäksi on arvioitava materiaalien yhteensopivuutta ja paikallisten olosuhteiden vaikutusta haitta-aineiden liukenemiseen. Itse rakentamisen osalta työmenetelmät ja laitteistot ovat pääosin perinteisiä, mutta esim. rakentamisen laatuvaatimukset saattavat olla normaalista poikkeavia. Työntekijöiden perehdyttäminen materiaalien erityisominaisuuksiin on tärkeää.

### 3.5.5 Kehitystarpeita

#### **Rakentamisen kehitystarpeita**

- yhtenäinen ohjeistus
- rakentamisen laadunvarmistuksen pääperiaatteet, kriteerit ja menetelmät sekä dokumentointi
- kenttämittauslaitteet
- rakentamisolosuhteiden vaikutukset ja niille asetettavat vaatimukset
- levitys- ja tiivistyskalusto sekä sideaineen sekoituskalusto
- tierakentamiseen liittyvät reunaratkaisut
- laite- ja menetelmätestaus kenttäolosuhteissa
- "erikoisosaaajakoulutus"
- eri prosessivaiheiden yhteensovittaminen kapasiteetti ja kustannukset huomioiden työsuojelukäytännöt
- työsuojeluajattelun läpivienti
- rakentamisen aikaisten ympäristövaikutusten rajoittamiskeinot
- rakenteiden dokumentointi ja merkintä maastoon ja asiakirjoihin

## 3.6 Käytön aikaiset toimenpiteet

Esiselvitysvaiheen yhteydessä tehdyn alustavan kartoituksen perusteella on löydetty tietoja sadoista erilaisista UUMA-materiaalien käyttöön liittyvistä kokeilu- ja pilotointikohteista. Vaikka hyvin monissa näistä niin kohteiden tekninen kuin myös ympäristövaikutuksiin liittyvä seuranta onkin ollut varsin puutteellista, löytyy koekohteiden joukosta kuitenkin runsaasti myös sellaisia kohteita, joista on mahdollista saada erittäin arvokasta tietoa erityisesti UUMA-materiaalien ja niitä käyttäen toteutettujen rakennekokonaisuuksien pitkäaikaiskäyttäytymisestä rakenteiden todellisissa kuormitus- ja ympäristöolosuhteissa. Tässä kohdassa jo olemassa olevien tai UUMA-kehitysohjelman aikana toteutettavien uusien koe- ja pilottikohteiden hyödyntämistä tarkastellaan lähinnä suunnitteluratkaisujen ja mitoitustarkastelujen kehittämisen yhteydessä tarvittavan palautetiedon keräämisen näkökulmasta. Laajemmin koekohteita ja niiden hyödyntämiseen liittyviä kehitystarpeita käsitellään luvussa 5 'Koekohteet'.



UUMA-materiaalien käyttöön perustuvien rakenneratkaisujen tapauksessa yksi näkökohta, joka korostuu vastaavia tavanomaisilla materiaaleilla toteutetuja rakenteita voimakkaammin, on rakenteen käyttöään lopussa edellytettävien toimenpiteiden huomioon ottaminen jo rakenteen toteutusvaiheessa. Koska rakenteiden toteutuksessa tyypillisesti käytetään materiaalien fysikaalisten ja mekaanisten ominaisuuksien parantamiseen tähtääviä stabilointi- tai muita käsitteilyaineita, ei niiden uudelleenkäyttö itsestään selvästi ole rakenteen käyttöään lopussa yhtä ongelmatonta kuin perinteisillä maarakennusmateriaaleilla. Varsinkin teollisuuden sivutuotemateriaalien ja pilaantuneiden maiden tapauksessa on lisäksi luonnollisesti otettava huomioon myös mahdolliset haitalliset ympäristövaikutukset hoito- ja korjaustoimenpiteiden sekä materiaalien uudelleenkäytön yhteydessä.

### **3.6.1 Ylijäämämaat**

Jalostettujen ylijäämämaiden käyttökohteissa tarve käytönaikaisen palautetiedon keräämiseen painottuu varmistumiseen materiaalien mekaanisten ominaisuuksien pysyvyydestä, koska ennen muuta siitä riippuu se, kuinka hyvin ylijäämä- ja sivutuotemateriaaleja sisältävät rakenteet täyttävät pitkäaikaisesti niille asetetut toiminnalliset vaatimukset. Tutkimusmenetelminä tulevat kysymykseen sekä rakenteista paikan päällä tehtävät mittaukset, muun muassa levykuormituskokeet ja pudotuspainolaitemittaukset takaisinlaskentoihin, rakenteen pinnan tasaisuusmittaukset ja rakenteista otettavien näytteiden laboratoriotestaukset. Siltä osin kuin materiaalien otaksutaan olevan lämpötekniiseltä käyttäytymiseltään tavanomaisista materiaaleista poikkeavia, myös lämpötilamittausten tekeminen rakenteista voi olla perusteltua.

Tilanteissa, joissa tavanomaista heikkolaatuisempien ylijäämä- ja sivutuotemateriaalien käyttö ei perustu niiden ominaisuuksien parantamiseen tavanomaisia materiaaleja vastaaviksi, vaan käytetään tavanomaisesta poikkeavia rakenneratkaisuja, joiden avulla ylijäämä- ja sivutuotemateriaalien ongelmallisten ominaisuuksien (esim. routivuus) realisoituminen pyritään estämään rakenteellisin keinoin, painottuu palautetiedon kerääminen vastaavasti luonnollisesti näiden rakenneratkaisujen toimivuudesta varmistumiseen.

### **3.6.2 Teollisuuden sivutuotteet**

Edellisessä kohdassa jo mainittujen näkökohtien lisäksi teollisuuden sivutuotteiden käyttöön perustuvissa rakenteissa palautetiedon keruu painottuu luonnollisesti käyttökohteen olosuhteissa toteutuvien ympäristövaikutusten selvittämiseen. Näitä käsitellään tämän raportin luvussa 4 'Ympäristöominaisuudet'. Sivutuotemateriaaleista rakennettujen kerrosten sijainti on syytä dokumentoida ja merkitä maastoon, jotta kunnossapito- ja perusparannustöissä ei aiheuteta materiaalien leviämistä ympäristöön. Mikäli käytetään poikkeavia rakenneratkaisuja, on niiden toimintaa syytä seurata.

### **3.6.3 Vanhojen maarakenteiden materiaalit**

Silloin kun vanhojen maarakenteiden materiaalit ovat teknisiltä ominaisuuksiltaan vastaavassa käyttökohteessa normaalisti käytettävien materiaalien kaltaisia, ei erityistä tarvetta palautetiedon keräämiseen rakenteen käytön aikana ole. Myös stabilointitekniikoita käyttäen jalostettujen vanhojen maarakennusmateriaalien käyttäytymisestä on tähän mennessä jo kertynyt kohtuullisen paljon kokemusta ja aihealueella on parhaillaankin käynnissä olevia tutkimushankkeita (mm. Infra-ohjelmaan kuuluva hanke VTT:llä). Erityisesti erilaisilla sideaineyhdistelmillä stabiloitujen kerrosten (nk. komposiittistabiloinnit) mitoitusominaisuuksien selvittäminen on keskeistä.

suuksien ja varsinkin vaurioitumismekanismien tuntemisessa on kuitenkin vielä ilmeisiä lisäselvitystarpeita. Näidenkin osalta sovellettavat palautetiedon keruumenetelmät ovat paljolti samoja, joihin on viitattu jo edellä kohdassa ”ylijäämämaat”.

Jos materiaalien jalostamiseen käytetään vaikutusmekanismeiltaan nykyisistä stabilointitekniikoista poikkeavia menetelmiä – erityisesti materiaalien kosteustilaherkkyuden vähentämiseen tähtääviä uudentyyppisiä käsittelyaineita – liittyy palautetiedon keräämiseen merkittäviä tarpeita sekä käsiteltyjen materiaalien mekaanisten ominaisuuksien että todennäköisesti myös niiden mahdollisten ympäristövaikutusten suhteen.

### **3.6.4 Pilaantuneet maat**

Teollisuuden sivutuotemateriaalien tapaan myös rakennekerrokset, joissa on käytetty pilaantuneita maamassoja, on syytä merkitä selvästi maastoon (esim. huomioverkolla). Lisäksi ne tulisi merkitä piirustuksiin ja dokumentoitava selvästi, jottei rakenteiden mahdollisessa korjaamisvaiheessa sekoiteta puhtaita ja likaisia materiaaleja. Rakenteiden ympäristöturvallisuudesta varmistautuminen edellyttää myös niiden varustamista kohteen luonnetta vastaavalla seurantajärjestelmällä. Teknisten ominaisuuksien pysyvyyttä voidaan seurata samoilla menetelmillä kuin muistakin rakenteista.

### **3.6.5 Kehitystarpeita**

#### **Käyttövaiheen kehitystarpeita**

- Periaatteet ja menetelmät, joilla olemassa olevien UUMA-materiaaleja käyttäen toteutettujen rakenteiden mekaanista toimintaa ja kuntotilannetta arvioidaan.
- Tiedon kokoaminen olemassa olevista, erityisesti rakenteiden pitkäaikaiskäyttyymisen arvioimisen kannalta mielenkiintoarvoa omaavista UUMA-materiaaleja sisältävistä koerakenteista
- Kartoitetaan toteutettavien uusien koerakenteiden tilan ja kunnon sekä ympäristövaikutusten monitorointiin soveltuvat mittaus- ja instrumentointimenetelmät.
- Laaditaan suositukset palautetiedon kannalta mielenkiintoisten (koe)rakenteiden yhteydessä tehtävistä mittauksista ja niiden dokumentoinnista.



# Ympäristöominaisuudet

## 4.1 Johdanto

UUMA-materiaalien käytön edellytyksenä on teknisen kelpoisuuden lisäksi myös niiden ympäristökelpoisuus. Luvussa 3 (Materiaalitekniikka) korostetaan monia UUMA-materiaalien käyttöprosessiin liittyviä teknisiä kysymyksiä, joista eräs merkittävimmistä on materiaalien pitkäaikaiskestävyys. Tässä luvussa tarkastellaan erityisesti UUMA-materiaalien käyttöönoton **ympäristöllisiä ongelmakohtia**, ympäristökelpoisuuden **todentamismenetelmiä** ja näihin liittyviä **tutkimus- ja/tai kehitystarpeita**. UUMA-materiaalien käyttöön vaikuttavaa **lainsäädäntöä** käsitellään luvussa 5.

Kotimaisten sidosryhmien näkemykset ja käytettävissä oleva kotimainen aineisto, mutta myös muualta Euroopasta saadut näkemykset ja menettelytavat ovat olleet tähän aihepiiriin käytettyä tausta-aineistoa. Tulevalta kehitysohjelmalta toivotaan erityisesti, että se tuottaa sellaista tietoa, joka tekee mahdolliseksi kehittää uusiomaarakentamista edistävää ohjeistusta ja lainsäädäntöä, joka tukee järkevää ja turvallista UUMA-materiaalien hyötykäyttöä.

## 4.2 UUMA-materiaalien käytön ympäristöllisiä ongelmakohtia

Kaikessa maarakentamisessa ympäristöön vaikutetaan materiaalien hankinnalla, valmistuksella ja kuljetuksilla, itse rakentamisen prosessin monissa vaiheissa sekä rakennetun kohteen käytön ja ylläpidon aikana.

Viime kädessä vastuun rakennetuista kohteista ja niiden toimivuudesta kantaa näiden kohteiden haltija, kuten valtakunnallisen tieverkoston osalta Tiehallinto. Sopimuksin voi vastuuta siirtää määrääjäksi (ks. hankintamallit). Kehitysohjelman tavoitteena on, että UUMA-materiaaleista jalostetut tuotteet voisivat olla eri vastuutahoilla käyttöön hyväksytyjä ja käyttöön otettuja vaihtoehtoja tavanomaisten ratkaisujen rinnalla.

UUMA-materiaalien laajamittainen hyväksyminen ja käyttöönotto edellyttävät, että UUMA-materiaaleihin ja niiden käyttöympäristöön liittyvät, perinteisestä rakentamisesta mahdollisesti poikkeavat ympäristövaikutukset ja tekniset ominaisuudet tulevat riittävällä tarkkuudella otetuksi huomioon ja arvioiduksi. Vaihtoehtona UUMA-materiaaleille on aina tavanomaisiin maanrakentamisen materiaaleihin perustuva ratkaisu; UUMA-materiaalin käytön tulee olla ympäristön kannalta vähintään yhtä turvallista.

UUMA-materiaalien käytölle koetaan olevan monia esteitä, kuten projektin nettikyselyn tuloksistakin käy ilmi (liitteet 1-1 ja 1-2). Näihin kuuluvat mm. juridiset seikat, kuten ympäristölupaprosessit jätteen hyödyntämiseksi maarakentamisessa ja vastuukysymykset, saatavuus- ja ajoitusongelmat (UUMA-materiaalien tuotannon ajankohta ei välttämättä kohtaa niiden käyttötarpeen ajankohtaa) sekä puutteelliset tiedot ja kokemukset UUMA-materiaaleista. Keskeisiä UUMA-materiaalien hyväksyttävyyteen liittyviä kysymyksiä ovat niiden ympäristöturvallisuus ja ympäristövaikutukset, mutta myös tekniset seikat, kuten näihin materiaaleihin perustuvien rakenteiden kantavuus ja kestävyys.

Ympäristön huomioonottamiseksi on UUMA-materiaalit jalostettava ja UUMA-rakenteet suunniteltava ja toteutettava siten, että niistä ei aiheudu uhkaa alueen ympäristölle eikä lähiasukkaiden terveydelle ja viihtyvyydelle. UUMA-rakentamisen osalta on erityisesti otettava huomioon veden ja/tai maaperän pilaantumiseriski ja haitallisten hiukkasten päästöt ilmaan (pölyäminen). Lisäksi UUMA-materiaalista ei tule aiheutua ongelmia rakenteen käyttöiän päättyessä eikä sen uudelleenkäytössä. Nämä ovat selkeitä vaatimuksia, mutta miten ne todennetaan kunkin materiaalin ja materiaalityypin osalta? Tiedon ja kokemuksen tarve on erilainen eri UUMA-materiaaliryhmillä (taulukko 4-1):

**Taulukko 4-1: Ympäristöhyväksyttävyyden eri UUMA-materiaaliryhmillä**

UUMA-materiaaliryhmä	Hyväksyttävyyden edellytykset*
Ylijäämämaat	Vastaavat ympäristöominaisuuksiltaan luonnon kiviaineksia. Ratkaiseva tekijä on materiaaliryhmän eri tyyppisten materiaalien jalostaminen eri käyttösovellutuksiin teknisesti hyväksyttäviksi, kestäväksi rakennusmateriaaleiksi
Teollisuuden sivutuotteet	Todennettava eri materiaalien kemiallinen koostumus, haitta-ainepitoisuudet ja liukoisuudet sekä haitta-aineiden kulkeutuminen eri olosuhteissa sekä mainittujen tekijöiden vaihtelu (miehellään myös vaihteluun vaikuttavat tekijät materiaalin laadunhallinnan varmentamiseksi). Pitkäaikaiskestävyyden todentaminen tehdään edellä mainittujen rinnalla.
Vanhonjen maarakenteiden materiaalit	Maarakennuksessa jo käytettyjen materiaalien uusiokäyttö, joten ainakin periaatteessa ovat ympäristöominaisuuksiltaan hyväksyttävissä. Asia kuitenkin varmennettava tapauskohtaisesti. Kehityspanokset eri materiaalityyppien jalostamisessa eri käyttösovellutuksiin (teknisesti hyväksyttävät ja kestävät rakennusmateriaalit)
Pilaantuneet maat (PIMA)	Ympäristökelpoisuuden kannalta hyvin heterogeeninen materiaalityyppi, jossa käyttöhyväksyttävyyden määrittäminen tapauskohtaisesti yleisen menettelytapaoheen ja tapauskohtaisen riskinarvioinnin perusteella.

\*) Kriteerien perusteena käytetään mm. VTT:n ja SYKE:n selvityksissä (vrt. 4.3.3) esitettyjä tai niitä uudempia yleisiä tai materiaalityyppikohtaisia kriteereitä teollisuuden sivutuotteiden ja niistä jalostettujen materiaalien pitoisuuksille ja liukoisuudelle.

Teollisuuden eri jätejakeet ovat jaettavissa selkeisiin ryhmiin, kuten kivihiihen polton sekä turpeen ja kuoren polton lentotuhkat, metsäteollisuuden kuitulietteet, teräskuonat, eri prosesseissa muodostuvat kipsit ja suolatutuotteet sekä rakennusteollisuuden jätteet, joiden sisällä ominaisuuksien vaihtelu on hallittavissa itse tuotantoprosessin kautta. Täten näille materiaaleille on mahdollisuus laatia tuoteselosteet, joista ilmenee, että laatu on suhteellisen tasaista (mm. haitta-aineiden pitoisuuksien ja liukoisuuksien todettu vaihteluväli) ja että laatua valvotaan. Joidenkin jätejakeiden, kuten lentotuhkien, osalta on tehty paljon tutkimuksia, mutta useimpien osalta tarvitaan vielä paljon systemaattista tutkimus- ja kehitystyötä.

Pilaantuneiden maiden osalta on vaikeampi löytää keskenään identtisiä tai lähes samankaltaisia maa-aineksia. Pilaantumisen aiheuttavat tekijät ja haitta-aineiden pitoisuudet ovat hyvin vaihtelevia ja tapauskohtaisia. Tämän vuoksi pilaantuneiden maiden hyötykäytölle voidaan esittää vain yleisiä menettelytapoja ja reunaehtoja, yksityiskohtaisten ohjeiden laatiminen ja tapauskohtainen harkinta on jätettävä ympäristölupaan. Hyötykäyttökelpoisuuden arvioinnissa voidaan hyödyntää valtioneuvoston tulevaa asetusta maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnista ja kaatopaikkakelpoisuus-kriteereistä. Suomen ympäristökeskuksessa on parhaillaan käynnissä myös selvitys työnimellä "Pilaantuneiden maiden hyötykäyttöedellytykset". Työ valmistuu vuoden 2005 loppuun mennessä. Tällä hetkellä ympäristöviranomaisten näkemys on pääosin se, että pilaantuneiden maiden hyötykäyttö pitäisi mieluiten keskittää sellaisille alueille, joilla mahdollisilla päästöillä ei ole suurta merkitystä tai alueen tilaa

seurataan, kuten kaatopaikka-alueilla. Pilaantuneiden maamassojen hyödyntämiselle voidaan asettaa ympäristöluvassa myös erilaisia rajoituksia kuten pohjamaan laatu, etäisyys pohjavedenpinnasta, pintarakenteen läpäisevyys, tarkkailukerroksen rakentaminen jne.

### 4.3 Todentamismenetelmät

#### 4.3.1 Menettelytavat

Ympäristöominaisuuksien määrittämiseksi on monia mahdollisia menettelytapoja: analyysija, testeja ja laskentamalleja:

- Haitta-aineiden kokonaispitoisuudet UUMA-materiaaleissa (analyysit materiaalinäytteistä)
- Haitta-ainepäästöt jalostamattomista tai jalostetuista UUMA-materiaaleista liukoisuustestien avulla (soveltuva liukoisuustesti ja sen uuttoliuosnäytteen analyysit)
- Kenttätetit ja ympäristönäytteiden otto koe-, pilotti- tai täyden mittakaavan rakenteista (maaperänäytteiden otto ja analyysit, lysimetri-, pohjavesi- ja/tai kaivovesinäytteiden otto ja analyysit)
- Rakennuskohteen ympäristön pinta- ja pohjavesien pitoisuuksien määrittely ennen rakentamista (lähtötietoina tausta- ja vertailuarvoiksi; esim. mahdollisten ongelmien ilmetessä rakentamisen jälkeen voidaan ottaa näytteet, analysoida ne ja verrata tuloksia lähtötietoihin)
- UUMA-materiaalin ja sen vaihtoehtojen aiheuttama luonnonvarojen ja energian kulutus laskennallisesti (esim. elinkaari-inventaario LCI, materiaalivirta-analyysi)
- UUMA-materiaalin ja sen vaihtoehtojen käytön vaikutukset maahan, veteen ja ilmaan (esim. elinkaaren aikaisten vaikutusten arviointi LCA)
- Pilaantumisen riskin arviointi (riskinarviointi, kulkeutumismallit)
- Terveysriskin arviointi ainakin työn aikana (altistumisreitit, annos ja vaste)

UUMA-materiaalien hyötykäytön edistämisen kannalta on olennaista, että todentamismenetelyn vaatimukset ovat pitkälti yhdenmukaisia ja selkeitä ja menettelyä soveltamalla saadut tulokset vertailtavia ja mahdollisimman yksiselitteisiä. Tulosten arvioinnin on perustuttava paitsi itse materiaalin ominaisuuksiin myös sen käyttötapaan ja käyttöympäristöön. Materiaalivirta-analyysit, elinkaariarvioinnit ja seikkaperäinen riskinarviointi ja/tai kulkeutumisen mallintaminen nähdään hyvin vaativina menettelytapoina ja ovat ilmeisen vähän käytettyjä, vaikka niitä on ollut kehitteillä sekä Suomessa että ulkomailla jo useita vuosia. Yleisimmät menettelytavat ovat sisältäneet haitta-ainepitoisuuksien ja/tai -liukoisuuksien määrittelyn sekä mahdollisesti lisäksi ympäristön lähtötietojen keruun ja/tai seurannan koe- ja pilotti-rakenteiden yhteydessä.

#### 4.3.2 Ympäristökuormituksen laboratoriotutkimukset

UUMA-materiaalien ympäristöominaisuuksien l. ympäristökuormituksen määrittämiseksi on standardisoitu tai standardisoitavana (CEN/TC 292) lähinnä analyysimenetelmiä sekä liukoisuustestejä, joista yleisimpiä ovat seuraavat:

- Epäorgaanisten aineiden kokonaispitoisuusmäärityksistä kiinteästä materiaalista tai esim. liukoisuustestien uuttoliuoksista on jo olemassa kattava kokoelma standardeja tai standardiluonnoksia (mm. EN12506, EN 13370, ENV 13656, EN 13657, EN13137). Orgaanisten aineiden kokonaispitoisuus-

määrittelykseen standardisointityö on käynnistynyt (2004; Lietestandardoinnista kehitettyjen menetelmien standardisointityö).

- Liukoisuustestit eli suotautumiskäyttämistestit monoliittisille ja kiinteytetyille materiaaleille: Diffuusiotesti NEN 7345.
- Liukoisuustestit, jotka simuloivat aineiden liukenemista vettä läpäisevän materiaalikerroksen läpi, eli kolonnitesti / suotautumiskäyttämistestit / läpivirtaustestit ylöspäin: prCEN/TS 14405 ja NEN 7343.
- Testit, joilla simuloidaan pH-muutosten vaikutusta aineen liukoisuuteen: prEN14429 tai prEN 14997.
- Suotautumista koskeva vastaavuustesti EN 12457-01 ... 04. Tämä testi nähdään rakeisten materiaalien ja lietteiden laadunvalvontatestinä, joka voidaan suositella tehtäväksi edellä mainittujen ympäristökelpoisuustestien rinnalla materiaalin karakterisointivaiheessa.
- Biohajoavuuden testaus joko OECD- tai ISO/ASTM-menetelmällä. Tätä testiä käytetään lähinnä runsaasti orgaanista ainesta sisältävien Teollisuuden sivutuotteiden karakterisointiin (testit on kehitetty kemikaalien ja polymeerien biohajoavuuden toteamiseen).

Testaustarve riippuu yleensä siitä, miten hyvin UUMA-materiaali tunnetaan ja mitä haitta-aineita UUMA-materiaalin tiedetään tai arvioidaan sisältävän. Pitoisuuksien ja liukoisuuksien (ml. pH ja sähkönjohtavuus) määrittelyksen lisäksi ympäristökelpoisuuden arvioinnissa tarvitaan tietoa materiaalien hienoainepitoisuudesta (pölyämisen riski) sekä pitkäaikaisesta kuormituskestävyydestä.

Käytettävissä olevien testausmenetelmien kirjo on varsin kattava ja käytettävän menetelmän valinta riippuu testattavan materiaalin ominaisuuksista, kuten vedenläpäisevyydestä ja kestävydestä, sekä käyttötarkoituksesta. Erittäin tärkeää on osata valita sellainen menettelytapa, jonka avulla saadaan oikeaa tietoa tutkittavana olevan materiaalin ympäristöominaisuuksista määrittelyssä olosuhteissa.

Kansainvälinen kehitystyö painottuu nykyisin nk. monoliittisten eli erittäin lujien ja tiiviiden materiaalien liukoisuustesteihin. Eniten erimielisyyttä on monoliittisen materiaalin täsmällisessä määrittelyssä (lujuus ja vedenläpäisevyys). Näiden ominaisuuksien pysyvyyden määrittäminen tulee olemaan tärkeä osa testausta. Tämän kehitystyön yhteydessä saatetaan kehittää myös uusia liukoisuuden kriteerejä. Muut Euroopan tasolla askarruttavat keskeiset kysymykset ovat orgaanisten haitta-aineiden liukoisuuden ja liukoisen orgaanisen aineksen (DOC) määrittäminen.

Standardisointityössä korostuvat nykyään myös laatuaspektit eri menetelmästandardeihin liittyen. Yleisenä periaatteena on se, että on voitava varmistua siitä, että standardeja sovelletaan oikealla tavalla. Täten mm. tutkimuspalveluja myyviltä tahoilta tullaan edellyttämään sertifioituja menetelmiä.

### 4.3.3 Kriteerit

UUMA-materiaalien sisältämien haitta-aineiden pitoisuuksille ja liukoisuuksille tarvitaan kriteerejä, jotka ohjaavat näiden materiaalien käyttöä. Suomessa ei ole vielä lakisääteisiä ohjeita, mutta käytössä on mm. VTT:n ja SYKE:n tutkimusten perusteella julkaistuja ehdotuksia, joita on käytetty mm. valtioneuvoston eräiden jätteiden maarakennuskäyttöä koskevan asetusehdotuksien perusteina (vrt. luku 4.4.5). Taulukossa 4-2 esitetään SYKE:n ehdotukset sivutuotteiden ympäristökelpoisuuden määrittelyn raja-arvoiksi epäorgaanisten haitta-aineiden pitoisuuksille ja liukoisuuksille. Raja-arvojen soveltamisessa on otettava huomioon Sorvarin esittämä ympäristökelpoisuuden määrittelyn hierarkkinen menettelytapa, kriteeristön rajaukset (niitä ei tule soveltaa luokitelluilla pohja-

vesialueilla ja herkissä ympäristöissä), sekä sen sisältämät monet oletukset ja epävarmuustekijät. (Sorvari 2000). Käytäntöön on kuulunut myös materiaalin käytön riskinarviointi esimerkiksi kohteen sijaintipaikan suhteen siinä tapauksessa, että materiaalin kokonaispitoisuus ja/tai liukoisuus ylittää pilaantuneelle maa-ainekselle ehdotetun ohjearvon yhden tai useamman haitta-aineen osalta.

**Taulukko 4-2: Pitoisuuksien ja liukoisuuksien raja-arvoja; epäorgaaniset haitta-aineet(Sorvari 2000). Liukoisuus on määritetty joko kolonnitestillä NEN 7343 L/S-suhteessa 10 tai diffuusiotestillä NEN 7345.**

Aine	Pitoisuus [mg/kg]		Liukoisuus <sup>2)</sup>		
	Tavoitearvo <sup>1)</sup>	Raja-arvo	Rakeinen materiaali <sup>3)</sup> [mg/kg]		Kiinteytetty materiaali <sup>4)</sup> [mg/m <sup>2</sup> ]
			Päällystämätön	Päällystetty	
As	4,0	60	0,14	0,85	58
Ba	600	600	10	28	2800
Cd	0,15	10	0,011	0,015	2,1
Co	50	200	1,1	2,5	280
Cr	37	500	2,0	5,1	550
Cu	18	400	1,1	2,0	250
Hg	0,11	5	0,014	0,032	1,6
Mo	5,0	200	0,31	0,5	70
Ni	19	300	1,2	2,1	270
Pb	15	300	1,0	1,8	210
Sb	5,0	40	0,12	0,4	36
Se	1,0	10	0,06	0,098	14
Sn	50	300	0,85	3,1	280
V	50	500	2,2	10	700
Zn	23	700	1,5	2,7	330
F	200	2000	11	25	2800
CN, vapaa	1,0	20	0,06	0,098	14
SO <sub>4</sub>			1500	-	-
Cl			250	-	-

- 1) As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn: Tavoitearvona mediaanipitoisuus maaperälle, jossa savet = 4,9 % ja orgaaninen aines = 1,2 %
- 2) (simulointitulokset)
- 3) Ympäristökelpoisuuden arvioinnissa käytettävät liukoisuusraja-arvot, kun materiaalin kokonaispaksuus on korkeintaan 0,7 m
- 4) Rakeinen materiaali, jonka liukoisuus on määritetty kolonnitestillä NEN 7343 L/S-suhteessa 10
- 5) Kiinteytetty materiaali, jonka liukoisuus on määritetty diffuusiotestillä NEN 7345

Taulukoissa 4-3 (pitoisuus) ja 4-4 (liukoisuus) ovat puolestaan ne kriteerit l. raja-arvot, joita VTT on esittänyt tausta-aineistossaan "Valtioneuvoston asetuksen eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa" valmistelua varten betonimurskeelle ja kivihiilen, puun ja turpeen tuhkille (Mroueh ym. 2005). Tämän asetuksen (jäte-VNa; ks. luku 5.3.2) soveltamisalaan liitettäville jätteille esitetään sekä perustutkimusten raja-arvot että laadunvalvonnan raja-arvot. Perustutkimuksissa määritetään kaikkien taulukossa 4-4 esitettyjen haitta-aineiden liukoisuus. Laadunvalvontatutkimuksissa voidaan seurata ainoastaan materiaalikohtaisesti valittavien kriittisten haitta-aineiden liukoisuuksia. Materiaalikohtaisen raja-arvojen perustana ovat pysyvän jätteen kaatopaikalle sijoitettavan jätteen raja-arvot. Niihin voidaan kuitenkin erityistapauksissa harkita tiettyjä materiaalikohtaisia tarkistuksia. Pitoisuusraja-arvot (taulukko 4-3) on esitetty määritettäväksi materiaalikohtaisesti jätteestä kootun toimialakohtaisen aineiston perusteella. Poikkeuksena on esitetty yleiset pitoisuusraja-arvot TOC:lle, PCB:lle ja PAH-yhdisteille.

Euroopassa asiantuntijat viittaavat yleensä Alankomaiden ja Tanskan käytäntöön. Sekä Alankomaissa että Tanskassa on normitettu pitoisuuden ja liukoisuuden ohjearvoja eräille materiaaliryhmille. Alankomaat on ollut edelläkävijä mm. luomalla rakennusmateriaaliasetuksen kautta mahdollisuuksia myös sivutuotteiden tuotteistamiselle (sertifioinnille) ja hyötykäytölle. Asetusta ollaan ilmeisesti joiltakin osin uusimassa tai tarkistamassa, sillä sen seurauksena on muodostunut ilmeisesti melko vaikeasti hallittavissa oleva luokitus- ja sertifiointijärjestelmä.

**Taulukko 4-3: Materiaalikohtaiset pitoisuusraja-arvoehdotukset betonimurskeelle ja tuhkille (VTT 12.4.2005)**

Haitta-aine	Yksikkö	Pitoisuusraja-arvo		
		Betonimurske, peitetty ja päällystetty rakenne	Tuhkat Peitetty rakenne	Tuhkat Päällystetty rakenne
TOC	%	3,0	3,0	3,0
PCB	mg/kg	1,0	0,5	1,0
PAH-yhdisteet	mg/kg	20	20	40
Sb	mg/kg		50	50
As	mg/kg	50	-	-
Ba	mg/kg		3 000	3 000
Cd	mg/kg	10	15	15
Cr	mg/kg	400	400	400
Cu	mg/kg	400	400	400
Hg	mg/kg		300	300
Pb	mg/kg	300	-	-
Mo	mg/kg		50	50
Ni	mg/kg		-	-
V	mg/kg		400	400
Zn	mg/kg	700	1 500	1 500
Se	mg/kg		-	-
F	mg/kg		-	-
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mg/kg		-	-

**Taulukko 4-4: Materiaalikohtaisesti tarkistettut liukoisuusraja-arvoehdotukset betonimurskeelle ja kivihiilen, puun ja turpeen tuhkalle L/S-suhteessa 10. Tutkimusmenetelmänä on prCEN/TS 14405 tai EN 12457/osat 1-4.**

	Betonimurske, liukoisuus, mg/kg				Kivihiilen, puun ja turpeen tuhkat liukoisuus, mg/kg			
	Perustutkimukset		Laadunvalvonta		Perustutkimukset		Laadunvalvonta	
	Peitetty rakenne	Päällystetty rakenne	Peitetty rakenne	Päällystetty rakenne	Peitetty rakenne	Päällystetty rakenne	Peitetty rakenne	Päällystetty rakenne
DOC	500	500			500	500		
Sb	0,06	0,06			0,06	0,18		
As	0,5	0,5			0,5	1,5		
Ba	20	20			20	60		
Cd	0,02	0,02	<b>0,02</b>	<b>0,02</b>	0,04	0,04		
Cr	0,5	0,5	<b>0,5</b>	<b>0,5</b>	0,5	3,0	<b>0,5</b>	<b>3,0</b>
Cu	2,0	2,0	<b>2,0</b>	<b>2,0</b>	2,0	6,0		
Hg	0,01	0,01			0,01	0,01		
Pb	0,5	0,5	<b>0,5</b>	<b>0,5</b>	0,5	1,5	<b>0,5</b>	<b>1,5</b>
Mo	0,5	0,5			0,5	6,0	<b>0,5</b>	<b>6,0</b>
Ni	0,4	0,4			0,4	1,2		
V	2,0	2,0			2,0	3,0	<b>2,0</b>	<b>3,0</b>
Zn	4,0	4,0			4,0	12		
Se	0,1	0,1			0,1	0,5	<b>0,1</b>	<b>0,5</b>
F	10	10			10	50	<b>10</b>	<b>50</b>
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	1 000	3 000	<b>1 000</b>	<b>3 000</b>	1 000	10 000	<b>1 000</b>	<b>10 000</b>
Cl	800	800			800	2 400		

## 4.4 Kehitystarpeita

UUMA-materiaalien ympäristöllinen hyväksyttäminen ja ympäristöominaisuuksien sekä pitkäaikaiskestävyyden todentaminen edellyttää vielä runsaasti tietoa ja kokemusta luovaa tutkimusta ja testausta. Tiedot saadaan mm. tehtyjen ja uusien, tarkoituksenmukaisten ja tehokkaiden tutkimusprojektien kautta; kokemukset saadaan jo tehtyjen UUMA-rakenteiden ja uusien pilottien sekä niiden yhteydessä järjestettyjen systemaattisten kenttäkokeiden kautta. Vaaditaan myös kärsivällisyyttä: lyhytkestoiset ja hyvin suppeat projektit voivat enemmänkin lisätä kysymyksiä ja todentamistarpeita kuin antaa vastauksia ja varmuutta. Toisaalta on hyväksyttävä se, että päätöksiä on tehty ja joudutaan edelleenkin tekemään epätäydellisen tiedon varassa.

Tutkimusmenetelmiä ei Suomessa tarvitse lähteä kehittämään; kehitystyö tapahtuu Euroopan tutkimuslaitosten yhteistyönä. Suomessa sovellettavat ohjeet mm. UUMA-materiaalien ja -sovellutusten hyväksyttämiseksi on määriteltävä Suomessa ja suomalaisiin olosuhteisiin. Perustiedon tarvetta on vielä olemassa eri UUMA-materiaalien ympäristöominaisuuksista sekä haitta-aineiden kulkeutumiskäytännöistä eri olosuhteissa (sadanta, materiaalin vedenläpäisevyys, maaperän puskuriominaisuudet, pH-olosuhteet, veden virtaussuunta jne.), kun tunnetaan materiaalin koostumus, haitta-aineiden pitoisuus ja liukoisuus aineissa, ja mahdollisesti myös käyttösovellutus (käyttömäärä ja rakennekokonaisuus). Mm. näiden tietojen perusteella on mallinnettavissa eri haitta-aineiden kulkeutuminen. Tällaista mallinnustyökalua voi käyttää sekä riskinarvioinnissa että ohjeiden laadinnassa. Mallinnusta on toki jo tehty, esimerkiksi molybdeenin osalta (Tuhkarakentamisohje 2000), sekä työn alla (esim. Metsäteollisuuden ympäristötutkimusryhmän projekti "Metsäteollisuuden lentotuhkien hyötykäyttö: haitallisten aineiden kulkeutumisen mallinnus ja riskianalyysi". Fredrik Blomfeltin muistio 22.6.2005).

### **Kehitystarpeet / Ympäristöominaisuudet ja niiden arvioinnin menettelytavat**

- Olemassa olevien koe- ja pilotti- ym. kohteiden ympäristötutkimukset. Kyseessä ensisijassa jo tehtyjen kenttäkokeiden jatkaminen
- Eri UUMA-materiaalien ja niistä jalostettujen materiaalien systemaattinen testaus ympäristöominaisuuksien kartoittamiseksi ja mm. kulkeutumismallinnusta varten. Mukaan myös tähänastiset tutkimustiedot (kriittisen tarkastelun tarve).
- Riskinarvioinnin työkaluksi haitta-aineiden kulkeutumismallinnus lisätestauksineen, olemassa olevien kulkeutumismallien lisäkehitystarpeen pohjalta; suomalaiset / pohjoismaiset tyyppiympäristöt.



# 5

## Lainsäädäntö ja UUMA- materiaalien hyväksyttävyy

Esiselvityksen yhteydessä suoritetussa nettikyselyssä lainsäädäntöä pidetään yleisesti ongelmana ja UUMA-materiaalien käytön esteenä, mutta ehkäpä tämä on nähtävä osin myös asennekysymyksenä. Vaihtoehtona on ottaa seuraava näkökulma:

**Lainsäädäntö asettaa UUMA-materiaalien käytölle  
velvoitteita ja reunaehtoja  
sekä  
UUMA-tekniologian kehittämislle haasteita**

Seuraavassa on tehty katsaus nykyiseen, UUMA-materiaalien käyttöön liittyvään lainsäädäntöön ja siinä tapahtuvaan sekä toivottuun kehitykseen.

### 5.1 Nykyistä lainsäädäntöä ja viranomaisohjeita

Kansallista lainsäädäntöä kehitetään EY-lainsäädännön pohjalta, joten esimerkiksi jätedirektiivin (75/442/ETY) asettamien vaatimusten tulee olla perustana toimenpiteille. Direktiivin 3 artiklan mukaan jäsenvaltioiden on toteutettava aiheelliset toimenpiteet edistääkseen jätteiden vähentämistä, kierrätystä, muuntamista raaka-aineiksi ja mahdollisesti energialähteeksi sekä kaikkia muita jätteiden uudelleenkäyttömenetelmiä. Tämän esiselvityksen ja sen tuloksena muodostuvan kehitysohjelman voidaan todeta tukevan hyvin edellä mainittuja tavoitteita. Lisäksi EU-komission julkaisema kestävä kehityksen strategia ja komission tiedonanto "Kohti jätteiden syntymisen ehkäisemisen ja kierrätyksen teemakohtaista strategiaa" ovat keskeistä, mainittuja hankkeita tukevaa taustamateriaalia.

UUMA-materiaalien käyttö maarakentamisessa edellyttää mm. seuraavien lakien ja määräysten huomioonottamista:

- Ympäristönsuojelulaki 86/2000 ja -asetus 169/2000
- Jätelaki (1072/1993) ja -asetus (1390/1993)
- Ympäristöministeriön asetus / luettelo (1129/2000) yleisimmistä jätteistä ja ongelmajätteistä
- **Luonnonsuojelulaki (1096/1996) ja -asetus (160/1997)**; tavoitteena on mm. luonnonkauneuden ja maisema-arvojen vaaliminen sekä luonnonvarojen ja luontoympäristön kestävä käytön tukeminen.
- **Maa-aineslaki (555/1981)**, jonka tavoitteena on aineiden otto ympäristön kestävä kehitystä tukevalla tavalla
- **Maankäyttö- ja rakennuslaki (132/1999) ja -asetus (845/1999)**. Tavoitteena on järjestää alueiden käyttö ja rakentaminen niin, että siinä luodaan edellytykset hyvälle elinympäristölle sekä edistetään ekologisesti, taloudellisesti, sosiaalisesti ja kulttuurisesti kestävä kehitystä. Rakennuksen tulee sen käyt-

tötarkoituksen edellyttämällä tavalla täyttää rakenteiden lujuuden ja vakauden, paloturvallisuuden, hygienian, terveyden ja ympäristön, käyttöturvallisuuden, meluntorjunnan sekä energiatalouden ja lämmöneristyksen perusvaatimukset (olennaiset tekniset vaatimukset).

