



RAKENNUSMATERIAALIN HYÖTYKÄYTÖN LISÄÄMINEN

Selvitys pientalorakentamiseen liittyvän rakennusmateriaalijätteen muodostumisesta, määristä, käsittelytavoista, kuljetuslogistiikasta sekä hyötykäytön kehittämismahdollisuuksista Uudellamaalla ja EKES-kuntayhtymän alueella



NCC, Viertolantie 29, Klaukkala



Building Research Institute, Tsukuba, Ibaraki, Japan

12.12.2005
Green Net Finland ry

© Green Net Finland ry

RAKENNUSMATERIAALIN HYÖTYKÄYTÖN LISÄÄMINEN

Selvitys pientalorakentamiseen liittyvän rakennusmateriaalijätteen muodostumisesta, määrästä, käsittelytavoista, kuljetuslogistiikasta sekä hyötykäytön kehittämismahdollisuuksista Uudellamaalla ja EKES-kuntayhtymän alueella

1. Sisällysluettelo

- 1 Sisällysluettelo
- 2 Tiivistelmä
- 3 Tarkastelunäkökohdat hyötykäytön edistämiseksi
- 4 Nimikkeistö ja terminologia
- 5 Selvityksen kohdistuminen ja toteutus
- 6 Syntyvä rakennusjätteen määrä lajeittain
 - 6.1 Tilastollinen tarkastelu
 - 6.2 Tilastotietojen arviointia
- 7 Rakennusmateriaalivirrat elinkaaren eri vaiheissa
 - 7.1 Materiaalien piilovirrat
 - 7.2 Mineraalimateriaalin hyötykäyttö elinkaaren vaiheissa
 - 7.3 Puuperäisen materiaalin hyötykäyttö elinkaaren vaiheissa
8. Hyötykäyttöön vaikuttavat ohjaavat elementit
 - 8.1 Viranomaisvaatimukset, lupahallinto
 - 8.2. Tuleva lainsäädäntö ja viranomaisohjaus
 - 8.3. Hinnoittelupolitiikka
 - 8.4 Kustannusten säästäminen kestopuottirakenteilla
 - 8.5 Asenteiden muuttuminen
- 9 Esimerkkejä uudisrakentamisen jätehallinnasta
 - 9.1 Esimerkki Skanskan tyyppillisestä rakennuskohteesta
 - 9.2 Pientalorakennustyömaan jätehallinta, Jauhokuja 1, Klaukkala
 - 9.2.1 Rakennuskuvaus
 - 9.2.2 Rakennusmateriaalit / jätteet
 - 9.2.3 Jätteen käsittely ja hyötykäyttö
 - 9.2.4 Arviointia
- 10 Hyötykäyttönäkökohtia rakennuksen suunnittelun ja käytön kannalta
 - 10.1 Rakennuksen käyttöikä
 - 10.2 Uudelleen rakennettavuus
 - 10.3 Rakennusvirheet
11. Rakennusjätteiden käsittelylogistiikka
 - 11.1 Käsittelymallit

- 11.2 Rakennusjätteen kuljetus- ja käsittelylogistiikka
- 11.3 Rakennusjätteen kuljetus- ja käsittelytapojen arviointia
- 11.4 Materiaalia säästävää purku
- 11.5 Hyötykäytön liiketoimintamallien tunnistaminen
- 12. Rakennusmateriaalien kierrätys liiketoimintana
- 12.1 Kierrätysliiketoiminnan kehittyminen Suomessa
- 12.2 Rakennusmateriaalin kierrätyksen kehittämisedellytykset
- 12.3 Kierrätyskeskuksen toiminnan organisointi
- 12.4 Rakennusmateriaalin kierrätyksen markkinat ja tuoteryhmät
- 13 Rakennusmateriaalin kierrätyskeskuksen liiketoimintasektorit
- 13.1 Kierrätyskeskuksen liiketoimintaperusteet
- 13.2 Kolme kierrätyskeskusmallia
- 14 Muita käytetyn rakennusmateriaalin hyötykäytön liiketoimintamalleja
- 14.1 Tiilien ja valuharkkojen uudelleen käyttö
- 14.1.1 Tiili- ja harkkojätteen muodostuminen ja hyödynnettävyys
- 14.1.2 Tiilien puhdistaminen liiketoimintana
- 14.1.3 Esimerkki tiilien ja valuharkkojen kierrätyksen käsittelyprosessista
- 14.1.4 Tiilien ja valuharkkojen puhdistustekniikan kehittäminen
- 14.2 Tietokoneavusteinen suunnittelu ja valmistus
- 14.2.1 Tietokoneavusteinen suunnittelu
- 14.2.2 Tietokoneavusteinen valmistus
- 15 Rakennusjätteen hyödyntämismahdollisuudet rakennuslevyteollisuudessa
- 15.1 Rakennuslevyteollisuus
- 15.2 Rakennuslevyjen globaali markkinakehitys (katsaus vuosiin 2003-2004)
- 15.3 Suomen markkinat
- 15.4 Rakennuslevyjen raaka-aineet ja uusiokäyttömahdollisuudet
- 15.5 Levytuotannon kustannukset
- 15.6 Uusiokäytön/jätepuun käytön perusteet
- 15.7 Johtopäätökset ja suositukset
- 15.8 Kuinka liikkeelle
- 16 Muovisten rakennusjätteiden hyötykäyttö
- 16.1 Solupolystyreenin (EPS) prosessointi uusiomateriaaleiksi
- 16.2 EPS-jätteiden käsittelyllä kannattavaa liiketoimintaa
- 16.3 Polyvinyylidikloridin (PVC) hyötykäyttö
- 17 Rakennusjätteiden hyötykäyttö energiateollisuudessa
- 17.1 Jätteiden polton tavoitteet ja toteutuminen
- 17.2 Miksi Suomi on jäänyt muista EU-maista jälkeen jätteiden hyödyntämisessä?
- 17.3 Jätteen polton tulevaisuuden näkymiä
- 17.4 Syrjii kotimaisen energian tuki kierrätyspolttoaineita?
- 17.4 Miksi kaatopaikkoja täytetään polttokelpoisella jätteellä?
- 17.5 Jätteen poltto ja päästökauppa
- 18 Hyötykäytön kehittämisen tulevaisuus
- 18.1 Keskeiset seikat hyötykäytön edistämiseksi
- 18.2 Rakennusalan hyötykäytön tutkimus ja kehittäminen
- 18.3 Viranomaistoiminta
- 19. Johtopäätöksiä ja suosituksia
- 19.1 Johtopäätöksiä
- 19.2 Tulevaisuuden visio
- 19.3 Tulokset ja suositukset
- 20 Kirjallisuutta

2. Tiivistelmä

Lisääntyvä luonnonvarojen kulutus, päästöt ja hyödyntämättömät jätteet aiheuttavat kasvavia paikallisia ympäristöongelmia ja ne koetaan jo globaalina uhkana ihmisten elinolosuhteiden säilymiselle.

Luonnonvarojen prosessoinnin ja käytön aiheuttamilla päästöillä on suora yhteys ilmaston muutokseen. Merkittävä osa luonnonvarojen kulutuksesta liittyy joko suoranaisesti tai välillisesti rakentamiseen.

Tässä selvityksessä tarkastellaan rakennusmateriaalin hyötykäytön lisäämismahdollisuuksia rakennusten eri elinkaaren vaiheissa. Tässä selvityksessä rakennusjätteellä tarkoitetaan rakentamisen, rakennusten korjauksen ja purkamisen jätteitä ilman maamassoja, ellei toisin ole mainittu.

Suomen kokonaisjättemäärä v. 2003 oli yhteensä 120.000.000 ton, josta yhdyskuntajätettä 2.300.000 ton ja rakentamisen jätettä maamassoineen 34.000.000 ton. Arvokkaimman osan, rakennus- ja purkujätteen määrä ilman maamassoja oli 1.500.000 ton. Tästä noin 1.000.000 hyödynnetään, noin 2/3 materiaalina ja 1/3 polttoaineena. N. 400.000 ton loppusijoitetaan kaatopaikoille. Siitä valtaosa on polttokelpoista. Rakennusjätteestä n. 15 % muodostuu rakentamisvaiheessa ja 85 % rakennusten korjaus- ja purkuvaiheissa. Kaikesta jätteestä 98 % syntyy tuotannosta ja 2 % kulutuksesta

Tässä hankkeessa tehtyjen selvitysten pohjalta on kehitetty toimintaprosessien malleja ja liiketoimintasuunnitelmia, joilla rakennusmateriaalien hyötykäyttöä voidaan edistää.

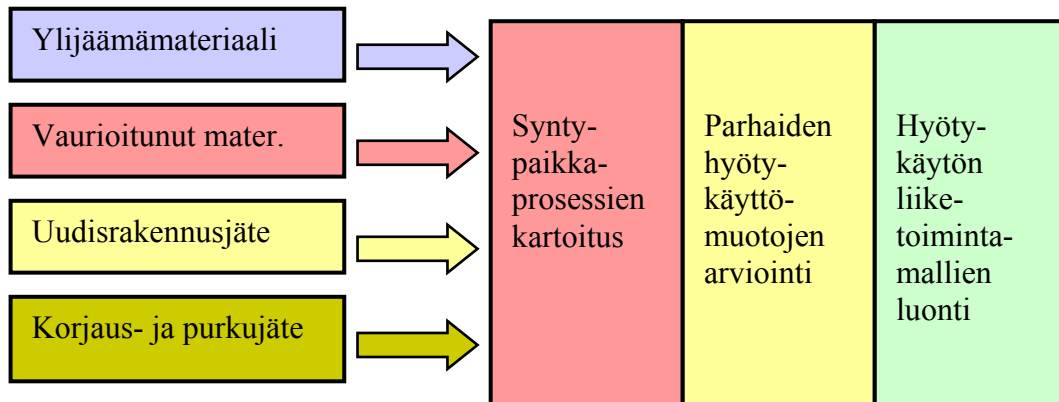
3. Tarkastelunäkökohdat hyötykäytön edistämiseksi

Tässä selvityksessä tarkasteltavat hyötykäytönäkökohdat:

- Materiaalin käytön vähentäminen
- Uudelleen käytettävyyden huomiointi rakennusten suunnittelussa ja rakentamisessa
- Jätteiden vähentäminen uudisrakentamisessa
- Purkumateriaalin uudelleen käytön lisääminen
- Purkumateriaalin käyttö uusiotuotteiden raaka-aineena
- Purkumateriaalin prosessointi uusiomateriaaliksi
- Purkumateriaalin poltto

Yksi tärkeimmistä näkökohdista rakennusmateriaalien hyötykäytön lisäämiseksi on rakennusten käyttöiän pidentäminen ja muunneltavuuden parantaminen. Näiden näkökohtien tarkastelu olisi kuitenkin edellyttänyt selvitystyötä toisenlaisista lähtökohdista, mikä ei tämän selvitystyön yhteydessä ollut kovin syvällisesti mahdollista. Se voisi kuitenkin olla kokonaan toisen tutkimustyön aihe.

Tämän selvitystyön kohdistumista voidaan kuvata seuraavalla kaaviolla.



Tähän raporttiin liittyy Niina Kangasniemen (EVTEK-ammattikorkeakoulu) tekemä insinööriö ”Rakennusmateriaalin hyötykäytön lisääminen”.

4. Nimikkeistö ja terminologia

Rakennusmateriaalien hyötykäyttöön liittyvien käsitteiden ja nimikkeiden merkitys ei ole täysin vakiintunut. Tässä raportissa ja tehdyissä selvityksessä on käytetty nimikkeitä seuraavissa merkityksissä:

- **Rakentaminen** Maalla tai vedessä tapahtuva rakennuksen tai muun kiinteän rakennelman uudis- tai korjausrakentaminen, kunnossapito tai näihin liittyvä asennustyö tai purkaminen
- **Kierrätys** Käytöstä poistetun tuotteen tai materiaalin ohjaaminen takaisin käyttöön tai raaka-aineeksi
- **Uusiokäyttö** Jätteen käyttö uusiotuotteen raaka-aineena
- **Uudelleen käyttö** Käytöstä poistetun tuotteen tai materiaalin käyttö uudelleen alkuperäisessä tarkoituksessa
- **Yhdyskuntajäte** Muualla kuin maa- ja metsätaloudessa, ammattimaisessa rakentamisessa ja teollisuudessa syntyvää jätettä. Se on siis kotitalouksien, julkishallinnon, palvelutoiminnan (kauppojen, sairaaloiden, koulujen...) sekä pienyritysten jätettä. Rakennusjäte ei ole yhdyskuntajätettä silloin kun se on muodostunut ammattimaisesta toiminnasta. Pienimuotoisesti kotitalouksissa syntyvä rakennus- ja remonttijäte tilastoituu siis useimmiten yhdyskuntajätteeseen. Käsitteen määritelmä on kaiken kaikkiaan hieman epämääräinen.
- **Hyötyjäte** Jäte, joka lajiteltuna ja/tai erilliskerättynä voidaan ohjata hyötykäyttöön
- **Elinkaari** Elinkaari käsittää raaka-aineiden hankinnan, valmistuksen, kuljetukset, tuotteen valmistuksen, käytön ja käytön jälkeisen hävittämisen
- **Ympäristövaikutus** Toiminnasta ympäristölle aiheutuvat haitalliset tai hyödylliset vaikutukset, esim. luonnonvarojen kuluminen, maaperän saastuminen, ympäristökuormitus ja jätteiden muodostuminen

Jätelaki 1072/1993 3 § 1. momentti:

- Rakennusjäte Rakennuskohteessa syntyvä aine tai esine, jonka sen haltija on poistanut tai aikoo poistaa käytöstä taikka on velvollinen poistamaan käytöstä
- Ongelmajäte Jäte, joka kemiallisen tai muun ominaisuutensa takia voi aiheuttaa erityistä vaaraa tai haittaa terveydelle tai ympäristölle (Jätelaki 1072/1993 3 § 1. momentin kohta 1)
- Jätteen tuottaja Luonnollinen henkilö tai oikeushenkilö, jonka toiminnassa syntyy jätettä
- Jätteen haltija Jätteen tuottaja, kiinteistön haltija tai toiminnan järjestäjä taikka muu luonnollinen henkilö tai oikeushenkilö, jonka hallinnassa jäte on
- Jätehuolto Jätteen keräys, kuljetus, hyödyntäminen ja käsittely sekä näiden toimintojen tarkkailu ja käsittelypaikan jälkihoito
- Jätekeräys Jätteen kokoamista, lajittelua tai yhdistämistä kuljetusta taikka omatoimista hyödyntämistä tai käsittelyä varten
- Jätteen hyödyntäminen Toiminta, jonka tarkoituksena on ottaa talteen ja käyttöön jätteen sisältämä aine tai energia
- Jätteen käsittely Toiminta, jonka tarkoituksena on jätteen vaarattomaksi tekeminen tai lopullinen sijoittaminen

Jätelain mukaiseen jätteen käsittelyn määritelmään sisältyy ajatus, että jätteellä ei olisi hyötykäyttöarvoa. Näin jätelaki osaltaan tukee sellaisia prosesseja, joissa materiaalivirta kulkee jäteaseman portilla vain yhteen suuntaan.

Tässä raportissa jätteen käsittelyllä tarkoitetaan edellä esitetyn jätelain määrittelyn lisäksi kaikkea sellaista jätteen käsittelyä, jonka tuloksena jätteen hyötykäyttöarvo lisääntyy, esimerkiksi erilaisiin uusiokäyttötarkoituksiin tai kierrätykseen soveltuvien lajikkeiden erottaminen.

Seuraavassa Tekesin teknologiakatsauksen 50/97 –mukaista rakennuselementtien nimikkeistöä:

- Kiintokalusteet (1030), käsittäen kodinkoneet (1031), kaapistot (1032) ja saniteettikalusteet (1033)
- Ovet (1040), käsittäen puuovet (1041) ja metalliovet (1042)
- Ikkunat (1050)
- Kevyet väliseinät (1060), käsittäen puurakenteet (1061), metallirangat (1062), vanhat kipsipitoiset ns. ”kananpaskaseinät” (1063) ja kipsilevyt (1064)
- Rautarakenteet (1070), käsittäen kaiteet (1071), portaat (1072) ja katokset (1073)
- Vesikatto (1500), käsittäen Maalaamaton galvanoitu pelti (1511), maalattu galvanoitu pelti (1512), Muovipinnoitettu pelti (1513), bitumihuopakatto (1514) ja betoni- ja savitiilikate (1515)
- Kattopinnoitteen alusrakenne (1520), käsittäen betoni- ja tiilikattojen puiset alusrakenteet (1521), bitumihuopakattojen puiset alusrakenteet (1522) ja muut bitumihuopakattojen alusrakenteet (1523)

- Vesikaton tukirakenteet (1530), käsittäen paikalla tehdyt puiset kattotuolit (1531), paikalla valetut betoniset kattopalkit(1532) ja elementtikattopalkit (1533)
- Rakennuksen runko (2000), käsittäen ulkoseinät (2010), peltiverhoilu (2011), siporex-verhoilu (2012), betonikuori (2013), tiiliverhoilu (2014), puuverhoilu (2015), lämmön eristeet (2016), sahajauho, kutterinlastu, turve (20161), lastuvillalevy (20162), mineraali- ja lasivilla (20163), polyuretaani- ja polystyreenivaahdot (20164), selluvilla (20165)
- Välipohjat (2020), käsittäen elementtirakenteiset välipohjat (2021), paikalla valetut betoniset välipohjat (2022), puiset välipohjat (2023)
- Kantavat rakenteet (2030), käsittäen teräsrakenteet (2031), betonipalkit (2032), muut betonirakenteet (2033), tiilirakenteet (2034), porras- ja hissitornit (2040) ja likaantuneet materiaalit (2050)
- Rakennuksen pohja (3000) käsittäen väestösuojat (3010), väestösuojarakenteet(3012), pohjalaatat (3020), kanaalit (3030), kaivot (3040), viemärit (3050), perustukset ja anturat (3060), öljysäiliöt (3070), vesi- ja kosteuseristeet sekä geosyntetit (3080), likaantuneet materiaalit (3090) ja saastuneet maa-ainekset (3100).

Ko. julkaisussa (Tekes: Teknologia katsaus 50/97) on mainittu nimikekohtaisesti kunkin nimikkeen käsittelysuositukset ja hyötykäyttömahdollisuudet.

5. Selvityksen kohdistuminen ja toteutus

Tässä hankkeessa on selvitetty menettelyjä rakennusmateriaalien hyötykäytön lisäämiseksi ensisijaisesti pientalorakentamisessa Uudenmaan liiton ja EKES-kuntayhtymän alueella. Tämän alueella on 1.390.000 asukasta eli 26,5 % suomalaisista.

Tässä hankkeessa on laadittu rakennusjätteisiin ja niiden eri materiaaliryhmien käsittelyyn ja hyötykäyttöön perustuvia liiketoimintasuunnitelmia. Tavoitteena on, että ne aktivoivat tästä liiketoiminnasta kiinnostuneita tahoja toteuttamaan ko. liiketoimintaa tai mahdollisesti jatkojalostamaan liiketoimintasuunnitelmaa entistä paremmin toteutuskelpoiseen muotoon. Joitakin tässä raportissa tarkasteltuja liiketoimintamalleja voidaan toteuttaa myös sosiaalisena yrityksenä tai yhteiskunnan tukemana kolmannen sektorin hankkeina. Koska useimpiin tässä raportissa esitettyihin liiketoimintamalleihin, kuten liiketoiminnan käynnistämiseen yleensäkin, liittyy epävarmuustekijöitä, näiden mallien toteutuskelpoisuus ja kannattavuus on tarpeen testata ja varmistaa mahdollisuuksien mukaan pilot-mittakaavaisena esimerkiksi Uudenmaan liiton ja EKES-kuntayhtymän alueella.

Tässä hankkeessa on hyödynnetty muista tätä hanketta sivuavista selvityksistä saatuja tietoja. Hankkeessa on kartoitettu jätemateriaalilajeja, lajikohtaisia määriä, syntytapoja, käsittelyä ja kuljetuslogistiikkaa. Yhtenä tarkastelunäkökohtana on ollut jätemäärien vähentäminen. Laadituissa liiketoimintamalleissa tarkastellaan rakennusmateriaalijätteiden hyötykäyttöä teollisissa tuotantoprosesseissa sekä pientalo- ja korjausrakentamisessa. Selvitystyössä on tarkasteltu myös Suomen lähialueyhteistyön mahdollisuuksia.

Selvitystyö palvelee hyötykäytön liiketoiminnasta kiinnostuneiden yritysten lisäksi rakennusten suunnittelijoita, rakennustarvikeliikkeitä, rakennusmateriaalijätteen tuottajia, jätehuoltoalan yrityksiä, kuntien ympäristöpalvelua, pientalorakentajia, avustusjärjestöjä ja tavallisia kuntalaisia.

Tämän selvityksen tekemiseen ovat osallistuneet:

Lauri Hietaniemi, toimitusjohtaja, Green Net Finland ry
Esa Mäkelä, yritysjohtaja, Konsem Oy
Matts Finnlund, ylitarkastaja, Uudenmaan ympäristökeskus
Ismo Halonen, kehityspäällikkö, Espoo-Vantaan teknillinen ammattikorkeakoulu
EVTEK
Niina Kangasniemi, opiskelija, insinöörityön tekijä, EVTEK
Pentti Kallionpää, yritysneuvoja, EKES-Yrityspalvelut
Silja HUUHTANEN, projektipäällikkö, YTV, Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta
Antero Vattulainen, tuotekehitysjohtaja, Kuusakoski Oy

Rahoittajat:

Tämän hankkeen päärahoittaja on Uudenmaan liitto. Hankkeen rahoittamiseen ovat osallistuneet myös:

- Vantaan kaupunki
- EKES kuntayhtymä
- YTV
- Kuusakoski Oy

Päävastuullinen selvitystyön toteutuksesta ja tämän raportin laadinnasta on Konsem Oy / Esa Mäkelä.

6. Syntyvä rakennusjätteen määrä lajeittain

6.1 Tilastollinen tarkastelu

Kokonaisjättemäärä Suomessa on n. 70.000.000 ton/v, josta valtaosa on maa-aineksia. Poltettavaa jätettä muodostuu n. 6.000.000 ton. Siitä taas valtaosa on puunjalostusteollisuuden jätteitä.

Eero Kokkosen (KTM, julkaisu 29/2004) arvion mukaan biohajoavan rakennusjätteen määrä Suomessa v. 2003 oli n. 600.000 ton/v. Tästä 90 % eli 540.000 ton oli puuta. Vertailun vuoksi todettakoon, että koko muodostuvan yhdyskuntajätteen määrä samana aikana Suomessa oli 2.380.000 ton. Sillä olisi voitu tuottaa energiaa jopa 8 TWh/v, mikä vastaa yli 900 MW jatkuvaa tehoa.

Eri lähteistä saatavat tiedot rakennusjätteiden määristä ja niiden lajikohtaisista jakautumista ovat osin ristiriitaisia. Parhaimmillaankin niihin on suhtauduttava varauksellisesti ja huonoimmillaan vain suuntaa antavina. Osa rakennusjätteestä sekoittuu yhdyskuntajätteeseen

ja jäteasemilla vastaanotetusta rakennusjätteistä osa tilastoidaan muille nimikkeille. Kaikki jäte ei mene lainkaan jäteasemalle. Varsinkin rakennusjätteestä merkittävä osa ohjautuu muualle kuin laillisen jätehuollon piiriin. Niiltä osin kuin tilastoituja tietoja ei ole ollut käytettävissä, tässä raportissa esitetyt määrät perustuvat käytettävissä olleiden tietojen perusteella tehtyihin arviointeihin.

Suomessa yhdyskuntajätteestä n. 60 % loppusijoitetaan kaatopaikoille, lähes 30 % kierrätetään ja vain runsas 10 % hyödynnetään polttamalla. Esimerkiksi Tanskassa yhdyskuntajätteestä poltetaan 60 %, kierrätetään yli 30 % ja vain alle 10 % sijoitetaan kaatopaikoille.

Suomessa on käytetty kiinteää kierrätyspoltoainetta n. 400.000 ton/v, jolla on tuotettu energiaa 1,5 TWh/v. Bioenergian lisäystavoite vuoteen 2010 on 4 TWh, joka vastaa yhtä 460 MW ydinvoimalaitosta. Muualla Euroopassa yhdyskuntajätteen käyttö energian tuotantoon on paljon yleisempää kuin Suomessa.

Suomessa (5.250.000 as.), rakennus- ja purkujätteen tilastoitu määrä ilman maamassoja v. 2003 oli n. 1.500.000 ton eli n. 300 kg/henkilöä kohti. Tästä n. 15 % muodostuu uudisrakentamisesta, 45 % rakennusten korjauksista ja 40 % on purkujätettä. YTV:n alueella (Helsinki, Espoo, Vantaa ja Kauniainen, 970.000 as.) rakennusjätteitä talonrakennustyömailta on v. 2003 muodostunut 280.000 ton. Siitä:

– uudisrakentamisesta	14 % = 39.000 ton
– korjaustyömailta	44 % = 123.000 ton
– rakennusten purkamisesta	42 % = 118.000 ton

Suurin osa puujätteestä syntyy korjausrakentamisesta. Korjausrakentamisen jätteistä puupohjaisia on 46 %, muovia ja sekalaista 25 %, metallia 21 % ja kivipohjaisia 9 %. Purettava rakennustilavuus YTV:n alueella v. 2003 oli 360.000 m³. Puretuissa rakennuksissa lähes 80 % oli kiviainesta. Rakennusten purkamisesta muodostuu eristeitä, puuta ja kiviainesjätettä tilavuudeltaan kaikkia suunnilleen sama määrä.

Uudisrakennustyömailta jätettä syntyy 3 – 15 kg/s-m³, pientalotyömailta suhteessa enemmän kuin rivi- ja kerrostalotyömailta.

Korjausrakentamisen arvo Suomessa on 5.600 m€, tästä YTV:n alueella 900 m€.

Lähes puolet YTV-alueen korjausrakentamisesta kohdistuu -60–70-lukujen rakennuskantaan. Aloitettujen uudisrakennuskohteiden tilavuus YTV-alueella v. 2003 oli 6.900.000 m³.

Rakentaminen jatkuu vilkkaana ja lisääntyy edelleen v. 2006, vaikka työvoimapula alkaakin jo rajoittaa rakentamista.

Uudisrakentamisen jätteistä kiviainesta oli 68 %, puuta 23 % ja metallia 9 %.

Tilavuusperusteisesti pakkaus- ja muovijätteen osuus varsinkin korjausrakentamisessa on merkittävä.

YTV:n keräämien tilastojen mukaan purettavista rakennuksista muodostuu jätettä seuraavasti:

Asuinkerrostalo	1.000 kg/r-m ²
Liike- ja julk. rakenn.	600 – 800 kg/r-m ²
Teollisuus- ja varastorakenn.	500 – 700 kg/r-m ²

Skanskan työkohteista v. 1998kerättyjen tietojen mukaan uudisrakentamisessa jätettä muodostuu rakennustyypeittäin seuraavasti:

Asuinkerrostalo, 10.000 m³, jätettä 60 – 80 ton, arvo 17 – 42.000 €.

Elementtirakenteinen kerrostalo, jätettä 2 – 4 kg/m³

Paikalla rakennettu talo, jätettä 2,6 – (11,5) kg/m³

Keskimääräinen jätemäärä asuinkerrostalo 8 kg/m³, rivi- ja omakotitalo 16 kg/m³, liike-, teollisuus- ja varastorakennus 4 – 5 kg/m³ ja muut pienrakennukset 12 kg/m³.

70 – 90 % koko uudisrakennuksen jätemäärästä muodostuu rakennuksen sisävalmistusvaiheessa.

Uudisrakennustyömaan jätekustannuksien jakautuminen: hävikki 46 %, kuljetus 4 %, jätemaksut 8 %, jätevero 2 %, jäteastiat 3 %, työnjohto 4 %, lajittelu ja siirrot 20 %, siirrot koneella 3 % siivous 10 %, yht. 400 €/ton, pakkausjätteellä 1250 €/ton. Jätekustannuksista tuotantojätteiden osuus on 74 % ja pakkausjätteiden 26 %.

Näiden kustannusperusteiden mukaan laskien uudisrakennusten jätteistä koituu vuosittain rakennuskustannuksiin Suomessa n. 150 M€ lisäkulu.

