

Talonrakennustyömaan jätehuollon kehittäminen

Hannu Koski, Jari Lehtinen, Anna-Leena Perälä &
Markku Kiviniemi

VTT Rakennustekniikka

Jari Pölönen

Skanska Länsi-Suomi Oy



ISBN 951-38-5184-2
ISSN 1235-0605
Copyright © Valtion teknillinen tutkimuskeskus (VTT) 1998

JULKAISIJA – UTGIVARE – PUBLISHER

Valtion teknillinen tutkimuskeskus (VTT), Vuorimiehentie 5, PL 2000, 02044 VTT
puh. vaihde (09) 4561, faksi (09) 456 4374

Statens tekniska forskningscentral (VTT), Bergsmansvägen 5, PB 2000, 02044 VTT
tel. växel (09) 4561, fax (09) 456 4374

Technical Research Centre of Finland (VTT), Vuorimiehentie 5, P.O.Box 2000, FIN-02044 VTT, Finland
phone internat. + 358 9 4561, fax + 358 9 456 4374

VTT Rakennustekniikka, Rakentaminen ja kiinteistönhallinta, Tekniikankatu 1, PL 1802, 33101 TAMPERE
puh. vaihde (03) 316 3111, faksi (03) 316 3497

VTT Byggnadsteknik, Byggnad och fastighetsförvaltning, Tekniikankatu 1, PB 1802,
33101 TAMMERFORS
tel. växel (03) 316 3111, fax (03) 316 3497

VTT Building Technology, Construction and Facility Management, Tekniikankatu 1, P.O.Box 1802,
FIN-33101 TAMPERE, Finland
phone internat. + 358 3 316 3111, fax + 358 3 316 3497

Toimitus Leena Ukoski

LIBELLA PAINOPALVELU OY, ESPOO 1998

Koski, Hannu, Lehtinen, Jari, Perälä, Anna-Leena, Kiviniemi, Markku & Pölönen, Jari. Talonrakennustyömaan jätehuollon kehittäminen [Development of waste management on the building site]. Espoo 1998, Valtion teknillinen tutkimuskeskus, VTT Tiedotteita – Meddelanden – Research Notes 1883. 102 s.

UDK 69:69.05:504.064.4

Avainsanat building sites, construction materials, wastes, recycling, waste management

Tiivistelmä

Asuinkerrostalotyömaalla (10 000 m³), jonka jätehuoltoon ei ole kiinnitetty erityistä huomiota, syntyy jätettä arviolta 60 - 80 tonnia. Laskentatavasta riippuen tämän hukkamateriaalin ja jätteen aiheuttamat kustannukset ovat 100 000 - 250 000 mk.

Vuoteen 2005 ulottuvassa valtakunnallisessa jätesuunnitelmassa edellytetään rakennusjättemäärän vähentämistä 15 % nykyisestä ja jätteiden hyödyntämistä 70 %:iin. Työmaalla syntyvien rakennusjätteiden hyötykäyttöaste on nykyisin keskimäärin alle 30 %.

Kehitysprojektin tavoitteiksi asetettiin rakennustyömaalla syntyvän jättemäärän vähentäminen ja jätteiden käsittelyn tehostaminen. Tavoitteisiin pyrittiin seuraavien viiden osatehtävän avulla:

1. Selvitetään jätteiden määrän ja koostumuksen vaihteluun vaikuttavat tekijät.
2. Etsitään ratkaisuja tuotantojätteen eli hukan ja apumateriaalien vähentämiseen.
3. Kehitetään tuotteiden pakkaustapoja, -kokoja ja -materiaaleja.
4. Määritetään työmaalle sopivan jätehuoltokaluston ominaisuudet ja valintaperiaatteet.
5. Laaditaan ohjeita ja suosituksia hyvien toimintatapojen yleistymiseksi.

Jättemääriä selvitettiin Skanska Länsi-Suomi Oy:n kolmelta työmaalta sekä lisäksi laskennallisesti materiaalien hukkaprocenttien avulla. Valtaosa jätteistä muodostui sisätyövaiheessa, jonka jätehuolto onkin suunniteltava huolellisesti. Elementtirakenteisissa kerrostaloissa jättemäärät olivat 2 - 4 kg/m³ ja paikalla rakennetuissa 2,6 - 11,5 kg/m³ (yläraja oli yksittäistapaus). Ero oli suurimmillaan tavanomaisilla työmailla, mutta kun paikalla rakennettaessa kiinnitettiin erityistä huomiota jätehuoltoon ja jätteiden määrää pyrittiin aktiivisesti vähentämään, toteutustavoista johtuva ero jättemäärissä oli varsin pieni. Jos työmaalla syntyvän jätteen määrää pystytään pienentämään 2 - 4 kg/aan/m³, hyötykäyttöasteen nostaminen 50 - 70 %:iin edellyttää olennaisia lisätoimia.

Tuotanto- ja pakkausjätteiden määrän vähentämiseksi ja niiden käsittelyn tehostamiseksi projektiin muodostettiin useita kehitysryhmiä, joiden työskentelyyn osallistui yli 20 yritystä. Ryhmien tehtävänä oli ideoida parannuksia materiaalitoimituksiin, työmenetelmiin ja jätehuoltoon, kokeilla uusia ratkaisuja työmailla sekä edistää hyviksi todettujen

toimintatapojen yleistymistä. Käytännössä ryhmien työskentely painottui toimitustapojen, pakkausten ja jätekaluston parantamiseen; materiaalihävikkien vähentämiseen tähtäävä työmenetelmien kehittäminen jätettiin vähemmälle.

Rakentamisen logistiikan kehittämisellä voidaan vähentää työmaalla syntyvää jätettä. Toisaalta rakennusjätteiden vähentäminen ja hallittu käsittely parantavat työmaan järjestystä ja työntekijöiden motivaatiota luoden edellytykset muun muassa kehittyneiden siirtomenetelmien käytölle.

Merkittävä osa työmaan jätehuoltokustannuksista aiheutuu materiaalin useista käsittelykerroista. Jätteidenkäsittelyä tulee tehostaa liittämällä se osaksi asennusprosessia. Tavanomaisessa kerrostalokohteessa kannattaa käyttää työryhmäkohtaisia jäteastioita, syn-typaikkalajittelua ja keskitettyä jätteenkeräilyä. Tilaa vievien jätteiden (pahvin, muovin) määrä uudisrakentamisessa on niin vähäinen, ettei esim. jätepuristimien tai paalaimien käyttö ole kannattavaa.

Rakennusurakoitsijoille annettavat, jätehuoltoa koskevat toimenpidesuositukset jaettiin tutkimuksessa seuraaviin osa-alueisiin:

1. tuotannosuunnittelu
2. materiaalihankintojen ohjaus
3. urakkasopimukset
4. jätehuoltomenetelmän valinta
5. jätekaluston käyttö työmaalla
6. jätteen keräily ja kuljetus työmaalta
7. pakkaukset
8. työntekijöiden motivointi ja opastus
9. muut toimenpiteet.

Tulevaisuudessa suunnitteluratkaisut ja käytettävät rakennusmateriaalit kehittyvät entistä ympäristöystävällisemmiksi. Jätteiden käsittely- ym. maksut tulevat kuitenkin nousemaan ja hyödyntämis- sekä lajitteluvaatimukset kasvavat. Rakennustyömaiden jätehuol- lon tehokas hoitaminen synnyttää markkinat uudentyyppisille palveluyrityksille.

Paljon jätettä synnyttävällä asuinkerrostalotyömaalla (10 000 m³) voivat materiaali- huksesta ja jätteistä sekä niistä aiheutuvasta tuottavuuden alenemisesta johtuvat kustannuk- set olla yli 300 000 markkaa. Hyvin suunnitellulla ja hoidetulla työmaalla kustannus voi jäädä alle 100 000 markan.

Koski, Hannu, Lehtinen, Jari, Perälä, Anna-Leena, Kiviniemi, Markku & Pölönen, Jari. Talonrakennustyömaan jätehuollon kehittäminen [Development of waste management on the building site]. Espoo 1998, Technical Research Centre of Finland, VTT Tiedotteita – Meddelanden – Research Notes 1883. 102 p.

UDC 69:69.05:504.064.4

Keywords building sites, construction materials, wastes, recycling, waste management

Abstract

An apartment building construction site (10,000 bldg m³) where no special attention is given to waste management produces about 60 - 80 tons of waste. Depending on the calculation method, the costs of the unused material and waste amount to FIM 100,000 - 250,000.

The national waste management plan that extends to the year 2005 requires that today's construction waste amounts be reduced by 15% and that 70% of the wastes be recycled. Less than 30% of the waste produced on site, on average, is utilized presently. Reduction of construction site waste and more effective handling of waste were set as the goals of a development project. The goals were to be attained by

1. determining the factors that affect the amount of waste and variation in its composition.
2. seeking solutions for reducing production waste and auxiliary materials
3. developing the packing methods, dimensions and materials of products
4. defining the properties and selection principles of site-appropriate waste management equipment
5. preparing instructions and recommendations to promote appropriate operation modes.

Waste production was studied at 13 sites of Skanska Länsi-Suomi Oy as well as by calculating the percentages of materials that went to waste. The bulk of the waste was generated during the indoor work phase which requires carefully planned waste management. In the case of precast concrete apartment buildings the amount of waste ranged from 2 to 4 kg/bldg m³, while the figure for on-site built buildings was 2.6 to 11.5 kg/bldg m³ (the maximum was an individual case). The difference in the amount of waste due to production mode was quite small when special attention was paid to waste management in on-site construction and active efforts were taken to reduce the amount of waste. If the amount of waste generated on site can be reduced to 2 - 4 kg/ bldg m³, major additional measures will be required to raise the utilization rate to 50 - 70 %.

Several development groups, with participation from over 20 firms, were formed in order to reduce the amount of production and packing waste and to make its handling more effective. The groups were entrusted with the task of developing ideas for improving

material deliveries, work methods and waste management and trying out new solutions on sites and promoting the adoption of proven operational modes. In practice, the work of the groups focussed on the improvement of delivery modes, packing and waste management equipment - the development of work methods to reduce material losses received less attention.

Development of construction logistics can reduce the waste generated on site. The reduction and controlled management of construction waste, for its part, improves order on the site as well as the motivation of workers thereby creating the preconditions for the application of advanced conveyance methods, etc.

A significant portion of the costs of waste management on site is due to the repeated handling of waste materials. Waste handling should be made more effective by making it part of the installation process. At normal apartment construction sites it pays to use work team-specific waste bins, point-of-origin sorting and centralized removal. The amount of bulky waste (cardboard, plastic) is so insignificant in new construction that the use of bailing presses is not cost-effective.

The recommendations concerning waste management to be given to building contractors covered the following fields:

1. production planning
2. supervision of material procurements
3. contracts
4. selection of waste management method
5. use of waste management equipment on site
6. waste collection and removal from site
7. packings
8. motivation and guidance of employees
9. other measures.

In the future, design solutions and used building materials will become increasingly environment-friendly. Waste handling and other related charges will increase and the demands on utilization and sorting will become tougher. Effective site waste management is going to create a market for new types of service companies.

At an apartment building site (10,000 bldg m³) that generates a lot of waste, the costs of unused material and waste and the resulting lower productivity may amount to more than FIM 300,000. At a well-planned and -managed site the costs may be less than FIM 100,000.

Alkusanat

Skanska Länsi-Suomi Oy käynnisti syksyllä 1995 Talonrakennustyömaan jätehuollon kehittäminen -projektin, joka kuuluu Rakentamisen ympäristöteknologia -ohjelmaan.

Tässä julkaisussa, joka on projektin loppuraportti, kuvataan jätemääriin ja jätteen koostumukseen vaikuttavia tekijöitä, esitetään logistiikkaan ja tuotantomenetelmiin liittyvät keinot jätemäärän vähentämiseksi ja jätteiden käsittelyn tehostamiseksi sekä annetaan toimenpidesuositukset rakennushankkeen eri osapuolille.

Projekti toteutettiin Skanska Länsi-Suomi Oy:n sekä sen materiaalitoimittajien ja alihankkijoiden välisenä yhteistyönä. Tutkimuslaitoksena kehitystyöhön osallistui VTT Rakennustekniikka Tampereelta.

Tutkimuksen johtoryhmään kuuluivat projektipäällikkö Jari Pölönen, Skanska Länsi-Suomi Oy (projektin vastuullinen johtaja), työpäällikkö Tapio Pauna, Skanska Länsi-Suomi Oy, hankintapäällikkö Risto Hakala, Skanska Länsi-Suomi Oy, yksikön päällikkö Pasi Hurme, Säkkiväline Puhtaanapito Oy, projekti-insinööri Ari Aalto, Turun kaupunki ja erikoistutkija Hannu Koski, VTT Rakennustekniikka (projektin johtaja VTT:ssä).

Tutkimusjulkaisun ovat laatineet Hannu Koski, Jari Lehtinen, Anna-Leena Perälä ja Markku Kiviniemi VTT Rakennustekniikasta sekä Jari Pölönen Skanska Länsi-Suomi Oy:stä.

Projektin rahoittivat Skanska Länsi-Suomi Oy ja Teknologian kehittämiskeskus TEKES.

Sisällysluettelo

TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	5
ALKUSANAT	7
1. JOHDANTO	10
1.1 Tausta	10
1.2 Tavoitteet	11
1.3 Tehtävät	12
1.4 Projektin organisointi	13
2. JÄTEMÄÄRÄT	15
2.1 Rakennustuotannon jätteet Suomessa	15
2.2 Rakennusjätteitä koskevat määräykset ja velvoitteet	17
2.3 Uudisrakennusten ominaisjättemäärät	20
2.4 Skanskan työmaiden tuloksia	20
2.4.1 Seurantakohteiden tulokset	21
2.4.2 Erityisseurantakohte	24
2.5 Johtopäätökset muihin osaprojekteihin	25
3. RAKENNUSJÄTTEISTÄ AIHEUTUVAT KUSTANNUKSET	26
3.1 Jätehuoltokustannusten muodostuminen	26
3.2 Tuotanto- ja pakkausjätteiden kustannukset	27
3.3 Logistiikka jätekustannusten vähentämisessä	29
3.4 Työmaan jätehuoltokustannukset lähivuosina	29
4. JÄTELOGISTIIKKA	31
4.1 Lähtökohta	31
4.2 Jätelogistiikan kehittämisen tavoite	32
4.3 Toteutus ja osapuolet	32
4.3.1 Kehittämismenetelmät	32
4.3.2 Tarkastellut tuotteet	33
4.3.3 Kehitysryhmät	34
4.4 Jätelogistiikan kehittämistarpeet ja -ideat hanketasolla	36
4.4.1 Työnjohdolle tehdyt kyselyt	36
4.4.2 Jättemäärän vähentäminen	39
4.5 Materiaalien ja hankintojen jätelogistiikka	42
4.5.1 Ikkunat	42
4.5.2 Ovet	43
4.5.3 Väliseinät	45
4.5.4 Mattoasennukset	46
4.5.5 Tasoite- ja maalaustyöt	48

4.5.6 Kalusteet	49
4.5.7 Kodinkoneet.....	51
4.5.8 LV-asennukset	52
4.5.9 Ilmanvaihtoasennukset	54
4.5.10 Sähköasennukset.....	55
4.5.11 Muut tuotteet	57
4.6 Rakennusjätteen käsittely Saksassa, Ranskassa ja Hollannissa	59
4.7 Toimenpidesuositukset.....	62
5. JÄTTEIDEN KÄSITTELY TYÖMAALLA	63
5.1 Lähtökohta.....	63
5.2 Jätteen käsittelyn vaiheet työmaalla.....	64
5.3 Työmaan jätekalusto	65
5.3.1 Keräily ja lajittelu	65
5.3.2 Jättesiirot työmaalla.....	67
5.3.3 Jätteen käsittely.....	69
5.3.4 Varastointi työmaalla.....	71
5.3.5 Kuljetus.....	75
5.4 Jätteen käsittelyn suunnittelu	78
5.4.1 Suunnitteluperiaatteet	78
5.4.2 Kalustotarve.....	78
5.4.3 Kustannuksiin vaikuttavia tekijöitä	80
5.4.4 Jätekaluston mitoitus ja valinta	81
5.4.5 Kalusto työmaan eri vaiheissa	82
5.4.6 Kalustoluettelo.....	85
5.4.7 Kalustokustannuksia.....	85
5.4.8 Laskentaesimerkkejä.....	86
5.5 Työmaaesimerkki	90
5.5.1 Kohteen yleistiedot	90
5.5.2 Suunnitelmat.....	91
5.5.3 Toteutus ja saadut kokemukset.....	93
6. YHTEENVETO	95
6.1 Jättemäärät.....	95
6.2 Jätelogistiikka.....	96
6.3 Jätteen käsittely	96
6.4 Kustannukset	98
6.5 Toimenpidesuositukset eri osapuolille.....	99
6.6 Kehitysnäkymiä.....	100
LÄHDELUETTELO	102

1. Johdanto

1.1 Tausta

Talonrakennustyömailla syntyy vuosittain jätteitä noin 1,5 milj. tonnia, josta uudisrakentamisen osuus on noin 500 000 tonnia. Asuinkerrostalotyömaalla (10 000 m³), jossa jätehuolto on toteutettu perinteisesti, syntyy jätettä arviolta 60 - 80 tonnia. Laskentatavasta riippuen tämän hukkamateriaalin ja jätteen aiheuttamat kustannukset ovat 100 000 - 250 000 mk.

Vaikka materiaalihävikkejä on aina pyritty pienentämään, on viime vuosina myös rakennusjätteiden määrään ruvettu kiinnittämään erityistä huomiota. Tähän ovat vaikuttaneet sekä logistiikan merkityksen korostuminen että yhteiskunnan asettamat uudet vaatimukset ympäristöasioiden hoidolle ja kestävän kehityksen mukaisten periaatteiden toteutumiselle. Yhteiskunnan asettamat vaatimukset näkyvät mm. siten, että huonosta materiaali- ja jätehallinnasta aiheutuu aiempaa enemmän kustannuksia (esim. jätevero ja käsittelymaksut). Lisäksi asiakkaat ja suuri yleisö edellyttävät yrityksen imagon kehittämistä yhä ympäristöystävällisempään suuntaan. Jätelogistiikkaa tehostamalla voidaan helposti saavuttaa kustannussäästöjä. Kun jätehuoltoa lisäksi tarkastellaan osana yrityksen materiaalihallintoa ja sitä kehitetään kokonaisuutena, alenevat logistiikkakustannukset edelleen.

Käytännössä edellä mainitut vaatimukset merkitsevät sitä, että

- yrityksen toiminnassa ei saa syntyä ongelmajätteitä
- syntyvien jätteiden määrän on oltava mahdollisimman pieni
- jätteet on kyettävä hyödyntämään mahdollisimman pitkälle
- kaatopaikoille menevien jätteiden määrän on oltava mahdollisimman pieni.

Tiukentuneet vaatimukset edellyttävät uusia toimintatapoja, laiteinvestointeja ja koulutusta. Jättemäärien vähentäminen ja jätteiden käsittelyn tehostaminen on kuitenkin rakennustyömaalla paljon vaikeampaa kuin esim. tehdasteollisuudessa. Rakennusprojektien ainutkertaisuus vaikeuttaa materiaalihallinnon tavoin myös jätehuoltoa. Lisäksi uudet rakennejärjestelmät, lukuisat materiaalit sekä urakoiden pirstoutuneisuus haittaavat kokonaisuuden hallintaa ja kehittämistä.

Edellä olevista lähtökohdista Skanska Länsi-Suomi Oy otti vuoden 1994 syksyllä yhteyttä VTT Rakennustekniikkaan rakennustyömaan jätteiden käsittelyn kehittämisprojektin käynnistämiseksi. Syksyn aikana laadittiin yhteistyössä Talonrakennustyömaan jätehuollon kehittäminen -projektin toteutussuunnitelma. Projektille haettiin rahoitusta TEKESistä ja se hyväksyttiin kesällä 1995 Rakentamisen ympäristöteknologia -ohjelmaan.

1.2 Tavoitteet

Projektin päätavoitteeksi asetettiin työmaan jätehuollon kehittäminen. Tällä tarkoitettiin yksinkertaistetusti seuraavaa:

1. Rakennustyömaalla syntyvän jätteen määrää on vähennettävä
2. Syntynyttä jätettä on käsiteltävä määräysten mukaisesti ja mahdollisimman tehokkaasti.

Jättemäärän vähentäminen

Rakennustyömaan jätteet voidaan syntytapansa perusteella jakaa kahteen ryhmään, tuotantojätteeseen (hävikki ja apumateriaalit) ja pakkausjätteeseen. Hävikin vähentäminen on ensisijainen keino pienentää rakennusjätteen määrää, ja sillä on merkittävät kustannusvaikutukset. On arvioitu, että hävikkijätteen kustannukset ovat noin 2 400 mk/tonni (mihin sisältyvät mm. materiaalikustannukset, kuljetukset, siirrot työmaalla, varastointi, kaatopaikkamaksu jne.). Vaikka hävikin pienentäminen on erittäin tärkeätä, se ei kuitenkaan ollut keskeisessä asemassa tässä projektissa, koska tätä kehitystyötä tehdään useissa muissa logistiikan ja työmenetelmien kehittämishankkeissa.

Suuri osa talonrakennustyömaan jätteistä painolla mitattuna on erilaisia kivipohjaisia materiaaleja. Vaikka erilaisten pakkausjätteiden osuus työmaan kokonaisjättemäärästä onkin hyvin pieni, on niiden merkitys työmaan koko jätehuollon kannalta varsin merkittävä. Tämä johtuu lähinnä seuraavista tekijöistä:

- Erilaisia pakkausmateriaaleja on paljon (puu, metalli, pahvi, erilaiset muovit).
- Pakkausjätteiden tilavuus on suuri (muovit, pahvi).
- Osaa pakkausmateriaaleista ei voi polttaa (muutamit muovit).
- Pääosa pakkausjätteistä syntyy sisätyövaiheessa, jolloin ne haittaavat kulkemista ja siirtoja sekä aiheuttavat epäviihtyvyyttä työympäristöön.
- Pakkauksien ja niiden käsittelyn kustannukset ovat suuret.

Edellä mainittujen seikkojen vuoksi rakennusmateriaalien ja -tarvikkeiden pakkauksien kehittämiseen ja pakkausjättemäärän vähentämiseen kiinnitettiin projektissa varsin paljon huomiota. Pakkausten kehittäminen osoittautui kuitenkin varsin vaativaksi, koska pakkausten keventäminen voi lisätä tuotteiden vaurioitumista työmaalla ja toisaalta pakkauksien muuttaminen tai pakkausmateriaalien vaihtaminen voi lisätä tehtaan kustannuksia enemmän kuin työmaalla saavutetaan säästöjä.

Jätteiden käsittelyn tehostaminen

Projektin toisena tärkeänä tavoitteena oli jätteiden käsittelyn kehittäminen. Jätteiden käsittelyllä tarkoitetaan tässä jätteen lajittelua, siirtoa työmaalla, varastointia sekä kuljetusta työmaalta joko kaatopaikalle tai muuhun vastaanottopisteeseen. Jätteiden käsittely voidaan työmaalla toteuttaa eri menetelmillä ja kalustolla. Valittava menetelmä riippuu muun muassa kohteesta, olosuhteista, syntyvien jätteiden määrästä ja koostumuksesta sekä kansallisista, kunnallisista ja yrityksen asettamista vaatimuksista. Jätehuollon optimaalinen järjestämistapa tulee lisäksi muuttumaan tulevina vuosina uusien hyötykäyttövaatimusten sekä kohonneiden verojen ja käsittelymaksujen seurauksena (ks. kuva 3.2).

1.3 Tehtävät

Koska projektin tavoitteena oli jätemäärän vähentäminen ja käsittelyn tehostaminen, oli aluksi selvitettävä jätemääriin vaikuttavat tekijät. Seuraavaksi pyrittiin löytämään keinoja jätemäärän vähentämiseen ja muodostamaan käsitys jätekaluston valintaperiaatteista. Lopuksi oli laadittava ohjeet ja suositukset hyvien toimintatapojen viemiseksi käytäntöön. Edellä olevan mukaisesti projektille sovittiin seuraavat viisi päätehtävää:

1. Selvitetään erilaisten jätemäärien ja -jakeiden syntymiseen vaikuttavat tekijät.
2. Etsitään ratkaisuja tuotantojätteen eli hukkan vähentämiseen.
3. Kehitetään pakkaustapoja, -kokoja ja -materiaaleja.
4. Selvitetään tarkoituksenmukaisen jätehuoltokaluston valintaan vaikuttavat tekijät erilaisissa kohteissa.
5. Laaditaan ohjeet ja suositukset
 - jätteiden määrän vähentämiseksi
 - pakkaustapojen kehittämiseksi
 - jätekaluston valitsemiseksi ja
 - jätehuoltosuunnitelman laatimiseksi.

1.4 Projektin organisointi

Osapuolet

Projektin pääosapuolet olivat Skanska Länsi-Suomi Oy ja VTT Rakennustekniikka. Skanska Länsi-Suomi Oy muun muassa toimitti VTT:lle jätemäärä-, kalusto-, työmenekki- ja kustannustietoja. Lisäksi Skanska Länsi-Suomi Oy, sen useat työmaat, mestarit ja työntekijät ovat osallistuneet uusien laite- ja työmenetelmäratkaisujen kokeiluihin. Tässä julkaisussa esitetyn kehitystyön lisäksi Skanska on toteuttanut erillisiä kehittämistoimenpiteitä, joiden tuloksista on tiedotettu yrityksen sisällä.