- **Laki rakennustuotteiden hyväksynnästä (230/2003)**
- **Ympäristöministeriön asetus rakennustuotteiden hyväksynnästä (1245/2003)**
- **Suomen rakentamismääräyskokoelma.** Kokoelmassa annetaan maankäyttö- ja rakennuslakia ja -asetusta täydentäviä, rakennusteknisiä ja vastaavia määräyksiä ja ohjeita. Rakentamismääräyskokoelman määräykset ovat velvoittavia ja ohjeet neuvoa-antavia.
  - Seuraavat sisältävät viitetietoja / ohjearvoja:
    - VNp 282/1994 puhdistamolietteen käytöstä maanviljelyksessä
    - VNp 363/1994 eräiden ympäristölle tai terveydelle vaarallisten aineiden johtamisesta veteen
    - VNp 364/1994 pohjavesien suojelemisesta eräiden ympäristölle ja terveydelle vaarallisten aineiden aiheuttamalta pilaantumiselta
    - VNp 366/1994 juomaveden valmistamiseen tarkoitettun pintaveden laatuvaatimuksista ja tarkkailusta
    - STMp 461/2000 talousveden kemialliset laatuvaatimukset tai laatusuosituks
    - Sedimenttien ruoppaus- ja läjitysohje. Ympäristöministeriö, ympäristöopas 117
    - Saastuneet maa-alueet ja niiden käsittely Suomessa. Ympäristöministeriön muistio 5/1994 (SAMASE-arvot)
    - Seuraavilla ohjataan hyötykäyttöä:
      - VNp 295/1997 rakennusjätteistä (rakennusjätteiden määrän ja haitallisuuden vähentäminen ja niiden hyödyntämisen lisääminen)
      - VNp 1246/1995 käytöstä poistettujen renkaiden hyödyntämisestä ja käsitteystä

## 5.2 Jätteen, kemikaalin ja tuotteen määritelmä

Ympäristölainsäädännössä ei ole määritetty tuotetta, ainetta ja esinettä. Kemikaalilaissa 744/98 on määritetty kemikaali (aine tai valmiste) ja jätelaissa 1072/93 on määritetty jäte (aine tai esine). Kemikaalilaissa (10§) tarkoitetaan kemikaalilla alkuaineita ja niiden kemiallisia yhdisteitä sellaisina kuin ne esiintyvät luonnossa tai teollisesti tuotettuina (*aineet*) sekä kahden tai useamman aineen seoksia (*valmisteet*). Joissakin koe- ja pilottihankkeissa on käytetyistä teollisuuden sivutuotteista, kuten tuhkista, laadittu kemikaalien tapaan käyttöturvallisuustiedote. Myös kaupallisista sideaineista, joita pidetään kemikaalivalmisteina, on käyttöturvallisuustiedotteet.

*Jätelaissa (3§) tarkoitetaan jätteellä* ainetta tai esinettä, jonka sen haltija on poistanut tai aikoo poistaa käytöstä taikka on velvollinen poistamaan käytöstä. YM:n asetuksessa 1129/2001 eli yleisimpien jätteiden ja ongelmajätteiden luettelossa on esimerkkiluettelo jätteistä. Näihin kuuluvat teollisuuden sivutuotteiden lisäksi mm.

- maa-ainekset (pilaantuneilta alueilta kaivetut maa-ainekset mukaan luettuna), kiviainekset ja ruoppausmassat (17 05)
- [muut] rakentamisessa ja purkamisessa syntyvät jätteet (27 09)
- maaperän ja pohjaveden kunnostamisessa syntyvät jätteet (19 13) ja
- puutarha- ja puisto-jätteet ... kuten maa- ja kiviainekset (20 02 02)

Asetuksessa todetaan, että kaikki luettelon aineet ja esineet eivät jätettä. Ne ovat jätettä vain siinä tapauksessa, että ne täyttävät jätelain 1072/1993 (3§, 1 momentin 1 kohdan) tarkoittamat tunnusmerkit.

Jätepuitedirektiivin sisältämä jätteen määritelmä on hyvin yleinen ja siten myös tulkinnanvarainen. Tulkintaa on jouduttu hakemaan esim. EY:n tuomioistuimen ratkaisujen perusteella. Komissio esittänee marraskuussa 2005 jätepuitedirektiivin tarkistuksen, johon sisältyy ns. EOW – kriteerit eli kriteerit menettelylle, jonka mukaan voidaan selvittää milloin, jäte lakkaa olemasta jäte (end of waste) . Tällöin voitaisiin komitologia-menettelyssä jätelajikohtaisesti ratkaista, milloin kyseinen jätelaji lakkaa olemasta jäte. Kriteerien käyttöönotosta ei ole täyttä varmuutta ja niiden valmistelu EU:ssa saattaa kestää pitkään. UUMA-hankkeen yhteydessä voidaan tuottaa EOW-kriteerien soveltamisessa tarvittavaa tietoa sekä edesauttaa siten kriteerien toteutumista.

Viime vuonna annetussa EY-tuomioistuimen ratkaisussa (C-1/03) todettiin, että myös kaivamattomat pilaantuneet maat ovat jätettä. Tuomioistuimen tulkinta on herättänyt laajaa huolta jäsenmaissa, sillä jättesäädösten mukaisten menettelyjen ei katsota soveltuvan historiallisen pilaantumisen hallinnointiin. Komissio korjannee asian pikaisesti säädösmuutoksien. Kunnes se on tehty, tuomioistuimen ratkaisua on pidettävä lainsäädäntönä, mikä käytännössä rinnastaa pilaantuneet maa-alueet kaatopaikkoihin.

### **5.3 Ympäristölupavelvollisuus ja sitä koskevat poikkeukset**

Jätteen laitospäivä tai ammattimaiseen hyötykäyttöön tarvitaan tällä hetkellä ympäristönsuojelulain (86/2000) 28 §:n mukainen ympäristölupa. Tämän on koettu hankaloittavan erityisesti Teollisuuden sivutuotteiden hyötykäyttöä maarakennuksessa. Lupavelvollisuus koskee nimenomaan käsittelyä ja hyödyntämistä eli siitä ei voida vapautua tuotantolaitoskohtaisen ympäristöluvan perusteella. Nykyisin jokaiselle ammatti- tai laitospäiväkohtaiselle hyödyntämiskohteelle on periaatteessa haettava ympäristölupa kohdekohtaisesti erikseen.

Ympäristönsuojelulain (YSL) 30 §:ssä ja ympäristönsuojeluasetuksen (YSA) 4 §:ssä säädetään poikkeuksista YSL:n 28 §:n mukaiseen ympäristölupavelvollisuuteen. Ympäristönsuojelulain ja -asetuksen perusteella ympäristölupavelvollisuus ei koske:

- jätteen koeluontoista, lyhytaikaista hyödyntämistä maarakentamisessa (YSL 30.2 §). Koerakentamisesta on tehtävä ilmoitus toimivaltaiselle ympäristölupaviranomaiselle (YSL 61 §)
- jätteitä, joiden osalta valtioneuvosto on antanut hyödyntämistä tai koskevat määräykset ja samalla määrännyt, ettei jätelupaa tarvita (YSL 30.1 §). Jätteiden hyödyntämisestä olisi kuitenkin tehtävä YSL:n 65 §:n mukainen ilmoitus ympäristönsuojelun tietojärjestelmään.
- YSA:n 4 §:n mukaan lupavelvollisuus ei koske:
  - 1) maa- ja metsätaloudessa syntyvän ja siinä hyödynnettävän tai käsiteltävän luonnonmukaisen vaarattoman kasviperäisen jätteen hyödyntämistä tai käsittelyä;
  - 2) maa- ja kiviainesten ottamisessa taikka rakennus- tai maa- ja vesirakentamistoiminnassa syntyvän pilaantumattoman maa- ja kiviainejätteen hyödyntämistä tai käsittelyä ottamis- tai rakennuspaikalla taikka muulla rakentamispaikalla, jossa jäte hyödynnetään tai käsitellään jätelain (1072/1993) vastaavat vaatimukset täyttävän hyväksytyt suunnitelman tai luvan mukaisesti;

3) vaarattomaksi käsitellyn jätevesi- ja sakokaivolietteen taikka lannan tai vaarattoman tuhkan tai kuonan hyödyntämistä maanparannusaineena taikka lannoitteena.

Ympäristöministeriössä on ollut pitkään valmisteilla asetus eräiden jätteiden maarakennuskäytön osalta ympäristöluvan korvaamiseksi sitä kevyemmällä ilmoitusmenettelyllä (ks. 5.3.2).

### **5.3.1 Vastuut ja velvoitteet**

UUMA-materiaalien hyödyntäjää sitovat jätelain yleiset huolehtimisvelvoitteet. UUMA-materiaalien käyttäjien tulee aina huolehtia siitä, ettei materiaalista aiheudu haittaa tai vaaraa ympäristölle tai terveydelle (jätelaki 6 §).

Toiminnan harjoittaja on aina vastuussa siitä, että mm. ympäristöön ja näkökohtiin kiinnitetään riittävästi huomioita. Osa näistä asioista tulee otettua huomioon lainsäädännön asettamien velvoitteiden kautta, esimerkiksi ympäristölupahakemuksen yhteydessä. Viranomaispäätös antaa jonkinlaisen suojan toiminnalle myöhemmin asetettavia lisävaatimuksia ajatellen. Tämä edellyttää sitä, että toiminnan harjoittaja on luovuttanut viranomaiselle päätöstä varten kaiken tarvittavan ja vaadittavan tiedon. Näyttövelvoite on toiminnan harjoittajalla. Kaikessa toiminnassa tulisi ottaa huomioon mm. seuraavat seikat (Vägledning 2005):

1. Toiminnanharjoittajan näyttövelvoite
2. Velvollisuus hankkia tietoa
3. Ympäristönsuojeluun liittyvät toimenpiteet
4. Paikan valinta
5. Energian ja materiaalien tehokas käyttö
6. Tuotteiden ja materiaalien valinta: vähiten haitalliset vaihtoehdot
7. Ympäristövastuu, vahinkovastuu ... jne.

Selkeiden ohjeiden puuttuminen on yleensä koettu uusiotuotteiden käytön esteeksi; esimerkiksi ympäristöllisten ohjearvojen ja tietojen puuttuminen nähdään aiheuttavan vaikeuksia tehdä materiaalivalintoja.

### **5.3.2 Valmisteilla olevia säädöksiä**

#### **Kaatopaikkakelpoisuus**

Kaatopaikkoja koskevassa valtioneuvoston päätöksen 861/1997 liitteessä 2 Jätteen kaatopaikkakelpoisuuden arviointi todetaan, että jätteen kaatopaikkakelpoisuus arvioidaan kaatopaikkakelpoisuustestin ja toistettavien laadunvalvontatestien perusteella. Liitteessä on yleisesti maininta ohjearvoista ja käytettävistä testeistä, joita koskevaa EU:n kaatopaikkadirektiiviin perustuvaa neuvoston päätöstä 2003/33/EY (19.12.2002) on noudatettava Suomessakin 16.7.2005 alkaen. Ko. päätös toimeenpannaan valtioneuvoston asetuksella kaatopaikkoja koskevan päätöksen muuttamisesta. Kaatopaikkakelpoisuuden osoittamisesta on valmisteilla opas (VTT). Päätöksessä esitetään kelpoisuuskriteerit pysyvän jätteen, ongelmajätteen ja eräiden epäorgaanisten jätteiden kaatopaikoille sijoitettaville jätteille. Jälkimmäisiä suositellaan oppaassa sovellettavaksi tietyin poikkeuksin myös sekajätteen kaatopaikalle. Oppaassa tullaan esittämään yhtenä esimerkkitapauksena pilaantuneen maan kaatopaikkasijoituksen arviointimenettely.

### *Jätteiden hyötykäyttö maarakentamisessa*

Ympäristöministeriössä on pitkään valmisteltu valtioneuvoston asetusta eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa eli ns. jäte-VNa. Asetus on ollut laajalla lausuntokierroksella vuonna 2001. Asetuksen soveltamisalaan kuuluvien jätteiden hyödyntämisedellytykset säänneltäisiin asetuksessa. Niiden täyttyessä hyödyntämiseen ei tarvitsisi hakea ympäristölupaa. Jätteiden hyödyntämisestä olisi kuitenkin tehtävä ympäristönsuojelulain 65 §:n mukainen ilmoitus ympäristönsuojelun tietojärjestelmään. Asetusluonnos on lausuntokierroksella, joka päättyy 31.8.2005. Ehdotus toimitetaan lausuntokierroksen jälkeen notifioidavaksi komissiolle, minkä jälkeen se esitellään valtioneuvostossa todennäköisimmin vuoden 2006 alkupuolella. Asetuksen piiriin kuuluvat ensi vaiheessa mahdollisesti kivihiilen, puun ja turpeen lento- ja pohjatuhkat sekä betonimurske. Näille jätejakeille on esitetty haitallisten aineiden pitoisuuksien ja liukoisuuksien raja-arvoja sekä perustutkimusten että laadunvalvonnan osalta. Myöhemässä vaiheessa asetukseen on mahdollista lisätä jätejakeita liitteiden avulla. Mm. kuitusavia, käsiteltyjä pilaantuneita maita ja tiilimursketta on esitetty liitettäväksi asetuksen piiriin. Raja-arvojen lähtökohtina uusitussa asetusluonnoksessa on käytetty edellä mainittuja pysyvän jätteen kriteerejä sellaisenaan ja korotettuina. Yhtenäisten tarkastelutapojen ja raja-arvojen perusteiden käytöllä on tarkoitus helpottaa sekä jätteen tuottajan että muiden asianosaisten osapuolten toimintaa. Raja-arvot ovat kuitenkin esim. lentotuhkan hyötykäytön suhteen melko haastavia. Raja-arvojen perusteet ja asetukseen soveltuviin uusien jätteiden osoittamismenettely on esitetty VTT:n taustamuistiossa (luonnos 12.4.2005 tausta-aineistoa valtioneuvoston asetuksen eräiden jätteiden hyödyntämistä varten).

Yleisen asetuksen lisäksi valmisteilla on myös erillinen asetusta eräiden metallinjalostuksen kuonien hyödyntämisestä maarakentamisessa.

### *Valtioneuvoston asetusta maaperän pilaantumisen ja puhdistustarpeen arvioinnista*

Toinen pitkään valmisteltavana ollut säädös on valtioneuvoston asetusta maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnista eli ns. PIMA-asetusta. Asetuksen on tarkoitus astua voimaan tänä vuonna. Asetusluonnos korostaa riskinarvioinnin merkitystä niin pilaantuneisuuden kuin puhdistustarpeen arvioinnissakin. Asetuksessa tullaan esittämään arvioinnin avuksi kolmitasoiset ohjearvot noin 60 haitta-aineelle tai yhdisteelle. Asetus korvaa Ympäristöministeriön oppaassa 5/1994 esitetyt epäviralliset ns. SAMASE-arvot. Asetuksesta laaditaan sovellusopas, johon kerätään mm. riskitasoja ja taustapitoisuustietoja kaikista esitetyistä haitta-aineista. Asetusta ja sovellusopasta voidaan käyttää soveltaen apuna myös UUMA-materiaalien hyötykäyttökelpoisuuden arvioinnissa.

## **5.4 EU-lainsäädäntö**

Seuraava EU-lainsäädäntö vaikuttaa aikaisemmin mainittujen lisäksi UUMA-materiaalien käyttöön maarakentamisessa:

- IPPC Yhdennetty päästöjen ja vaikutusten hallinta teollisuudessa (96/61/EY) – voi vaikuttaa UUMA-materiaalien käyttöön maarakentamisessa, etenkin teollisuuslaitoksien ja kaatopaikkojen toiminnan osalta
- REACH – järjestelmä. Asetuksella luodaan kemikaalien rekisteröintiä, arviointia ja lupamenettelyä varten uusi REACH-järjestelmä (Registration, Evaluation and Authorisation of Chemicals). Siinä edellytetään, että kemikaaleja valmistavat ja maahantuovat yritykset arvioivat aineiden käytöstä aiheutu-

vat riskit ja ryhtyvät tarvittaviin toimiin havaittujen riskien hallitsemiseksi. Järjestelmässä kemikaalit, joita valmistetaan tai tuodaan maahan yli tonni vuodessa valmistajaa tai maahantuojaa kohti, rekisteröitäisiin keskitettyyn tietokantaan, joka sisältäisi aineen ominaisuuksia, käyttötapoja ja turvallista käsittelyä sisältäviä tietoja. Tiedot siirrettäisiin toimitusketjussa eteenpäin, jotta kemikaaleja omassa tuotannossaan käyttävät voisivat toimia vastuullisesti vaarantamatta työntekijöiden ja kuluttajien turvallisuutta tai ympäristöä. REACH -järjestelmän keskustietokantaan rekisteröitäisiin yritysten toimittamat perustiedot noin 30 000 aineesta. Tietovaatimusten taso riippuu siitä, kuinka paljon niitä tuotetaan. Mahdollista vaikutusta niihin UUMA-materiaaleihin, jotka luokitellaan kemikaaleiksi.

- EU:n rakennustuotedirektiivi CPD (Construction Product Directive) 89/106/EEC luo edellytykset rakennustuotteiden CE-merkinnälle. CE-merkitetyt tuotteet ovat vapaasti markkinoitavissa EU/ETA alueella. Tuotteiden käyttöä ohjaa sitten kunkin maan omat rakennussäännökset. Rakennustuotteen valmistaja kiinnittää CE-merkinnän tuotteeseen ja vakuuttaa sen olevan harmonisoidun standardin mukainen ja soveltuvan käyttötarkoitukseensa. CE-merkinnän edellytyksenä ovat harmonisoidut tekniset spesifikaatiot (standardit) (ehkä tulevaisuudessa myös UUMA-materiaaleille). Tämän työn edistymistä voi seurata CENin (European Committee for Standardisation) ja EOTAn (European Organisation for Technical Approvals) kotisivuilta. Muun muassa kiviainestuotteiden CE-merkintä on ollut jo mahdollista jo vuoden 2004 kesäkuusta alkaen. Kiviainestuotteiden harmonisoiduissa tuotestandardeissa käsitellään myös keinokiviaineita kuten esimerkiksi masuunikuonia tie- ja vesirakennuskäytössä.
- EU:n vesipolitiikan puitedirektiivin (EU Water Framework directive, 2000/60/EY) tavoitteena on mm. estää vesiekosysteemien huononemista sekä suojella ja parantaa niiden tilaa, vähentää pohjaviesien pilaantumista ja tehostaa vesiensuojelua pilaavien ja vaarallisten aineiden päästöjä vähentämällä (prioriteettialueuudistus 2455/2001/EY). Puitedirektiivillä on vaikutusta myös Suomen vesiensuojeluun, ja se tulee ottaa huomioon uusiutuotteita koskevassa ohjeistuksessa ja muussa kehitystyössä.

## 5.5 Kehitystarpeita

Vaikka EU-lainsäädäntö asettaa reunaehdoja kansalliselle lainsäädännölle, voi Suomi olla UUMA-materiaalien osalta malliesimerkkinä kehittämällä omaa hyötykäyttöä edistävää lainsäädäntöä. Suomi voi olla aktiivinen myös mahdollisten EU:n EOW-kriteerien (end of waste) käyttöönoton edistämisessä.

Jätteiden ammatti- tai laitospainainen hyötykäyttö edellyttää tällä hetkellä ympäristölupaa. Ympäristölupa-asioita käsitellään 13 alueellisessa ympäristökeskuksessa ja noin 350 kunnassa sekä tietyissä asioissa kolmessa ympäristölupavirastossa. Lupakäsittely saatetaan yhdistää ympäristölupaviraston alle. Lupamenettely on raskas ja kallis ohjauskeino, paitsi rakennuttajille ja urakoitsijoille, myös yhteiskunnalle. Ympäristövaikutuksiltaan selkeitä ja vähäisempiä toimia, mm. UUMA-materiaalien käyttöä maarakentamisessa, toivotaan voitavan ohjata tulevaisuudessa normiohjauksella, kaavoituksella ja jälkivalvonnalla. JäteVNa:n käyttöönoton ja laajenemisen tukeminen on UUMA-kehitysohjelman keskeisiä kehitystarpeita.

### **Kehitystarpeet / Lainsäädäntö**

- Tiedon ja tausta-aineiston tuottaminen Jäte-VNa:n jatkotyöstämiseksi ja laajentamiseksi koskemaan uusia jätejakeita
- Tiedon ja tausta-aineiston tuottaminen mahdollisia EOW-kriteerejä varten
- Selvitetään mahdollisuudet ja vaihtoehdot yksinkertaistaa ympäristölupakäytäntöä
- Tiedottaminen ja tiedon popularisointi



## Koekohteet

### 6.1 Yleisesti

UUMA-materiaaleja on käytetty Suomessa monissa kymmenissä koekohteissa, erityisesti 1990-luvulta alkaen. Infrarakentamisen uuden materiaaliteknologian piiriin kuuluvaa koerakentamistoimintaa on kartoitettu tämän esiselvitystyön yhteydessä. Osa tiedoista on saatu erilaisista kootuista tietolähteistä: Tiehallinnon koerakennuskohteet, Uusiomaarakenteiden tiedosto (SGY) ja Tekesin Ympäristögeotekniikkaohjelman koekohteet. Näitä tietoja on täydennetty haastatteluilta. Koerakentamisen määrät eri materiaaleilla ja sovellutuksilla vaihtelevat paljon, kuten taulukoista 6-1 ... 6-3 (luku 6.1.1) on todettavissa. Kohteiden instrumentoinnin ja seurantatutkimusten tasot vaihtelevat myös merkittävästi, ja vain pienessä osassa kohteita on sekä instrumentointia että systemaattista seuranta. Tämän esiselvityksen yhteydessä tehty koekohteiden kartoitus antaa toki vain yleiskuvan nykytilanteesta ja mahdollisuuksista, koska kartoitus ei suinkaan kata kaikkea tehtyä koe- tai pilottirakentamista.

UUMA-materiaalien käyttöön liittyvien koe- ja pilottikohteiden osalta on tärkeää huolehtia siitä, että niissä piilevä arvokas tieto ei mene hukkaan. Monien tierakentamisen koerakennuskohteiden seuranta loppui Tielaitoksen jakaantuessa Tiehallintoon ja Tieliikelaitokseen. Kohteiden seurantaan ei löytynyt enää rahoitusta. Nämä kohteet sisältävät arvokasta tietoa rakenteiden pitkäaikaiskäyttäytymisestä ja ympäristövaikutuksista, minkä vuoksi seurantatutkimuksia tulisi jatkaa.

Koerakennuskohteet sisältävät arvokkaan mahdollisuuden tutkia rakenteiden ja materiaalien pitkäaikaisominaisuuksia. Ympäristötutkimuksilla voidaan varmentaa materiaalien ympäristöturvallisuus. Tarvittaessa varmentaminen tehdään koerakenteista tehtyjen tutkimuksien, laboratoriotutkimuksien ja mallinnuksien avulla. Teknisillä tutkimuksilla saadaan arvokasta tietoa rakenteiden ja materiaalien pitkäaikaiskestävyydestä, joita voidaan hyödyntää käyttöikämallinnuksessa ja elinkaarenaikaisten kustannusten arvioinnissa.

#### 6.1.1 Yhteenvedo koekohteista

Taulukoissa 6-1...6-3 esitetyt yhteenvedot ovat koosteita huomattavasti yksityiskohtaisemmasta ja laajasta tiedostosta, jota ei ole sisällytetty tähän raporttiin, mutta joka tulee olemaan UUMA-ohjelman jatkotutkimuksessa käytettävissä. Tietoa kaikista Suomessa toteutetuista koe- tai pilottikohteista ei ole esiselvityksen yhteydessä saatu kartoitettua, joten taulukoissa ei ole esitetty lukuarvoja vaan tilanne on indikoitu värisymbolein:

paljon kokeiluja

jonkin verran kokeiluja

vähän kokeiluja

ei löytynyt kohteita

Saadut tiedot on koottu taulukoihin koerakennetyypeittäin ja UUMA-materiaaleittain. Tämä ryhmittely on pidetty kuitenkin vielä varsin karkeana, koska tarkoituksena on antaa yleiskuva. Ryhmittäin on tarkasteltu koekohteiden mää-

rää (ks. taulukko 6-1) sekä erikseen sitä, onko koekohteissa tehty ympäristöseurantaa (ks. taulukko 6-2) ja/ tai teknistä seurantaa (ks. taulukko 6-3). Tarkastelussa ei ole otettu kantaa näiden seurantatoimenpiteiden luonteeseen tai laatuun, eikä siihen, miten onnistuneita kokeilut ovat olleet. Nämä yksityiskohtat ovat toki merkityksellisiä UUMA-materiaaleista ja niiden käyttösovellutuksista saatavan lisätiedon kannalta, ja tulisi jatkossa kartoittaa.

Kartoitusvaiheessa on todettu, että ongelmaksi tiedon keräämistä ja hyödyntämistä ajatellen voi muodostua monien kohteiden puutteellinen dokumentointi (lähtötilanne – rakentaminen – seuranta - kunnossapitotoimenpiteet), esimerkiksi haluttaessa arvioida UUMA-materiaalien todellisia vaikutuksia lähtötilanteisiin tai tavanomaisiin vaihtoehtoihin verrattuna.

Olemassa olevien koerakenteiden kokonaismäärä on jo nyt tehdyn suppeahkon selvityksen perusteella selvästi yli 300 kpl ja kohteista noin 30-40 %:ssa on tehty jonkinlaista teknistä seurantaa ja noin 15-20 % ympäristöseurantaa. Ylivoi- maisesti eniten dokumentoituja kohteita löytyy teollisuuden sivutuoterakenteiden kohdalta, mutta myös muun tyyppisiä kohteita löytyy yksittäisinä hyödyntämiskelpoisina tapauksina.

Suomessa sijaitsevien kohteiden lisäksi tarkistettiin kansainvälisiin kokeiluihin ja laajamittaisempaankin käyttöön liittyvää tilannetta joidenkin uusiomateriaalien osalta. Pääosa muualla kuin Suomessa käytetyistä uusiomateriaaleista on ollut energiantuotannon tuhkia ja yhdyskuntajätteen polton pohjakuonaa. Edellä mainittujen sivutuotemassojen samoin kuin ylijäämämassojen, pilaantuneen maa-aineksen ja vanhojen maarakenteiden käytön systemaattisempaa kartoitusta ei ole tehty tätä esiselvitystä varten.

**Taulukko 6-1: Koekohteet**

UUMA-materiaalit		Rakenneratkaistus							Urheilu- kentät	Muut
		Tiet, kadut, pihat, kentät		Melu- vallit	Putki- ja johto- rakenteet	Kaatopaikat				
		Massiivi	Sideaine			Tiivis- tysker- ros	Kuivatus- / kaasun- keräys- krs.	Pinta- kerros		
Teollisuuden sivutuotteet	Tuhkat									
	Kuitusavet									
	Kipsit									
	Betonimurskeet									
	Tiilimurskeet									
	Kumirouheet									
	Masuunihiekka ja -kuona									
	Suolatuotteet									
	Muut									
Ylijäämämaat	Ylijäämämassat									
	Heikkolaatuinen moreeni									
Vanhojen maarakenteiden materiaalit	Asfalttirouhe									
	Muut									
Pilaantuneet maat										

**Taulukko 6-2:Ympäristöseuranta koekohteissa**

UUMA-materiaalit		Rakeneratkaisu								
		Tiet, kadut, pihat, kentät		Melu- vallit	Putki- ja johto- raken- teet	Kaatopaikat			Urheilu- kentät	Muut
		Massiivi	Sideaine			Tiivistyskerros	Kuiva- tus- / kaasun- keräys- krs	Pinta- kerros		
Teollisuuden sivutuotteet	Tuhkat									
	Kuitusavet									
	Kipsit									
	Betonimurskeet									
	Tiilimurskeet									
	Kumirouheet									
	Masuunihiekka ja -kuona									
	Suolatuotteet									
	Muut									
Ylijäämämaat	Ylijäämämassat									
	Heikkolaatuinen moreeni									
Vanhojen maarakenteiden materiaalit	Asfalttirouhe									
	Muut									
Pilaantuneet maat										

**Taulukko 6-3:Tekninen seuranta koekohteissa**

UUMA-materiaalit		Rakeneratkaisu								
		Tiet, kadut, pihat, kentät		Melu- vallit	Putki- ja johto- raken- teet	Kaatopaikat			Urheilu- kentät	Muut
		Massiivi	Sideaine			Tiivistyskerros	Kuiva- tus- / kaasun- keräys- krs	Pinta- kerros		
Teollisuuden sivutuotteet	Tuhkat									
	Kuitusavet									
	Kipsit									
	Betonimurskeet									
	Tiilimurskeet									
	Kumirouheet									
	Masuunihiekka ja -kuona									
	Suolatuotteet									
	Muut									
Ylijäämämaat	Ylijäämämassat									
	Heikkolaatuinen moreeni									
Vanhojen maarakenteiden materiaalit	Asfalttirouhe									
	Muut									
Pilaantuneet maat										

## 6.2 Koerakentaminen UUMA-materiaaliryhmittäin

### 6.2.1 Ylijäämämaat

Ylijäämämaita käytetään jossain määrin sellaisenaan esimerkiksi tiivistysrakenteina, meluvallina jms., mutta niiden hyödyntämisen kehittämisen laajemmat tutkimukset ja koerakentaminen ovat vähäisiä. Moreenin pelletointia on tutkittu ja testattu pienimuotoisesti. Pehmeiden maiden (savet, siltit, turpeet) hyödyntämisen kehittämistä edesauttaa syvästabiloinnin puitteissa tehty kehitystyö. Eri- laisia turvekohteita on tiedossa, mutta tästä huolimatta pehmeiden maiden hyödyntämisessä on varsin vähän systemaattista koerakentamista. Parhaiten tutkit- tuja koekohteita on Helsingin Viikin savitierakenne. Kaiken kaikkiaan ylijäämä- maiden hyötykäytön osalta puuttuvat isot pilottikohteet.

### 6.2.2 Teollisuuden sivutuotteet

Teollisuuden sivutuotteiden koerakentaminen vaihtelee merkittävästi eri mate- riaalien osalta, kuten taulukoista 5-1 ... 5-3 ilmenee. Teollisuuden sivutuotteiden

tietoinen testaaminen on käynnistynyt ilmeisesti lentotuhkalla, jota aluksi testattiin muutamien urheilukenttien rakennemateriaalina jo 1970-luvulla. Erilaisia koekohteita rakennettiin harvakseltaan vielä 1980-luvulla, jonka jälkeen kokeilut monipuolistuivat materiaalien ja sovellutusten osalta ja kokeilutahti kiihtyi 1990-luvulla. Suurin osa teollisuuden sivutuotteiden koekohteista on rakennettu 1990-luvun loppupuolella ja 2000-luvulla. Osasta materiaaleja on jo pitkäaikaista kokemusta, kuten masuunikuonasta ja kivihiilen polton tuhista. Monien materiaalien ja sovellutusten osalta koerakentaminen on melko vähäistä. Isoja pilottikohteita, joilla on testattu koko tuotantoprosessia täydessä mittakaavassa, on varsin vähän.

Kaikkiaan koekohteita on kirjattu tähän selvitykseen 242 kappaletta, ja näistä 239:ssä on tutkittu teollisuuden sivutuotteita. Tuhkia on käytetty näistä 78 koekohteessa, joista pääosa on massiivirakenteita. Stabiloinnin sideaineena käyttö on toinen tärkeä lentotuhkan käyttökohde. Kuitusavien ja kuitutuhkien sekä betonimurskeen ja prosessikipsin osalta löytyy myös runsaasti koekohteita. Kuitusavilla pääkäyttö on ollut kaatopaikkojen pinnan tiivistyskerroksen materiaalina. Kuitutuhkaa on käytetty tie-, katu- ja urheilukenttärakenteiden rakenekerrosmateriaalina. Ympäristövaikutuksia on seurattu 64 koekohteessa – vanhin seurantakohte ilmeisesti Oulussa 1987 rakennettu koekohte - ja teknistä seuranta on toteutettu 132 koekohteessa. Vanhin teknisen seurannan tuhkakoe kohte on Helsingissä 1981 rakennettu kohde.

### **6.2.3 Vanhojen maarakenteiden materiaalit**

Vanhojen maarakenteiden materiaalien hyödyntämisen koerakennuskohteita ei ole kovin paljon. Osa kohteista on teollisuuden sivutuotteiden ja vanhan maarakenteen hyödyntämistä ns. kerrosstabiloinnilla sivutuoteseoksilla. Toinen osalualue koerakentamisessa on ollut asfalttirouheen erityyppiset hyötykäyttörakenteet. Taulukon 5-1 yhteenvedon perusteella vanhoista maarakennusmateriaaleista on koekohteiksi luokiteltuja kohteita toteutettu asfalttirouheilla kahdessa hankkeessa (asfalttirouheen käyttö kulutuskerroksen ja kantavan kerroksen materiaalina). Vuonna 1997 toteutetuissa kohteissa on ollut teknistä seuranta. Vanhojen maarakenteiden hyödyntämisen kehittämistä puuttuvat isot pilottikohteet.

### **6.2.4 Pilaantuneet maat**

Pilaantuneiden maiden hyötykäytön koerakennuskohteet ovat varsin vähäisiä. Käytännössä hyötykäyttökohteita on toteutettu jossain määrin, mutta varsinaisia seurattuja ja raportoituja koerakenteita ei ole paljon. Ainakin tietoa on ollut varsin huonosti saatavilla. Tämä saattaa johtua siitä, että kohteiden toteutus on ollut urakoitsijavetoista, jolloin tietoa ei ole tavoitettu tai osattu antaa. Kohteet ovat todennäköisesti edellyttäneet ympäristölupaa, joten monissa on tapahtunut jonkinlaista ympäristöseuranta. Eniten pilaantuneita maita on hyödynnetty kaatopaikkarakentamisessa, mutta myös tie- ja kenttärakenteita on toteutettu kiinteistyillä massoilla. Nämä kohteet tulisi kartoittaa ja dokumentoida yksityiskohtaisesti.

## 6.3 Kehitystarpeet

### 6.3.1 Vanhojen koerakennuskohteiden kartoitus ja jatkotutkimukset.

UUMA-teknologian kehittämistä palvelevaa koerakentamista on tehty tietyillä osa-alueilla merkittävästikin ja ne tulisi hyödyntää jatkossa. Vanhojen koerakentamisen osalta tulisi:

- Inventoida tarkemmin toteutetut koekohteet, arvioida niiden hyödyntämisen ja ohjelmoida niiden jatkotutkimukset.
- Toteuttaa inventoinnin perusteella ympäristötutkimukset vanhoissa kohteissa. Nämä tutkimukset palvelevat elinkaariarvioinnin työkalujen ja ympäristölainsäädännön kehittämistä.
- Toteuttaa inventoinnin perusteella tekniset tutkimukset vanhoista kohteista. Nämä tutkimukset palvelevat materiaalien kehitystä ja materiaalien käyttökäymälämitoitusta.

### 6.3.2 Uudet pilottikohteet

UUMA-kehitysohjelman yhteydessä tehtävissä eri kehitysprojekteissa tulee esiintyä uusien pilottiprojektien tarpeesta ja niiden sisällöstä. Samassa yhteydessä arvioidaan tarve myös muiden lähitulevaisuudessa toteutettavien uusien uusiorakentamisprojektien seuranta- ja tutkimusten rahoittamiseen UUMA-kehitysohjelman kautta – näin siksi, että nykyisellään hankkeita kyllä toteutetaan, mutta useimmiten niihin ei ole ilmoitettu liittyvän erityistä jälkiseurantaa (tosin koetointiluvalla ja ympäristöluvalla tehtäviin kohteisiin yleensä aina liittyy seuranta, vaikka se voi olla kestoltaan ja laajuudeltaan vähäistä). Suhteellisen vähäisellä lisärahoituksella voitaisiinkin varsin tehokkaasti hyödyntää tämänkaltaisia tiedonkeruuprojekteja hankkeissa, joissa seurantatieto jää muuten saamatta.

#### **Kehitystarpeet**

- Vanhojen koerakennuskohteiden inventointi ja jatkotutkimusten ohjelmointi
- Vanhojen koerakennuskohteiden jatkotutkimukset: ympäristötutkimukset ja tekniset tutkimukset.
- Uusien pilottikohteiden rakentaminen ja seuranta: Täydentävät, eri UUMA-materiaalien kehitysprojekteja palvelevat tutkimukset

# 7

## **UUMA-rakentamisen tiedontarpeet ja hankintamenettelyt**

### **7.1 Johdanto**

UUMA-sidosryhmiä ovat rakennuttajat (tilaajat) ja ympäristöviranomaiset, teollisuus ja muut UUMA-materiaalien ja niiden komponenttien tuottajat, laiterakentajat, suunnittelijat ja urakoitsijat sekä tutkimuslaitokset. Esiselvitysprojektissa on pyritty määrittelemään näiden eri sidosryhmien tarpeet, roolit ja tehtävät uusiomaarakentamisen modernin tekniikan kehittämisessä ja käyttöönotossa. Tämän tehtävän osalta nousevat esille erityisesti tiedottaminen, eri hankintamenettelyjen aiheuttamat vaatimukset sekä rakentamishankkeiden elinkaarenaikaiset vaikutukset sekä niiden arvioimiseksi tarvittavat työkalut.

Hankintamenettelyt ovat infra-alalla hyvin ajankohtainen asia liittyen uusimpiin mittaviin tie- ja ratarakentamisen hankkeisiin sekä Tekesin Infraohjelman eri projekteihin. Pinnalla ovat etenkin hankkeiden taloudellisuuteen liittyvät haasteet, mm. elinkaarivastuu urakoinnissa. Ilman taloudellista kilpailukykyä ei UUMA-materiaalien maarakennuskäytöllä ole mahdollisuuksia. UUMA-materiaalien käyttöönoton kannalta luo erityisiä mahdollisuuksia se keskeinen seikka, että hankkeen tilaaja asettaa hankkeelle toiminnalliset laatuvaatimukset perinteisen yksityiskohtaisen hankkeen ohjeistuksen sijasta, jolloin hankkeen suunnittelijalla ja urakoitsijoilla on mahdollisuuksia selvittää ja esittää innovatiivisia vaihtoehtoja perustuen UUMA-materiaalien käyttöön.

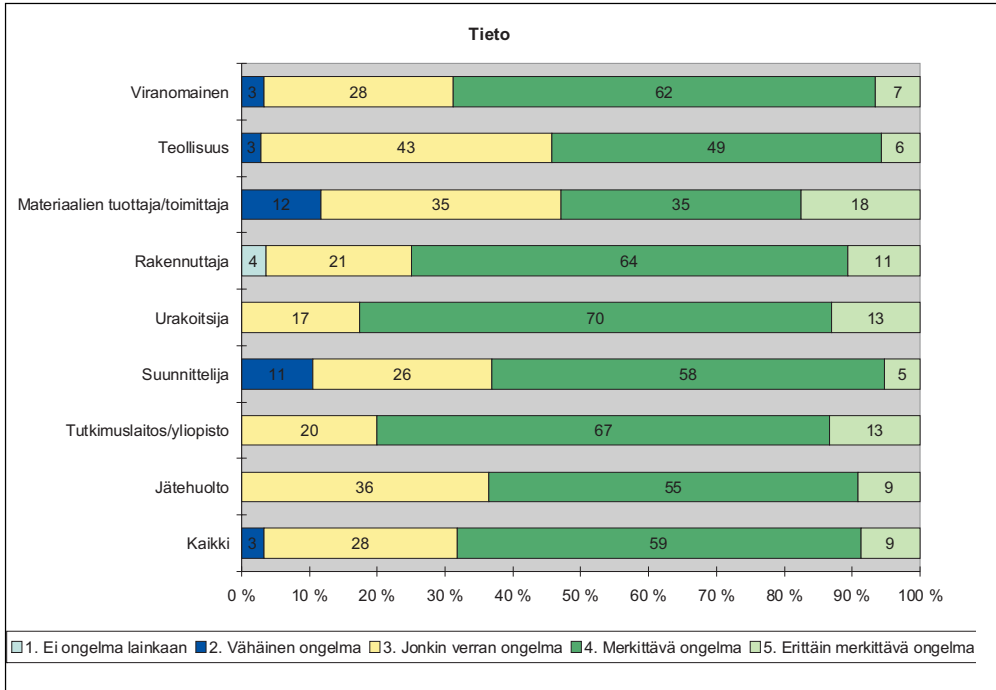
Suunnittelu- ja hankintavaiheissa on näistä vastaaville tahoille aikaisempaa tärkeämpää tarkastella hankkeen eri päätösvaiheissa hankkeeseen sisältyvien vaihtoehtojen elinkaari- tai käyttöiän aikaista kestävyyttä, taloudellisuutta ja ympäristövaikutuksia. Tässä on mahdollisuus hyödyntää elinkaarikustannus- ja elinkaarenaikaisten ympäristövaikutusten (eli LCC- ja LCA-) systematiikkaa. Esiselvityksessä on lyhyesti tarkasteltu LCC:n ja LCA:n ominaisuuksia ja kehitystarpeita infrarakentamisen osalta.