Rakennustoiminnassa muodostuvien ja maarakennuksessa käytettävien mineraalisten jätteiden määriä on Tekesin teknologiakatsauksessa 91/2000 arvioitu seuraavasti:

Jätelaji:	Määrä/ton v. 2000	Käyttö maarakennuksessa
Betonijäte ja –murske	500 – 1.000.000	200.000 ton
Tiilijäte ja –murske	100 – 200.000	20.000 ton
Vuorivillamurske	3.000	300 ton
Betoniliete	200 – 250.000 ton	Ei tiedossa

Lainsäädäntö aiheuttaa suuria muutoksia kaatopaikkoihin ja jätteiden käsittelyyn. V. 1990 Suomessa oli 460 kaatopaikkaa mutta v. 2003 enää 148. Näistä yhdyskuntajätteen kaatopaikkoja on 86. Yhdyskuntajätteen käsittely- ja hyödyntämislaitoksia v. 1990 oli 13 kpl, v. 2004 180 kpl.

YTV: n alueella talonrakennusjätteiden määrä v. 2003 oli 280.000 ton, josta uudisrakentamisesta syntyi 40.000 ton, korjausrakentamisesta 123.000 ton ja purkamisesta 117.000 ton.

Suomessa oli v. 2002 yhteensä 2.575.000 asuntoa ja 462.000 lomamökkiä. Karkeasti arvioiden Suomen asuntokannassa on rakennusmateriaalia yhteensä 500.000.000 ton. Asuntojen keskimääräinen pinta-ala oli 78,8 m².

Uusia asuntoja v. 2002 rakennettiin 27.170 kpl, eli vuosittainen uudistuotanto asuntojen lukumäärään suhteutettuna on n. 1 % olemassa olevasta asuntokannasta. Uudenmaan alueelle rakennettiin 9.540 asuntoa eli 35 % kaikista Suomessa rakennetuista uusista asunnoista. Väestön lisääntymisestä ja perheeseen pienenemisestä johtuen asuntojen tarve lisääntyy ja lisääntyminen painottuu Uudellemaalle. Näillä perusteilla voidaan arvioida, että asuntoja puretaan tai ainakin jää pois asumiskäytöstä vuosittain 10.000 - 15.000 kpl. Edellä esitettyjen, osaksi arvioperusteiden tilastotietojen pohjalta päädytään siihen, että puretusta asunnosta syntyvä jätemäärä on keskimäärin vain 40 - 60 ton. Pieni määrä selittyy osaksi sillä, että osa purkumateriaalista hyödynnetään niin, että se ei tule mukaan tilastoihin.

6.2 Tilastotietojen arviointia

Suomen koko rakennuskanta on muuhun Eurooppaan verrattuna suhteellisen nuorta. Vilkkaasta muuttoliikkeestä ja keskimääräistä korkeammasta tulotasosta johtuen asuntorakentaminen on erityisesti Uudenmaan alueella ollut koko sotien jälkeisen ajan vilkasta. Asuntoja myös korjataan muuttovoittoalueilla muuta maata enemmän. Näistä syistä asuntojen purkaminen suhteutettuna uudisrakentamiseen on Uudellamaalla vähäisempää kuin koko maassa keskimäärin. Varsinkin Uudellamaalla purkamisperusteena ei useinkaan ole rakennuksen kunto vaan yhä useammin kaavoitukselliset seikat, esimerkiksi tontin rakennustehokkuuden nostaminen.

Arkkitehtoniset ja rakennustekniset perusteet rajoittavat merkittävästi kierrätysmateriaalin käyttöä. Rakennusliikkeet vieroksuvat uudisrakentamisessa kierrätysmateriaalin käyttöä myös imagosyistä. Toiseksi nykyiset normit asettavat esimerkiksi lämmön eristykselle vaatimuksia, joihin vanhoja rakennusten osia käytettäessä on vaikea päästä. Näillä perusteilla nykyaikaisessa rakentamisessa voidaan käyttää purettavista rakennuksista saatavia osia ja materiaalia sellaisenaan vain rajoitetusti. Merkittävin kierrätyskelpoisen materiaalin käyttäjäryhmä on omatoimirakentajat ja vanhojen rakennusten entisöijät.

Koko 1.500.000 ton rakennusjättemäärän kuljettaminen merkitsee 750.000 jätekuormaa, kuormakoon ollessa keskimäärin 2.000 kg. Jos jäteaseman etäisyys on keskimäärin 30 km, kuljetus edellyttää 45.000.000 ajokilometriä. Materiaali- ja käsittelykustannusten lisäksi tästä koituu n. 150.000.000 €:n vuosittaiset kuljetuskustannukset. Rakennusjätteiden kuljetusta suorittavien ajoneuvojen polttoaineen kulutus on n. 14.000.000 l/v. Sitä mukaan kun jäteasemien määrä vähenee, kuljetusmatkat pitenevät ja kuljetuskustannukset kasvavat.

Valtaosa rakennusten mineraalisista jätteistä hyödynnetään murskeena joko tierakennuksen ja pihojen kantavana rakenteena tai kaatopaikkojen peitekerroksina. Käyttökohteesta vaadittava ympäristölupa rajoittaa kyllä merkittävästi murskeen hyötykäyttöä. Mineraalisten jätteiden hyötykäyttö muualla kuin maarakennuksessa on vähäistä. Yksi poikkeus on ylivieskalainen Bet-Ker Oy, joka käyttää toimitusjohtaja Juhani Hautamäen mukaan tulenkestävää tiilijätettä n. 2.500 ton/v valmistamiensa tulenkestävien tuotteiden raaka-aineena.

Merkittävä osa puisesta rakennusjätteestä käytetään polttoaineen valmistamiseen (REF I – III). Suuri osa viedään kuitenkin hyödyntämättömänä kaatopaikalle, vaikka jätelaki kieltää sen. EU:n jätteen polttoa koskevan direktiivin perusteella Suomessa annetun asetuksen 362/2003 siirtymäkausi päättyy 28.12.2005, jonka jälkeen tiukennetut lupaehtod astuvat voimaan. Useimmat jätettä polttavat laitokset eivät saa uusien lupaehtojen mukaista ympäristölupaansa kuntoon ja jätteen poltto loppuu melkein kokonaan. Uusien lupaehtojen mukaisten jätteenpolttolaitosten valmistamiseen ja lupien saantiin kuluva aika merkitsee jopa 700.000 ton REF-määrään jäämistä polttamatta kahden vuoden aikana. Näin suuren REF-määrän pitkäaikainen varastointi on jo paloturvallisuussyistä arveluttavaa. Koska jätteiden muodostumista ei voida estää, ainoa mahdollisuus on viedä tämäkin jätefraktio kaatopaikoille, vaikka jätelaki ei sitä sallisikaan. Lisäksi tämä jae lisää myös kaatopaikkojen paloriskejä.

Eero Kokkosen mukaan rakennusjätettä ajetaan kaatopaikoille 314.000 ton/v eli 60 kg/asukas. Kun keskimääräinen kuormakoko on n. 2.000 kg, kyseessä on n. 150.000 autokuormaa. Hän on esittänyt arvion, että rakennusjätteelle tarvittaisiin käsittelykapasiteettia 420.000 ton, mikä merkitsisi 400 työpaikkaa.

Rakennusalan kehittämisessä 1960-luvulta 2000-luvulle asti on useita ominaispiirteitä, joista monet ovat johtaneet rakennusten käyttöiän lyhenemiseen ja materiaalin hyötykäytön heikkenemiseen. Seuraavassa merkittäviä muutoksia:

- Vuosikymmeniä jatkuvasta muuttoliikkeestä johtuen rakennuskantaa sijaitse tarpeisiin nähden väärässä paikassa.
- Yhdyskuntarakenteiden muutokset, esimerkiksi asuintaajamien laajeneminen ja teollisuuden siirtäminen asuinalueilta erillisille teollisuusalueille lisäävät sekä purkamista että uudisrakentamista.
- Arkkitehtoniset näkökohdat korostuvat usein tarkoituksenmukaisuuden kustannuksella.
- Arkkitehdit ja laitevalmistajat suosivat usein teknologialtaan lyhytikäisiksi osoittautuvia ratkaisuja.
- Tehdasmainen esivalmistus (Prefabrication) on vähentänyt materiaalin käsittelyä työmailla.
- Elementtirakentamisessa on tapahtunut myös pahoja virheitä (betonin rapautuminen, kosteuden pääsy raudoitukseen, tiivistämättömät saumat ym.)
- Rakentamisessa käytetään aiempaa enemmän ja pidemmälle jalostettuja erikoismateriaaleja ja komponentteja.
- Kiinteistötekniikka, automaatio ja niiden tilantarve on lisääntynyt.
- Rakenteiden kosteustiiveydelle ja sen myötä ilmastoinnille asetetaan aiempaa enemmän vaatimuksia.
- Laadullisesti valikoiva materiaalin käyttö on vähentynyt. Aiemmin vajaalaatuista ja purkumateriaalia käytettiin yleisesti toisarvoisissa kohteissa, esimerkiksi tukilaudoituksessa.
- Määrällisesti ja mitallisesti valikoiva materiaalin käyttö koetaan aikataulupaineessa usein ajan tuhlaamiseksi, vaikka sillä voitaisiin vähentää merkittävästi jättemäärää.
- Herkästi vaurioituvien materiaalien ja elementtien käyttö on lisääntynyt (seinäelementit, kuivalaastit, mineraalivillat yms.), mutta niiden suojaus on usein laiminlyöty.
- Purkutyö on muuttunut koneelliseksi. Siinä purkumateriaali murskautuu uudelleen käyttöön kelpaamattomaksi.
- Purkuajataulun tiukentuminen vaikeuttaa materiaalin syntypaikkalajittelua ja estää käyttökelpoisten elementtien talteenoton.
- Purkutyömaiden ahtaus tiiviiksi kaavoitetuilla alueilla vaikeuttaa purkumateriaalien lajittelua ja käsittelyä.

Kustannus seurannan tarkentuessa materiaalien taloudelliseen käyttöön ja jätteiden hallintaan ja myös uudelleen käyttöön kiinnitetään entistä enemmän huomiota.

Rakentamisvaiheessa materiaalin hyötykäyttöä voidaan lisätä useita prosenteja parantamalla työmaan järjestystä ja tarkentamalla valikointia.

Tällä hetkellä purkumateriaalien tärkeimmät hyötykäyttökohteet ovat palavan materiaalin jalostaminen kierrätyspoltoaineeksi (REF) ja mineraalien murskaus raaka-aineiksi lähinnä erilaisiin maa- ja ympäristörakennuskohteisiin.

Yrityksen ensisijainen tarkoitus on harjoittaa kannattavaa liiketoimintaa. Kilpailluilla markkinoilla pelkästään tunnepohjaisille ympäristömyönteisille toimintatavoille ei ole sijaa. Julkistetuista arvomäärittelyistä ja ympäristöpolitiikasta huolimatta materiaalitoimintoja ohjataan yrityksissä ensisijassa taloudellisin perustein. Kansalaismielipiteen merkitys on kuitenkin voimistumassa ja sen merkityksen aliarvioinnista ovat muutamat yhtiöt saaneet katkeran opetuksen.

Yhteiskunnalla on käytettävissä rakennusmateriaalien hyötykäytön lisäämiseksi kaksi tehokasta ohjauskeinoa:

- * lainsäädäntö
- * jätemaksupolitiikka

Nämä keinot ovat osoittautuneet joitakin poikkeuksia lukuun ottamatta toimiviksi ja tehokkaiksi. Tulevaisuudessa varsinkin erilaisten verojen ja jätteiden käsittelymaksujen vaikutus materiaalien hyötykäytön lisäämiseksi tulee korostumaan.

7 Rakennusmateriaalivirrat elinkaaren eri vaiheissa

7.1 Materiaalien piilovirrat

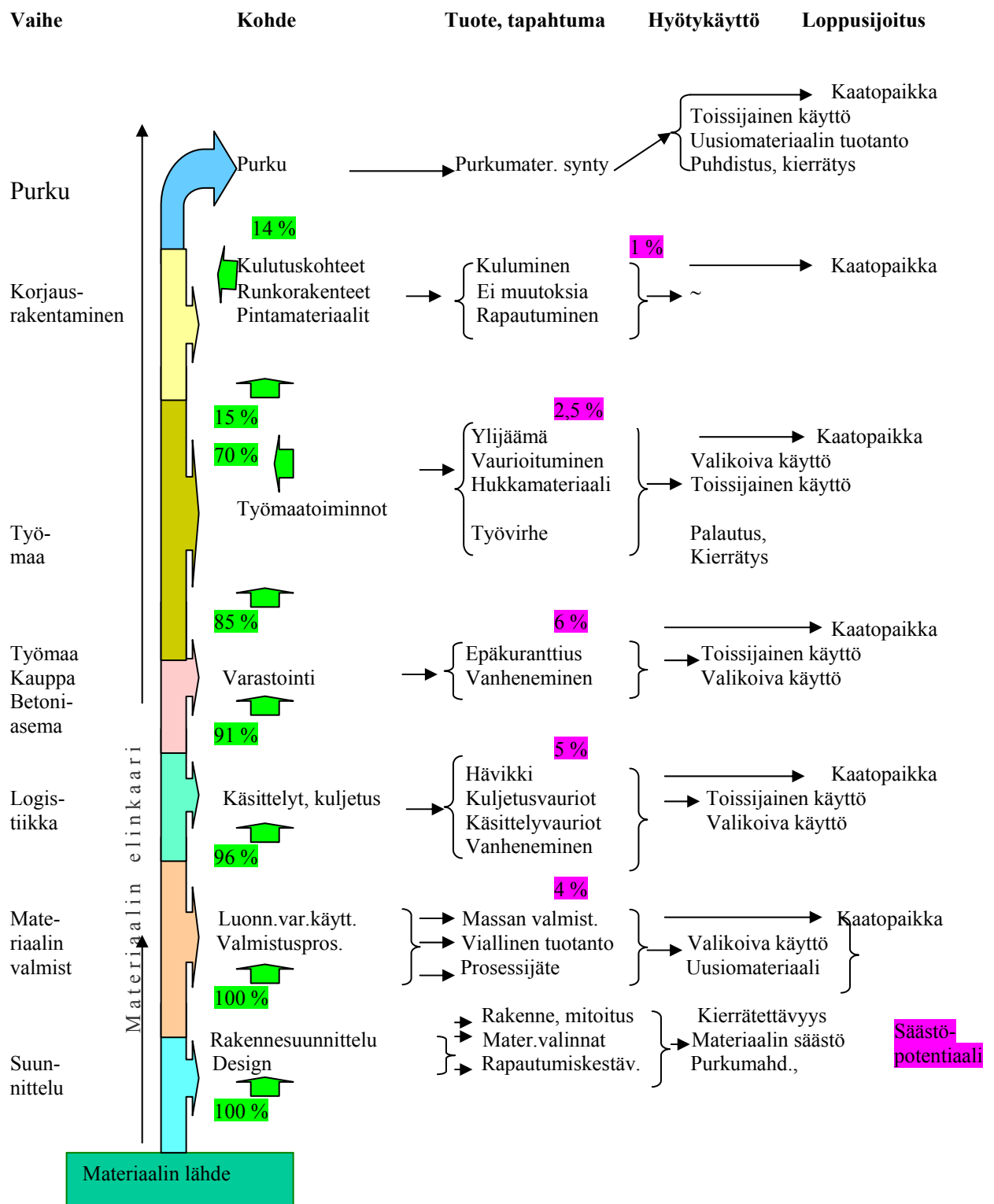
Materiaalien ympäristövaikutuksia tarkasteltaessa on huomioitava, että kaikki eri tuotanto- ja käsittelyvaiheissa tarvittava materiaali ei ole mukana itse materiaalissa. Wuppetalin instituutti on kehittänyt menetelmän, joka huomioi piilovirtakertoimen muodossa tuotannossa käytetyn kokonaismäärän. Selvitystyön tuloksena eri materiaaleille on määritetty piilovirtakerroin. Sen avulla voidaan laskea se piilomateriaali, joka ei sisälly itse tuotteeseen. Seuraavassa yleisimpien rakennusmateriaalien piilovirtakertoimet:

Betoni	0,33
Teräs	4,55
EPS	9,96
Bitumi	0,36
Tiili	1,11
Mineraalivilla	3,00
Kipsi	0,33
Sora	0,26
Puu	2,60
Lasi	2,00

Uusiutumattomille kierrätetyille materiaaleille käytetyn kokonaismateriaalimäärän laskennassa voidaan käyttää ns. hyvitysmenetelmää. Hyvitysmenetelmällä käytetyn uusiomateriaalin määrästä voidaan vähentää neitseellisestä raaka-aineesta valmistetun vastaavan materiaalin kokonaismateriaalimäärä, joka siis sisältää myös piilomateriaalin. Menetelmä siis huomioi sen luonnonvarojen kokonaissäätön, mikä syntyy, kun käytetään kierrätysmateriaalia.

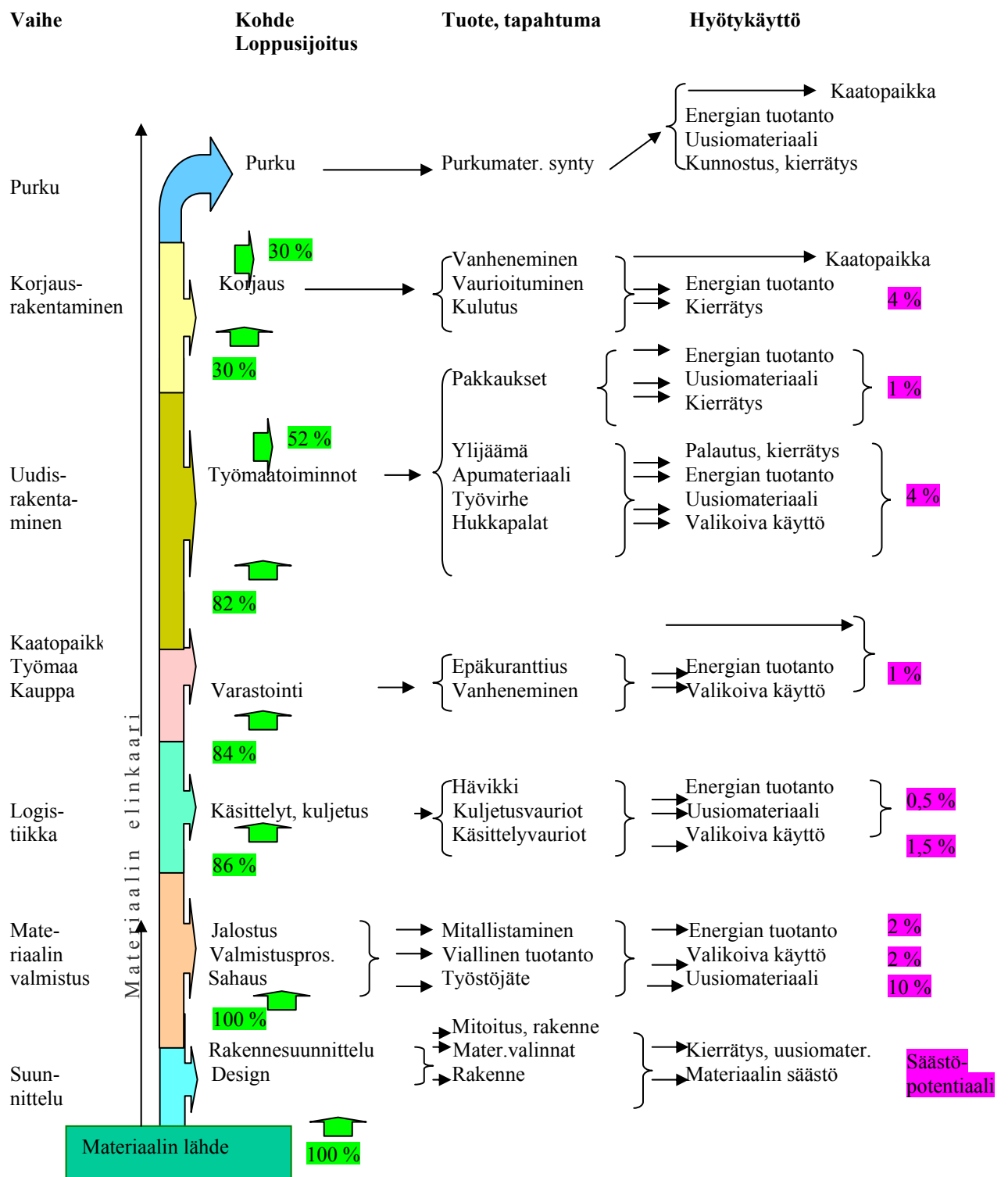
Lähde: Koskela, Seppälä, Leivonen: Ympäristövaikutukset rakennusten ekotehokkuuden arvioinnissa

7.2 Mineraalimateriaalin hyötykäyttö elinkaaren vaiheissa



Kuvaajassa ei ole huomioitu materiaalien piilovirtakertoimia.

7.3 Puuperäisen materiaalin hyötykäyttö elinkaaren vaiheissa



Kuvaajassa ei ole huomioitu materiaalien piilovirtakertoimia.

8. Hyötykäyttöön vaikuttavat ohjaavat elementit

8.1 Viranomaisvaatimukset, lupahallinto

Ympäristöministeriö ja alueelliset ympäristökeskukset ovat laatineet jätteitä ja jätehuoltoa koskevan suunnitelman (*valtakunnallinen ja alueellinen jätesuunnitelma*). ([24.1.1995/63](#)) jätelain 3.12.1993/1072 [40 §](#) määrittämiseen mukaisesti. Jätesuunnitelmassa on lain mukaan esitettävä jätteitä ja jätehuollon nykytilaa koskevat tiedot sekä asetetut kehittämistavoitteet ja niiden saavuttamiseksi tarpeelliset toimet.

Talonrakennuksen jätteille asetetut tavoitteet ovat seuraavat (Ympäristöministeriö, 2002, 13):

- rakennus- ja purkujätteen sekä maamassojen määrän tulee olla keskimäärin 15 prosenttia pienempi kuin vuoden 1995 jätemäärän ja reaalisen talouskasvun perusteella lasketun jätemäärän
- rakennusjätteiden hyödyntämisyhteisö on vähintään 70 prosenttia.

Tavoitteisiin on pyritty pääsemään hallinnollis-oikeudellisin, taloudellisin ja tiedollisin ohjaukskeinoin. Keskeisiä ohjaukskeinoja ovat (Ympäristöministeriö, 2002, 13-14):

- orgaanisen ja biohajoavan rakennusjätteen kaatopaikkasijoituksen rajoittaminen.
- rakennusjätteistä annetun valtioneuvoston päätöksen ja maankäyttö- ja rakennuslain valvonnan ohjeistaminen sekä tarvittaessa rakennusjätteistä annetun valtioneuvoston päätöksen lajitteluvaihtoehtojen tarkentaminen.
- yleisten säännösten antaminen eräiden vaarattomien pysyvien jätteiden käytöstä tarkoin määritellyissä maanrakentamiskohteissa samalla lupamenettelyä keventäen.
- hyödyntämistä ja loppusijoitusta koskevien lupaehtojen yhtenäistäminen.
- jäteveron asteittainen nostaminen veron ohjaavuuden parantamiseksi.

Jätteiden siirtoja koskevan valtakunnallisen jätesuunnitelman osan ympäristöministeriö voi määrätä sitovasti noudatettavaksi.

On nähtävissä, että asetetut tavoitteet v. 2005 –loppuun mennessä eivät tule toteutumaan.

8.2. Tuleva lainsäädäntö ja viranomaisohjaus

Merkittävä takaisku rakennusjätteen hyötykäytölle on, että kierrätyspolttolaitteita käyttävät laitokset eivät tule saamaan lupa-asioitaan kuntoon siirtymäajan loppuun mennessä 28.12.2005. Siitä johtuen kierrätyspolttokelpoista jätettä loppusijoitetaan kaatopaikoille jopa 700.000 ton normaalia enemmän vuosien 2006 – 2007 –aikana.

Jättemateriaalista valmistetun betoni- ja tiilimurskeen käyttö kantavana, jäykistävänä tai pintamateriaalina esimerkiksi tien- tai pihojen ym. rakennuksissa edellyttää ympäristölupaa. Lupakäytäntö edellyttää mm. yksityiskohtaisia suunnitelmia, naapurien kuulemista, käytettävien materiaalien analysointia ym. Nämä toimenpiteet koetaan niin hankaliksi, että kierrätysmateriaalin asemesta valitaan mieluummin tavallinen seulottu luonnonsora tai murske. Ympäristöministeriössä on kuitenkin valmisteilla laki, jonka mukaan käyttöä rajoittavasta lupakäytännöstä siirrytään ilmoitusmenettelyyn. Tosin siinäkin edellytetään ympäristöviranomaisen hyväksyntää ilmoituksen mukaiselle menettelylle ennen toimenpiteitä.

Suomessa jätteiden hyötykäytössä ollaan vielä kaukana 70 % tavoitteesta. Vaikka rakennusjätteiden hyötykäytettävyyden pitäisi olla helpompaa kuin yhdyskuntajätteen, jää rakennusjätteistäänkin yli puolet hyödyntämättä.

8.3. Hinnoittelupolitiikka

Jätteen käsittelystä perittävistä maksuista säädetään jätelain 5 luvussa. Lain 28 §:n 2 momentissa määrätään kunnan jätemaksuista seuraavasti:

"Jätteen käsittelystä on kannettava jätemaksu, jolla katetaan vähintään käsittelypaikkojen perustamisesta, käytöstä, käytöstä poistamisesta ja jälkihoidosta aiheutuvat kustannukset."

Tämän lisäksi kunnat kattavat yleisesti jätteenkäsittelymaksuistaan mm. jäteneuvonnan kustannukset. Yleensä ne ostetaan alueellisesta jätehuoltoyritykseltä. Yksityisten jätehuoltolaitosten talous pyörii liiketaloudelliselta pohjalta.

Valtio ei ohjaa jätemaksuja, vaikka nämä kysymykset liittyvätkin läheisesti jättopolitiikan kehittämiseen. Asiakkaiden valitukset käsitellään ensin kunnassa ja sitten valitusviranomaisessa.

Nykyaikaiset jätteiden käsittelyprosessit edellyttävät kalliita investointeja. On odotettavissa, että jätteiden käsittelyn kehittyessä ja eri fraktioiden puhtausvaatimuksen kasvaessa laite- ja käsittelykustannukset nousevat edelleen. Tästä taas seuraa, että jätteiden tuottajat pyrkivät vähentämään jätemääriä ja huolehtimaan lajittelusta niin, että kalliiden lajikkeiden määrät saadaan pienemmäksi. Kalliita käsittelylaitoksia ei kannata rakentaa pieniin kuntiin ja kuntayhteisöihin. Tämä taas johtaa yhä suurempien jätehuoltoalueiden muodostumiseen, piteneviin kuljetusmatkoihin ja edelleen maksujen korotustarpeeseen.

Hyvänä esimerkkinä pitkälle teknologistetusta jätteiden käsittelystä on Loimi-Hämeen Jätehuolto Oy:n Kiimassuon jätekeskus Forssassa. Yhtiön toimialueella on 116.000 asukasta, jätekertymä 145.000 ton, josta yhdyskuntajätettä 50.000 ton. Suoritetut investoinnit ovat 14,5 M€, mikä vastaa 2 v 3kk liikevaihtoa. Yhdyskuntajätteiden keskimääräinen kuljetusmatka on n. 30 km ja pisimmät kuljetusmatkat n. 70 km. Jos yhden jätekuorman paino on keskimäärin 4.000 kg, kertyy yhdyskuntajätteen kuljetuksista vuosittain 12.500 kuormaa ja yhteensä 750.000 ajokilometriä.

8.4 Kustannusten säästäminen kestopuottirakenteilla

Rakennusmateriaalien hyötykäytön edistämiseen liittyy usein myös sekä raaka-aine- että työkustannusten säästö, mitä ei aina ole oivallettu. Suurissa betonivaluissa on kestopuottirakenteilla kyetty vähentämään merkittävästi tarvittavan muottilaudoituksen määrää. Esimerkiksi siltapilareiden ja siltaholvien valuissa muottivanerista tai lasikuitulaminaatista tehtyjä muotteja voidaan käyttää lukuisia kertoja ja näin säästää myös työkustannuksissa. Samoja menetelmiä voidaan soveltaa myös talonrakentamisessa, vaikkakin rajoitetummin.

8.5 Asenteiden muuttuminen

Asenteet muuttuvat hitaasti, mutta niiden muuttuminen ympäristömyönteisemmäksi on helppo havaita kun tarkastellaan suhtautumista ympäristönsuojeluun 20 – 40 –vuoden aikana. Vielä 1970-luvulla vietiin jätteitä melko yleisesti maastossa oleviin syvennyksiin ilman minkäänlaista huolta mahdollisesta maaperän saastumisesta. Ruotsin autolautoilta purettiin saniteettijätteiden lisäksi mm. pakkaukset mereen. 2000-luvulla varustamo voi joutua matkustajien boikotin kohteeksi piittaamattomuudestaan ympäristöä kohtaan vaikka lakia ei olisi rikottukaan.