Projekti organisoitiin ja työn toteutus järjestettiin käytännössä siten, että muodostettiin neljä osaprojektia, joista yksi oli ns. koordinoitiprojekti. Osaprojekteihin 3 ja 4 muodostettiin ns. kehitysryhmät, joiden kokoonpanot on esitetty taulukoissa 4.2 ja 5.1.

VTT Rakennustekniikasta projektiin osallistuivat erikoistutkijat Hannu Koski, Anna-Leena Perälä ja Markku Kiviniemi sekä tutkija Jari Lehtinen.

Osaprojekteilla ei ollut erillisiä ohjausryhmiä, vaan koko projektia valvomaan ja ohjaamaan perustettiin johtoryhmä.

Johtoryhmä

Projektikokonaisuutta ohjaavaan johtoryhmään kuuluivat projektipäällikkö Jari Pölönen, Skanska Länsi-Suomi Oy (projektin vastuullinen johtaja), työpäällikkö Tapio Pauna, Skanska Länsi-Suomi Oy, hankintapäällikkö Risto Hakala, Skanska Länsi-Suomi Oy, yksikön päällikkö Pasi Hurme, Säkkipäälly Puhtaanapito Oy, projekti-insinööri Ari Aalto, Turun kaupunki, ja erikoistutkija Hannu Koski, VTT Rakennustekniikka.

Osaprojektit

Koordinointi (osaprojekti 1)

Koordinoitiprojektin tarkoituksena oli toimia osaprojektien 2 - 4 välisenä linkkinä ja yhtenäistävänä tekijänä. Lisäksi mm. ulkomaiset kontaktit hoidettiin keskitetysti päällekkäisyyksien välttämiseksi. Skanska Länsi-Suomi Oy:lle laadittu yrityskohtainen jätteenkäsittelyohje, johon koottiin eri osaprojekteista syntynyt tietämys, tehtiin myös koordinoitiprojektissa.

Jätemäärät (osaprojekti 2)

Osaprojektissa selvitettiin tilastojen ja muun kirjallisuuden sekä ominaisjätämäärätietojen perusteella talonrakennustyömaiden alustavat jätekertymät. Tämän lisäksi saatiin Skanska Länsi-Suomi Oy:n kolmentoista kohteen jätämäärätiedot viikkotasolla. Viikkotasolla seurattujen kohteiden lisäksi projektissa oli erityisseurannassa kaksi kohdetta, joiden avulla arvioitiin muun muassa elementtiasteen vaikutusta jätemäärään.

Jätelogistiikka (osaprojekti 3)

Tässä osaprojektissa pyrittiin löytämään ratkaisuja tuotantojätteiden vähentämiselle sekä pakkaustapojen muuttamiselle ja kehittämiseksi. Projektissa tarkasteltiin varsin kattavasti eri materiaaleja ja Skanska Länsi-Suomi Oy:n tavarantoimittajia ja alihankkijoita. Työn laajuuden vuoksi materiaalit ja yritykset jaettiin neljään kehitysryhmään seuraavasti:

1. LVIS-työt
2. kalusteet, kodinkoneet, ikkunat, ovet
3. väliseinät, seinä- ja lattiapinnoitteet
4. muut tuotteet ja yritykset.

Jätteiden käsittely työmaalla (osaprojekti 4)

Osaprojektin päätavoitteet olivat

- kalustotietojen kokoaminen
- menetelmävaihtoehtojen ja laitekoonpanojen suunnittelu
- työmaan jätehuoltojärjestelmän määrittäminen.

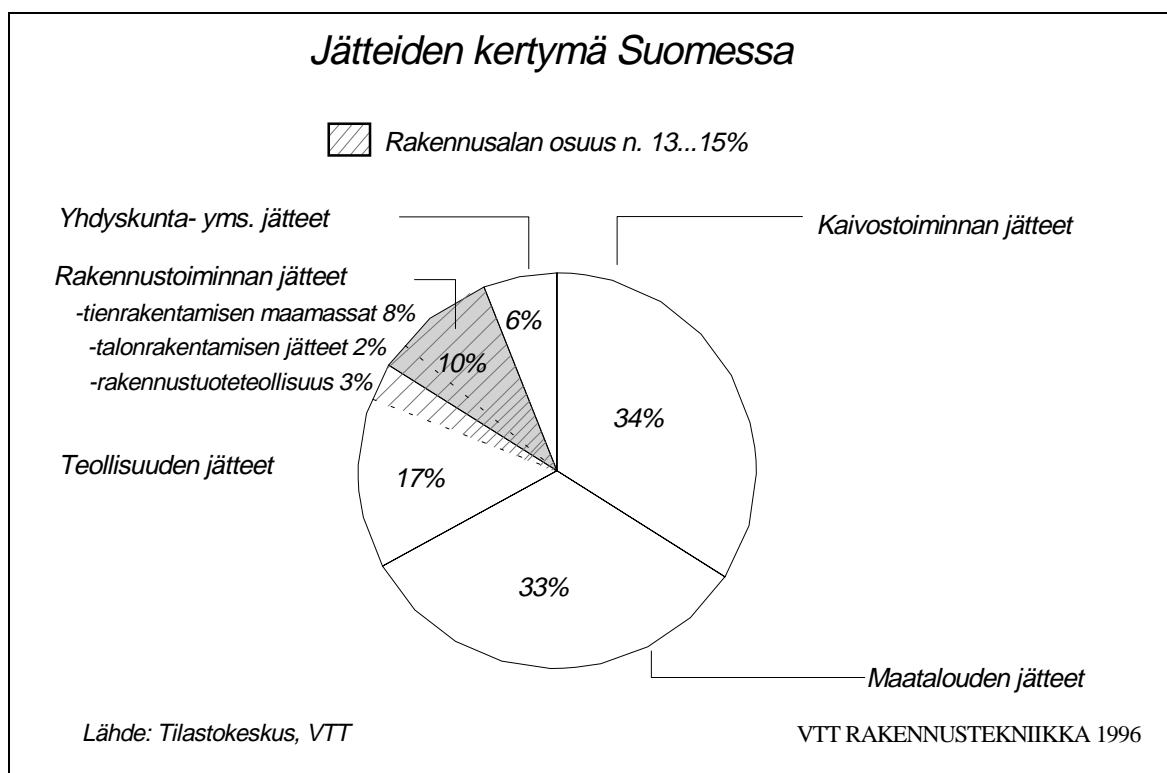
Osaprojektiin muodostetun kehitysryhmän, työmaahenkilöstön ja tutkijoiden esille tuomia jätekalustovaihtoehtoja kokeiltiin Skanskan työmailla.

2. Jättemäärät

2.1 Rakennustuotannon jätteet Suomessa

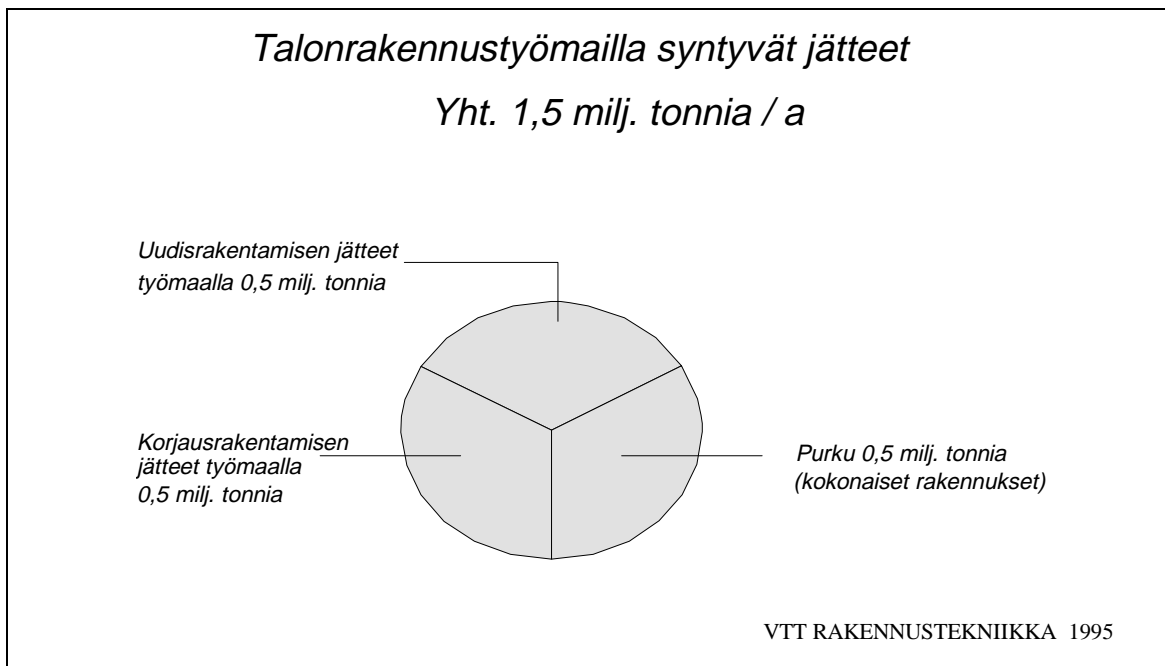
Rakennusalaalla käytetään erilaisia raaka-aineita ja materiaaleja yli 80 milj. tonnia vuodessa. Tästä talonrakentamisen materiaalien osuus on yli 11 milj. tonnia ja maa- ja vesirakentamisen maamassojen osuus yli 70 milj. tonnia. Maamassojen osalta määrät saattavat olla vieläkin suurempia, sillä tarkat määrätiedot puuttuvat Suomesta.

Rakennusalan osuus koko kansantalouden laskennallisesta painoyksiköillä mitatusta jättemäärästä on 10 - 13 %. Talonrakennustyömaiden jätteiden osuus on noin 3 % (kuva 2.1) [1].

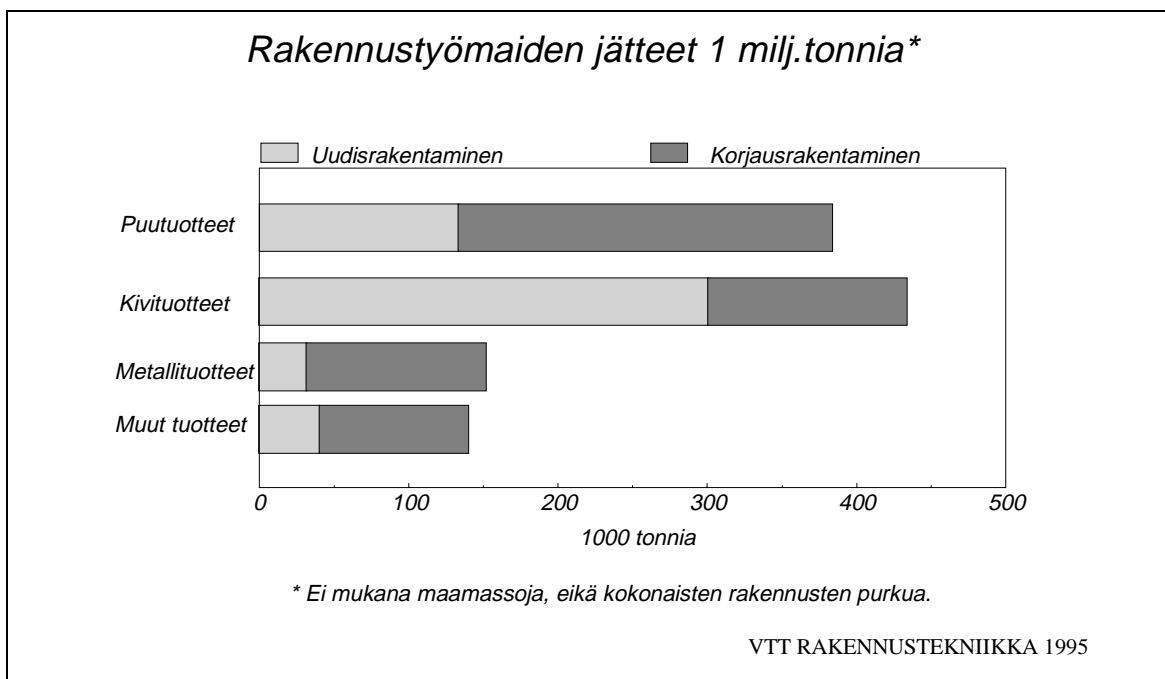


Kuva 2.1. Jätteiden kertymä Suomessa.

Rakennusjätteitä syntyy talonrakennustyömailla 1,3 - 1,5 milj. tonnia vuodessa, kun maamassoja ei oteta huomioon [2]. Kokonaisjättemäärä vaihtelee rakentamisen rakenteen ja volyymin mukaan vuosittain. Määrä jakautuu lähes tasan uudisrakennustyömaiden, korjaustyömaiden ja kokonaisten rakennusten purkujätteiden kesken (kuva 2.2). Erilaisia jättemaassoja arvioidaan käsiteltävän talonrakentamisessa ja maa- ja vesirakennustyömailla 5 - 7 milj. tonnia vuosittain, mutta määrien arvioinnissa on jouduttu kuitenkin käyttämään karkeita suuruusluokka-arvioita. Uudisrakentamisen jätteistä kivi-pohjaisilla jätteillä on suuri painoarvo ja korjausrakentamisessa puupohjaisilla purkujätteillä (kuva 2.3).



Kuva 2.2. Talorakennustyömailla syntyy rakennusjätteitä lähes yhtä paljon uudis-, korjaus- ja purkurakentamisessa. Ei mukana maamassoja. [2]

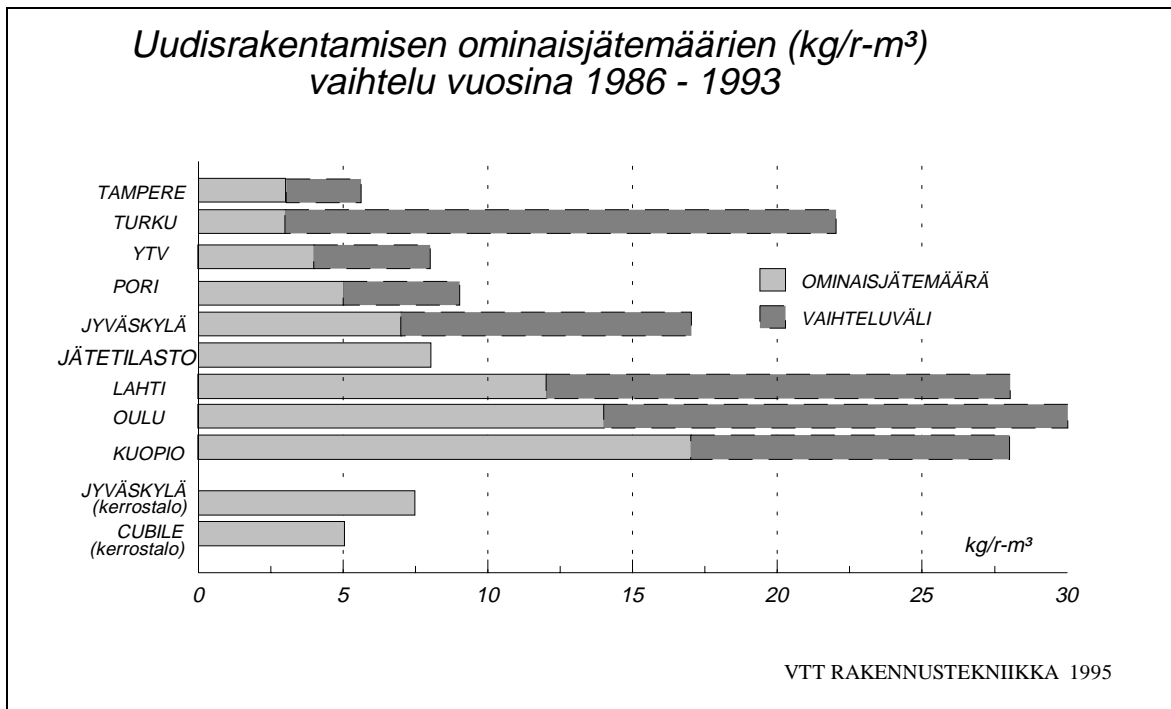


Kuva 2.3. Uudis- ja korjausrakentamisen jätejakauma poikkeaa toisistaan. Laskelmissa ei ole mukana maamassoja eikä kokonaisten rakennusten purkamisia.

Vuonna 1996 koko rakennustuotannon arvo oli 64 mrd. markkaa, josta uudistalonrakentamisen osuus oli 25,5 mrd. markkaa, korjausrakentamisen osuus 21,5 mrd markkaa sekä maa- ja vesirakentamisen osuus 17 mrd. markkaa [3]. Rakennusjätteisiin liittyvien

kustannusten arvioidaan olevan nykyisin 1 - 2 % suuruusluokkaa koko rakennustuotannosta.

Rakennusalan jätteet ovat pääosin vaarattomia. Rakennusjätteen kaatopaikkakuormituksen vähentäminen ja jätteen hyödyntämisen edistäminen ovat jätelain ja rakennusjätteitä koskevan valtioneuvoston päätöksen mukaista toimintaa. Rakennusjätteen laskennallinen määrä vaihtelee eri paikkakunnilla rakentamisen määrän ja rakenteen mukaan (kuva 2.4).



Kuva 2.4. Uudisrakentamisen laskennallinen jättemäärä vaihtelee paikkakunnittain ja kohteittain /11/.

2.2 Rakennusjätteitä koskevat määräykset ja velvoitteet

Jätteiden käsittelyn osalta toimintaympäristö rakentamisessa on muuttunut viime vuonna merkittävästi. Kaatopaikkamaksut ovat nousseet ja nousevat edelleen. Jätteiden hyötykäyttö tehostuu ja eri jätelajeille löytyy uusia käyttökohteita.

Yleissäädökset jätehuoltoon annetaan jätelaissa ja jäteasetuksessa. Jätelaki velvoittaa jätteen hyödyntämiseen ja lajitteluun. Jätelaki koskee kaikkea tuotannossa ja kulutuksessa syntyvää jätettä, sen syntymisen ehkäisyä ja haitallisuuden vähentämistä [4, 5].

Vuoden 1994 alusta voimaanastunut jätelaki velvoittaa jätteen hyödyntämiseen seuraavasti: **“Jäte on hyödynnettävä, jos se on teknisesti mahdollista ja siitä ei aiheudu kohtuuttomia lisäkustannuksia verrattuna muulla tavoin järjestettyyn jätehuoltoon”**. Lisäksi laissa säädetään, että **“Jätejakeet on tarpeellisissa määrin kerättävä ja pidettävä toisistaan erillään jätehuollon kaikissa vaiheissa”**. Jätekalustoa koskien määrätään, että **“Jätehuollossa on käytettävä parasta tekniikkaa ja mahdollisimman hyvää terveys- ja ympäristöhaitan torjuntamenetelmää”**.

Vuoden 1996 syyskuun alusta tuli voimaan jäteverolaki, jonka mukaan jäteveroa on suoritettava 90 markkaa/tonni kaatopaikalle toimitettavasta jätteestä. Rakennusjätteelle laissa on siirtymäaika. **“Rakennusjätteestä, joka on toimitettu kaatopaikalle muista jätteistä eroteltuna ennen vuoden 1997 loppua, ei peritä jäteveroa”**.

Suomessa valtioneuvoston päätös rakennusjätteiden lajittelusta tuli voimaan 1.6.1997 [8]. Päätös koskee erilaisia työmaita. Sen tavoitteena on vähentää rakentamisessa syntyvää jätettä ja sen haitallisuutta. Vuoteen 2000 mennessä pyritään hyödyntämään vähintään puolet talonrakennus- ja purkujätteestä. Rakentaminen on suunniteltava ja toteutettava niin, että rakennusjätettä syntyy mahdollisimman vähän ja että käyttökelpoiset esineet ja aineet otetaan talteen ja käytetään mahdollisuuksien mukaan uudelleen. Hyödynnettävät jätejakeet lajitellaan erilleen muista rakennusjätteistä. Vain vähän jätettä tuottavat työmaat on rajattu päätöksen ulkopuolelle (alle 5 tonnia rakennusjätettä tuottavat työmaat). Erillään pidetään ainakin seuraavat jätejakeet:

- tiilet, betoni, laatat, keramiikka ja kipsipohjaiset jätteet
- kyllästämättömät puujätteet
- metallijätteet
- maa-aines ja ruoppausjätteet.

Lisäksi on erilaisia paikkakuntakohtaisia lajitteluelvoitteita, jotka pitää ottaa huomioon työmailla. Tällaisia materiaaleja ovat esimerkiksi keräyspaperi, pahvi, palava jäte, kipsi, tiilet, betonimurska ja käyttökelpoiset rakennusosat [9].

Taulukko 2.1. Valtioneuvoston päätöksen keskeiset kohdat.

Valtioneuvoston päätös rakennusjätteistä tuli voimaan 1.6.1997.

1§ Tarkoitus ja tavoite

Päätöksen tarkoituksena on vähentää rakennusjätteen määrää ja haitallisuutta sekä lisätä sen hyödyntämistä. Suuntaa antavana tavoitteena on, että kaikesta rakennusjätteestä, maa-aines-, kiviaines-, ja ruoppausjätettä lukuun ottamatta, hyödynnetään vuonna 2000 keskimäärin 50 prosenttia.

4§ Määrän ja haitallisuuden vähentäminen

Päätöstehtävän on yhteistyössä suunnittelijoiden, urakoitsijoiden ja rakentamisen muiden osapuolten kanssa suunniteltava ja toteutettava rakentaminen jätelain 4§:n mukaisesti siten, että

- 1) rakennusjätettä syntyy mahdollisimman vähän ja että käyttökelpoiset esineet ja aineet otetaan talteen ja käytetään mahdollisuuksien mukaan uudelleen
- 2) rakennusaineita käytetään säästeliäästi ja niiden käyttöä korvataan mahdollisuuksien mukaan rakentamiseen soveltuvalla jätteelle
- 3) syntyvistä rakennusjätteistä ei aiheudu vaaraa tai haittaa terveydelle tai ympäristölle eikä merkityksellistä haittaa tai vaikeutta jätehuollon järjestämiselle.

5§ Hyödyntämistavoitteet

Rakentaminen on suunniteltava ja toteutettava sekä rakennusjätteet kerättävä ja kuljettava siten, että hyödynnettävät ja seuraavat jätelajit pidetään erillään tai lajitellaan erilleen toisistaan ja muista rakennusjätteistä ja -aineista:

- 1) betoni-, tiili-, kivennäislaatta-, keramiikka-, ja kipsijätteet
- 2) kyllästämättömät puujätteet
- 3) metallijätteet sekä
- 4) maa-aines-, kiviaines- ja ruoppausjätteet

Rakennusjätteen haltijan on huolehdittava siitä, että rakennusjäte hyödynnetään, jos se on teknisesti mahdollista eikä siitä aiheudu kohtuuttomia lisäkustannuksia verrattuna muulla tavoin järjestettyyn jätehuoltoon.

Suomessa on tehty valtakunnallinen jätesuunnitelma vuoteen 2005 (YM). Siinä edellytetään rakennusjätteiden vähentämistä 15 % nykytasosta ja hyötykäyttöasteen nostamista 70 %:n tasolle [6]. Työmaalla syntyvien rakennusjätteiden hyötykäyttöaste lienee nykyisin reilusti alle 30 %.

Myös Euroopan yhteisössä on ollut työryhmä, jonka laajan aineiston perusteella on tehty monia strategia- ja toimenpidesuosituksia rakennusjätteistä [7]. Ne ovat nyt komission harkittavana. Eri maissa on eroavuuksia mm. rakennusjätteen määrittelyn ja tietojen saatavuuden suhteen.

Jättemäärien vähentämisen ja hyödyntämisen lisääntymisvaatimusten ohella tulevat ympäristöperusteiset maksut ja verot nousemaan tulevaisuudessa. Nykyinen jätevero koskee kaikkia kaatopaikoille tuotuja jätteitä ja maksu määräytyy jätteen luokan ja puhtauden mukaan. Tavanomaisesta kaatopaikalle toimitetusta rakennusjätteestä peritään veroa

90 mk/tonni [10]. Jäteveron ulkopuolella on mm. eroteltu maa- ja kiviaines sekä enintään vuodeksi välivarastoitava hyödynnettävä jäte. Lajiteltu jäte pitäisi mieltää raaka-aineksi, jota voidaan uusiokäyttää eri tarkoituksiin.