### **7.2 Tiedon keruu, dokumentointi ja jakaminen**

#### **7.2.1 Tiedon tarve**

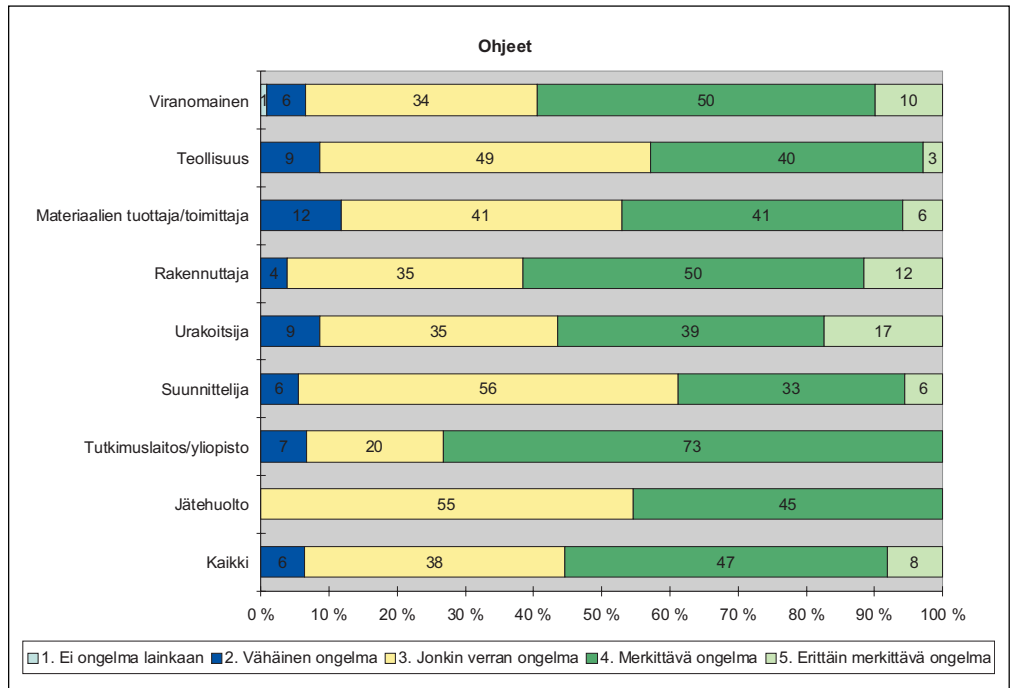
UUMA-nettikyselyssä (vrt. liitteet 1-1 ja 1-2) kysyttiin tekijöistä, jotka koetaan uusiomaarakentamista estävinä ongelmina. Tiedon ja ohjeistuksen puute koettiin merkittäväksi ongelmaksi monella taholla, kuten nettikyselyn tuloksista poimituista kuvista 7-1 ja 7-2 ilmenee. UUMA-materiaalien käytön esteenä ovat siis edelleen eri sidosryhmien tiedon ja kokemuksen sekä käytettävissä olevan ohjeistuksen puute. Käytännön kokemuksen, osaamisen ja käytettävissä olevien virallisten ja virallisuontoisten ohjeistusten takia ratkaisut perustuvat yleensä murskeen, soran ja muiden luonnosta peräisin olevien kiviainesten käyttöön. Tämän lisäksi on ilmeisen vaikea hyväksyä UUMA-materiaaleja, joihin koetaan liittyvän vielä paljon epävarmuutta ympäristövaikutusten ja teknisten ominaisuuksien vuoksi sekä joiden käytössä koetaan ongelmia jätelainsäädännön ja ympäristölupakäytännön vuoksi.

Taulukkoon 7-1 puolestaan on kerätty näkemyksiä maanrakennushankkeen eri vaiheissa tarvittavasta tiedosta ja osaamisesta. Tiedon tarve riippuu luonnollisesti hankkeen päätöksentekovaiheesta. Hankkeen yleissuunnitteluvaiheessa on tärkeää tietää eri materiaalivaihtoehtojen alueellisesta saatavuudesta ja UUMA-materiaalien osalta näiden vaihtoehtojen yleisestä hyväksyttävyydestä käyttöön. Projektisuunnittelun yhteydessä tarvitaan jo yksityiskohtaisempaa tietoa ja ohjeistusta rakenteiden käyttöikämitoistusta ja käyttöiän aikaisten kustannusten sekä ympäristövaikutusten arviointia varten, mikäli viimeksi mainittuja tullaan odotusten mukaisesti edellyttämään suunnittelulta. Rakentamista, käyttöä ja ylläpitoa sekä rakenteen käyttöiän päättyessä tapahtuvaa peruskorjausta tai puretun rakenteen uusiokäyttöä varten kaivataan myös ohjeistusta.



Kuva 7-1: Esiselvityksen nettikyselyn tuloksena lähes 70 % vastaajista kokee tiedon puutteen uusiomaarakentamista estävänä merkittävänä tai erittäin merkittävänä ongelmana. Hyvin voimakkaasti tämä puute koetaan urakoitsijoiden, tutkimuslaitosten ja yliopistojen, rakennuttajien ja viranomaisten taholla, teollisuudesta ja materiaalitoimittajista vain noin 55 %.





Kuva 7-2: Esiselvityksen nettikyselyn tuloksena 55 % vastaajista kokee ohjeistuksen puutteen uusiomaarakentamista estävänä merkittävänä tai erittäin merkittävänä ongelmana. Hyvin voimakkaasti tämä puute koetaan tutkimuslaitosten / yliopistojen, rakennuttajien ja viranomaisten taholla.

**Taulukko 7-1: Maanrakennushankkeen eri vaiheissa tarvittava tieto ja osaaminen UUMA-materiaaleista ja niihin perustuvista rakenteista. Tässä ei puututa esimerkiksi sopimuskysymyksiin.**

Hankkeen vaihe	Vaiheen sisältöä	Tiedon ja osaamisen tarve UUMA-materiaalien osalta
Hanke- ja yleissuunnittelu	Mm. asettaa tavoitteet ja vaatimukset hankkeelle. Määrittää hankkeen sijainnin ja hankkii tarvittavat luvat sekä maa-alueet. Hankkeen laajuudesta riippuen sisältää myös YVA-prosessin, hankkeen ekologisten, sosiaalisten ja kulttuuristen vaikutusten arvioinnin, sekä materiaalitilaukselliset tarkastelut ja ao. selvitysten käynnistämisen. Toiminnalliset vaatimukset hankkeen eri tuoteosille.	Alueelliset tiedot saatavuudesta. Ao. UUMA-materiaalien hyväksyttävyyden vaihtoehdoiksi.
Projektisuunnittelu	Eri vaihtoehdoille: mitoitus, kustannuslaskenta, kunnossapitotarpeen arviointi / ylläpitostrategian suunnittelu, ympäristökuormitusten ja ympäristövaikutusten arviointi.	Mitoitusohjeet Pitkäaikaiskäyttyminen Kustannustiedot Ympäristöominaisuudet LCC ja LCA -laskennan tietokannat ja työkalut
Toteutussuunnittelu ja rakentaminen	Rakentamisessa tarvittavien työselitysten laatiminen. Logistiset suunnitelmat ja materiaalitilaukset. Yksityiskohtaiset aikataulut. Rakentamisen toteuttaminen.	Ohjeistus
Käyttö ja ylläpito	Rakennekerrosten korjaaminen tarvittaessa	Ohjeistus
Purku / uusiokäyttö	Peruskorjaukseen liittyen vanhojen rakennekerrosten uudelleenkäyttö kohteessa (periaate: ei massojen siirtoa)	Ohjeistus

Tiedot kertyvät materiaalitesteistä, koerakenteista ja kokemuksesta sekä koulutuksen kautta. Jokaista UUMA-materiaaliryhmää kohti ja todennäköisesti myös näiden ryhmien sisällä eri materiaalityyppien osalta ja toisaalta myös eri käyttöalueille tarvitaan helposti saatavilla olevaa ja luotettavaa tietoa ja ohjeistusta niiden maanrakennuskäyttöä varten. Aivan tyhjästä ei olla lähdössä liikkeelle.

## 7.2.2 Ohjeistukset

Suomessa on ohjeistusta tehty mm. Teollisuuden sivutuotteiden kuten joidenkin tuhkien, masuunikuonan ja betonikuonan sekä kuitusaven kaatopaikkakäytön osalta. Muista maista mainittakoon, että erityisesti kivihiilenpolton tuhkien osalta on tehty tutkimus-, kehitys- ja ohjeistustyötä erityisesti Yhdysvalloissa ja Englannissa. Teknisiä tiedotteita, ohjeita ja oppaita on saatavissa esimerkiksi ACAA:n (American Coal Ash Association), IEA:n (International Energy Agency), UKQAA:n (United Kingdom Quality Ash Association) ja Yhdysvaltojen energia-,liikenne- ja ympäristöministeriön internet-sivustojen kautta. Tuhkan ja erityisesti metsäteollisuuden energiantuotannon tuhkien sekä jätteenpolton tuhkien osalta on Ruotsissa tehty 1990-luvun loppupuolelta alkaen tutkimus- ja kehitystyötä mm. Värmeforskin toimesta. Tämäkin tulee huipentumaan tuhkarakentamisen oppaaksi. Ruotsissa on käynnissä paraikaa (v. 2005) myös yleisempi uusiotuotteiden käytön ohjeistusprojekti (Vägledning för alternativa material). Projektia ohjaa Ruotsin geoteknillinen tutkimuslaitos SGI ja konsulttiyritys Ecoloop. Projektin ohjausryhmässä on monia intressitahoja, mm. Vägverket. Myös tässä projektissa pyritään määrittämään, miten teollisuuden eri jättejakeiden ja niihin perustuvien rakenteiden ympäristökelpoisuus tulee määrittää. Ruotsalaisten mielestä tarkastelu täytyy vain osittain kohdistaa pelkästään materiaalien ominaisuuksiin, joita testataan laboratorioissa, ja lisäksi on arvioitava rakennuskohteen ympäristöön liittyvät riskit sekä ratkaisujen elinkaaren aikaiset ympäristö- ja sosiaaliset vaikutukset ympäristöön. Ruotsin ja muiden mahdollisten eurooppalaisten kehityshankkeiden taustalla ovat kansainväliset yhteistyöprojektit SAMARIS (EU:n 5. T&K-puiteohjelman projekti "Sustainable and Advanced Materials for Road InfraStructures" 2003-2005) ja AltMat (EU:n 4. T&K-puiteohjelman projekti "Alternative materials in road construction" 1998-1999), joiden tulokset palvelevat myös nykyistä ja tulevaa suomalaista tutkimus- ja kehitystyötä.

## 7.2.3 Tietokannat

Tekesin Ympäristögeotekniikan kehitysohjelman yhteydessä koottiin tiedosto uusiomaarakentamisen kohteista. Uusiomaarakenteiden tiedosto on Suomen Geoteknillisen yhdistyksen ylläpitämä julkinen tietokanta. Tiedosto sisältää yli sadan suomalaisen rakennuskohteen tiedot. 1

Toinen tietokanta on ympäristöhallinnon **Valvonta ja kuormitustietojärjestelmä (Vahti)**, johon tallennetaan tietoja mm. ympäristösuojelulainsäädännön mukaisista luvista ja ilmoituksista sekä päästöistä vesiin ja ilmaan ja jätteistä. Tietoja ympäristökuormituksesta on tallennettu 1970-luvulta lähtien, mutta niiden kattavuus ja luotettavuus vaihtelee. Tiedot ilmoitetaan yleensä vuosiarvoina. Aineistoja käytetään pääasiassa lupakäsittelyssä ja -valvonnassa alueellisissa ympäristökeskuksissa. Vuoden 2004 aikana tietojärjestelmään on rakennettu käyttöliittymä Suomen kuntia varten. Aineisto muodostaa myös pohjan koko maan ympäristökuormituksen tarkasteluun. Tietojärjestelmä sisältää raportti-osan, joka on toistaiseksi käytettävissä vain hallinnon intranet-verkossa. Rajoi-

<sup>1</sup> SGY:n sivuilta ei tule ilmi, milloin näitä sivuja on viimeksi päivitetty.

tettu raporttiosa on tietojärjestelmän sähköisen tiedonsiirron asiakkaiden testikäytössä extranet-verkossa. Jätteet ja jätehuolto -osuus VAHTI-tietokannasta kerää lomakepohjan perusteella tietoja mm. eri toiminnoissa syntyvistä ja hyödynnetyistä jätteistä, kaatopaikoille kerätyistä jätteistä sekä pilaantuneiden maiden kunnostuksesta. Samoin tähän jätetiedostoon tehdään ilmoitus jätteen ammattimaisesta keräämisestä, kuljettamisesta, ja toimimisesta jätteen myyjänä tai välittäjänä.

#### **7.2.4 Kehitystarpeet**

##### ***Tietopankki***

Uusiomaarakentamista palvelevalla tietopankilla on suuri kysyntä. Kaikki toimijatahot tarvitsevat päivitettyä tietoa varsinkin, kun kehitystyötä tehdään jatkuvasti. Tällaisen tietopankin pitäisi olla internetistä kaikkien saatavissa ja eri osapuolien täydennettävissä. Tietopankin tulisi sisältää ajan tasalla olevat:

1. Ympäristökelpoisuuteen liittyvät ohjeet: eri materiaalien ja rakenteiden hyväksyttävyyden kriteerit ja toimintaohjeet materiaalien laadun karakterisoinniseksi sekä varmentamiseksi ja seurannaksi.
2. Yleiset tekniset ohjeet mitoitukseen ja suunnitteluun. Tekniset laatuvaatimukset eri sovellutuksille. Teknisen laadun varmentamisen ja seurantaohjeet.
3. Elinkaaritarkastelujen tulosteet
4. Tiedot uusiomateriaaleista ja niiden saatavuudesta (materiaalipankki)
5. Case-esimerkit sovellutuksista
6. Yhteystietoja

Tietopankki voitaisiin perustaa esimerkiksi UUMA-ohjelman puitteissa, jolloin sitä ylläpidettäisiin projektin toimesta ohjelman toiminta-ajan. Tietopankki hoidettaisiin myös aktiivisesti UUMA-tiedottamista eri muodoissaan.

##### ***Koulutus ja tiedottaminen***

Uusiomaarakentamisessa tarvitaan koulutus- ja tiedotustoimintaa. Säännöllisesti järjestettäviä seminaareja tulisi pitää eri puolella Suomea. Erillisiä koulutus-tilaisuuksia tarvitaan ainakin mitoituksen ja suunnittelun osalta.

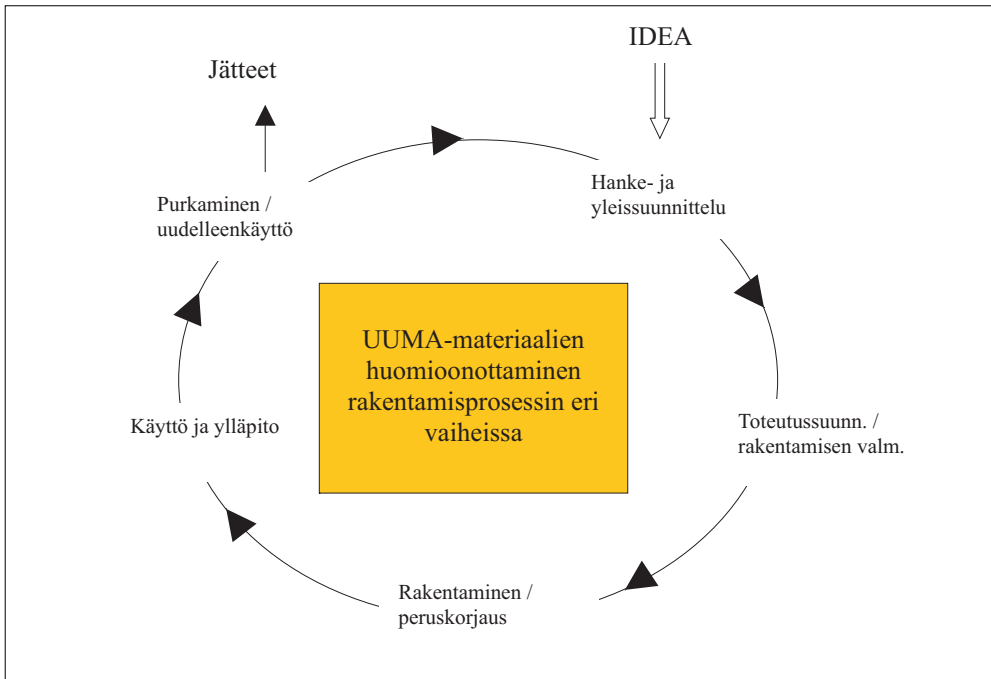
Uusiomaarakentamisesta olisi hyödyllistä toimittaa myös säännöllisesti ilmestyvää tiedotuslehtistä.

##### ***Kehitystarpeet***

- Tietopankin perustaminen ja ylläpito
- Seminaarit ja tiedotuslehti
- Koulutus

### **7.3 UUMA-materiaalien käyttöä tukevat hankintamenettelyt**

Infrahankkeen elinkaaren eri vaiheita voidaan kuvata esimerkiksi kuvan (6-3) mukaisesti. UUMA-materiaalien käyttö yhtenä vaihtoehtona tulee kyseeseen heti hanke- ja yleissuunnittelun yhteydessä ja konkretisoituu vaihtoehtojen tekemisenä, taloudellisenä ja ympäristövaikutusten vertailussa toteutus suunnittelun yhteydessä.



Kuva 7-3: Infrahankkeen elinkaari prosessi.

Infrahankkeiden hankintamenettelyjä on kehitetty 1990-luvulla etenkin suurten rakennushankkeiden tarpeisiin. Väylähankkeissa on sovellettu ensimmäisen kerran elinkaarimallia lähellä olevaa SRRK (Suunnittelu-rahoitus – rakentaminen – käyttö) -mallia Lahdentien (E4; Järvenpää-Lahti) hankkeessa, jonka rakentaminen tapahtui vuosina 1997-1998. Sopimuskausi on 15 vuotta (1997-2012). Toiminnallisia palvelun laatumäärittäjiä on ollut vain rajallisesti käytössä. Elinkaarimallia on kehitetty edelleen mm. E75 (Lahti-Heinola) ja E18 (Muurla-Lohjanharju) -hankkeita varten.

Hankintaan liittyvässä sopimuksessa määritellään ne osapuolet, jotka kantavat eri toimintoihin liittyvän vastuun l. riskin. Esimerkiksi elinkaarimallissa on tavoitteena, että palveluntuottaja vastaa hankkeesta koko sen elinkaaren ajan ja kantaa perinteisesti omistajuuteen liittyvät riskit. Vastuunjaon kannalta on kuitenkin merkitsevää se, että esimerkiksi Tiehallinto (Suomen valtio) lainsäädännön perusteella vastaa yleisten teiden tienpidosta ja tieliikenneolojen kehittämisestä sekä niihin liittyvästä palvelutoiminnasta. Tämä tarkoittaa sitä, että lopullinen vastuu on valtiolla tilaajana suhteessa kolmanteen osapuoleen, vaikka valtio tilaajana sopisikin riskinjoosta ja vastuun kantamisesta yksityisen sektorin kanssa. Valtion vastuuseen suhteessa kolmansiin osapuoliin vaikuttaa myös se, että valtiota edustavat hallintoviranomaiset myöntävät liikenneväylien suunnitteluun ja rakentamiseen tarvittavat luvat. Huolimatta tästä viimekätisestä vastuustaan, valtio voi sopia palveluntuottajan kanssa riskien ja vastuun siirtämistä keskinäisessä suhteessaan (Salmela ym. 2003).

Vastuukysymykset tulevat esille esimerkiksi siinä tapauksessa, että palveluntuottaja vastaa sopimuksen perusteella väylän teknisistä riskeistä. Käytännössä tämä tarkoittaa vastuuta asianomaisen väylän kunnossapidosta, jotta väylän liikennöitävyys ja toimivuus pysyvät määrätyn tasoisina koko sopimuskauden ja jotta väyläosuuden jäännösarvo on määrätyn tasoinen sopimuskauden päättyttyä. UUMA-rakentamiseen nähdään liittyvän nykyisellään merkittävästi suurempia toiminnallisia ja taloudellisia riskejä kuin nk. perinteisiin vaihtoehtoihin, joiden ominaisuudet tunnetaan ja käyttäytyminen voidaan ennustaa jo varsin pitkän kokemuksen perusteella (mm. nettikysely). Tämän vuoksi UUMA-mate-

riaalit eivät vielä ole tasavertaisia vaihtoehtoja perinteisen rakentamisen rinnalla. Tasavertaisuus edellyttää aikaisemmin mainittujen kehitystarpeiden lisäksi

### **Kehitystarpeet**

- Materiaalikäytön ohjausmenetelmät ottaen huomioon eri ohjaustasojen tarpeet ja apuna käytettävät menetelmät
- Hankintakriteerit: vastuu kysymykset, rakenneratkaisujen vertailupeerusteet

## **7.4 Elinkaariarviointi**

Infra-alan elinkaaritarkastelujen systematiikkaa on seikkaperäisesti tarkasteltu mm. Tekesin ym. rahoittaman Infra-teknologiaohjelman yhteydessä (Lehmus ym. 2002). Mainitussa selvityksessä on selvitetty myös asiaan liittyvää terminologiaa, kuten seuraavat:

- **Elinkaarikustannusten arviointi, LCC:** Elinkaarikustannuslaskennassa arvioidaan kaikkien elinkaaren aikana suoritettavien toimenpiteiden kustannusvaikutukset ja muunnetaan ne nykyarvoon. Tulevaisuudessa syntyvien kustannusten kustannusvaikutus riippuu tarkastelu- ja vertailujakson pituudesta ja laskentakorkokannasta.
- **Elinkaariarviointi, LCA** on määritetty standardin SFS-EN ISO 14040 ym. perusteella: Menettely, jossa selvitetään, mitä ympäristövaikutuksia tuotteella tai toiminnalla on koko sen elinkaaren ajan. **Inventaarioanalyysi LCI** on elinkaariarvioinnin, jossa annetun tuotejärjestelmän elinkaarenaikaiset syötteet ja tuotokset yhdistetään ja kuvataan määrällisinä.
- **Elinkaari** on tarkasteltavan tuotejärjestelmän peräkkäiset tai vuorovaikutteiset vaiheet raaka-aineiden hankinnasta tai luonnonvarojen tuottamisesta tuotteesta syntyvän jätteen loppukäsittelyyn.
- **Ekotehokkuus** on tuotoksen tai hyödyn (output) ja panoksen (input) suhde. Tuotos on niiden tuotteiden ja palveluiden arvo, jotka yritys, sektori tai talous kokonaisuudessaan tuottaa. Panos on ympäristöön kohdistuvien paineiden tai kuormitusten (environmental pressures) summa. Ekotehokkuudessa rakentamisessa hankkeelle asetetut vaatimukset pyritään täyttämään mahdollisimman vähän ympäristöä kuormittavalla maan ja resurssien käytöllä rakennettavan kohteen koko elinkaaren aikana. Ekotehokkuuden selkeitä indikaattoreita ovat esimerkiksi maan käyttö, luonnon materiaaliressurssien käyttö, energiaressurssien käyttö ja haitalliset päästöt (ilmaan, veteen, maaperään).

Elinkaaritarkasteluja tarvitaan, jotta voidaan perustella UUMA-materiaalien käytön edullisuus perinteisiin infra-alalla käytettyihin kiviaineksiin verrattuna. Elinkaaritarkastelujen tarve on lisääntymässä infra-alalla, ja erityisesti halutaan tarkastella tietyn hankkeen nk. elinkaarikustannuksia. Käytännössä tällöin tarkastellaan esimerkiksi vaihtoehtoisten rakenneratkaisujen edullisuutta esimerkiksi 25 vuoden käytön aikana, jolloin tarkasteluun otetaan mukaan kohteen suunnittelu, rakentaminen, kunnossapito (hoito ja ylläpito) ja rahoitus. Tavoitteena on myös ympäristövaikutusten arvioinnin ja ympäristökustannusten mukaan saaminen elinkaarikustannusarvioihin (ks. eräs arviointistruktuuri, kuva 7-4).

Kun tavoitteena on saada aikaan kilpailukykyisiä UUMA-materiaaleihin perustuvia ratkaisuja, tulee niiden olla ekotehokkaampia kuin kiviaineksiin perustuvat vaihtoehdot, ympäristön kannalta turvallisia ja ympäristösäästöjä aikaansaavia. UUMA-materiaalien elinkaarietäällisuuden osoittaminen edellyttää mittavien tutkimusten lisäksi luotettavia LCC- ja LCA-tarkasteluja. Näiden perusteella voidaan edelleen määrittää tarkasteltavien vaihtoehtojen ekotehokkuus.

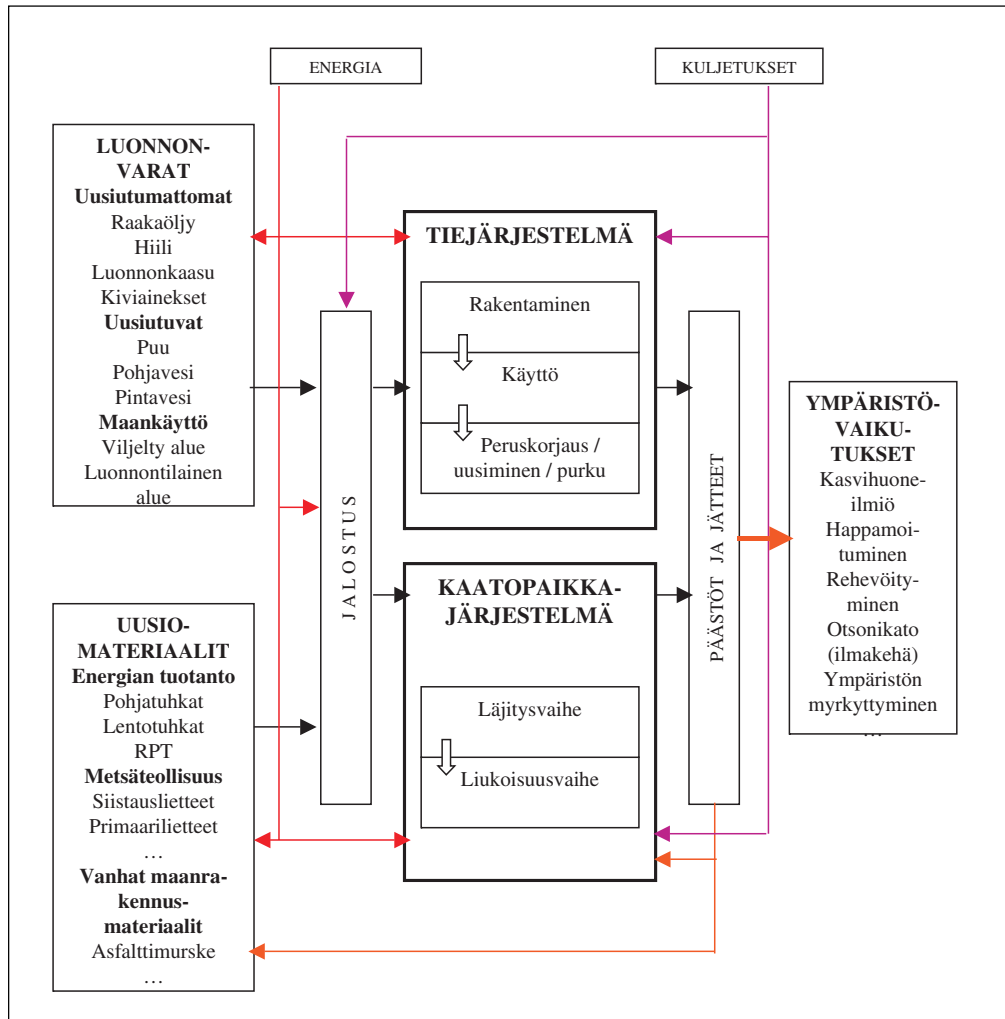
LCC- ja LCA-työkaluja on kehitetty talonrakennusalalle ja niitä on mahdollista kehittää myös maarakennusalan tarpeisiin ja käyttää hyväksi hankkeiden suunnittelussa. Tärkeä tekijä elinkaaritarkasteluissa on toisaalta tarkasteltaviin materiaaleihin ja niiden tuotantoon sekä käyttöön liittyvän tiedon laatu sekä toisaalta ne menetelmät, joilla väylien ja niiden rakenteiden elinaikana tapahtuvaa kehitystä voidaan arvioida (ks. luvut 3 - 6).

Työkalujen kehittyminen perustuu tietokantojen kehittämiseen. Yksittäisen toimijan tietokannat ovat pakostakin suppeita, mikäli ne perustuvat tämän toimijan omasta toiminnastaan keräämään tietoon, tai hyvin yleisiä, mikäli ne perustuvat julkiseen ja/tai kaupalliseen tietoon. Tietokantojen ja -järjestelmien kehittäminen on melko kallista, joten myöskään julkishallinnollisen tahon hallinnassa olevan tiedon ei voi olettaa olevan ilmaista. Elinkaaren aikaisiin kustannus- ja ympäristövaikutuksiin liittyvän **tietokannan kehittämisen** voisi ajatella tapahtuvan infra-alan "arvoketjun" julkisten ja yksityisten toimijoiden rahoittaman projektin puitteissa, ja **tietokannan käytön** puolestaan olevan mahdollista vähintään sen ylläpidon kustannuksia kattavan hinnoitteluperiaatteen pohjalta. **Laskentatyökalujen kehittäminen** puolestaan voi perustua esimerkiksi nykyisiin, käytössä oleviin yleisiin työkaluihin, ja se saattaisi tehokkaimmillaan toteutua pohjoismaisena tai ruotsalaisten kanssa tehtävänä yhteistyönä..

Elinkaaren aikaisten kustannusten arvioinnissa tarvitaan kunnossapidon suunnittelua tukevaa tietoa, kuten väylien **kuntorekisterien** ja **koerakenteiden** teknisiä seurantatietoja sekä sellaisia menetelmiä, joilla voidaan **nopeutettuna testata jonkin ratkaisun pitkäaikaiskäyttämistä eri kuormitustilanteissa (ilmastollinen ja liikennekuormitus)**. Monista UUMA-koerakenteista saatavissa oleva tieto saattaa olla vielä liian lyhytaikaista. Tavanomaisiin ratkaisuihin perustuvien väylien kuntorekisterien tiedolla saadaan kehitettyä ennustemalleja, mutta nämä eivät välttämättä päde UUMA-materiaaleihin, joten mallit on testattava ja sovitettava UUMA-materiaalirakenteisiin esim. testauksella ja koerakenteista saatavan tiedon perusteella.

### **Kehitystarpeet**

- LCA-työkalu palvelemaan eri tasojen päätöksentekoa, lainsäädäntöhankkeista rakennushankkeisiin. Perusmallit eri uusiomateriaaleille ja niiden sovellutuksille eri käyttöympäristöissä.
- LCC-työkalu, johon liittyy ympäristövaikutusten arvottaminen ympäristökustannuksiksi. Työkalua varten tarvitaan muiden aihepiirien yhteydessä kehittyviä rakenteiden pitkäaikaiskäyttämisen tietoa, mitoituksen kehittämistä, vauriomallinnusta yms..
- Ekoindikaattorit, joilla seurataan uusiorakentamisen vaikutuksia. Ekoindikaattorit, niiden laskentaperiaatteet ja yleiset (kansalliset / alueelliset / organisaatiokohtaiset yms.) seurantatasot määritettävä.



Kuva 7-4: UUMA-materiaalien ympäristövaikutusten arvioinnin eräs rakennemalli.



## Esiselvityksen yhteenveto

### Yleisesti

Yhteiskuntamme kestävä kehitys edellyttää selkeitä tavoitteita, taloudellista ohjausta ja säädöksiä sekä kansallisella että kansainvälisellä tasolla. Kestävä kehitys edellyttää mm. jätteen vähentämistä ja kierrätystä, luonnonvarojen säästöä ja korkealaatuisen infrastruktuurin kehittämistä mahdollisimman vähäisellä uusiutumattomien luonnonvarojen kulutuksella. Onko infrarakentamisessa käytettyille luonnon kiviaineksille olemassa taloudellisesti, teknisesti ja ympäristövaikutuksiltaan kilpailukykyisiä vaihtoehtoja?

”Infrarakentamisen uusi materiaaliteknologia” –esiselvityksessä on pyritty saamaan aikaan yleiskuva erilaisten UUMA-materiaalien nykyisestä käytöstä maarakentamisessa ja kartoittamaan ne haasteet, joihin on vastattava, jotta kaikki ympäristövaikutusten, taloudellisuuden ja toimivuuden kannalta soveliaat UUMA-materiaalit saataisiin tasavertaisiksi vaihtoehtoiksi tavanomaisien maarakentamisen materiaalien rinnalle.

Tavanomaisia maarakentamisen materiaaleja ovat luonnon kiviainekset, kuten hiekka, sora, soramurske ja kalliomurske. Kiviaineksien kokonaiskäyttömäärä rakentamisessa on yli 100 miljoonaa tonnia, ja tästä infrarakentamisessa n. 70 % eli yli 70 miljoonaa tonnia. UUMA-materiaaleja puolestaan ovat ylijäämämaat, teollisuuden sivutuotteet, pilaantuneet maat ja vanhojen maarakenteiden materiaalit. Ylijäämämaihin luetaan tässä myös puhtaat ruoppausmassat, ja pilaantuneisiin maihin haitta-aineita sisältävät ruoppausmassat.

### Esiselvityksen sisältö

Esiselvitysprojekti on toteutettu seuraavan sisällön ja raportin otsikoinnin mukaisesti (luvun otsikko suluissa):

- (2) Infrarakentamisen materiaalien käytön nykytila ja tulevaisuuden näkymät
- (3) Materiaalitekniikka
- (4) Ympäristöominaisuudet
- (5) Lainsäädäntö ja UUMA-materiaalien hyväksyttävyyys
- (6) Koekohteet
- (7) UUMA-rakentamisen tiedontarpeet ja hankintamenettelyt

Esiselvityksen perusteella on laadittu ehdotus UUMA-kehitysohjelmaksi. Esiselvityksen käynnistyttyä tammikuussa 2005 suunnattiin ensimmäiseksi internetin kautta kysely UUMA-rakentamisen sidosryhmille. Tulos oli varsin hyvä sekä vastausmäärältään että sisällöltään: UUMA-materiaalit kiinnostavat, mutta edellytyksiä niiden käyttöön otolle on vielä melkoisesti vahvistettava. Kyselyn yhteenveto ja vastauksien tarkastelua on esitetty esiselvitysraportin liitteenä (liite 1). Tuloksia on käytetty hyväksi esiselvityksen eri osien tarkasteluissa.

**Infrarakentamisen materiaalien käytön nykytila ja tulevaisuuden näkymät** – luvussa (2) on tarkasteltu infrarakentamisen kehittymistä, materiaalien

käyttöä ja tulevaa tarvetta sekä luonnon kiviaineksen säästämahdollisuuksia. Työn edetessä on todettu viimeksi mainitun arvioinnin edellyttävän esiselvitystä mittavampaa työpanosta, jotta saataisiin aikaan realistinen ja alueellinen tieto materiaalitarpeesta ja käytettävissä olevista vaihtoehtoisista materiaaleista.

Vilkasliikenteisten teiden päällysrakenteisiin vaaditaan yhä kestävämpiä kiviaineita, jolloin mm. kalliokiviainesten laatuvaatimukset kasvavat ja niiden hinta käyttökohteissa nousee. Nykyisen käsityksen mukaan kannattaa sellaisiin kohteisiin, joissa tarvitaan parhaita kiviaineita, maksaa kiviaineksesta enemmän ja kuljettaa niitä pitkänkin matkan päästä, koska kiviaineksen lisäkustannukset ovat pienempiä kuin päällysteen kestoajan ansiosta saatavat kunnossapidon säästöt. Suurten asutuskeskusten läheisyydessä kiviainesten käyttö on suurinta ja käytettävissä olevat ottopaikat vähentyneet, jolloin kuljetusmatkojen piteneminen nostaa hintoja. Lisäksi tiukentuneiden ympäristönsuojeluvaihtoehtojen vuoksi ei käyttöön saada kaikkiin kiviainesesiintymiin tarvittavia lupia. Tämä antaa muille vaihtoehdoille kilpailumahdollisuuksia. Samalla kasvaa kiviaineita korvaavien UUMA-materiaalien käyttö.

Infrarakentamisen arvo Suomessa vuonna 2004 oli yhteensä 4,1 mrd. euroa. Jos tarkastellaan infrarakentamisen arvoa pidemmällä aikavälillä, voidaan todeta, että vuoden 1995 jälkeen tapahtunut kasvu on noin 0,5 mrd. euron suuruinen. Maa- ja vesirakentamisen osuus koko rakennustuotannon arvosta on noin 20 %. Kehityksen ennustaminen 20 vuoden aikajänteellä on kuitenkin lähes mahdoton tehtävä. Muun muassa ilmastonmuutokseen sopeutuminen saattaa muuttaa mitoituskriteereitä jo muutaman kymmenen vuoden aikana. Maa- ja vesirakentaminen tulee kuitenkin aina olemaan oleellinen osa rakentamista, eikä tarvittavien materiaalimäärien odoteta merkittävästi supistuvan nykyisen kaltaisen rakentamisen ja kunnossapidon jatkuessa.

**Materiaalitekniikka** – luku (3) tarkastelee eri UUMA-materiaaliryhmittäin vallitsevaa nykytilannetta ja kehitystarpeita materiaalien hyödyntämisen prosessin mukaisesti.

- Logistiikassa tarkastellaan erityisesti materiaalien saatavuuteen ja laadun säilymiseen liittyviä varastointimahdollisuuksia ja kehitystarpeita. Alueellisesti toimiva logistiikka, joka varmistaa materiaalin saatavuuden ”taloudellisesti kannattavasti oikeaan aikaan ja oikeaan paikkaan” on eräs materiaaliyhdistyksen tehokkuuden perusedellytyksistä.
- UUMA-materiaalit muodostavat laadultaan ja teknisiltä ominaisuuksiltaan varsin heterogeenisen materiaalityypin, mistä johtuen niiden jalostamisessa on otettava huomioon monia materiaalityypikohtaisia erityispiirteitä. Jalostus käsittelee niitä toimenpiteitä, joita tarvitaan eri UUMA-materiaalien saattamiseksi infrarakentamisessa käyttökelpoiseen muotoon. Käytännössä kyse on toisaalta materiaalien laadun hallinnan kehittämisen ja toisaalta jalostuksessa käytettävien laitteiden kehittämisen. Esimerkkinä mainittakoon tarvittavat mekaaniset käsittelyt (kuten materiaalin murskaus, seulonta, sekoitus, pesu yms.) ja erilaisten side- tai seosaineiden käyttö.
- Suunnittelu ja mitoitus tarkastelee eri UUMA-materiaaleihin perustuvan suunnittelun problematiikkaa. UUMA-materiaalien käyttö ja UUMA-rakenteiden suunnittelu ja mitoitus on onnistunut silloin, kun rakenne täyttää sille asetetut toiminnalliset vaatimukset taloudellisesti ja ympäristölle mahdollisimman vähän haittaa tuottaen. Eräs suurista kehityshaasteista on UUMA-rakenteiden käyttöä ja sitä myöten myös niiden elinkaarikustannusten hallinta. Myös tyyppirakenteet ja niihin perustuvat mitoitusperiaatteet on kehitettävä ja ohjeistettava.
- Rakentamisesta on todettu, että laitteet ja työmenetelmät ovat pääosin olemassa. Kehitystarpeita on käytettävien työtapojen, rakenneratkaisujen ja erikoislaitteiden osalta liittyen etenkin ylijäämämateriaalien ja teollisuuden sivu-

tuotteiden hyödyntämiseen. Tarvitaan erityisesti ohjeistamista ja kenttämitauskaluston kehittämistä.

- Käytön aikaiset toimenpiteet tarkastelee toisaalta tarpeita ja mahdollisuuksia UUMA-rakenteiden pitkäaikaiskäyttötymisen systemaattiseen seurantaan todellisissa kuormitus- ja ympäristöolosuhteissa (palautetiedon keruu) ja toisaalta rakenteen käyttöiän päättymisvaiheessa tarvittavia toimenpiteitä. Palautetiedon keruu antaa ohjaustietoa sekä jatkokehittämiseksi että rakenteiden ylläpidon hallinnalle. Rakenteen käyttöiän päättyessä on otettava huomioon mahdolliset ympäristöriskit esimerkiksi peruskorjauksen aikana tai materiaalien uusiokäytöstä aiheutuen (etenkin teollisuuden sivutuotteita ja pilaantuneita maita käytettäessä).