Arvot ja asenteet ovat henkilökohtaisia, eikä niiden muutoksiin voida vaikuttaa pakkokeinoin. Vaikka suomalaiset ovat yleensä lainkuuliaisia, ei asenteisiin pystytä lyhyellä aikajänteellä vaikuttamaan edes lainsäädännöllä. Jos laki poikkeaa liiaksi omista arvoista, tällainen laki johtaa lain kunnioituksen heikkenemiseen. Ainoa tehokas keino ympäristöasenteiden muokkaamiseen on kansalaisten ja päätöksentekijöiden yleisen ympäristötietoisuuden lisääminen.

9 Esimerkkejä uudisrakentamisen jätehallinnasta

9.1 Esimerkki Skanskan tyypillisestä rakennuskohteesta

Skanska Oy:llä on luotu ja ylläpidetty jätemäärien seurantaan vuodesta 1997 alkaen. Uudisrakentamisessa tavoitteeksi asetettiin 4 kg/ rm³. Vuonna 2002 luotiin rakennustyyppikohtaiset tavoitteet, koska yhteinen tavoite ei ollut saavutettavissa kaikissa rakennuskohteissa. Seuraavassa taulukossa on jätemäärätiedot 19 rivitalokohteesta, jotka valmistuivat v. 2004.

Energiajäte	0,12 kg/rm ³
Kiviaines	0,16
Metalli	0,07
Puu	3,26
Pahvi	0,01
Parakkijäte	0,04
Sekalainen rakennusjäte	5,13
Yhteensä	8,79

Jätteiden hallinnasta, määrätietojen keruusta ja raportoinnista on vastannut ko. työmaan vastaava rakennusmestari. Hän on myös päättänyt, mille lajikkeille on järjestetty erilliskeräys sen mukaan, miten merkittäviä määriä ko. jätettä muodostuu. Tästä syystä esim. pahvin ja metallin määrät ovat vähäisiä.

Skanskan ympäristöpäällikkö Kaisa Kekin mukaan suurin osa sekalaisesta rakennusjätteestä on energiajakeeseen sopivaa. Energiajätteen osuus onkin v. 2005 tilastoissa korkeampi, mikä kertoo syntypaikkalajittelun kehittymisestä.

Lähde: Skanska Oy, Kaisa Kekki

9.2 Pientalorakennustyömaan jätehallinta, Jauhokuja 1, Klaukkala

9.2.1 Rakennuskuvaus

Paritalo, 2 x 4h + k + s, rakennusajankohta 4/2000 – 6/2001

rakennustilavuus 1.840 m³

Kerrosala 304 m²

Asuinpinta-ala 292 m²,

Rakennus on teräspaaluperusteinen, kaksikerroksinen, lattiapinta-ala yht. 524 m².

Alakerran seinät on tehty uretaanieristeisillä Leca-harkoilla, asuinkerroksessa mineraalivilla.

Yläpohjissa selluvilla / mineraalivilla. Välipohja ontelolaatoilla.

Ulkoseinissä tiili / lautavuoraus.

Talo on varustettu maalämmöllä. Energian kulutus n. 19.000 kWh/v, jossa on mukana taloussähkö.

9.2.2 Rakennusmateriaalit / jätteet

Tässä laskelmassa ei ole mukana täytesoraa, kivimursketta eikä muitakaan maa-aineksia.

Eri laatuista kivimursketta, soraa ja hiekkaa käytettiin yhteensä 1.523 ton, mutta ne eivät ole mukana seuraavissa laskelmissa, eikä myöskään pihakiveys, johon käytettiin n. 50 ton kiveä ja hiekkaa 15 ton.

	Materiaalin käyttö / kg	Jätteet / kg
Mineraaliaineet	996.000	4.800
Puu	27.950	3.750
Kalusteosat, puu	620	
Metalli	15.100	260
Metallikalusteet	650	-
Sähkö- ja elektroniikka	3.300	40
Muovi	8.150	270
Maalit, suojalakat	460	20
Sekajäte	-	1.000
Yht. n.	1.054.000 kg	10.140 kg eli n. 1 %

9.2.3 Jätteen käsittely ja hyötykäyttö

Mineraali 4.800 kg:

Kipsilevy 1.300 kg, viety jäteasemalle

Betoni, laastit 1.600 kg, josta n. 800 kg valettiin pihalaatoiksi. N. 800 kg on sekoittunut erilaisina roiskeina ja paloina tai saostunut huuhteluvesistä pihan kantavaan rakenteeseen.

Harkot 500 kg, käytetty puutarhan porrasaskelmiksi, osa on vielä varastossa.

Kaakelit 80 kg, josta merkittävä osa otettu vähitellen hyötykäyttöön

Puu 3.750 kg:

Jätepuu 3.720 kg, pilkottu polttopuiksi omaan käyttöön

Painekyllästetty 30 kg, puutavari liikkeen keräyspisteeseen

Metalli 260 kg:

Betonirautoja, putken paloja ym. toimitettu toiselle työmaalle tai paikalliseen metalliyritykseen n. 160 kg. Jäteasemalle toimitettu metalli, n. 100 kg, lähinnä kattopellin paloja.

Muovi 270 kg:

PVC-muovia on toimitettu kaatopaikalle n. 30 kg. N. 40 kg yli jääneitä sähköasennusputkia on toimitettu toiselle työmaalle. N. 40 kg lattialämmitys- vesijohto- ym. putkia on varastossa mahdollista hyötykäyttöä varten, n. 160 kg on toimitettu energiajätekeräykseen, tästä suurin osa styroxpaloja ja pakkausmuovia.

Maali 20 kg:

Sisäseinien tasoitus- ja maalaustyö urakoitu ulkopuoliselle. Siltä osin mukana on ainoastaan siivousjäte.

Sekajäte 100 kg:

Syntypaikkalajittelun ansiosta sekajätteen määrä on poikkeuksellisen pieni. Pääosa sekajätteestä oli siivousjätettä.

9.2.4 Arviointia

Materiaalimäärät on pääosin laskettu tilavuuden perusteella, koska painoa ei yleensä ollut toimitusasiakirjoissa ilmoitettu. Myös jätemäärät ovat pääosin arvioperusteisia.

Sovellettuja toimintamalleja materiaalin hyötykäyttöön liittyen:

- materiaalitovelaskelmat tehtiin tarkasti
- materiaalin hankinta ajoitettiin työmaan kokonaisuakatauluun
- mikäli oli tiedossa, että samaa tavaraa on myöhemmin saatavissa, materiaali hankittiin niin, että pienellä täydennyserällä välttyttiin ylijäämästä
- puutavara lajiteltiin mahdollisuuksien mukaan pituusjärjestykseen niin, että timpurin oli helppo valikoida materiaalia tarpeen mukaan
- kuivalaastit suojattiin kosteudelta
- työn suunnittelua ja materiaalitovelaskelmaa tarkistuksia tehtiin työmaalla päivittäin
- kaikki kierrätykseen kelpaavat vaihtolavat palautettiin toimittajille
- yli jääneet käyttökelpoiset materiaalit toimitettiin pääosin toiselle työmaalle
- osa pakkausten suojakalvoista käytettiin rakennuksen ulkopuolisina kosteuseristeinä

Työmaalla ei yleensä ollut isoa jätelavaa, vaan jätteet kerättiin lajeittain niille varatuille paikoille ja vietiin pois vasta sitten, kun oltiin varmoja, että mukana ei ole hyötykäyttöön kelpavaa materiaalia.

Lähde: Konsem Oy, Esa Mäkelä

10 Hyötykäyttönäkökohtia rakennuksen suunnittelun ja käytön kannalta

10.1 Rakennuksen käyttöikä

Ehkä tärkein rakennusmateriaalien hyötykäyttöön vaikuttava tekijä on rakennuksen käyttöikä. Onnistuneen kaavoituksen lisäksi käyttöikään voidaan vaikuttaa suunnittelemalla rakennus niin, että se soveltuu hyvin erilaisiin käyttötilanteisiin ja pyritään välttämään muoti-ilmiöitä seuraavia ratkaisuja.

Vaikka teknologisen kehityksen myötä on tullut aiempaa kestävämpiä rakennusmateriaaleja ja myös pintojen suojausmenetelmät ovat kehittyneet, rakennusten elinikä ei ole pidentynyt. Perinteisillä menetelmillä käsitelty puu voi kestää suomalaisessa ilmastossa jopa satoja vuosia, edellyttäen, että rakenteet on suunniteltu oikein. Jos kosteus voi päästä rakenteiden väliin, esimerkiksi ikkunan puitteet voivat lahota jo 20 - 30 vuodessa.

Myös betoni, kalkkihiekka- ja savitiili voivat kestää vuosisatoja.

Rakennuksen käyttöikään ja toimivuuteen vaikuttaa suunnittelun ohella myös rakentamisen laatu. Eri tahoilta saatujen tietojen ja myös julkisuudessa käsiteltyjen tapausten perusteella voidaan päätellä, että laatukulttuuri suomalaisessa rakentamisessa on merkittävästi alhaisemmalla tasolla kuin esimerkiksi metalli- ja elektroniikkateollisuudessa. Tutustuminen eräisiin saksalaisiin rakennuskohteisiin tämän selvityksen teon aikana vahvistaa käsitystä suomalaisen rakentamisen laadun parantamistarpeesta.

Suomessa merkittävä osa rakennuksen korjaustarpeista aiheutuu rakentamisen aikana tehdyistä virheistä. Virheillä voi olla vaikutusta myös rakennuksen käyttöarvoon ja käyttöikään. Tiukentunut rakennusvalvontakaan ei kykene merkittävästi parantamaan rakentamisen laatua jos rakennusliikkeissä ei tapahdu asenteellista muutosta.

10.2 Uudelleen rakennettavuus

Lähes kaikki rakennukset suunnitellaan kiinteiksi rakenteiksi siten, että niiden purkamista ei ole suunnittelu- ja rakennusvaiheessa huomioitu lainkaan. Välinpitämättömyys rakennuksen purettavuudesta johtuneeksi osaksi siitä, että purkamistyön odotetaan jäävän seuraavien sukupolvien ratkaistavaksi. Aiempien sukupolvien asunnoista merkittävää purkuongelmaa ei ole yleensä ollutkaan. Puurakenteiset talot ovat useissa tapauksissa hoitamattomina maatuoneet ja muuratut rakenteet rapautuneet muutamassa kymmenessä vuodessa lähes kokonaan.

Viime aikoina on ainakin USA:ssa ja Japanissa tehty selvityksiä ja testejä rakennuksilla, jotka on suunniteltu purettaviksi.

Japanissa rakennettiin v. 1980 150m² koetalo, joka purettiin 20 v. käytön jälkeen v. 2000. Rakentamisessa käytettiin lukuisia teknisiä ratkaisuja, jotka tekivät mahdolliseksi rakennuksen purkamisen rakenteista rikkomatta. Esimerkiksi rakenteiden yhteen liittämässä käytettiin rautanauvoja, joissa oli toinen, naulan ulos vetämiseen tarvittava kanta. Talo purettiin niin, että käytännöllisesti katsoen kaikki materiaali, mukaan lukien rakennuksen perustus, saatiin ehjänä uudelleen käytettäväksi.

Purkamisvaiheet:

- (1) Ikkunoiden irrotus käsityönä
- (2) Liittimien irrotus käsityönä
- (3) Tapettien ja seinien kipsilevyjen irrotus käsityönä
- (4) Kattorakenteiden purkaminen käsityönä
- (5) Eristemateriaalien irrotus käsityönä
- (6) Teräksisten rakenneosien purku käsityönä
- (7) Runkorakenteen purkaminen koneellisesti
- (8) Perustuksen purkaminen koneellisesti

Lähde: Shiro Nakajima ym.: Design for easy deconstruct and easy to recycle Wooden Building (www.cce.ufl.edu/pdf/Paper%2028.doc)

10.3 Rakennusvirheet

Ehkä merkittävin pientalojen korjaustarvetta lisännyt ja käyttöikä lyhentänyt seikka on rakenteisiin pesiytyvä home. Se saattaa edetä piilevänä hyvinkin pitkälle ja kun se lopulta paljastuu, tuhot voivat olla jo merkittävät.

Suomessa on 100.000 homevaurioista omakotitaloa, joista vaikeita tapauksia on noin 1.000. (Riitta Astikainen, Helsingin Sanomat 27.11.2005). Talot homehtuvat eri syistä. Alan kirjallisuudesta löytyy yli 160 tapaa talon homehtumiselle. Yleinen syy on, että vesi pääsee talon alapohjaan joko piilevän putkivuodon takia tai suoraan kosteasta maaperästä.

Kosteiden tilojen vesieristyksissä on usein tehty työvirheitä tai sitten vesieristeisiin on tullut vaurioita, joiden kautta kosteus pääsee eristeen takana oleviin rakenteisiin. Uusi talo voi homehtua siksi, että pintamateriaalit on asennettu ennen kuin alla olevasta betonista ja tiilestä kosteus on ehtinyt haihtua. Uuden talon homehtumisen syynä on usein myös se, että mineraalivilla tai muut materiaalit ovat päässeet rakentamisen aikana kostumaan.

Sisärakenteet voivat homehtua myös siksi, että huonekosteus on korkea, tuuletus on heikko ja sisäpinnoissa on kylmiä kohtia, joihin huonekosteus kondensoituu.

1970-luvulla muoti-ilmiöksi muodostunut pientalojen tasakatto osoittautui suomalaisiin olosuhteisiin sopimattomaksi.

Elementtirakentamisen yleistyessä 1970 –luvulla myös betonin materiaalitekniikka kehittyi. Erilaisten lisäainekemikaalien käytön yleistyessä lisääntyivät myös virheet. Monissa elementtitaloissa ulkovuorauselementit ovat pahoin rapautuneet jo 20 – 30 vuoden kuluttua talon valmistumisesta. Yksi syy on siinä, että halutun mikrohuokoisuuden asemesta betoniin on muodostunut makrohuokoisia. Elementin sisään imeytynyt kosteus saattaa muodostaa makrohuokosten sisään pieniä vesirakkuloita, jotka jäätyessään aiheuttavat betoniin mikroskooppisia murtumia, jotka vuosien mittaan laajenevat ja aiheuttavat lopulta materiaalin rapautumista.

Rakennuksiin asennettavat kiinteistötekniiset laitteet ovat yleensä paljon lyhytikäisempiä kuin itse rakennus. Siksi ne pitäisi suunnitella ja asentaa siten, että ne voidaan myös purkaa ja korvata uusilla laitteilla ilman rakennuksen purkamista. Useiden laitteiden suunnittelussa ei ole pyrittykään pitkään käyttöikään vaan pikemminkin ajatellaan, että laitteet vaihdetaan jopa vain muutaman vuoden kuluttua uudempaan tekniikkaan.

11. Rakennusjätteiden käsittelylogistiikka

11.1 Käsittelymallit

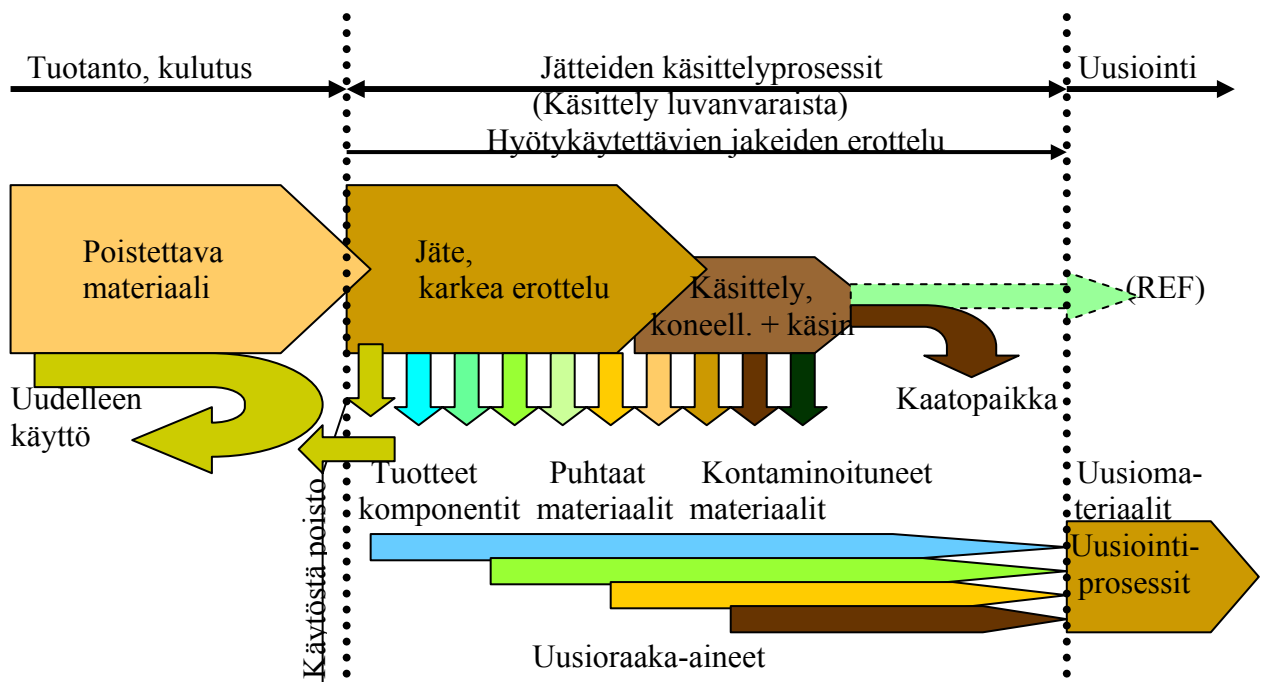
Ympäristönsuojelun kehittämiseksi jätehallinnossa on valittavissa kaksi keskeistä kehittämisperiaatetta, joilla kummallakin on vahvat kannattajaryhmänsä:

- Jätteiden syntypaikkalajittelu, jätemäärien vähentäminen ja lopulta jätteiden tuottamisen lopettaminen
- Jätteiden käsittelyteknologian kehittäminen ja jätteiden hyötykäytön edistäminen

Koska kuluttaminen ja siihen liittyvä jätteiden muodostuminen on oleellinen osa nykyistä tuottamiseen ja kuluttamiseen perustuvaa teollista kulttuuria, ei jätemäärien oleellista vähentämistä voida pitää reaalisenä edes vuosikymmenessä, puhumattakaan mistään yht'äkkäisistä muutoksista, niin toivottavaa kuin se ympäristönäkökohtien kannalta olisikin. Vaikka jätemääriä onnistuttaisiin vähentämään, on käsittelytekniikoita joka tapauksessa kehitettävä ympäristökuormituksen vähentämiseksi.

Jätteen käsittelyn tarkoitus:

1. Eri lajikkeiden prosessointi erottelun ja jatko-prosessoinnin kannalta edulliseen muotoon
2. Ympäristölle haitallisten lajikkeiden erottaminen
3. Eri lajikkeiden erottaminen tavoitteena optimaalinen hyötykäytettävyys
4. Hyötykäyttöön kelpaamattomien lajikkeiden loppusijoittaminen



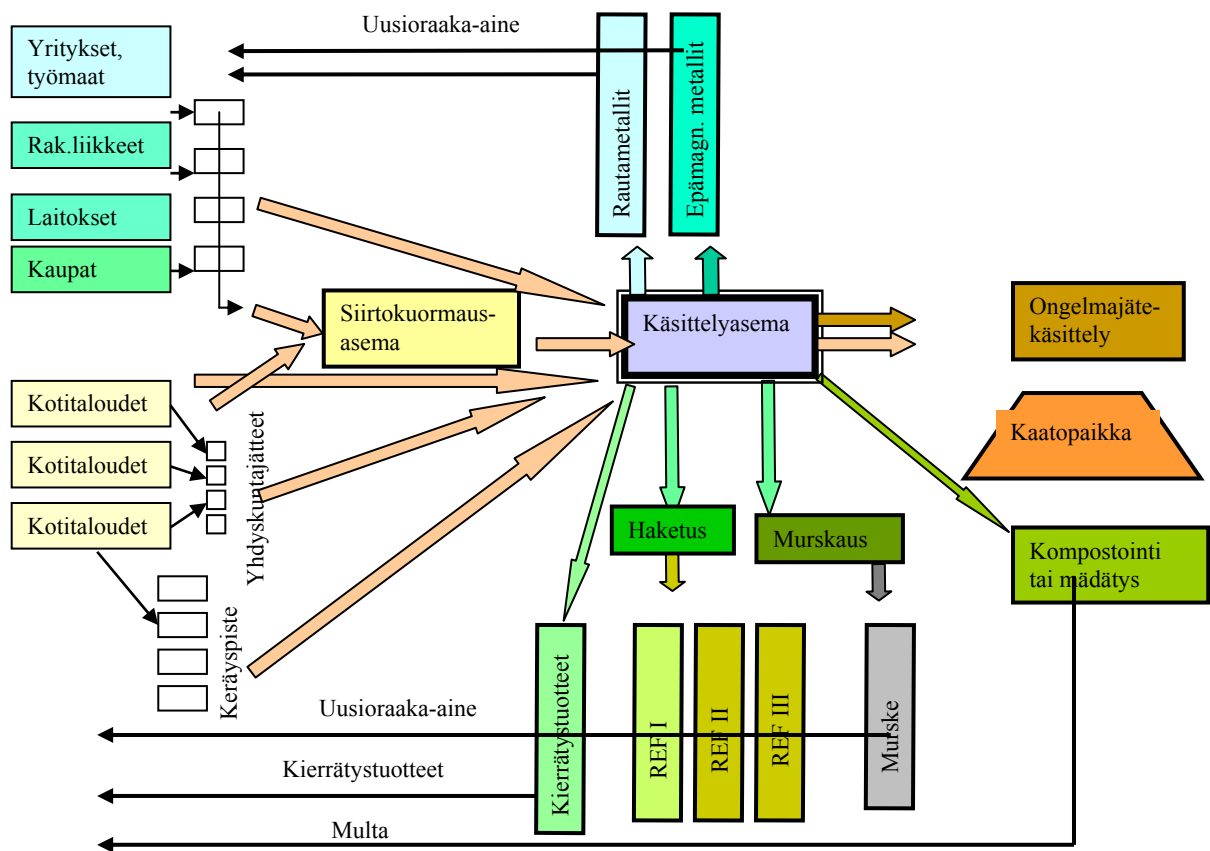
Kuva: Jätteiden käsittelyprosessien materiaalivirrat

Rakennustyömaalla ylimääräiseksi jääneen materiaalin käyttövaihtoehdot:

1. Palauttaminen kauppaan
2. Toimittaminen toiselle työmaalle
3. Toimittaminen kierrätyskeskukseen
4. Kuljetus pois työmaalta jätteenä

11.2 Rakennusjätteen kuljetus- ja käsittelylogistiikka

Rakennusjätteiden käsittely liittyy osana kokonaisvaltaiseen jätteiden kuljetus- ja käsittelylogistiikkaan seuraavan kaavion mukaisesti.



Jätteiden käsittelylogistiikka

Yllä olevassa kaaviossa esitettyjen lisäksi on olemassa joitakin poikkeavia materiaalivirtoja ja toimintoja, esimerkiksi tuottajavastuun piirissä olevat jäteryhmät, joiden käsittelyä ei kaaviossa ole kuvattu.

Suuri osa eri jätelajikkeista kuljetetaan syntypaikoilta ja keräyspisteistä eri toimijoiden taholta suoraan ko. lajikkeelle tarkoitettuun käsittelyyn. Tällaisia lajikkeita ovat ensinnäkin tuottajavastuun piiriin kuuluvat lajikkeet sekä suuri osa sellaisista lajikkeista, joilla on selkeä hyötykäyttöarvo, kuten metallit ja puutavara. Silti suuri osa jäteasemille tuotavista jätteistä on niin lajiteltua tai muuten homogeenista, että se kelpaa sinänsä hyötykäyttöön tai siitä on helposti eroteltavissa joko kahmarilla tai käsin hyötykäyttöön soveltuvia lajikkeita, esim. metallia, puuta ja muovia.

Merkittävä osa jäteasemille tuotavasta sekajätteestä on niin pienijakeista, että sen manuaalinen käsittely ei ole ainakaan liiketaloudellisin perustein järkevää. Nykyaikaisilla jätteenkäsittelylaitteilla kyetään tällainenkin jäte käsittelemään ja eri jakeet erottamaan varsin tehokkaasti. Koska sekajätteen käsittelylaitteet ovat suhteellisen kalliita, nykyaikaisen jätteenkäsittelylaitoksen rakentaminen edellyttää suurta volyymia. On ilmeistä, että ainakaan alle 100.000 asukkaan tuottamille jätemäärille tällaisen käsittelylinjan rakentaminen ei vielä kannata.

Jo aiemmin on todettu, että kaatopaikkojen määrä vähenee ja jätteiden käsittely tulee keskittymään yhä suurempiin yksiköihin. Tämä johtaa väistämättä kuljetusmatkojen kasvuun. Myös syntypaikkalajittelu lisää kuljetustarvetta, koska jätteiden lajikohtaista kuljetusta ei kyetä kaikissa vaiheissa järjestämään yhtä hyvällä kuormausasteella kuin esimerkiksi pelkän sekajätteen käsittelyssä. Rakennusjätteiden osalta kuljetuskustannukset vaihtelevat merkittävästi riippuen työmaan sijainnista, muodostuvista lajikkeista ja niiden määristä sekä jätehuollon organisoinnista ja syntypaikkalajittelusta. Yleissääntönä voidaan pitää, että rakennusjätteiden aiheuttamista kustannuksista kuljetusten osuus on n. 50 %.

11.3 Rakennusjätteen kuljetus- ja käsittelytapojen arviointia

Uudenmaan liiton ja EKES-kuntayhtymän alueelta muodostuu rakennusten purku- ja korjausjätettä yhteensä n. 400.000 ton, josta mineraali- että puuperäistä kumpaakin on n. 150.000 ton/v.

Rakennusten purku- ja saneeraustyössä purettava materiaali koetaan varsinaisen työn kannalta lisärasitteeksi ja siitä pyritään pääsemään mahdollisimman vähällä vaivalla eroon. Useimmissa purku- ja saneerauskohteissa kaikki jäte lastataan lajittelemattomana jätelavoille. Jätelaki kieltää sijoittamasta käsittelemätöntä jätettä kaatopaikalle. Siksi hyötykäytettävien jakeiden erottaminen on tehtävä käsittelyasemalla. Mikäli em. jätemäärä toimitettaisiin YTV:n jäteasemille lajittelemattomana, olisivat vastaanottomaksut v. 2005 hinnaston mukaan n. 158 €/ton + kuormakohtainen maksu eli yhteensä n. 65 m€. Järkevällä syntypaikkalajittelulla jätekustannukset on alennettavissa 50 – 80 % muodostuvasta jätteestä ja lajijakautumasta riippuen. Valveutuneimmat purku- ja saneerausyritykset ovat ryhtyneet lajittelemaan jätteitä syntypaikalla kustannusten alentamiseksi ja osaksi myös haitallisten ympäristövaikutusten alentamiseksi.

Kokemusten pohjalta onnistunut jätteiden syntypaikkalajittelu asettaa rakennustyökohteelle seuraavat vaatimukset, joita voidaan soveltaa myös purku- ja korjausrakentamisessa:

1. Työkohteessa on oltava riittävästi tilaa eri jätelajikkeita varten tarvittavien jätelavojen sijoittamiseksi
2. Kullekin jätelajikkeelle on erillinen selkeästi merkitty lava tai lavan lokero
3. Lavojen tyhjennyksestä huolehditaan viimeistään heti niiden täyttyessä
4. Koko työkohteen henkilöstö perehdytetään erottamaan eri jätemateriaalit toisistaan riittäväällä tarkkuudella
5. Työmaa pidetään siistinä ja jätteiden keruusta lavoille huolehditaan viipymättä
6. Työmaan mestari valvoo jätteiden käsittelyä ja puuttuu mahdollisiin lajitteluvirheisiin
7. Jätekustannuksille ja eri jätelajikkeiden kertymiselle asetetaan tavoitteet ja henkilöstö pidetään tietoisena kertymistä

Syntypaikkalajittelu edellyttää, että työmaan koko henkilöstö on koulutettu ko. järjestelmään ja on sitoutunut sovittujen menettelyjen noudattamiseen. Kohteesta ja lajittelun tarkkuudesta riippuen lavoja on oltava yleensä 4 – 7 kpl. Koska joitakin lajikkeita tulee suhteellisen vähän, eräät jätehuoltoyritykset ovat hankkineet sellaisia jätelavoja, joissa on usealle eri lajikkeelle erilliset lokerot.