2.3 Uudisrakennusten ominaisjättemäärät

VTT Rakennustekniikka selvitti muutamia vuosia sitten Tilastokeskuksen Rakennustoiminnan jätetilastoon uudisrakentamisen laskennallisia ominaisjättemääriä. Jättemäärät olivat eri rakennustyypeissä 4 - 16 kg/rm³. Laskennan taustalla oli erilaisten rakennusten, rakennusosien ja materiaalien käyttö. Niille arvioitiin tyypillisiä hukkaprosentteja materiaaleittain. Yksittäisiä hankkeita ei ollut testikohteina eikä silloin ollut tarkkaa käsitystä siitä, mikä osuus meni kaatopaikoille, hyötykäyttöön tai jäisi työmaille. Myöskään työmaan elementtiasteen merkitystä ei aiemmin arvioitu. Nyt toteutettu kehityshanke Skanskan kanssa antaa huomattavasti tarkempia lähtötietoja rakennusjätteen muodostumisesta erityisesti kerrostalokohteista, elementtiasteen vaikutuksista sekä jätteen syntymisajankohdasta.

Asuinkerrostalojen keskimääräinen jättemäärä oli aiemmissa laskelmissa noin 8 kg/rm³ [1]. Rivi- ja omakotitalojen jättemäärä oli 16 kg/rm³, liikerakennuksissa, teollisuus- ja varastorakennuksissa 4-5 kg/rm³, sekä muissa pienissä rakennuksissa 12 kg/rm³. Näillä perusteilla uudisrakentamisen jättemäärästä (arvio v. 1990 0,5 milj. tonnia, v. 1995 n. 0,2 milj. tonnia) yli puolet muodostui asuinkerrostalo-, liike- ja julkisesta rakentamisesta.

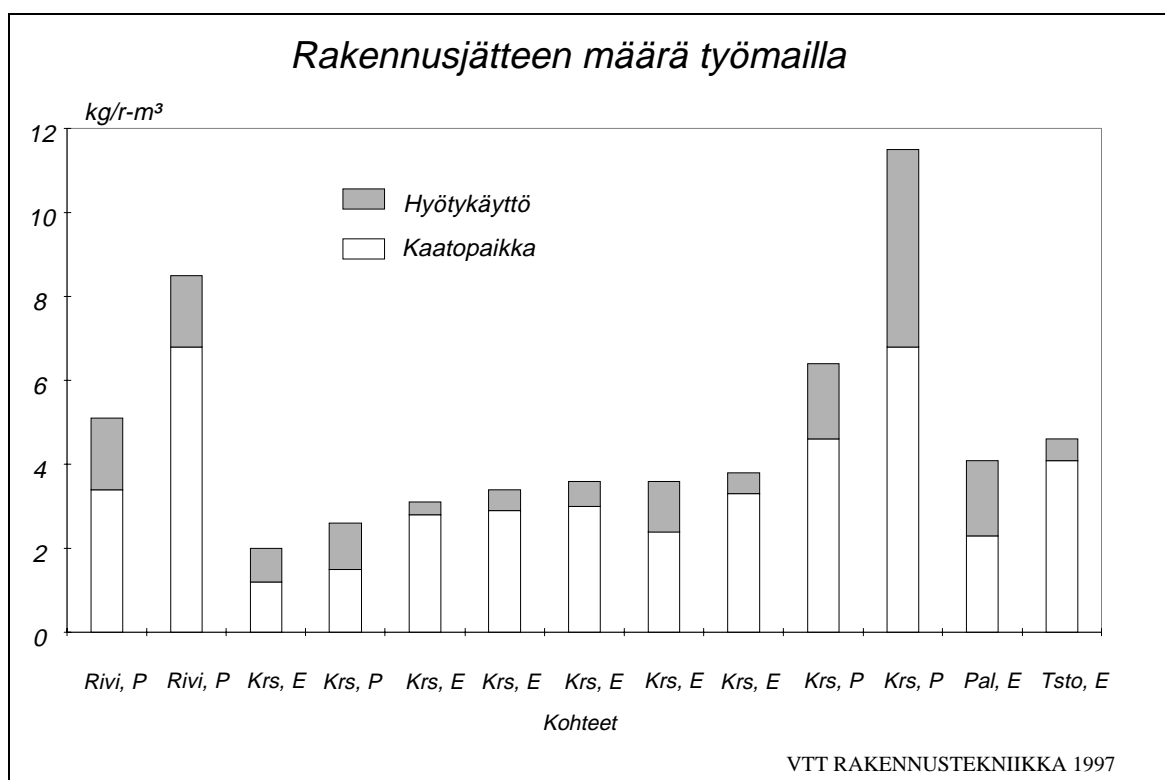
Kun verrattiin eräillä paikkakunnilla vastaanotetun rakennusjätteen määrää ja uudisrakentamisen määrää, saatiin keskimääräisiksi rakennusjättemääräksi 5 - 25 kg/r-m³[11] (kuva 2.4). Uudisrakentamisen jätejakaumissa korostuvat puujätteen ja betonijätteen osuudet. Uudisrakentamisen keskimääräisissä jätejakaumissa on kivipohjaisten jätteiden osuus kaksi kolmasosaa, puupohjaisten jätteiden osuus neljännes sekä metalli- ja muiden jätteiden osuus n. 5 %. Elementtiasteella ja käytetyillä materiaaleilla on huomattava merkitys syntyviin jättemääriin ja jätejakeisiin.

2.4 Skanskan työmaiden tuloksia

Lähtötietoina saatiin Skanskan Länsi-Suomen alueelta 13 kohdetta, jotka olivat valmistuneet vuosien 1995 - 1997 aikana. Kohteet olivat erilaisia rivi- ja kerrostaloja, palvelutalo sekä toimistorakennus. Kohteista oli käytävissä jäteseuranta viikkotasolla (kaatopaikalle viedyt ja hyödynnetyt jätteet). Lisäksi yhdestä käynnissä olevasta kerrostalokohteesta saatiin määrälaskentaluettelo, johon tehtiin vaihtoehtoisia tarkasteluja elementtiasteen vaikutuksesta syntyviin laskennallisiin jätejakeisiin.

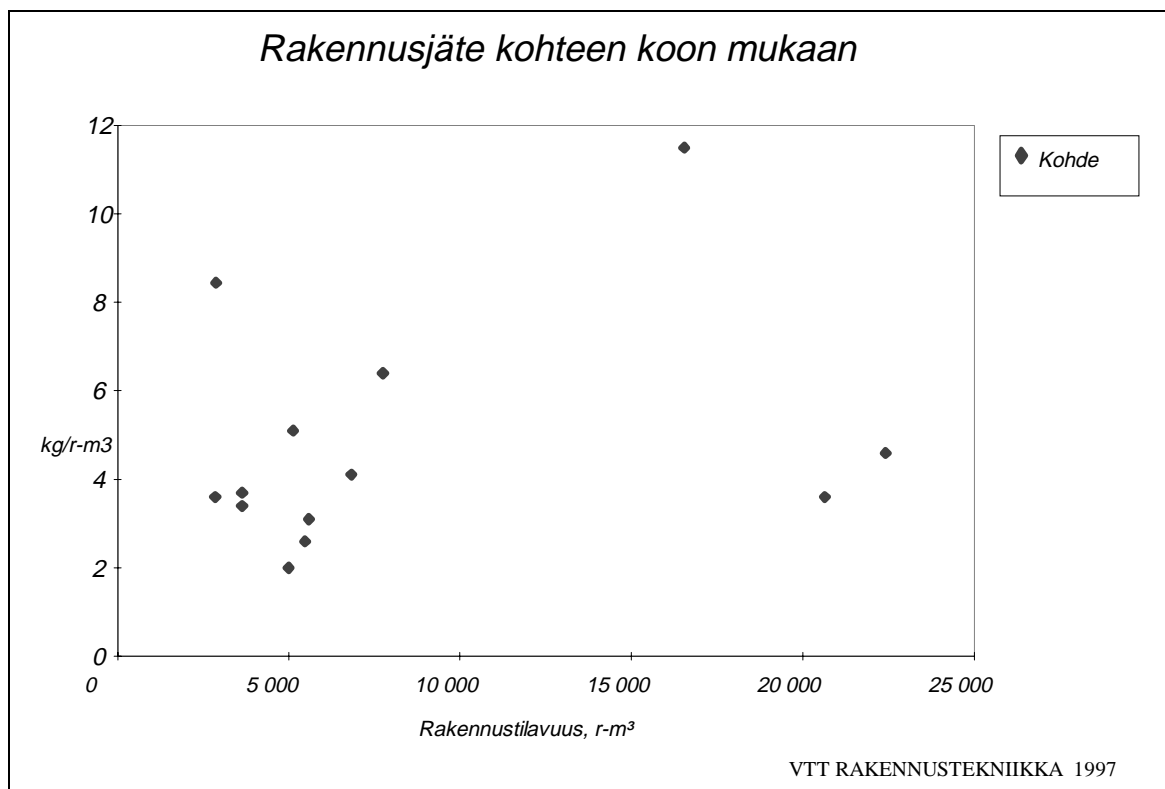
2.4.1 Seurantakohteiden tulokset

Toteutuneissa kohteissa työmaalta pois lähteneet jätemäärät olivat 2 - 11,5 kg/rm³ (kuva 2.5). Elementtirakenteisissa kerrostaloissa jätemäärät olivat 2 - 4 kg/rm³ ja paikalla rakennetuissa kerrostaloissa 2,6 - 11,5 kg/rm³. Yläraja oli yksittäistapaus. Seurantakohteet olivat kooltaan 3 000 - 20 000 rm³ ja niiden jätemäärät olivat 10 - 200 tn/rakennus. Rakennusjätteen hyödyntämisaste oli 20 - 44 %. Hyödynnetty jäte oli pääasiassa puujätettä. Kuvassa 2.6 on esitetty rakennusjätteiden ominaismäärät eri kokoisissa kohteissa.



Kuva 2.5. Rakennusjätteen määrä oli erilaisilla seurantatyömailla 2 - 11,5 kg/rm³.

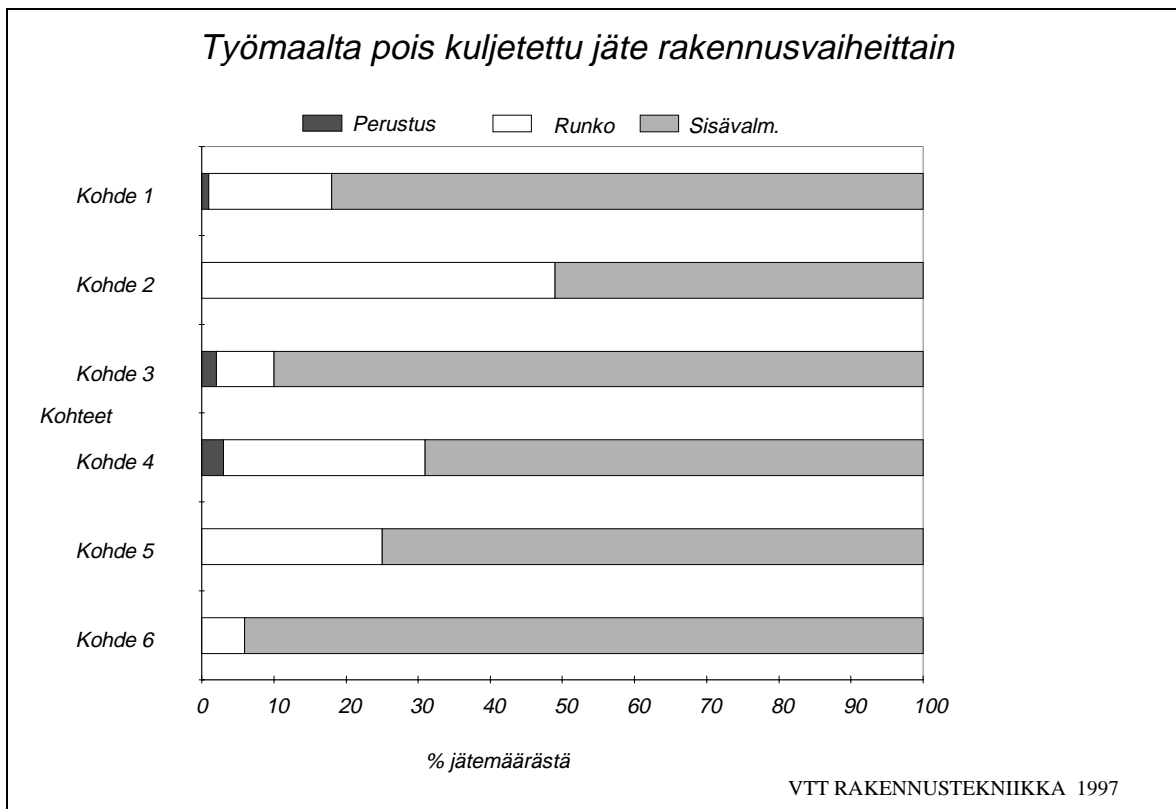
Rivi = rivitalo, Krs = asuinkerrostalo, Pal = palvelurakennus, Tsto = toimistorakennus
P = paikalla rakennettu, E = elementtikohde



Kuva 2.6. Seurantakohteiden rakennustilavuudet ja ominaisjättemäärät.

Kun verrataan seurantakohteissa rakennusajan jakaumaa perustus-, runko- ja sisävalmistusvaiheissa ja vastaavaa jätekertymää, voidaan todeta seuraavaa:

- Rakennusajasta maarakennus- ja perustusvaiheen osuus oli 10 - 20 %, mutta rakennusjätteistä tänä aikana muodostui vain 0 - 2 % kokonaismäärästä. Perustusvaiheessa ei juurikaan synny jätettä, ellei työmaalla ole purettavia vanhoja rakennuksia.
- Runkovaiheen osuus rakennusajasta oli 20 - 30 % ja rakennusjätteistä 10 - 30 %. Runkovaiheessa rakennusjätettä kertyi 0,9 - 1,8 kg/rm³ kerrostaloissa. Alaraja oli elementtikohteesta ja yläraja paikalla rakennetusta kerrostalosta.
- Sisävalmistusvaiheen osuus koko rakennusajasta oli 55 - 65 %, mutta valtaosa rakennusjätteistä muodostui tässä vaiheessa (70 - 90 %) (kuva 2.7). Sisävalmistusvaiheessa syntyi jätettä 1 - 10 kg/rm³ eri kohteissa. Monet elementtikohteet ja paikalla rakennetut kohteet poikkesivat jätemäärien suhteen huomattavasti toisistaan. Työmaan runko- ja sisävalmistusvaiheen osittainen päällekkäisyys vaikutti siihen, että esimerkiksi runkotyövaiheessa syntynyttä rakennusjätettä vietiin pois työmaalta sisävalmistusvaiheessa. Poikkeuksen muodosti myös erityisseurantakohteena ollut paikalla rakennettu kerrostalo, joka pääsi erittäin pieniin jätemääriin. Sisävalmistusvaiheen jätemääriin, lajitteluun, siirtoihin ja ajoitukseen on siten kiinnitettävä erityistä huomiota.



Kuva 2.7. Valtaosa rakennusjätteestä viedään työmaalta pois sisävalmistusvaiheen aikana.

Rakennusjätteen hyötykäyttöaste seurantakohteissa oli 20 - 44 %. Pääasiassa puujäte meni hyötykäyttöön. Hyötykäyttöasteeseen ei vaikuttanut se, oliko kohde elementtirakenteinen vai paikalla rakennettu. Työmaan täyttöihin jäävistä muista jätemääristä ei ollut tietoa. Mikäli kivipohjaista jätettä jää työmaan täyttöihin ja se katsottaisiin hyötykäyttöksi, nousisi työmaan hyötykäyttöaste tuntuvasti. Myöskään maamassoja ei käsitelty laskelmissa. Aliurakoitsijoiden muilla työmailla hyödynnettäviä materiaaleja (metallit ym.) sekä työmaan etukäteissuunnittelun vaikutuksia pienenevinä materiaalihukkinna ei ollut mahdollista osoittaa näistä aineistoista. Jättemääriin voitiin vaikuttaa työmailla, mutta 70 % hyötykäyttöasteen saavuttaminen edellyttää lisätoimia.

Skanska Länsi-Suomi Oy:n ja jätehuoltoyhtiön seurannassa olevissa kohteissa työmaalta pois kuljetettu rakennusjättemäärä oli vuonna 1995 keskimäärin 5,9 kg/r-m³ ja vuonna 1996 3,1 kg/r-m³. Lisäksi vuonna 1996 rakennusjätteen määrän hajonta kohteittain on pienentynyt.

2.4.2 Erityisseurantakohde

Toisena tarkastelukohteena oli asuinkerrostalo Naantalissa. Asuinkerrostalossa on paikalla valettu runko, mutta siinä on myös elementtirakenteita. Kohteen tarkka määrälaskentaluettelo oli käytettävissä. Materiaalien tyypillisillä hukkaprosenteilla arvioitiin syntyvää jätemäärää 12 jätelajilla etukäteen. Työmaan valmistuttua oli käytettävissä toteutunut jäteseuranta.

Työmaan etukäteen lasketut jätemäärät eri vaihtoehdoilla olivat huomattavasti suurempia kuin toteutunut työmaalta lähtenyt jätemäärä. Erot tulivat erilaisista elementtiasteista ja betonijätteen määrääarviosta. Työmaa voi vaikuttaa omalta osaltaan syntyviin jättemääriin ja kustannuksiin huomattavasti. Suunnitelmiin perustuvat laskelmat antavat ylärajan tuleville jätemäärille ja pois kuljetetut rakennusjätteet alarajan.

Kohteeseen tehtiin rakennusosittaisia laskelmia elementtiasteen vaikutuksesta työmaan jättemääriin. Betonirakenteisen kerrostalon ulkoseinien, laattojen, alapohjan ja väestösuojausrakenteita määriteltiin joko elementtirakenteisiksi tai paikalla rakennetuiksi ja erilaisten rakenteiden vaikutuksia jättemääriin selvitettiin.

Suunnitelmätiedoista lasketut jätemäärät ovat usein suurempia kuin toteutunut jätemäärä, sillä vain osa hävikeistä päätyy työmaalta pois. Laskelmiin vaikuttaa eniten kiviainespohjaisten tuotteiden jätemäärä ja niiden käyttö täytöissä.

Kerrostalon laskennallinen jätemäärä oli $18 \text{ kg}/\text{m}^3$, kun keskimääräiset jätemäärät olivat aiemmissa kohteissa lähes puolta pienempiä. Työmaan valmistuttua tärkeä tulos oli se, että toteutunut rakennusjätemäärä oli pääosin paikalla rakennetussa kohteessa vain $2,6 \text{ kg}/\text{m}^3$. Siis toteutunut työmaalta pois kuljetettu jätemäärä oli lähes vastaavan elementtikerroksen jätemäärän suuruinen. Toteutunut rakennusjätteen hyötykäyttöaste oli 42 %, ja se oli pääosin puuta.

Eri vaihtoehdoissa puujätteen määrä pysyi lähes samana. Tosin työmaan työnaikaisten rakennelmien määrä ei ollut tiedossa. Betonijätteen määrä vaihteli siis huomattavimmin eri vaihtoehdoissa ja metallijätteen määrä hieman.

Mikäli kohteessa kaikki jätteet lajiteltaisiin, olisi betonijätteen osuus painosta yli 50 %, tiilijätteen osuus 8 %, muun kivipohjaisen jätteen osuus 17 %, puujätteen osuus 13 % sekä muiden jätelajien (metallien, kipsin, muovin, mineraalivillan, ongelmajätteen) osuudet 0,5 - 3 %.

2.5 Johtopäätökset muihin osaprojekteihin

Rakennusjätteen määrä vaihtelee eri kohteissa käytettävien materiaalien, tehdasvalmisteisten osien ja materiaalien hankintatapojen mukaan. Yksittäinen kohde on hyvä analysoida etukäteen, jotta voidaan arvioida tulevat jätemäärät. Materiaalien painosta usein noin 10 % päätyy rakennusjätteeksi tai muuksi hävikiksi. Työmaan erilaisista materiaalihävikkeistä vain osa päätyy rakennusjätteeksi. Työmaa voi vaikuttaa tuleviin jätemääriin omilla toimillaan.

Jätemäärät on laskettu painoyksiköissä, koska kaatopaikkamaksut määräytyvät pääasiassa painon mukaan. Muitakin laskentayksiköitä voidaan tarvita (esim. m³, lava). Työmaalla sekajätelavan paino tilavuutta kohti vaihtelee sen mukaan, miten suuri osa materiaaleista on lajiteltu.

Jätteen määrän vähentäminen ja samanaikainen hyötykäyttöasteen nosto 40 %:sta 50 %:iin on mahdollista, mutta 70 %:n hyötykäyttöaste edellyttää muidenkin kuin puupohjaisten jätejakeiden hyödyntämistä. Mikäli kivipohjaisten rakennusjätteiden hyötykäyttöä olisi esim. työmaalle suunnitellusti sijoittaminen maarakenteisiin tai maankaatopaikalle, olisi hyötykäyttöasteen nosto yli 70 %:iin mahdollista.

Esimerkiksi Tanskassa on saavutettu Kööpenhaminan alueella rakennusjätteen yli 80 %:n hyötykäyttöaste, kun rakennusjäte on kivipohjaista uudisrakentamisen ja purkamisen jätettä [12].

Jos uudisrakennuskohteessa ei ole aloitusvaiheessa vanhan rakennuksen purkua, tulee jätevirta pääasiassa sisävalmistusvaiheesta. Elementti- ja paikalla rakennetut kohteet eroavat toisistaan jätemäärän suhteen tavallisilla työmailla, mutta kun asiaan kiinnitetään erityistä huomiota, ero on erittäin pieni.

Jätemäärät toteutuneissa kohteissa olivat huomattavasti pienempiä, kuin etukäteen tehdyn tarkan määrälaskennan kautta lasketut jätettä koskevat materiaalihukkamäärät erityisseurantakohteesta. Laskelmiin vaikuttaa eniten kiviainespohjaisten jätteiden määrä. Rakennustyömaalla syntyy hukan ohella myös pakkausjätteitä, joiden määrä on painoyksiköissä vähäinen, mutta niillä on merkitystä tilavuusyksiköissä ja työntekijöiden apu- töissä.

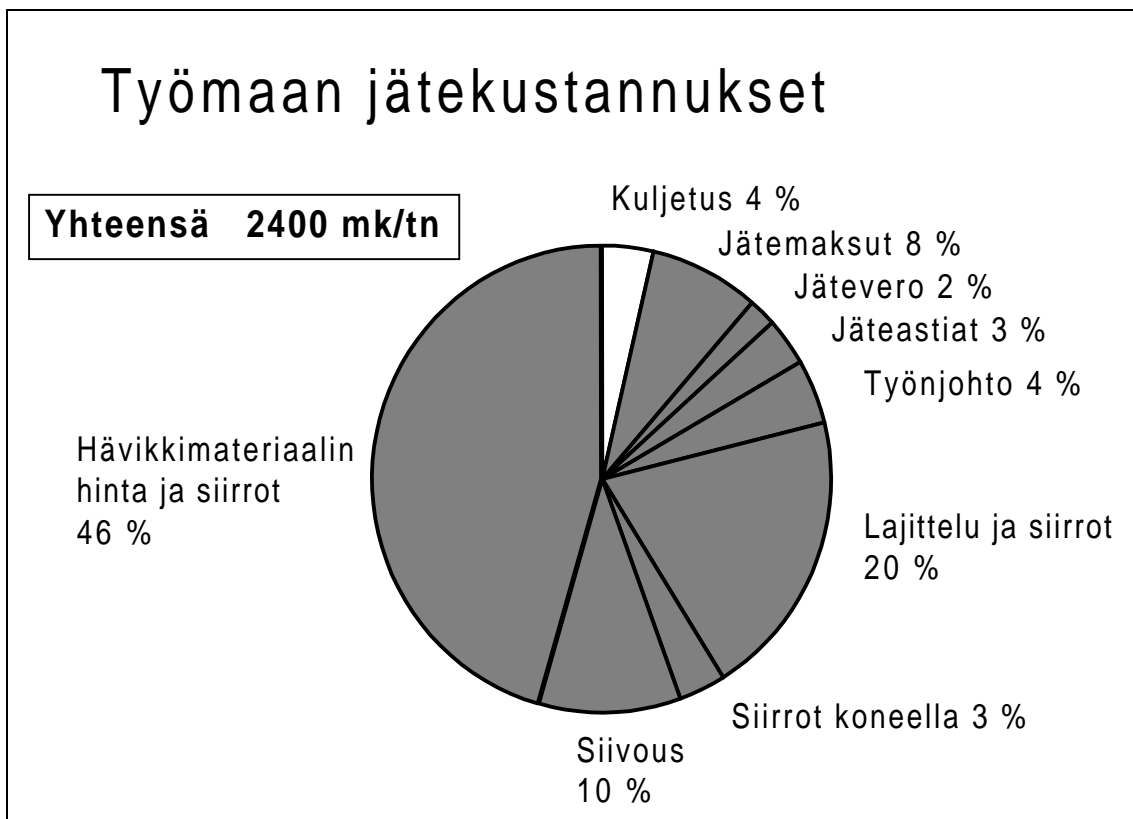
Uudisrakennustyömaalla syntyy laskennallisesti noin 60 % kivipohjaista jätettä, puupohjaista 25 % ja muita jätteitä 0 - 15 %. Työmaalta pois lähtevän rakennusjätteen jakauma on erilainen. Kohteen alussa on hyvä selvittää mahdolliset hyötykäyttökohteet, jotta lajittelu olisi sopiva ja kannattavaa työmaan kannalta.