**Ympäristöominaisuudet** – luvussa (4) todetaan, että UUMA-materiaalien hyväksyttävyyden luonnonmateriaaleja korvaaviksi materiaaleiksi edellyttää niiden ”ympäristöhyväksyttävyyttä”. Esiselvityksessä on tarkasteltu niitä tekijöitä, joiden perusteella hyväksyttävyyden on saavutettavissa sekä niitä menettelytapoja, jotka hyväksymisprosessissa on ajateltu mahdollisiksi. Ympäristön huomiointomiseksi on UUMA-materiaalit jalostettava ja UUMA-rakenteet suunniteltava ja toteutettava siten, että niistä ei aiheudu haittaa tai vaaraa käyttökohteen ympäristölle eikä lähiasukkaiden terveydelle ja viihtyvyydelle. UUMArakentamisen osalta on erityisesti otettava huomioon veden ja/tai maaperän pilaantumisen riski ja haitallisten hiukkasten päästöt ilmaan (pölyäminen). Lisäksi UUMA-materiaalista ei tule aiheutua ongelmia rakenteen käyttöiän päättyessä eikä sen uudelleenkäytössä. Nämä ovat selkeitä vaatimuksia, mutta UUMA-materiaalien ympäristöllinen hyväksyttäminen ja ympäristöominaisuuksien sekä pitkäaikaiskestävyyden todentaminen edellyttää vielä runsaasti tietoa ja kokemusta lisäävää tutkimusta ja testausta. Tiedot saadaan mm. jo tehtyjen ja uusien, tarkoituksenmukaisten ja tehokkaiden tutkimusprojektien kautta; kokemukset saadaan jo tehdyistä UUMA-rakenteista ja uusien pilottien sekä niiden yhteydessä järjestettyjen systemaattisten kenttäkokeiden kautta. Vaaditaan myös kärsivällisyyttä: lyhytkestoiset ja hyvin suppeat projektit voivat enemmänkin lisätä kysymyksiä ja todentamistarpeita kuin antaa vastauksia ja varmuutta. Toisaalta on hyväksyttävä se, että päätöksiä on tehty ja joudutaan edelleenkin tekemään epätäydellisen tiedon varassa.

**Lainsäädäntö ja UUMA-materiaalien hyväksyttävyyden** – luvussa (5) todetaan heti alkuun, että lainsäädäntö asettaa UUMA-materiaalien käytölle velvoitteita ja reunaehtoja sekä UUMA-teknologian kehittämiseksi haasteita. Niinpä tässä luvussa luodaan katsaus nykyiseen, UUMA-materiaalien käyttöön liittyvään lainsäädäntöön ja siinä tapahtuvaan sekä sille toivottuun kehitykseen. Eri tyinen huomio kiinnitetään jo käynnissä olevaan lainsäädännölliseen kehitysohjelmaan, kuten jätepuitedirektiivin tarkistus, johon sisältynee kriteerit menettelylle, jonka mukaan voidaan määrittää milloin ”jäte lakkaa olemasta jäte” (EOW). Toinen tärkeä askel on Suomessa valmisteilla oleva valtioneuvoston asetus eräiden jätteiden käytöstä maarakentamisessa, jota voidaan täydentää eri UUMA-materiaaleista syntyvän, riittäväksi katsotun tiedon perusteella. Tulevan asetuksen piirissä olevien ja kriteerit täyttävien teollisuusjätteiden käyttö edellyttää ilmoitusmenettelyä eikä ympäristölupaa, joka puolestaan koetaan hankalaksi ja jonka tilalle toivotaan selkeämpää, nopeampaa ja halvempaa viranomaiskäyttöä.

**Koekohteet** – luku (6) sisältää alustavan kartoituksen UUMA-koekohteista tulevan kehitysohjelman tarpeita silmälläpitäen. Esiselvityksen yhteydessä tehty kokeilukohteiden kartoitus antaa toki vain yleiskuvan nykytilanteesta ja mahdollisuuksista, koska kartoitus ei suinkaan kata kaikkea koe- tai pilottirakentamista. Tietoja on koottu eri lähteistä: Tiehallinnon koerakennuskoh-

teet, Uusiomaarakenteiden tiedosto (SGY) ja Tekesin Ympäristögeotekniikkaohjelman koekohteet. Näitä tietoja on täydennetty haastatteluilla. Olemassa olevien koerakenteiden kokonaismäärä on jo nyt tehdyn suppeahkon selvityksen perusteella selvästi yli 300 kpl ja kohteista noin 30-40 %:ssa on tehty jonkinlaista teknistä seuranta ja noin 15-20 % ympäristöseuranta. Ylivoimaisesti eniten dokumentoituja kohteita löytyy teollisuuden sivutuoterakenteiden kohdalta, mutta myös muun tyyppisiä kohteita löytyy yksittäisinä hyödyntämiskelpoisina tapauksina. Tehtyjen koerakenteiden seuranta on valitettavan usein jäänyt lyhyeksi rakennuskohteilta odotettavaan kestoikään verrattuna. UUMA-materiaalien käyttöön liittyvien koe- ja pilottikohteiden osalta on tärkeää huolehtia siitä, että niissä piilevä arvokas tietoa ei mene hukkaan. Tämän vuoksi nähdään tärkeäksi kartoittaa tarkoin nykyisten koe- ja pilottikohteiden olemassaolo ja esittää suunnitelma koe- ja pilottikohteiden seurannan jatkamiseksi.

**UUMA-rakentamisen tiedontarpeet ja hankintamenettelyt** – luku (7) tarkastelee UUMA-sidosryhmiä ja näiden tarpeita uuden materiaalitekniikan käyttöönotossa. UUMA-sidosryhmiä ovat rakennuttajat (tilaajat) ja ympäristöviranomaiset, teollisuus ja muut UUMA-materiaalien ja niiden komponenttien tuottajat, laiterakentajat, suunnittelijat ja urakoitsijat sekä tutkimuslaitokset. Internet kyselyn ja haastattelujen perusteella tarvitaan tietoa erityisesti UUMA-materiaalien ja rakenteiden toimivuudesta ja pitkäaikaiskestävyydestä (eli miten ne täyttävät erityyppisille kohteille asetettavat toiminnalliset vaatimukset), mutta myös materiaalien ja rakenteiden elinkaarenaikaisista vaikutuksista sekä niiden arvioimiseksi tarvittavista työkaluista. UUMA-materiaalien käyttöönoton kannalta luo erityisiä mahdollisuuksia se seikka, että hankkeen tilaaja asettaa hankkeelle toiminnalliset laatuvaatimukset perinteisen yksityiskohtaisen hankkeen ohjeistuksen sijasta, jolloin hankkeen suunnittelijalla ja urakoitsijoilla on mahdollisuuksia selvittää ja esittää innovatiivisia vaihtoehtoja perustuen UUMA-materiaalien käyttöön. Hankkeen materiaalikäytön ohjauksen kannalta, ja erityisesti suunnittelun yhteydessä, on yhä tärkeämpää tarkastella hankkeeseen esitettävien vaihtoehtojen elinkaarihedullisuutta ja pitkäaikaisia ympäristövaikutuksia. Tässä on mahdollisuus hyödyntää elinkaarikustannus- ja elinkaarenaikaisten ympäristövaikutusten (eli LCC- ja LCA-) systematiikkaa. Esiselvityksessä on lyhyesti tarkasteltu näitä kysymyksiä infrarakentamisen osalta.

## **Johtopäätökset**

Esiselvityksen perusteella voidaan todeta, että kiviaineksia korvaavien UUMA-materiaalien hyötykäyttöä estäviä tai hidastavia tekijöitä ovat erityisesti riittämättömät tiedot materiaalien käyttötavoista ja käyttöön liittyvistä riskeistä, riittämätön aika käyttöön vaadittavan ympäristöluvan hankkimiseen, koettu kilpailukyvyttömyys verrattuna muihin materiaaleihin (ominaisuuksista tai kustannuksista johtuen) ja joskus myös materiaalin riittämätön saatavuus oikeaan aikaan ja oikeaan paikkaan. Näitä esteitä voidaan raivata tarkoituksenmukaisen tutkimus- ja kehitystoiminnan avulla. Tutkimus- ja kehitystoiminta on tärkeää myös lainsäädännön, viranomaisten lupakäytännön ja hankintamenettelyjen kehittämisen kannalta.

Kehitystä tapahtuu toki jatkuvasti: Suomessa on ympäristöviranomaisten toimesta valmisteltu asetusta, joka sallisi tiettyjen jättemateriaalien hyödyntämisen maarakentamisessa pelkän ilmoitusmenettelyn perusteella. Tiehallinto on kehittämässä tienpidossa käytettävien uusien materiaalien teknisille ominaisuuksille hyväksymismenettelyä, jonka perusteella voidaan määrittää rakenteiden suunnittelussa käytettävät mitoitusparametrit alustavasti laboratorio- ja niitä tarkentavien kenttäkokeiden sekä lopulta myös käytännön kohteiden toimivuus-

den seurannan perusteella. Tekesin rahoittamana on käynnistynyt TIEIKÄ – projekti (TTY, Oulun yliopisto ja TKK), jonka tavoitteena on käyttöiän mallintaminen l. ”tie- ja katurakenteen kuormituskäyttämisen ja käyttöiän hallinta uuden teknologian avulla”. Lisäksi eri tahoilla on käynnissä infrarakenteiden ja –kohteiden elinkaariarviointiin ja arvioinnin työkaluihin liittyviä kehitysprojekteja.

Pääosa UUMA-materiaaleihin liittyvistä tutkimushankkeista on liittynyt teollisuuden sivutuotteisiin, joten näistä on saatavissa paljon esimerkkejä ja referenssitietoa. Toteutettujen koerakenteiden perusteella on nähty mahdolliseksi, että monilla teollisuuden sivutuotteilla voidaan saada aikaan kestäviä ja kustannustehokkaita ratkaisuja erityisesti nykyisin käytössä olevien sorateiden kelirikkokorjausmenetelmien tai vähäliikenteisille haja-asutusalueille kehitettävien tieverkostojen vaihtoehtoina. Teollisuuden sivutuotteiden käyttö maarakentamisessa olisi lisäksi kansantaloudellisesti ja ympäristön kannalta hyväksyttävää: toisaalta maarakentamiseen soveltuvien teollisuuden sivutuotteiden sijoittaminen jätteenä kaatopaikalle on materiaalin ja maapinta-alan tuhlausta ja toisaalta niiden tehokkaalla käytöllä säästetään luonnon sora- ja kalliiovaroja. Huolimatta pitkäaikaisista tutkimuksista ja laajasta koerakentamisesta teollisuuden sivutuotteiden hyötykäyttöä rajoittaa edelleen etenkin epävarmuus näihin perustuvien vaihtoehtoratkaisujen kilpailukyvyistä sekä niihin liittyvistä riskeistä, kuten pitkäaikaisesta toimivuudesta ja ympäristövaikutuksista. Tämä pätee lähes kaikkiin UUMA-materiaaleihin.

Yleistäen on voitu todeta, että UUMA-materiaaleihin perustuvat ratkaisut tulee saattaa tasavertaisiksi vaihtoehtoiksi tavanomaisten ratkaisujen rinnalle, jotta niiden voidaan sanoa olevan käyttökelpoisia maanrakentamisen tuotteita. UUMA-materiaalien käyttöönotto edellyttää kuitenkin erityisesti, että uusiomateriaaleista ja niihin perustuvista ratkaisuista on riittävästi ja luotettavaa tietoa koskien niiden taloudellista kilpailukykyä, pitkäaikaiskestävyyttä ja ympäristövaikutuksia. Tämän lisäksi tarvitaan uusiomateriaalien jalostukseen ja käsittelyyn sekä niihin perustuvien ratkaisujen mitoittamiseen, rakentamiseen ja käyttöön sekä käyttöiän loppuvaiheen käsittelyyn riittävän perusteelliset ja käytännönläheiset ohjeistukset.

Kaikessa tässä on vielä kovia kehityshaasteita sekä erilaisten jätemateriaalien tuottajille ja haltijoille, myös viranomaisille ja infrarakentamisen hankintaketjun eri toimijoille, rakennuttajista ja suunnittelijoista urakoitsijoihin. Ehdotus UUMA-kehitysohjelmaksi, joka perustuu tämän taustaraportin esittämään nykytilanteeseen, pyrkii antamaan edellytykset vastata näihin kehityshaasteisiin ja saavuttamaan seuraava kestävä kehityksen mukainen päämäärä:

**Pääosa käyttökelpoisista UUMA-materiaaleista saadaan tehokkaaseen ja kestäväan käyttöön maanrakentamisen erilaisissa kohteissa, jolloin luonnon kiviaineksen käyttö vähenee merkittävästi ja keskittyy ainoastaan sellaisiin infrarakentamisen kohteisiin, joissa näiden käytölle ei ole tiedossa olevia vaihtoehtoja.**

UUMA-kehitysohjelman tavoitetilaksi on määritetty, että 10 % uusiutumattomien, neitseellisten kiviainesten määrästä korvautuu maarakentamisessa UUMA-materiaaleilla vuoteen 2015 mennessä (vuoden 2005 tilanteeseen verrattuna). Ottaen huomioon kaikki UUMA-materiaalien ryhmät, tämän uskotaan olevan täysin mahdollista saavuttaa.



## Tietolähteitä

- Aatos Soile (toim.) 2003. Luonnonkivituotannon elinkaaren aikaiset ympäristövaikutukset. Suomen ympäristö 656
- Blinnikka Päivi 2004. Pirkanmaan jätesuunnitelma. Alueelliset ympäristöjulkaisut 335. Tampere.
- COM(2003)31 final. Towards a thematic strategy on the prevention and recycling of waste (onko suomeksi?)
- COM(2004)38 final. Kestävän kehityksen teknologioiden edistäminen: Ympäristöteknologioita koskeva Euroopan unionin toimintasuunnitelma
- Energiaskor för väg- och anläggningsändamål. Miljöaspekter. Oktober 1998
- Finnlund, M. 2004. Uudenmaan alueellinen jätesuunnitelma. Seuranta- ja tarkistusraportti. Uudenmaan ympäristökeskus-monisteita 150. Helsinki 2004
- Heikkilä, J. 2004. Elinkaariosaaminen - infrarakentamisen uusin haaste. Infra-ohjelman elinkaaritekniikkaseminaari 30.11.2004
- Jokela, P. 2002: Elinkaarimalli. Tiehallinnon hankintastrategia, osaraportti. Tiehallinnon selvityksiä 54/2002.
- Järvinen, K. ja Salonen, S. 2004. Pilaantuneiden maiden kunnostuskustannukset Suomessa. Suomen ympäristökeskukselle laadittu selvitys.
- Koppinen, T. & Lahdenperä, P. 2002. Infrapalvelujen hankintamenettelyt. Jäsentelyä, arviointia ja kehittämistarpeita. VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka. INKA-muistio Tekesin ”Infra – Rakentaminen ja palvelut” – teknologiaohjelman johtoryhmälle 16.9.2002.
- Lahtinen, P. 2001. Fly Ash Mixtures as Flexible Structural Materials for Low-Volume Roads. Finnra Reports 70/2001.
- Laki rakennustuotteiden hyväksynnästä 230/2003
- Lehmus, E. ym. 2002. Infra-alan elinkaaritarkastelut. Esiselvitys. VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka. Sisäinen raportti RTE50-IR-22/2002.
- Maa- ja vesirakennusalan näkymät 2004-2005 VTT, Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, joulukuu 2004
- Maa- ja vesirakennusalan norminantotyöryhmä 2004. Liikenneväylien rakentamisessa käytettävien rakennustuotteiden hyväksyntämenettely. LVM julkaisuja 22/2004.
- Mroueh, U-M. ym. 2000. Sivutuotteet maarakenteissa. Käyttökelpoisuuden osoittaminen. Tekesin teknologiakatsaus 93/2000
- Mroueh ym. 2005. Tausta-aineistoa ”Valtioneuvoston asetuksen eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa” valmistelua varten. Luonnos 7. 12.4.2005. VTT (Luottamuksellinen. Jäte-VNa:n lausuntokierroksen liitemateriaalia).
- Mäkelä, H. ym. 2000. Sivutuotteet ja uusiomateriaalit maarakenteissa – Materiaalit ja käyttökohteet. Tekesin teknologiakatsaus 91/2000.
- Neuvoston päätös 2003/33/EY (19.12.2002) direktiivin 1999/31/EY 16 artiklan ja liitteen II mukaisista perusteista ja menettelyistä jätteen hyväksymiseksi kaatopaikoille
- Pajukallio, A-M. 2004. Maaperänsuojelu EU:n ja Suomen näkökulmasta. Ympäristö- ja Terveyslehti 2-3/2004, s. 64-67
- Pajukallio, A-M. 2005. Valtioneuvoston PIMA-asetus, ohjearvojen määrätymisen kriteetit (MUTKU-päivät, 16-17.5.2005).
- Penttinen, R. 2001. Maaperän ja pohjaveden kunnostus. Yleisimpien menetelmien esittely. Suomen Ympäristökeskuksen moniste 227
- Perälä, Anna-Leena & Nippala, Eero 1998. Rakentamisen jätteet ja niiden hyötykäyttö. Espoo 1998, Valtion teknillinen tutkimuskeskus, VTT Tiedotteita 1936
- Pongrácz, E. 2005. Jätteen käsite, jätelainsäädäntö ja ekotehokkuus. Oulun yliopisto. Esitelmä Suomen Teollisen Ekologian Foorumin Seminaarissa 19.4.2005. (<http://www oulu.fi/resopt/members.html> )
- Rakennusteollisuus RT ym. 2004 .Infra 2010-ohjelman esiselvitys
- Reid, J. M. 2001. Deliverable D7. Final Report. Alt-Mat, Alternative materials in road construction. Project funded by the European Commission under the Transport RTD Programme of the 4<sup>th</sup> Framework Programme.

- Rintala Jari 200. Maa-ainesten ottomäärät ja ottamislupatilanne 2002- maa-aineslain mukaiset ottoalueet, Suomen Ympäristö 662
- Rintala Jari 2005. Maa-ainesten ottomäärät ja ottamislupatilanne 2003- maa-aineslain mukaiset ottoalueet, Suomen Ympäristö 760.
- Salmela, V. ym. 2003. Lahdentien SRRK – väliarviointi. Tiehallinnon sisäisiä julkaisuja 9/2003.
- Samaris 2003. Sustainable and Advanced Materials for Road Infrastructures. Deliverable 4 (Technical Guide for recycling techniques in road construction)
- Samaris 2004. Sustainable and Advanced Materials for Road Infrastructures. Deliverable 7 (State of the art for test methods to detect hazardous components in road materials for recycling).
- Sorvari Jaana ja Antikainen Riina (toim.) 2004. Katsaus pilaantuneiden maa-alueiden riskinhallinnan nykykäytäntöihin. Suomen ympäristökeskuksen moniste 316.
- Tammirinne ym. 1995. Uusiotuotteiden maarakennuskäytön edellyttämät tutkimukset laboratoriossa ja koerakenteilla. Tekes Ympäristögeotekniikkaohjelma.
- Tuhkarakentamisohje tie-, katu- ja kenttärakenteisiin. Energia-alan keskusliitto ry Finergy. 2000 Tulevaisuuden näkymiä 1/2005 Tiehallinto. <http://www.tiehallinto.fi/pls/wwwedit/docs/7008.PDF>
- Wahlström ym. 1996. Standardoidut liukoisuustestimenetelmät maarakentamisessa hyödynnettävien materiaalien ympäristötestauksessa. VTT tiedotteita 1801.
- Wahlström ym. 1997: Ympäristötekijät ja niiden tutkiminen maarakentamisessa hyötykäytettävien materiaalien liukoisuustutkimuksissa. VTT tiedotteita 1852
- Wahlström ym. 1999. Maarakentamisessa käytettävien teollisuuden sivutuotteiden riskinarviointi. VTT tiedotteita 1995
- Wahlström ym. 2001. Teollisuusjätteen kaatopaikkakelpoisuus. VTT tiedotteita 2086
- Wahlström ym. 2004a. Jätteen kaatopaikkakelpoisuuden toteaminen – opas. Luonno 16.11.2004
- Wahlström ym. 2004b. Kaatopaikkojen tiivistysrakennemateriaaleina käytettävien teollisuuden sivutuotteiden ympäristökelpoisuus. VTT tiedotteita 2246.
- Vuorinen, J. 2000. Rakennuskivilouhimoiden sivukiven käyttö asfalttipäällysteen kiviaineksenä kaupunkiolosuhteissa – Projektin tulokset vuosilta 1999-2000. VTT tutkimusraportti 584
- Vägleddning. Alternativa material i väg- och anläggningsbyggnad. Konzept 2005-04-07. Vägnät m.fl. (Ruotsissa tekeillä oleva ohje jätteen käytöstä maarakentamisessa).
- Vuosaari-projektin julkaisu. TBT; 12/2004 ([www.vuosaarensatama.fi/ymparisto](http://www.vuosaarensatama.fi/ymparisto))
- Ympäristöhallinto. Tarkistettu valtakunnallinen jätesuunnitelma vuoteen 2005. Ympäristöhallinnon nettisivuilla: <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=2655lan=fi>
- Ympäristöopas 95. Rakennustuotteiden CE-merkintä rakennustuotedirektiivin mukaisesti. 2004



## Liitteet

### UUMA. Nettikyselyn yhteenveto.

UUMA-kysely toteutettiin Internet-kyselynä helmi-maaliskuussa 2005. Kysely lähetettiin 890 henkilölle: tutkimuslaitoksien, yhdistysten, rakennuttajien, maanrakennusurakoitsijoiden ja laitetoimittajien, ympäristöhallinnon, konsulttien ja suunnittelutoimistojen, kuntien, satamalaitosten, teollisuuden ja jätehuolto-yhtiöiden edustajalle. Kysely välitettiin sähköpostiviestinä, jolloin satakunta sähköpostiviestiä valitettavasti palautui virheellisen tai muuttuneen osoitteen vuoksi.

Vastauksia kyselyyn saatiin yhteensä 390 kappaletta, jolloin vastaustulos oli noin 50 %. Kaikkiin kysymyksiin vastasi 308 henkilöä ja osittain vastasi 82 henkilöä. Vastaajista ympäristöhallinnon ja kuntien viranomaisia oli 47 %, teollisuuden edustajia 11 %, materiaalien tuottajia 6 %, rakennuttajia 9 %, urakoitsijoita 10 %, suunnittelijoita 6 %, tutkimuslaitoksien ja yliopistojen edustajia 5 %, jätehuollosta 4 % ja muita noin 1 %.

64 %:lla vastaajista oli vähän käyttökokemusta eri uusiomateriaaleista ja 20 %:lla vastaajista paljon käyttökokemusta. Viimeksi mainittu jakaantui melko tasaisesti eri vastaajaryhmien kesken, mutta vähän käyttökokemusta oli etenkin viranomaisiin luetuilla vastaajilla, teollisuudella ja rakennuttajilla.

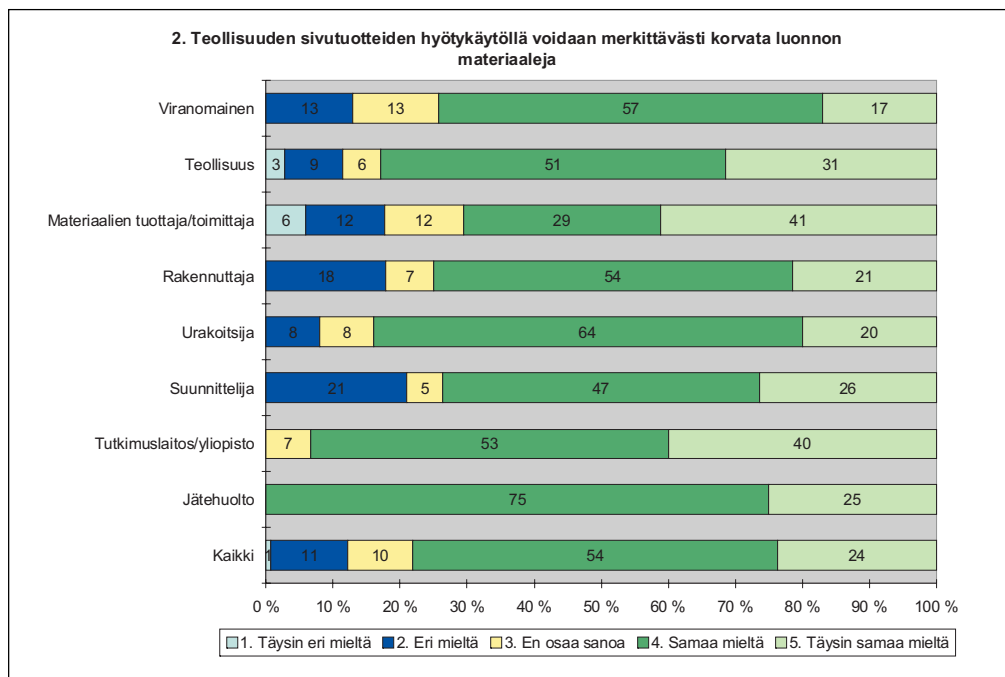
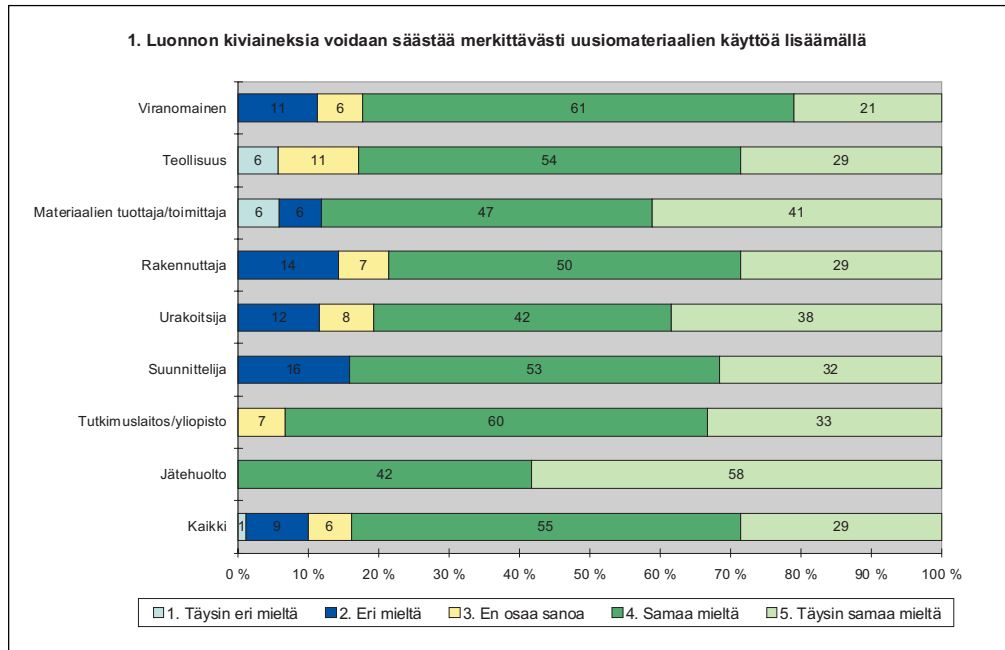
Vastauksien jakaantumista tarkasteltiin myös alueittain, maakuntatasolla. Tällöin voitiin todeta, että minkään väittämän keskiarvoissa ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa eri maakuntien välillä. Kyselyn tuloksia on esitetty liitteessä 1-2. Seuraavassa on yhteenveto vastauksista kysymyksiin: "Mihin toimenpiteisiin pitäisi mielestäsi ryhtyä uusiomateriaalien käytön suhteen?", "Mitä odotat UUMA-kehitysohjelmalta?", "Mitä konkreettisia tuloksia UUMA-kehitysohjelman tulisi saavuttaa?":

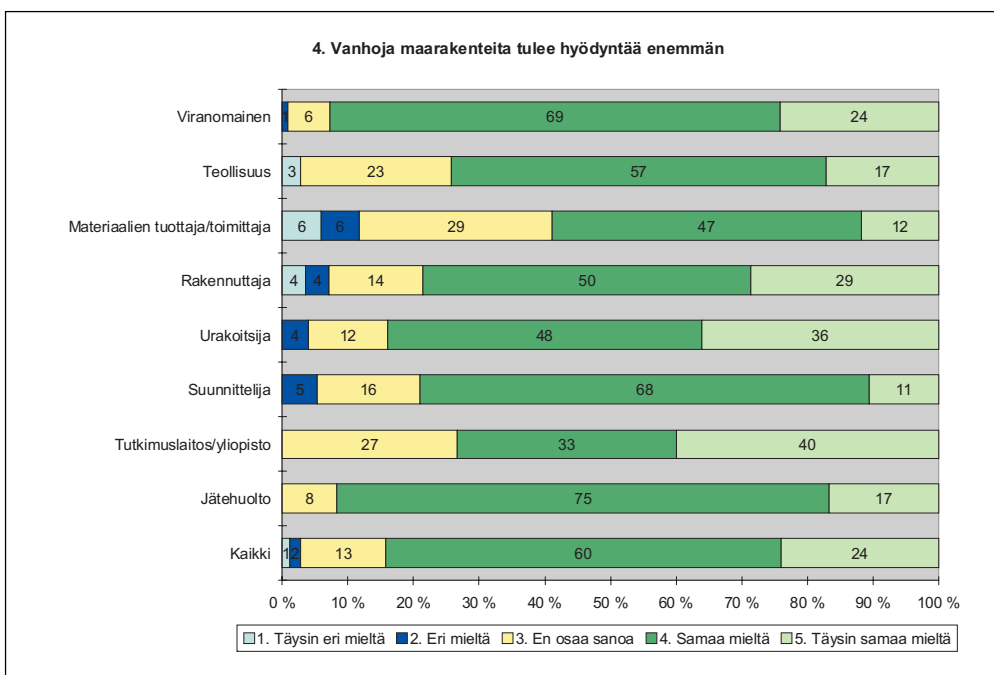
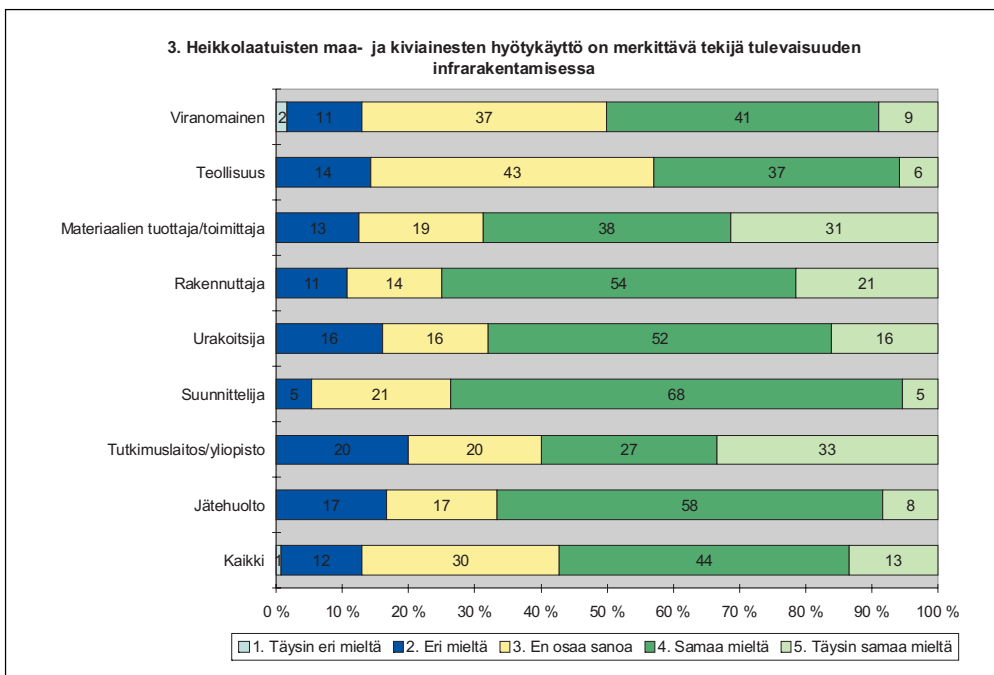
- Lainsäädäntö nähdään yhtenä suurimmista käytön esteistä ja sen uudistamista odotetaan. Jätelainsäädäntö nimenomaan. Milloin jätteestä tulee tuote? Selkeitä viranomaisten hyväksyntöjä ja viranomaisohjeita. Lisää tietoa viranomaisten tueksi. Vähemmän byrokratiaa. Lupaprosessin yksinkertaistaminen (Tanskan malli?) Yhdenmukaisuutta kautta Suomen. Alueelliset vai kansalliset strategiat?
- Uutta – ei toisteta aikaisempia ohjelmia. Sanoista tekoihin. Konkreettisia tuloksia, ei selvityksiä kirjahyllyyn. Paljon on jo käytetty rahaa T&K-toimintaan, mutta vähän konkreettista tulosta saatu aikaan.
- Miten uusiomateriaaleja käytetään ja milloin käytöstä ei tule ongelmia? Tiedot ja ohjeistus / selkeät pelisäännöt, joiden avulla uusiomateriaalit tuodaan maanrakennushankkeissa samalle viivalle tavanomaisten maanrakennusmateriaalien rinnalle / joiden avulla tiedetään mihin ja miten eri uusiomateriaaleja voi käyttää, ja mitä esim. lupamenettelyjä käyttö vaatii. Laatukäsikirjat eri materiaaleille (alkaen nykyisten ohjeistusten tarkistuksesta ja selkeytyksestä). Asiatietoa, ei tunnepohjaisia ratkaisuja. Käytännön neuvoja ja ohjeita: suunnittelu, mitoitus, työ. Ohjekortit. Toistuvat analyysit ja testit pois, standardoidut ratkaisut.
- Uusiomateriaalien tuotteistaminen. Tyyppihyväksyntä. Rakennettavuusnormitus. Käytettävyyden luokitus
- Kuka kantaa vastuun hankintaketjussa? Vastaako esim. uusiomateriaaleja tuottava teollisuus niihin liittyvistä ympäristöriskeistä, kun materiaalit ovat käytössä maanrakentamisessa? Käytön riskien poisto urakoitsijoilta.

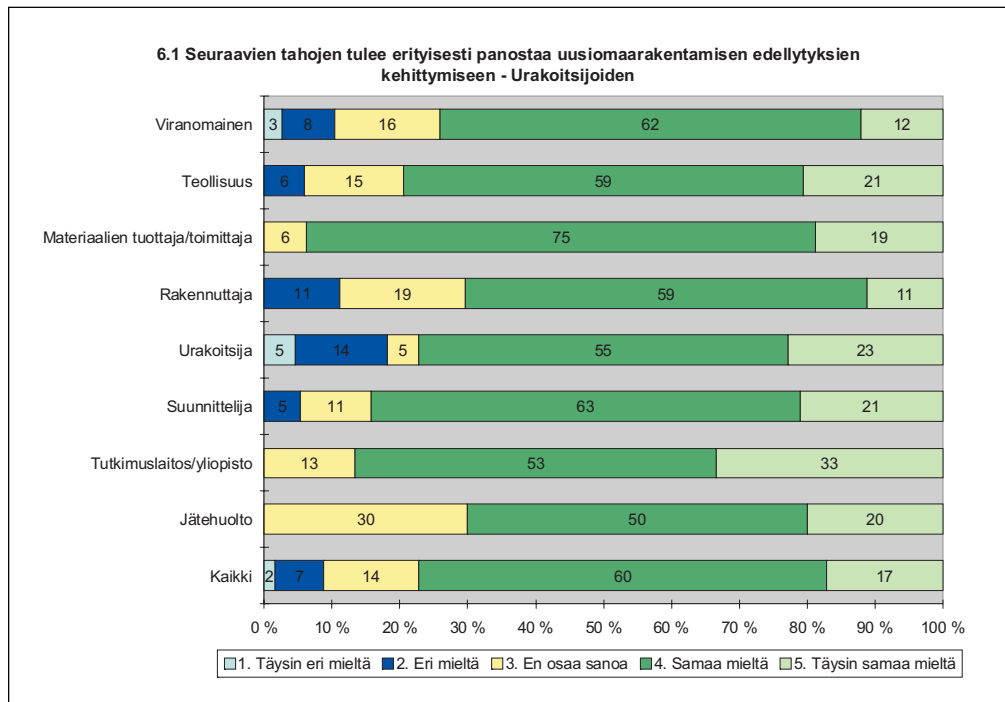
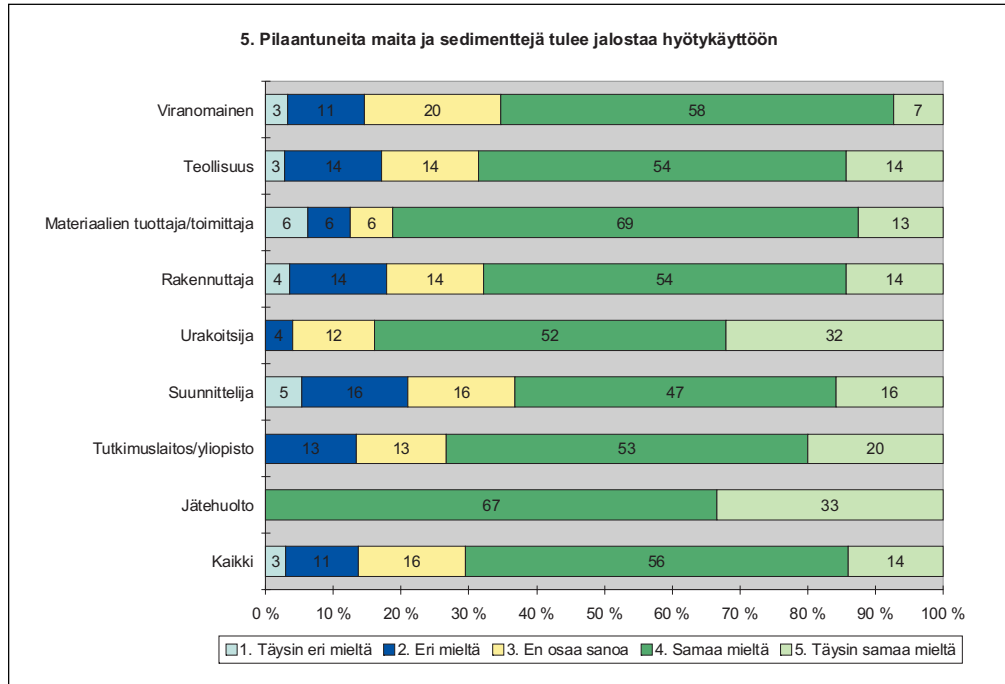
- Materiaali-/maapankkitoiminnan käynnistäminen. Tietokannat mm. tutkittuista materiaaleista. Saatavuus.
- Kilpailukyvyn parantaminen; selvitys tekijöistä, jotka tähän vaikuttavat. Taloudelliset vertailut. Kustannus-hyöty-analyysit. Elinkaarimallit. Riskinarvioinnit (kuten ympäristöriskien pitkäaikaiselvitykset ja riskinarvioinnin ohjeistaminen).
- Materiaalien pitkäaikaisvaikutukset: kestävyys, ympäristö. Uudet pilotit, jotka täydentävät jo olemassa olevia koerakenteita ja pilotteja, joista on jatkettava tiedon keruuta.