11.4 Materiaalia säästävä purku

Lähes kaikki koneellisesti purettava materiaali murskaantuu purkamisvaiheessa purkukoneen kahmarin tai kauhauksen leukojen puristuksessa niin, ettei se enää kelpaa samassa muodossa uudelleen käytettäväksi. Siksi uudelleen käyttöön tarkoitettu materiaali tulisi purkaa käsin niin, että koneita käytetään lähinnä vain nostoissa ja siirroissa.

Vanhoissa rakennuksissa on yleensä sellaisia vaurioita, joiden johdosta osa materiaalista on joko murtumien, lahoamisen tai homeen takia käyttökelvotonta. Materiaalin alustava tarkastus tulisi tehdä jo purkutyön yhteydessä ja erottaa uudelleenkäyttökelpoinen ja kunnostuskelpoinen materiaali jätteestä erilleen.

On odotettavissa, että materiaalia säästävän purkamisen yleistyessä aletaan vähitellen Suomessakin kiinnittää huomiota sellaisten rakennustapojen kehittämiseen, että materiaalia säästävä purkutyö helpottuu. Rakennusten suunnittelua purettavuuden kannalta on käsitelty kohdassa 10.2.

11.5 Hyötykäytön liiketoimintamallien tunnistaminen

Rakennusmateriaalin hyötykäytön edistämiseen on tässä selvitystyössä tunnistettu seuraavia liiketoimintamalleja:

1. Rakennuksen suunnittelu pitkäikäiseksi
2. Laskentatekniikan soveltaminen ja rakenteiden keventäminen
3. Tietokoneavusteisen suunnittelun hyödyntäminen
 - tietokoneavusteisuus tarvelaskennassa
 - tietokoneavusteisuus materiaalien käsittelyssä
4. Ylijäämä- ja purkumateriaalin kierrätys
 - kierrätyskeskusliiketoiminta (kierrätysverstaat, kirpputorit)
 - materiaalien puhdistus- ja käsittely (puutavara, tiilet, rakenneosat)
 - kolmannen sektorin työllistäminen
 - sähköisen kaupankäynnin soveltaminen
5. Rakennusjätteiden lajittelu
 - syntypaikkalajittelu
 - manuaalisesti ohjatut lajitteluprosessit
 - automaattiset käsittelyprosessit
6. Mineraalisten rakennusjätteiden prosessointi uusiomateriaaleiksi
 - betonimurske
 - tiilimurske
 - kipsi
 - lasi
 - metallit
7. Puumateriaalisten rakennusjätteiden prosessointi uusiomateriaaleiksi
 - lastulevy

- muut käyttökohteet (tallit, eläinsuojat, maanparannus)
 - kierrätyspolttoaineet (REF I...III, pelletointi, briketointi)
8. Muovisten rakennusjätteiden prosessointi uusiomateriaaleiksi
 - uusiomuovituotteet
 - materiaalin prosessointi uusiomuoviksi
 - kierrätyspolttoaine
 9. Metallisten rakennusjätteiden prosessointi uusiomateriaaliksi
 - lajittelu ja hyötykäyttö
 10. Rakennuskoneiden ja –laitteiden kierrätys

12. Rakennusmateriaalien kierrätys liiketoimintana

12.1 Kierrätysliiketoiminnan kehittyminen Suomessa

Vanhan tavaran kaupalla on jo pitkät perinteet ainakin antiikitavaroiden ja kirjojen osalta. Käytettyjen vaatteiden kauppa alkoi Suomessa yleistyä vasta 1980 –luvulla kun ihmisten vaatekaapit alkoivat täyttyä hyväkuntoisista vaatteista. Kirpputorien tuotevalikoima monipuolistui nopeasti. Huonekalujen ohella kierrätyskeskuksissa alettiin myydä myös rakennustarvikkeita.

1960-luvulle asti rakennusten purkaminen tehtiin käsityönä. Purkutyö pyrittiin suorittamaan materiaalia vaurioittamatta. Elementit, laitteet ja myös suuri osa puutavarasta saatiin niin ehjänä, että se voitiin käyttää uudelleen, lähinnä uusien rakennusten runko- ja alusrakenteissa. Rakennusten koneellinen purku yleistyi 1960-luvulla. Se aiheuttaa materiaalien murskautumista siinä määrin, että vain pieni osa puretusta rakennusmateriaalista soveltuu kierrätykseen. Purkutyö on yleensä myös urakoitu ja aikataulutettu niin, että materiaalin vaurioitumista säästävä käsin purkutyö ei yleensä ole edes mahdollista.

Koneellinen purkaminen aloitetaan yleensä niin, että vain irtaimisto on kiinteistöstä viety pois. Tällöin tuhotaan käyttökelvottomaksi myös sellaiset rakenneosat ja materiaalit, joilla olisi merkittävää käyttöarvoa.

Lainsäädäntö, muuttuvat rakennusnormit, materiaalit ja myös ihmisten asenteet rajoittavat merkittävästi kierrätysmateriaalin käyttöä sellaisissakin kohteissa, joissa se muuten olisi mahdollista. Siksi kierrätetyn rakennusmateriaalin käyttö painottuu lähinnä yksityiseen korjausrakentamiseen. Merkittävä este on myös kysynnän ja tarjonnan kohtaamattomuus. Asiakkaat eivät osaa kysyä tarvitsemaansa tavaraa oikeasta paikasta tai sopiva tavara ei ole tarjolla oikea-aikaisesti.

12.2 Rakennusmateriaalin kierrätyksen kehittämisedellytykset

Uudelleen käytöllä tarkoitetaan käytöstä poistetun materiaalin ohjaamista uudelleen käyttöön ilman materiaalin prosessointia uuteen muotoon.

Vanhan tavaran kauppaa on Euroopassa käyty jo pitkään. Käytettyjen investointituotteiden kaupalla on myös meillä Suomessa jo pitkät perinteet. Sen sijaan käytöstä poistettujen kulutustuotteiden kaupankäyntiä monet yhä vierastavat. Käytettyjen vaatteiden kauppa alkoi

Suomessa yleistyä vasta 1980 –luvulla kun kotien säilytystilat alkoivat täyttyä hyväkuntoisista vaatteista. Kirpputorien tuotevalikoima monipuolistui nopeasti. Monilla kirpputoreilla ja kierrätyskeskuksissa on muun tavaran ohella alettu myydä myös rakennustarvikkeita. Viime vuosina on syntynyt muutamia joko pelkästään tai ensisijaisesti rakennustavaraan erikoistunutta kierrätysmyymälää.

Kierrätykseen ohjautuva rakennusmateriaali tulee lähinnä purettavista rakennuksista. Purettavista rakennuksista muodostuva jätemäärä Suomessa on yhteensä n. 500.000 – 600.000 ton. Uudelleen käytettävän rakennusmateriaalin määrästä ei ole saatavissa tutkittua tietoa. Siitä uudelleen käytettäväksi materiaalia prosessoimatta voidaan arvioida kelpaavan 40.000 – 80.000 ton purkutavasta riippuen. Rakennuskohtaisesti uudelleen käyttöön kelpavaa materiaalia on 2 – 80 % rakennuksen kunnosta, rakennustavasta ja materiaalista riippuen. Purkutyon toteutustavan ja kierrätyskeskusten toimintavolyymin perusteella voidaan päätellä, että rakennusten purkumateriaalista käytetään materiaalina uudelleen noin 2 % eli 10.000 ton/v, pääosa ns. hartiapankkirakentajien ja pienten rakennusliikkeiden toimesta. Kierrätyskeskusten ja kirpputorien osuus käytetyn rakennusmateriaalin kaupasta lienee vain n. 2.000 – 4.000 ton/v.

Rakennusten koneellinen purku yleistyi 1960-luvulla. Siinä materiaali murskautuu, eikä kelpaa enää samassa muodossa uudelleen käytettäväksi ehkä joitakin järeitä rakenneosia lukuun ottamatta. Ennen purkutyon aloittamista tulisi suorittaa katselmus, jossa määritetään hyötykäyttöön ohjattavat rakenneosat ja elementit, hyötykäyttömuoto sekä vaatimukset purkamismenetelmille niin, että ko. osien uudelleenkäyttöarvo ei suunniteltuun hyötykäyttöön ei kohtuuttomasti heikkene.

Purkutyömaalla jätteiden tarkka syntypaikkalajittelu ei useinkaan ole mahdollista ensinnäkään siksi, että järeillä koneilla ja kahmareilla materiaalia ei kyetä purkupaikoilla tarkasti lajittelemaan. Työmaalla ei myöskään ole yleensä tilaa useiden eri jätelajikkeiden kuljetuslavoille.

Uudisrakentamisessa purkumateriaalia ei voida käyttää juuri lainkaan, ellei sen käyttöä ole jo piirustusten laadinnassa ja mitoituksessa huomioitu. Käytetty materiaali ei aina täytä myöskään nykyaikaisten rakennusmääräysten vaatimuksia. Niinpä kierrätysmateriaalin käyttö rajoittuukin lähinnä korjausrakentamiseen.

Asenteet ja lainsäädäntö rajoittavat kierrätysmateriaalin käyttöä sellaisissakin kohteissa, joissa se muuten olisi mahdollista. Uudisrakentamisessa kierrätettyä rakennusmateriaalia käytetään lähinnä vain valumuoteissa ja niiden tukirakenteissa sekä työmaan aikaisissa rakenteissa.

Merkittävä este on myös kysynnän ja tarjonnan kohtaamattomuus. Asiakkaat eivät osaa kysyä tarvitsemaansa tavaraa oikeasta paikasta tai sopiva tavara ei ole tarjolla oikea-aikaisesti.

Kierrätettävän rakennusmateriaalin kokonaismarkkinat Suomessa ovat arviolta 20 – 40 m €, mistä Uudenmaan ja EKES-kuntayhtymän alueen osuus on n. ¼ eli 5 – 10 m€. Suuri osa kiertoon menevästä materiaalista ei kuitenkaan kirjaudu minnekään, koska muuten jätteenksi luokiteltavana se viedään purkukohteesta muualla hyödynnettäväksi ja pienennetään samalla purkamisesta vastaavan jätelaskua.

Jäljempänä on esitetty toimenpiteitä, joilla kierrätyksen markkinapotentiaalia on mahdollista kasvattaa ainakin viisinkertaiseksi.

Suomessa on arviolta 100 toimipistettä, jotka kierrättävät rakennusmateriaalia uudelleen käytettäväksi. Ne poikkeavat toisistaan toimintaperiaatteiltaan ja tavoitteiltaan. Osa näistä ns. kierrätyskeskuksista toimii liiketalousperiaatteella. Useimpien päätavoitteena on kuitenkin pitkäaikaisten työttömien työllistäminen ja kuntouttaminen.

Esimerkkejä parhaiten uudelleen käytettäväksi soveltuvista tuoteryhmistä:

- hyväkuntoiset kiintokalusteet
- arvokiinteistöjen kalusteet, esimerkiksi kaakeliuunit, ikkunat ja ovet, erityisesti palo-
ovet, takorautaelementit, saniteettikalusteet, wc-pytyt, lavuaarit, hanat
- teräs- ja valurautatuotteet ja -osat, esim. uunin luukut, kiukaat, muuripadat, savupellit
- kaivon renkaat ja -kannet
- hirsirakennukset ja irtonaiset hirret
- palkit, kattotuolit ja puinen runkomateriaali, lattialankut, maalaamaton ulkovuorilauta
- lukot ja helat
- tiilet

Monet rakennusmateriaaleista ovat raskaita, niiden kuljetus on kallista ja ne vaativat paljon varastotilaa. Niinpä esimerkiksi hirsirakennuksia ei kannata yleensä kuljettaa muualle kuin suoraan seuraavaan pystytyskohteeseen. Tämän mahdollistamiseksi tarvitaan internet-perusteinen tietopalvelu, jonka kautta ostaja löytää purettavan kohteen jo ennen purkamista ja voi sopia suoraan myyjän tai purkajan kanssa menettelyistä purkamisen, siirron ja uudelleen kokoamisen hoitamiseksi.

Vanhat hanat ja venttiilit voidaan usein kunnostaa uuden veroisiksi. Vanhoja putkiyhteitä, käyriä jne. voidaan käyttää erilaisissa asennustöissä ja korjausrakentamisessa.

12.3 Kierrätyskeskuksen toiminnan organisointi

Tyypillisen rakennusmateriaalin kierrätyskeskuksen toiminnot:

1. Uudelleen käyttökelpoisen materiaalin hankinta
2. Materiaalien puhdistus- ja käsittely (puutavara, tiilet, rakenneosat)
3. Materiaalin esille laitto ja hinnoittelu
4. Markkinointi
5. Myynti

Suuri osa kierrätyskeskukseen myytäväksi tulevasta materiaalista on joko vaurioitunutta tai edellyttää ainakin puhdistusta ja kunnostusta. Yksi merkittävä asiakasryhmä, ”jobbarit”, eivät kuitenkaan välitä tavaran ulkonäöstä. Heillä on omat markkinakanavansa ja monilla suorat yhteydet myös Baltiaan ja Venäjälle. Tuotteiden hinnoittelun on kuitenkin oltava maltillista.

Kierrätyskeskusten asiakkaiden on koettava tekevänsä löytöjä, jotta he tulisivat uudelleen ja suosittelisivat kierrätyskeskusta myös tuttavilleen. Jos toiminta on pienimuotoista, asiakkaat turhautuvat, kun eivät löydä kiinnostavaa tavaraa ja toiminta jää kannattamattomaksi. Menestyäkseen on oltava riittävän suuri.

Monen kierrätyskeskuksen ongelma on, että tilat täyttyvät huonokuntoisesta tai muuten huonosti kiertävästä tavarasta. Silloin kierrätyskeskuksesta tulee ränsistyneen oloinen ja asiakkaat kaikkoavat.

12.4 Rakennusmateriaalin kierrätyksen markkinat ja tuoteryhmät

Kierrätettävän rakennusmateriaalin kokonaismarkkinat Suomessa ovat arviolta 20 – 40 m €, mistä Uudenmaan ja EKES-kuntayhtymän alueiden osuus on n. ¼ eli 5 – 10 m€. Markkinapotentiaalia olisi kuitenkin mahdollista kasvattaa jäljempänä esitetyillä toimenpiteillä moninkertaisiksi.

Suomessa rakennusmateriaalin kierrätystä toteuttaa arviolta 100 toimipistettä. Ne poikkeavat toisistaan toimintaperiaatteiltaan ja tavoitteiltaan. Osa on kunnallisia, jätteenkäsittelylaitoksen yhteydessä toimivia, osa aatteellisten yhdistysten ylläpitämiä ja osa yksityisiä yrityksiä. Kierrätyskeskusten toimintaan liittyy usein jopa päätavoitteena pitkäaikaisten työttömien työllistäminen ja kuntouttaminen.

Eräitä purku- ja korjausrakentamisessa muodostuvia kierrätettäviä tuoteryhmiä:

- hirsirakennukset ja irtonaiset hirret
- puinen runkomateriaali
- maalaamattomat, harmaantuneet ulkovuorilaudat
- ikkunat ja ovet, erityisesti palo-ovet
- saniteettikalusteet, wc-pytyt, lavuaarit, hanat
- hyväkuntoiset kiintokalusteet
- teräs- ja valurautatuotteet ja -osat, esim. kiukaat, muuripadat, savupellit, kaivon kannet, uunin luukut
- lattialankut
- lukot ja helat
- tiilet
- ...

13 Rakennusmateriaalin kierrätyskeskuksen liiketoimintasektorit

13.1 Kierrätyskeskuksen liiketoimintaperusteet

Nykyisin toiminnassa olevat kierrätyskeskukset toimivat erilaisten liikeideoiden pohjalta. Liiketoiminnan perusteet voidaan jakaa seuraavasti:

1. Markkinaehtoisesti toimiva yritys tai liikelaitos, päätavoitteena kannattava liiketoiminta
 - yksityinen yritys
 - sosiaalinen yritys
 - julkisyhteisön omistama ja hallinnoima tulosvastuullinen yritys
2. Työllistymistä ja kuntouttavaa toimintaa suorittava yksikkö, päätavoitteena työllisyyden edistäminen ja haitallisten ympäristövaikutusten vähentäminen
 - aatteellinen yhdistys tai julkisyhteisöjen omistama liikelaitos
 - kunnan tai kuntainliiton hallinnoima työllistävä yksikkö
3. Uskonnollisperusteisiin tavoitteisiin pohjautuva toiminta

Kierrätyskeskuksen liiketoiminnan peruste vaikuttaa siihen, mihin tuotteisiin toiminta painottuu ja millaisia toimintoja kierrätyskeskukseen liittyy.

13.2 Kolme kierrätyskeskusmallia

Seuraavassa tarkastellaan kolmea kierrätyskeskuksen toimintamallia, **Rakennuskirppari**, **Ekorake ja Futurake**. Ne eroavat toisistaan liikeidean päämäärien, liiketoiminnan tavoitteiden ja osaksi myös toimintaa ohjaavien arvojen kannalta.

Kierrätyskeskusmallit, joita seuraavassa vertaillaan, on ajateltu sijoitettavaksi Etelä-Suomeen, hyvien kulkuyhteyksien varrelle, paikkakunnalle, jossa asuu yli miljoona ihmistä 50 km säteellä.

A. Rakennuskirppari on tyypillinen rakennusmateriaalien kirpputori, jonne otetaan vastaan kaikenlaista rakennusten purkumateriaalia, jolla katsotaan olevan hyötykäyttöarvoa. Kirpputori ei toimintaperiaatteitaan eikä materiaalivalikoimaltaan poikkea merkittävästi muista Suomessa jo toimivista kirpputoreista. Tavara myydään siinä kunnossa kuin se saadaan myytäväksi.

B. Ekorake on jaettu materiaaliryhmien ja toimintojen perusteella erillisiksi tulosityksiköiksi, jotka toimivat synergisesti keskenään. Jalostusketju on pidennetty niin, että yritys toimii myös rakennusten purkajana. Yhtiössä suoritetaan merkittävästi myytävän tavaran kunnostamista niin, että pääosalle myytävistä tuotteista voidaan antaa myös takuu. Jossakin määrin suoritetaan myös materiaalin työstämistä asiakkaan haluamiin mittoihin ja muotoon.

C. Futurake on rakennusmateriaalien hyötykäytön kehittämis- ja tietokeskus. Se toimii kiinteässä yhteistyössä alueen muiden ympäristötoimijoiden kanssa. Mielipiteiden vaikuttamisen kautta se pyrkii vähentämään rakentamiseen liittyviä haitallisia ympäristövaikutuksia. Futuraken tiloissa alan yritykset voivat esitellä omia tuotteitaan ja toimintaansa. Se toteuttaa alan toimijoiden, yritysten ja yhteisöjen intresseihin liittyviä tutkimus-, koulutus- ja kehittämishankkeita, jotka rahoitetaan pääosin projektirahoituksella.

A. Rakennuskirppari

Liikeidea

Liiketoiminta tapahtuu perinteisellä kierrätyskeskus-periaatteella. Yleisperiaate on, että käyttö- ja kunnostuskelpoinen materiaali otetaan vastaan 0-hinnalla. Materiaalierät, joille luovuttajalla olisi selkeästi myyntiarvoa, voidaan noutaa luovuttajan kohteesta.

Tavara myydään pääsääntöisesti siinä kunnossa kuin se on, ilman mitään takuita. Myytävä tavara saadaan yksityisiltä ja purkua suorittavilta rakennusyrittäjiltä. Tavaran saannin varmistamiseksi joudutaan tekemään aktiivista hankintatyötä.

Liiketoimintaa varten on vuokrattu 2000 m² hallitilaa, josta 400 m² lämmintä ja 5000 m² piha-alueita. Kiinteistössä on lastauslaituri. Kustannusten minimoimiseksi liiketilat ovat kunnoltaan vaatimattomat.

Rakennuskirppari kilpailee hinnoilla muiden vastaavien kirpputorien kanssa. Edullisien hintojen ansiosta kirpparille odotetaan asiakkaita myös venäjältä.

Vähitellen pyritään luomaan myös muita yhteistyökuvioita. Yritys voi esimerkiksi ottaa vastaan, vuokrata ja myydä käytettyjä rakennuskoneita ja peräkärriä. Myydyn tavaran pois kuljetusta varten omille asiakkaille peräkärri lainataan ilmaiseksi.

Liiketilojen yhteydessä on n. 100 - 200 m² verstausta, jossa suoritetaan pienimuotoista testaus-, korjaus- ja kunnostustyötä.

Toimintamalli M, markkinaehtoinen yritys

Liiketoiminta on alv-verollista (Tuloverolaki 23 §)

Yrityksen palveluksessa on 24 vakituista työntekijää, joista osa on pienellä osuudella myös omistajia. Yritys pyrkii erottautumaan kilpailijoista monipuolisella tuotevalikoimalla ja asiantuntevalla palvelulla.

USA:ssa saatujen kokemusten mukaan rakennusmateriaaliin keskittyneen kirpputorin liiketoiminta on saatavissa liiketaloudellisesti kannattavaksi 2 – 3 vuoden aikana, edellyttäen että toimintavolyymi on riittävän iso.

Toimintamalli Y, voittoa tuottamaton yhdistys

Yhdistys on yleishyödyllinen ja sen toiminta on alv-vapaata. (Alv-laki, 4.§ sekä tuloverolaki 23 §).

Yhdistyksen palveluksessa on kahdeksan vakituista henkilöä. Yhdistys työllistää n. 50 pitkäaikaistyöntöntä. Toiminnassa korostetaan yhteisösoosiaalisia ja ympäristöarvoja.

Tavoitteena on ensisijaisesti työttömien työkyvyn ylläpito ja kuntoutus, mihin rakennusmateriaalin hyötykäytön edistämiseen liittyvä työ tarjoaa erinomaiset mahdollisuudet.

Tulosbudjetti (€)	Yritys M	Yhdistys Y
Myyntituotot	1.377.100	617.800
Alv	248.300	-
Liikevaihto	1.128.800	617.800
Ostot	10.000	24.400 (sis. alv)
Ulkopuoliset palvelut	10.000	24.400 (sis. alv)
Henkilöstökulut, vakit.	1.059.800	353.300
Henkilöstökulut, työllist.	-	750.000
Myyntikate	49.000	- 534.300
Poistot	-	-
Vuokrat	24.000	29.300 (sis. alv)
Hallinnon ostot	12.000	24.400 (sis. alv)
Liiketoiminnan muut kulut	10.000	18.000
Liikevoitto	3.000	- 606.000
Rahoituskulut	4.000	4.000
Työllistämistuet	-	- 600.000
Muut satunnaiset tuotot	- 1.000	- 10.000
Tilikauden voitto	0	0

Vakituisen henkilöstön palkkakuluiksi on laskettu keskimäärin 2.300 €/kk. Työnantajamaksujen osuus on laskelmassa 60 %.

Yritykselle M on laskettu korkeampi liikevaihto kuin yhdistykselle Y siksi, että sen uskotaan kykenevän paremmin varmistamaan myytävän tavarain laadukkuuden ja myös palvelemaan asiakkaita paremmin kuin yhdistys Y, jossa työyhteisön toimintakyvyssä ja myös motivaatiossa on rajoitteita.

Yhdistyksen Y toiminta perustuu ensisijaisesti yhteiskuntasosiaaliseen arvopohjaan ja tuottoa voidaan mitata ensisijaisesti työttömyyslukujen muutoksena. Tulosbudjetissa on mukana pitkäaikaistyöttömien työllistämistuet, joiden määräksi on laskettu 600.000 €. Näiden lisäksi yhdistykselle on budjetoitu työllistettyjen osalta palkka- ja työnantajakuluja 150.000 €.

B. Ekorake Oy

Ekorake on iso maakunnallinen rakennusmateriaalin kierrätyskeskus. Toiminta käsittää myös materiaalia säästävää purkamista, puretun materiaalin kunnostusta ja vähäisessä määrin materiaalin käsittelyä asiakkaan tarpeiden mukaan. Kierrätyskeskus on jaettu useaksi erilliseksi liiketoimintasektoriksi, joita tarkastellaan erillisinä tulosityksikköinä. Myös jätteiden hallinnasta muodostetaan erillinen tulosityksikkö. Se voi toimia myös alueellisen jätehuoltoyhtiön alihankkijana koskien ongelmajätteiden vastaanottoa.

Vastaan otetaan kierrätykseen kelpaavaa ja kunnostuskelpoista tavaraa, joka tarkastetaan, puhdistetaan ja kunnostetaan. Materiaalien vastaanottoon luodaan säännöt. Niissä määritetään materiaalien minimikelpoisuus, toimitusehdot jne.

Tavoitteena on, että yhtiön jokainen tulosityksikkö on taloudellisesti kannattava. Ekorakenne käsittää seuraavat tulosityksiköt:

1. Uuden materiaalin kauppa

Kyseessä on lähinnä eri rakennuskohteista ylijäämäksi jäänyt materiaali.

Kierrätyskeskuksen otetaan vastaan ja myös ostetaan valmistajilta, rakennustyömailta, rakennustarvikeliikkeiltä, vakuutusyhtiöiltä ym. yli jäänyttä tai muuten tarpeettomaksi käynyttä käyttökelpoista materiaalia. Valikoima sisältää kaikkia rakennusalan materiaaleja ja tuotteita.

2. Rakennuskonemyymälä ja vuokraamo

Myyntiin otetaan kaikkia sellaisia rakennusalan työkaluja, tarvikkeita ja koneita, joista rakentaja luopuu tarpeettomana. Pientalorakentajan kannalta tyypillisiä ovat työmaaparakit, betonimyllyt, uppopumput, lämmittimet, telineet, täryttimet, sirkkelit, peräkärret jne. Asiakkaille tehdään selväksi, että koneet ja laitteet myydään siinä kunnossa kuin ne ovat myyntihetkellä, eikä niihin siten sisälly mitään takuuta eikä vastuuta turvallisuudesta.

Tuotteita voidaan myös vuokrata. Vuokrauksessa joudutaan kantamaan vastuu tuotteiden käyttökelpoisuudesta ja turvallisuudesta.

3. Hirsi- ja puutavarakauppa

Materiaalin hankkimiseksi luodaan laaja yhteistyöverkosto, jossa mm. useat alueen työttömien yhdistykset ovat mukana. Tietoa purettavista kohteista kerätään hallintoyksikön toimesta mm. internetin välityksellä. Laaditun ohjeistuksen mukainen purkaminen kauempana olevien kohteiden osalta voidaan tilata yhteistyöverkoston jäseniltä. Yksittäisiä hirsiiä ja osittaisia hirsirakenteita otetaan vastaan. Selkeistä kohteista välityskauppa pyritään tekemään laadukkaan kuvamateriaalin avulla niin, että materiaali kuljetetaan purkukohteesta suoraan asiakkaalle.

Tähän tulosityksikköön liittyy oleellisena osana käyttökelpoisen puutavaran hankinta. Yksikkö toimii läheisessä yhteistyössä oman rakennusten purkuryhmän kanssa. Hankinnassa ollaan yhteydessä alueen korjausrakentajiin sekä purku- ja rakennusliikkeisiin. Osa puutavarasta voidaan välittää suoraan purkukohteesta asiakkaalle.

Puutavarakauppa voi toimittaa asiakkaille myös määrämittaan työstettynä. Tarvittava sahaustyö tilataan puuverstaalta.

4. Rakennustarvikekauppa

Rakennustarvikekauppa myy lähinnä sellaista perinteistä rautakauppatavaraa, mitä on käytettynä riittävän hyväkuntoisena saatavissa. Merkittävä osa tavarasta hankitaan oman purku- ja rakennusyksikön toimesta, osa saadaan rakennus- ja purkausyrityksiltä. Oma korjauspaja huolehtii myytävän tavarann kunnostamisesta ja vastaa siitä, että viallista tavaraa ei myydä.

5. Puuverstas

Puuverstas suorittaa saapuvan puutavaran ja kalusteosien puhdistusta ja kunnostusta myyntikuntoon. Puuverstas tekee myös puutavaran määramittoihin työstämistä asiakkaiden tarpeiden ja tilausten mukaan. puuverstaalla on myös pintakäsittely-yksikkö, jossa suoritetaan myös perinteisiä käsittelyjä, mm. tervausta ja petsausta.