3. Rakennusjätteistä aiheutuvat kustannukset

3.1 Jätehuoltokustannusten muodostuminen

Jätehuollon kokonaiskustannukset koostuvat useista eri tekijöistä. Kuvassa 3.1 esitetään jätteiden käsittelystä aiheutuneet kustannukset tutkimuksessa seuratuilla työmailla. Jäteastioiden, jätteen poiskuljetuksen ja jätemaksujen osuus kokonaiskustannuksista on pieni verrattuna jätteen keräilyyn ja käsittelyyn työmaalla. Noin 40 % uudisrakennustyömaan jätekustannuksista on työvoimakustannuksia. Työmaalla syntyvillä, käsiteltävillä ja varastoiduilla jätteillä on lisäksi suuri vaikutus tuotanto- ja työolosuhteisiin sekä tätä kautta tuottavuuteen, tapaturma-alttiuteen ja kustannuksiin. Olosuhdevaikutuksen kustannusta ei kuitenkaan ole esitetty kuvassa 3.1, koska sen suuruutta ei arvioitu tutkimuksessa.

Jätehuoltokustannuksia tulee tarkastella kokonaisuutena, jossa kaluston ja käsittelymenetelmien valinnan lähtökohtana on kokonaiskustannusten eikä esimerkiksi jätekaluston kustannusten minimointi.



Kuva 3.1. Jätehuoltokustannusten muodostuminen (vrt. taulukko 3.3).

3.2 Tuotanto- ja pakkausjätteiden kustannukset

Tuotantojäte eli hukka

Rakennustyömaan materiaali-jätteen kustannus on noin 2 400 mk/tn, joka sisältää materiaalin hankintahinnan, kuljetuksen, siirrot ja varastoinnin sekä jätteeksi päätyneen materiaalin varastoinnin, siirrot, kuljetuksen ja kaatopaikka- ym. maksut. Mikäli jätteiden aiheuttamasta epäjärjestyksestä aiheutuva työn tuottavuuden aleneminen ja tapaturmakustannukset laskettaisiin mukaan, olisivat jätteestä aiheutuvat kustannukset arviolta 3 400 mk/tn. Laskelmat on esitetty taulukossa 3.3.

Pakkausjäte

Pakkausten avaamisessa kuluvaa aikaa ja työkustannusten määrää laskettaessa päädyttiin keskimääräiseen arvoon 1 000 mk/pakkausjäte-tn (pj-tn). Pakkausten hinnat vaihtelevat suuresti ja ovat arviolta 2 000 - 8 000 mk/pj-tn. Mikäli keskimääräisenä pakkausmateriaalikustannuksena käytetään 5 000 mk:aa/pj-tn, saadaan pakkausjätteen kustannukseksi 7 500 mk/pj-tn (taulukko 3.1).

Taulukko 3.1 Pakkausjätteen kustannustekijät.

Kustannustekijä	mk/pj-tn
Jättekustannus ilman materiaalikustannusta (ks. taulukko 3.3)	1 400
Pakkausjätteen siirtämisen lisäkustannus	100
Pakkauksen avaamisen työkustannus	1 000
Pakkauksen materiaalikustannus	5 000
Yhteensä	7 500

Huom! Taulukossa on karkeasti esitetty pakkauksiin liittyviä kustannuksia kohdistamalla ne pakkauksista syntyvän jätteen painoysikölle. Laskelma on teoreettinen esitys pakkauksen aiheuttamista kustannuksista olettamalla, että tuote on mahdollista toimittaa asennuspaikalle pakkaamattomana ilman lisäkustannuksia. Laskelmasta voidaan kuitenkin päätellä, että turhan tai ylipakkaamisen vähentämisellä voidaan saavuttaa merkittäviä säästöjä.

Jättekustannukset asuinkerrostalokohteessa

Mikäli kohteen koko on 12 500 m³ ja pakkausjätteen määrä kokonaisjättemäärästä on 10 %, syntyy jättekustannuksia (ilman työympäristövaikutuksia) taulukossa 3.2 esitetyn mukaisesti.

Taulukko 3.2 Jättekustannusten suuruus ja jakautuma.

Jätelaji	Kokonaisjättemäärä			Osuus
	2 kg/m ³	4 kg/m ³	6 kg/m ³	
Tuotantojäte eli hukka	54 000 mk	108 000 mk	162 000 mk	74
Pakkausjäte	19 000 mk	38 000 mk	57 000 mk	26
Yhteensä	73 000 mk	146 000 mk	219 000 mk	100

Edellä esitetyn karkean laskelman avulla nähdään, että myös pakkausjätteen vähentäminen on erittäin tärkeää vaikka sitä syntyy varsin vähän painossa mitattuna.

Taulukko 3.3. Hukasta aiheutuvat jätekustannukset rakennustyömaalla.

JÄTEKUSTANNUKSET				
Työmaa 12 500 m ³ , jossa jätettä syntyy 4 kg/m ³ eli yhteensä 50 tn				
			tiheys	materiaalikustannus
Puu	9,0 tn	54 m ³	170 kg/m ³	(1500 - 2000 mk/tn)
Betoni, muu kivi	12 tn	7 m ³	1700 kg/m ³	(400 mk/tn)
Metalli	1,0 tn	8 m ³	125 kg/m ³	(2000 mk/tn)
Kipsi	2,5 tn	9 m ³	280 kg/m ³	(1000 mk/tn)
Muovi	2,0 tn	57 m ³	35 kg/m ³	
Pahvi	1,5 tn	50 m ³	30 kg/m ³	
Seka	22 tn	115 m ³	190 kg/m ³	
Yhteensä	50 tn	300 m³	167 kg/m³	
Kustannukset (ulkoiset)				
Kuljetus	4 400 mk (22 krm x 200 mk/krm)			
Jättemaksut	9 268 mk (seka 28 tn x 281 mk/tn + puu + metalli 10 tn x 140 mk/tn)			
Jätevero	2 520 mk (90 mk/tn x 28 tn)			
Jäteastiat	4 000 mk (lavat 28 vko -> 2800 mk, kerrosastiat 16 vko -> 1200 mk)			
Yhteensä	20 188 mk			
Muut				
Työnjohto	5 400 mk (työnjohto 30 h x 180 mk/h)			
Lajittelu ja siirrot	24 000 mk (300 m ³ x 0,8 tth/m ³ x 100 mk/tth)			
Siirrot koneella	4 000 mk (20 h x 200 mk/h)			
Siivous	12 000 mk (150 tth x 80 mk/tth)			
Hävikkimateriaalin hinta	50 000 mk (1000mk/tn)			
Hävikin siirrot kohteeseen	5 000 mk (materiaalisiirrot yhteensä 100 000 mk, hukka 5%)			
Yhteensä	100 400 mk			
Yhteensä	120 588 mk -> 2412 mk/tn			
Arvio vaikutuksesta työympäristöön				
Ruotsalaisen tutkimuksen mukaan siisti työmaa aikaansaa seuraavia positiivisia vaikutuksia:				
<ul style="list-style-type: none"> • tuottavuuden lisääntyminen • parempi laatu • vähemmän hukkaa • vähemmän onnettomuuksia • viihtyvyyden ja työturvallisuuden paraneminen • vähemmän sairaspöissaoloja 				
Tutkimuksessa on arvioitu, että parempi työ- ja tuotantoympäristö alentaisi kohteen työvoimakustannuksia 2 %, joka yllä olevassa kohteessa olisi n. 50 000 mk.				
Tällöin jätekustannukset olisivat 3412 mk/tn .				

3.3 Logistiikka jätekustannusten vähentämisessä

Viime vuosina toteutetuissa logistiikkaan liittyvissä tutkimuksissa ja kehityshankkeissa jätteiden käsittely ja niistä aiheutuvat kustannukset on nähty ainoastaan marginaalisena tekijänä. Toimitusketjun logistisella kehittämisellä voidaan kuitenkin vaikuttaa olennaisesti syntyvän jätteen määrään ja laatuun, muuttaa tuotantoa ympäristöystävällisemmäksi sekä edelleen alentaa hankkeen kokonaiskustannuksia. Toisaalta, mikäli jätteiden ja jätejakeiden määrään ei kiinnitetä riittävästi huomiota, kasvavat myös muut kuin välittömästi jätteisiin liittyvät logistiikkakustannukset. Tyypillisenä esimerkkinä voidaan mainita rakennusjätteestä aiheutuva epäsiisteys ja -järjestys, joka vaikeuttaa esim. siirtoja, vähentää työmotivaatiota ja lisää tapaturmariskiä.

Logistiikan kehittäminen jätenäkökulmasta arvioitiinkin tutkimusprojektia käynnistettäessä keskeiseksi keinoksi jätteiden määrän vähentämiseen ja niiden käsittelyn tehostamiseen. Luvussa 4 on keskitytty erityisesti tuotanto- ja pakkausjätteiden määrän vähentämiseen sekä tarpeettomien pakkausmateriaalien poistamiseen. Luvussa 5 on puolestaan paneuduttu syntyneen jättemateriaalin fyysiseen käsittelyyn, kuten siirtoon, varastointiin, murskaukseen ja kuljetukseen.

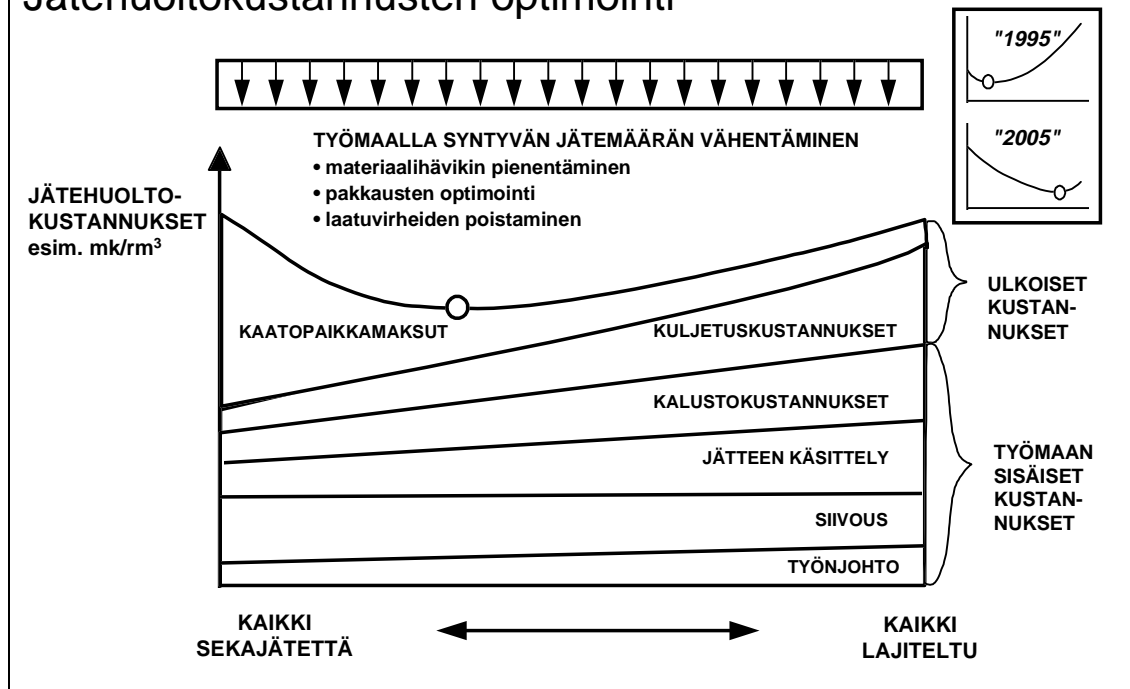
3.4 Työmaan jätehuoltokustannukset lähivuosina

Jätehuoltoon liittyvät verot, maksut ja muut kustannukset sekä niiden suhteelliset osuudet tulevat todennäköisesti muuttumaan lähivuosina (kuva 3.2). Pyrittäessä vähentämään ja optimoimaan jätteistä aiheutuvia kustannuksia on myös toimintatapoja tarvittaessa muutettava. Yksittäisen työmaan kannalta keskeisimmät jätekustannuksiin vaikuttavat tekijät ovat edelleenkin tuotettu jätemäärä, jätteiden hyödynnettävyys ja työmaan etäisyys lähimmästä jätteiden vastaanotto paikasta.

Työmaan jätehuoltokustannusten vähentämisessä pätevät myös tulevaisuudessa seuraavat pääsäännöt:

1. Syntyvää jätemäärää on vähennettävä.
2. Työmaalta poiskuljetettavaa jätemäärää on vähennettävä (hyötykäyttöä työmaalla lisätään mm. täyttöihin).
3. Poiskuljetettava jäte lajitellaan ja käsitellään tarkoituksenmukaisella tavalla (mitä lajitellaan, käytetäänkö murskausta, lajitellaanko työmaalla vai vastaanotto-pisteessä).

Jätehuoltokustannusten optimointi



Kuva 3.2. Työmaan jätehuoltokustannukset ja niiden optimointi.

Työmaan jätehuollon kustannukset muodostuvat useista tekijöistä, joiden suhteelliset osuudet tulevat muuttumaan lähivuosina. Tämä on otettava huomioon muun muassa päätettäessä siitä, mitkä jätejakeet lajitellaan jo työmaalla ja miten ne kuljetetaan eri vastaanottopisteisiin.

4. Jätelogistiikka

4.1 Lähtökohta

Euroopan logistiikkayhdistys on määritellyt logistiikan seuraavasti: *“Hyödykevuirran organisointi, suunnittelu, valvonta ja toteutus tuotekehityksestä ja hankintatoimesta lähtien, tuotannon ja jakelun avulla lopulliselle asiakkaalle, tavoitteena tyydyttää markkinoiden vaatimukset mahdollisimman pienin kustannuksin ja vähäisellä pääomalla”*.

Lyhyemmin sanottuna logistiikka on materiaalivirtojen ja niihin liittyvien tietovirtojen hallintaa tuotesuunnittelun alkamisesta toimitusprosessin päättymiseen. Käytännössä logistiikka kattaa sekä materiaalitoimituksiin liittyvät fyysiset toiminnot, kuten pakkaamisen, kuljetuksen, suojauksen, varastoinnin ja siirrot, sekä toimituksiin liittyvän tietoliikenteen, kuten toimitusten valvonnan sekä laskujen ja sopimusten käsittelyyn.

Logistiikan merkitystä ja siihen liittyvää kustannussäästöpotentiaalia on alettu ymmärtää vasta viimeksi kuluneiden kymmenen vuoden aikana. Esimerkiksi uudisrakennuskohteen nimikkeiden kustannuksista on logistiikkakustannuksia arviolta 5 - 10 %, mistä työmaalla syntyy noin 40 % ja toimittajalla sekä kuljetuksessa yhteensä 60 % [15].

Logistiset kustannukset voidaan ryhmittää seuraavasti:

- käsittelykustannukset (lastaus, purkaus, lajittelu ja siirto jne.)
- varastointikustannukset (kalusto-, tila- ja pääomakustannukset)
- kuljetuskustannukset
- tarkastuskustannukset
- hävikistä aiheutuneet kustannukset
- jätekustannukset
- ohjaus- ja hallintokustannukset (tilausten käsittely, laskutus, reklamaatiot jne.).

Logististen toimintojen tehostamisella ja turhien toimintojen karsimisella pyritään alentamaan materiaalihallinnosta aiheutuvia kuluja ja urakan kokonaiskustannuksia. Logistiikan tehostamiseen pyritään paremmalla suunnittelulla eli

- ajoittamalla toimitukset oikein
- välttämällä tarpeetonta varastointia
- vähentämällä turhia siirtoja ja muuta käsittelyä
- vähentämällä ja järjeistämällä toimitukseen liittyvää tietohallintoa, kuten laskutusta, valvontaa jne.

4.2 Jätelogistiikan kehittämisen tavoite

Jätelogistiikan kehittämisessä päätavoitteena oli vähentää tuotanto- ja pakkausjätteen määrää ottamalla kuitenkin huomioon tuotteiden toimitusketjujen kokonaiskustannukset. Toisin sanoen tavoitteena oli selvittää, miten tuotteet on pakattava, toimitettava, varastoitava ja asennettava, jotta työmaalla syntyisi jätteitä mahdollisimman vähän ja logistiikkakustannukset samalla alenisivat. Lisäksi erilaisten pakkausmateriaalien määrää pyrittiin vähentämään.

Pakkauksia ja käytettävien pakkausmateriaalien määrää sekä pakkaus- ja toimituserien kokoa voidaan muuttaa. Muutosten seurauksena työmaiden välittömät jätteiden käsittelykustannukset saattavat alentua mutta toimittajalle ja kuljetusliikkeelle aiheutuvat kustannukset kasvaa. Lisäksi materiaalin ja tuotteiden vahingoittumisesta ja muusta hävikistä aiheutuvat kustannukset voivat olla niin suuria, että logistiikkakustannukset kokonaisuutena kasvavat. Projektin keskeisenä tehtävänä olikin löytää ratkaisuja, jotka olisivat eri osapuolten hyväksyttävissä ja näin ollen sovellettavissa käytäntöön.

Projektin tehtäväalueesta rajattiin pois rakenteiden, rakennusmateriaalien ja suunnittelun kehittäminen, joita edistetään Rakentamisen ympäristöteknologia -ohjelman muissa osissa.

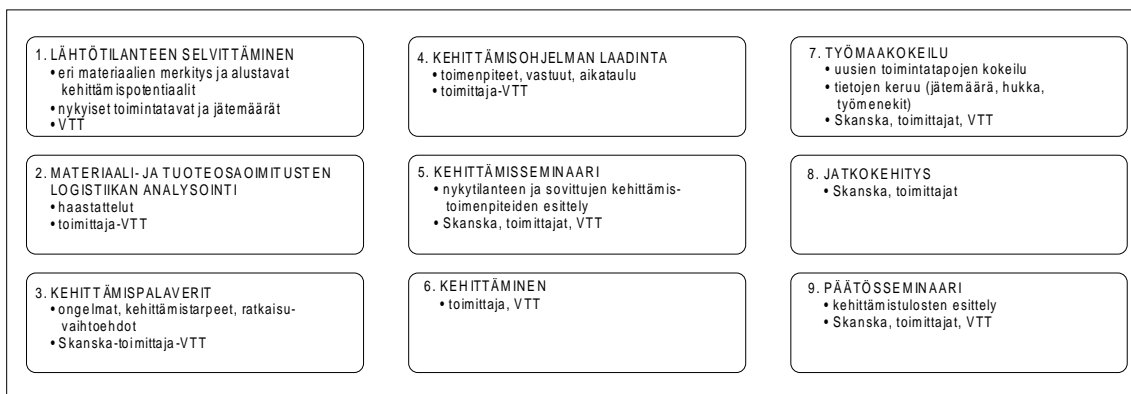
4.3 Toteutus ja osapuolet

4.3.1 Kehittämismenetelmät

Rakennustyömaalla syntyvän tuotanto- ja pakkausjätteen määrän vähentämiseen pyrittiin tuomalla esille vähän jätettä tuottavien työmenetelmien suuri merkitys sekä optimoimalla pakkaustapoja ja -kokoja sekä toimituserien suuruutta ja ajoitusta. Ongelmien, kehittämistarpeiden ja ratkaisujen esillesaamisessa käytettiin seuraavia neljää menetelmää:

- kirjallisuus ja aiemmat tutkimukset
- materiaalitoimittajien, alihankkijoiden ja asiantuntijoiden haastattelut
- työskentely kehitysryhmissä
- työmaakokeilut.

Kehitystyö toteutettiin siten, että aluksi VTT selvitti eri materiaalien ja alihankintojen merkityksen ja kehittämispotentiaalit jätehuollon kannalta. Seuraavaksi haastattelujen ja työmaakäyntien avulla analysoitiin tärkeimpien materiaali- ja tuoteosatoimitusten logistiikkaa. Tämän jälkeen kussakin ryhmässä järjestettiin kehittämispalaveri, jossa tuotiin esille ongelmia ja kehittämistarpeita sekä ideoitiin ratkaisuvaihtoehtoja. Palaverin päätteeksi sovittiin yritysten vastuulle jäävistä kehittämistoimenpiteistä ja niiden toteuttamisaikataulusta. Syksyllä 1996 järjestettiin kehittämisseminaari, jossa mukana olevat yritykset esittelivät kehityksen kohteena olevia ideoitaan. Syntyneitä ideoita ja ratkaisuja on kokeiltu Skanska Länsi-Suomi Oy:n työmailla kesästä 1996 kevääseen 1997 saakka. Kehitystoimenpiteiden vaiheistus on esitetty kuvassa 4.1.



Kuva 4.1. Kehitystoimenpiteet projektissa.

4.3.2 Tarkastellut tuotteet

Projektia käynnistettäessä suunniteltiin, että logistiikan kehittämiskohteiksi otettaisiin 4 - 6 keskeisintä materiaalia tai hankintaa. Jättemääriä analysoitaessa selvisi kuitenkin, että jätteistä valtaosa on kivipohjaisia tuotteita ja loppuosa jakautuu hyvin moneen tuoteryhmään. Tämän vuoksi jätteiden määrän vähentämisessä tarvittiin laajaa yhteistyötä ja projektiin otettiin hyvin kattavasti mukaan Skanska Länsi-Suomi Oy:n materiaalitoimittajat ja alihankkijat. Lisäksi Skanskalta osallistui projektiin hankintapäällikkö, työpäällikköjä sekä useita työnjohtajia.

Haastattelujen avulla ja kehitysryhmätyöskentelyssä tarkasteltiin taulukossa 4.1 esitettyjä tuotteita, materiaaleja ja hankintoja.

Taulukko 4.1 Osaprojektissa tarkastellut tuotteet ja yritykset.

TUOTE/TOIMIALA	YRITYS
Sähkötyöt	ABB Installaatiot Oy
IV-työt	ABB Installaatiot Oy
LV-työt	Turun LVI-Palvelu Oy
LVI-tukkukauppa	Onninen Oy
Ikkunat	Metsäpuu Oy
Ovet	Alavuden Puunjalostustehdas Oy
Keittiökalu	Topi Kalustaja Oy
Kodinkoneet	Electrolux Oy Ab Kotitalouskoneet
Mattotyöt	TeppMan Oy
Tasoite- ja maalaustyöt	Loimaan Tasoiteurakointi
Maalien valmistus	Tikkurila Oy
Kevytrakennetuotteet (kipsilevyt ja teräsraangat)	Gyproc Oy
Väliseinätyöt	Altentino Oy
Valmisbetoni	Lohja Rudus Oy Ab
JS- ja VS- elementit	Ansion Sementtivalimo Oy
Kattotiilet ja -huovat	Lemminkäinen Oy
Raudoitustyöt	Raudoitusliike Haaki Risto Oy
Puutavara	Puumerkki Oy
Tiilet ja laastit	Optiroc Oy

4.3.3 Kehitysryhmät

Toimitustapoihin ja pakkauksiin liittyvien kehittämistarpeiden, mahdollisuuksien ja ratkaisujen selvittämiseksi projektiin perustettiin kolme kehitysryhmää. Ryhmät muodostettiin siten, että yrityksillä olisi toiminnassaan samankaltaisuutta ja opittavaa toisiltaan, mutta ne eivät kuitenkaan olisi toistensa suoranaisia kilpailijoita. Kehitysryhmät, tuotteet, yritykset ja yhteyshenkilöt on lueteltu taulukossa 4.2. Ryhmät kokoontuivat VTT:n johdolla muutaman kerran ja työskentelymetodi oli seuraava:

- VTT toimitti etukäteen aiheeseen liittyvää kirjallista materiaalia.
- Yritysosapuolet esittelivät omaa toimintaansa sekä toimitustapoihin ja jätteiden vähentämiseen liittyviä ongelmia ja mahdollisuuksia.
- Ryhmässä keskusteltiin ja ideoitiin ratkaisuja esille tuotuihin ongelmiin.
- Sovittiin yhteisesti ratkaisuista ja ideoista, joita kehitetään edelleen.
- VTT laati palaverista muistion, jossa esitettiin ongelmat, ideat, ratkaisut, sovitut toimenpiteet, vastuut ja aikataulu.

Taulukko 4.2 Kehitysryhmät ja yhteyshenkilöt.