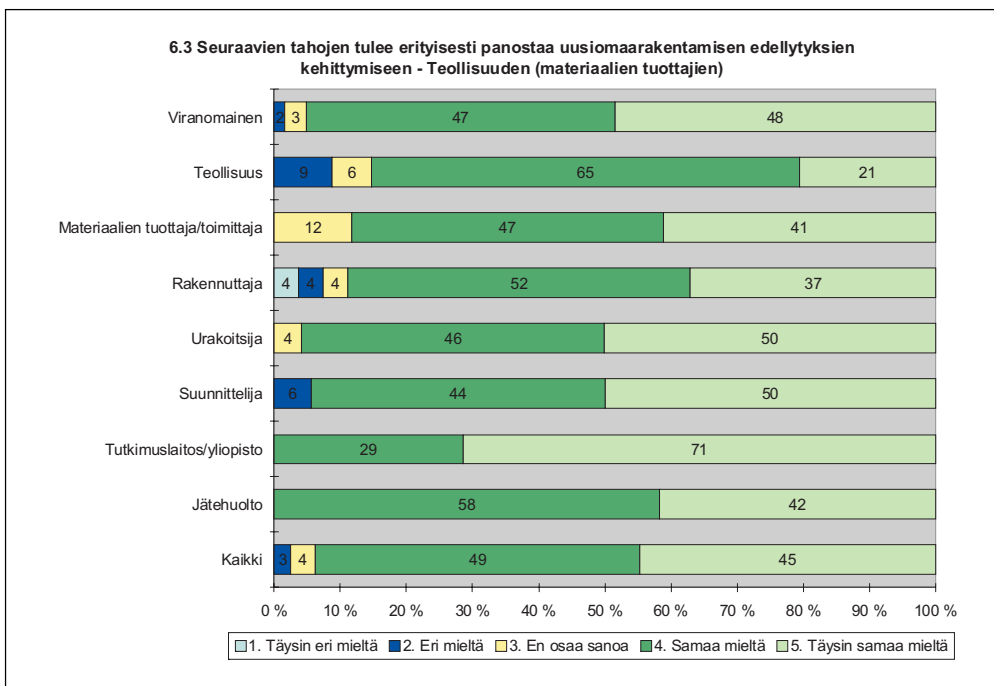
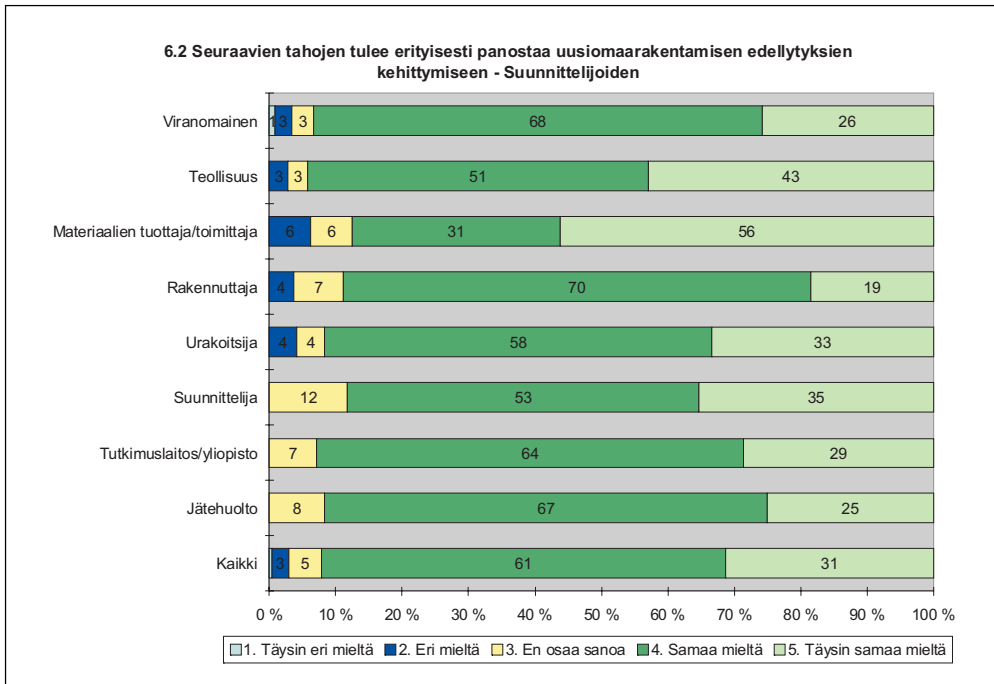
**UUMA-kyselyn tuloksia**

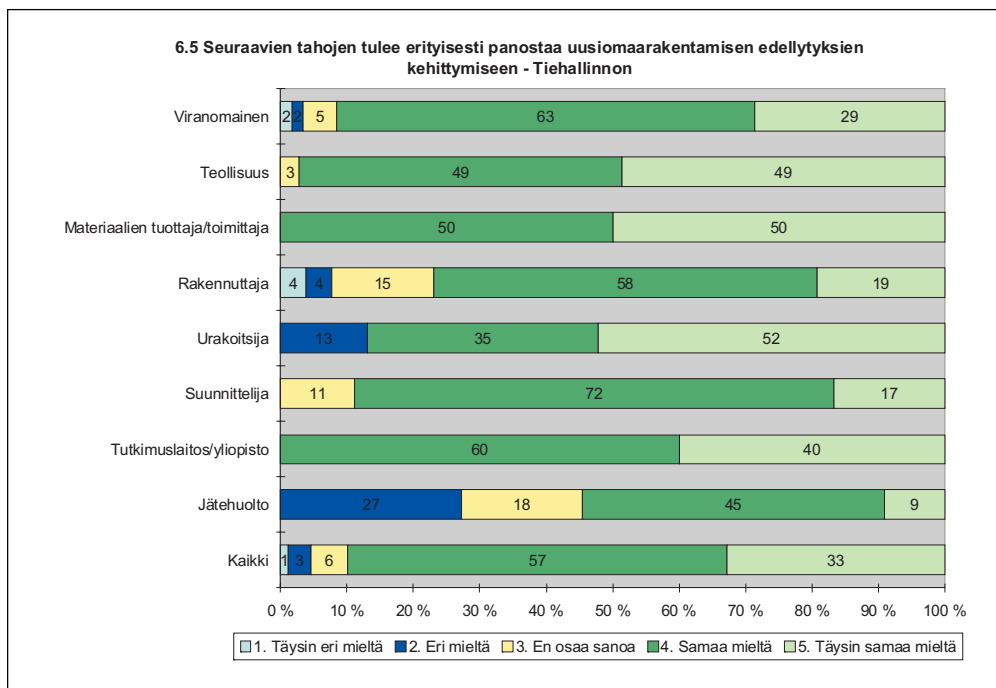
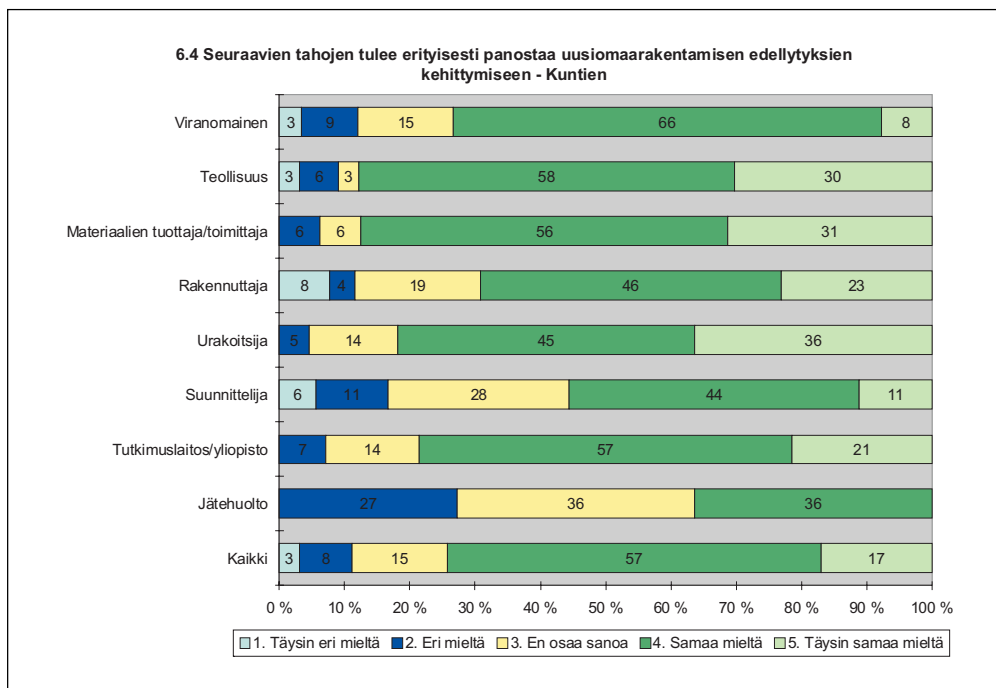
Kuinka hyvin seuraavat väittämät vastaavat käsityksiäsi?



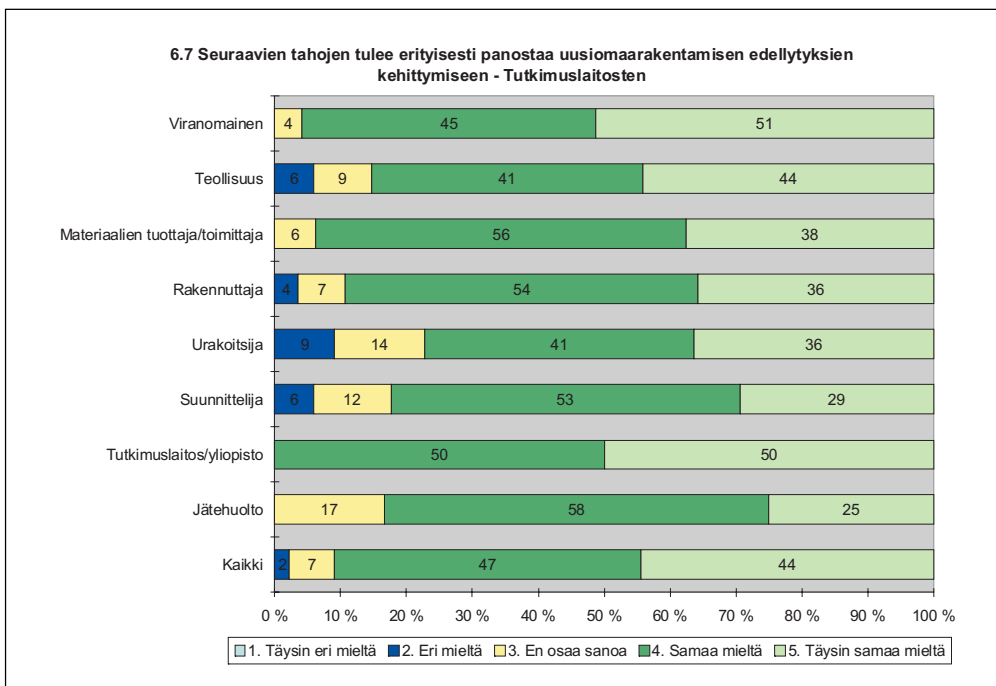
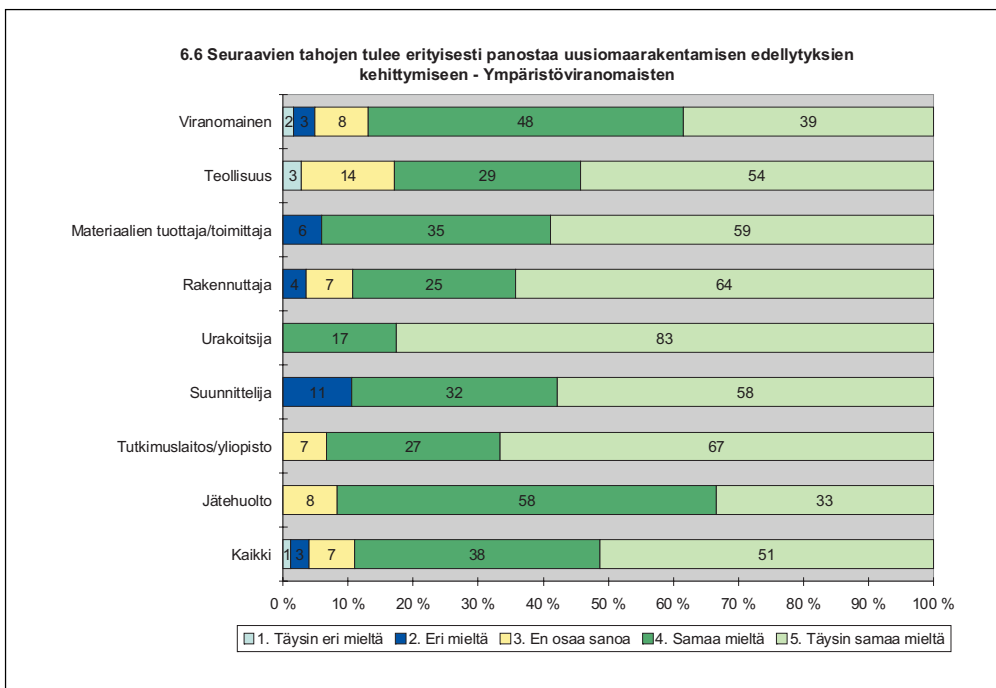


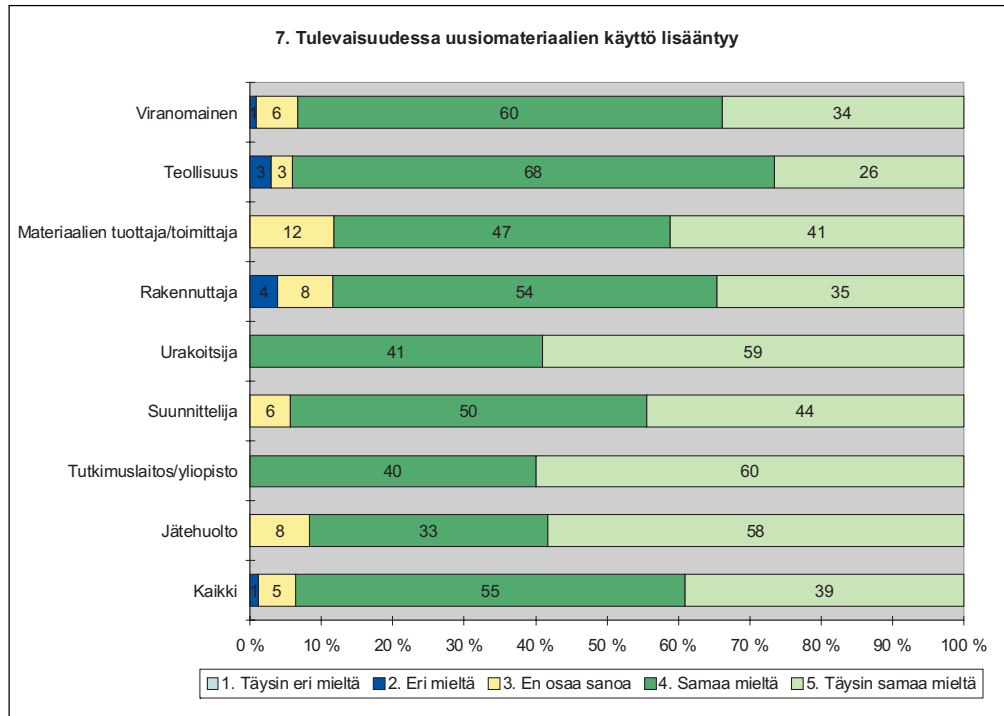




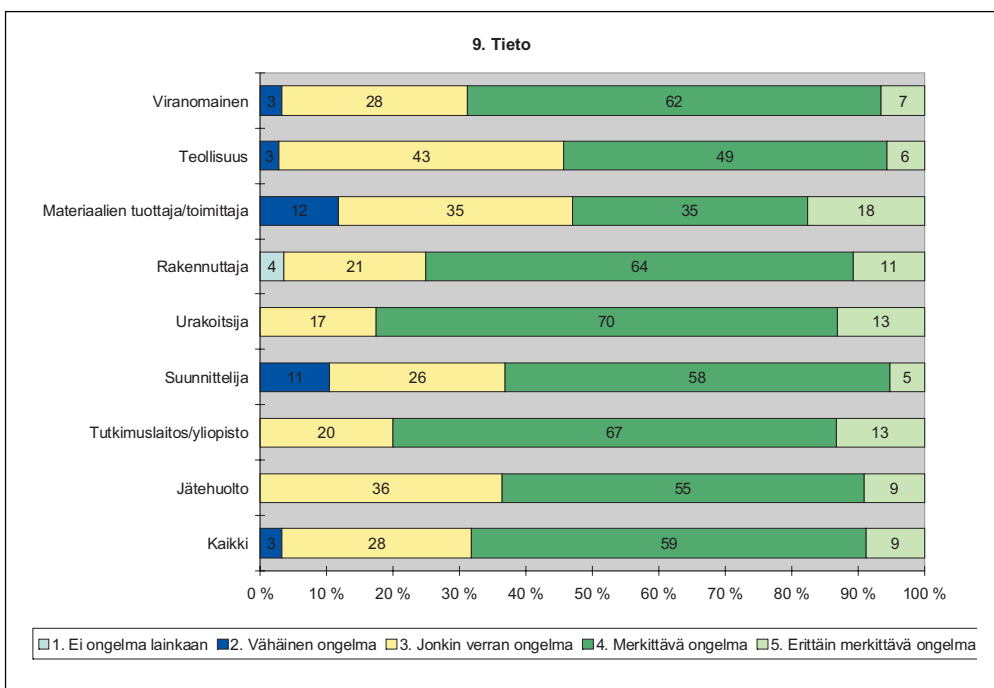
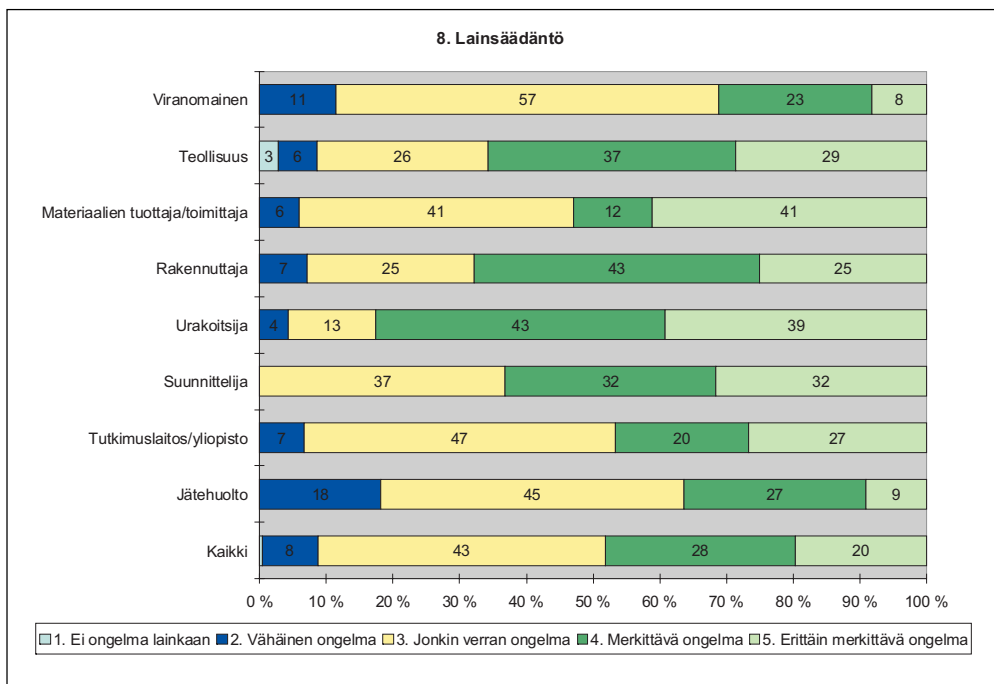


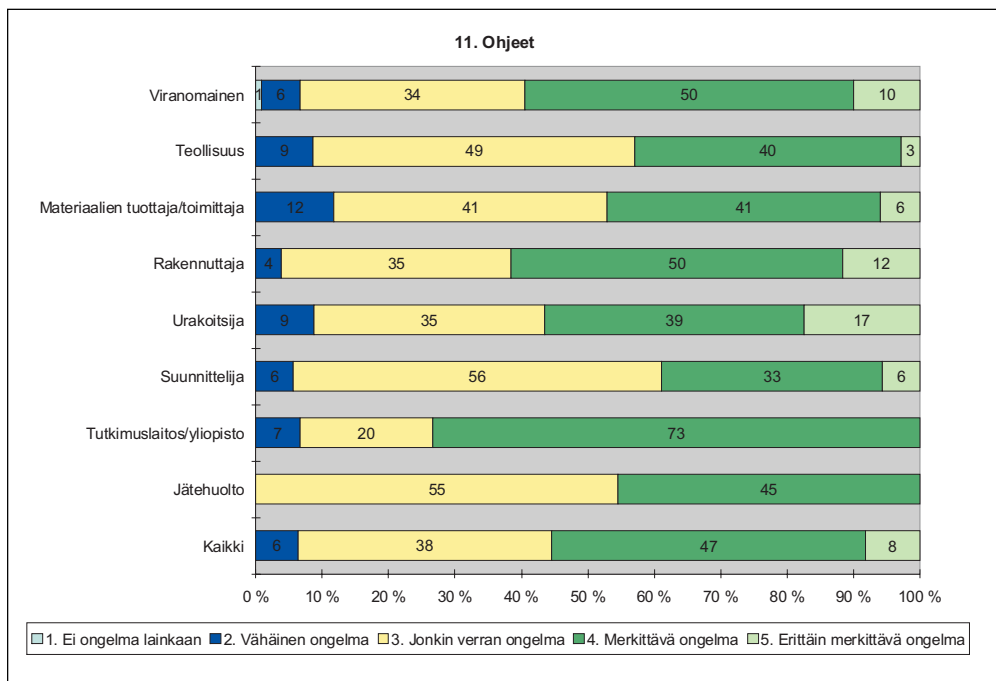
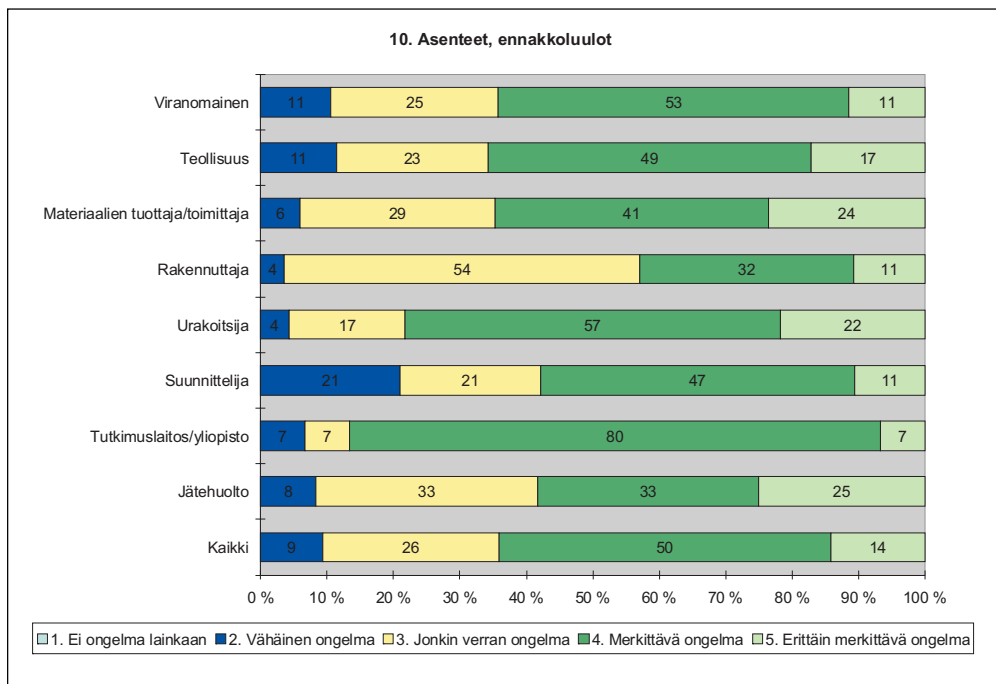


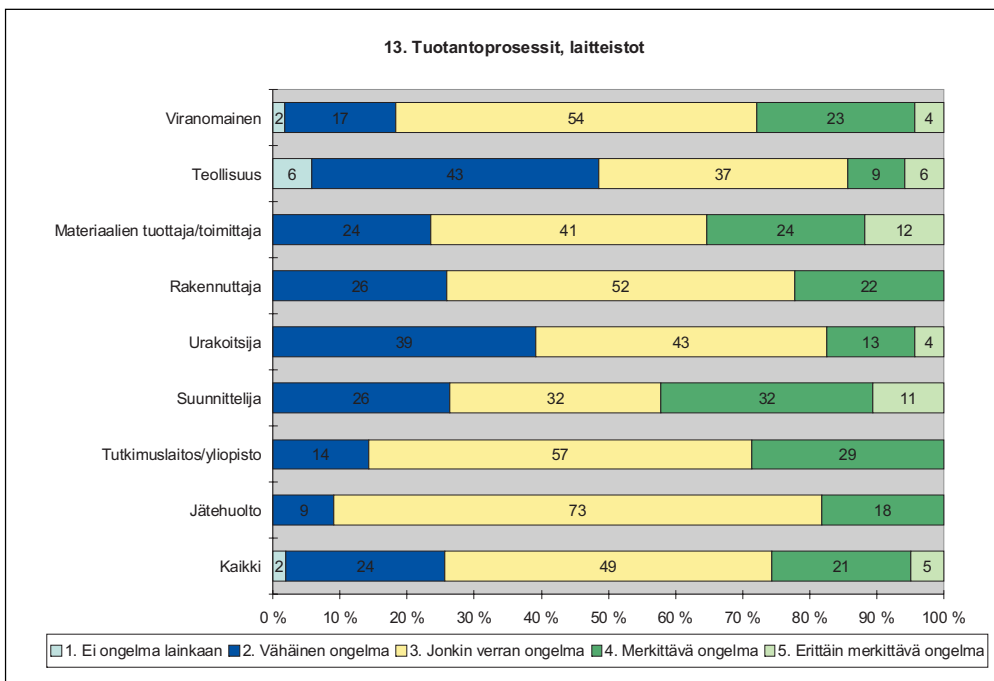
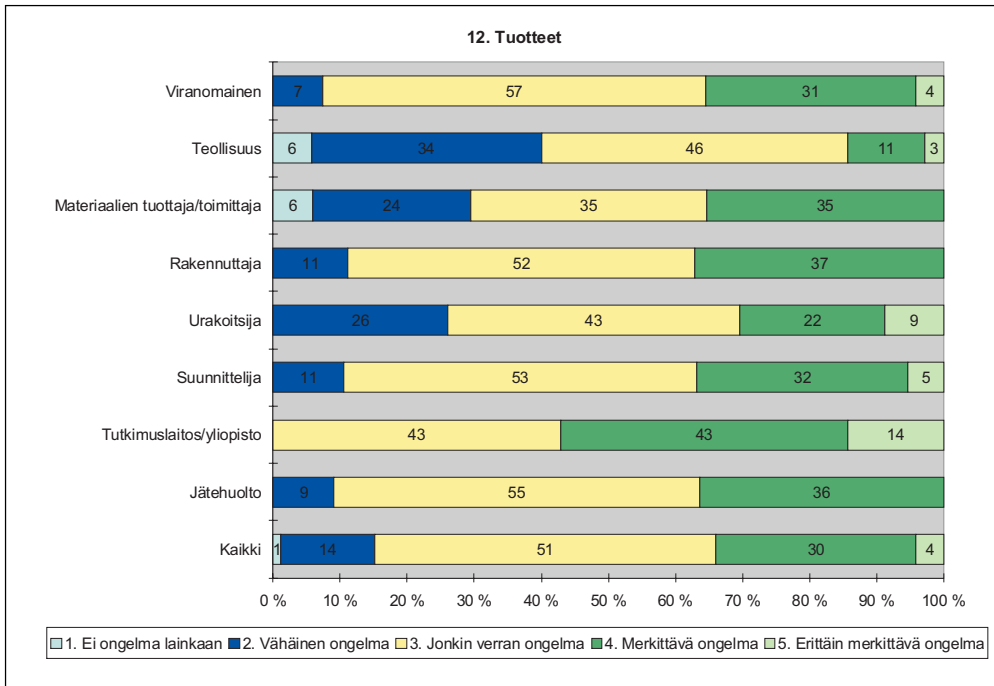


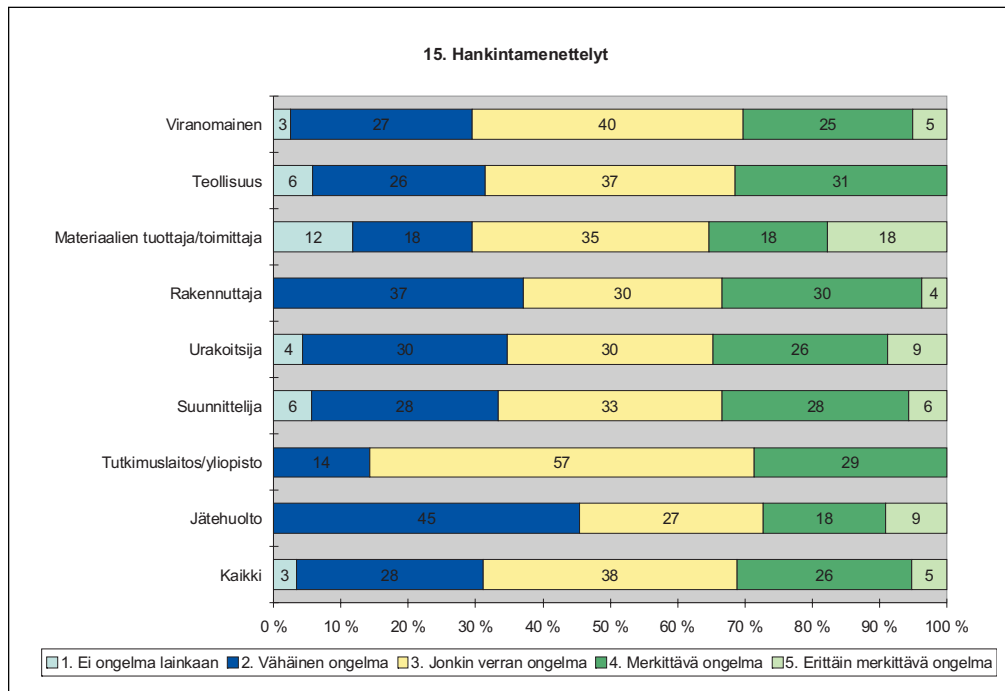
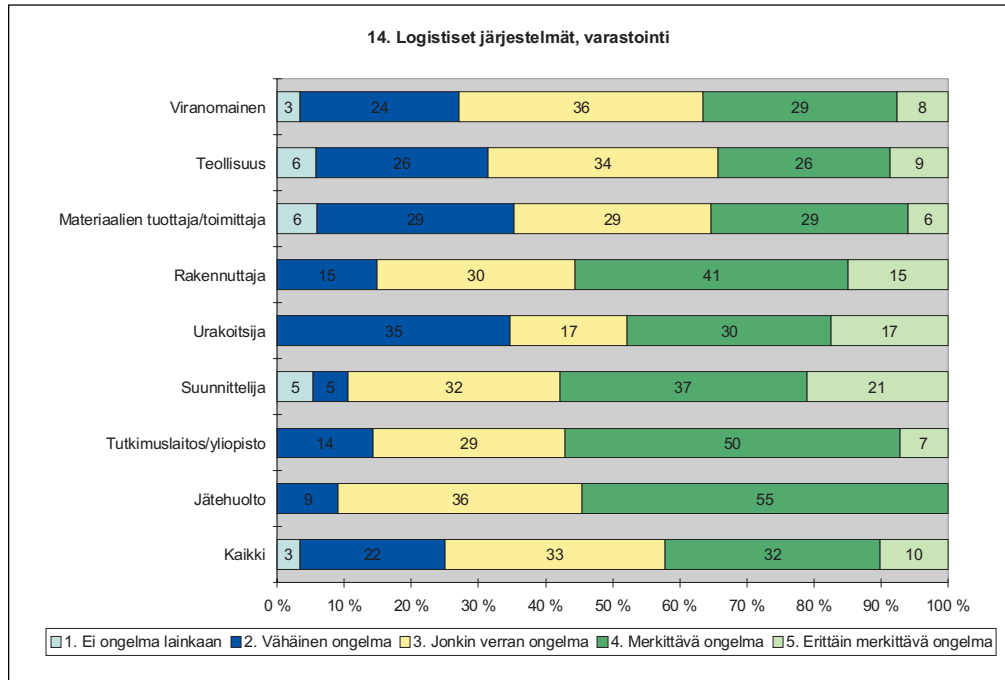


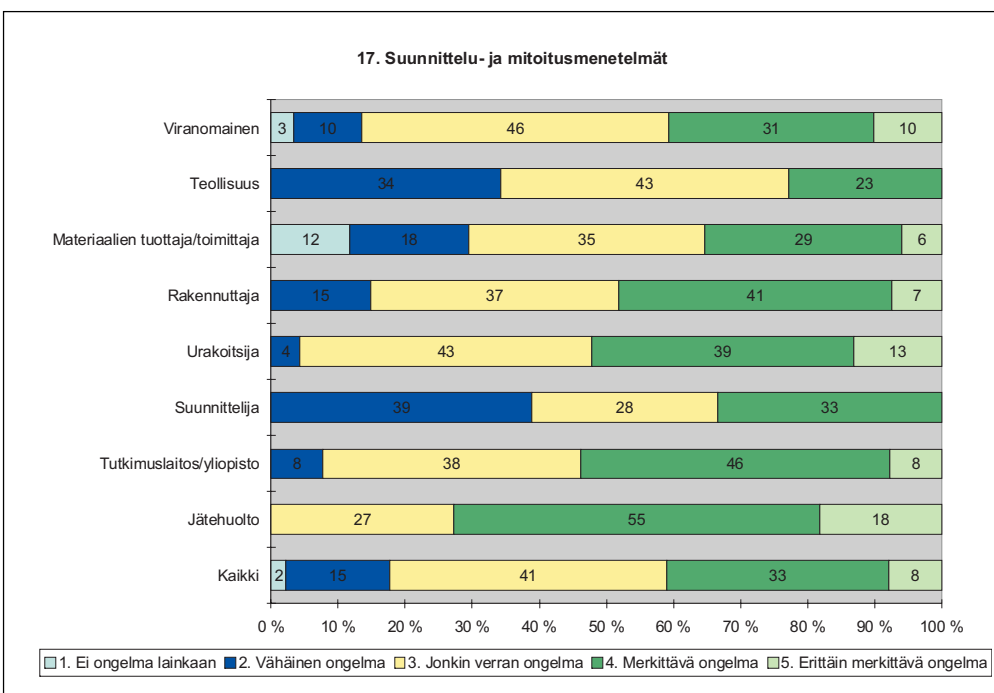
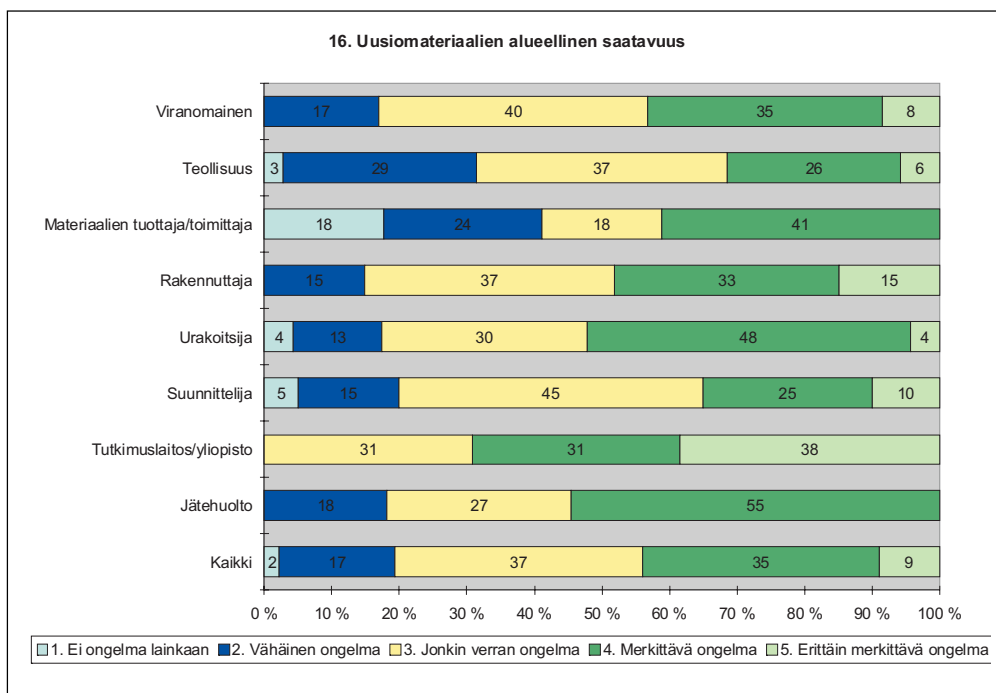
Ovatko seuraavat tekijät ja niissä ilmenevät puutteet uusiomaarakentamista es-  
täviä ongelmia ?