6. Korjauspajatoiminta

Omalla korjauspajalla suoritetaan myyntiin tai vuokrattavaksi laitettavien materiaalien, tarvikkeiden, työkalujen ja koneiden korjaus- ja kunnostustoimintaa. Korjauspajalla on tarvittavat perustyökoneet korjaus- ja kunnostustöiden suorittamiseksi.

7. Asennus- ja purkuryhmä

Ryhmän ensisijainen tehtävä on kierrätyskelpoisen materiaalin hankinta. Ryhmä toimii hyvässä yhteistyössä toimialueen rakennusalan yritysten kanssa. Purku suoritetaan mahdollisuuksien mukaan niin, että materiaalin hyötykäyttöarvo ei purettaessa heikkene. Ryhmä ottaa suorittaakseen purku-urakoita, mutta ensisijaisena tavoitteena on uudelleen käyttöön kelpaavien elementtien ja materiaalin talteenotto. Asennus- ja purkuryhmä huolehtii myös tarvittavista kuljetuksista.

8. Jäteyksikkö

Yksikkö ylläpitää omien lajiteltujen rakennusjätteiden keruupistettä. Asiakkailta otetaan vastaan sellaisia jätelajikkeita, joilla on selkeästi positiivien käyttöarvo kuten metallit, EPS ja muu muovijäte. Yksityistalouksilta otetaan vastaan myös ongelmajäte. Jätteiden edelleen toimittamisesta tehdään sopimukset alan yritysten kanssa.

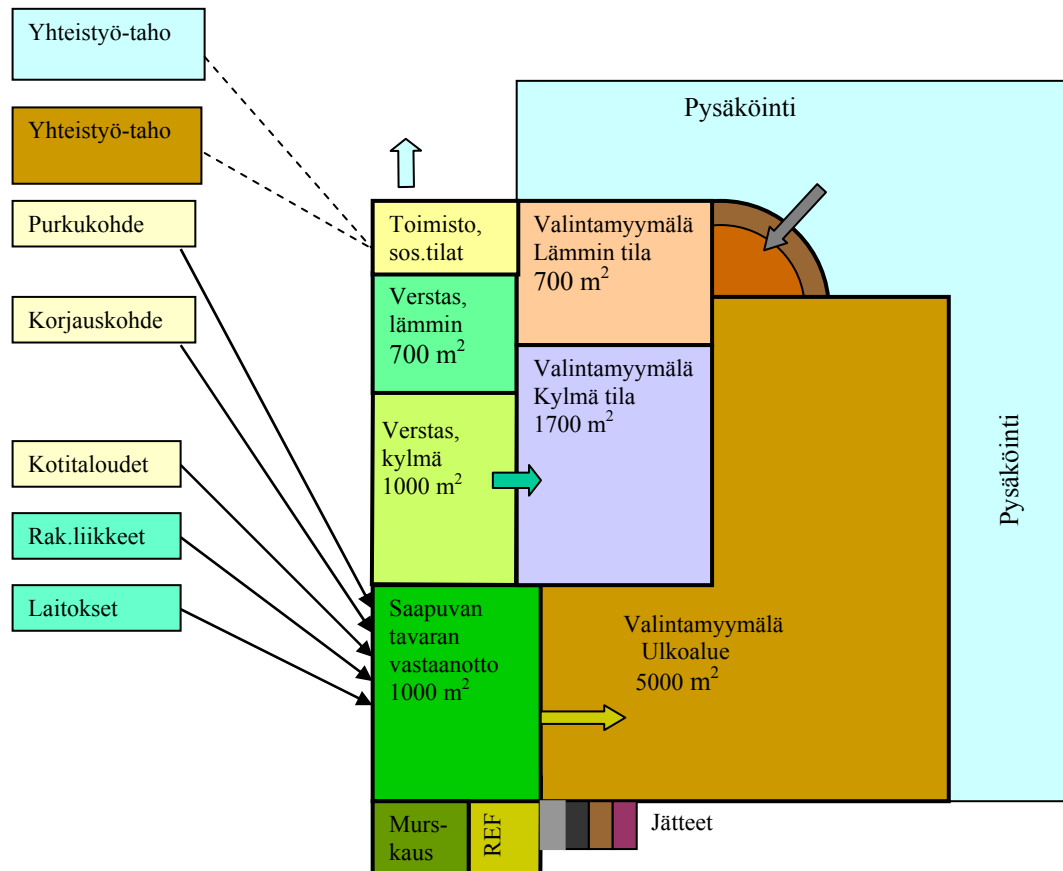
9. Hallinto

Hallinto käsittää taloudellisen ja toiminnallisen ohjauksen, markkinoinnin, kirjanpidon ja viranomaisyhteyksien hoidon.

Hallintoyksikkö pitää yllä internetpalvelua. Kotisivuilla on laaja, valokuvin varustettu tiedosto myynnissä olevasta tavarasta. Kotisivujen kautta kerätään tietoa tarjolla olevasta kierrätyskelpoisesta materiaalista, purkukohteista yms. Internetissä pidetään myös alan toimijoiden verkostotiedostoa sekä harrastajien keskustelupalstaa.

Hallinto laskuttaa sisäisesti muita yksiköitä tarjoamistaan palveluista.

Rakennusmateriaalin kierrätyskeskuksen pohjakaavio



Ekoraken toiminta ja kierrätyslogistiikkaa

Henkilöstö on koulutettu osittain moniosaajiksi niin, että henkilöstöä voidaan siirtää tarpeen mukaan eri tehtäviin. Toimisto-, esimies- ja tuotantohenkilöstöryhmien välillä ei ole selkeitä rajoja. Esimerkiksi yksikön tai työryhmän esimies osallistuu tarpeen mukaan työtehtäviin siinä kuin muutkin.

Kokonaisia hirsirakennuksia ei kannata yleensä kuljettaa kierrätyskeskukselle. Edullisempaa on luoda internet-perusteinen tietopalvelu, jonka kautta ostaja löytää purettavan kohteen jo ennen purkamista ja voi sopia suoraan myyjän tai purkajan kanssa menettelyistä purkamisen, siirron ja uudelleen kokoamisen hoitamiseksi.

Koska varsinkin järeä puutavara on kallista ja käytetyistä hirsirakenteista ja jopa yksittäisistä hirsistä on puutetta. Siksi purettavat hirsirakennukset tulisi saada mahdollisimman tarkoin uudelleen käyttöön.

Suurin ongelma puisen rakennusmateriaalin kierrätykselle on, että materiaalia särkyy purettaessa. Lisäksi siihen jää nauloja. Käytetyn puutavaran mitoitus ei myöskään aina vastaa niitä sitä, mitä uudessa kohteessa tarvitaan. Puutavarassa on myös usein reikiä ja varauksia, jotka heikentävät materiaalia ja aiheuttavat paikkaustarvetta. On myös varmistauduttava, että materiaalissa ei ole kosteuden tai tuhohyönteisten aiheuttamia vaurioita.

Kierrätyskeskuksen tulosbudjetti / 1.000 €

	Uuden tavarankauppa	Laitekauppa	Hirsi- ja puut. kauppa	Raken.-tarvikekauppa	Puu-verstas	Korjausempaja	Purku- ja as.-liike	Ympäristöyksikkö	Hal- linto	Yht.
Käyttöomaisuus	1.000	1.000	16.000	2.000	15.000	12.000	1.000	1.000	2.000	51.000
Tase	5.000	10.000	20.000	15.000	30.000	25.000	5.000	4.000	12.000	126.000
Lämmin tila / m ²	100	50	30	500	400	300	40	0	80	1.500
Kylmä katettu / m ²	300	400	200	800	500	100	400	0	0	2.700
Ulkoalue / m ²	800	800	1.000	1.500	100	100	800	200	0	5.300
Henkilöt, toimisto	0,5	-	0,5	2	2	2	2	0	4	13
Tuotantohenkilöt	1	1	1	10	8	8	10	1	0	40
Voitto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vero	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Voitto enn. veroja	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Korkokulut	200	400	800	600	1.200	1.000	200	200	500	5.100
Liikevoitto	200	400	800	600	1.200	1.000	200	200	500	5.100
Muut liikekulut	6.000	6.000	4.000	24.000	18.000	16.000	16.000	3.000	6.000	99.000
Hallintopalvelut	9.000	10.000	9.000	16.000	14.000	14.000	14.000	5.000	0	91.000
Lämm.+ muut kiint	2.000	1.500	1.000	5.000	4.000	3.000	1.000	600	1.500	19.600
Pienhankinnat	2.000	1.000	2.000	6.000	6.000	6.000	6.000	500	2.000	31.500
Mainonta, posti	2.500	2.500	2.000	5.000	500	500	2.500	1.200	2.500	19.200
Matkat	9.000	6.000	9.000	15.000	2.000	2.000	15.000	1.500	6.000	65.500
Vuokrat	12.000	9.000	4.000	60.000	48.000	36.000	8.000	1.200	9.000	187.200
Poistot	300	300	4.000	500	3.800	3.000	300	300	500	13.000
Henk.sivukul.60 %	24.840	16.600	24.840	198720	165600	165600	198720	16.600	24.840	836.360
Palkat, 2.300 / h	41.400	27.600	41.400	331200	276000	276000	331200	27.600	41.400	1.393.800
Materiaalit	2.000	7.500	3.000	15.000	30.000	36.000	0	600	0	94.100
Liikevaihto	111240	88.400	104040	677020	569100	559100	593920	58.300	98.240	2.859.360
Alv	24.470	19.400	22.890	148940	125200	123000	130660	12.830	20.730	629.060
Myynti	135710	107800	126930	825960	694300	682100	724580	71.130	114970	3.488.420

Jotta purkumateriaali saataisiin mahdollisimman ehjänä, kierrätyskeskuksen tulisi itse suorittaa kierrätykseen ohjattavan materiaalin purku tai purku on ainakin tehtävä asiantuntijan ohjauksessa. Manuaalinen purkutyö edellyttää myös hyvää ammattitaitoa ja huolellisuutta työturvallisuuden varmistamiseksi.

Kierrätettävyyttä rajoittaa rakennusten osien heikko kunto. Vanhojen ikkunoiden, ovien ja muiden rakennusten osien mitoitus on usein sopimaton tarkoitettuun kohteeseen.

Kolmantena isona ongelmana on nykyaikaisten vaatimusten täyttyminen lämmöneristyksen, materiaalin laadun ja paloturvallisuuden suhteen. Esimerkiksi kolminkertainen ikkuna on purettavissa taloissa yleensä harvinaisuus.

Normaalimittaiset palo- ja väliovet menevät yleensä hyvin kaupaksi. Paloeristeenä mahdollisesti käytetty asbestikaan ei haittaa, edellyttäen, että peltivuoraus on ehjä.

Harmaille runkopalkeille, seinälaudoille ja lankuille löytyy kysyntää mm. erilaisissa sisustus- ja somistuskohdeissa.

Vanhat wc-pytyt kuluttavat yleensä vettä niin paljon, että niiden käyttö saattaa tulla ajan mittaan kalliiksi. Sen sijaan vanhat lavuaarit voivat soveltua uudelleen käytettäväksi erinomaisesti edellyttäen, että posliinin lasitus on virheetön.

Vanhat hanat ja venttiilit voidaan usein kunnostaa uuden veroisiksi.

C. Futurake

Rakennusjätteiden käsittelyn ohella yksikkö on monipuolinen jätetietokeskus. Yleishyödyllisen informaatio-, koulutus- ja kehittämistoiminnan ohella yksikkö toteuttaa kierrätystoimintaa, jossa pyritään ensisijaisesti tutkimaan rakennusjätteitä, kehittämään niiden käsittelytekniikoita ja järjestämään käytännönläheistä alan tietoa ja koulutusta. Yksikkö pyrkii yleishyödylliset toiminnan ohella taloudelliseen kannattavuuteen. Hyötykäyttökeseuksen tilat ja toimintaprosessit on suunniteltu ensisijaisesti yleisön palveluun.

Hyötykäyttökeseuksen toiminnan hallintoon nimetään alan vahvojen asiantuntijaorganisaatioiden edustajia. Näin varmistetaan hyötykäyttökeseuksen kehityspainotteisuuden oikea suunta ja toisaalta toiminnan käytännönläheisyys. Futurake toimii vahvasti integroituneena toiminta-alueen ympäristötoimijoihin, kuitenkin itsenäisenä, jolloin se voi saada erilaisiin kehittämishankkeisiin julkista rahoitusta. Futurake on myös perheiden tutustumis- ja toimintakeskus. Keskuksessa toteutetaan kierrätysmateriaalien käsittelyä, jonka ensisijaisena tavoitteena on erilaisten toimintamallien kehittäminen ja hyvien käytäntöjen soveltamisen ohjaus.

Liikeidean luonnissa on otettu elementtejä mm. Heureka (www.heureka.fi), Suomen metsämuseo ja metsätietokeskus Luston (www.lusto.fi), Espoon Marketanpuiston (www.marketanpuisto.fi) ja Juhl's Silvergalleryn (www.juhls.no) toimintatavoista sekä sellaisten lasitehtaiden ja käsityöpajojen liikeideoista, joissa yleisö pääsee vapaasti tutustumaan tuotteiden ohella tuotantoprosessiin.

Vieraille tarjotaan mahdollisuus osallistua Futuraken tiloissa omaehtoiseen työskentelyyn luovuttamalla pientä korvausta vastaan kierrätysmateriaalia. Tästä asiakkaat voivat tehdä esimerkiksi linnun pönttöjä, kukkalaatikoita, kunnostaa itselleen hyllyjä, ovia ja ikkunoita tai pilkkoa itselleen polttopuita. He voivat myös luovuttaa käyttökelpoisiksi katsottavat tuotteet myytäväksi.

Futurake suorittaa merkittävässä määrin uudelleen käytettäväksi erotettujen materiaalien ja tuotteiden käsittelyä ja jalostusta. Näiden tuotteiden ohella voidaan ottaa myyntiin tietyt ympäristökriteerit läpäisseitä rakennusalan materiaaleja, tarvikkeita, koneita ja laitteita. Toiminta käsittää seuraavat prosessit:

- futurististen rakennusmateriaalien ja työtapojen kehittäminen ja esittely
- jatkuvasti muuttuva ympäristömyönteisen rakentamisen pysyväisnäyttely
- rakennus- ja yhdyskuntajätteiden käsittelyprosessien mallinnus ja esittely yleisölle
- uudelleen käyttöön otettavien rakennusten osien ja materiaalin käsittelyn ja työvaiheiden esittely
- eri jätelajikkeiden laadullinen ja määrällinen esittely
- jätteiden lajittelun ja keruun ohjeistus
- eri jätelajikkeiden hyötykäyttömahdollisuuksien mallinnukset
- jätteiden polton ja savukaasujen puhdistustekniikoiden esittely
- ympäristöalan työharjaantumis- ja koulutustoiminta
- tiedotus- ja neuvontatori

Futurake esittelee rakennus- ja yhdyskuntajätteen syntypaikkalajittelua, keruulogiistiikkaa ja käsittelyä. Keskuksessa on esittelytarkoitukseen kuivan sekajätteen manuaalisen erottelun linja. Hienojakoinen erottelujäännös toimitetaan automatisoituun jätteenkäsittelylaitokseen. Toiminnassa painottuu laadukkaan käsittelyn ohella prosessin havainnollistaminen ja neuvonta.

Keskuksessa on tilat ja välineet hyötykäyttöön soveltuvien rakennusten osien kunnostukseen. Futurake pyrkii toiminnassaan ympäristöystävällisiin materiaaleihin ja ratkaisuihin, joilla voidaan vaikuttaa rakennusten käyttöiän piteneeseen. Toimintaan voidaan liittää esimerkiksi kasviöljypohjaisten maalien, erilaisten suojausmenetelmien, perinteisten rakennusaineiden, esim. kattopäreiden, paanujen jne. valmistus.

Futurake verkottaa rakennusalan eri toimijoita, etsii toimialalta rakennusmateriaalin hyötykäytön the Best Practice –käytäntöjä ja edistämään niiden käyttöä. Merkittävänä yhteistyökumppaneina ovat mm. rakennusalan arkkitehdit, rakennusmateriaalien valmistajat, rakennusmateriaalien kierrättäjät ja museovirasto.

Futurakella on laaja kansainvälinen yhteistyöverkosto Best Practice –käytäntöjen edelleen kehittämiseksi.

Toiminta hyötykäytön edistämiseksi

Futurake kehittää katselmusmenettelyn, jonka mukaisesti purettavasta rakennuksesta määritetään ennen purkua ne laitteet, materiaalit ja elementit, jotka tulisi hyötykäytön kannalta purkaa käsin ennen ainetta murskaavaa koneellista purkua. Samalla varmistetaan, että kiinteistössä ei ole mitään ongelmajätteenä luokiteltavia laitteita tai materiaaleja, jotka koneellisen purkamisen käynnistyttyä aiheuttaisivat haitallisia ympäristövaikutuksia ja lisäksi eri jätelajikkeiden epäpuhtautta.

Futurake suorittaa erilaisissa rakennus- ja korjauskohteissa ympäristövaikutusten arvioita. Tarkastelu käsittää vaihtoehtotarkasteluja, koskien rakennusmateriaalien valintaa, materiaalmääriä, materiaalin valmistuksen ympäristövaikutuksia, rakennusten käyttöikä, käytön jälkeistä uudelleenkäyttöä, materiaalin uusiointia ja hävittämisen ympäristövaikutuksia.

14 Muita käytetyn rakennusmateriaalin hyötykäytön liiketoimintamalleja

14.1 Tiilien ja valuharkkojen uudelleen käyttö

14.1.1 Tiili- ja harkkojätteen muodostuminen ja hyödynnettävyys

Tiilijätettä Suomessa muodostuu vuosittain n. 300.000 ton ja valuharkkojätettä hieman vähemmän. Tiilimurske ei sovellu teiden ja pihojen kantavaksi rakenteeksi yhtä hyvin kuin betonimurske. Siksi sen hyötykäyttöarvo on alhainen. Tiilien ja valuharkkojen uudelleen käyttö on nykyisin myös varsin vähäistä. Niinpä tiilijäte viedään pääosin kaatopaikoille joko sellaisenaan tai murskeena.

Karkean arvion mukaan tiilijätteestä n. 100.000 ton ja valuharkkojätteestä n. 50.000 ton pystyttäisiin puhdistamaan niin, että materiaali olisi uudelleen käytettävissä tiilenä ja harkkona. Koska heikkolaatuiset tiilet ovat joko rapautuneet käytössä tai murtuneet viimeistään purkamisvaiheessa, ehjänä säilyneet tiilet ja harkot ovat laadullisesti kestäviä ja siksi soveltuvia uudelleen käyttöön.

14.1.2 Tiilien puhdistaminen liiketoimintana

Uudelleen käyttöä ajatellen tiilistä ja harkoista on poistettava laasti. Kun kyse on pienistä määristä, irrottaminen suoritetaan yleensä muurarin vasaralla. Pelkästään käsin puhdistetuissa tiileissä ja harkoissa on laastijäämiä, maalattuja pintoja ja epäpuhtauksia, jotka rajoittavat niiden käyttöä seiniin, jotka rapataan, jotka jäävät muiden rakenteiden alle tai antiikkijäljitelmissä, esimerkiksi ravintolasisustuksissa.

Jotta puhdistettu tuote voisi laajemmin kilpailla markkinoilla uuden tuotteen kanssa, on puhdistus tehtävä niin, että myös maalatut ja likaantuneet pinnat puhdistetaan.

Rakenne-elementtien ja seinäkappaleiden paloittelu yksittäisiksi tiileiksi ja harkoiksi voidaan tehdä joko purkukohteessa, siirtokuormausasemilla tai käsittelyasemalla.

Suurien määrien teollinen puhdistus edellyttää koneellista laastin irrotusta.

Maalatuille ja likaisille tuotteille suoritetaan hiekkapuhallus. Käsittelyssä tapahtuvaa tiilen nurkkien vähäistä pyöristymistä ja pinnan karhentumista voidaan pitää kierrätystuotteen ominaispiirteinä, joka on merkittävä etu markkinoinnissa.

Tässä kuvatulla prosessilla käsiteltäväksi voidaan saada 50 % uudelleen käytettäväksi kelpaavasta määrästä, mikä merkitsee n. 50.000 ton tiilejä ja 25.000 ton harkkoja. Ko. määrän puhdistaminen käsityönä työllistäisi arviolta 50 - 75 henkilöä. Koneellistetussa prosessissa työntekijämäärä voi olla 30 - 50 % pienempi.

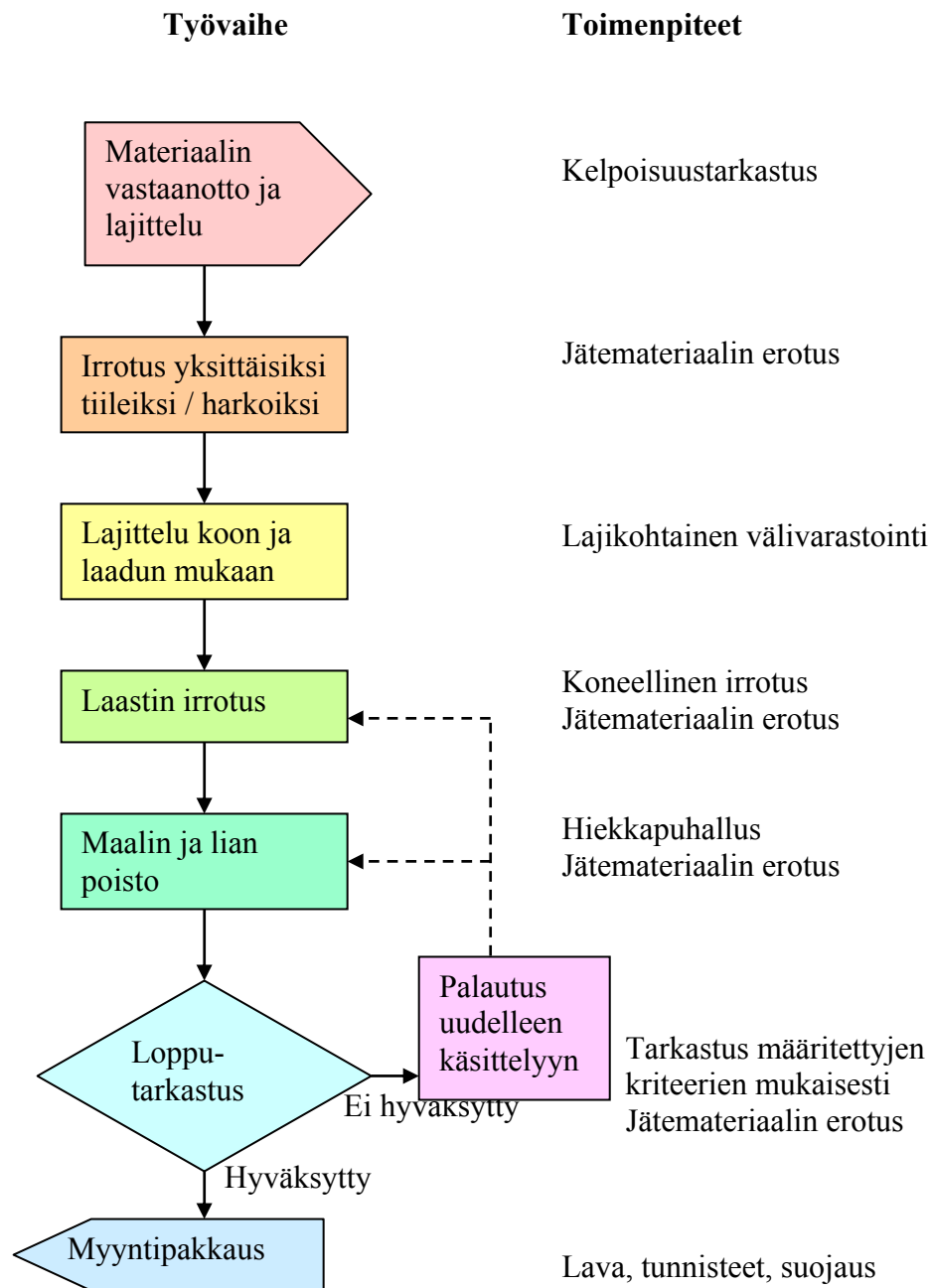
Ko. tuotannon jalostusarvo tukkuhinnoin olisi 5 - 7 m€.

Purkutiilien ja -harkkojen hyötykäytöllä ei ole Suomessa perinteitä eikä erillistä keruujärjestelmää. Liiketoiminnan kehittämisessä haasteellisinta tulee olemaan tehokkaan keruulogiikan luonti.

Edellä esitetyillä ehdoilla tiili- ja harkkojätteen kierrätysliiketoiminta on pelkästään liiketaloudellisin perustein kannattavaa. Toiminnassa voidaan lisäksi työllistää pitkäaikaistyöttömiä ja vajaakuntoisia. Lisäksi toiminta vähentää merkittävästi haitallisia ympäristövaikutuksista.

Yksi poikkeus tiilijätteen hyödyntäjänä on Bet-Ker Oy. Toimitusjohtaja Juhani Hautamäen mukaan yritys käyttää vuosittain n. 2.500 ton tulenkestävää tiilijätettä valmistamiensa tulenkestävien tuotteiden raaka-aineena.

14.1.3 Esimerkki tiilien ja valuharkkojen kierrätyksen käsittelyprosessista



14.1.4 Tiilien ja valuharkkojen puhdistustekniikan kehittäminen

Käytettyjen tiilien puhdistus ja uudelleen käyttö on rajoittunut lähinnä pientalorakentamiseen. Puhdistus on tehty käsityönä tavanomaista muurarin vasaraa käyttäen. Laastia on irrotettu tiileistä vasaroimalla. Pienet laastijäämät eivät ole haitanneet uudelleen käyttöä, kun puhdistettuja tiilejä on käytetty kohteissa, joissa tiili ei jää näkyviin.

Joidenkin tietolähteiden mukaan Australiassa suoritetaan käytettyjen tiilien puhdistusta koneellisesti liiketoimintana. Lähempiä tietoja sovellettavasta tekniikasta tai liiketoiminnan laajuudesta ei tämän raportin laatijalla ole tietoja.

Muurauksessa käytetään perinteisesti kalkkilaastia, jonka lujuus on merkittävästi heikompi kuin tiilen. Laastin irrottaminen koneellisesti tiiltä särkemättä on mahdollista esimerkiksi painelemalla teräväkärkisillä työkaluilla tiilen pintaan sellaisella voimalla, joka riittää murtamaan laastin, mutta ei tiiltä. Jos halutaan poistaa kaikki laastijäämät, puhdistus voidaan tehdä hiekkapuhalluksella. Näin saadaan rösöpintaisia tiilejä, joista myös särvät ovat hieman pyörityneet. Tällaiset tiilet voisivat olla hyvinkin kysytyjä jopa arvokkaihin rakennuksiin. Useita erilaisia teknisiä laitteita suunnitelleen yritysjohtajan kanssa on laadittu alustavia suunnitelmia tiilien koneellisesta puhdistamisesta. Yksinkertaisimmassa mallissa puhdistettavat tiilet voitaisiin syöttää koneeseen niin, että kone puhdistaa yhden pinnan kerrallaan. Kehittyneemmissä malleissa tiiltä voidaan puhdistaa saman käsittelykerran aikana useammalta pinnalta. Yksinkertaisimman toimivan tiilenpuhdistuskoneen hinnaksi voi arvion mukaan muodostua 10.000 – 20.000 €.

Käytettyjen tiilien koneellisen puhdistamisen tekninen toteutus on selvittämisen arvoinen asia. Sen sijaan valuharkkojen puhdistaminen koneellisesti on ongelmallisempaa, koska harkon murtumisominaisuudet eivät eroa laastista yhtä selväpiirteisesti kuin tiilen.

14.2 Tietokoneavusteinen suunnittelu ja valmistus

14.2.1 Tietokoneavusteinen suunnittelu

Rakennusten yleissuunnittelu tapahtuu jo valtaosin tietokoneavusteisena. Suunnittelua voidaan jatkaa yleiseltä tasolta rakenne-elementtien ja aina yksittäisten osien tasolle asti. Tietokoneavusteisessa suunnittelussa rakenteiden mistä tahansa yksityiskohdasta saadaan tarkat mittatiedot ilman lasku- ja mittaustoimituksia.