RYHMÄ	TUOTE/TOIMIALA	YRITYS	HENKIÖ
I	Sähkötyöt	ABB Installaatiot Oy	Antti Kulmala
	IV-työt	ABB Installaatiot Oy	Tuomo Lindberg
	LVI-työt	Turun LVI-Palvelu Oy	Markku Nikula
	LVI-tukkukauppa	Onninen Oy	Olli Välimäki
	Urakointi	Skanska Länsi-Suomi Oy	Jari Pölönen Risto Hakala Hannu Niemelä Jarmo Haapanen
	Tutkimus ja kehitys	VTT Rakennustekniikka	Hannu Koski Markku Kiviniemi
II	Ikkunat	Metsäpuu Oy	Juha Jalonen
	Ovet	Alavuden Puunjalostustehtas Oy	Pekka Niukkanen
	Keittiökaluusteet	Topi Kalustaja Oy	Tapani Ojala
	Kodinkoneet	Electrolux Oy Ab Kotitalouskoneet	Jukka-Pekka Partanen
	Urakointi	Skanska Länsi-Suomi Oy	Jari Pölönen Risto Hakala Hannu Niemelä
	Tutkimus ja kehitys	VTT Rakennustekniikka	Hannu Koski Markku Kiviniemi
III	Mattotyöt	TeppMan Oy	Esa Aalto
	Tasoite- ja maalaustyöt	Loimaan Tasoiteurakointi	Jani Vuorinen
	Maalien valmistus	Tikkurila Oy	Pekka Kotilainen
	Kevytrakennetuotteet (kipsilevyt ja teräsraangat)	Gyproc Oy	Esko Koskinen Janne Seeste
	Väliseinätyöt	Altentino Oy	Juha Nummela
	Urakointi	Skanska Länsi-Suomi Oy	Jari Pölönen Risto Hakala Hannu Niemelä
	Tutkimus ja kehitys	VTT Rakennustekniikka	Hannu Koski Markku Kiviniemi
Muut	Valmisbetoni	Lohja Rudus Oy Ab	Arto Rosama
	JS- ja VS-elementit	Ansion Sementtivalimo Oy	Jyri Alin
	Kattotiilet ja -huovat	Lemminkäinen Oy	Leo Lehtovaara
	Raudoitustyöt	Raudoitusliike Haaki Risto Oy	Risto Haaki
	Puutavara	Puumerkki Oy	Risto Hohti
	Tiilet ja laastit	Optiroc Oy	Kai Nylund

4.4 Jätelogistiikan kehittämistarpeet ja -ideat hanketasolla

4.4.1 Työnjohdolle tehdyt kyselyt

Projektin aikana seurattiin useiden Skanska Länsi-Suomi Oy:n työmaiden toimintaa nimenomaan jätelogistiikan kannalta. Jättemäärätietoja kerättiin yli kymmeneltä työmaalta. Erityisen tarkassa seurannassa oli kaksi kohdetta, joista saatuja tuloksia on selostettu tarkemmin luvussa 2 *Jättemäärät*. Työmaiden seurannan lisäksi selvitettiin työnjohdon ja työpäälliköiden käsityksiä jätteiden käsittelystä sekä vapaamuotoisilla keskusteluilla että kirjallisilla kysymyksillä. Erityisesti pyrittiin saamaan käsitys siitä, mitkä jätelogistiikkaan liittyvät asiat työmaalla koetaan tärkeiksi tai ongelmallisiksi. Lisäksi pyrittiin selvittämään, miten jätteiden käsittely nykyisin käytännössä hoidetaan ja minkälaiset ovat työnjohtajien asenteet jätteiden käsittelyyn. Myös kehitysehdotuksia pyrittiin luonnollisesti saamaan esille keskusteluissa ja haastatteluissa.

1. kysely

Projektin alkuvaiheessa toteutetussa, muutamalle työnjohtajalle suunnatussa haastattelussa tuli esille mm. seuraavia seikkoja:

- Jätettä syntyy eniten laudoitustöissä, kipsiväliseinätöissä, puurunkotyössä ja betonin piikkauksessa.
- Jätteiden käsittelyssä on hankalinta lajittelu kerroksissa ja jätteiden siirtäminen kerroksista
- Perustus- ja runkotyövaiheessa syntyy betoni-, teräs- ja puujätettä, sisätyövaiheessa kipsi-, muovi- ja pahvijätettä.
- Osa haastatelluista piti jätteistä aiheutuvina kustannuksina tyhjennystä, siivousta ja raivausta, osa taas mainitsi kustannustekijöinä pakkausten purkamisen, nostot, siirrot, lajittelun, tyhjennyksen ja kaatopaikkamaksut.
- Osa haastatelluista piti jätekustannuksia merkityksettöminä, osa taas hyvinkin olennaisina.
- Jätteistä aiheutuvien kustannusten alentaminen nähtiin varsin vaikeana.
- Helpoimmin eroteltaviksi jätejakeiksi mainittiin puu, muovi, kipsi, metalli, paperi, pahvi ja betoni.
- Jätteidenkäsittelyn kehittämisessä nähtiin ensisijaisena asenteiden muokkaus: erityisesti aliurakoitsijoiden toimintatapojen pitäisi kehittyä. Vaikka työkohteen siivoaminen olisi velvoitettu sopimuksessa, sitä ei aina käytännössä hoideta (tavallisimmat syyt ovat välinpitämättömyys ja uusien työntekijöiden tietämättömyys velvoitteesta).

- Haastatellut katsoivat, että muutokset jätteiden käsittelyn toimintatavoissa edellyttävät
 - työnantajalta koulutusaikaa, kalustoa ja henkilöstöä
 - työnjohdolta oikeiden menettelytapojen esille tuontia, motivointia ja valvontaa
 - työntekijöiltä oikeaa asennetta jätteiden käsittelyyn ja siivoukseen.

Haastatteluissa voitiin havaita, että eri työnjohtajien käsitykset jätelogistiikan merkityksestä ja sen tehostamisella saavutettavista säästöistä vaihtelevat suuresti. Työnjohdon motivoimiseksi olisikin tärkeätä tuoda esille kaikki jätteisiin liittyvät kustannukset ja säästömahdollisuudet. Toinen keskeinen havainto oli se, että työmailla ei ole käytössä kaikilta osin tarkoituksenmukaisinta jätteiden varastointi- ja siirtokalustoa eikä tietoa nykyisistä käsittelykustannuksista. Näin ollen ei ole myöskään edellytyksiä tehokkaan kaluston valinnassa tarvittavien kustannusvertailujen tekemiselle. Haastateltavat pitivät tärkeänä sekä omien että erikoisurakoitsijoiden työntekijöiden asenteiden ja toimintatapojen muuttamista.

2. kysely

Kehitysprojektin puolella välissä syksyllä 1996, kun käytettävissä oli jo runsaasti tietoa jätteiden syntymiseen vaikuttavista tekijöistä ja vähentämiskeinoista sekä jätteiden käsittelyn tehokkaista järjestämistavoista, tehtiin uusi kysely Skanska Länsi-Suomi Oy:n työnjohtajille ja työpäälliköille. Kyselyssä selvitettiin työmaalla syntyvän jätteen vähentämisessä ja käsittelyssä tärkeinä pidettävät seikat ja se, miten ne on tällä hetkellä toteutettu käytännön työssä. Kyselyssä esitettiin 26 erilaista jätteen vähentämiseen ja käsittelyyn liittyvää toimenpidettä, jotka oli ryhmitelty seitsemään pääryhmään, kuten tuotannon suunnittelu, materiaalihankintojen ohjaus, urakkasopimukset jne. Kustakin toimenpiteestä vastaajan oli kerrottava asteikolla 1 - 5, miten tärkeäksi hän sen arvioi sekä miten kyseinen asia on toteutettu käytännössä. Yhteenveto kyselyn tuloksista on esitetty kuvassa 4.2.

Toimenpiteet, joita haastateltavat pitivät tärkeinä mutta joiden toteutuksessa on selvästi parantamisen varaa, olivat

- aliurakoitsijoiden materiaalihankintojen ohjaus
- "vie mennessäsi ja tuo tullessasi" -periaate
- lajitteluohjeet työryhmille
- jätehuollon ottaminen huomioon aluesuunnittelussa
- oikeiden materiaalmäärien tilaaminen
- syntyvän jätemäärän arviointi.

Asioita, joita **pidettiin melko tärkeinä** mutta joiden **toteutuksessa on selvästi parantamisen varaa**, olivat

- siirtoreittien pitäminen puhtaana
- pakkausten optimointi
- hissin työmaakäyttö
- nosto- ja siirtokaluston valinta.

Tärkeiksi ja hyvin toteutetuiksi koettiin

- määrämittaisten materiaalien käyttö
- lajiteltavien jätejakeiden valinta
- jätteiden käsittelyn suunnittelu työlajeittain
- keskitetty kerääminen
- jätehuoltoyrityksen asiantuntemuksen hyödyntäminen.

Erittäin tärkeiksi ja hyvin toteutetuiksi asioiksi mainittiin siivous- ja lajitteluvaihtojen sisällyttäminen sopimukseen ja toimintatapoihin sekä jäteastioiden merkitseminen jakeittain.

TOIMENPITEEN MERKITYS		
ERITTÄIN TÄRKEÄ		<ul style="list-style-type: none"> • siivous- ja lajitteluvaihtojen sisällyttäminen sopimukseen • jäteastioiden merkitseminen jakeittain
TÄRKEÄ	<ul style="list-style-type: none"> • aliurakoitsijoiden hankintojen ohjaus • "vie mennessäsi ja tuo tullessasi" -periaate • lajitteluohjeet työryhmille • jätehuollon huomiointi aluesuunnittelussa • oikeiden materiaalien tilaaminen • syntyvän jätemäärän arviointi 	<ul style="list-style-type: none"> • määrämittaisten materiaalien käyttö • lajiteltavien jätejakeiden valinta • jätteiden käsittelyn suunnittelu työlajeittain • jätteiden keskitetty kerääminen • jätehuoltoyrityksen asiantuntemuksen hyödyntäminen
MELKO TÄRKEÄ	<ul style="list-style-type: none"> • siirtoreittien pitäminen puhtaana • pakkausten optimointi • hissin työmaakäyttö • nosto- ja siirtokaluston valinta 	
	TYDYTTÄVÄ	HYVÄ
	TOTEUTUS NYKYISIN	

Kuva 4.2. Työpäälliköiden ja työnjohtajien mielipiteet eri toimenpiteiden merkityksestä ja niiden toteutuksesta jätteiden vähentämisessä ja käsittelyssä.

4.4.2 Jättemäärän vähentäminen

Talonrakennustyömaalla syntyvän jättemäärän vähentäminen ja jätteiden käsittelyn kehittäminen edellyttävät toimintatapojen muuttamista koko rakentamisprosessissa.

Suunnitteluratkaisuilla ohjataan muun muassa tilojen toistuvuutta ja mitoitusten sopivuutta, jotka kumpikin vaikuttavat hyvin selvästi jättemääriin. Myös tuotannon suunnittelussa tehtävät ratkaisut (esim. elementti tai paikalla rakennettu sekä käytettävät muottimateriaalit) vaikuttavat jättemääriin ja syntyvien jätteiden koostumukseen. Työsuunnittelussa tehdyt valinnat (materiaalien tilaaminen määrämittaisena, sopivien työmenetelmien käyttö) vaikuttavat jätteiden syntymiseen. Oman merkityksensä työmaan jätehuoltoon tuovat vielä tuotteiden vaihtoehtoiset toimitus- ja pakkaustavat.

Taulukossa 4.3 on esitetty talonrakennustyömaan jättemäärää lisääviä tekijöitä yleisellä tasolla. Taulukossa 4.4 esitetään keskeisiä toimenpiteitä, joilla työmaalla syntyvää jätettä voidaan vähentää ja käsittelyä tehostaa. Taulukoissa esitetyt näkemykset ja suositukset ovat syntyneet osaprojektista 2 (jättemäärät) saadun tietämyksen, edellä mainittujen kyselyjen ja haastattelujen, työntekijöiden, alihankkijoiden ja materiaalitoimittajien arvioiden sekä kehitysryhmätyöskentelyssä saatujen näkemysten perusteella. Materiaali- ja hankintakohtaisia kehittämistarpeita ja -ideoita käsitellään kohdassa 4.5.

*Taulukko 4.3 Talonrakennustyömaan jätemäärää lisäävät tekijät
Tähtien määrä kuvaa asian merkitystä.*

RAKENNUSTYYPPI	Rakenteiden määrä / rakennustilavuus	*****
	Rakennusosien suhteellinen määrä	****
	Teknisten järjestelmien määrä ja tyypit	**
	Tilojen ainutkertaisuus	*
	Tilojen mitoitusten sopimattomuus	**
	Pintarakenteiden määrä ja laatu	**
	Rakennuksen monimuotoisuus	**
	RAKENNUKSEN KOKO	Pieni kohde (harjaantumattomuus/hukat)
	Pieni kohde (materiaalien hyödyntäminen)	*
	Pieni kohde (suunnitteluun panostus)	****
	Pieni kohde (tilattava "varman päälle")	***
RUNGON ESIVALMISTUSASTE	Betonia tilattu liikaa (P)	****
	Varausten ja rajoittimien tekeminen (P)	*
	Muuttimateriaalit (P)	*
	Paikalla muuraus (P)	**
	Installaatioiden asentaminen valuuun (P)	
	Paikalla tehdyt hormit (P)	
	Elementtirungon tasoitemateriaalit (E)	*
	Elementtien juotokset (E)	
	Lämmöneristeet (P)	
TUOTANNON- SUUNNITTELU	Materiaaleja tilataan liikaa	*****
	Epäsopivat toimituserät	****
	Materiaalit eivät määrämittäisiä	*****
	Puutteellinen varastointi ja suojaus	*
	Epäsopivat työmenetelmät ja kalusto	**
	Lajiteltavia jätejakeita ei valittu	
	Jätehuoltoyritystä ei hyödynnetty	*
PAKKAUKSET	Turha tai liiallinen pakkaaminen	*
	Useita eri pakkausmateriaaleja	*
	Pienet pakkauskoot	
TYÖNTEKIJÖIDEN OPASTUS	"Vie mennessäsi, tuo tullessasi"	
	Puutteelliset lajitteluohjeet	**
	Tietämättömyys hukkien syntytaivoista	****

Taulukko 4.4 Työmaalla syntyvän jätteen vähentäminen ja käsittely.

KESKEISIÄ TOIMENPITEITÄ

Tuotannosuunnittelu

- Aluesuunnitelmassa esitetään varastointipaikat, jäteastioiden sijoitus ja siirtoreitit.
- Jätesiirtojen suunnittelussa otetaan huomioon nosto- ja siirtokalusto.
- Otetaan hissi käyttöön työmaalle sisävalmistusvaiheessa (materiaalisiirrot voidaan tehdä hissillä vaurioitta ja säältä suojassa).
- Siirtoreitit pidetään puhtaana (työmaa-aikaiset sähkö- ja vesijohdot vedetään nousulinjoja pitkin).

Materiaalihankintojen ohjaus

- Toimituserien koko ja ajoitus suunnitellaan ennalta.
- Työmaalle tilataan oikea määrä materiaaleja (valvotaan materiaalihukkaa).
- Käytetään määrämittäisiä materiaaleja (esim. kipsilevyt ja väliseinärungot).
- Pakkaustapa optimoidaan olosuhteiden ja käytetyn siirtomenetelmän mukaan (pakkausmateriaalit mahdollisuuksien mukaan hyötykäyttöön kelpaavia).

Urakkasopimukset

- Siivous- ja lajitteluvuorot sisällytetään urakkasopimukseen.
- Aliurakoitsijan materiaalihankintojen ohjaus (syntyvän jätteen minimointi).
- Ongelmajätteen käsittely (aliurakoitsijat vastaavat tuottamistaan ongelmajätteistä).

Jätehuoltomenetelmän valinta

- Arvioidaan työmaalla syntyvä jätemäärä ja sen ajoitus.
- Otetaan huomioon työmaan täyttöihin käytettävät jätteet.
- Valitaan lajiteltavat jätejakeet (syntyykö jotain jaetta erityisen paljon).
- Jätteiden käsittely ja lajittelu suunnitellaan työvaiheittain.

Jätekaluston käyttö työmaalla

- Käytetään syntypaikkalajittelua ja pyörällisiä työryhmän mukana siirrettäviä jäteastioita.
- Sijoitetaan jätteen keräyspiste lähelle työkohtetta kuhunkin kerrokseen.
- Pyritään hyödyntämään jätesiirroissa "vie mennessäsi ja tuo tullessasi" -periaatetta.
- Kerätään jätteet keskitetysti esim. nosturia tai hissiä hyödyntämällä.

Jätteen keräily ja poiskuljetus

- Hyödynnetään jätehuoltoyrityksen ammattitaitoa keräily- ja poiskuljetuskaluston valinnassa.
- Mitoitetaan keräilyastioiden koko syntyvän jätemäärän mukaan.
- Käytetään mahdollisuuksien mukaan usean työmaan keräilykuljetuksia.

Työntekijöiden motivointi ja opastus

- Huolehditaan, että jätteiden käsittelyn toimintatavat ovat selkeät.
- Nimetään jätehuollon ja siivouksen vastuuhenkilö.
- Työryhmille esitetään työlaji- ja materiaalikohtaiset lajitteluohjeet.
- Merkitään työmaan jätteistä selkeästi jakeittain.

4.5 Materiaalien ja hankintojen jätelogistiikka

4.5.1 Ikkunat

Ikkunoiden toimitusprosessia tarkasteltaessa oli kehitysprojektissa esimerkkiyrityksenä Metsäpuu Oy. Yrityksen liikevaihto on noin 100 milj. mk ja henkilöstön määrä 200. Yrityksellä on paljon suuria rakennusyritysasiakkaita, mutta paljon pieniä eriä toimitetaan myös rautakauppojen kautta. Viennin osuus yrityksen toiminnasta on noin 15 %.

HANKINNAT, TOIMITUKSET, KULJETUS
<ul style="list-style-type: none">• Pääosa toimituksista perustuu hankekohtaisiin tarjouksiin, osa vuosisopimuksiin.• Tavallisin toimitusehto on vapaasti työmaalla.• Toimitusajan tarkkuus sopimusvaiheessa on viikko.• Sopimuksessa määritellään toimituserät ja -järjestys (pienissä kohteissa toimitukset yleensä yhdessä erässä).• Toimitustarkkuus yksi päivä, joskus on sovittava tarkka kellonaika.• Sopimusyrittäjät hoitavat 90 % kotimaan kuljetuksista.• Auton purkamisessa käytetään laskettavaa perälautaa ja pumppukärryä, joskus torinosturia tai trukkia. Kuljetuksen aikana tapahtuu ikkunoiden rikkoutumista tai hankautumista, mutta tämä on erittäin harvinaista.

PAKKAUSJÄTTEET	TUOTANTOJÄTTEET	MUUT TIEDOT
<p>Ikkunanipussa on 5 tai 6 ikkunaa rinnakkain.</p> <p>Ikkunanippujen pakkaus</p> <ul style="list-style-type: none">• Puupukit: 40 x 100 mm², pituus 110 cm + 3 x 10 cm tuki• Rimat 22 x 33 mm², yhteensä 6 m• Muovi 240 x 200 - 350 cm²• Tarttuva muovi 40 cm x 20 m <p>Nykyisin ikkunan sisäpuite verhoillaan muovilla, joka suojaa ikkunaa tasoite- yms. töiden ajan.</p>	<p>Työmaalla syntyvä hukka aiheutuu useimmiten rikkoutuneista lasista. Mikäli kyseessä on eristyslasi, on koko puite uusittava.</p> <p>Hukkamateriaalit ovat sekajätettä.</p>	<p>Ainoa kierrätettävä pakkausosa on VR-lava, jonka käyttö on vähäistä.</p>

KOMMENTIT	KEHITYSEHDOTUKSET
<ul style="list-style-type: none"> • Mikäli ikkunaniput kootaan huoneistoittain tai portaittain, lajitellaan ikkunat pakkauspaikalla käsin. • Toimituksia on kokeiltu myös ilman pakkauksia. • Nippujen alla olevat pukit voitaisiin käyttää uudelleen, mutta kierrätys ei ilmeisesti ole taloudellisesti kannattavaa. • Ikkunan sisäpuiteen suoja on lisännyt jätemäärää, mutta se on erittäin tarpeellinen ja parantaa tasoitustyön laatua. • Ikkunaniput nostetaan kerroksiin yleensä runkovaiheessa, minkä vuoksi niissä tarvitaan sääsuojasta. 	<ul style="list-style-type: none"> • Pakkausmuovin korvaaminen muulla materiaallilla. • Pukkien kierrätys. • Puitteen suojamuovin vaihtaminen kutistemuoviin. • Ylipakkauksen välttäminen: turhat reevauslaudat, naulaus ja muovit poistetaan (pakkausten purkutyö ja jätemäärä vähenevät). • Laaditaan ohje optimireevauksen ja pakkauksen tekemiseksi • Käytetään kierrätettäviä lavoja.

4.5.2 Ovet

Ovitoimittajana kehityshankkeeseen osallistui Alavuden Puunjalostustehdas Oy, jonka tuotteita ovat väliovet, ulko-ovet ja ikkunat. Yritykseen kuuluu myös saha, jonka osuus liikevaihdosta on varsin suuri. Henkilöstön määrä on noin 200. Kehitysprojektissa tarkasteltiin erityisesti väliovia, joka on Alavuden Puunjalostustehtaan vahvin alue.

HANKINNAT, TOIMITUKSET, KULJETUS
<ul style="list-style-type: none"> • Tuotteita toimitetaan sekä rautakauppaan että suoraan rakennusy yrityksille. • Noin puolet rakennusy yrityksille tapahtuvista toimituksista perustuu vuosisopimukseen (lukuisten tuotevariaatioiden vuoksi puolet toimituksista tehdään erillisten tarjousten mukaan). • Tuotantoa varten tehdas tarvitsee ovierittelyt ja pohjakuvat. • Toimitusehto on yleensä vapaasti työmaalla. • Toimitustarkkuus sopimusvaiheessa on viikko. • Toimitus tapahtuu tavallisesti vähintään kolmessa pääerässä. • Yhä useammin ovet pitää toimittaa huoneisto- tai porraskohtaisesti pakattuna, mikä lisää tehtaalla tarvittavaa työpanosta. • Toimitusaika tarkennetaan muutamaa päivää ennen toimitusta. • Sopimuskuljettajat hoitavat 95 % kuljetuksista. • Kuljetusvauriot ovat erittäin vähäisiä • Kuorma puretaan laskettavan perälaudan ja pumppukäyrän avulla auton viereen (useilla työmailla on lisäksi käytössä trukki).

PAKKAUSJÄTTEET	TUOTANTOJÄTTEET	MUUT TIEDOT
<p>Ovet on yksittäispakattu muoviin (toinen pinta kirkasta uutta muovia ja toinen himmeää kierrätysmuovia).</p> <p>Ovet ladotaan päällekkäin tavallisesti kertakäyttölavalle (asiakkaan halutessa käytetään VR-lavaa).</p> <p>Lavan alimmaiseksi asetetaan ns. raakkiovi, joka suojaa alimmaisesta ovilevyä kolhiutumiseltsä ja estää sen taipumisen.</p> <p>Ovinipun ympärille kiedotaan 40 cm leveä tarttuva muovi ja kaksi muovivannetta.</p> <p>Karmin osat ladotaan irrallisena lavalle (pinon korkeus noin 120 cm), pino suojataan muovilla ja sidotaan vanteella.</p> <p>Väliovien kynnyksistä tehdään nippu, joka sidotaan muovilla ja teipillä. Pakkaus tehdään pääosin käsin.</p> <p>Rautakauppaan ovet toimitetaan pahviin yksittäispakattuna</p>	<p>Kuljetuksissa ja työmaalla vaurioituneiden ovien määrä on 1 - 1,5 %.</p>	<p>Puinen kertakäyttölava ei ole työmaan kannalta suuri ongelma</p> <p>Pakkaus tehdään koneellisesti ilman karmeja</p> <p>Valtaosa raakkiovista jää työmaalle, osa palautuu tehtaalle</p> <p>Ovien määrä nipussa on 40 - 45 kpl.</p>

KOMMENTIT	KEHITYSEHDOTUKSET
<p>Koska ovityyppejä ei ole useita, niitä voitaisiin siirtää pienoiskonteissa. Konttia käytettäessä kuorma voitaisiin purkaa haluttuna ajankohtana. Myös yksittäisten ovien muovisuojaukset voitaisiin poistaa konttia käytettäessä.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Käytetään kierrätyslavoja. • Kehitetään pienkontti ovien kuljetusta ja työmaasäilytystä varten. • Poistetaan yksittäisten ovien muovisuojaukset ja pakataan ovinippu kutistemuoviin.

4.5.3 Väliseinät

Väliseinärakenteena tarkasteltiin teräsrankaista kipsiseinää, jonka materiaalivalmistajana ja -toimittajana on Gyproc Oy. Asennustyöhön osallistuivat Skanskan eri työmailla useat yritykset, mutta erityisesti tarkasteltiin Altentino Oy:n toimintatapaa.

Gyproc Oy:n päätoiminnot ovat kipsilevyjen valmistus ja myynti sekä väliseinätyöhön liittyvien tarvikkeiden ja työkalujen myynti. Yrityksen palveluksessa on noin 70 työntekijää, ja rakennusliikkeiden ohella asiakkaina ovat suurimmat keskusliikkeet (Kesko, Puukeskus jne).

HANKINNAT, TOIMITUKSET, KULJETUS
<ul style="list-style-type: none">• Osa asiakkaista tilaa viikon tarkkuudella, osa tunnin tarkkuudella. Eräkoot ja -määrät vaihtelevat kohteittain.• Tavallisin toimitusehto on vapaasti tehtaalla autoon lastattuna.• Rakennusliikkeitten osalta Gyproc Oy vastaa noin 60 %:sta kuljetuksista.• Levykuorma puretaan työmaan nostokalustolla; erikseen pyydettyä saa Hiabilla varustetun auton.• Tyypilliset kuljetusvauriot ovat kolhaisut, joita voidaan vähentää kujettajan ammattitaitoa lisäämällä, huolellisella työllä ja kunnollisella kuorman sitomisella.• Työmaiden aikataulujen lipsuminen haittaa toimitusten ajoittamista.