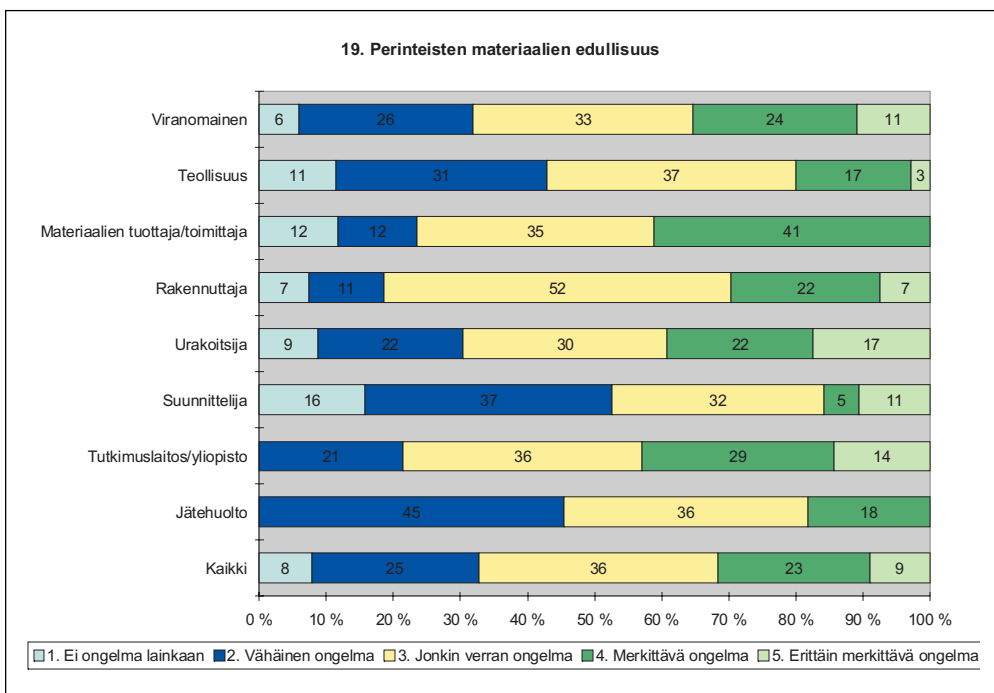
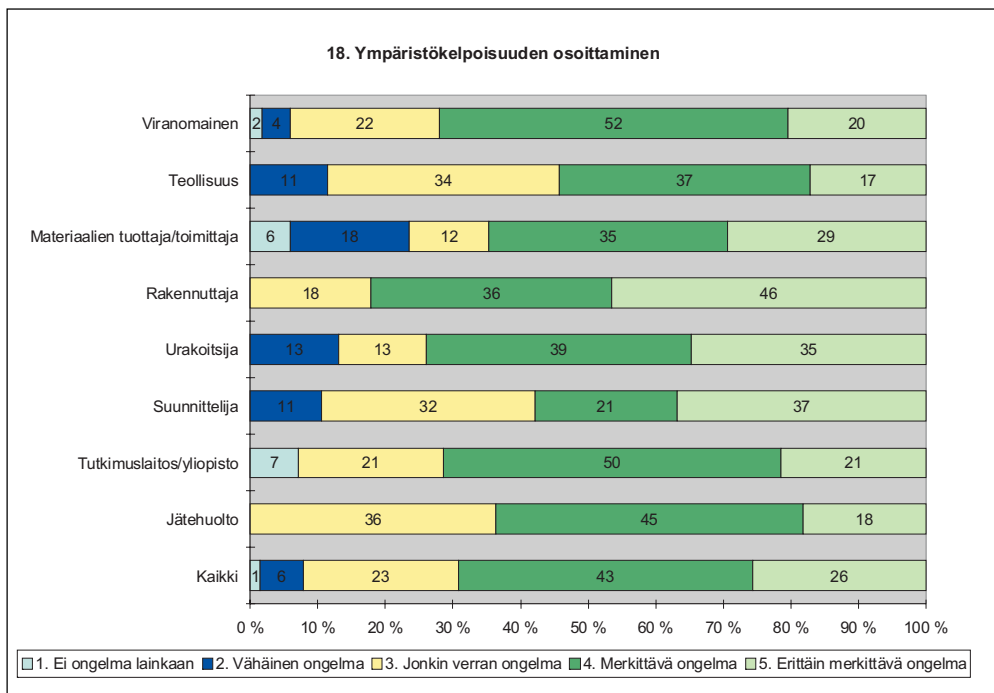


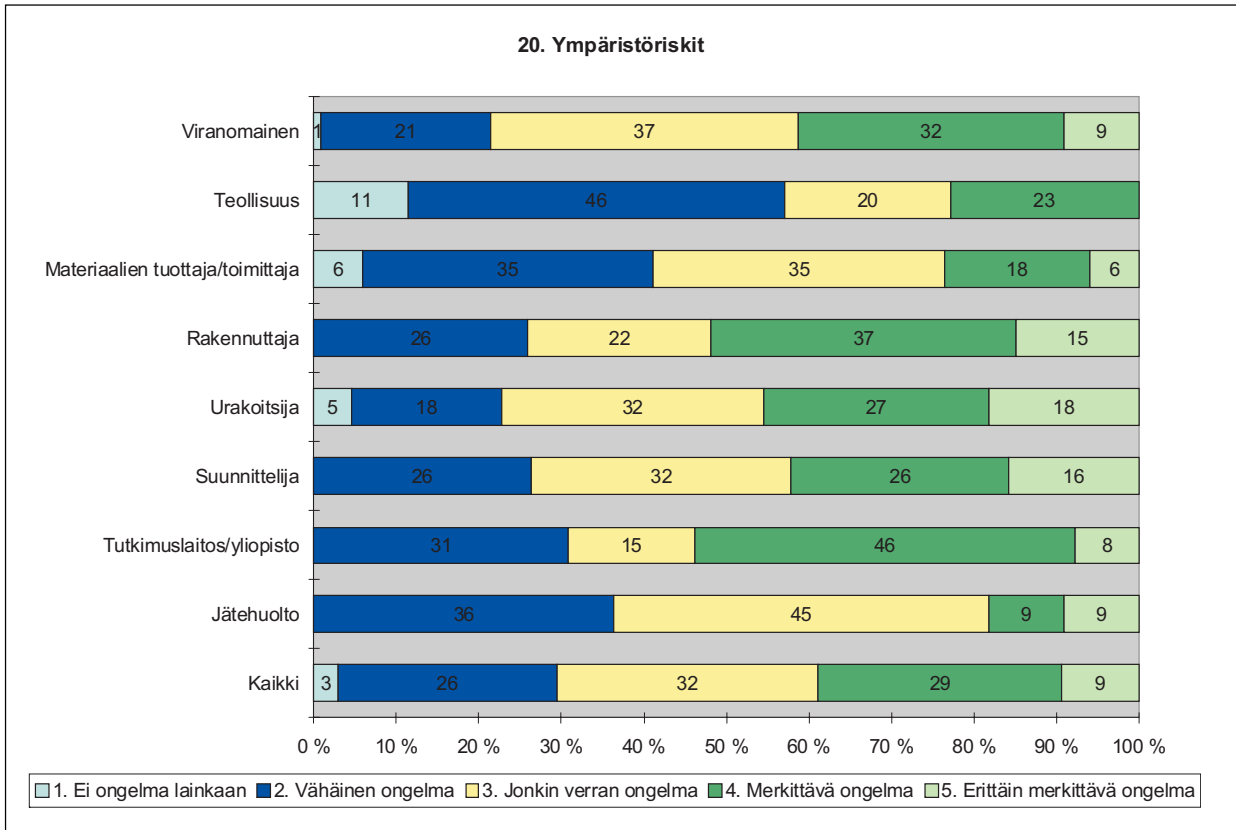






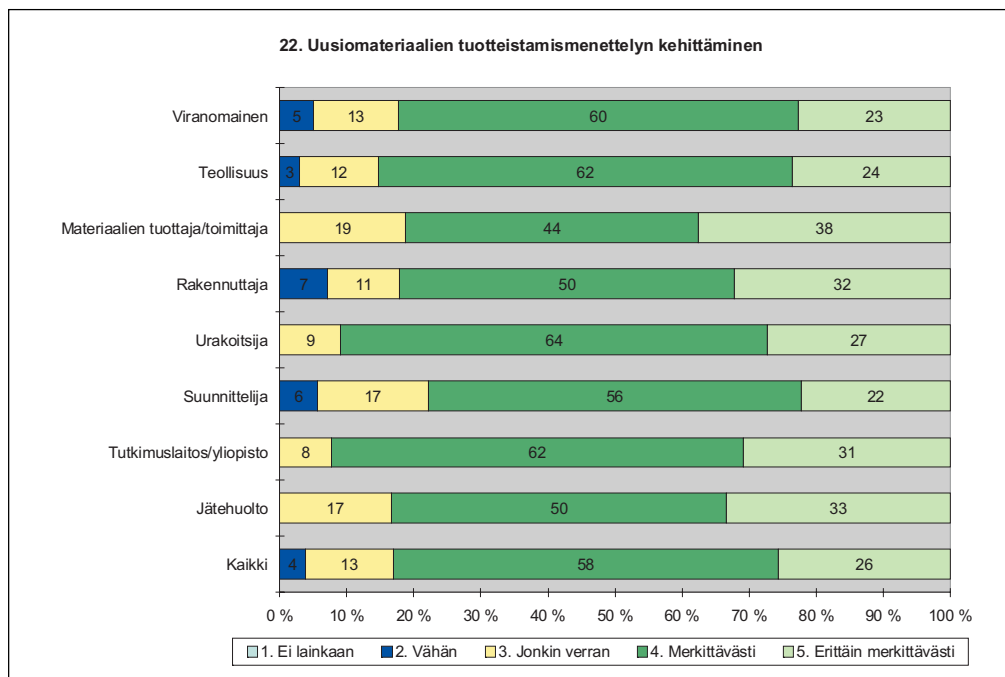
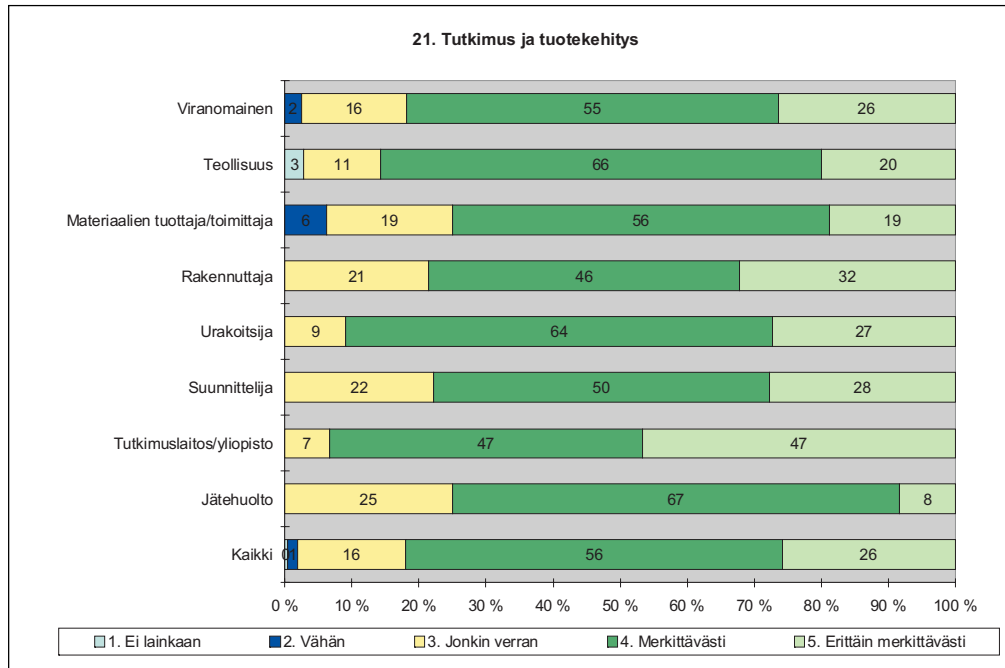


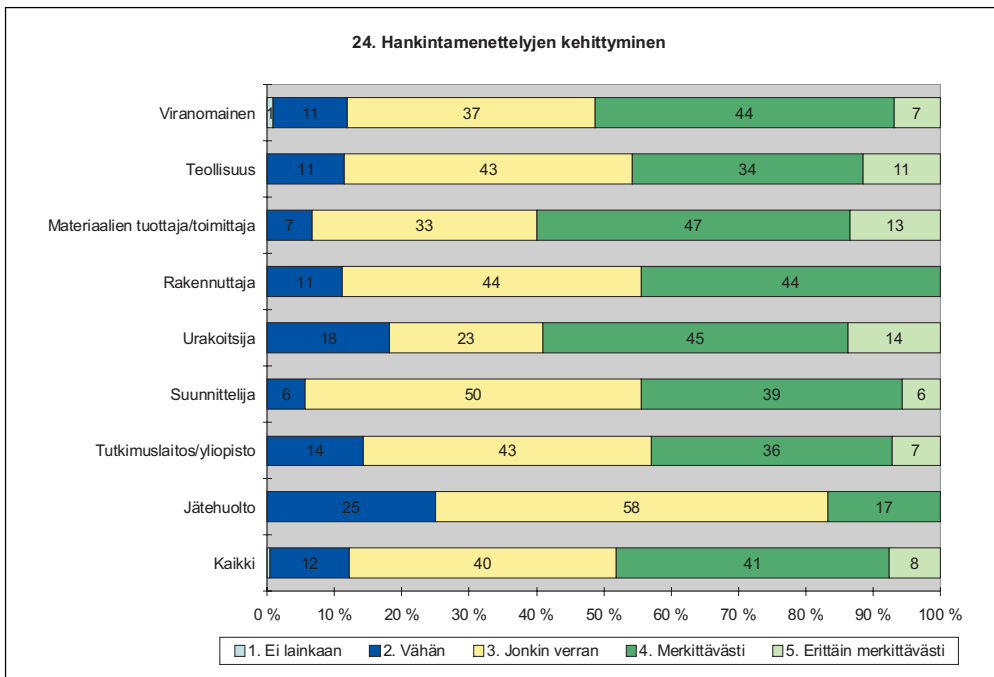
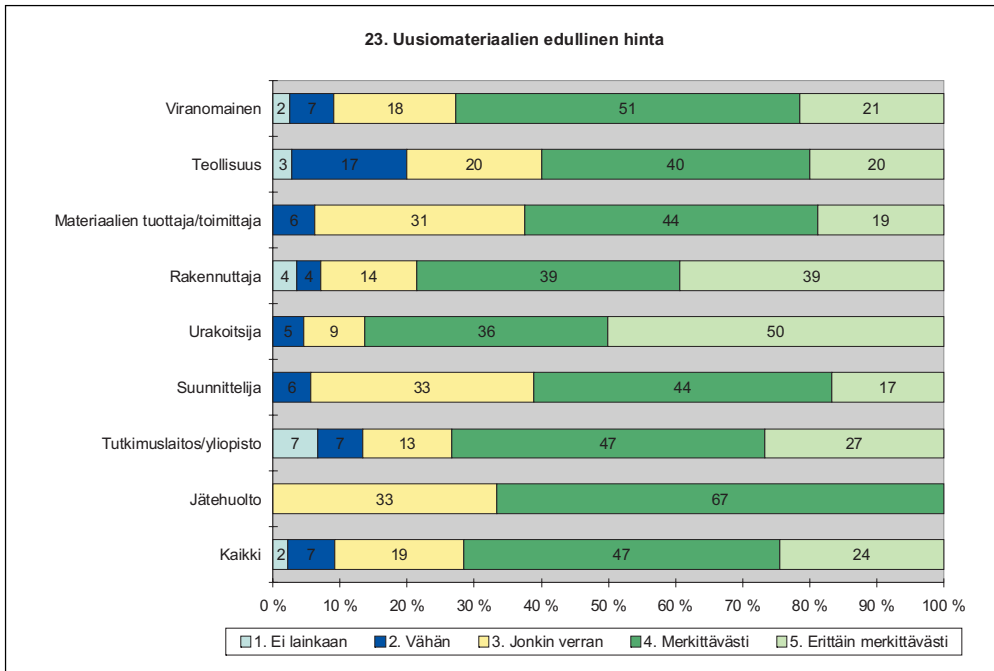


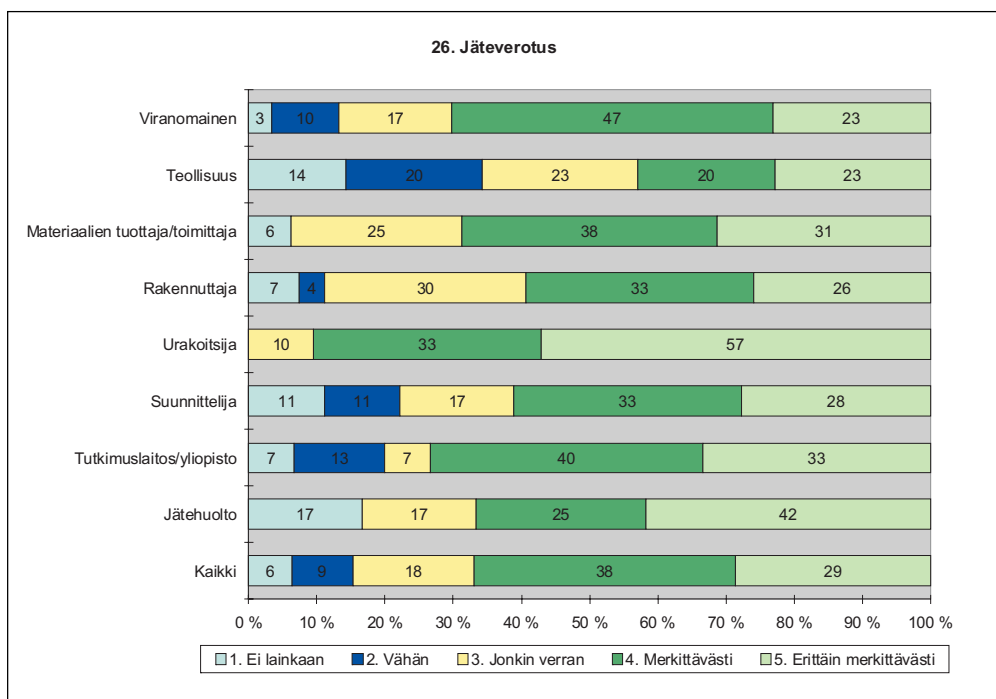
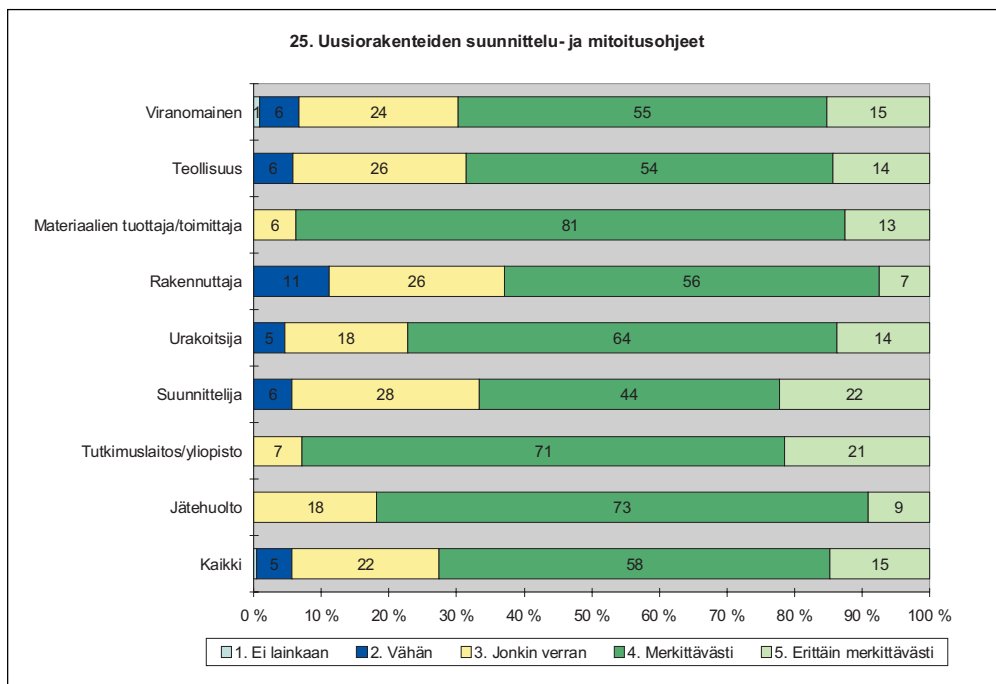


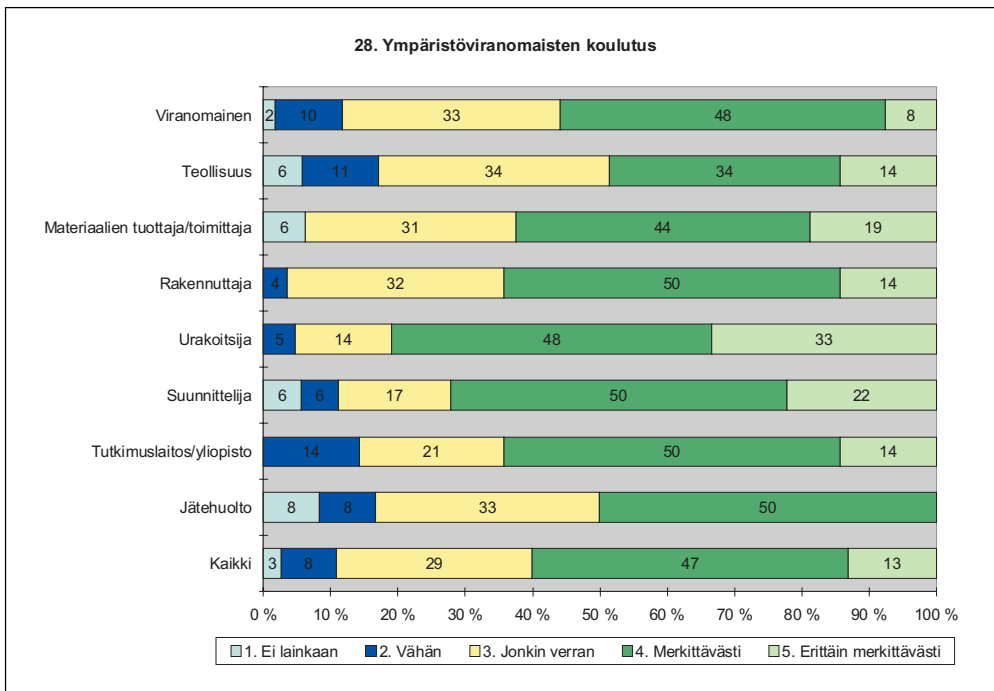
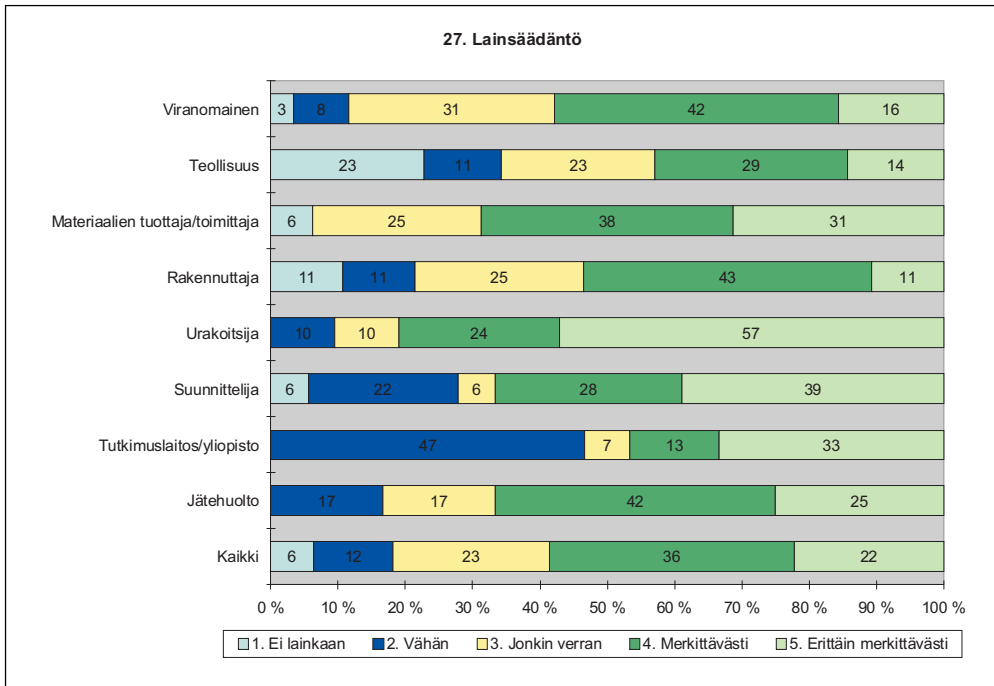
## Liite 1-2, sivu 15

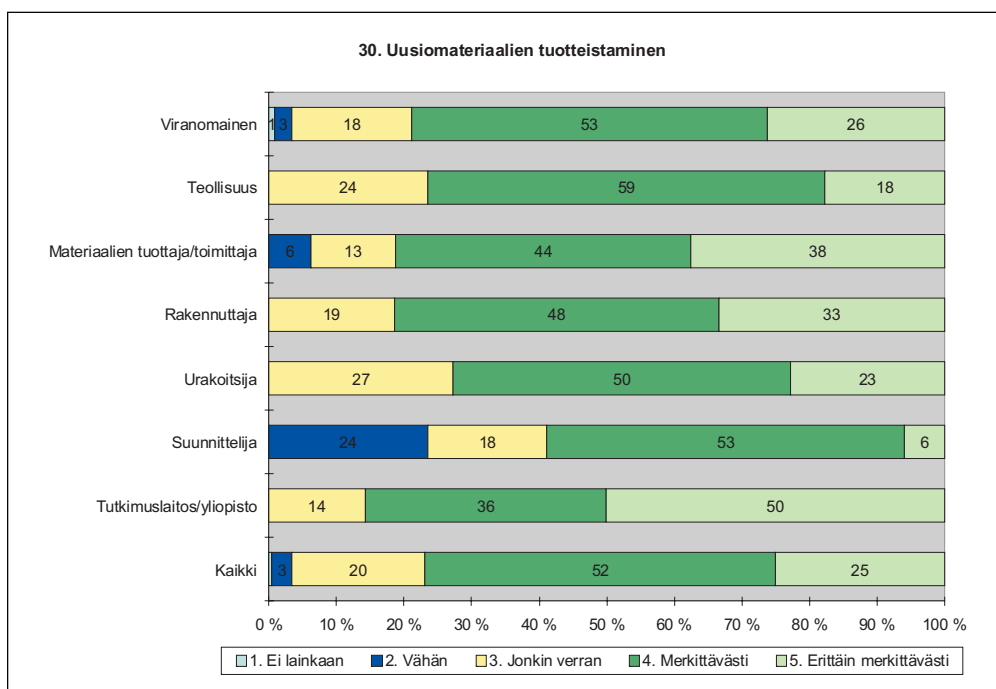
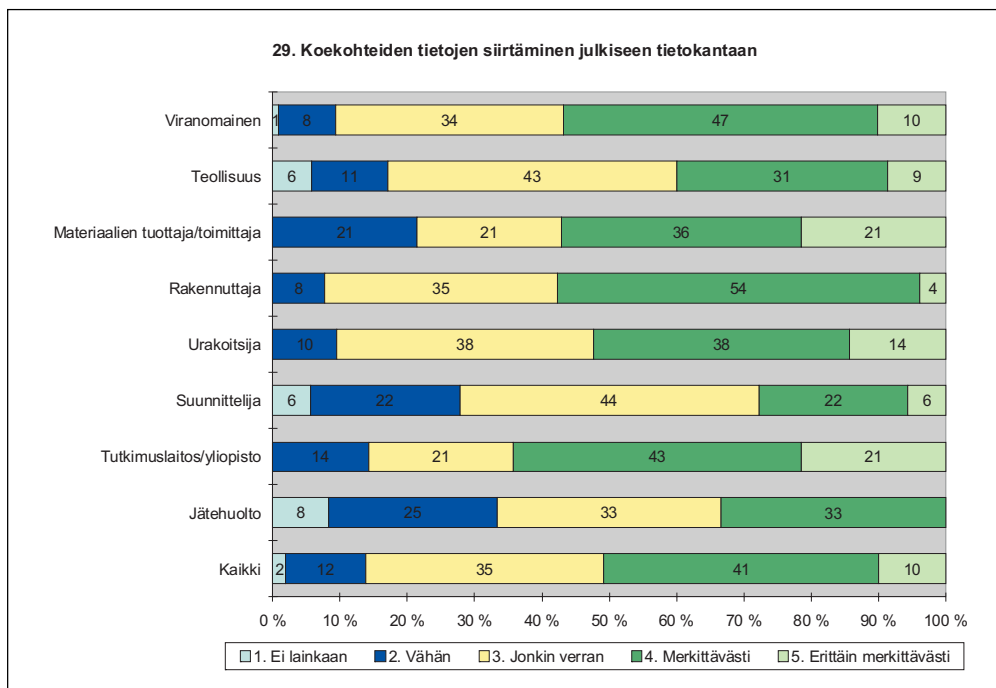
Edistävätkö seuraavat tekijät uusiomateriaalien käyttöä maanrakentamisessa ?



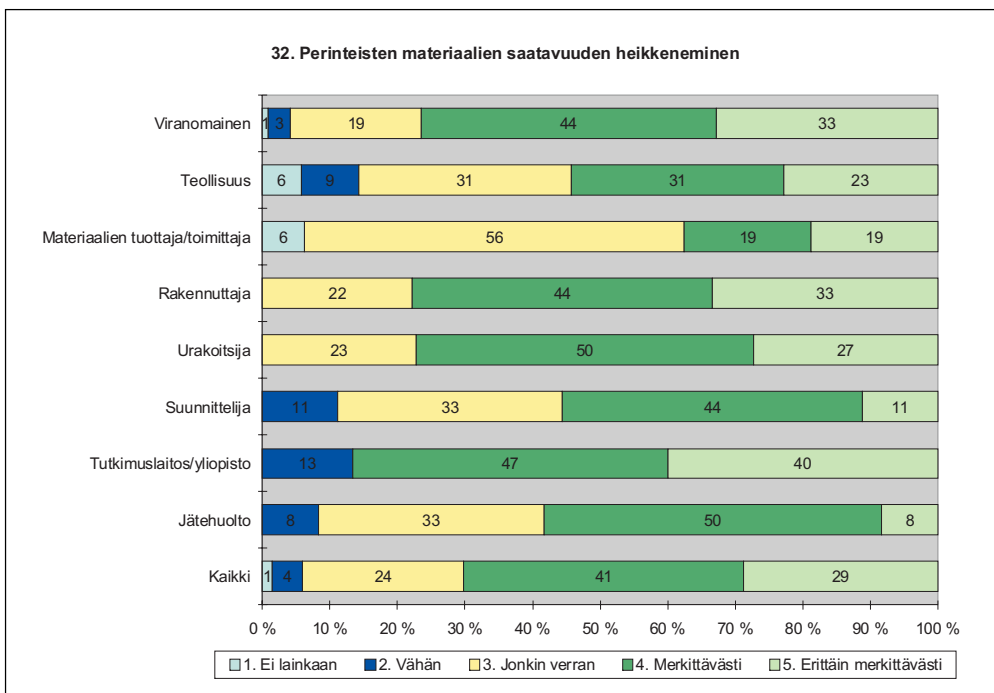
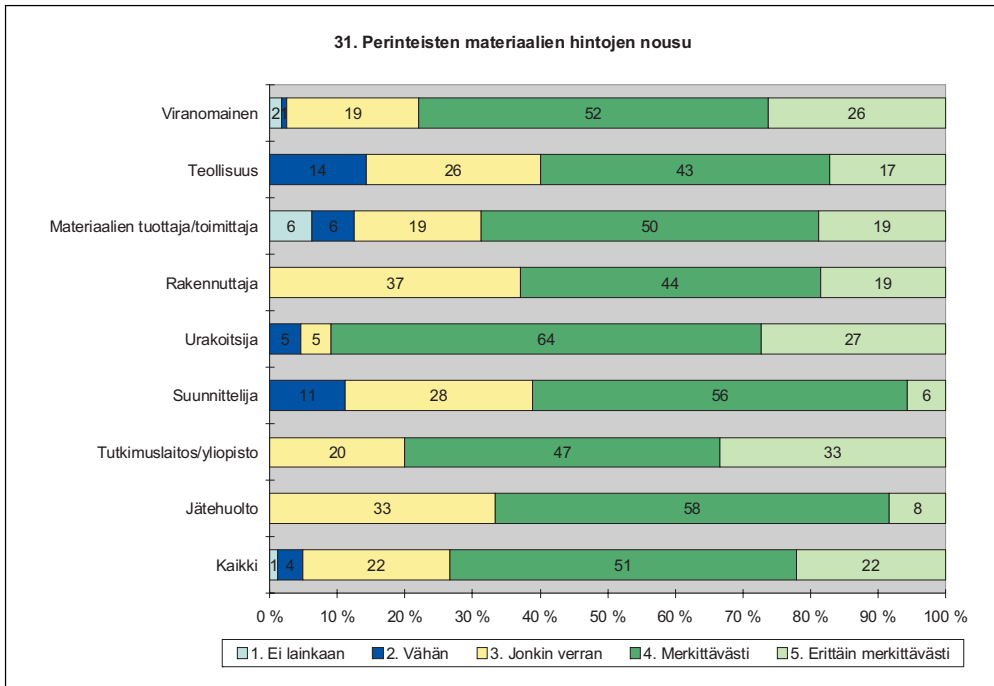


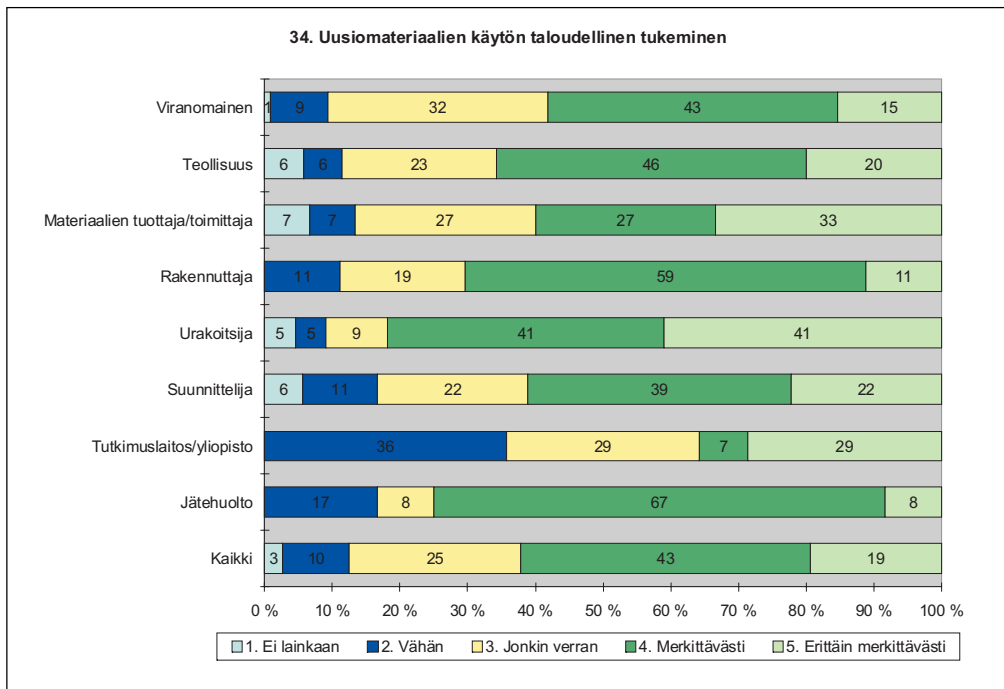
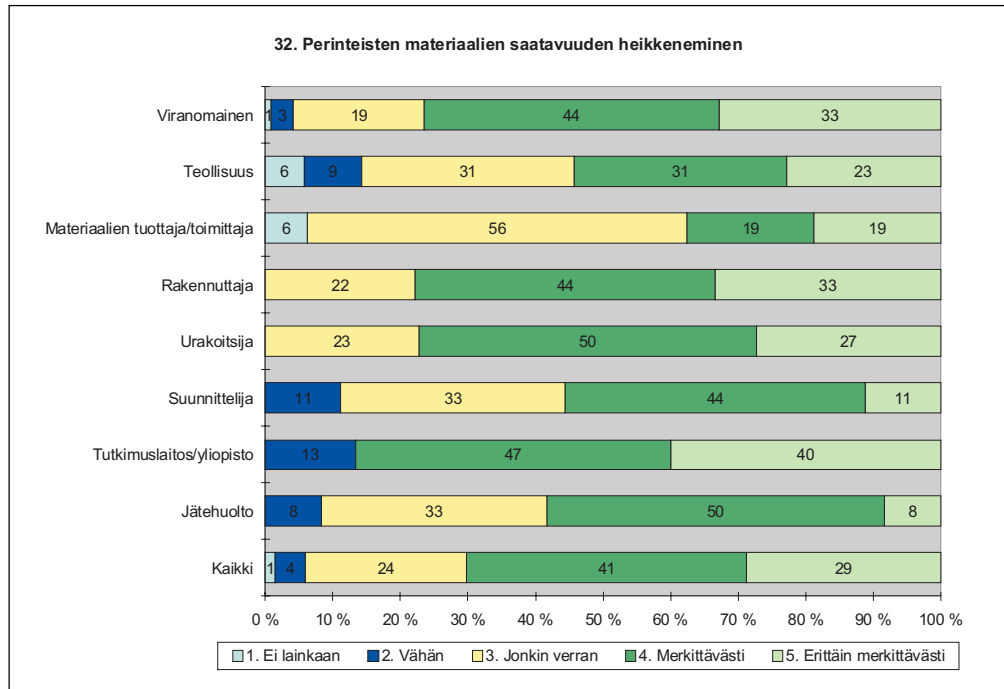




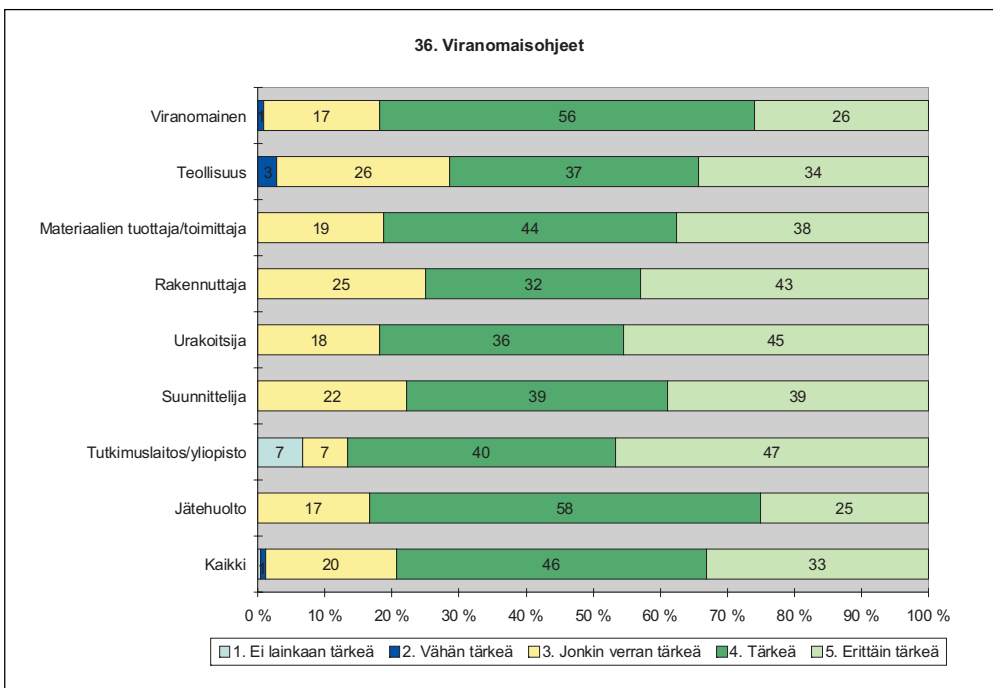
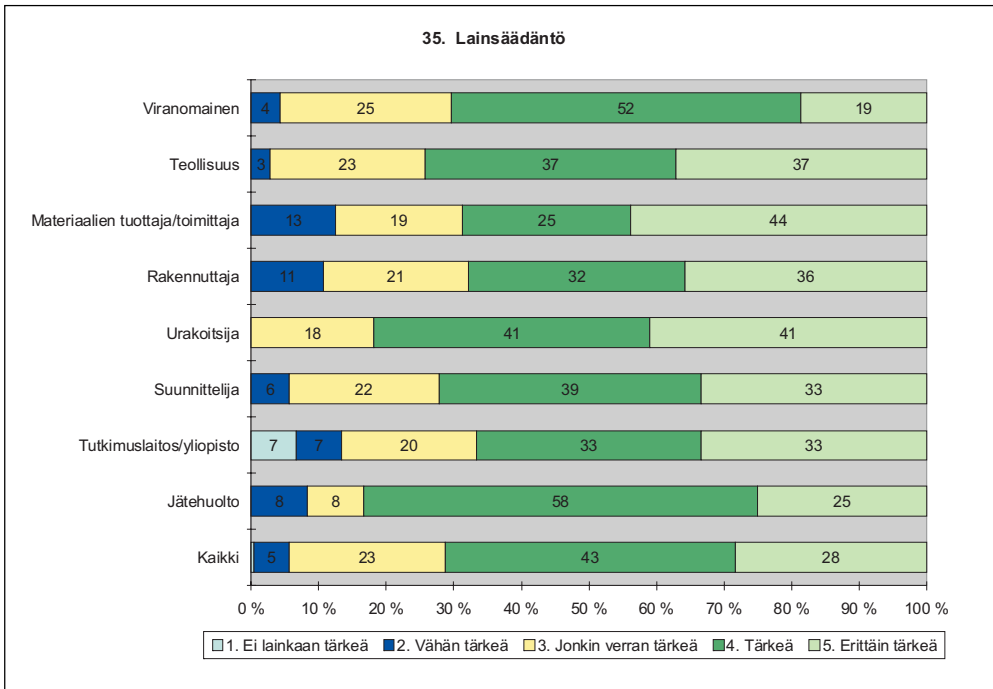


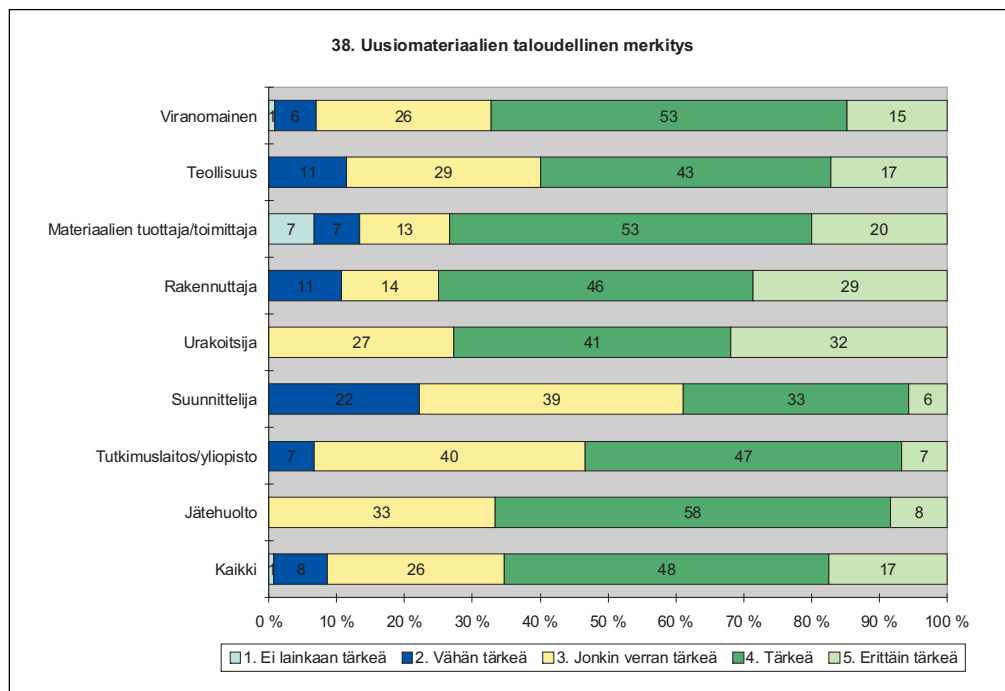
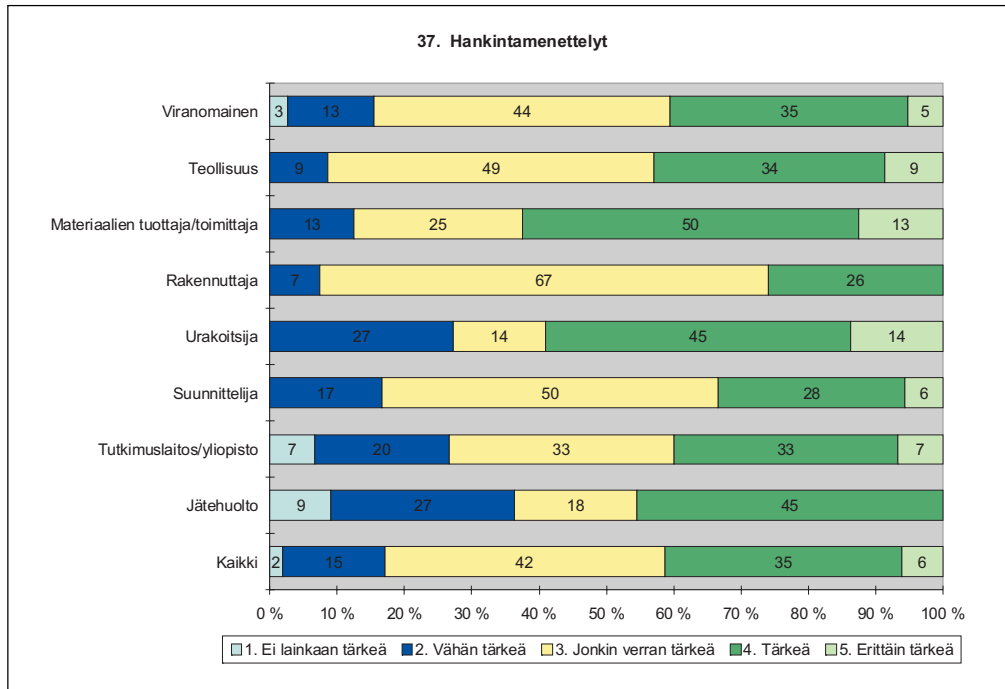