Tietokoneavusteinen suunnittelu mahdollistaa sen, että minkä tahansa rakennuksen osan ja elementin muoto ja mitat on saatavissa suoraan ilman hankalia mittauksia työmaalla tai tehtaalla. Hirsitalojen, kattotuolien, portaikkojen sekä ovien ja ikkunoiden suunnittelussa ja valmistuksessa näitä mitoitustietoja hyödynnetäänkin jo yleisesti. Esimerkiksi hirsikehikkojen ja kaarevien portaikkojen valmistus on helpottunut, kun suunnitteluohjelma tuottaa hyvin mitoitettun piirustuksen lisäksi valmiin osaluettelon, jonka perusteella kaikki yksityiskohdat voidaan valmistaa kerralla niin, että kaikki kokoonpanoon tarvittavat yksityiskohdat ovat olemassa kokoonpanotyön käynnistyessä. Kun mitoitus on tehty valmistusta silmälläpitäen, kaikki tarvittavat mitat saadaan piirustuksesta. Hankala ja epätarkka mittojen ottaminen jää pois.

Tietokoneavusteisen suunnittelun hyödyntämisessä on vielä suuria mahdollisuuksia seuraavissa kohteissa:

- Rakennusten runkomateriaalien mitoitus
- Putkitusten, johdotusten ja kaapelien mitoitus
- Eristemateriaalien mitoitus
- Lautojen ja levyjen mitoitus
- Kiintokalusteiden mitoitus
- Kiinnityskohtien (koolausten) sekä turvallisten poraus- ja naulauskohteiden mitoitus
- Rakennusmateriaalien tarvelaskenta

Työskentelyn nopeutumisen ja mittatarkkuuden paranemisen lisäksi tietokoneavusteisella suunnittelulla voidaan merkittävästi vähentää materiaalihukkaa ensinnäkin siksi, että materiaalia voidaan hankkia juuri oikea määrä ja juuri oikean mittaisena ilman ylimääräisiä työvaroja.

14.2.2 Tietokoneavusteinen valmistus

Tietokoneavusteisessa suunnittelussa koko rakennus on mahdollista mallintaa kokonaisuudessaan, jolloin on mahdollista leikata ja sahata kaikki osat etukäteen tarkoin oikeaan muotoon, joko materiaalityyppi- tai eräkohtaisesti kerralla tai sitä mukaan kuin niitä tarvitaan. Teoriassa kaikki materiaali, jopa yksittäiset laudat ja listat voitaisiin katkaista ja leikata piirustusten mukaisesti. Tämä mahdollistaisi myös työjärjestyksen käsillä olevan raaka-aineen mittojen mukaan siten, että hukkapalojen määrä jäisi minimaaliseksi. Mittausvirheistä aiheutuva materiaalihävikki vähenisi oleellisesti ja laatu paranisi hyvän mittatarkkuuden ansiosta.

Käytännössä kaikkea materiaalia ei kuitenkaan voida leikata pelkästään suunnitelmien pohjalta, koska esimerkiksi seinäelementtien asennuksessa on olemassa tietyt asennustoleranssit, joiden osoittamalla tarkkuudella elementit on asennettava. Esimerkiksi kahden seinän välinen etäisyys voi olla mitoitettu tarkkuudella ± 5 mm, jolloin kaikki on vielä tehty oikein ja riittävän tarkasti. Sisustuslistojen asennuksessa näin väljiä toleransseja ei kuitenkaan voida käyttää.

Em. syystä varsinaista cnc-ohjausta on mahdollista hyödyntää ainoastaan rakennusosateollisuudessa, esim. ikkunat ja ovet. Seinäelementtien valmistuksessa ei cnc-ohjaus ilmeisesti ole mahdollinen. Niinpä osa katkaisutyöstä on pakostakin tehtävä työmaalla. Suunnitelmasta saadaan toki helposti selville tarvittavien osien nimellimitat, jolloin hukka jää mahdollisimman pieneksi.

Seuraava askel tietokoneavusteisen suunnittelun hyödyntämiseksi on cnc-ohjauksen lisääntyvä käyttö tuotantokoneiden ohjauksessa, käyttöesimerkkeinä hirsirakenteiden ja muun puutavaran katkaisu ja työstö, ovien, ikkunoiden sekä kattotuolien ja portaikkojen osien valmistuksessa jne.

On syytä korostaa suunnittelijan merkitystä pientalon materiaalihallinnan suunnittelussa. Hyvä suunnittelija pystyy määrittämään varsin tarkastikin materiaalimenekit. Kulloinkin tarjolla olevat tuotteet ovat joskus aika iso ongelma. Mikäli esim. laudan optimipituus olisi 4,2 m ja tarjolla on vain pituudet 3,9 ja 4,8, on materiaalihukka huomattavasti ajateltua isompi. Koska rakennustyössä tarvitaan yleensä materiaalia useampana eri pituutena, voidaan tietokoneen optimointiohjelman avulla saada merkittäviä materiaalisäästöjä.

Tietokone ohjelmasovelluksineen on vain suunnittelijan apuväline. Mikäli suunnittelija ei ole täysin perillä siitä, mitä on tekemässä, ei edes tietokoneohjelma voi pelastaa tilannetta.

15 Rakennusjätteen hyödyntämismahdollisuudet rakennuslevyteollisuudessa

15.1 Rakennuslevyteollisuus

Tässä esityksessä tavoitteena on selvittää, millä edellytyksillä Etelä-Suomesta peräisin olevat rakennusteollisuuden puuperäiset ylijäämämateriaalit ja/tai jätteet voitaisiin käyttää rakennuslevyjen raaka-aineena. Teknisesti asia on mahdollista. Olennaista on se, että onko markkinoilla sijaa uusiomateriaalista valmistetuille rakennuslevyille tai uusille investoinneille. Levyteollisuusyksiköt perustavat myyntinsä globaaleille markkinoille, joten asiaa lähdetään tarkastelemaan luomalla katsaus laajempaan markkinatilanteeseen. Luonnollisesti myös nykyiset levytehtaat voisivat hyödyntää materiaalia uusiokäyttönä. Uusiokäytön kannattavuutta puolustaa se, että lastulevyteollisuuden käyttämää sahateollisuuden jätettä käytetään bioenergiakattiloissa ja että tästä syystä lastulevytehtailta on puutetta nyt ja tulevaisuudessa kohtuuhintaisesta raaka-aineesta. Lisäksi biopolttoainekäytön seurauksena raaka-aineiden hinta on nousussa.

Puusta peräisin olevat rakennuslevyt voidaan jakaa vaneri-, lastu- ja kuitulevyihin. Viimeaikoina levytuotannon konetekniikka sekä liima- ja pinnoiteaineet ovat kehittyneet voimakkaasti.

Vanerituotteet valmistetaan märästä pyöreästä puusta, joten rakennusjätteet eivät helposti sovellu näiden levyjen raaka-aineiksi laajassa mitassa.

Lastulevy (particle board, PB) valmistetaan Suomessa puulastuista ja sahanpurusta. Etelä-Euroopassa puuperäistä jäteraaka-ainetta käytetään jopa 50 % raaka-aineena. Nykyiset tehtaamme tai vaihtoehtoisesti raaka-aineen toimittajat joutuisivat investoimaan puhdistustekniikkaan, mikäli raaka-aine sisältää epäpuhtauksia kuten hiekkaa tai muovia. Lastulevyihin kuuluu uusiin tyyppi OSB (oriented strand board, OSB), jossa käytetään pitkiä lastuja ja saadaan erityisesti taivutuslujuutta. OSB kilpailee sovellutuksissa havuvanerin kanssa. OSB:n markkinat ovat nousussa, mutta valmistusta ei ole toistaiseksi Suomessa.

Kuitulevyjä on Suomessa käytetty mm. eristämiseen ja tuulen suojaksi. Ohuempaa kovalevyä käytetään verhoiluun. Kuitulevyjen uusiin tulokas on MDF (medium density fibreboard, MDF). MDF:n valmistuksessa hienojakoinen jauhe puristetaan, liimataan hartsilla sekä usein tehdastekoisesti pinnoitetaan. MDF levyjä käytetään mm huonekaluissa, listoissa sekä laminaateissa. Myöskään MDF levyjä ei valmisteta Suomessa. Tässä esityksessä keskitytään uudisrakentamisesta, saneerauksesta ja purkamisesta kertyvän puumateriaalin uusiokäytön mahdollisuuksien selvittämiseen rakennuslevyjen valmistamisessa. Muita merkittäviä käyttökohteita ovat mm. viherrakentamiseen liittyvä katemassa, kompostoinnin tukiaine, hevosten ja nautojen kuivikkeena, pellettien tai grillihiilien tuotto, vanhan arvopuun jalostaminen (höyläys) lattiapinnoitteiksi tai paneeleiksi ja kuormalavojen rakentaminen/kierrätys.

Yleisellä tavalla rakennustyömailta jäävän puuperäisen materiaalin käyttömahdollisuudet voidaan jakaa viiteen laatuluokkaan, joista kaatopaikka on huonoin vaihtoehto.

1. Uudelleen käyttö samassa muodossa tai muissa korkea-arvoisissa puutuotteissa
2. Korkea jalostusarvo

- uusiokäyttö kuituna paperissa tai pahvissa
- 3. Jalostusarvo paranee
 - uusiokäyttö levyteollisuudessa, muoteissa, eläinkuivikkeissa, maiseman hoidossa, selluvillassa tai kompostoinnin tukiaineena
- 4. Kaasutus (josta mahdollisuus saada erilleen kemikaaleja)- tai käyttö biopolttoaineena
- 5. Kaatopaikka

15.2 Rakennuslevyjen globaali markkinakehitys (katsaus vuosiin 2003-2004)

Metsätuotteiden kysyntä on ollut nousussa viime vuosina (Yhteensä UNECE alueella 1,268 miljoonaa kuutiometriä vuonna 2003). Vuosi 2003 oli ennätysellinen rakennusvuosi USA:ssa ja tämä toimi laajemminkin alan veturina. Kiina on lisännyt merkittävästi huonekaluteollisuuden vientiään ja siitä on tullut myös tukkien merkittävä ostaja. Tämä nähdään länsimaissa myös ympäristöuhkana.

Sertifioitujen tuotteiden markkinat ovat huomattavassa nousussa. Sertifiointin tavoitteena on metsien kestävä käyttö. Eniten metsiä on sertifioitu Kanadassa ja Euroopassa. Sertifiointi edellyttää, että ketju metsästä tuotteeksi voidaan jäljittää. Sertifioidussa järjestelmässä metsän käytön, josta raaka-aine hankitaan, tulee olla tervettä ja kestävää.

Toimintaympäristöön on vaikuttanut lisääntynyt puun energiakäyttö. Tämä on vaikuttanut raaka-aineen hintoja nostavasti. EU on asettanut tavoitteeksi lisätä uusiutuvien energialähteiden käyttöä 12 % vuoteen 2010 mennessä. Puupolttoaineiden käyttöä lisätään useissa maissa myös valtioiden tukitoimien seurauksena. Tästä syystä Euroopan levyteollisuusjärjestö (EPF, European Panel Federation) pitää ko tuentaa oman toimintansa kannalta kielteisenä toimintana.

Mekaanisessa puunjalostuksessa ei kiinnitetä erityisen suurta huomiota materiaalin optimaaliseen hyötykäyttöön, koska myös syntyvä jäte katsotaan hyötymateriaaliksi. Esimerkiksi puhdasta sahatavaraa saadaan yleensä vain 60 – 70 % sahalle kuljetettujen tukkien materiaalmäärästä.

Jaksolla 2003-2004 globaali levyteollisuus hyötyi rakentamisen volyymin kasvusta ja siten kehittyneestä hintatasosta USA:ssa ja Euroopassa. Suurinta kasvu on ollut Itä-Euroopassa ja Venäjällä (kasvu 14-18%), vaikka siellä volyymit eivät ole vielä niin suuria kuin Pohjois-Amerikassa ja Länsi-Euroopassa.

Länsi-Euroopassa ja USA:ssa on toteutunut viimeisen kymmenen vuoden aikana alan rakennemuutos. Kovinta on ollut OSB:n volyymin kasvu. USA:ssa MDF ja lastulevy jo menettivät markkinoita muille levy- ja puutuotteille. Vaneri- ja lastulevymarkkinat ovat kehittyneet hitaammin ja siitä on seurannut jonkin verran yrityssaneerauksia. Joitakin yksiköitä on suljettu ja toisten tuotantoa tehostettu uusilla investoinneilla. OSB:n markkinat kasvavat eniten juuri Euroopassa. Euroopassa tosin MDF:n ja lastulevyn markkinat ovat suuret ja kasvoivat ennätykseen vuoden 2003 lopulla ja vuoden 2004 aikana. Euroopan rakennuslevyjen tuotanto oli vuonna 2003 45,8 miljoonaa kuutiometriä, josta Suomen tuotanto oli 1,8 milj. kuutiometriä. OSB:n hinta on ollut selvässä nousussa (270 euroa/m³ vuoden 2004 lopussa) kun taas lastulevyn ja MDF:n hinta on vakiintunut alle 200 euron tasolle (lastulevy 160 euroa, MDF 190 euroa).

Venäjällä levyjen kysyntä ja myös oma tuotanto on kovassa nousussa. Venäjä oli jo merkittävä vanerin viejä ja uusia MDF tehtaita on valmisteilla (tuotanto 2003 128 000 m³, uudet suunnitellut kaksi tehdasta valmistuivat syksyllä 2004 200 000 m³ ja 430 000 m³).

Öljyn hinnan nousu on lisännyt huomattavasti kuljetuskustannuksia erityisesti vuonna 2004. Euroopassa integraation laajenemisen vaikutus teollisuuteen tulee olemaan huomattava. Vapaampi tavaroiden ja työvoiman liikkuminen sekä tullien poistaminen lyhentävät mm. kuljetusaikoja ja helpottavat kaupankäyntiä. Metsäpinta-ala E15 valtioissa on moninkertainen verrattuna entiseen EU:hun, mutta uudet metsät eivät ole ainakaan aluksi kovin hyvin käytössä raaka-ainelähteenä. Baltia, Puola ja Tshekki ovat jo nyt kasvaneet merkittäviksi puutuotteiden toimittajamaiksi, joihin kokeneet länsiyhtiöt tulevat investoimaan.

15.3 Suomen markkinat

Metsäteollisuus ry:n keräämien tietojen mukaan Suomi on keskittynyt vanerin ja lastulevyjen tuotantoon. Vanerin tuotanto on kymmenessä vuodessa kaksinkertaistunut (vuonna 2004 1 350 000 m³). Lastulevyjä tuotetaan noin kolmannes (v. 2004 448 000 m³) vanerin määrästä ja kuitulevyä vähemmän (102 000 m³). Lastulevyjen ja kuitulevyjen tuotanto on pysynyt kymmenen vuotta samalla tasolla. Vanerin vienti lähestyy miljoonaa kuutiometriä vuodessa.

Verrattuna massateollisuuteen, Suomen levyteollisuus ei ole kovin merkittävää, eikä modernimpia OSB tai MDF yksiköitä ole maassamme lainkaan. Alan kehitystä rajoittaa raaka-aineen korkea hinta

15.4 Rakennuslevyjen raaka-aineet ja uusiokäyttömahdollisuudet

Rakennuslevyteollisuus käyttää raaka-aineinaan neitseellistä puuta, sahanpuruja ja muuta teollisuuden puuperäisiä jätteitä, haketta, viljelykasvien kuituja ja muuta uusiokäyttöön soveltuvaa jätettä, mutta Suomessa ei ainakaan toistaiseksi rakennusmateriaalijätettä.

Vaneriteollisuus käyttää tuoretta pyöreää puuta, josta sorvataan ohutta viilua.

Lastulevyteollisuuden raaka-aine- hake ja puru - tulee Suomessa kokonaan metsäteollisuudesta ja sahoilta. Etelä-Euroopan yksiköt ovat kehittäneet puhdistusprosessin siten, että myös rakennusteollisuuden sekajätepuuta voidaan käyttää raaka-aineena. Toinen tärkeä raaka-aine on sideaineena tarvittavat kemikaalit kuten hartsi.

MDF levytuotanto toimii monella raaka-ainetyypillä. Luotettavimmin tuotanto saadaan toimimaan yhdellä neitseellisellä puulajilla. Etelä-Euroopassa on esimerkkejä, jotka hyödyntävät raaka-aineena osittain puujätettä. Kanadalainen CanFibre aloitti 90-luvun puolivälissä MDF:n tuotannon hyödyntäen pelkästään kunnallista jätepuuta. Yritys investoi jo kolmeen tehtaaseen (yksi Kanadassa, toinen Kaliforniassa ja kolmas Amsterdamissa) kunnes se ja rahoittajat menivät 2000-luvun alussa konkurssiin. Prosessi todettiin liian vaikeaksi hallita, eivätkä asiakkaat koskaan hyväksyneet tuotteen laatua. MDF tuotanto voi hyödyntää myös viljelykasveista saatavia kuituja. MDF:n tuotantoon voidaan valita useita liima- ja pinnoitevaihtoehtoja sovellustarpeiden mukaan. USA:sta löytyy kuitenkin positiivisempikin esimerkki.

GreenTech (USA, Louisiana) tuottaa lastulevyä käyttäen 100 % kierrätettyä rakennusjätettä. Raaka-aineen hinta vaihtelee välillä 8-26 US \$ per US tonni=907 kg). Raaka-aineen kosteuspitoisuus on 20-30%. Tuotteet ovat erityistuotteita: palamatonta ohutlevyä, kosteutta kestäväää tai pinnoitettua lastulevyä. Investoinnin kannattavuus perustuu juuri näihin erityislevyihin.

Levyjen teollisessa tuotannossa keskeinen vaatimus on raaka-aineen tasalaatuisuus ja jatkuva mahdollisimman tasainen saatavuus. On selvää että nämä vaatimukset on huomattavasti helpompi täyttää, jos jättepuuta käytetään vain osittain prosessissa kuin kokonaan.

Selvitettäessä uusiokäytön mahdollisuutta levyteollisuudessa on kiinnitettävä huomiota moniin näkökohtiin. Kuljetukset ovat kalliita, ellei jo aikaisessa ketjun vaiheessa kyetä massan volyymiä tiivistämään. Epäpuhtaudet ja laatutekijät tulee hallita. Monesti raakamateriaali voi sisältää kiveä, hiekkaa, metalleja, kosteutta liikaa tai se voi olla väärin säilytettyä(pilaantunutta). Nykyisin on saatavilla tekniikkaa edellä mainittujen ongelmien hoitamiseen.

Italialainen globaali teknologian toimittaja PAL on kuvannut erilaisten jakeiden hyötykäyttökelpoisuutta seuraavalla taulukolla:

Uusiokäyttölajike	Erityislevyt		Standardilevyt		
	PB	MDF	PB	MDF	
kuormalavat	8	6	10	8	
kaapelirullat	8	6	10	8	
puiset pakkaukset (vaneri, OSB)		8	6	10	8
hedelmä- ja kalalaatikot	6	2	8	6	
purkauspuu	4	0	6	0	
kierrätyslastulevy	6	0	6	0	
kierrätys MDF	2	0	2	4	
hylätyt huonekalut	0	0	4	0	
kyllästetty puu	0	0	0	0	

arvostelu: 10=erinomainen, 8=hyvä, 6= kohtalainen, 4=huono, 2=erittäin huono, 0=ei käyttökelpoinen

Taulukosta voidaan päätellä, että lastulevykäyttöön kierrätyspuu soveltuu MDF-käyttöä yleisemmin. Puutavara, missä on naulojakin, voidaan kierrättää vielä erinomaisesti.

Levytuotantoon sopivien jakeiden lähteitä on useita. Niiden kokoamiseen ja alkuprosessointiin olisi mielellään saatava uusi järjestelmä/liiketoiminta. Eri jakeita voitaisiin toimittaa useille jälleenkäyttäjille tarpeiden mukaan. Prosessoinnissa massojen yleiseen puhdistamiseen ja tiivistämiseen sekä varastointiin olisi syytä varautua. Arvopuun (esim. vanha, valikoitu ja lajiteltu purkupuu) hyötykäytölle on syytä etsiä levytuotantoakin arvokkaampia käyttökohteita.

Sopivia kierrätyspuujakeita levyvalmistuksen raaka-aineeksi ovat mm.

1. Uudistuotannon ylijäämät. Puusepän verstaat, huonekalufirmat, elementti- tai talotehtaat jne.
2. Kuormalavat ja puuperäiset pakkausmateriaalit
3. Rakennus- ja purkujätteet
- 3a. Puupätkät ja ylijäämät (runkomateriaali yms.)
- 3b. Jalostetut puutuotteet (vaneri, OSB jne.)
- 3c. Lajiteltu purkupu

Lajittelematon rakennusjäte ei sellaisenaan sovi levytuotannon raaka-aineeksi. Ensisijainen vaihtoehto rakennustyömailla on lajitella ko. materiaali erillisiin keräilykontteihin tai vastaaviin.

Kaikesta Suomessa muodostuvasta rakennusjätteestä puutavaraa on n 600.000 ton/v. Kun tästä on ensin erotettu se osa, joka soveltuu käytettäväksi samassa muodossa, loppuosasta n. 300.000 ton on purkutavasta riippumatta erotettavissa sellaisena puhtaana puuna, joka ei sisällä muita epäpuhtauksia kuin nauvoja ja muita metalliosia. Ne taas on erotettavissa haketuksen jälkeen magneettierottimella.

15.5 Levytuotannon kustannukset

Neitseellisen raaka-aineen kustannukset ovat Suomessa korkeat. Mäntytukin kantohinta oli vuonna 2003 n. 48 euroa m³, mikä oli Euroopan korkeimpia hintoja. Venäjällä ja Baltiassa hinta on vain noin kolmannes tästä. Tämän ja korkeiden työvoimakustannusten vuoksi suomalaisilla metsäteollisuuden investoijilla on ollut viimeaikoina enemmän mielenkiintoa ulkomaisiin kohteisiin.

Raaka-aineen ja kemikaalien osuus on noin puolet vanerin ja OSB:n tuotantokustannuksista, joten näissä puuraaka-aineen hinta on oleellinen kustannustekijä. Pääomakustannus on vain noin 15 %.

Lastulevyteollisuudessa puuraaka-aineen osuus kustannuksista on ollut vain noin 12 % ja kemikaalien (lähinnä hartsi) osuus hieman tätä suurempi. Pääoma- ja kuljetuskustannusten osuus voi olla jopa yli 50 %. Tuotannon olisi sijaittava lähellä kulutusta ja raaka-ainelähteitä.

MDF:n tuotannossa kustannukset jakaantuvat siten, että raaka-aine ja kemikaalit ovat n. 26 %. Pääoma (35 %) ja kuljetuskustannukset (15 %) n. 50 % ja loput energia-, henkilöstö- ja muita tuotantokustannuksia.

Viimeaikoina tuotteista saatava hinta verrattuna kustannuksiin on suosinut OSB ja MDF investointeja. Erityistuotteilla kuten esim. kosteussuojatulla MDF:llä suhde voi olla erityisen hyvä.

Yhteenvedon voidaan todeta, että olennaisimmat tekijät investoinnin maantieteelliselle sijainnille ovat raaka-aineen saatavuus ja tuotteiden kysyntä lähellä investointikohdetta. Energia- ja henkilöstökustannukset eivät näy yleensä suurta merkitystä, mutta voivat kriittisissä tilanteissa korostua.

Uusinvestoinnin tilanteessa saattavat erikoissovellutukset olla tällä hetkellä hyvinkin potentiaalisia: palamattomat tai paloa hidastavat levyt, kosteuden kestävät levyt, laminoidut värilliset tuotteet jne.

15.6 Uusiokäytön/jätepuun käytön perusteet

Rakennusyli jäämien ja -jätteiden käytölle levyteollisuudessa löytyy lainsäädännöllisiä (ympäristöpoliittisia), rakennusteknisiä ja sopivissa tilanteissa myös taloudellisia perusteita.

EU:n jätepolitiikka ja jätelainsäädäntö lähtevät siitä, että aine tulisi hyödyntää ensisijaisesti materiaalina verrattuna energiakäyttöön. Jos tähän liittyy hankekohtaisesti vielä se, että uusiokäyttö olisi pitkäjänteisesti taloudellista, ollaan ratkaisuisissa vahvoilla.

Metsäpoliittisesti on tärkeää, jos uusiokäytössä levyyn tuleva materiaali voidaan jäljittää ja se kuuluisi jonkun hyväksytyin järjestelmän piiriin. Näin varmasti onkin pitkälti Suomen sisäisessä uudisrakentamisessa. Saneerattavien tai purettavien rakennusten kohdalla tilanne voi olla vaikeampi.

Verrattuna teräs- ja betonirakentamiseen puurakentaminen on ollut viimeaikoina länsimaissa ympäristöpoliittisesti suositumpaa. Ekologinen jalanjälki suosii puuta ja puurakentamisessa kuluu vähemmän energiaa. Hiilidioksidia sitoutuu myös ilmasta rakennuksiin.

Kanadassa on selvitetty LCA (Life Cycle Analysis) menetelmin puu-, teräs- ja betonirunkoisten talojen ympäristövaikutuksia. Selvityksessä testattiin rakentamiseen sitoutunut energia, kasvihuonevaikutus, ilma- ja vesipäästöt, raaka-aineiden käyttö ja jätteiden syntyminen. Puurakentaminen voitti viisi ensimmäistä. Kiinteiden jätteiden syntymisessä puurakentaminen oli teräsrakentamista huonompi, mutta betonia parempi. Paremmalla suunnittelulla, standardoinnilla sekä puun kierrätyksellä tilannetta voidaan vielä parantaa. Nykyaikaisissa taloissa korostuu rakennuksiin sitoutuneen energian (materiaalien valmistus jne.) merkitys verrattuna käytön aikaiseen kulutukseen. Tämä johtuu tehostuneesta eristyksestä ja muista energian säästötoimista. Kun tarkastellaan nykyaikaista taloa koko elinkaaren ajalta, rakennukseen sitoutunut energia voi olla jopa 25 % kokonaisenergiasta. Tämä seikka suosii siis myös puurakentamista.

Vaikka teräsrakentamisessa kierrätys on hyvin hoidossa, ei LCA:n mukainen tarkastelu suosi sitä verrattuna puu- ja betonirakentamiseen. Uuden teräksen valmistus kuluttaa erityisen paljon energiaa.

Tarkasteltaessa uusiokäyttöä yksittäisen tehdasinvestoinnin kannalta voidaan luetella seuraavia positiivisia ja negatiivisia argumentteja:

Positiiviset:

- Jätepuu on neitseellistä puuta edullisempaa (huomioitu puhdistuskustannukset)
- Materiaalin kuivauskustannukset ovat yleensä pienemmät
- Positiivinen markkinaimago vihreälle tuotteelle
- Uusiokäyttö vähentää kaatopaikkakuormitusta, kasvihuoneilmiötä ja edistää metsien suojelua

-Kierrätyksen lisääminen tuo uusia työpaikkoja ja luo uutta liiketoimintaa

Negatiiviset:

- Investoitaessa tarvitaan enemmän laitteita (esim. puhdistus)
- Kuljetuksissa on varauduttava suurempiin kustannuksiin (esim. kuormalavat yms. vaativat turhaa tilavuutta, kuljetusketjun aikaisessa vaiheessa syytä investoida tilavuutta pienentävään tekniikkaan))
- Hartsin kulutus voi olla suurempi
- Tuotteella voi olla tummempi väri (onko pinnoitukset syytä olla mukana tuotteissa?)
- Raaka-aineen saatavuuden ja laadun kanssa voi tulla ongelmia

Neutraaleja:

- Tuotteissa saavutetaan yleensä samat tekniset ominaisuudet

Jos on tarkoitus käyttää raaka-ainetta levytuotantoon, se ei saa sisältää mm.

- öljyä, rasvaa tai polttoaineita
- öljypohjaisia maaleja tai muita lisäaineita
- suojausaineita kuten pentakloorifenolia, CCA, kreosootit, jne.
- kipsiä
- lisätuotteita paitsi puuperäistä vaneria
- asbestikuituja
- asfalttia yms.
- sellua, lietettä tai käsiteltyä paperia

15.7 Johtopäätökset ja suositukset

Kerätyn materiaalin perusteella Suomessa perustelluin uusiokäyttö levyteollisuudessa olisi lastulevyjen valmistus. Hintojen trendit puolustavat uusiokäytön ottamista vakavaan harkintaan. Nykyisten tehtaidemme raaka-aineiden hinnat ovat olleet nousussa. Karkea arvio tehtaalle toimitetun raaka-aineen tavoitehinnasta olisi n. 15 euroa m³. Tunnetulla tekniikalla uusiöraaka-ainetta voitaisiin käyttää jopa 50 %. Tässä investointikustannukset voisivat olla hyvinkin pienet.

Toiseksi potentiaalisin vaihtoehto olisi uusi investointi, jossa tuotettaisiin erityislastulevyä GreenTech malliin.