PAKKAUSJÄTTEET	TUOTANTOJÄTTEET	MUUT TIEDOT
Kipsilevyt, vaihtoehto 1: 10 - 12 cm leveät kipsipalat, joita on 6 kpl päällekkäin ja 4 - 6 kpl / 50 levyn nippu (yhteensä 30 - 40 kg / nippu) Kipsilevyt, vaihtoehto 2: Puulava, muovihuppu (1 - 2 kg / 50 levyn nippu) ja muovivanne (0,1 - 0,2 kg / 50 levyn nippu) Teräsrangat: Kutistemuovi sekä muovi- tai teräsvanne (12 x 17 rankaa / pkt) Saumanauha: Pahvilaatikko (10 x 150 m) Saumaussmassa: Muoviastia 5 - 10 l (menekki 5 l / 40 m ²)	Normaalilevyn kipsihukka on tavallisesti noin 10 %. Teräsranngoista aiheutuva hukka on hyvin vähäinen (alle 10 kg / asuinkerrostalo).	Hukkamateriaalit päätyvät sekajätteeksi.

KOMMENTIT	KEHITYSEHDOTUKSET
<p>Levynippujen suojana käytettävien, kierrätettävien huppujen käyttöä on selvitetty yhdessä Lainapeite Oy:n kanssa.</p> <p>Määrämittaisten kipsilevyjen käyttö vähentää hukkaa. Määrämittaisen levyn käyttö onnistuu hyvin elementtikohteissa, koska rakennus on mittatarkka.</p> <p>Paikalla rakennetussa kohteessa voi kerroskorkeuden toleransseista tulla ongelmia.</p> <p>Tehtaalla on valmius toimittaa erikoispaloja, kuten esim. ovien yläosat.</p> <p>Kipsijätteen palautus tehtaalle on useimmiten vielä taloudellisesti kannattamatonta. Palautusjärjestelmässä tarvitaan myös välikäsittelyä, jotta saadaan täysiä autokuormia.</p> <p>Esimerkiksi Helsingissä kipsijätettä saa viedä maankaatopaikalle, mutta Turussa tämä ei ole sallittua.</p> <p>Kapeammat kipsilevyt (600 ja 900 mm) ilmeisesti pienentävät syntyvää materiaalihukkaa.</p> <p>Runkovaiheessa kerrokseen nostettavat levyniput on suojattava kosteudelta huolellisesti, koska levyjen kostuminen lisää hukkaa huomattavasti.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Käytetään määrämittäisiä levyjä ja rankoja (edellyttää riittävän ajoissa tehtyä toimitussuunnitelmaa ja tilausta). • Käytetään normaalia kapeampaa, 900 mm leveää kipsilevyä (levyjä käsiteltäessä syntyy vähemmän vaurioita ja myös asennushukka on tavallista pienempi). • Käytetään oviaukon levyistä oven yläpalaa (tilataan tehtaalta). • Tilataan materiaalit kerroskohtaisissa nipuissa, jotka puretaan autosta suoraan kerrokseen. • Käytetään levynippujen suojana kierrätettävää, vahvasta materiaalista valmistettua suojahuppua (kertakäyttöisiä muovihuppua tai ylimääräisiä suojalevyjä ei tarvita; kyseinen huppu suojaa levyjä erittäin hyvin sateelta ja myös mekaanisilta kolhuilta). • Pyritään kehittämään kipsijätteen keskitettyä keräystä. Keräysautossa voisi olla rouhija, joka muokkaisi kipsin maankaatopaikalle soveltuvan muotoon; keskitetyn keräyksen ansiosta myös palautus tehtaalle voisi olla taloudellisesti kannattavaa. • Jotta kipsin vastaanotto tehtaalle saataisiin onnistumaan käytännössä, pitäisi molempien kotimaisten kipsivalmistajien osallistua kierrätykseen (kipsijätteen alkuperää ei tällöin tarvitse selvittää).

4.5.4 Mattoasennukset

Mattoasennusta harjoittavana yrityksenä projektiin osallistui TeppMan Oy, jonka henkilöstömäärä on noin 25. Yrityksellä on yhteensä satoja asiakkaita, joista isoja on noin 20. Yrityksen päätuotteena ovat muovilaattojen ja muovimattojen asennukset.

HANKINNAT, TOIMITUKSET, KULJETUS
<ul style="list-style-type: none"> • Yritys ostaa tuotteensa Upofloorilta ja Tarketilta (matot ja muovilaatat), Optirocilta (tasoitteet), Kiilto Oy:stä ja Cascosta (liimat). • Urakka aloitetaan yleensä valmiiksi tasoitetusta lattiapinnasta, mutta työnjakoa voitaisiin toimittajan mukaan muuttaa siten, että urakkaan kuuluisi lattian hionta, tasoitus jne. • Tavallisin toimitusehto on vapaasti työmaalla. • Tuotteiden kuljetuksesta vastaavat materiaalien toimittajat.

PAKKAUSJÄTTEET	TUOTANTOJÄTTEET	MUUT TIEDOT
<p>Muovimatto, normaali</p> <ul style="list-style-type: none"> • Maton määrä 60 m² / rulla • Rullassa paperikääre, sisällä pahviputki, päissä pahvivahvikkeet (0,04 kg / matto-m²) • Yhteensä pakkausmateriaalia 2 kg / rulla. <p>Muovimatto, kapea (kosteat tilat)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pakkausjätettä yhteensä 1,5 kg / rulla • Maton määrä 37 m² / rulla. <p>Muovilaatat</p> <ul style="list-style-type: none"> • Laattojen määrä 5 m² pakattuna pahvilaatikkoon. <p>Liima 15 l muoviasiassa.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Mattohukka 7 - 10 %. • Laattahukka noin 3 % • Hukkamateriaaleja ei lajitella työmaalla (ei voida kierrättää). 	<ul style="list-style-type: none"> • Aliurakoitsijan mahdollisuudet vaikuttaa pakkauksiin ovat vähäiset. • Puhtaat pakkausten paperikääreet ja pahviputket ovat kierrätettäviä. <p>Tuotteiden varastointi työmaalla</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mattorullat pystyasennossa, liimat vieressä. • Tasoitesäkit lavalla (noin 1000 kg / lava, menekki 2 kg / m²). • Puulavat ovat kierrätettäviä. • Osa liimapurkeista otetaan omaan käyttöön.

KOMMENTIT	KEHITYSEHDOTUKSET
<ul style="list-style-type: none"> • Pääurakoitsija siirtää materiaalit kerroksiin, vaakasiirroista ja jätteiden siirroista huolehtii mattourakoitsija. • Mattorullan kokoa ei voi kasvattaa, koska sen käsittely vaikeutuu liaksi. • Mattorullan suojapaperin poistaminen johtaisi päällimmäisen mattokerroksen vaurioitumiseen. • Työntekijän osaamisella on suuri vaikutus hukkaan. • Kuviolliset matot lisäävät hukkaa. • Huoneiden oikealla mitoituksella voidaan vähentää hukkaa. • Nykyisessä pakkauksessa on klinkkerilaattoja ainoastaan 1 m², kun määrä voisi olla 1,5 - 2 m² (laatat tulevat ulkomailta ja pakkauskokoon on vaikeata vaikuttaa). • Kotimaisten muovilaattapakkausten kokoa voitaisiin suurentaa. • Lattiatasoitteen pakkauskokoa (25 kg) ei kannata suurentaa, koska päivittäiset käsittelymäärät ovat pieniä • Suurella työmaalla voitaisiin ajatella suursäkkien käyttämistä. 	<ul style="list-style-type: none"> • Selvitetään mahdollisuutta suurentaa kotimaisten muovilaattojen pakkauskokoa. • Laaditaan suunnittelijoille mitoitusohje, jonka avulla mattohukkaa saadaan pienennettyä. • Selvitetään mahdollisuudet suurentaa liima-astioiden kokoa 15 litrasta 20 litraan.

4.5.5 Tasoite- ja maalaustyöt

Tasoite- ja maalaustyöitä harjoittavana yrityksenä kehitysprojektiin osallistui Loimaan Tasoiteurakointi, jonka toimialaan kuuluvat mm. julkisivujen maalaus sekä rakennuksen sisäpintojen tasoitus ja maalaus (sisätöiden osuus toiminnasta on 75 %). Yrityksen palveluksessa on noin 70 henkilöä.

Maalin valmistajan asiantuntemuksen projektiin toi Tikkurila Oy, joka muun muassa on pääkaupunkiseudulla osallistunut maalipurkkien keräily- ja kierrätyskokeiluun.

HANKINNAT, TOIMITUKSET, KULJETUS
<ul style="list-style-type: none">• Tasoiteurakoitsija tekee tavallisesti vuosisopimukset toimittajien kanssa.• Tavallisin toimitusehto on vapaasti työmaalla• Tasoitteita otetaan työmaalle esim. porraskerrallaan. Ainoastaan pienessä kohteessa voidaan kaikki tarvittavat tasoitemateriaalit ottaa kerralla.• Materiaalitoimittajat vastaavat tuotteiden kuljetuksista.• Kuljetuksissa ei aiheudu vaurioita.

PAKKAUSJÄTTEET	TUOTANTOJÄTTEET	MUUT TIEDOT
<ul style="list-style-type: none">• Suurimman osan pakkausjätteestä aiheuttavat maali- ja kittiastiat.• Maalit 20 l:n peltipurkeissa, 22 prk/lava, kutistemuovilla päällystettynä• Kitit 10 l:n muoviastioissa lavoilla• Maalin ja kitin menekkiarvio on 1,5 - 2 prk / asunto• Tasoitteet 25 kg:n paperisäkeissä, 48 sakkia / lava kutistemuovilla päällystettynä (tasoitemenekki 4 - 6 lavaa / 20 asuntoa)• Noin puolet lavoista on kierrätettäviä ja puolet kertakäyttölavoja.	Eniten tuotantojätettä aiheutuu seinätasoitteista ja ikkunoiden suojauksista (teippi + muovi).	<ul style="list-style-type: none">• Purkit ja säkit ovat sekajätettä.• 2-komponenttimaalien purkit ovat ongelmajätettä.

KOMMENTIT	KEHITYSEHDOTUKSET
<ul style="list-style-type: none"> • Maalit on varastoitava lukittuun tilaan. • Maaleja on mahdollista saada 10, 20 ja 200 l:n astioissa (200 l:n astioissa toimitetaan lähinnä perusvalkoista, jonka työmaasävytys ei ole perusteltua suurten kustannusten vuoksi). • Maalipurkkeja voitaisiin keventää, mutta tyyppihyväksynnän saaminen edellyttää nykyisiä ainevahvuuksia (vesiohenteisissa maaleissa voisi olla kevyempikin purkki, mutta nyt käytetään samaa purkkia kuin muissakin maaleissa). • Maalipurkkien uudelleenkäyttö ei ole realistista. • Seinätasoitteen tulisi olla nykyistä suuremmissa säikeissä (esim. 250 kg). 	<ul style="list-style-type: none"> • Pyritään keventämään maalipurkkeja, erityisesti vesiohenteisten maalien osalta. • Mikäli metallisten tai muovisten maalipurkkien keräily ja jatkokäyttö on mahdollista, lajitellaan purkit työmaalla keräyksen edellyttämällä tavalla. • Kun purkkien kierrätys toimii kunnolla, tulisi siihen osallistuminen kirjata Skanskan sopimusehtoihin. • Selvitetään tasoitetoimittajien mahdollisuudet käyttää suurempia pakkauskojoja (250 kg tai 1 000 kg).

4.5.6 Kalusteet

Kalustetoimittajaa projektissa edusti Topi-Kalustaja Oy, jonka päätuotteet ovat asuntojen kiintokalusteet. Yrityksellä on yksi tuotantoyksikkö, useita myyntipisteitä eri puolilla Suomea ja henkilöstöä yhteensä noin 140. Yrityksen tuotteet muodostuvat seuraavista osista: runko (melamiinilla pinnoitettu lastulevy), pöytätaaso (laminaattipinnoitettu levy), ovet (melamiini, laminaatti, maalaus tai lakkaus) ja helat.

HANKINNAT, TOIMITUKSET, KULJETUS
<ul style="list-style-type: none"> • Toimitukset autokuormittain (toimittaja vastaa kuljetuksesta). • 90 % urakoitsija-asiakkaille tehdyistä toimituksista sisältää myös asennuksen. • Jokaiseen kalusteeseen kiinnitetään tarra, johon merkitään osoite (huoneisto ja huone). • Tuotteita ei varastoida tehtaalla, vaan valmiit kalusteet siirretään heti kuljetusajoneuvoon. • Toimituserä on täysi autokuorma, johon mahtuu 280 - 320 yksikköä (vastaa normaalissa asuinkerrostalossa noin kolmen portaan tarvetta). • Kaupan yhteydessä sovitaan toimituspäivä. • Toimitusta edeltävän päivän aamuna tarkistetaan, voiko työmaa ottaa toimituksen vastaan. • Vaurioituneiden kalusteiden määrä on noin 0,5 %. • Vaurioiden vähentäminen ei onnistu pakkauksia lisäämällä vaan asenteita ja työmaaolosuhteita parantamalla. • Työmaan siisteys vähentää vaurioitumisriskiä. • Asennustyöhön kuuluu nykyään jätteiden siirto pääurakoitsijan osoittamaan paikkaan. • Yleensä pääurakoitsija vastaa kalusteiden siirroista kuljetusautosta huoneistoihin (jatkossa yleistynee siirtojen sisällyttäminen toimitukseen) • Tuotteet toimitetaan rakennusliikkeille pääasiassa pakkaamattomina (90 % ilman pakkauksia), pien-talotyömaille pakattuina.

PAKKAUSJÄTTEET	TUOTANTOJÄTTEET	MUUT TIEDOT
<p>Vanha tapa:</p> <ul style="list-style-type: none"> Tuotteen ovipuolen reunoihin L-muotoinen (45 x 45 mm²) laminoitu pahvilista Maalattuihin ja lakattuihin oviin pahvilevy Kutistemuovi koko yksikön ympäri <p>Uusi tapa:</p> <ul style="list-style-type: none"> Kalusteoven alareunassa suojapahvi. <p>Kokemukset ovat osoittaneet, että uutta pakkaustapaa käytettäessä kalusteet eivät vaurioidu aiempaa enemmän.</p>	<p>Tuotantojätteet ovat pääasiassa peitelistöjen tekemisestä aiheutuvia lastulevyn paloja ja sahanpurua.</p>	<p>“Yhden huoneiston kalustetoimittuksista aiheutuvat jätteet mahtuvat syliin”.</p> <p>Mikäli kalusteissa on maalattu tai lakattu ovi, suojapahvia tarvitaan yksikön koosta riippuen 100 - 250 g / yksikkö. Muilla ovilla varustetuissa kalusteissa suojapahvin menekki on 15 - 25 g / yksikkö.</p>

KOMMENTIT	KEHITYSEHDOTUKSET
<ul style="list-style-type: none"> Pakkausjätteen vähentämismahdollisuudet ovat pienet, koska kalusteita ei pakata. Hyllylevynippujen muovit ja muovivanteet ovat kierrätettäviä. Sääsuojauksessa ja varastoinnissa voitaisiin käyttää ns. konttia, mutta tämä on vältetty lisäämällä työvoimaa kalusteiden siirtämiseen. On kokeiltu toimintatapaa, jossa kalusteasentajat asentavat myös keittiön vesikalusteet ja kodinkoneet. 	<ul style="list-style-type: none"> Sahataan peitelevyt yms. määrämittäisiksi jo tehtaalla, mikä vähentää roskien syntymistä työmaalla (toimintatapa edellyttää toista mitauskäyntiä kohteessa). Kalusteasentajat tulevat työmaalle samanaikaisesti kuin ensimmäinen kalustetoimitus ja he ohjaavat kuorman purkua ja osallistuvat siirtotyöhön. Kalustetoimitus voisi olla kokonaistoimitus, johon sisältyisi myös siirto ajoneuvosta asennuskohteeseen. Kalusteasentajalla tulee olla työkohteen mukana siirrettävä jäteastia. Arkkitehtisuunnittelun mitoituksessa pitäisi olla suuremmat toleranssit, jotta kalusteet mahtuisivat paremmin niille varattuihin tiloihin. Kalustetoimitus ajoitetaan siten, että toimitus on illan suussa perillä ja voidaan käyttää tilapäistä siirtotyövoimaa. Kalusteasentaja asentaa kodinkoneet ja liesituulettimen (urakkarajat on määritettävä sopimuksissa).

4.5.7 Kodinkoneet

Kodinkoneita valmistavana yrityksenä kehitysprojektiin osallistui Electrolux Oy Ab Kotitalouskoneet. Yksikön tuotteet ovat jääkaapit ja pakastimet sekä näiden yhdistelmät, liedet ja liesituulettimet.

HANKINNAT, TOIMITUKSET, KULJETUS
<ul style="list-style-type: none"> • Rakennusliikkeiden kanssa käytetään yleensä vuosisopimuksia. • Toimitusehto on vapaasti työmaalla. • Toimitukset yleensä noin 10 kpl:n erissä. • Toimitusajan tarkkuus 1 päivä, 1 - 2 tunnin tarkkuus on mahdollinen. • Hankintarutiini on pitkälle kehitetty (tilaus vakiolomakkeella, tilausvahvistus ja puhelinvarmistus 4 - 5 päivää ennen toimitusaikaa). • Kuljetuksissa käytetään sopimuskuljettajia. • Kuljetukseen sisältyy kuorman purku auton välittömään läheisyyteen. • Kuljetusvaurioiden määrä on vähäinen. • Liedet toimitetaan Ruotsin tehtaalta Suomeen välipohjallisissa konteissa.

PAKKAUSJÄTTEET	TUOTANTOJÄTTEET	MUUT TIEDOT
<p>Jääkaappiyhdistelmät:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kaapin ylä- ja alapäässä on kaksi reunaan kiinnitettävää Styrox-suojusta, jotka painetaan tuotteeseen. • Lisäksi alareunassa eteen ja taakse asennetaan pieni levymäinen Styrox-pala, joka suojaaa alareunaa. <p>Liedet:</p> <ul style="list-style-type: none"> • puinen pohjakehikko • jokaisessa kulmassa Styrox-kulmasuoja • yläpinnassa puurimat • tuotteen ympärillä kutistemuovi. 		<p>Jääkaappiyhdistelmien kevytpakkaus on nopea purkaa työmaalla, pakkausosat sopivat irrotettuina sisäkkäin ja vievät vähän tilaa. Suojaustapa mahdollistaa tuotteiden kuljetuksen mm. kahvat kiinnitettynä.</p> <p>Työmaat eivät halua tuotteita enää entisellä, raskaammalla tavalla pakattuna.</p> <p>Liesien kevytpakkausta ollaan suunnittelemassa.</p>

KOMMENTIT	KEHITYSEHDOTUKSET
<p>Jääkaappiyhdistelmien kevytpakkauksien jatkokehitystä ei ole tekeillä.</p> <p>Liesissä ollaan siirtymässä pistokeasennukseen, jolloin asennuksessa ei tarvita sähköasentajaa.</p> <p>Styrox-suojien keräämistä ja kierrätystä suunnitellaan, mutta ongelmana on se, että toimittavan auton pitäisi viedä pakkaukset pois, sillä erikseen nouto ei ole kannattavaa. Varovasti irrotettuna osat saattaisivat kestää toisenkin käyttökerran, mutta tätä ei ole suunniteltu.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Styrox-pakkausosat kerätään ja toimitetaan kierrätykseen. • Liesissä siirrytään pysyvästi pistokeasennukseen. • Liesien pakkaus pyritään muuttamaan kevytpakkaukseksi (lieden runkorakenteen vuoksi tämä ei ole kuitenkaan kuljetusten kannalta aivan ongelmatonta, sillä nykyiset liesipakkaukset kestävät 5 - 6 lieden pinoamisen päällekkäin).

4.5.8 LV-asennukset

Putkiurakoitsijana kehityshankkeessa oli mukana Turun LVI-Palvelu Oy, jonka palveluksessa on noin 15 henkilöä. Yrityksen toiminnasta noin 90 % on liittynyt asuinrakentamiseen. Yrityksellä on kuitenkin valmiudet toteuttaa erityyppisiä kohteita, ja tuotanto painottuukin markkinatilanteen mukaan eri rakennustyyppeihin ja korjausrakentamiseen. Alihankintojen (ilmastointi, eristys, asbestipurku) osuus yrityksen liikevaihdosta on noin 10 %.

HANKINNAT, TOIMITUKSET, KULJETUS
<ul style="list-style-type: none"> • Radiaattorit, lavuaarit, WC-istuimet ja sekoittajat hankitaan suoraan tehtaalta vapaasti työmaalle toimitettuna. • Muut hankinnat joko tukkukaupasta tai jälleenmyyjältä. • Toimitustarkkuus on yleensä viikko. • Osa hankinnoista perustuu vuosisopimuksiin. • Tavarat toimitetaan työmaalle yleensä useassa erässä. • Radiaattorit pakataan toisinaan kuormalavoille portaittain ja kerroksittain lajiteltuna. • Valtaosa tuotteista on säilytettävä työmaalla lukitussa varastossa varkauksien estämiseksi. • Urakoitsija hoitaa itse 20 - 30 % kuljetuksista. • Kuljetuksessa sattuvat materiaalivauriot ovat harvinaisia.

PAKKAUSJÄTTEET	TUOTANTOJÄTTEET	MUUT TIEDOT
<p>Radiaattorit: 20 - 40 kpl / lava, kulmissa muovisuojaukset, sivut pahvia ja kutistemuovia.</p> <p>WC-istuimet: 6 kpl / lava, lauteritilän päällä, pahvinen suojus ja muovivanne.</p> <p>Lavuaarit: 32 kpl / lava, pahvilaatikossa.</p> <p>Sekoittajat: lavalla, jokainen runko omassa pahvilaatikossa, pienosat muovipusseissa.</p> <p>Venttiilit, rasvat ja muut osat: pahvilaatikoissa ja muovipusseissa.</p> <p>Muovi-, teräs- ja kupariputket: lavalla muovivanteella sidottuna.</p> <p>Paisunta-astiat: iso lavalla muovitettuna, pieni pahvilaatikossa.</p> <p>Lämmönvaihtimet: lavalla kehikolla suojattuna.</p> <p>Asuinhuoneiston hanoista syntyy jätettä 5 pahvilaatikkoo ja 19 muovipussia.</p>	<p>Pääosa jätteistä on erilaista muovi-, kupari- ja rautaputkea.</p> <p>Lisäksi jää pieni määrä öljy- ja kittipurkkeja (5 - 10 purkkia / asuinkerrostalotyömaa).</p>	<p>Skanskan hankintasopimuksen mukaisesti LV-urakoitsija on velvollinen toimittamaan urakastaan aiheutuvat jätteet pääura-koitsijan osoittamaan paikkaan. Jätteiden lajittelusta sovitaan urakkaneuvottelun yhteydessä.</p> <p>Pakkausjätteet ovat melko vähän tilaa vieviä (esim. kylpyhuoneen LVI-kalusteiden asennuksessa syntyvät pakkausjätteet mahtuvat lavuaarin pahvilaatikkoon).</p> <p>Tavarat toimitetaan yleensä kertakäyttöisillä kuormalavoilla; ai-noastaan osa lavoista on kierrätettäviä.</p>

KOMMENTIT	KEHITYSEHDOTUKSET
<ul style="list-style-type: none"> • Pakkauksia tarvitaan tuotteiden suojaamiseen ja käsittelyn helpottamiseen. • Pakkausmateriaalien määrä on nykyisin monessa tuotteessa optimoitu, kierrätettävyyttä voidaan kuitenkin parantaa. • Asentajat ovat omaksuneet ja motivoituneet säästeliääseen työskentelytapaan. • Materiaalihukkaa pyritään minimoimaan. • 40 cm - 100 cm pitkät rautaputkien pätkät hyödynnetään seuraavissa kohteissa. • Jätteiden lajittelun koetaan hankaloittavan työn suorittamista. • Esim. 100 asunnon kohteesta yli jääneet tavarat mahtuivat yhteen pakettiautoon. • Materiaalit ja tuotteet siirretään työmaalla käsin. 	<ul style="list-style-type: none"> • Lyhyetkin rauta- ja viemäriputkien pätkät viedään seuraavalle työmaalle. • Toimituserät eivät saa olla liian suuria. • Tarpeettomat tavarat viedään heti pois työmaalta. • Jätepisteitä on oltava riittävästi. • Jätteiden käsittelyyn on saatava järkevät ja tasapuoliset säännöt, jotka koskevat kaikkia. • Asenteisiin vaikuttaminen on tärkeitä. • Myös työnjohdon ja yritysjohdon asenteita pitäisi muuttaa. • Pakkauksista voisi poistaa turhia täytteitä. • Lämpöputkien osat voitaisiin osittain esivalmistaa urakoitsijan verstaalla. • Materiaalien paremmalla leikkaussuunnittelulla voitaisiin vähentää putkihukkaa.