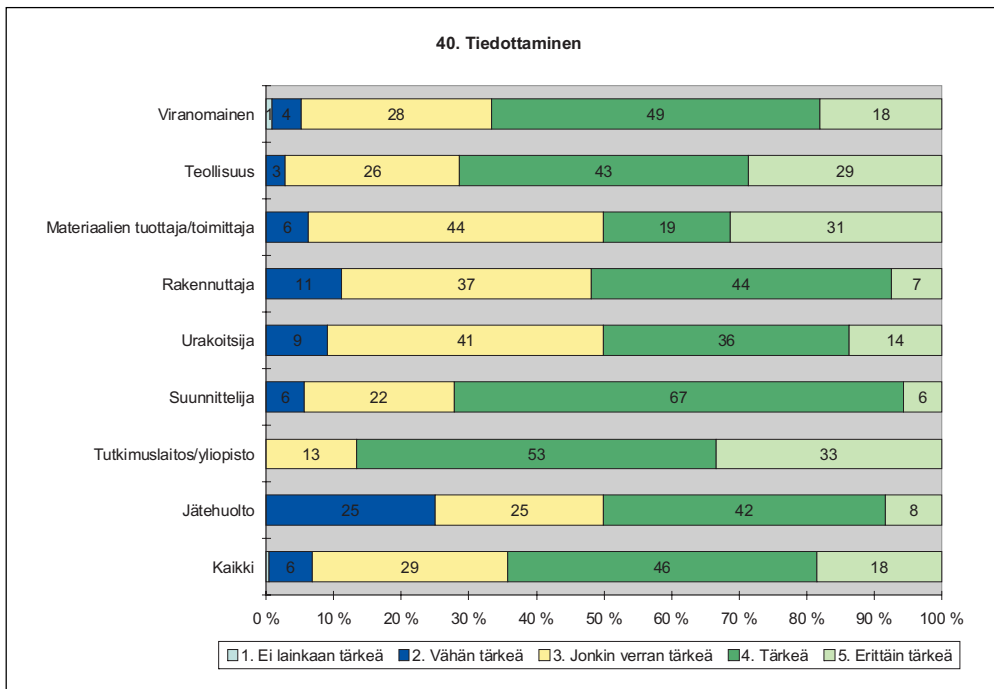
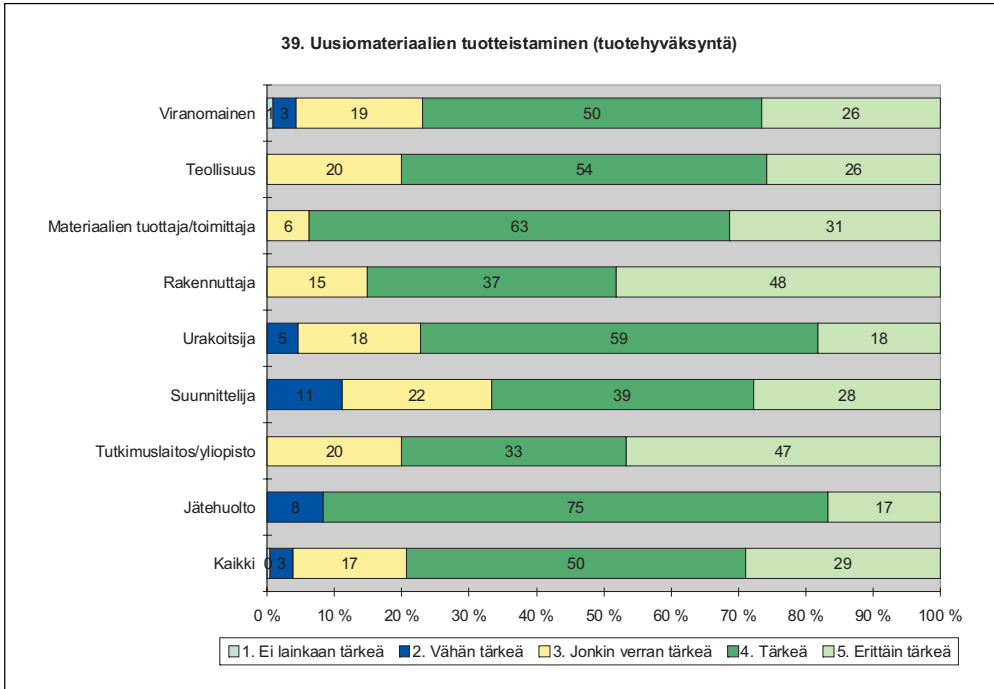


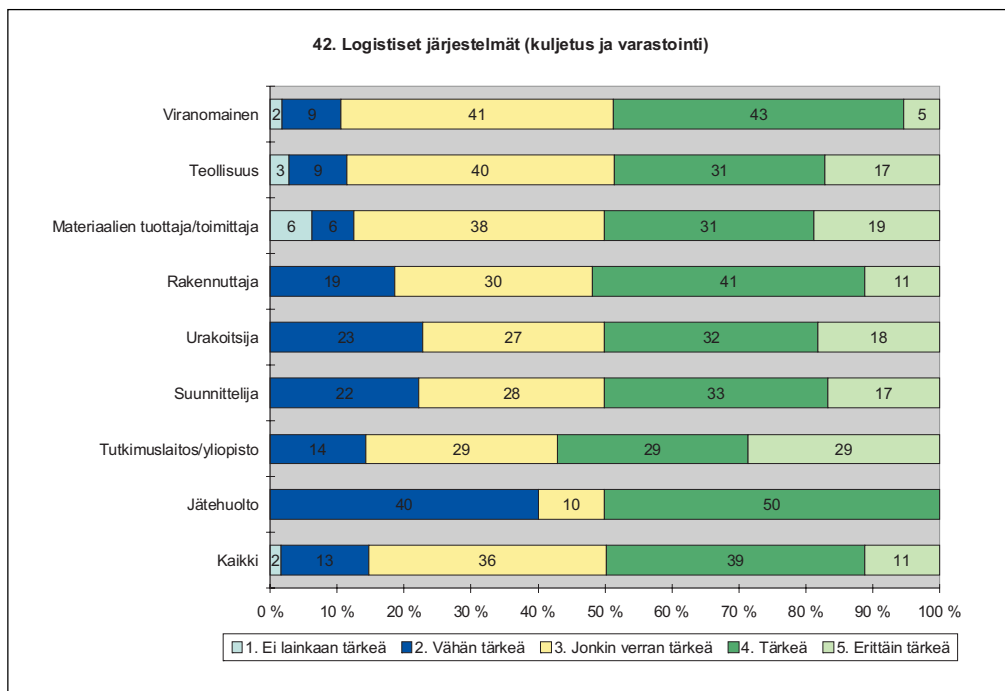
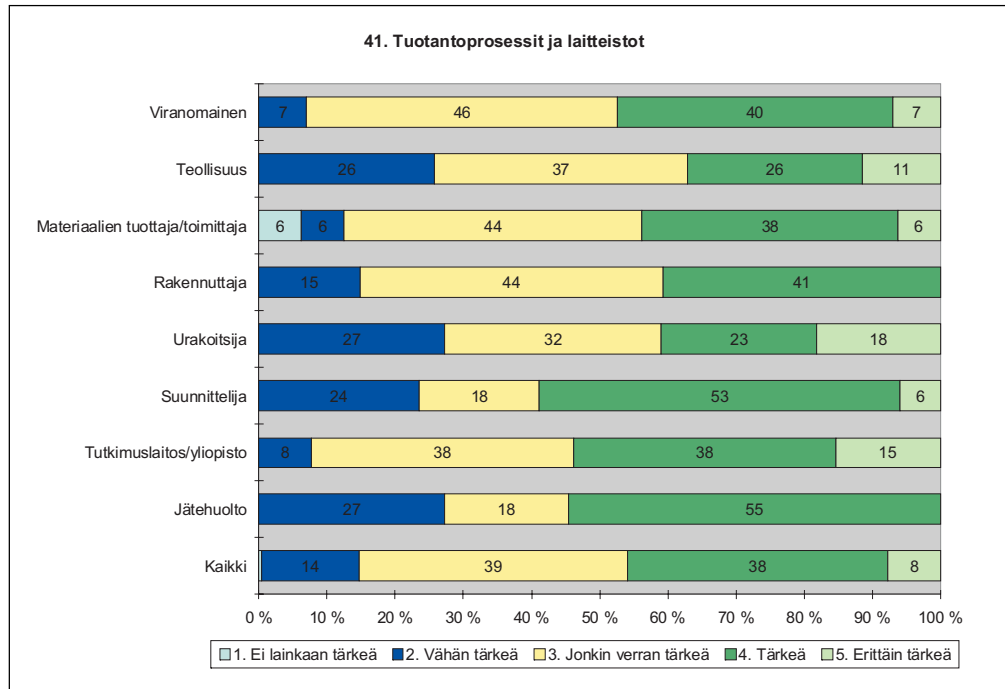


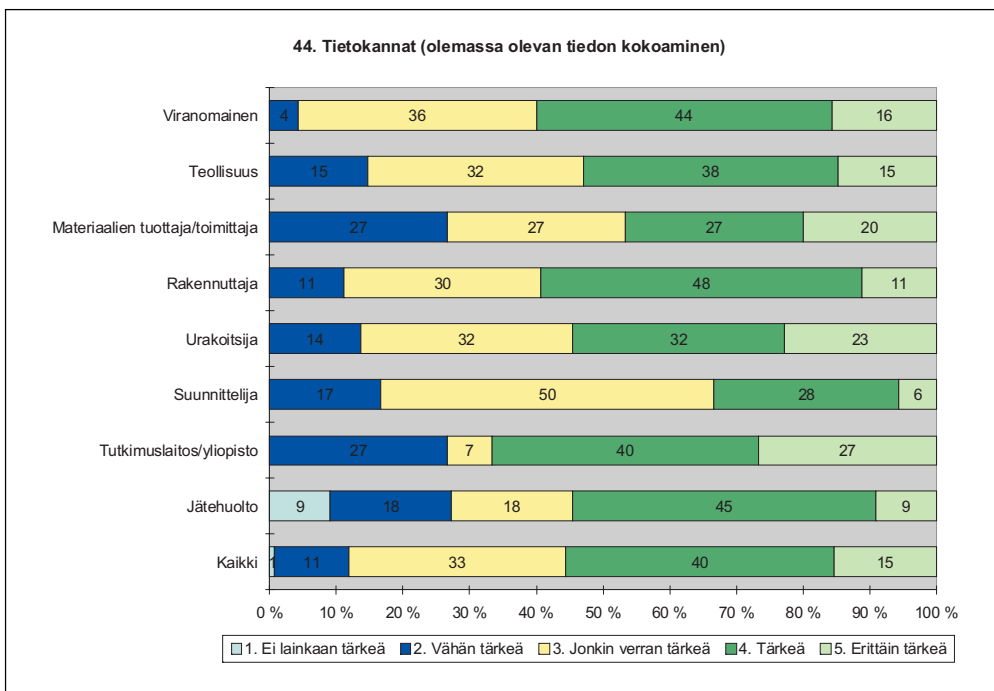
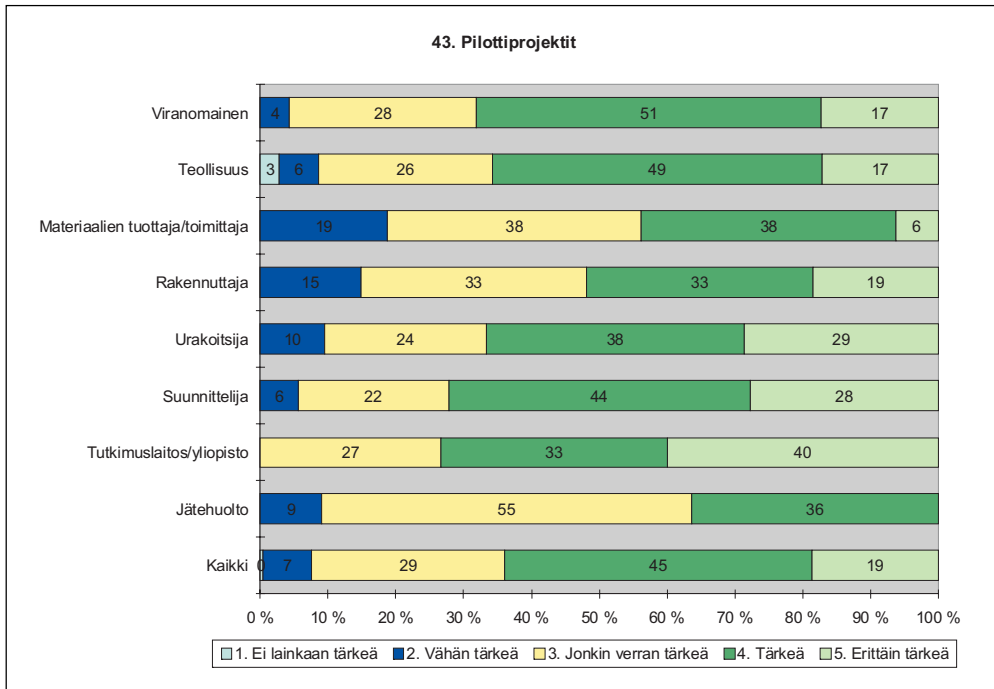
Kuinka tärkeänä pidät seuraavien osa-alueiden tutkimusta ja kehittämistä jatkossa (esim. UUMA-hankkeessa) ?

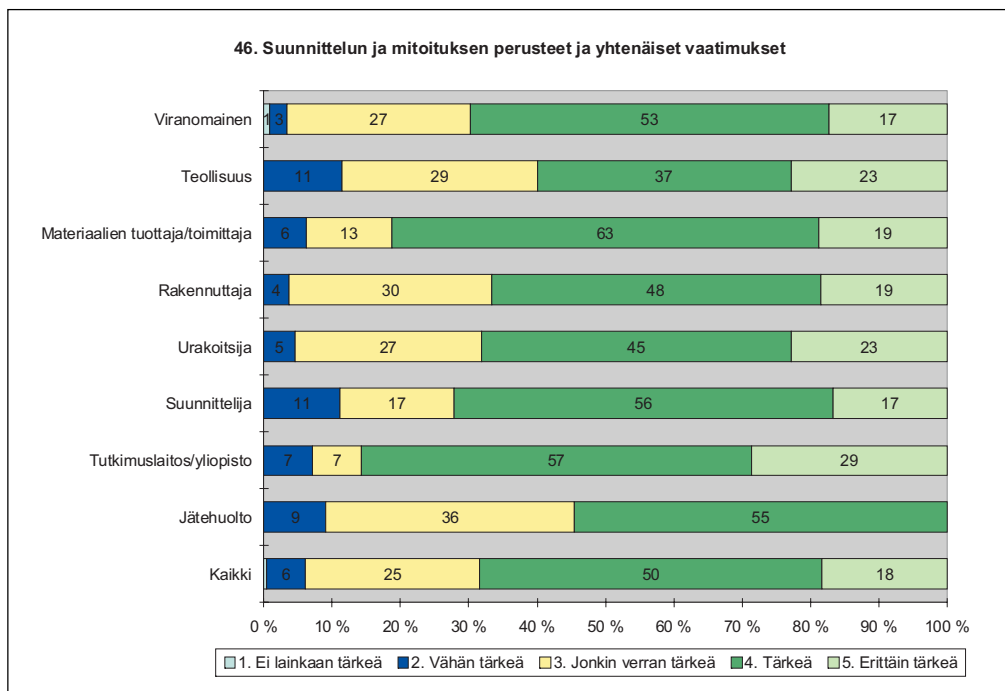
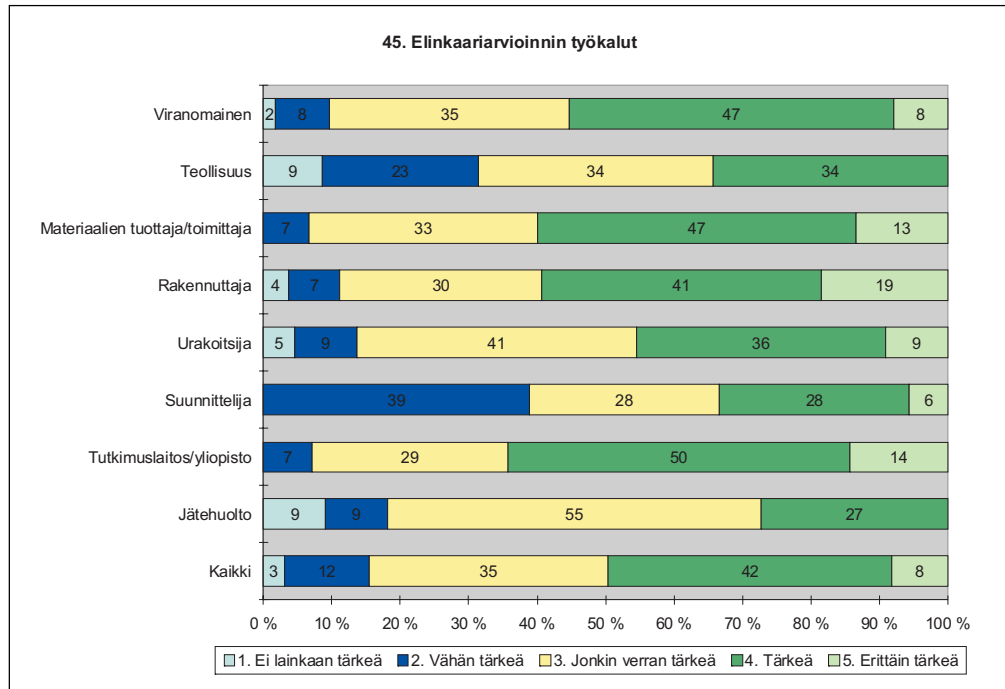




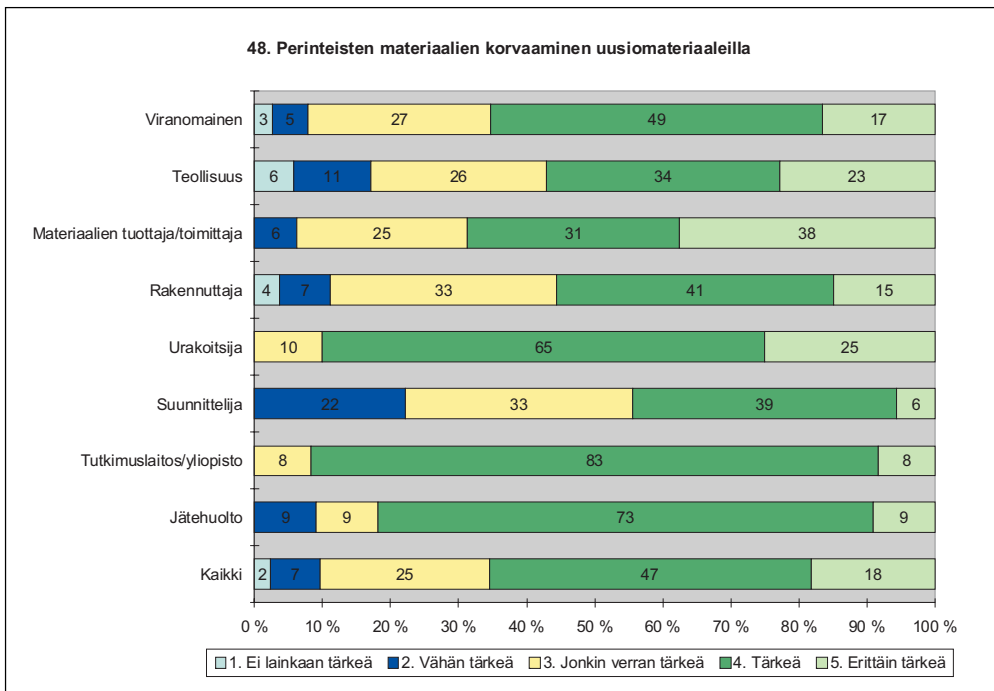
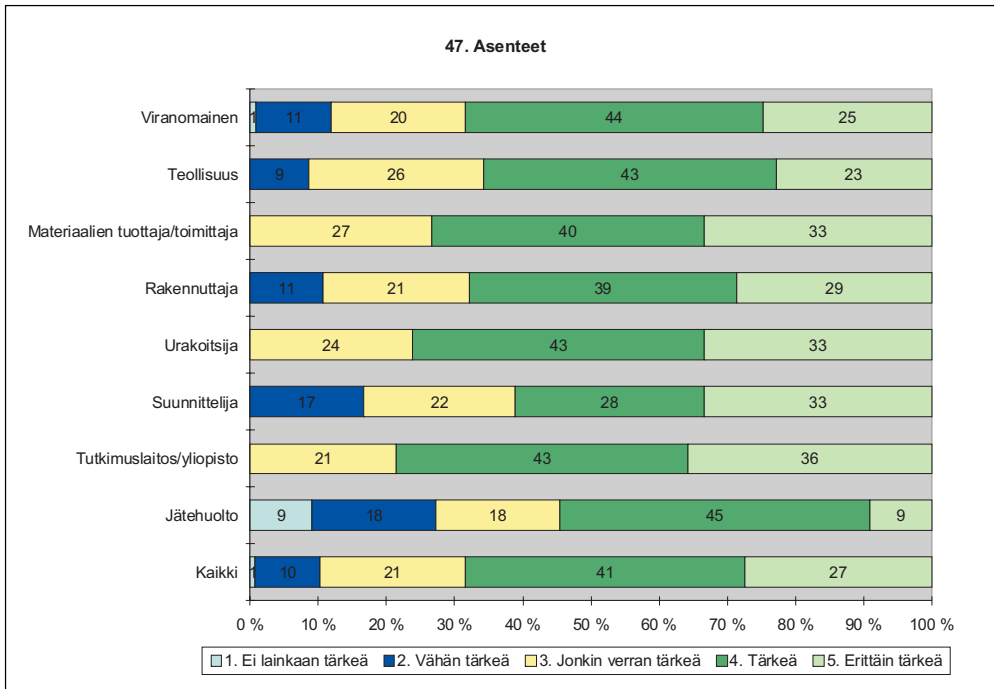


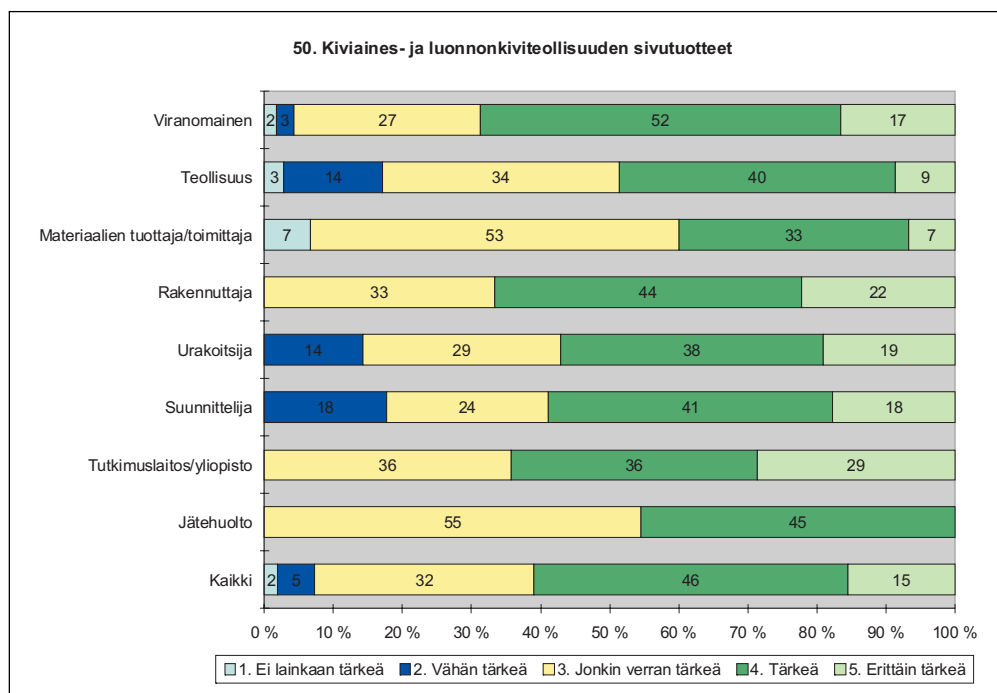
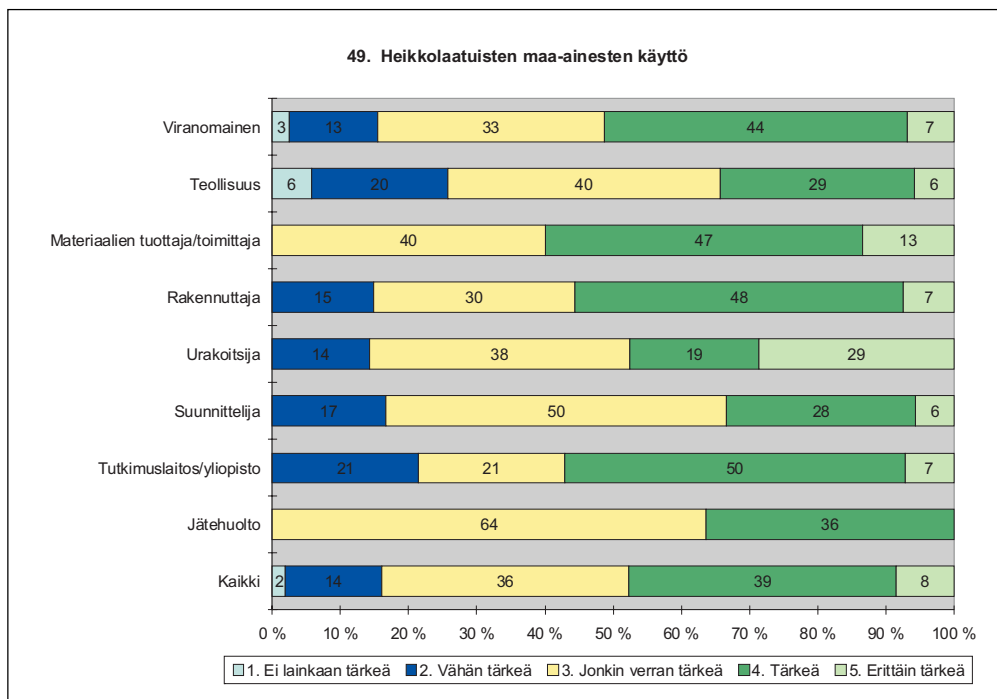


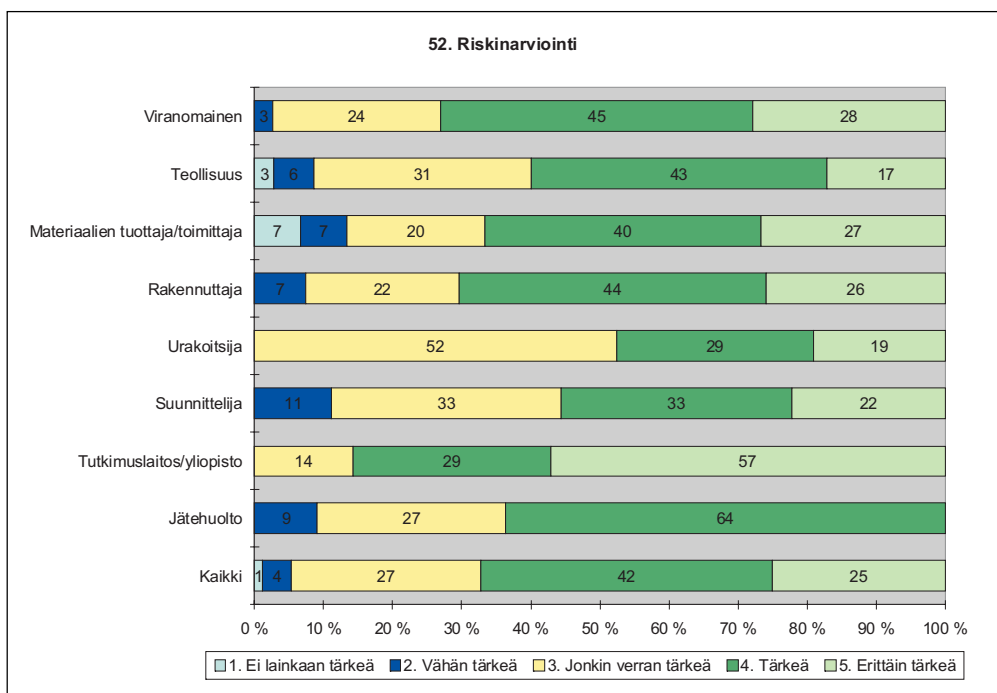
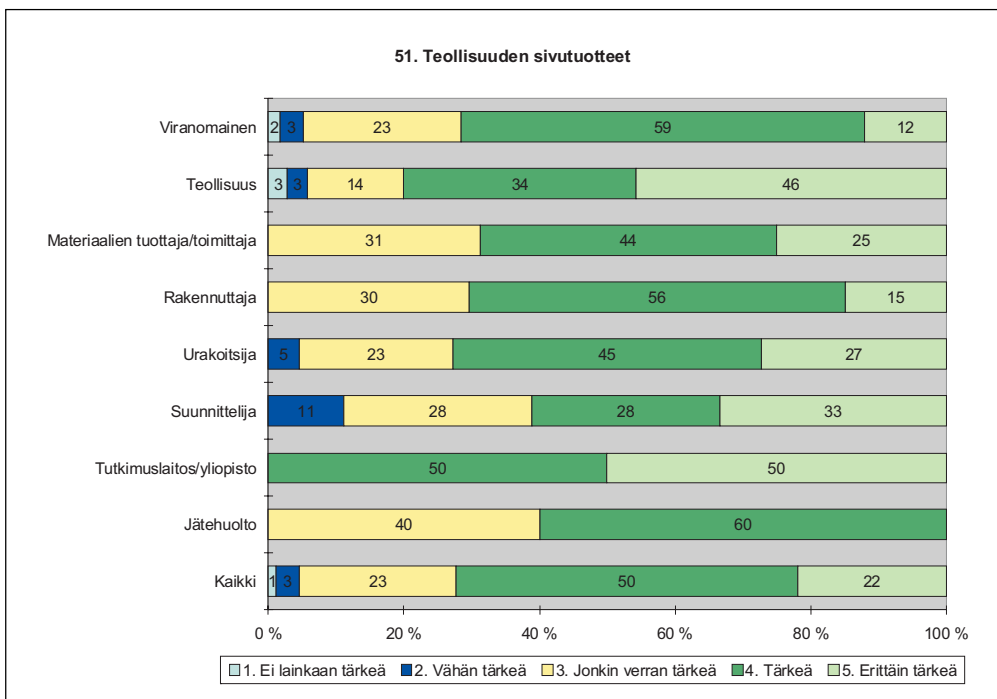


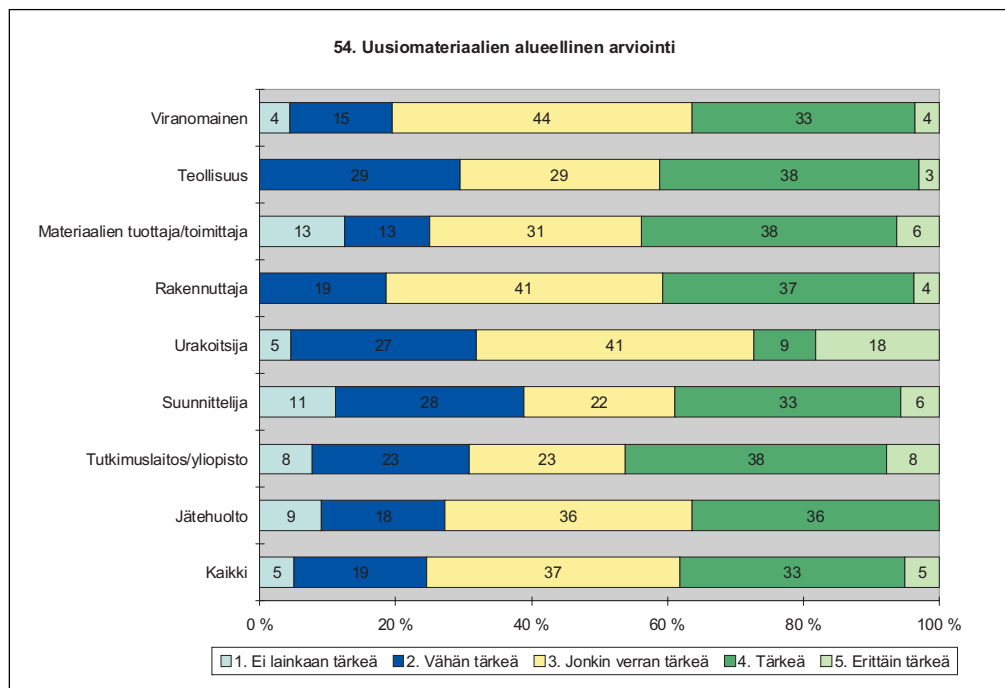
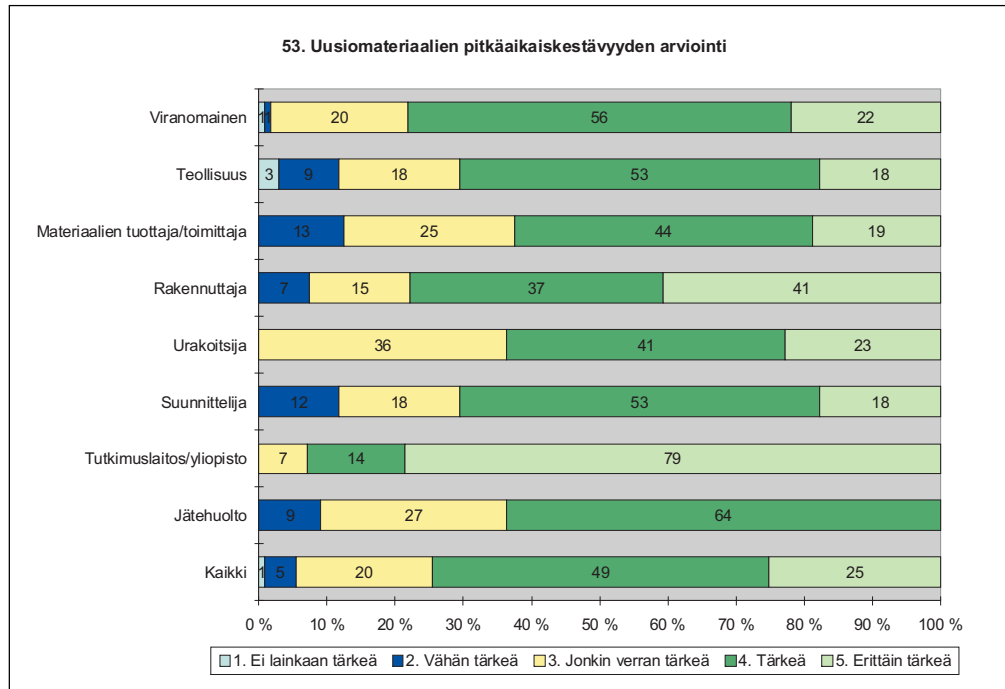


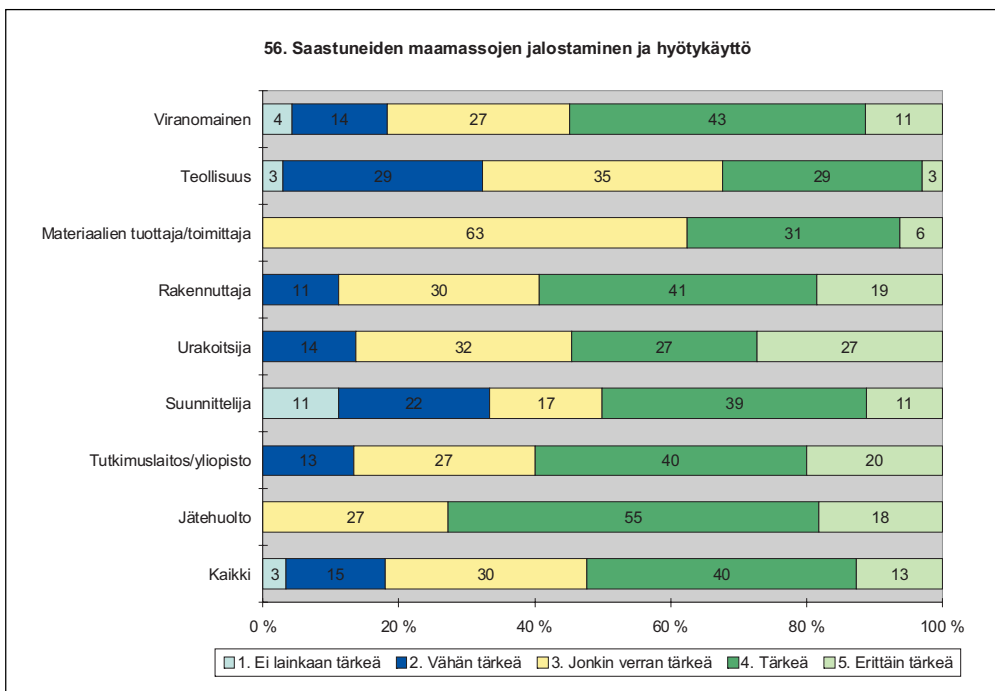
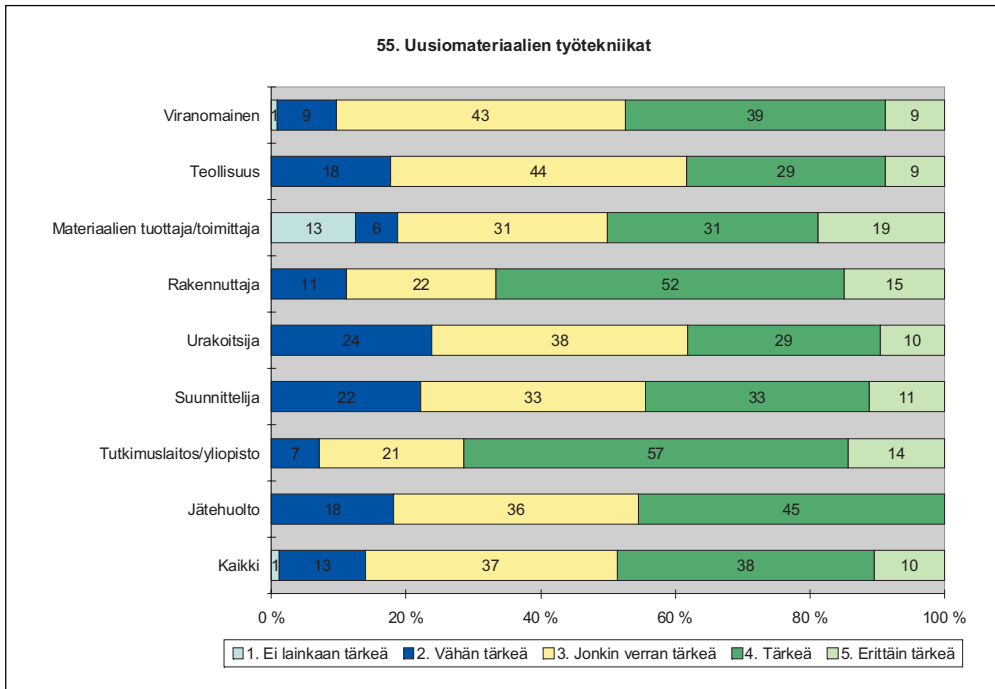