Kolmas vaihtoehto voisi olla MDF tuotanto. Optimaalista investointialuetta selvitettyä on syytä tarkastella sijoittamista myös Venäjälle tai Baltiaan siten, että sinne voitaisiin toimittaa Etelä-Suomen rakennusalan tuottamaa uusiomateriaalia. Myös muiden raaka-aineiden saatavuus lähistöltä on otettava huomioon (sahoja tai sopivaa neitseellistä puuta).

15.8 Kuinka liikkeelle

Lastulevy-yrityksiltämme on kysytty mielenkiintoa uusiokäytöstä. Mielenkiintoa on ja yhteistyöhalua.

Jos laajassa mitassa uusiokäyttö aiotaan toteuttaa, se edellyttäne seuraavia toimenpiteitä:

1. Syntypaikkalajittelun ja logistiikan kehittäminen lupaavimmille hyötykäyttöön sopiville lajikkeille
2. Riippuen lajikkeista sopivien murskaus- ja puhdistusteknologioiden käyttöönottoa. Tarvittavan puhdistusteknologiainvestoinnin voi toteuttaa ensisijaisesti levyn valmistaja tai toissijaisesti raaka-aineen toimittaja.
3. Toimintaan sitoutuvien yritysten ja yhteisöjen yhteistoiminnan käynnistämistä (rakennusyhtiöt, jätehuolto-yhtiöt, levyjen valmistajat), Liiketoimintamallina voi olla nykyisten kierrätys/jätehuolto-yhtiöiden toiminnan laajentaminen tai uuden yrityksen perustaminen keräämään ja käsittelemään ko jakeita.
4. Tarkemman liiketoimintaan liittyvän feasibility studyn toteuttaminen
5. Rakennuspuujätteen ja teollisuuden sivuainevirtojen (esim. kierrätyspaperin siistausmassa) yhdistäminen uusiksi rakennuslevytuotteiksi. Tämä vaatii uutta tuotekehitystoimintaa, jota projektin aikana on lähdetty kartoittamaan.

Lähteet:

1. UNECE/FAO Forest Products Annual Market Review, 2003-2004, Timber Bulletin, volume LVII (2004), NO.3
2. The Oriented Strand board (OSB) Market in Russia, U.S. Commercial Service, St Petersburg (<http://www.bisnis/bisdoc/0501osbru.htm>)
3. Sustainable use of wood for Products and Energy, Kris Wijnendaele, European Panel Federation (www.europanel.org)
4. Wood-Based Panel Products technology Roadmap: VI Medium Density Fibreboard (MDF)(<http://strategis.ic.gc.ca/epic/internet/infi-if.nsf/en/fb01137e.html>)
5. Scottish Forest Industry Investment Opportunity, Briefing Note-Leadership Group, Jaakko Pöyry Consulting, 4 September 2003, PP-esitys
6. Lackawanna, NY, Panel World, Story of CanFibre, Rich Donnell, March 2005 (<http://www.panelworldmag.com/vserver/hb/display.cfm>)
7. Wood Waste Size Reduction Technology Study, CBOT sampling protocols, (<http://www.cwc.org/wood/wd.htm>)
8. Buyers & Specifiers Guide 2005, Composite Panel Association (www.pbmdf.com)
9. GreenTech Panels, LLC – Product Info (http://www.greentechpanels.com/product_info.html)
10. Metsäteollisuus ry:n kotisivut (<http://www.forestindustries/tilastot.html>)
11. Ligna-Plus Trade Fair for the Forestry and Wood Industries, Messut Hannoverissa 2-6, toukokuuta 2005, osallistuvat laiteyritykset, luettelo ja tekniikan kuvaus, (<http://www.panelworldmag.com/vserver/hb/display.cfm>)
12. Introduction of GreenTech Panels, Reinhard H. Kessing, KESCON Engineering (kesconus@aol.com), Tehtaan suunnittelija, kirjoittajalle lähetetty PP-esitys
13. Tutustuminen Novopanin kierrätysprosessiin Tanskassa (matkaraportti erikseen saatavissa)

Puhelinhaastattelut:

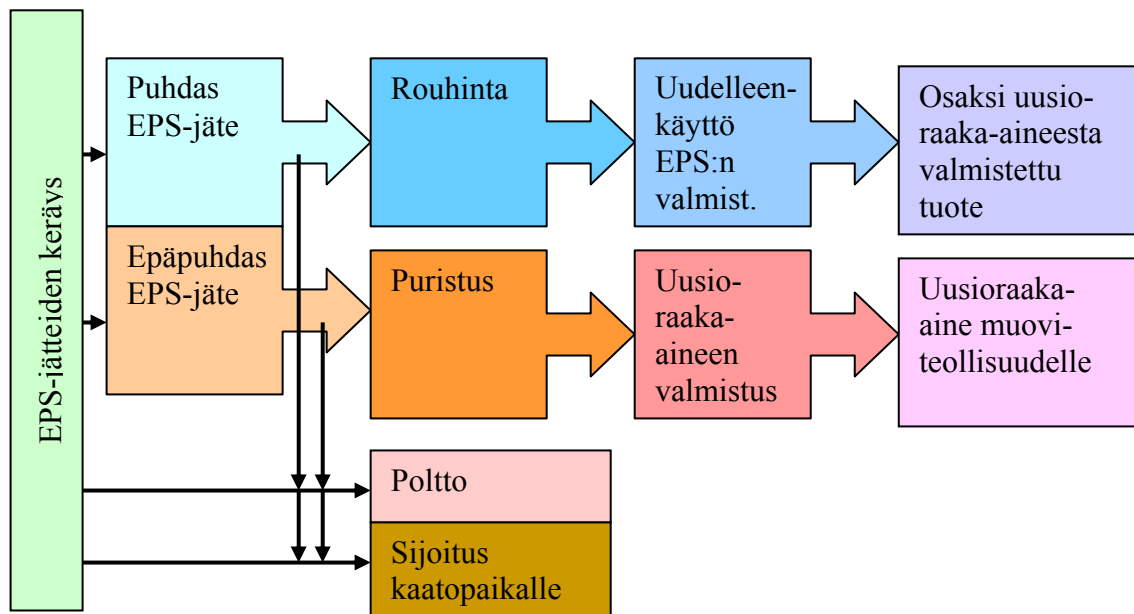
1. Kaija Ahonen, ympäristöpäällikkö, Puhosboard Oy
2. Erkki Salmenlinna, tekninen johtaja, Koskisen Oy
3. Clas-Johan Mehlem, UPM Kymmene

16 Muovisten rakennusjätteiden hyötykäyttö

16.1 Solupolystyreenin (EPS) prosessointi uusiomateriaaleiksi

Uudisrakentamisessa käytetään vuosittain eristeenä n. 1.000.000 m³ EPS:ää eli solupolystyreeniä (expanded polystyrene). Tämä vastaa n. 20.000 ton muovimäärää, koska ominaispaino on keskimäärin 0,02 kg/dm³.

EPS-jäte voidaan ongelmitta polttaa kattiloissa, joissa palolämpötila on riittävän korkea ja sen lämpöarvo on lähes sama kuin öljyllä. Se on kuitenkin käytettävissä myös uudelleen joko EPS:n valmistukseen tai materiaali voidaan prosessoida ja käyttää esimerkiksi ruiskuvalussa erilaisten muovituotteiden raaka-aineena.



Kaavio: Puhtaan ja epäpuhtaan EPS-jätteen hyötykäyttöprosessit

Suomalaiset EPS:n valmistajat voivat käyttää kierrätysraaka-ainetta EPS:n valmistuksessa. EPS-jäte pitää vain rouhia suunnilleen sormenkynnen kokoisiksi paloiksi. Tässä muodossa se voidaan sekoittaa uuden materiaalin joukkoon. Ongelma on siinä, että raaka-aineessa ei saa olla hiekkaa eikä mitään muitakaan epäpuhtauksia. EPS:n leikkaaminen halutun mittaisiksi levyiksi suoritetaan kuumalla langalla. Pienetkin epäpuhtaudet materiaalissa häiritsevät leikkausta. Materiaalissa ei saa olla myöskään orgaanisia epäpuhtauksia aineita eikä hajuja.

Toinen vaihtoehto on tuottaa EPS-jätteestä uusioraaka-ainetta muoviteollisuudelle. Ensimmäisessä vaiheessa solupolystyreeni puristetaan extruder-tekniikalla kiinteäksi, lähes tiiviiksi massaksi, joka voidaan varastoida pieneen tilaan ja kuljettaa helposti. Toisessa vaiheessa materiaali prosessoidaan ja pursotetaan granulaatiksi. Kovin vaativaan tuotantoon ko. kierrätysmuovi ei kelpaa, mutta esimerkiksi muovileluja ja ämpäreitä siitä voidaan valmistaa.

16.2 EPS-jätteiden käsittelyllä kannattavaa liiketoimintaa

Erään laitevalmistajan mukaan EPS:n prosessoinnin kannattavuuden kriittinen raja on 4.000 ton/v. Lahden tiede- ja yrityspuisto Oy:n tekemässä suppeassa kartoituksissa tunnistettiin Suomesta n. 2.000 ton/v EPS-jättemäärä, joka käsittää lähinnä pakkauksia. Selvitys ei ollut läheskään kattava. Jos materiaalin hankinta-alue laajennettaisiin myös lähialueille, Pietariin ja Tallinaan, olisi riittävä jättemäärä ilmeisesti löydettävissä. Toisaalta kriittisen kannattavuuden raja alenee öljyn hinnan noustessa. Jos löydettäisiin sopivat yhteistyöpartnerit, EPS-jätteiden prosessointi muoviteollisuuden raaka-aineeksi voisi hyvinkin osoittautua Suomessa kannattavaksi.

Puhdas EPS-jäte kannattaisi kerätä erikseen ja toimittaa EPS:ää valmistavalle tehtaalle raaka-aineeksi. Likaantuneen EPS:n puristamiseen on tarjolla suhteellisen yksinkertaisia laitteita, jotka ovat helposti siirreltäviä. Puristuslaitteella tilavuus voidaan saatujen tietojen mukaan saada jopa 1/20 osaan EPS:n alkuperäisestä tilavuudesta. On ilmeistä, että ainakin suuremmissa saneeraus- ja purkukohteissa EPS-jäte kannattaisi puristaa ja toimittaa hyötykäyttöön, ensisijaisesti jalostettavaksi muoviteollisuuden raaka-aineeksi tai toissijaisesti poltettavaksi.

EPS:n hyötykäytön edistämiseksi tulisi selvittää erikseen jätteiden muodostumista, määriä, keräyslogistiikkaa ja olemassa olevia laiteteknologioita. Näiden tietojen pohjalta voitaisiin laatia EPS-jätteen hyötykäytön liiketoimintamalli kannattavuuslaskelmineen.

16.3 Polyvinyylikloridin (PVC) hyötykäyttö

Suurin osa rakentamisessa käytetyistä muovilaaduista PVC:tä. Se on yksi vanhimmista muovilaaduista. Erilaisten lisäaineiden avulla PVC:lle saadaan erilaisia ominaisuuksia, joten se soveltuu laaja-alaisesti useisiin eri käyttötarkoituksiin. Lisäksi se on hinnaltaan varsin kilpailukykyinen. Esimerkiksi viemäri- ja suojaputket, pakkaukset, kiinnittimet, seinä- ja lattiapäällysteet, letkut, kuormapeitteet, työkalujen osat jne. on usein valmistettu PVC:stä. PVC:n ikävin ominaisuus on se, että se muodostaa ruiskuvaluprosessissa ja varsinkin poltettaessa suolahappoyhdisteitä. Siksi PVC:tä ei saa polttaa muualla kuin sen polttoon tarkoitettussa kattilassa. Siksi PVC-jäte joutuu pääasiassa kaatopaikoille.

Paras tapa PVC-jätteen hyötykäyttöön on sen rouhiminen ja käyttäminen uudelleen ruiskuvaluttavien muovituotteiden raaka-aineena. Muovia ei voi kierrättää loputtomiin, koska sen ominaisuudet huononevat jokaisella uudelleenkäyttökerralla. Suurin ongelma uusiokäytön kannalta on kuitenkin rakennusjätemuovin likaisuus, koska ruiskuvalun raaka-aineen on oltava varsin puhdasta.

Käyttö:

- rakennusteollisuudessa mm. putkina sekä seinä- ja lattiapäällysteinä
- jokapäiväisissä käyttöesineissä, kuten kengissä, sadeasuissa ja vapaa-ajan tarvikkeissa
- elintarvikkeiden pakkausmateriaalina
- sairaalaletkuissa, veripusseissa, suojakäsineissä ym. hygieniatuotteissa

17 Rakennusjätteiden hyötykäyttö energiateollisuudessa

17.1 Jätteiden polton tavoitteet ja toteutuminen

Jätelaissa on edellytetty seuraavan tavoitehierarkian toteutumista:

1. Ensisijaisesti pyritään ehkäisemään jätteiden syntyä
2. Toissijaisesti pyritään hyödyntämään jätteet aineena tai energiana
3. Viimeisenä vaihtoehtona on jätteen hävittäminen tai sijoittaminen ympäristöä tai terveyttä vaarantamatta

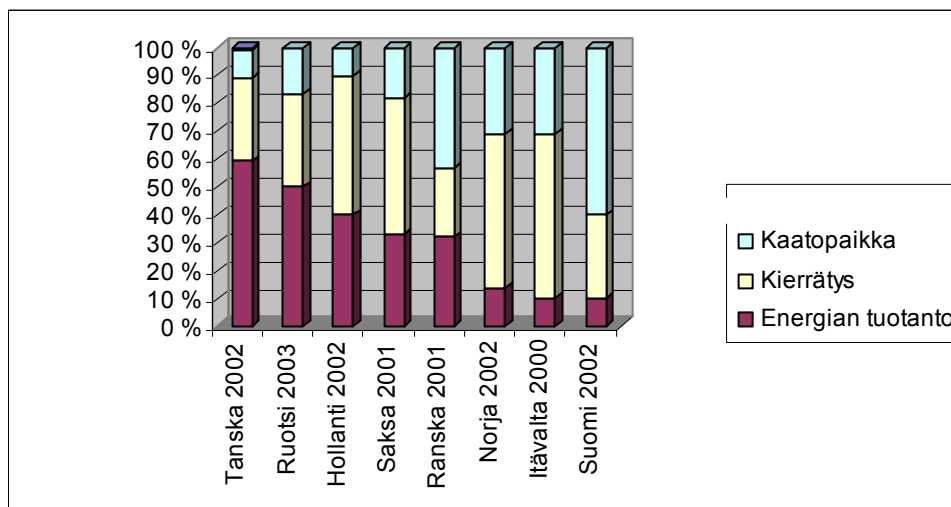
Suomessa tämä laki ei toteudu, koska pääosa hyödyntämiskelpoisesta jätteestä sijoitetaan edelleen kaatopaikoille. Kaatopaikoille loppusijoitettavasta jätteestä arviolta puolet, lähinnä mineraalit, voitaisiin hyödyntää materiaalina ja loppuosasta ainakin 2/3 olisi polttokelpoista. Kaatopaikoille loppusijoitettavan jätteen määrä tulisi näin vähenemään yhteen kuudesosaan nykyisestä.

Joko työmailla tai käsittelyasemilla eri jätelajikkeet erotetaan toisistaan ja energijakeista valmistetaan REF-polttoainetta. Suuri osa purkujätteestä on mahdollista saada lähes täysin epäpuhtauksista vapaana puuna. Myös naulat saadaan murskauksen jälkeen tehokkaasti erotetuksi. Yhdyskuntajätteestä valtaosa soveltuisi REF:in valmistukseen.

Yhdyskuntajätteestä valmistetussa REF:ssä on aina jonkin verran polton kannalta haitallisia aineita. Haitalliset päästöt ilmaan kyetään kuitenkin nykyaikaisella savukaasujen puhdistustekniikalla erottamaan.

Energiajäte jaetaan standardin SFS-5875 -mukaisesti kolmeen laatuluokkaan, REF I, REF II ja REF III. Tämän perusteella kierrätyspolttoaineen ostaja voi valita parhaiten omaan laitokseensa soveltuvan polttoaineen. Laatuluokituksella ei ole ympäristönsuojelun lainsäädännön kannalta merkitystä.

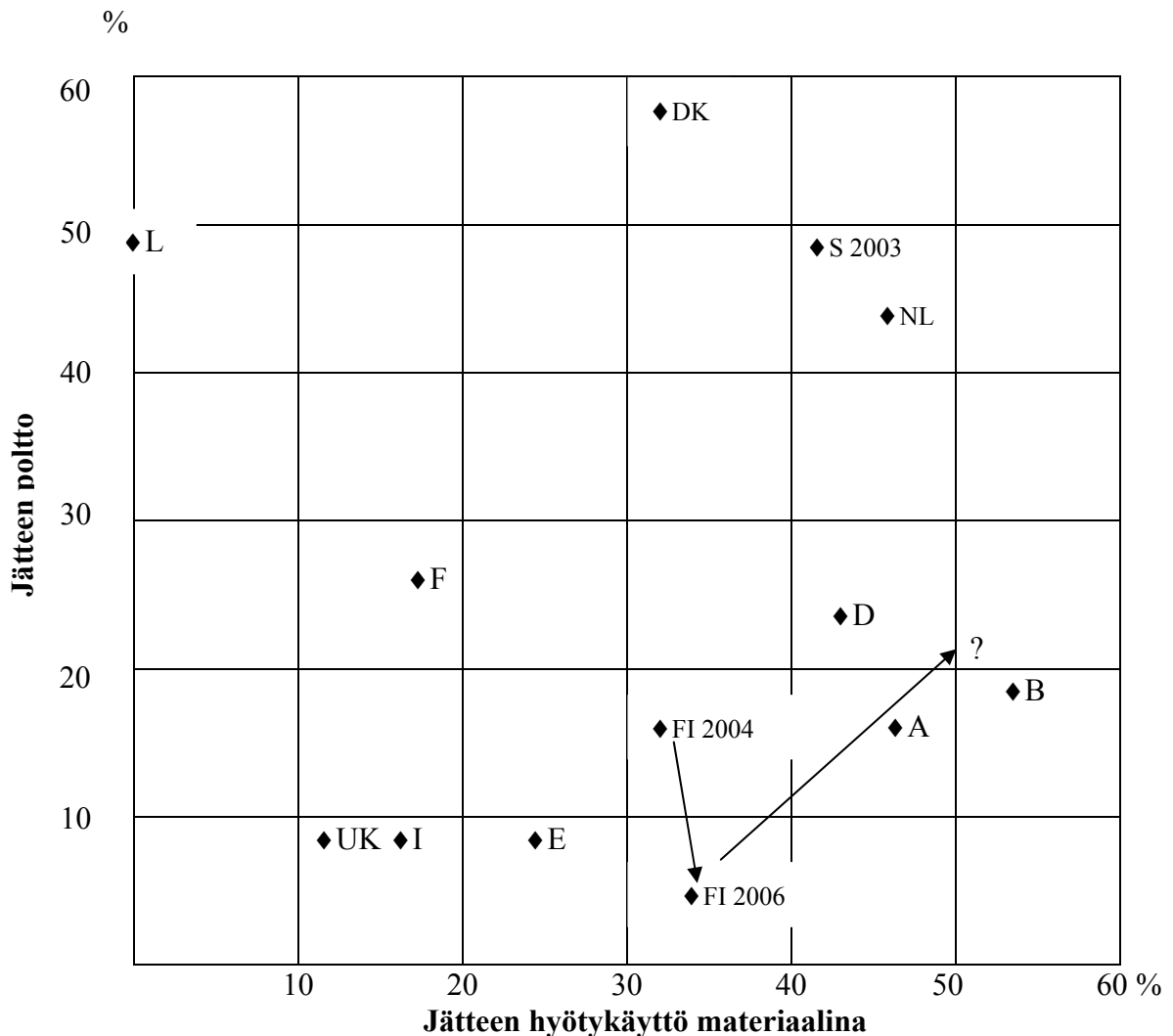
Yhdyskuntajätteen hyödyntämisen aste eräissä läntisen Euroopan maissa ilmenee seuraavasta taulukosta.



Lähde: European Topic Centre on Resource and Waste Management

Yhdyskuntajätettä poltetaan Suomessa 20 - 30 voimalaitoksessa muun polttoaineen oheispolttoaineena. Kierrätyspolttoaineen käyttö Suomessa on ollut 350 – 400.000 ton, jolla on tuotettu n. 1,5 TWh energiamäärää. Se on vain 0,4 % Suomen koko energiamäärästä. Vain Turussa on polttolaitos, joka polttää pelkkää jätettä. Myös Jätelaitosyhdistyksen sivuilla esitellään eri alueilla käytössä olevia käsittely- ja hyödyntäislaitoksia. Noin sadassa kunnassa jätteen poltto on osa kunnan jätehuoltoa.

Jätteiden materiaalin hyötykäyttöä ja polttoa eri EU-maissa havainnollistaa myös seuraava kuvaaja:



Jätteen hyötykäyttö ”vanhoissa EU-maissa v. 2000

Lähde: Kasui Oy / Juha Kaila

17.2 Miksi Suomi on jäänyt muista EU-maista jälkeen jätteiden hyödyntämisessä?

Kuljetus on kallista, mutta Suomesta on löytynyt aina lähistöltä kaatopaikkoja, jonne jätteet on voinut viedä edullisesti. Helsingin Kyläsaarella v. 1961 – 1983 toimineen jätteenpolttolaitoksen huono maine on osaltaan synynä jätteenpolton huonoon maineeseen. Sähköenergian muita EU-maita edullisempi hinta ei myöskään ole luonut riittävää kannustetta jätteiden sisältämän energian nykyistä parempaan hyötykäyttöön.

Tilanne on nyt lyhyenä aikana muuttunut. Myöskään Suomessa ei enää saa viedä hyötykäyttöön kelpavaa jätettä kaatopaikoille ja kaatopaikat on eristettävä maaperästä niin, että suotovesien valuminen pohjavesiin estyy kokonaan. Uuden määräykset ovat jo johtaneet monien kaatopaikkojen sulkemiseen. Jätteiden poltto- ja savukaasujen puhdistustekniikka on nykyisin kuitenkin niin kehittynyttä, että jätteenpolttolaitoksia rakennetaan muualla maailmassa aivan asuintaajamien yhteyteen.

17.3 Jätteen polton tulevaisuuden näkymiä

Ympäristöministeriö pyrkii edistämään jätteen polttoa. Lähes kaikki jäte on joko kierrätettävissä uudelleen käytettäväksi tai polttokelpoista. Suomessa syntyvän jätteen energiasisältö on 8 TWh/v. Tämä merkitsisi yli 900 MW jatkuvaa tehoa ja suunnilleen Loviisan ydinvoimalan kahden yksikön koko tuotantoa. Sillä olisi merkittävä rooli Suomen energiahuollossa.

Kierrätyspolttoaineita poltetaan Suomessa v. 2005 n. 50 laitoksessa. Euroopan unionin jätteenpolttodirektiivi määrittelee jätteenpolton päästöille uudet raja-arvot, jotka Suomessa tulevat voimaan 29.12.2005 valtioneuvoston asetuksella 15.5.2003/362. Useimmat laitokset eivät ehdi saada uusien vaatimusten mukaisia lupia kuntoon. Tämän takia kierrätyspolttoaineen poltto tulee Suomessa tilapäisesti lähes loppumaan. Osa laitoksista tulee uusien vaatimusten myötä luopumaan jätteiden poltosta kokonaan. Tilanne on vaikea, koska myöskään kaatopaikalle hyödyntämiskelpoista jätettä ei saa sijoittaa.

Suomessa on suunnitteilla parisenkymmentä uutta polttolaitosta. Uusien vaatimusten takia tekniikka on kallista. Siksi laitosten määrä vähenee mutta yksikkökooko kasvaa. Ympäristöministeriön jättesuunnitelman mukaan poltettava jätemäärä tulee nousemaan nykyisestä noin kolminkertaiseksi eli 1.000.000 tonniin.

YTV on v. 2005 lopulla käynnistänyt selvityshankkeen jätteenpolton tulevaisuuden näkymistä Suomessa. Selvityksessä tutkitaan erilaisten käsittelytapojen kustannukset ja ympäristövaikutukset. Selvityksen pitäisi olla valmis jo v. 2006 alussa. Selvityksessä kiinnitetään huomiota jätteenpoltossa syntyvän lämmön tuotantoon.

17.4 Syrjiikö kotimaisen energian tuki kierrätyspolttoaineita?

Suomessa tuetaan merkittävästi kotimaisten biopolttoaineiden käyttöä. Maa- ja metsätalousministeri Juha Korkeaoja on esittänyt, että energian tuotanto nousee ruuan tuotannon rinnalle maatalouden tuotantolinjaksi.

Energiapuun korjuuseen annetaan tukea 7 €/kiinto-m³, joka muodostuu kasaukseen annettavasta tuesta 3,50 €/kiinto-m³ sekä kuljetustuesta 3,50 €/kiinto-m³. Työllisyystyönä tehtyyn korjuuseen myönnetään lisätukea 1,70 €/kiinto-m³. Lisäksi annetaan määräaikaisena tukena vuosina 2003-2007 energiapuun haketustukea, joka on 1,70 €/ haketettu irtokuutiometri.

Purkumateriaalista valmistettu kierrätyspolttoaine kilpailee hakkuujätteestä ja harvennushakkuusta valmistetun biopolttoaineen kanssa. Energiapuun korjuuseen ja haketukseen myönnettävät tuet vääristävät kilpailua merkittävästi. Myös rakennusjätepuun uusio/energiakäyttöä pitäisi tukea ja kaatopaikoille menevää jätettä tulisi verottaa esim. Tanskan ja Ruotsin mallin mukaan. Rakennuslevyiteollisuus on joutunut bioenergiatukien vuoksi sijaiskärsijäksi.

Valtion tukipolitiikka olisi hyvä tarkistaa sen varmistamiseksi, että polttoaineen valmistus purkumateriaalista ei ole syrjityssä asemassa hakkuujätteestä ja harvennushakkuusta valmistetun hakkeen kanssa.

17.4 Miksi kaatopaikkoja täytetään polttokelpoisella jätteellä?

Pääosa jätteillä tuotetusta energiasta on lämpöä ja pieni osa sähköä. Energiajätteen polttolaitokset pyritään sijoittamaan niin, että energia voidaan hyödyntää mahdollisen sähköntuotannon lisäksi erityisesti kaukolämmön tuotantoon. Lyhyellä aikajänteellä tarkasteltuna ongelma on siinä, että pienillä paikkakunnilla ei ole riittävää tarvetta kaukolämmölle ja suurilla paikkakunnilla tarvittava tuotantokapasiteetti on jo olemassa.

Suomessa kansalaisten mielipide on poikkeuksellisen kielteinen jätteiden polttoa kohtaan. Tämä johtuu osaltaan Kyläsaaren jätteenpolttolaitoksen aiheuttamista ongelmista 1961-83. Nykyaikaisella puhdistustekniikalla ympäristöpäästöt on kyetty eliminoimaan, mutta ennakkoluulot ovat lujassa. Puutetta on myös poliittisesta tahdosta asian ratkaisemiseksi. Uuden Suomen syksyllä 2005 suorittaman kyselyn mukaan useimmat kunnat suhtautuvat ehdottoman kielteisesti mahdollisuuteen, että kunnan alueelle rakennettaisiin jätteiden polttoon perustuvaa energian tuotantoa.

Suomen Luonnonsuojeluliitto ry on ottanut voimakkaasti jätteen polttoa vastustavan kannan. Se vetoaa mm. EU:n määritelmään, että jätteen polttaminen jätteenpolttolaitoksissa ei ole jätteen hyötykäyttöä. Jätteiden polttamista vastustava kanta perustuu siihen ajatukseen, että jätteiden syntyminen pitäisi eliminoida. Muilla perusteilla jätteiden polton vastustamista on vaikea ymmärtää.

Mikäli Suomessa ei ryhdytä määrätietoiseen kampanjointiin yleisen mielipiteen ja sitä myötäilevän poliittisen tahtotilan muokkaamiseksi, kaatopaikat uhkaavat turhaan kuormittua ja Suomi jää yhä kauemmaksi muista EU-maista jätteiden hyödyntämisessä.