<ul style="list-style-type: none"> • Työmaavaraston paikan muuttamisesta johtuvia välisiirtoja joudutaan toisinaan tekemään usein. • LV-tuotteiden tukkukaupassa ei ole vielä ollut pakottavaa tarvetta pakkausjätteen määrän vähentämiseen. • Mikäli tuotteista merkittävä osa myydään vähittäiskaupassa, ohjaa se myös pakkaustapaa. • Tukkukaupassa haluttaisiin päästä suurempiin toimituseriin. • Tehdastoimitusten purku ja uudelleenpakkaus maksaa 5 - 10 % tuotteen hinnasta. 	<ul style="list-style-type: none"> • Posliinikalusteiden pakkauksia voitaisiin keventää. • Hanojen pakkauskokoa voitaisiin kasvattaa tai siirtyä tietynlaisiin yhteispakkauksiin. • Jäteastiat on järjestettävä jokaiseen kerrokseen, mikäli jätteitä on lajiteltava. • Varastotilojen on oltava lukittavat ja asialliset, eikä niiden paikkaa saa vaihtaa useasti työmaan aikana.
--	--

4.5.9 Ilmanvaihtosasennukset

IV-urakoitsijana hankkeeseen osallistui ABB Installaatiot Oy (Turku), joka on noin 15 työntekijän yksikkö. Pääosa urakoista on toimisto- ja liikerakennusten IV-töitä, asuinrakennusten osuus toiminnasta on varsin vähäinen.

HANKINNAT, TOIMITUKSET, KULJETUS
<ul style="list-style-type: none"> • Tuotteet hankitaan suoraan valmistajilta; tukkuliikkeitä tai esim. logistiikkatoimittajia ei käytetä. • Hankinnat perustuvat yleensä vuosisopimuksiin, ja toimittajien kanssa pyritään yhteistyöhön. • Osa asennustöistä teetetään alihankintana. • Toimitusehtona käytetään sekä vapaasti työmaalla että vapaasti tehtaalla • toimitusaika päivän tarkkuudella • kuljetuskustannusten osuus on varsin suuri • kuljetusvaurioita tapahtuu vähän

PAKKAUSJÄTTEET	TUOTANTOJÄTTEET	MUUT TIEDOT
<p>Venttiilit, ilmanjakolaitteet ja höyrykuvut: pahvilaatikot, pahvi ja muovi.</p> <p>IV-koneet: yleensä puinen kerta-käyttölava ja muovi, suurissa koneissa ei välttämättä pakkausta.</p> <p>Pyöreät kanavaosat: pahvilaatikko (suurin pakkausjäte-erä).</p>	<p>Eniten hukkaa aiheutuu kanavapätkistä (alle 40 - 50 cm), kanaviin leikatuista aukoista ja muusta kanavahukasta.</p> <p>Koska kanavien kustannusosuus on suuri, on myös kanavahukan merkitys huomattava.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Käydet kanavakanget vietään pois. • Kanavat ovat sekajätettä (sinkitty ohutlevy ei kelpaa metalliromuksi). • Tuotteiden vaurioituminen työmaalla on yleensä vähäistä, varkaudet ovat merkittävämpi ongelma • Varastointiajat ovat yleensä viikkoja

KOMMENTIT	KEHITYSEHDOTUKSET
<ul style="list-style-type: none"> Osat ja laitteet on varastoitava lukolliseen tilaan. Isot IV-koneet nostetaan usein suoraan autosta asennuspaikalle. Venttiilit asennetaan kohteen loppuvaiheessa eikä varastointiaika ole pitkä. Yli 500 mm:n kanaville käytetään ns. kanavakärryjä ja -nostimia. Tuotteet, kuten myös kanavaosat, on pakattava niin, etteivät ne leviä pitkin työmaata. 	<ul style="list-style-type: none"> Toimintatapa on muuttumassa siten, että jätesiirot kuuluvat IV-urakkaan. Ilmeisiä pakkausten vähentämismahdollisuuksia ei löydetty.

4.5.10 Sähköasennukset

Sähköurakoitsijana projektiin osallistui ABB Installaatiot Oy (Turku), jonka palveluksessa on kolme projektipäällikköä ja 28 asentajaa. Yksikön toiminnasta asuntokohteet muodostavat vain pienen osan, pääosan liikevaihdosta tullessa teollisuuskohteista ja muista suurista hankkeista.

HANKINNAT, TOIMITUKSET, KULJETUS
<ul style="list-style-type: none"> ison kohteen suuret hankinnat suoraan toimittajilta pienessä kohteessa tuotteita myös suoraan tukkukaupasta tai omasta keskusvarastosta toimitusehtona käytetään sekä vapaasti työmaalla että vapaasti tehtaalla isoissa kohteissa useita toimituseriä, jotka suunnitellaan tarkasti kiireen vuoksi toimituserät ovat joskus tarpeettoman suuria toimitusaika viikon ja päivän tarkkuudella toimitukset tulevat kehittymään siten, että eräkoot pienenevät ja kuormat puretaan autosta suoraan asennustilaan kuljetusvauriot ovat hyvin harvinaisia

PAKKAUSJÄTTEET	TUOTANTOJÄTTEET	MUUT TIEDOT
<p>Pääkeskukset: puulava, pahvi- tai muovisuojus</p> <p>Ryhmäkeskukset: pahvilaatikko</p> <p>Valaisimet: pahviset yksittäispakkaukset, toisinaan useita valaisimia samassa pakkauksessa erotettuna muovikuplapehmusteella.</p> <p>Loisteputket: yksittäispakattuna pahviin</p> <p>Kiukaat ja liedet: pahvi- tai muovipakkaukset</p> <p>Muut laitteet: pahvilaatikko ja toisinaan muovirouhe (leviää helposti työmaalle)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • kaapelihukka • sähköputken pätkät • valaisinkuvut (rikkoutuneet) • reikien ja varausten teosta aiheutuneet roskat 	<p>Pienessä kohteessa kaapelijätettä ei kerätä talteen.</p> <p>Ison kohteen pääkeskuksessa työntekijät keräävät kuparin.</p> <p>Alumiini erotellaan.</p>

KOMMENTIT	KEHITYSEHDOTUKSET
<ul style="list-style-type: none"> • Pakkauksissa ei ole puutteita, pikemminkin ylipakkausta. • Valmistajat pystyvät tarvittaessa jossain määrin toimittamaan tuotteita halutulla tavalla pakattuina. • Pieniä johtomääriä ei kannata lajitella, vaan niiden annetaan päätyä sekajätteeksi. • Sähköputkijätettä syntyy lähes koko hankkeen keston ajan, mutta sen erottamista ei ole nähty tarkoituksenmukaiseksi. • Mikäli pakkauksia vähennetään, tuotteille on järjestettävä hyvät, lukittavat varastotilat. 	<ul style="list-style-type: none"> • Luovutaan valaisimien yksittäispakkauksista. • Loisteputket asennetaan jo tehtailla valaisimiin. • Pääkeskukset ja niiden sijoitus suunnitellaan riittävän aikaisin, jolloin keskustilassa ei tarvita tarpeettomia johtovarauksia. • Vaikka tuotteet on suojattava, pakkauksia voisi yleisesti ottaen keventää. • Teollisuudessa ABB:llä on käytössä kierrätettävät pakkaukset. • Pahville ja metallijätteelle pitäisi varata omat astiat. • Työmaan aloituspalaverissa on sovittava pelisäännöt. • Tukkukaupan tulisi kiinnittää huomiota pakkauksiin ja toimitusten ajoitukseen. • Työmaan aikataulut pitäisi saada pitäviksi ja toimitukset ajoittaa oikein. <p>Jätteiden keräys ja lajittelu toimii jo käytännössä sähköasennuksissa.</p> <p>Keskusten, valaisimien ja kalusteiden pakkausjätettä on mahdollista vähentää arviolta 40 - 60 % pakkauksia keventämällä ja pakkauskokoja suurentamalla (urakoitsijan arvio).</p>

4.5.11 Muut tuotteet

Kehitysprojektin aikana haastateltiin myös eräiden muiden tuotteiden valmistajia ja tarkasteltiin tuotantoprosessia pakkaus- ja tuotantojätteen näkökulmasta. Seuraavassa esitetään tiivistetysti kyseisiä yrityksiä koskevat tulokset.

TUOTE	YRITYS	JÄTTEET	KEHITYSEHDOTUKSET
Puutavara	Puumerkki Oy	<ul style="list-style-type: none"> • Bitumipaperi • Muovi- tai metallivanteet • Kutistemuovi (listat ja paneelit) <p>Tuotantojätteen eli hukaksi päätyvän puutavaran määrä riippuu suuresti materiaalin käyttökohteesta.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Työmaan pitäisi suunnitella ja ilmoittaa materiaaliarve aiemmin. • Pakkauksen suojamuovit tulisi korvata muilla kierrätettävillä materiaaleilla.

TUOTE	YRITYS	JÄTTEET	KEHITYSEHDOTUKSET
Valmisbetoni	Lohja Rudus Oy Ab	<ul style="list-style-type: none"> • betonia palautuu tehtaalle 7 - 10 % toimitusten määrästä (osa käytetään penkereihin, osa murskataan) 	

TUOTE	YRITYS	JÄTTEET	KEHITYSEHDOTUKSET
Betoni-raudoitus	Raudoitusliike Haaki Risto Oy	<ul style="list-style-type: none"> • Raudoite-elementit kootaan valmiiksi jo tehtaassa, jolloin teräsjätettä syntyy työmaalla hyvin vähän. • Jonkin verran jää 3 mm paksua sidelankaa ja ylimääräisiä hakateräksiä. • Välikkeet toimitetaan muovisäkeissä, joita tarvitaan noin 10 säkkiä / kerrostalotyömaa (tyhjt säkit otetaan yleensä omaan käyttöön). • Pienet välikkeet toimitetaan pahvilaatikossa (1 000 kpl / laatikko), yhteensä koko yrityksessä noin 50 laatikkoa vuodessa. 	

TUOTE	YRITYS	JÄTTEET	KEHITYSEHDOTUKSET
Harkot, tiilet, laasti ja kevytsora	Optiroc Oy	<ul style="list-style-type: none"> Harkot: lava + 2 metallivan- netta + osassa muovihuppu Tiilet: kertakäyttöinen puu- lava + muovihuppu Laasti: paperi + finnlava (pikkusäkit), muovisäkki (suursäkki) Kevytsora: irtotoimitus tai kudossäkki Harkkojen kuljetukseen käytettävä lava on mahdol- lista palauttaa tehtaalle, tii- lien alla olevat lavat ovat kertakäyttöisiä. Tiilihukat: Kahi 2 %, Poltettu tiili 5 %. <p>Laastihukka ei aiheuta kul- jetustarvetta työmaalta.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Etsitään tarvittavia pätkiä eikä turhaan katkota ehjiä kiviä (yhden pätkän etsimi- seen saa kuitenkin kulua enintään ½ - 1 min, jotta se olisi taloudellisesti järkevää). Hukkamateriaali voidaan käyttää työmaalla täyttöihin tai viedä sekajätelavalle.

TUOTE	YRITYS	JÄTTEET	KEHITYSEHDOTUKSET
Bitumi- katteet	Lemminkäinen Oy	<ul style="list-style-type: none"> kattohuoparullissa paperisuojaus, sisällä pahviputki rullat kertakäyttölavalla muovilla suojattuna piki muovisäkeissä (30 kg / säkki) (käytetään roskasäkkeinä) huopajäte sekajätteenä kaatopaikalle (1 - 2 %) 	

4.6 Rakennusjätteiden käsittely Saksassa, Ranskassa ja Hollannissa

Kehityshankkeen alkuvaiheessa projektiryhmä tutustui rakennustyömaiden jätehuoltoon eräissä Keski-Euroopan maissa. Saksaan, Ranskaan ja Hollantiin tehdyn matkan tarkoituksena oli perehtyä kohdemaissa talonrakennustyömaan jätehuollon nykytilaan ja kehittämiseen sekä alaa koskeviin lakeihin ja määräyksiin. Lisäksi pyrittiin hankkimaan kontakteja, joita voitaisiin myöhemmin hyödyntää projektissa.

Matkan aikana vierailtiin kussakin maassa rakennusalan tutkimuslaitoksessa, joka myös järjesti tutustumiskäyntejä erilaisille uudisrakennustyömaille. Tutkimuslaitokset, joiden rakennusjätteisiin liittyvään tutkimustyöhön tutustuttiin, olivat

Saksa	Deutsch-Französisches Institut für Umweltforschung, DFIU (Universität Karlsruhe), Karlsruhe
Ranska	Centre Scientifique et Technique du Batiment, CSTB, Pariisi
Hollanti	Universitair Centrum voor Bouwproductie, UCB (Technische Universiteit Eindhoven, TUE), Eindhoven.

Seuraavassa on eri maista kirjattuja havaintoja, kommentteja ja näkemyksiä.

Saksa

- Rakennusjätteiden käsittelyä kehitettäessä on tarkasteltava rakennuksen koko elinkaarta, joka muodostuu tuotteista, rakentamisesta, purkamisesta ja kierrätyksestä.
- Pilot-projekteissa on havaittu, että tarvitaan voimakasta työntekijöiden asennekasvatusta.
- Kipsijäte on suuri ongelma Saksassa.
- Systemaattinen keräys toimii rakennusalalla seuraavilla materiaaleilla: muovit, eristeet, puulavat, ikkunapuitteet, lasi, tiili (sekoitetaan betoniin ja murskataan) ja kipsi (uudisrakentamisessa kierrätys ei täysin toimi).

Saksan käynnin aikana vierailtiin Strasbourgissa Euroopan parlamentin työmaalla. Kohde oli erittäin suuri ja sen kustannusarvio oli noin 2,7 mrd. mk. Vierailun aikana kohde oli runkovaiheessa. Jätteenkäsittely oli täysin perinteistä, eikä jätteitä lajiteltu tai käytetty nykyaikaisia, tehokkaita siirtomenetelmiä.

Ranska

- ❑ Ympäristötekniikan kehittämisen koetyömaat on Ranskassa nimetty Vihreiksi Työmaiksi (Chantier Vert).
- ❑ Vihreät työmaat, joilla käytiin, olivat jätteidenkäsittelyn kannalta samaa tasoa kuin edistyneimmät työmaat Suomessa.
- ❑ Rakennustyömaan jätteitä koskevia määräyksiä ollaan parhaillaan laatimassa, ja lähi-vuosina toimintatavat tulevat muuttumaan myös muilla kuin vihreillä työmailla.
- ❑ Jätteiden käsittely ranskalaisilla työmailla on varsin samankaltaista kuin Suomessa.
- ❑ Kipsijäte todettiin ongelmalliseksi myös Ranskassa.

Lillen lähellä vierailtiin hallityömaalla (postimyyntiyrityksen lajittelukeskus; vihreä työmaa), jonka rakennusala oli 10 000 m². Työmaa oli erittäin siisti ja muutamat jätejakeet lajiteltiin. Kohde oli runkovaiheessa, joten erilaista jätettä ei syntynyt kovin paljon. Jätteen käsittely sinänsä oli kehittymätöntä, siirrot tehtiin kantamalla. Työmaan projekti-päällikölle tämä oli ensimmäinen hanke, jossa jätteitä lajiteltiin.

Roubaixissa, lähellä Lilleä, käytiin rakennusjätteiden lajittelukeskuksessa. Vanhaan tehdaskiinteistöön oli rakennettu alkeelliset tilat rakennusjätteen vastaanottamiseksi. Sekajätteenä tuotu rakennusjäte lajiteltiin osaksi kaivinkoneella ja osaksi käsin, lankunpätkä kerrallaan. Toiminta ei vaikuttanut mitenkään tehokkaalta.

Chamberyssa (noin 100 km Lyonista kaakkoon) tutustuttiin asuinkerrostalotyömaahan, joka oli myös koehanke, ns. vihreä työmaa. Jätteet lajiteltiin rakennusvaiheesta riippuen 3 - 5 jakeeseen (puu, muovi, metalli, pahvi, polystyreeni, seka). Lajitteluasiat olivat metallisia, pihalla olevia korkeareunaisia jätelavoja, joihin jätteet siirrettiin kerroksista kantamalla. Lavoissa oli kyltti, josta ilmeni jätejake (osa kylteistä oli tosin pudonnut maahan). Kipsijätteen suuri määrä oli ongelma myös tällä työmaalla. Lajittelua lukuun ottamatta kohde oli tavanomainen rakennustyömaa.

Hollanti

- ❑ Vuoden 1996 alkupuolella on tullut voimaan laki, joka kieltää rakennusurakoitsijaa viemästä jätettä suoraan kaatopaikalle.
- ❑ Jätettä ei saa kuljettaa myöskään Hollannin eri alueille.
- ❑ Jäte on toimitettava kierrättäjälle ja täytettävä lomakkeet, joilla ilmoitetaan viranomaisille, paljonko mitäkin jätettä on syntynyt.
- ❑ Lain mukaan vuoteen 2000 mennessä rakennusjätteestä saa toimittaa kaatopaikoille ja polttoon ainoastaan 10 %.

- ❑ Rakennusluvassa on mainittu 5 - 6 jätejätettä (vaihtelee alueittain), jotka on lajiteltava.
- ❑ Pienissä projekteissa jäte kannattaa viedä lajittelijalle, isommissa lajitella työmaalla.
- ❑ Lajittelematon poltettava sekajäte tulee kalliiksi, koska polttomaksut ovat korkeat.
- ❑ Tutkimuslaitos (UCB) on tehnyt optimointiohjelman, joka kertoo, miten urakoitsijan kannattaa lajitella jätteet.
- ❑ UCB:ssä on kehitetty kierrätettävä yleispakkaus, jossa voitaisiin kuljettaa valtaosa rakennustyössä tarvittavista pientavaroista (hanat, helat, sähkötarvikkeet jne.). Pakkauksen siirtämiseen on kehitetty erityinen siirtokärry. Pakkaus on kuitenkin vasta idea- tai prototyyppeasteella, eikä sen tuoteistusaikataulusta tai rakentajien laajasta hyväksynnästä ole varmuutta.

Eindhovenissa käytiin asuinkerrostalotyömaalla, jossa jätteitä lajiteltiin pihalla oleviin 4 - 5 metalliseen jäteastiaan (ks. kuvat 5.8 ja 5.9). Sekajätettä syntyi silti varsin paljon omille lavoille. Jätteet siirrettiin työmaalla alkeellisesti kantamalla.

Eindhovenissa tutustuttiin myös Hoogers-nimiseen yritykseen, joka kerää jätteitä työmailta ja toimittaa ne edelleen kierrätysyrityksiin ja kaatopaikalle. Tilat olivat modernit ja toimivat, mutta kuljettimia tai koneellisia lajittelulaitteita ei käytetty.

Yhteenveto

Rakennusjätteitä koskeva lainsäädäntö on kaikissa vierailuissa maissa (Saksassa, Hollannissa ja Ranskassa) Suomea tiukempaa. Kierrätysvaatimukset Keski- ja Länsi-Euroopassa ovat ja tulevat olemaan kovemmat kuin Suomessa, eikä kaatopaikoille voi vapaasti viedä sekajätettä tai sen vieminen on erittäin kallista. Koska määräykset kiristyvät lähivuosina, on jo nyt käynnistetty useita rakennusjätteiden käsittelyyn painottuvia kehityshankkeita.

Jätehuollon kannalta edistykselliset työmaat ovat Euroopassa poikkeuksia, lähinnä erilaisia koehankkeita. Suurin osa työmaista on jätehuollon kannalta vielä varsin alkeellisia. Ainakaan käydyissä tutkimuslaitoksissa ei ollut käynnissä jätekalustoon liittyviä kehityshankkeita Hollantilaisten pakkaustutkimusta lukuun ottamatta.

Euroopasta on lähivuosina saatavana oppia ja toimintamalleja erityisesti rakennusjätteiden kierrätyksen organisointiin, jossa Suomessa ollaan alkuvaiheessa ja muuta Eurooppaa jäljessä.

Rakennusjätteiden käsittelyä työmaalla (siirtoja, murskausta, varastointia) on sen sijaan kehitettävä kansallisista lähtökohdista siten, että toimintatapa soveltuu paikalliseen yritys- ja työmaakulttuuriin.

4.7 Toimenpidesuosituksset

Jätelogistiikan kehittämisen tarkoitus ja painotus tässä kehitysprojektissa

Hukan vähentäminen eli materiaalien tuhlaamisen välttäminen on aina ollut luonnollinen tavoite kaikessa tuotannollisessa toiminnassa, niin myös rakentamisessa. On ymmärretty, että hukaksi päätyneestä materiaalista on maksettu turhaan. Vasta viime vuonna on rakentamisessakin logistiikka-ajattelun yleistyttyä alettu tarkastella materiaalitoimituksia laajemmin, koko rakentamisprosessin kannalta. Tässä tarkastelussa on selvästi käynyt ilmi, että huolellisella suunnittelulla materiaalitoimitukset tehostuvat ja myös hukat vähenevät. Tämän seurauksena saavutettavat kustannussäästöt ovat paljon suuremmat kuin hukaksi päätyneen materiaalin hinta.

Jätelogistiikan kehittämisessä on näkökulmana ollut sekä hukan että pakkausjätteen määrän vähentäminen ja niiden käsittelyn tehostaminen. Koska viime vuosinakin on toteutettu suurehkoja tuotantojätteen eli hukan vähentämiseen tähtääviä kehityshankkeita, on tässä projektissa paneuduttu erityisesti pakkausten kehittämiseen ja jätteiden käsittelyn parantamiseen. Hukan vähentämisen keskeiset keinot ja yleisperiaatteet on esitetty raportissa, mutta niitä ei ole tutkittu materiaalikohtaisesti, muutamaa yksittäistapausta lukuun ottamatta.

Ongelmat kehitysideoiden soveltamisessa käytäntöön

Toimitustapojen ja pakkausten kehittämisideoita keksitään helposti varsin paljon, jos niiden toteutettavuudesta ei tarvitse välittää vielä ideointivaiheessa. Tämä kävi selvästi ilmi myös tässä projektissa. Asiantuntijoita haastatteleamalla ja kehitysryhmissä löydettiin lukuisia ratkaisuja, jotka olivat eri tavoin käytäntöön sovellettavissa. Esimerkiksi asunnon vesihanoista syntyy jätettä viisi pahvilaatikkoa ja 19 muovipussia. Siksi syntyi helposti ajatus, että otetaan käyttöön erityinen työmaapakkaus, jossa on 20 hanaa tarvikkeineen. Käytännön ongelmiksi nousivat kuitenkin muutokset, joita edellytetään hanavalmistajan tuotantolinjoilta (pakkauksessa ja varastoinnissa) ja tukkuliikkeen toiminnalta (varaston tilantarve ja sitoutunut pääoma kasvavat, koska tarvitaan kaksi rinnakkaista pakkauskokoa). Työmaapakkauksen käyttöönotto ei edellä olevasta huolimatta ole kuitenkaan täysin hylätty ajatus, mutta sen mahdollinen tuotteistaminen ja yleistyminen on useita vuosia kestävä prosessi.

Suosittelavat toimenpiteet jätelogistiikan kehittämisessä

Jätelogistiikan ja jätteiden työmaakäsittelyn kehittämisen yhteydessä muotoutuneet toimenpidesuosituksset on esitetty ryhmiteltynä luvussa 6 Yhteenveto. Kohtaan 6.5 on koottu keskeiset suositukset rakennushankkeen eri osapuolille ja taulukossa 6.2 esitetään yksityiskohtaiset toimenpidesuosituksset erityisesti urakoitsijoille. Osa suositetuista ratkaisuista on jo käytössä, osa on otettavissa käyttöön nopeasti, osa taas vaatii joko materiaalitoimittajan tai urakoitsijan kehitystyötä.

5. Jätteiden käsittely työmaalla

5.1 Lähtökohta

Työmaan jätteiden käsittelyn kehitystyön tavoitteita olivat

- laite- ja menetelmätietojen selvittäminen
- menetelmävaihtoehtojen ja laitekokoonpanojen suunnittelu
- työmaan jätehuoltojärjestelmän määrittäminen.

Kehitystyön aikana osallistuttiin Skanska Länsi-Suomi Oy:n työmailla jätehuollon suunnitteluun (lajitteluun, keräilyyn, jätekaluston valintaan) ja tarkasteltiin ensisijaisesti asuinkerrostalotyömaan jätteidenkäsittelyä.

Ennen koetyömaan käynnistymistä järjestetyssä kehityspalaverissa (taulukko 5.1) sovittiin

- työmaalla lajiteltavista jätejakeista (lajitteluohjeet työvaiheittain)
- käytettävästä kalustosta
- työmaan jätteiden käsittelyn toimintatavoista
- tiedotuksesta ja ohjeista työntekijöille.

Taulukko 5.1. Kehitysryhmä ja yhteyshenkilöt.