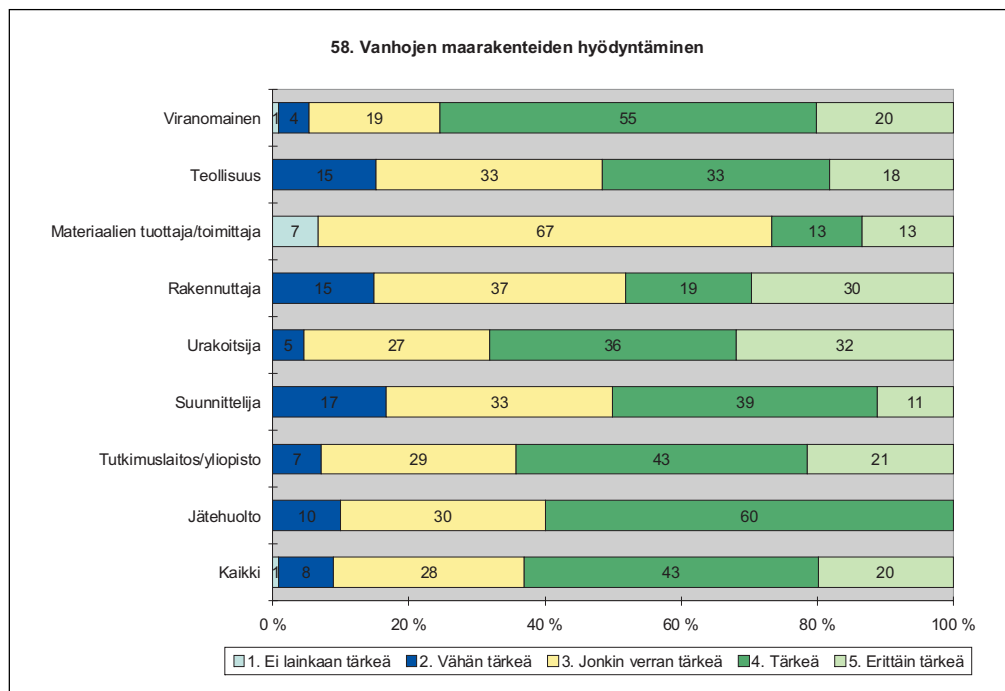
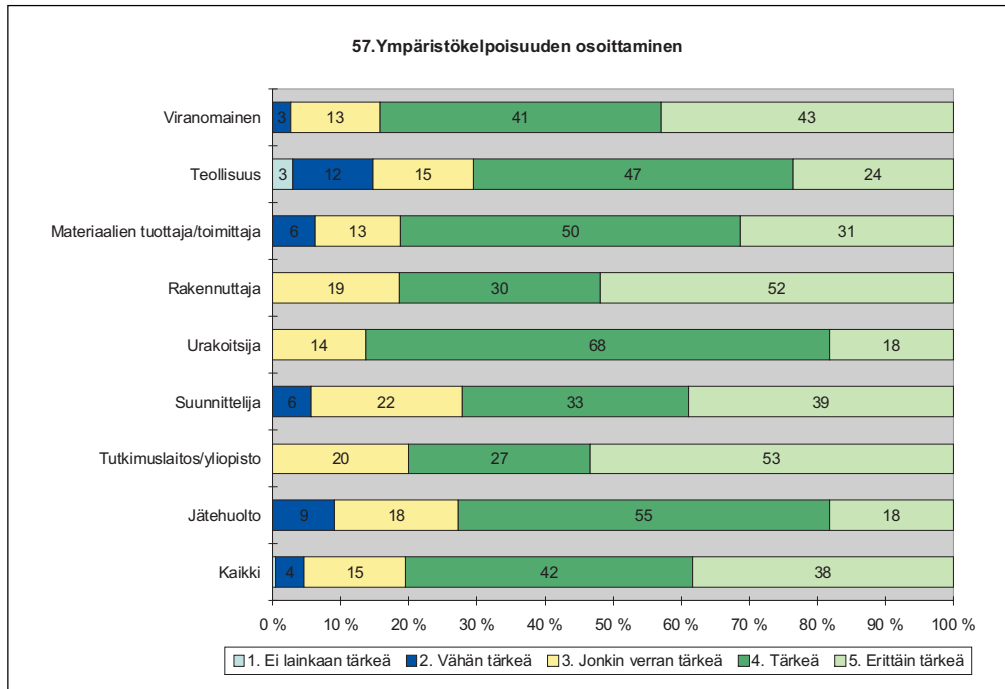


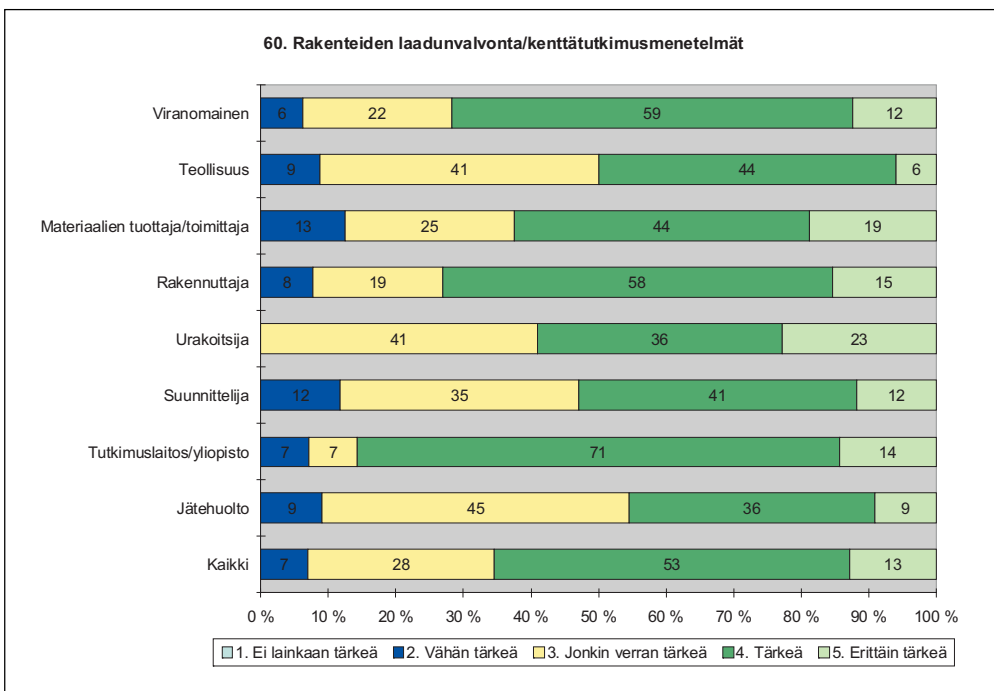
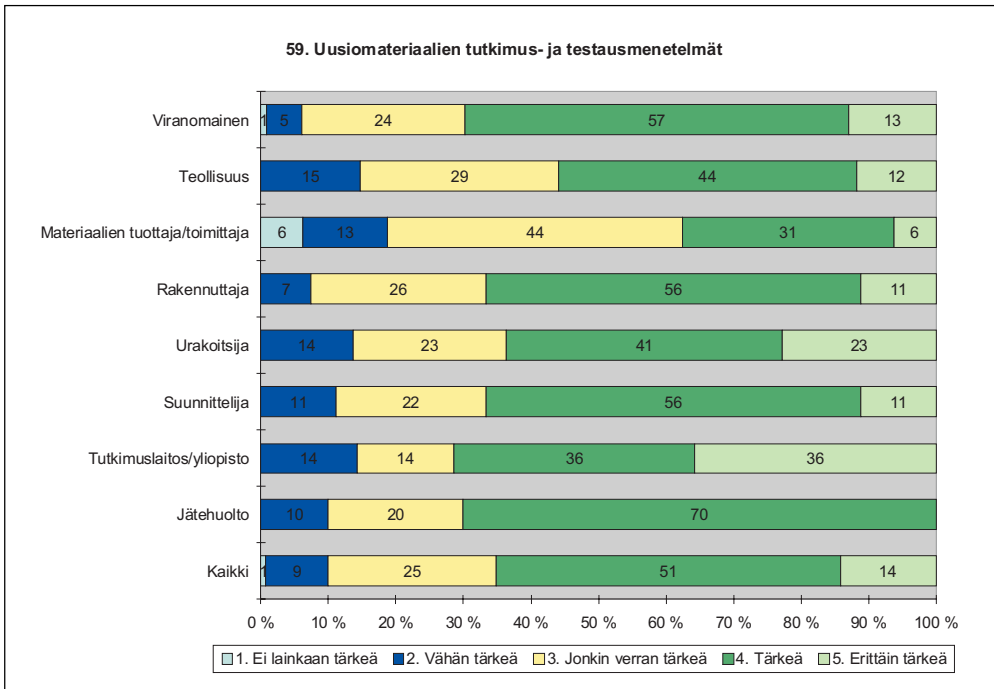


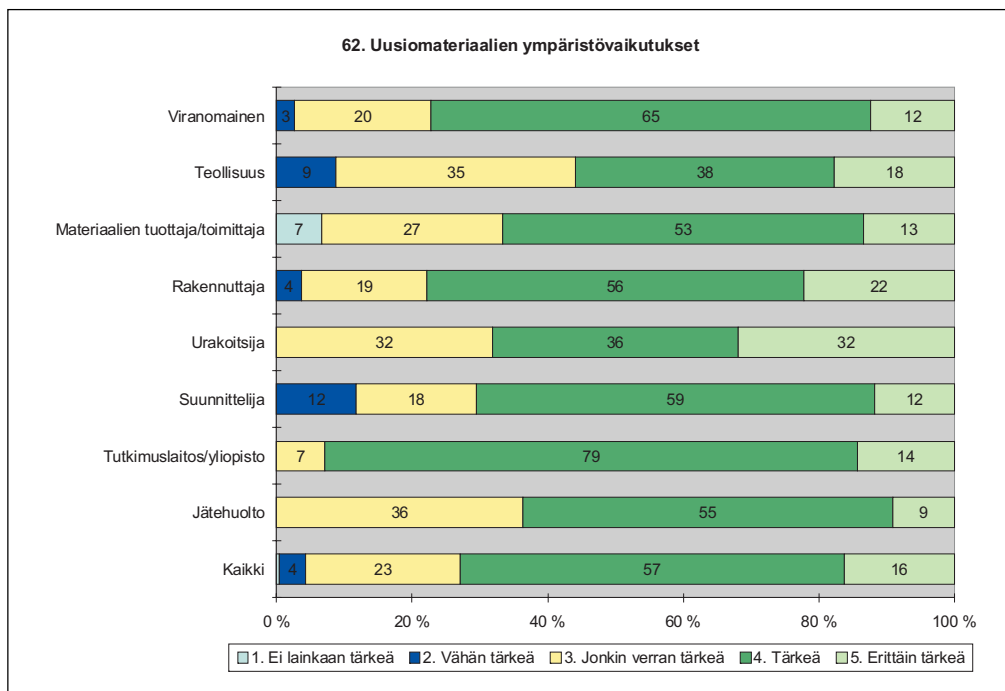
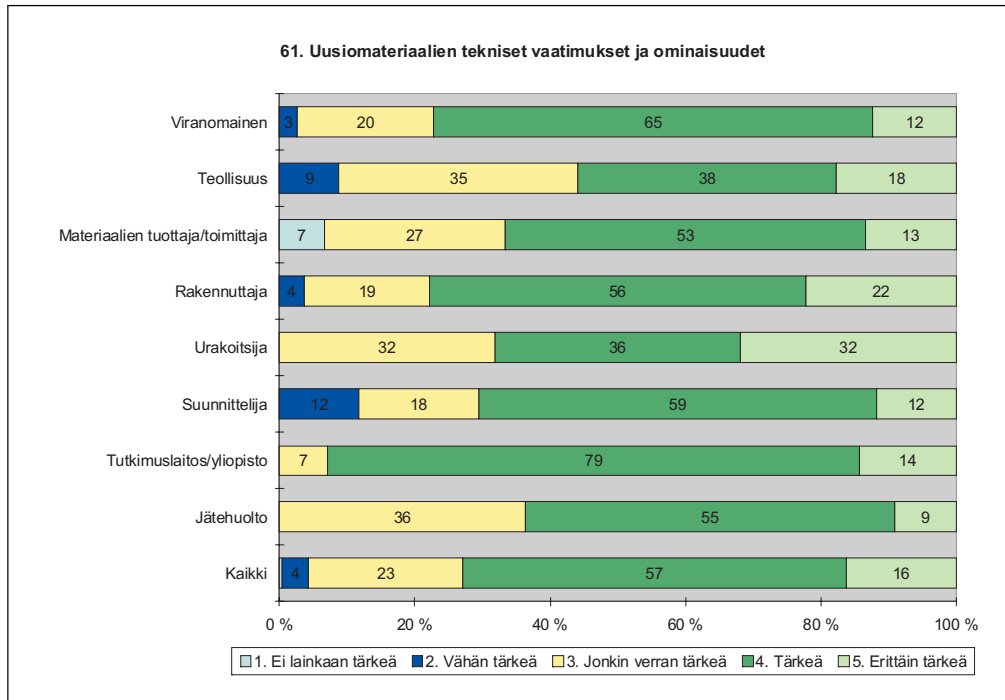














## Sivutuotteiden alueellinen jakautuminen Suomessa

Alue (ympäristö- keskukset)	Sivutuote	Kunta	Määrä/a
Uusimaa	Kuituliete	Heinola/ Lohja	(3 tehdasta) 550 000 t
	Masuunihiekka Kiviihiilen tuhkat (pohjatuhka, lentotuhka, rikinpoiston loppu- tuote)* Kappale- ja masuunikuonamurske	Hanko  Helsinki, Espoo, Vantaa  Hanko	Hanko & Raahe   100 000 t
	6 erilaista sivutuotetta		> 375000 t
Lounais-Suomi	Kaivosteollisuuden sivukivi Soodasakka Kuituliete Kiviihiilen tuhkat (pohjatuhka, lentotuhka, rikinpoiston loppu- tuote)	Rauma Kaukua/ Pori/ Rauma  Pori/ Turku	968954 t  (6 tehdasta)
	Turvetuhka Vuorivillamurske	Pori Parainen	
	8 erilaista sivutuotetta		> 968 954 t
Häme	Kiviihiilen tuhkat (pohjatuhka, lentotuhka, rikinpoiston loppu- tuote)	Lahti	
Pirkanmaa	Soodasakka Kaivosteollisuuden sivukivi	Valkeakoski  Kyröskoski/ Mänttä/ Nokia/ Valkeakoski/ Tampe- re	34000 t  7 tehdasta
	Kuituliete Turvetuhka Siistausjäte	Tampere Nokia/ Mänttä	
	5 erilaista sivutuotetta		> 34000 t
Kaakkois-Suomi	Rikastushiekka	Lappeenranta Imatra/ Joutseno/ Kotka/ Kuusankoski/ Lap- peenranta Kotka	100 000 t
	Soodasakka Siistausjäte Kaivosteollisuuden sivukivi	Anjalankoski/ Hamina/ Imatra/ Houtseno/ Karhula/ Kotka/ Kuusankoski/ Lap- peenranta/ Simpele/ Voikkaa	928590 t
	Kuituliete Turvetuhka Vuorivillamurske	Lappeenranta/ Kotka Lappeenranta	24 tehdasta
	7 erilaista sivutuotetta		
Etelä-Savo	Kaivosteollisuuden sivukivi		9576 t
Pohjois-Savo	Soodasakka	Varkaus Juankoski/ Kuopio/ Varkaus	6 tehdasta
	Kuituliete Turvetuhka Kaivosteollisuuden sivukivi	Kuopio	1023896 t

Liite 2, sivu 2/2

Alue (ympäristö- keskukset)	Sivutuote	Kunta	Määrä/a
	4 erilaista sivutuotetta		> 1023896 t
Pohjois-Karjala	Rikastushiekka Kaivosteollisuuden sivukivi Soodasakka Kuituliete	Outokumpu Uimaharju Uimaharju/ Lieksa	90 000-120 000 t 1709892 t 2 tehdasta
	4 erilaista sivutuotetta		> 1799892 t
Länsi-Suomi	Soodasakka Kivihiihien tuhkat (pohjatuhka, lentotuhka, rikinpoiston loppu- tuote) Kuituliete	Kaskinen/ Pietarsaari Vaasa Kaskinen/ Pietarsaari/ Tervakoski	4 tehdasta
	5 erilaista sivutuotetta		
Keski-Suomi	Siistausjäte Soodasakka Turvetuhka Kuituliete	Kaipola (Jämsä) Äänekoski Jyväskylä Jyväskylä/ Jämsänkoski/ Kaipola/ Äänekoski	8 tehdasta
	4 erilaista sivutuotetta		
Pohjois-Pohjanmaa	Kaivosteollisuuden sivukivi Kuituliete Soodasakka Teräskuonamurske Vuorivillamurske Turvetuhka Masuunihiekka	Oulu Oulu Raahe Oulu Oulu Raahe	502795 t 2 tehdasta 160 000 t 550 000 t Hanko & Raahe
	7 erilaista sivutuotetta		> 937795 t
Kainuu	Kaivosteollisuuden sivukivi Kuituliete	Kajaani	2211078 t 2 tehdasta
	2 erilaista sivutuotetta		> 2211078 t
Lappi	OKTO-murskeet OKTO-eriste Rikastushiekka Soodasakka Kuituliete Kaivosteollisuuden sivukivi	Tornio Tornio Rovaniemi/ Kemi Kemi/ Kemijärvi Kemi/ Kemijärvi	100 000 t granuloitu kuona 220 000 t 10 Milj. tn 6 tehdasta 4358779 t
	6 erilaista sivutuotetta		>14678779 t

\*Kivihiihlä ja turvetta polttavista kaupungeista on lueteltu ne, joissa asukkaita yli 50 000  
HUOM! kuitulietettä syntyy lisäksi jätevedenpuhdistamoissa

**UUMA-materiaalien hyötykäyttö**

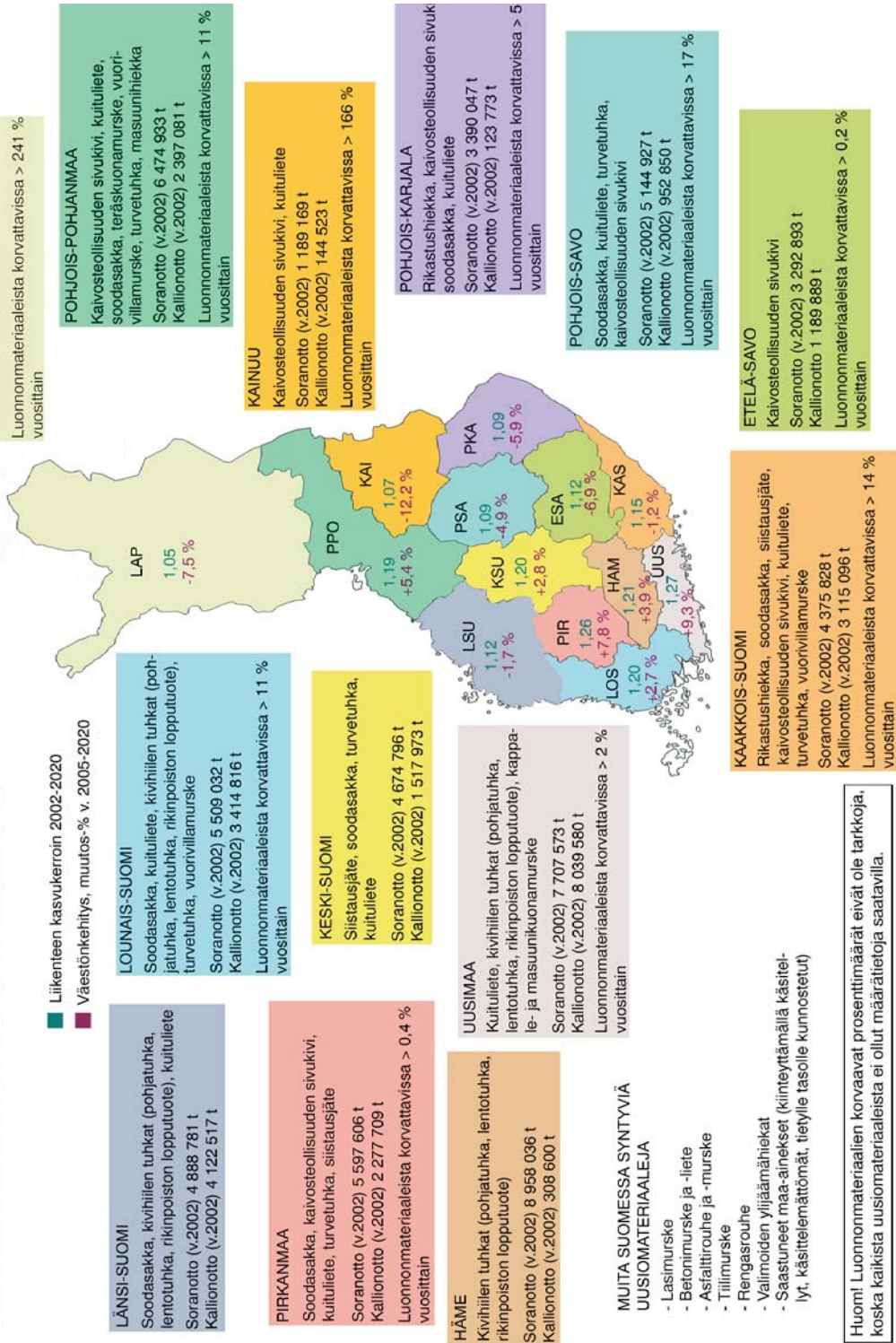
Tämän viitteenomaisen ja epätäydellisen taulukon tiedot perustuvat lähinnä aikaisemmin julkaistuun aineistoon, kuten Tekesin teknologiakatsaus 91/2000 (Mäkelä ym. 2000)

Materiaali	Vuodessa syntynyt määrä	Hyödynnettävä määrä maanrakennuksessa/vuosi	Hyödyn-tämisaste	Huom.
Asfalttirouhe ja -murske	250 000 – 300 000 t	250 000 t	80 - 100%	Hyödynnettävä määrä: Jos paikallasekoitusmenetelmä otetaan huomioon, vanhaa asfalttia käytetään 600 000 t/vuosi
Betoniliete	130 000 t (v.1998)			
Betonimurske	500 000 – 1 000 000 t	200 000 t (vuosi 1999)	20 - 40 %	
Kaivosteollisuuden rikastushiekka	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">           Esim. Partek Nordkalk Oyj Abp Lappeenrannan kaivoksen rikastamo 100 000 t/vuosi,            Mondo minerals Oy, Vuonoksen tehdas Outokumpu, 90 000-120 000 t/vuosi.         </div>			
Kaivosteollisuuden sivukivet	11 882 807 t (v. 2002)			
Kiinteyttämällä käsitellyt pil. maat	20 000 – 150 000 t	20 000 – 50 000 t	-30 %	
Metsäteollisuuden tuhkat ja kuitulietteet	Kuitu- ja siirustalietteet 400 000 t (kuiva)  Lentotuhka 226 000 t (kuiva)  (v. 2003)	n. 500 000 t (v. 2003)	Kuitu- ja siirustalietteet 96 %  Lentotuhka n. 49 %  (v. 2003)	
Käsittämättömät tai tietyille tasolle kunnostetut pil. maat	> 100 000 t			
Lasimurske				Vuonna 2001 lasin keräysaste Suomessa oli 72 %. Hyötykäyttöön päätyi 49 %. Lasipakkauksia käytetään vuosittain n. 350 000 t. Siitä yli 85 % kerätään pantillisesta keräysjärjestelmästä ja käytetään uudelleen. Lisäksi n. 32 000 t viedään murskattavaksi pantillisen keräysjärjestelmän kautta.
Outokumpu Chrome Oy:n Elijärven kaivoksen sivukivi	1 000 000 t	140000 t	14 %	Sivukiven määrä supistuu vuoden 2000 jälkeen huomattavasti kun siirrytään avolouhinnasta tunnelilouhintaan.

Liite 3, sivu 2/2

Materiaali	Vuodessa syntyvä määrä	Hyödynnettävä määrä maanrakennuksessa/vuosi	Hyödyn-tämis-aste	Huom.
Rengasrouhe	32 000-33 000 t		100 %	Vuonna 2002 otettiin talteen 32 000 t. Samana vuonna 1030 tonnia renkaita pinnoitukseen, 6 t energiahyötykäyttöön, 36 674 t materiaalikierrätykseen.
Soodasakka	73 000 t (v. 1999)			
Kivihiilen tuhkat (kaikki)	500 000 – 900 000 t			
Kivihiilen pohjatuhkat	Pohjatuhkia ja – kuonia 120 000 t, kuonien osuus 10 %	96 000 t	80 %	
Kivihiilen lentotuhka	580 000 t	348 000 t	60 %	Tästä n. 70 % käytetään maarakentamisessa ja loput sementti-, betoni- ja asfalttiteollisuudessa.
Rikinpoiston lopputuote	200 000 t	70 000 t	35 %	Tästä määrästä 70 000 t soveltuu maarakentamiseen ja loput rakennuslevyteollisuuden raaka-aineeksi.
Teollisuuden metallurgiset kuonat				(Ruukki) Tie- ja maarakennus, myynti v. 2003:  Masuunihiekka 299 700 t  MaKu - murskeet 11 700 t  Kappalekuona 45 200 t
Masuunihiekka	550 000 t	300 000 t; 120 000 t (stab. lisäaineena)	55 % 22 % <sup>(stab)</sup>	
OKTO-eriste (OutoKumpu Tornio)	granuloitu kuona 220 000 t	220 000 t	100 %	
Kappalekuona ja masuunikuonamurske	100 000 t	60 000 - 70 000 t	60 - 70 %	
OKTO-murskeet	100 000 t	10 000 - 40 000 t	1 - 40 %	
Teräskuonamurskeet	160 000 t	10 000 - 40 000 t	1 - 40 %	
Tiilimurske	100 000 – 200 000 t	20 000 t	5-10 %	
Turvetuhkat	yli 200 000 t (ka)	78 000 t	40 %	
Valimoiden ylijäämähiekat	130 000 t (v. 1998)			
Vuorivillamurske	15 000 m <sup>3</sup> eli n. 3000 t	300 t	10 %	

# ALUEELLINEN UUSIOMATERIAALIEN TUOTANNON JAKAUTUMINEN (Ympäristökeskuksittain) SEKÄ VÄESTÖNKEHITYS- JA LIIKENTEEN KASVUKERROINENNUSTE VUOTEEN 2020.



Liite 5

MATERIAALIT	MATERIAALIEN SYNTY / LAATU	LOGISTIIKKA	JALOSTUS	SUUNNITTELU	RAKENTAMINEN	KÄYTTÖ	EDELLYTYSTEN KEHITTÄMINEN
YLIJÄÄMÄMAAT savet turpeet moreenit - ruoppausmassat	MATERIAALILAADUT JA MÄÄRÄT LAADUN HALLINTA	MATERIAALIPANKIT	LAITTEISTOT TUOTTEET	SOVELLUTUKSET YLIJÄÄMÄMASSOJEN SYNNYN VÄHENTÄMINEN	TYÖMENETELMÄT	PALAUTETIEDON KERÄÄMINEN	PILOTOINTI HANKINTAMENETTELYT TIETOPANKKI LAADUNVARMISTUS PITKÄAJKAISKEST. OHJEISTUS
SAASTUNEET MAAT - ruoppausmassat - orgaaniset - raskasmetallit - ...	MATERIAALIMÄÄRÄT LAADUN HALLINTA	VARASTOINTI MATERIAALIPANKKI	LAITTEISTOT TUOTTEET	LCC, LCA SOVELLUTUKSET		UUSIOKÄYTTÖ PALAUTETIEDON KERÄÄMINEN	PILOTOINTI YMP.HYVÄKS. LAINSAADANTO HANKINTAMEN. TIETOPANKKI LAADUNVARMISTUS PITKÄAJKAISKEST. OHJEISTUS
SIVUTUOTTEET - energiateoll. - metsäteoll. - kemianteoll. - kaivosteoll. - rakennusteoll. - kumiteoll. - ...	MATERIAALIMÄÄRÄT LAADUN HALLINTA	VARASTOINTI MATERIAALIPANKKI	LAITTEISTOT TUOTTEET	LCC, LCA SOVELLUTUKSET MITOITUS	TYÖMENETELMÄT	UUSIOKÄYTTÖ PALAUTETIEDON KERÄÄMINEN	PILOTOINTI YMP.HYVÄKS. LAINSAADANTO HANKINTAMEN. TIETOPANKKI LAADUNVARMISTUS PITKÄAJKAISKEST. OHJEISTUS
VANHAT RAKENTEET - ...	MATERIAALIMÄÄRÄT JA LAADUT		LAITTEISTOT TUOTTEET	SOVELLUTUKSET		PALAUTETIEDON KERÄÄMINEN	PILOTOINTI LAADUNVARMISTUS TIETOPANKKI PITKÄAJKAISKEST. OHJEISTUS



# Kuvailulehti

Julkaisija	Ympäristöministeriö	Julkaisu-aika	Marraskuu 2005
Tekijä(t)	Pentti Lahtinen, Pauli Kolisoja, Pirjo Kuula-Väisänen, Minna Leppänen, Harri Jyrävä, Aino Maijala, Marjo Ronkainen		
Julkaisun nimi	UUMA-esiselvitys		
Julkaisun osat/ muut saman projektin tuottamat julkaisut	Ehdotus UUMA-kehitysohjelmaksi		
Tiivistelmä	<p>Suomessa käytetään rakentamisessa kiviaineksia yli 100 miljoonaa tonnia / vuosi. Tästä määrästä soravaroja on noin neljännes. Suurin osa luonnonkiviaineksista käytetään infrarakentamisessa. Infrarakentamisen uudella materiaaliteknologialla eli ns. UUMA-teknologialla tarkoitetaan teknologiaa, jossa hyödynnetään ylijäämää- ja kiviaineksia, teollisuuden sivutuotteita, pilaantuneita maita ja vanhoja maarakenteita luomalla niistä uusia materiaaleja (ns. UUMA-materiaalit) maarakentamiseen korvaamaan neitseellisten kiviainesten käyttöä.</p> <p>UUMA-teknologiaa on kehitetty erityisesti viimeisen kymmenen vuoden aikana. Huolimatta teollisuuden omista mittavista panostuksista ja julkisista tutkimushankkeista on sivutuotteiden käyttö yleistynyt ainoastaan muutamiin teknisesti käyttökelpoisimpiin materiaaleihin. Eivät edes kaikki koerakentamisessa hyväksi todetut menetelmät ole yleistyneet. Tähän ovat syinä mm.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· yleisesti hyväksytyjä mitoitus- yms. perusteita tarvitaan lisää</li> <li>· ympäristöhyväksyntä vie aikaa</li> <li>· fyöteknikat eivät ole kehittyneet tarpeeksi</li> <li>· kokeillut tuotteet ja menetelmät ovat kalliimpia kuin perinteiset ratkaisut</li> <li>· tuotteiden paikallisuus ja saatavuus aiheuttavat kapasiteettiongelmia</li> <li>· yksittäiset, erilliset rakennushankkeet ovat pieniä, jolloin ei saada taloudellisia ratkaisuja.</li> </ul> <p>Tässä esiselvityksessä on pyritty saamaan aikaan yleiskuva erilaisten UUMA-materiaalien nykyisestä käytöstä maarakentamisessa ja kartoittamaan ne haasteet, joihin on vastattava, jotta kaikki ympäristövaikutusten, taloudellisuuden ja toimivuuden kannalta soveliaat UUMA-materiaalit saataisiin tasavertaisiksi vaihtoehdoiksi tavanomaisien maarakentamisen materiaalien rinnalle.</p> <p>Esiselvitysprojekti on toteutettu seuraavan sisällön ja raportin otsikoinnin mukaisesti (lunun otsikko suluissa):</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(2) Infrarakentamisen materiaalien käytön nykytila ja tulevaisuuden näkymät</li> <li>(3) Materiaalitekniikka</li> <li>(4) Ympäristöominaisuudet</li> <li>(5) Lainsäädäntö ja UUMA-materiaalien hyväksyttävyyys</li> <li>(6) Koekohteet</li> <li>(7) UUMA-rakentamisen tiedontarpeet ja hankintamenettelyt</li> </ol> <p>Tämän esiselvityksen pohjalta valmistui lisäksi ehdotus yhteisrahoitteiseksi kehitysohjelmaksi, josta on erillinen julkaisu Suomen ympäristö 806.</p>		
Asiasanat	UUMA, infrarakentaminen, teknologia, tutkimus, kiviainekset, materiaalit, kehitysohjelma, sivutuote, pilaantuneet maat		
Julkaisusarjan nimi ja numero	Suomen ympäristö 805		
Julkaisun teema	Ympäristöpolitiikka		
Projektihankkeen nimi ja projektinumero	Ympäristöministeriö		
Rahoittaja/ toimeksiantaja	YM, Ramboll Finland Oy, Tampereen Teknillinen yliopisto		
Projektiryhmään kuuluvat organisaatiot			
	ISSN	ISBN	
	1238-7312	951-731-354-3 (PDF)	
	Sivuja	Kieli	
	121	suomi	
	Luottamuksellisuus	Hinta	
Julkaisun myynti/ jakaja	Edita Publishing Oy, Asiakaspalvelu, PL 800, 00043 Edita puh. 020 450 05, telefax 020 450 2380 sähköposti: asiakaspalvelu.publishing@edita.fi, www-palvelin: http://www.edita.fi/netmarket		
Julkaisun kustantaja	Ympäristöministeriö		
Painopaikka ja -aika	Helsinki 2005		
Muut tiedot	Yhteyshenkilö ympäristöministerisössä, ylitarkastaja Pekka Harju-Autti, puh. 09 1603 9423		

# Presentationsblad

Utgivare	Miljöministeriet	Datum November 2005
Författare	Pentti Lahtinen, Pauli Kolisoja, Pirjo Kuula-Väisänen, Minna Leppänen, Harri Jyrävä, Aino Maijala, Marjo Ronkainen	
Publikationens titel	Förstudie för UUMA	
Publikationens delar/ andra publikationer inom samma projekt	Förslag till ett UUMA-utvecklingsprogram	
Sammandrag	<p>I Finland används över 100 miljoner ton stenmaterial årligen för byggande. Av detta består ungefär en fjärdedel av grus. Det mesta av de naturliga stenmaterialen används för byggande av infrastruktur.</p> <p>Med UUMA-teknologi, den nya materialteknologin för byggande av infrastruktur, avses en tekno-logi som utnyttjar restmaterial i form av marksubstanser och sten, biprodukter från industrin, förorenad mark och gamla anläggningar genom att omvandla substanserna till nya material (så kallade UUMA-material) som vid anläggningsbyggen kan ersätta jungfruliga stenmaterial av olika slag.</p> <p>UUMA-teknologin har i stor utsträckning tagits fram under de senaste tio åren. Oavsett att industrin har satsat kraftigt på den och att det finns offentliga forskningsprojekt kring ämnet har användningen av biprodukter blivit vanlig enbart i fråga om det fåtal material som tekniskt sett är lättast att använda. Inte ens alla de metoder som vid försöksbyggen har konstaterats vara bra har vunnit större spridning. Orsakerna till detta ligger bland annat i att</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>·det behövs mer allmänt godkända dimensionerings- och andra grunder,</li> <li>·miljögodkännandet tar lång tid,</li> <li>·arbetsteknikerna är inte tillräckligt utvecklade,</li> <li>·de produkter och metoder med vilka försök har gjorts är dyrare än traditionella lösningar,</li> <li>·det geografiska läget och tillgången orsakar kapacitetsproblem,</li> <li>·enstaka separata bygg- eller anläggningsprojekt är alltför små för att erbjuda ekonomiska lösningar.</li> </ul> <p>Denna förstudie syftar till att ge en allmän uppfattning om den nuvarande användningen av olika slags UUMA-material i mark- och anläggningsbyggen och till att inventera vilka utmaningar som måste antas för att alla UUMA-material som är lämpliga med tanke på miljöövervakningarna, ekonomin och slutresultatet skall kunna konkurrera på jämbördig bas som alternativ till de sedvanliga materialen för mark- och anläggningsbyggen.</p> <p>Förstudien har gjorts med följande innehåll och enligt rubriceringen i rapporten (talen i parentes anger kapitlet i studien):</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(2) Nuläge och framtidsvyer i fråga om materialanvändningen i byggandet av infrastruktur</li> <li>(3) Materialteknik</li> <li>(4) Miljöegenskaper</li> <li>(5) Lagstiftning och hur godtagbara UUMA-materialen kan anses</li> <li>(6) Försöksområden</li> <li>(7) Behov av information och förvärv av material för UUMA-arbeten</li> </ol> <p>På basis av denna förstudie utarbetades ytterligare ett förslag till ett gemensamt finansierat utvecklingsprogram, som utgör en separat publikation i serien Miljön i Finland 806.</p>	
Nyckelo	UUMA, infrastruktur, bygg- och anläggningsarbeten, teknologi, forskning, stenmaterial, material, utvecklingsprogram, biprodukt, förorenad mark	
Publikationsserie och nummer	Miljön i Finland 805	
Publikationens tema	Miljöpolitik	
Projektets namn och nummer	UUMA	
Finansjär/ uppgångsgivare	Miljöministeriet	
Organisationer i projektgruppen	Miljöministeriet, Ramboll Finland Oy, Tampereen Teknillinen yliopisto	
	ISSN 1238-7312	ISBN 951-731-354-3 (PDF)
	Sidantal 121	Språk Finska
	Offentlighet Offentlig	Pris
Beställningar/ distribution	Edita Publishing Ab, Kundservice, PB 800, FIN-00043 Edita, Finland tel. +358 20 451 05, telefax +358 20 450 2380 e-mail: asiakaspalvelu.publishing@edita.fi, www-server: http://www.edita.fi/netmarket	
Förläggare	Miljöministeriet	
Tryckeri/ tryckningsort och -år	Helsinki 2005	
Övriga uppgifter	Kontaktperson vid miljöministeriet, överinspektör Pekka Harju-Autti, tel. (09) 1603 9423	



# Documentation page

Publisher	Ministry of the Environment	Date	November 2005
Author(s)	Pentti Lahtinen, Pauli Koliisoja, Pirjo Kuula-Väisänen, Minna Leppänen, Harri Jyrävä, Aino Majjala, Marjo Ronkainen		
Title of publication	Preliminary study on UUMA		
Parts of publication/ other project publications	Proposal for a UUMA development programme		
Abstract	<p>In Finland, over 100 million tonnes of stone substances are used for building purposes every year. About one fourth of this amount consists of natural gravel. Most natural stone substances are used in building infrastructure of various kinds.</p> <p>The new materials technology for infrastructure building, called UUMA technology, means that superfluous soil and stone substances, by-products from industry, polluted soils and old soil structures are utilised after they have been converted to new materials (UUMA materials) which can be used instead of previously untouched natural materials.</p> <p>The UUMA technology has developed rapidly, especially during the past ten years. Yet in spite of the great interest shown by industry and a number of official research projects, the use of by-products has become more common only in the case of a few of the technically most usable materials. Not even methods proven to be good in experimental building have become widespread. The reasons for this include, among other things:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· there is lack of generally accepted dimensionings and other basic information;</li> <li>· environmental approval takes a long time;</li> <li>· work methods have not been sufficiently finalised;</li> <li>· the products and methods tried have proved more expensive than traditional solutions;</li> <li>· the placing and availability of products cause capacity problems;</li> <li>· individual separate building projects are too small to be economical.</li> </ul> <p>This preliminary study presents a general overview of the present use of various UUMA materials in infrastructure building. It also inventories the challenges to be met in order to make all environmentally, economically and functionally suitable UUMA products competitive alternatives in relation to traditional infrastructure building materials.</p> <p>The study has the following contents and headlines (figures in brackets indicate chapters in the study):</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(2) Present situation and future outlook for materials use in infrastructure building;</li> <li>(3) Materials technology;</li> <li>(4) Environmental properties;</li> <li>(5) Legislation on and acceptability of UUMA materials;</li> <li>(6) Experiment areas;</li> <li>(7) Information needs and acquisition methods for UUMA building.</li> </ol> <p>On the basis of this preliminary study, a proposal for a jointly financed development plan was drawn up. It will be found as a separate publication in the series The Finnish Environment 806.</p>		
Keywords	UUMA, infrastructure building, technology, research, stone materials, building materials, development programme, by-product, polluted soil		
Publication series and number	The Finnish Environment 805		
Theme of publication	Environmental Policy		
Project name and number, if any	UUMA		
Financier/ commissioner	Ministry of the Environment		
Project organization	Ministry of the Environment, Ramboll Finland Oy, Tampereen Teknillinen yliopisto		
	ISSN	ISBN	
	1238-7312	951-731-354-3 (PDF)	
	No. of pages	Language	
	121	Finnish	
	Restrictions	Price	
	Public		
For sale at/ distributor	Edita Publishing Ltd, Box 800, FIN-00043 Edita, Finland tel. +358 20 451 05, telefax +358 20 450 2380 e-mail: asiakaspalvelu.publishing@edita.fi, www-server: http://www.edita.fi/netmarket		
Financier of publication	Ministry of the Environment		
Printing place and year	Helsinki, 2005		
Other information	Contact person at the Ministry of the Environment, Senior Adviser Pekka Harju-Autti, phone +358 9 1603 9423		