17.5 Jätteen poltto ja päästökauppa

Kioto ilmastopöytäkirjan allekirjoittaneet maat ovat sitoutuneet kuuden eri kasvihuonekaasun päästöjen rajoituksiin. Näistä tärkein on hiilidioksidi. Sopimuksessa Euroopan maat sitoutuivat vähentämään kasvihuonekaasuja 8 % vuoden 1992 –tasosta 2008-2012 –mennessä. Suomen päästöjen vähennystasoksi on sovittu 0 %. Suomen päästöoikeus vuosille 2008-2012 on 14,9 hiilidioksiditonniekvivalenttia henkeä kohden. Tämäkin vaatimus on tiukka, koska meillä halvat keinot päästöjen alentamiseksi oli jo käytetty ennen sopimuksen allekirjoittamista ja energiaa kuluttava teollisuus on tehnyt merkittäviä investointeja, jotka ovat lisänneet ja lisäävät edelleen energian kulutusta. Päästöoikeuksista on tullut kansainvälinen kaupan kohde. Uusiutuvien luonnonvarojen poltto ei tähän sopimukseen liittyvän ajattelun mukaan lisää ilmakehän hiilidioksidia, koska ilmakehän kannalta lopputulos on sama, häviääkö puu lahoamalla vai polttamalla. Voidaan arvioida, että puuperäisen materiaalin osuus suomalaisessa energiajätteessä on suurempi kuin muualla maailmassa keskimäärin. Valtaosa suomalaisesta energiajätteestä on puuta tai puuperäistä materiaalia. Edellä esitetyn ajattelun mukaan päästökiintiön piiriin tulisi laskea jätteen poltossa muodostuvat päästöt vain siltä osin kuin ne ovat peräisin fossiilisista aineista, öljystä ja kivihiiilestä.

18 Hyötykäytön kehittämisen tulevaisuus

18.1 Keskeiset seikat hyötykäytön edistämiseksi

Rakentamisessa ja varsinkin rakennusten suunnittelussa ei ole kiinnitetty riittävästi huomiota rakentamisen koko elinkaaren aikaisiin ympäristövaikutuksiin. Yleensä rakentamista ohjaavat välittömät taloudelliset tekijät. Edessä on siis lähes kyntämätön sarka, jossa on mittavia parantamismahdollisuuksia.

Haitallisten ympäristövaikutusten pienentämiseksi huomiota tulisi kiinnittää ensisijaisesti seuraaviin seikkoihin:

1. Materiaalin valmistuksen haitallisten ympäristövaikutusten huomiointi rakennusmateriaalien valinnassa. Elinkaariarviointia ja sen tulosten soveltamista tulisi lisätä.
2. Aluekaavoituksen, rakentamisarvojen ja menetelmien kehittäminen niin, että kaavoituksellisista syistä johtuvien käyttökelpoisten rakennusten purkamistarpeet vähenevät ja että muutoinkin rakennusten saneeraus ja uusiokäyttö lisääntyisivät
3. Rakenteiden käyttöiän huomiointi rakennusmateriaalien valinnassa ja rakenteiden suunnittelussa
4. Rakennuksen suunnittelun toteuttaminen siten, että se on purettavissa materiaalia rikkomatta
5. Rakenteiden ja rakenne-elementtien mittastandardien kehittäminen vaihtokelpoisuuden parantamiseksi
6. Uudelleen käytön kannalta hankalien materiaalien ja komposiittirakenteiden käytön välttäminen
7. Suunnittelu ja rakentaminen niin, että vakavia vesi- ja kosteusvahinkoja ei pääse tapahtumaan
8. Lämpö- ja kosteuseristyksen sekä pintalämpötilojen ja huonekosteuden tasapainosta huolehtiminen niin, että homevaurioiden muodostuminen estyy
9. Eri intressiryhmien yhteistyötä hyötykäytön edistämiseksi on lisättävä. Näitä ovat: rakennusyhtiöt, jäte/hyötykäyttöyritykset, viranomaiset, järjestöt sekä muut tutkimus- ja kehitystyöhön osallistuvat organisaatiot. Pienyritysten tietoisuutta uusista liiketoimintamahdollisuuksista tulee lisätä

Puuta pidetään rakennusmateriaalina ympäristöystävällisempänä kuin mineraaleja. Sopivissa olosuhteissa puu voi kestää satoja vuosia. Suunnitteluvirheiden takia esimerkiksi ulkoikkunoiden puitteet voivat kuitenkin lahota jo kymmenessä vuodessa.

Myös mineraaliaineiden kestoikässä on suuria eroja. Monissa 1970-luvulla rakennetuissa kerrostaloissa betonielementit ovat niin pahoin rapautuneet, että ilman perusteellista korjausta talot jouduttaisiin purkamaan. Marmorin kestävyys suomalaisessa ilmastossa on niin huono, että on vaikea löytää järkeviä perusteita sen käytölle.

Hyvällä suunnittelulla, oikeilla materiaalivalinnoilla ja sopivalla suojauksella rakennusten elinikä voidaan jopa kymmenkertaistaa.

18.2 Rakennusalan hyötykäytön tutkimus ja kehittäminen

Tämän työn yhteydessä on käynyt selväksi, että rakennusmateriaalien hyötykäytön kehittämisessä on kyse merkittävien ympäristövaikutusten lisäksi suurista taloudellisista arvoista. Suomessa rakennetaan uusia asuntoja n. 30.000 kpl, josta n. 10.000 Uudenmaan ja Ekes-kuntayhtymän alueelle. Purettujen asuinrakennusten määrä on noin puolet rakennetusta.

Tässä selvityksessä on ensisijaisesti käsitelty niitä keinoja, joilla voidaan lisätä uudisrakentamisen sekä rakennusten purku- ja saneerausjätteen hyötykäyttöä. Suurin vaikutus rakennusmateriaalien hyötykäytön edistämiseksi voidaan kuitenkin saavuttaa niillä tekijöillä, joilla voidaan pidentää rakennuksen käyttöikää. Suurelta osin samoilla tekijöillä voidaan vaikuttaa myös rakentamisen laatuun ja saneeraustarpeeseen. Kaikkien näiden tekijöiden yhteisvaikutuksena voidaan Suomessa saavuttaa jopa 2 – 3 mrd. € vuotuiset säästöt. Tosin pääosa säästöistä saadaan vasta vuosikymmenien kuluttua kun asuntojen uudis- ja korjausrakentamisen tarve vähenee ja rakennusten käyttöikä pitenee.

Määrätietoinen kehitystyö edellyttää, että kaikilla toimijoilla on yhteinen näkemys vallitsevista epäkohdista ja kehittämismahdollisuuksista. Kansantalouden kannalta olisi järkevää lisätä merkittävästi rakennusmateriaalien hyötykäyttöön liittyvää tutkimus- ja kehitystoimintaa. Sitä mukaan kun näkemykset rakennusmateriaalien hyötykäytön ongelmista ja mahdollisuuksista selkiytyvät, voidaan tarttua tehokkaisiin kehittämistoimenpiteisiin. Näin tutkimus- ja kehitystoiminnan kustannukset tullaan saamaan eri muodoissa moninkertaisina takaisin.

18.3 Viranomaistoiminta

Suomesta ei ole selkeää rakentamisen ja jätehallinnan pitkäjänteistä strategiaa, joka ohjaisi kehitystä. Näin on jouduttu tilanteisiin, että kokonaisstrategiaan vaikuttavia päätöksiä tehdään liian myöhään ja vasta pakottavissa tilanteissa.

Kaikessa päätöksenteossa tulisi keskeisinä perusteina ympäristönsuojelullisten seikkojen rinnalla olla kansantaloudelliset näkökohdat. Viranomaisohjauksella on merkittävää vaikutusta rakennuksiin ja rakennusmateriaalien laatuun, jätteiden käsittelyyn, kaatopaikkoihin ja kierrätysmateriaalien käyttöön.

Viranomaisohjauksen tulee olla pitkäjänteisesti johdonmukaista ja ennakoitavissa olevaa. Esimerkiksi jätteiden käsittelyyn ja hyötykäyttöön liittyvät investointipäätökset tehdään 10 – 20 vuoden aikajänteellä ja rakentamiseen liittyvillä päätöksillä on vaikutusta jopa satojen vuosien aikajänteellä.

18.4 Asennemuokkaus ja tiedottaminen

Ihmisten asenteet Euroopassa ja myös Kaukoidän teollistuneissa maissa ovat muuttuneet voimakkaasti ympäristömyönteiseen suuntaan viimeksi kuluneiden 20 vuoden aikana. On odotettavissa, että sitä mukaan, kun ympäristömuutokset alkavat näkyä elinympäristössämme, ihmisten kiinnostus ympäristöasioihin lisääntyy. Tämä tulee vaikuttamaan myös aiempaa laajemmin ihmisten käyttäytymiseen.

Koska ympäristötietoisuuden tarve on nopeasti lisääntymässä, on myös poliittisten päättäjien ja viranomaisten huolehdittava siitä, että tiedon aukko täytetään asiallisella tiedolla ilman ylilyöntejä tai asioiden tarkoitusperäistä vääristelyä.

19. Johtopäätöksiä ja suosituksia

19.1 Johtopäätöksiä

Ympäristölainsäädännön ja liiketaloudellisten näkökohtien kohtaavuus on heikkoa, mikä aiheuttaa ympäristökuormituksen lisääntymistä ja kansantaloudellisia menetyksiä. Säädösten tarkempi ohjeistus ja valvonta ovat myös puutteellista. Käytännön työssä kansalaisten ja juristien yhteisöjen lain soveltamisessa ja lain kuuliaisuudessa on myös suuria eroja. Osaltaan tämä johtuu näkemuseroista, tietämättömyydestä ja osaksi lainsäädännön nopeasta kehitymisestä. Esimerkiksi tulkintaerot ja puutteelliset ohjeet siitä, mikä materiaali tulkitaan jätteeksi, aiheuttaa merkittäviä vaikeuksia hyötykäytön suunnittelulle ja toteuttamiselle.

Yhtenäinen EU:n jätelainsäädäntö suosii materiaalista hyötykäyttöä ennen polttamisvaihtoehtoa. Rakennuspuujätteen osalta olemme jäljessä Etelä-Eurooppaa ja Tanskaa, jossa lastulevy valmistetaan useimmiten 50-70 %:n osuudella jättepuusta lopun ollessa vähäarvoista mekaanisen teollisuuden jätettä tai neitseellistä puuta. Toteutetun taloudellisen tarkastelun mukaan myös meillä levyteollisuuden tulisi siirtyä hyödyntämään laajemmin rakennusteollisuuden puujätettä, jonka määrä on selvityksen mukaan merkittävä.

Euroopan unionin jätteenpolttodirektiivi määrittelee jätteenpolton päästöille uudet raja-arvot, jotka Suomessa tulevat voimaan 29.12.2005 valtioneuvoston asetuksella 15.5.2003/362. Tämän seurauksena polttokelpoinen jäte (REF) tai sen raaka-aineet uhkaavat kuormittaa Suomen kaatopaikkoja vuosina 2006-2007 700 000 tonnilla, ellei tätä rinnakkaispolttokapasiteettia kyetä korvaamaan muilla hyötykäyttöratkaisuilla. Tämän jätemäärän energiasisältö on n. 3 TWh. Tämä vastaa 350.000 kW keskeytymätöntä energiatehoa vuoden ajan ja se tuotetaan muilla polttoaineilla. Lain mukaisten polttolaitosten investoinneilla on kiire.

Koska puu on uusiutuva luonnonvara, sen polttaminen ei lisää ilmakehän CO₂-kuormitusta. Rakennusjätteen volyyymeista valtaosa on puutavaraa, jonka polttaminen vähentäisi myös päästöoikeuksien ostotarvetta.

Tiukan lain tulkinnan mukaan myös uudisrakennuskohteen ylijäämänä erotettu puhdas puutavara on jätettä, jonka poltto on jätteenpolttodirektiivin alaista. Tulkinta ei tunnu ympäristönsuojelun eikä kansantalouden kannalta järkevältä. Kaikki toimijat eivät myöskään tulkitse lakia tältä osin kirjaimellisesti.

Betonimurskeen käyttöä rajoittaa ympäristölupavaatimus, vaikka murskeen haitattomuus ympäristölle voitaisiin todentaa. Lupaprosessi on niin hankala ja kallis, että se käytännössä estää betonimurskeen käytön kalliimurskeen asemesta esimerkiksi pienten kenttien ja pihojen pohjustuksessa, vaikka betonimurske jäykistää paremmin. Näin nopeutetaan kaatopaikkojen täyttymistä ja lisätään uusiutumattomien luonnonvarojen käyttöä.

Osa rakennusjätteistä ei ole laillisen jätehallinnan piirissä. Uudenmaan liiton ja Ekesin alueen kunnissa ilmenee jatkuvasti tapauksia, joissa rakennusjätettä on luvatta ajettu

maastoon, penkereisiin tai piha-alueiden ja teiden pohjustukseen. Tästä syystä myöskään rakennusjätteiden tilastotiedot eivät ole luotettavia. Lain rikkominen ei ilmeisesti kaikissa tapauksissa ole ollut tietoista. Käytäntö siitä, mitkä tapaukset johtavat rikosilmoitukseen, vaihtelee.

Suomessa rakennus- ja muiden jätteiden hallinta ja hyötykäyttö on heikommalla tasolla kuin useimmissa vanhoissa EU-maissa. Uusissa EU-maissa järjestelmällinen jätehallinta on vasta kehittymässä. Rakennusmateriaalien kierrätykselle niissä maissa on hyviä edellytyksiä, koska kaikilla ei ole varaa uuden materiaalin ostamiseen. Lisäksi käyttökelpoisesta kierrätysmateriaalista ja rakennusten osista on monin paikoin puutetta. Suomessa syntyvälle purkumateriaalille olisi Baltian maissa ja Venäjällä runsaasti kysyntää.

Kaatopaikkojen lukumäärä tulee ympäristövaatimusten ja myös naapuruston aiheuttamien paineiden takia vähenemään. Jätteiden käsittelymaksut kallistuvat edelleen ja myös kuljetusmatkat pitenevät. Molemmat seikat parantavat jätteiden hyötykäytön edellytyksiä kannattavana liiketoimintana.

19.2 Tulevaisuuden visio

Ympäristökuormitusten aiheuttamat muutokset ilmastoon, maaperään ja vesistöihin, rajallisten luonnonvarojen ehtyminen ja kasvavat jätemäärät aiheuttavat lisääntyviä paineita ympäristönhallinnan voimakkaisiin kehittämistoimenpiteisiin.

Asenteet ympäristönsuojelua kohtaan ovat muuttuneet merkittävästi myönteisemmiksi viimeksi kuluneiden 30 vuoden aikana. Muutamat keskeiset ympäristönäkökohdat kuten öljytuotteiden saatavuus ja sen hinnan kohoaminen, ilmaston muutos, maaperän saastuminen, jäteongelmat sekä paikalliset ympäristöonnettomuudet ovat yhä keskeisemmin eri tiedotusvälineiden uutisaiheina. Lähestytään tilannetta, jolloin useimmat tekevät valintojaan ympäristönäkökohtien kannalta ja tarpeetonta ympäristökuormituksen lisäämistä pidetään paheksuttavana. Alan lainsäädäntö tiukkenee edelleen nopeasti ja ottaa paremmin huomioon hyviksi koetut rakentamiskäytännöt tutkimus- ja kehitystyön tulokset sekä uudet liiketoiminnan mahdollisuudet.

Kestävän kehityksen periaate tulee 1 – 2 sukupolven aikana etenemään siihen pisteeseen, että rakennusjätteiden hyötykäyttöaste nostetaan yli 95 %. Vaikeasti hyötykäytettäviä voivat olla esimerkiksi jotkin tiiviste- ja komposiittimateriaalit. Yhdyskuntajätteiden osalta kehitys on samansuuntainen. Tällöin kaatopaikkoja ei ainakaan rakennusmateriaalien takia tarvita lainkaan. Materiaaliprosessit voidaan jo nyt visioida tuohon pisteeseen asti.

Materiaalien ja tuotteiden suunnitteluun tullaan sisällyttämään vaatimus mittastandardeista ja uusiokäytettävyydestä. Tuottajavastuuta tullaan edelleen laajentamaan. Jätteen keruu- ja uusiointiprosessin kustannus tullaan liittämään tuotteiden lisäksi joidenkin materiaalien hintaan.

Uhkana on, että kilpailu rajallisten luonnonvarojen hallinnasta kiristyy kriiseiksi, joita ei kyetä ratkaisemaan rauhanomaisesti. Tällöin esimerkiksi raakaöljyn saatavuus voi äkillisesti vaikeutua siinä määrin, että joudutaan tiukkoihin säännöstelytoimenpiteisiin samanaikaisesti lähes kaikkialla maailmassa. Vaikka rakennusjätteiden hyötykäytölle tulisi ensisijaisesti etsiä uudelleen käyttömahdollisuuksia, tulee kriisien varalta pitää yllä valmiuksia myös polttokelpoisen jätteen täysimittaiseen energiakäyttöön.

19.3 Tulokset ja suositukset

Seuraavassa on esitetty yhteenveto tämän selvitystyön tuloksista koskien rakennusjätteiden hallintaa, rakennusmateriaalien hyötykäytön nykytilaa, kehittämistä sekä toimenpidesuosituksista, joilla rakennusmateriaalien hyötykäyttöä voidaan edistää.

- Rakennusjätteiden tilastotiedot ovat epäluotettavia. Rakennusjätettä häipyä ohi tilastojen ja osa tilastoituu yhdyskuntajätteeksi.
- Jätehallinnan taso ja jätteiden hyötykäyttö Suomessa on jäänyt jälkeen muista vanhoista EU-maista.
- Suomessa ei ole selkeää rakennusjätteiden, eikä myöskään yhdyskuntajätteiden hallinnan strategiaa. Tämän johdosta jätteiden hallinnan ja hyötykäytön taso on jäljessä vanhoista EU-maista, mutta kuitenkin edellä ns. siirtymätalouksien maista.
- Rakennusjätteiden hallinnassa ja hyötykäytössä on muutaman viime vuosikymmenen aikana tapahtunut merkittävää kehitystä, mutta nyt ollaan silti vasta kehityksen alkutaipaleella.
- Rakennusjätehallintaa koskevassa lainsäädännössä on ongelmakohtia, jotka pahimmillaan jopa lisäävät luonnonvarojen kulutusta ja muita haitallisia ympäristövaikutuksia.
- Jätteiden määriin voidaan vaikuttaa useissa vaiheissa, rakennusten suunnittelussa, materiaalivalinnoilla, logistiikkaketjun eri vaiheissa, materiaalien ohjauksessa rakentamisen aikana, ylijäämämateriaalien hyödyntämisellä, korjaus- ja purkumateriaalien kierrättämisellä ja uusiokäsittelytekniikoilla.
- Tämä raportti sisältää esityksen kierrätyskeskuksista käsittäen toimintamallin sekä toteutus- ja rahoitussuunnitelman. Eri malleissa on suoritettu myös osittain yhteiskunnallisten vaikutusten arviointia.
- On luotavissa internetiin perustuva tiedonvälitysjärjestelmä, jonka avulla voidaan merkittävästi edistää ihmisten tietoisuutta ympäristömyönteisestä rakentamisesta ja rakennusmateriaalien uusiokäyttömahdollisuuksista.
- Cad/cam-tekniikan nykyistä laajemmalla soveltamisella voidaan parantaa rakentamisen mittatarkkuutta pienentää merkittävästi materiaalihävikkiä uudisrakentamisessa
- Uutena ulottuvuutena tämä raportti sisältää esityksen purku/rakennusmateriaalin käytöstä rakennuslevyteollisuuden raaka-aineena. Näitä jakeita voitaneen hyödyntää myös yhdessä muiden metsäteollisuuden sivutuotevirtojen kanssa aivan uusina tuotteina, mikäli tuotekehitykseen tullaan panostamaan
- Muina kehittämiskelpoisina käsittelyprosesseina on tarkasteltu EPS:n ja PVC:n uusiokäyttöä sekä tiilien ja valuharkkojen koneellistettua puhdistusta ja uudelleen käyttöä.

Lainsäädäntö ja kehittämätön tariffipolitiikka sekä toisaalta ympäristöviranomaisten, ympäristöjärjestöjen, jätteiden tuottajien ja hyötykäyttäjien toisistaan eroavat näkemykset ja intressit ovat johtaneet nykyiseen tilanteeseen, jossa ollaan jätteiden hallinnan ja hyötykäytön osalta kaukana sekä ympäristönsuojelullisesta että kansantaloudellisesta optimista. Rakennusjätteiden osalta uusio- ja hyötykäyttöliiketoiminta on lähtenyt maassamme ja pääkaupunkiseudulla verraten hallitsemattomasti liikkeelle. Keskeisten toimijoiden yhteistyöllä olisi pikaisesti arvioitava ja tunnistettava lähtötilanne, luotava strategia tilanteen parantamiseksi sekä ryhdyttävä tarvittaviin toimenpiteisiin.

20 Kirjallisuutta:

Oulun yliopiston arkkitehtiosaston julkaisut: Korjausrakentamisen työmaalogistiikka, rakennusmateriaalien ja osien uudelleenkäyttö" osa 1 (isbn 951-42-6998-5); Rakennusmateriaalien purku ja kierrätys" osa 2 (isbn 951-42-6999-3)

Petri Pöntinen: Poltto käy kukkarolle; Suomen Kuvalehti 46/2005

Shiro Nakajima ym. Design for easy deconstruct and easy to recycle Wooden Building
(www.cce.ufl.edu/pdf/Paper%2028.doc)

Kari Raivio ym.: Kestävän kulutuksen ja tuotannon toimikunnan (KULTU) ehdotus kansalliseksi ohjelmaksi 2005 (www.ymparisto.fi/KULTU-toimikunta)

KTM, Eero Kokkonen; Julkaisu 29/2004, Pk-yritysten mahdollisuudet rakennusjätteen kierrätystoiminnassa – käsitteitä, lainsäädäntöä, rakennusjätteen määritelmä, vastuukysymyksiä, kierrätyslaitostarkastelua, määrätietoja eri lähtötiedoista, lainsäädännön ja viranomaisten ohjaava vaikutus, uusi jätteenpolttoasetus ja sen vaikutukset, rakennusjätteen kierrätyksen ansaintalogistiikkaa, rakennusjätehuollon syntypaikkalajittelun ja kierrätyksen mallit, jätteenkäsittelyprosessin vaiheistus, käsittelylogistiikan tarkastelua, kierrätysliiketoiminnan tarkastelua kannattavuuden ja lainsäädännön kannalta, potentiaalisia kierrätysliiketoiminnan alueita Suomessa, toimintaedellytysten tarkastelua, suunnittelun tarpeita, eri näkökohtia kierrätysliiketoiminnan aloittamiseksi, lähdeluettelo, viitteitä

Hämeen Ammattikorkeakoulu, Ympäristötekniikan koulutusohjelma, Markku Raimovaara, Tiina Janhunen: Selvitys sosiaalisen yritystoiminnan toteutustavoista Suomessa, 2003

- selvitys eri kolmannen sektorin toimijoista ja niiden toiminnasta

Ympäristöyritysten liitto ry: Ympäristöyritys 2005-06-05

- ympäristöyritysten liiton toimintaa, Ympäristöyritysten liitto ry:n jäsentiedot

Tilastokeskus, Ympäristö 1993:7, Kaj-Erik Isaksson: Talonrakennustoiminnan jätteet

- tilastotietoja rakennusten purkujättemääristä rakennustyypeittäin ja lääneittäin. Jätteiden lajikohtaisia määriä ilmeisen hatarin perustein, koska lajittelu on silloin ollut puutteellista

Rakennusteollisuuden keskusliitto ja Ympäristöministeriö, Marjo Hyödynmaa: Rakennustyömaan ympäristö-opas, ISBN 952-9831-42-0 ja Rakennustyömaan jätehuolto ISBN 952-9831-43-9, julkaisut 45 ja 46, 1997:

- opastavaa tietoa ympäristöasioista ja niiden hoidosta, opastavaa tietoa rakennustyömaan jätehuollon organisoinnista ja lajittelusta

Tekes, Teknologiakatsaus 50/97, K.O. Saarimäki: Purku 1997

- rakennusten purkutyön ohjeistusta, vaiheistusta, jätteiden lajittelua, lupa- ja sopimusasioita, vaatimuksia purku-urakoitsijalle, nimikkeistöä, suunnittelumakkeistoa, purku- ja käsittelyohjeita nimikkekohtaisesti sisältäen hyötykäyttömahdollisuuksien tarkastelua, purkujätteen ympäristönäkökohtien arviointia

Jätelaki 1072/1993

Haka Oy, Kehitysyksikkö, R. Joutsenlahti: Työmaan materiaalinhallinta 10.9.1993:

- käsittelee rakentamisen koko materiaaliketjua. Tarkastelu painottuu jätteiden vähentämiseen ja lajitteluun. Lopussa taulukko jättemääristä (kpl, m3 ja ton) lajeittain. Sekajätteen osuus 29 %.

Haka Oy, Kehitysyksikkö, R. Joutsenlahti, J. Pekkanen: Rakennustyömaan jätehuolto-ohje 15.4.1994:

- vaatimuksia jätehuollon järjestämisestä ja lajittelusta, yhteystietoja hyötyjätteen vastaanottajista. Jätehuoltosuunnitelman kaavakehjat

YTV Jätehuolto: Kodin remonti- ja rakennusjätteet 2004

- lajitteluohjeita nimikkeittäin, jätteiden toimitusosoitteita ja – ohjeita

YTV Jätehuolto: Rakennusjäteopas 1997

- lakitietoa, kustannustietoa, lajitteluohjeita, kirjallisuustietoa

Turun kaupunki, Ympäristövirasto, Eeva Lammi, Julkaisu 2/1998: Rakennusalan jätteiden vähentämisen ja käsittelyohje 1998:

- perustietoa jätteiden muodostumisesta ja vähentämistarpeesta, lakitietoa, ohjeita suunnittelijalle, rakennuttajalle ja rakentajalle, keinoja jätteen vähentämiseksi ja lajittelemiseksi vaiheittain, jätteiden käsittely ja sen vastaanottopisteitä Turun seudulla, työterveysasioita, laki- ja asetusluettelo, kirjallisuusluettelo, 20 viitettä

YTV / Viatek julkaisu C1991:4, Rakennusjätteselvitys, ISSN 0357-5454

- rakennusjätteen laitosmaista käsittelyä koskeva esiselvitys. Määrätietoja, koostumus, kehitystrenditarkastelu, lajittelulla saatavat jakeet, aikaisempien selvitysten tarkastelua, kokemuksia Euroopasta (kehittämideoina mm. briketointi, jätteen tuottajien hyötykäyttöyhdistys yms.), hyötylajikkeiden vastaanottokapasiteetti- ja hintatietoja, ympäristörakentaminen, hyötyjakeiden markkinointavuus, lajittelun vaikutus rakennustoimintaan, lajittelun vaikutus jätehuoltoon, kannattavuustarkastelua, tutkimustarvelista, lähdeluettelo, 37 viitettä

VTT, Koski, Lehtinen, Perälä, Kiviniemi, Pölönen; Talonrakennustyömaan jätehuollon kehittäminen, 1998; ISBN 951-38-5184-2, ISSN 1235-0605:

- jättekertymätietoja, jätelogistiikka, ratkaisuja jätteiden vähentämiseksi, tavaratoimittajien ja alihankkijoiden vaikutus jätemääriin, jätteiden käsittelyn tarkastelu työmaalla, jätemäärän kertymä kohteen koon funktiona, kertymä vaihekohtaisesti, jätteestä aiheutuvat kustannukset kustannuslajeittain ja jätelajeittain, eri kustannuslajien optimointi, jätelogistiikan kehittämistarpeet, jätemäärät rakennustyypeittäin, materiaalien hankinnan jätelogistiikka, kehitysehdotuksia työvaiheittain, käsittelyesimerkkejä muissa EU-maissa, toimenpidesuosituksia, työmaan jätekalusto, jätesierrot ja käsittely työmaalla, kustannuksiin vaikuttavia tekijöitä, toimenpidesuosituksia ja kehitysnäkymiä. Lähdeluettelo, 16 viitettä

VTT, Perälä, Nippala; Rakentamisen jätteet ja niiden hyötykäyttö, 1998; ISBN 951-38-5405-1, ISSN 1235-0605:

- rakennusjättemittareiden luonti, luokittelu, jätemäärät v. 1997, uudisrakentamisen jätevirrat, uudis- ja korjausrakentamisen seuranta, maa- ja vesirakentamisen jätemääriä, hyötykäyttöasteita, lähdeluettelo, 21 viitettä

Suomen Kaupunkiliitto, Julkaisu n:o 629; Rakennustoiminnan jätehuolto, Helsinki 1991

Tuominen, Jokinen, Pietilä, 1998 <http://www.uwasa.fi/~d74117/YMPJOHT/sld001.htm> Ympäristöjohtaminen, diasarja

Liite: Insinööriyö, Niina Kangasniemi: Rakennusmateriaalin hyötykäytön lisääminen