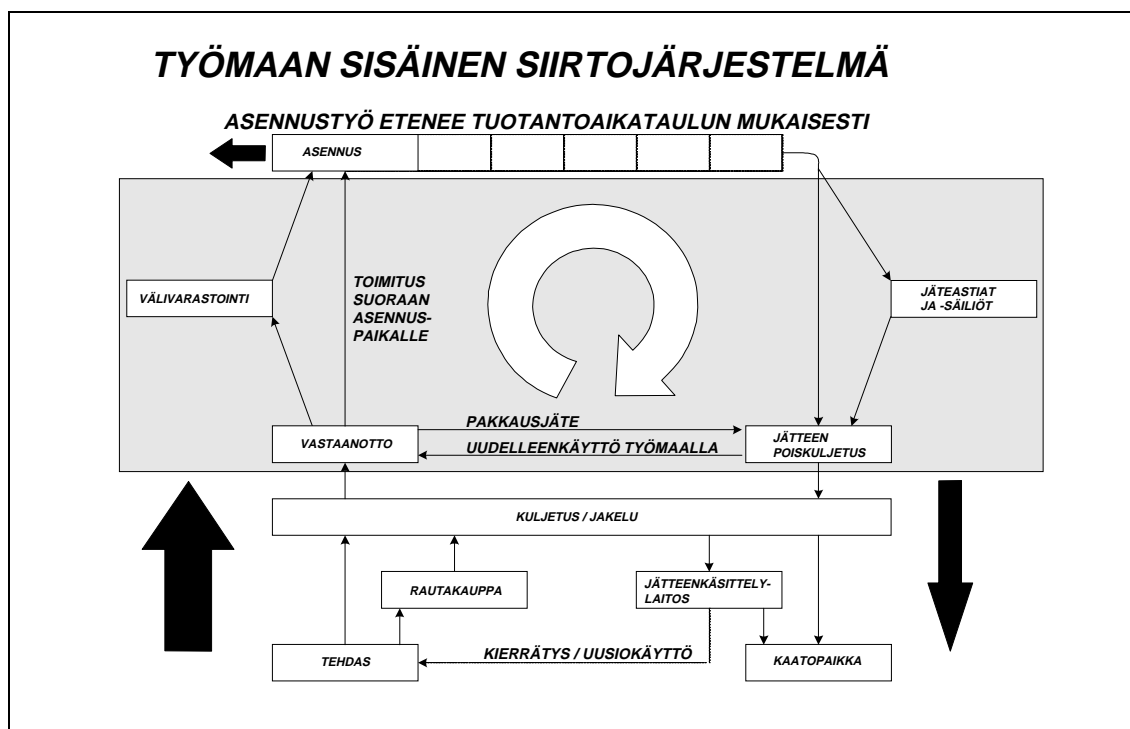
TUOTE/TOIMIALA	YRITYS	HENKILÖ
Jätehuolto	Säkkiväline Puhtaanapito Oy	Jari Hyötilä Pasi Hurme Kurt Sibakov
Jätehuoltokalusto	Säkkiväline Tuotekauppa	Rikhard Buchmann
Rakennuskoneet ja -laitteet	FinnForm Oy	Markku Vähä-Touru
Rakennuskoneet ja -laitteet	BauMet Oy	Jouko Eklund
Urakointi	Skanska Länsi-Suomi Oy	Jari Pölönen Risto Hakala Hannu Niemelä Tapani Korvenpää
Tutkimus ja kehitys	VTT Rakennustekniikka	Hannu Koski Jari Lehtinen

5.2 Jätteiden käsittelyn vaiheet työmaalla

Merkittävä osa jätehuollon kustannuksista aiheutuu useista käsittelykerroista työmaalla. Työmaan jätteidenkäsittelyä voidaan tehostaa liittämällä jätteiden käsittely osaksi asennusprosessia (kuva 5.1). Asennustyö etenee kohteessa tuotantoaikataulun mukaan yleensä kerroksittain joko alhaalta ylös tai ylhäältä alas. Tarvittavat materiaalit siirretään työkohteeseen usein valmiiksi ennen asennustyön alkua. Nykykäytännön mukaisesti työkohte luovutetaan siivottuna seuraavalle asennustyövaiheelle. Huolellisen jätehuolto-suunnitelman laatimisen edellytyksenä on jätteiden käsittelyn suunnittelu työvaiheittain.

Jätteiden käsittelyn vaiheet työmaalla ovat

- materiaalien vastaanotto ja kuljetuspakkauksen purku
- materiaalsiirrot työkohteeseen
- jätteen keräily ja lajittelu kerroksissa
- jättesiirrot työkohteesta tai kerroksista keräilyastioihin
- jätteen käsittely työmaalla ennen kuljetusta
- jätteen varastointi työmaalla.



Kuva 5.1. Jätteiden käsittelyn eri vaiheet kuuluvat kiinteänä osana työmaan sisäisiin siirtoihin.

5.3 Työmaan jätekalusto

5.3.1 Keräily ja lajittelu

Jätesirtoapuvälineiden ja menetelmien valinnassa tulee pyrkiä sellaiseen kokonaisjärjestelmään, joka mahdollistaa työryhmäkohtaiset jäteastiat, jätteiden syntypaikkalajittelun ja keskitetyn jätteenkeräilyn.

Työryhmäkohtainen keräily. Työryhmän jäteastioiden tulee olla helposti käsiteltäviä ja siirrettäviä. Työryhmäkohtaisten jäteastioiden käyttö onnistuu luontevimmin, kun työkohteen siivous sisällytetään työtehtävään tai aliurakkaan, jolloin jokainen siivoaa jälkensä itse.

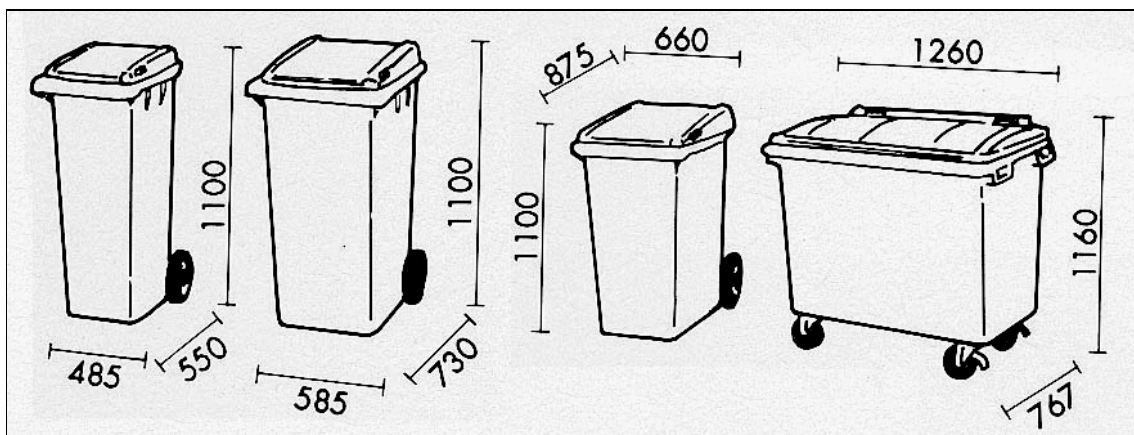
Syntypaikkalajittelu. Jos syntyvät jätteet lajitellaan heti työkohteessa, on hankittava useita astioita työvaiheessa syntyville jätteille.

Esimerkiksi kalusteasennuksessa syntyy muovi- ja pahvijätettä pakkauksista ja lastulevyjätettä kalusteiden asennuksesta. Tarvitaan erilliset jäteastiat tai jätessäkit kullekin jätejakeelle.

Jätteen keskitetty keräily. Kerroksiin sijoitetut jäteastiat voidaan tyhjentää keskitetysti parvekkeiden kautta niin kauan, kun työmaalla on nosturi.

Muoviset pyörälliset jäteastiat

Suomeen on vakiintunut järjestelmä, jossa jäteastiat ovat vakiokokoisia ja muotoisia ja ne on varustettu jäteauton astiannostajaan sopivilla tartunnoilla. Yleisimmät astiakoot ovat 120 l, 240 l, 330 l, 600 l (kuva 5.2).



Kuva 5.2. Muoviset jäteastiat ovat yleistyneet myös työmaakäytössä. Yleisimmät koot ovat 240 l ja 600 l. Työmaalla keräilyastioiden kannet poistetaan [16].

Jäteastiat varustetaan pyörillä, jolloin astian liikuttaminen työkohteesta toiseen onnistuu helpommin. Jäteastiat on yleisimmin valmistettu lujitemuovista, jonka etuina ovat käsittelyn helppous, astian helppo puhdistus ja korroosiokestävyys. Muovisia pyörällisiä astioita voidaan käyttää eri jätejakeille työryhmäkohtaisina astioina ja kerrosastioina sekä suurimpia (600 l) astioita työntekijöiden taukutiloissa syntyville yhdyskuntajätteille tai sekajätteille (kuva 5.3). Työmaalla sisätiloissa käytettävien keräilyastioiden kannet poistetaan.

Jätteen siirto- ja varastointikaluston kustannuksia on kerätty taulukkoon 5.8.



Kuva 5.3. Muovinen pyörällinen 600 litran jäteastia sekajätteille.

Jätesäkit

Jätesäkit ovat kooltaan 30 - 380 l, ja niitä valmistetaan sekä muovista että paperista. Jätesäkki mahdollistaa jäteastiaa vapaamman liikuteltavuuden. Jätesäkkiä voidaan pitää täytön aikana myös muovisessa jäteastiassa.

Tutkimuksen aikana selvitettiin eri säkkityyppien soveltuvuutta. Normaalin (halvimman) jätesäkin ainepaksuus on 0,07 mm. Todettiin, että ns. suurraloussäkki, jonka ainevahvuus on 0,15 mm, soveltuisi paremmin työmaakäyttöön. Vahvemman säkin hinta on kuitenkin huomattavasti kalliimpi. Toisaalta helposti rikkoutuvien säkkien käsittelystä aiheutuu ylimääräistä työtä.

Jos työmaalla käytetään 500 kpl 150litran jätesäkkiä (kokonaistilavuus 75 m³), on normaalin jätesäkin kustannus tällöin 375 mk ja vahvemman säkin 1 920 mk.

Muita lajittelu- ja keräilyastioita

Muita työmaakäyttöön soveltuvia lajittelu- ja keräilyastioita ovat

- rullakot (esim. pahvin tai muovin kerääminen)
- lavakaulukset
- allasvaunut ja kottikärryt (raskaamman jätteen siirrot, esim. piikkausjäte)
- erityyppiset ja -kokoiset muovilaatikat ja saavit (työryhmän käyttöön mukana siirrettäviksi astioiksi, määrältään pienille jättejakeille).

5.3.2 Jättesiirrot työmaalla

Työmaan jättesiirroissa kannattaa hyödyntää työmaalla käytössä olevaa kalustoa. Suunnittelun lähtökohtana tulee olla sama nosto- ja siirtokalusto kuin materiaalisiirroissakin.

Runkovaiheessa käytetään työmaalla olevaa torninosturia tai ajoneuvonosturia. Nosturin purkamisen jälkeen käytetään työmaalle rakennusaikaiseen käyttöön asennettua rakennuksen omaa hissiä tai rakennushissiä. Myös jätteen pudotus on nopea ja tehokas siirtomenetelmä, kun se voidaan toteuttaa turvallisesti ja siististi (ks. kohta 5.4.8).

Nosturin käyttö

Työmaan nosturia käytettäessä jättesiirrot kannattaa yleensä tehdä keskitetysti. Eräs käytännössä tehokkaaksi osoittautunut tapa on kerätä jätteet siirtämällä torninosturilla jätelavaa parvekkeelta toiselle. Jätteet siirretään ennalta kunkin kerroksen tietylle parvekkeelle. Lajiteltavat jätteet on pidettävä siirron aikana erillään.

Esimerkki 1. Jätteen kerääminen tehdään keskitetysti sekajätelavalla (jossa on tilaa), ja esimerkiksi muovisiin jätessäkkeihin pakattu muovijäte siirretään muovin varastointiastiaan vasta työmaalla.

Esimerkki 2. Sukkulakujan työmaalla keräiltiin jätteet kerroksista siirtämällä torninosturilla jätelavaa parvekkeelta toiselle. Työ kesti kerralla noin kaksi tuntia, jolloin torninosturista ja kahdesta työntekijästä aiheutuneet kokonaiskustannukset olivat noin 1 000 mk. Runkovaiheen aikana kyseinen jätekierros tehtiin neljä kertaa.

Hissin käyttö

Hissi soveltuu sisätyövaiheen jätesiirotiin. Jäte voidaan kuljettaa pyörällisissä keräilyastioissa suoraan varastointiastioihin. Jätesiirot kannattaa keskittää varsinaisen työpäivän alkuun tai loppuun siten, että muita materiaalsiirtoja ja hissien käyttöä häiritään mahdollisimman vähän. Taulukossa 5.2 vertaillaan kerralla siirrettävien jäteastioiden määrää eri hissityypeillä.

Taulukko 5.2 Eri hissityyppien vertailu jätesiiroissa.

	Alimak 100 kg (1,3 x 3,0)	Talon oma hissi 320 - 480 kg (1,6 x 0,9)
240 l astia	6 kpl	2 - 3 kpl
600 l astia	3 kpl	1 kpl

Rakennuksen hissi on yleensä keskeisellä paikalla porrashuoneessa, ja rakennushissi pystytetään sopivalle parveke- tai ikkunalinjalle.

Jätteiden pudotus tai jätekuilu

Yksinkertaisimmillaan jätesiirot voidaan tehdä pudottamalla jätteet parvekkeelta alla olevalle jätelavalle. Menetelmän riskinä on jätteiden leviäminen "tuulen mukana" pitkin pihaa. Jätteen leviämistä voidaan ehkäistä käyttämällä jätessäkkiä myös jäteastian sisällä, jolloin jätessäkki pitää jätteet kasassa pudotuksen aikana.

Jätekuilua käytetään tavallisimmin korjauskohteessa. Uudisrakentamisessa ongelmia aiheuttaa mm. pakkausjätteen (pahvin ja muovin) keveys, joka helposti tukkii putken. Nykyisin jätteen lajittelu useampaan jakeeseen vaikeuttaa jätekuilun käyttöä. Lajittelu on mahdollista pariin kolmeen jakeeseen siirtämällä putken alapää astiasta toiseen esimerkiksi narun välityksellä parvekkeilta käsin.



Kuva 5.4. Jätekuilun käyttö luhtikäytävälössä (Amsterdam, Hollanti).

5.3.3 Jätteen käsittely

Työmaalla tehtävän jätteen esikäsittelyn ensisijaisena perusteena on kuljetuskustannusten pieneneminen, kun jätteen kuljetustilavuus pienenee. Jätteen tilavuutta vähentää huomattavasti jo pienikin esikäsittely.

Esimerkki 1. Pahvilaatikoiden avaaminen ja taittaminen rypistämisen sijasta pienentää huomattavasti pahvijätteen tilavuutta.

Esimerkki 2. Puujätteen pinoaminen pituussuuntaan lavalle.

Laadittujen kustannustarkastelujen mukaan taloudellisia perusteita jätepuristimien, murskaimien tai paalaimien työmaakäytölle ei tällä hetkellä ole, koska uudisrakennustyömaalla syntyvien tilaa vievien jätejakeiden (esim. pahvin ja muovin) osuus on melko pieni.

Jätteen käsittelylaitteiston kannattavuutta voidaan arvioida yksinkertaisella investointilaskelmalla, jonka keskeisimmät muuttujat ovat jätepuristimen vuokra, käsittelyn työmenekki eri vaihtoehdoilla, työmaalla syntyvä jätemäärä (esim. m³/kk) ja kustannussäästöt kuljetuksissa.

Tilanne tulee jatkossa kuitenkin nopeasti muuttumaan, kun jätteiden vastaanottopaikkojen ja kaatopaikkojen lukumäärää tullaan vähentämään. Normaalikokoisella työmaalla taloudellisin vaihtoehto lienee se, että jatkossakin jätteen kerää paikallinen kuljetusyri-tyt, jonka puolestaan kannattaa yhdistellä ja tiivistää kuormia pidempiä siirtokuljetuksia varten.

Murskaimet

Murskaimessa jätteen tilavuus pienenee ja jatkokäsittelymahdollisuudet paranevat sekä monipuolistuvat. Murskain toimii itsenäisenä yksikkönä tai se liitetään toiminnallisesti puristimeen tai paalaimen tai muuhun jälkikäsittely-yksikköön.

Saatavilla olevien murskainten työmaakäyttöä rajoittaa murskainyksiköiden suuri koko, suuret käyttö- ja kuljetuskustannukset sekä uudisrakentamisesta syntyvät pienet jätemää-
rät. Tämän vuoksi murskainten käyttö työmaalla on nykyisin kannattamatonta.

Paalaimet ja jätepuristimet

Paalaimia käytetään tehostamaan jätteen alkulajittelua. Paalaimessa jäte tiivistetään ja sidotaan paaliksi, joka on kuljetustilavuudeltaan murto-osa paalaamattomaan jätteeseen verrattuna.

Paalaimet voivat olla

- yksittäiseen säkkiin tai jäteastiaan puristavia
- yhdistelmäpaalaimia, joihin voidaan lisätä erillisiä pesiä kullekin jätejakeelle (esim. paperille, pahville, muoville, puulaatikoille).

Paalaimien soveltuvuutta työmaakäyttöön on arvioitu erillisessä kustannustarkastelussa (ks. 5.4.8).

Jätepuristimien käyttö on kannattavaa, kun jätteen määrä on suuri, esimerkiksi kaupassa ja tehdasteollisuudessa. Rakennustyömailla jätepuristimia on käytetty suurissa korjauskohteissa.

Jätepuristimet voivat olla

- ❑ kiinteästi paikalle asennettuja
- ❑ vaihtolavarungolle asennettuja (työmaakäyttö mahdollinen).

5.3.4 Varastointi työmaalla

Jätteen lajittelu useisiin jakeisiin edellyttää sitä, että työmaalle sijoitetaan useita astioita jätteen keräilyyn. Ahtaalla työmaalla on tärkeää, että varastointiastiat ovat kooltaan ja tyypiltään tarkoituksenmukaisia.

Eri jättejakeilla on erilaisia vaatimuksia varastointiastioiden suhteen. Esimerkiksi hyötykäyttöön vietävän pahvijätteen tulee olla puhdasta ja kuivaa. Tällöin edellytetään kannellista varastointiastiaa.

Vaihtolavat

Vaihtolavasäiliö on tavallisesti teräksestä valmistettu avoin tai kannellinen säiliö, joka kuljetetaan tyhjennettäväksi vaihtolavalaitteilla varustetulla ajoneuvolla ja palautetaan takaisin.

Vaihtolavaa käytetään työmaalla yleensä ainakin puun ja sekajätteen keräämiseen.



Kuva 5.5. Sekajätevaihtolava on varustettu nostokorvilla, jolloin sitä voidaan siirtää työmaan nosturilla tarpeen mukaan.

Vaihtolava on varustettu yleensä nostokorvilla, jolloin sitä voidaan käyttää jätteen keskittelyyn keräilyyn. Vaihtolava nostetaan ajoneuvo- tai torninosturilla eri kerrokseen siten, että jätteet voidaan tyhjentää parvekkeen tai ikkunan kautta vaihtolavalle (kuva 5.6).



Kuva 5.6. Vaihtolavan käyttö jätteiden keräilyyn parvekkeilta [16].

Pikakontit

Pikakontit ovat jäteastioita, jotka voidaan tyhjentää suoraan pakkaavaan jäteautoon. Pikakontti on yleensä varustettu suojakannella, jolloin sitä voidaan käyttää esimerkiksi pahvin keräämiseen. Pikakontteja on saatavana myös ilman suojakantta.

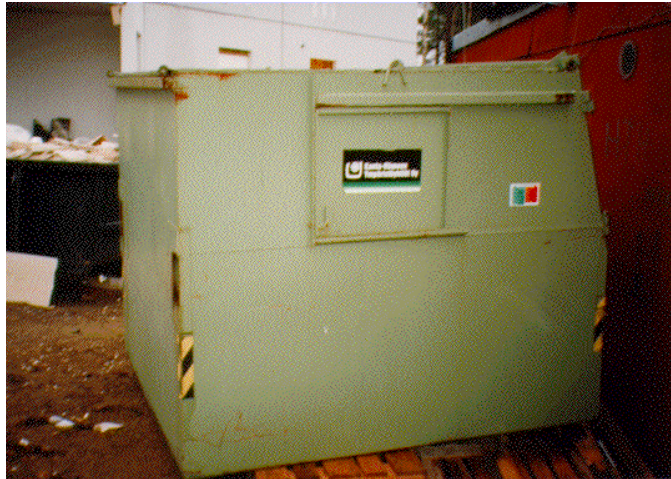
Etukuormauskontit

Etukuormausmenetelmä edustaa uutta kehitystä. Ns. Front Loader -säiliö tyhjenetään koneellisesti edestä kuormaavalla jäteautolla. Kerääminen ja kuljettaminen nopeutuvat ja tehostuvat, kun ajoneuvon kuljettajan ei tarvitse nousta autosta ulos.

Etukuormauskontti on varustettu usealla täyttöaukolla, joten se voidaan sijoittaa työmaalle päältä tai useammalta sivulta täytettäväksi. Työmaakäytössä on otettava huomioon, että etukontin tyhjennysauto on jäteautoista kooltaan suurin.

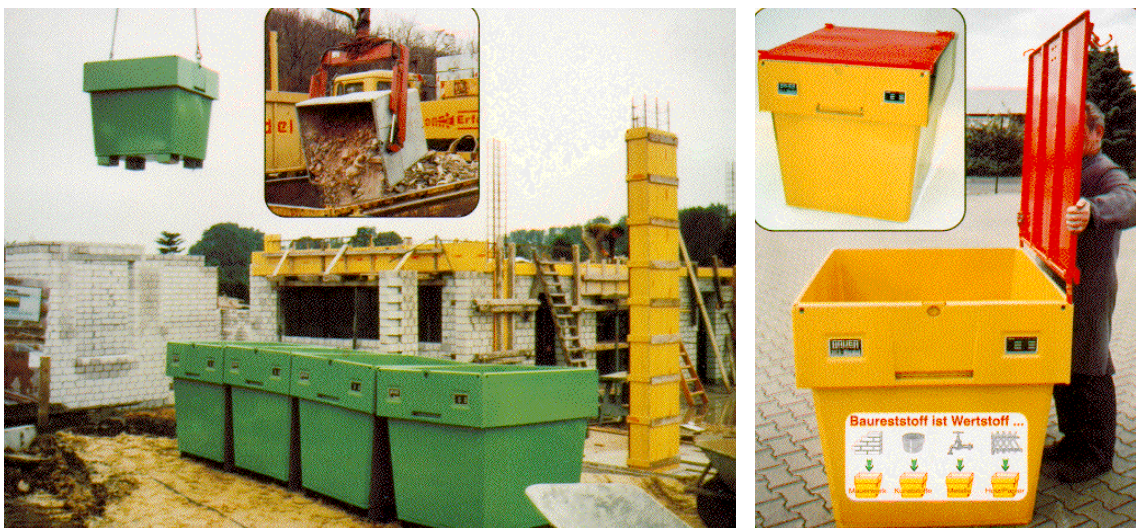
Etukuormauskontti soveltuu esimerkiksi pahvin ja muovin keräämiseen. Etukuormauskontteja on käytetty myös sekajätteen (esim. Majakkaranan työmaa Turussa v. 1994) keräämiseen, mutta tällöin täyden astian paino nousee helposti liian suureksi.

Kuva 5.7. Etukuormauskontti eli ns. Front Loader -säiliö.



Muita varastointiastioita

Uusien astiatyyppien käyttöönoton ja yleistymisen esteenä on se, että työmaalla käytössä oleva kalusto on tiukasti sidoksissa Suomessa jätehuoltoyritysten käyttämään kuljetuskalustoon. Hollannissa on kehitetty jäteastiajärjestelmä, jonka yhtenä lähtökohtana on ollut soveltuvuus rakennustyömaalle (kuvat 5.8 - 5.9).



Kuva 5.8. Hollantilainen rakennustyömaakäyttöön soveltuva jäteastia. Jäteastia voidaan varustaa irrotettavalla kannella.

Kuva 5.9. Jäteastian suunnittelussa on pyritty varmistamaan astian siirrettävyys eri siirtomenetelmillä.

a) haarukkavaunu

b) trukki

c) etukuormaaja

d) kaksi astiakokoa
0,5 m³ ja 1 m³

e&f) hydraulinen siirtohaarukka

g) nosturi.



Järjestelmä tarjoaa vaihtoehdon nykyisin käytettävälle kalustolle. Pienikokoisen jäteastian etuja ovat mm.

- pieni tilantarve (ulkomitat 1,0 x 1,2 m)
- voidaan varastoida ja kuljettaa sisäkkäin
- kestävyys (metallirakenteinen astia kestää myös työmaakäytössä).

5.3.5 Kuljetus

Jätteiden kuljetus pois työmaalta sisältää seuraavat vaiheet: jätteiden kuormauksen kuljetusvälineeseen, ajon määränpäähän ja kuorman tyhjennyksen. Paluukuormassa palautetaan työmaan vaihtolava takaisin käyttöön. Seuraavassa kuvataan vaihtoehtoiset menetelmät rakennustyömaan jätekuljetuksiin. Kuljetusmenetelmä valitaan työmaalla käytettävän kaluston mukaan.

Itsekuormaava ja pakkaava jäteauto

Tavanomaiseen puristavaan jäteautoon voidaan kuormata säkit, muoviset jätteastiat ja pikakontit.

Kuva 5.10. Pikakontti tyhjennetään tavanomaisella pakkaavalla jäteautolla [16].



Etukuormaaja

Etukuormaajan käyttö soveltuu etukuormauskonttien ja eräiden syväkeräysastioiden tyhjentämiseen.

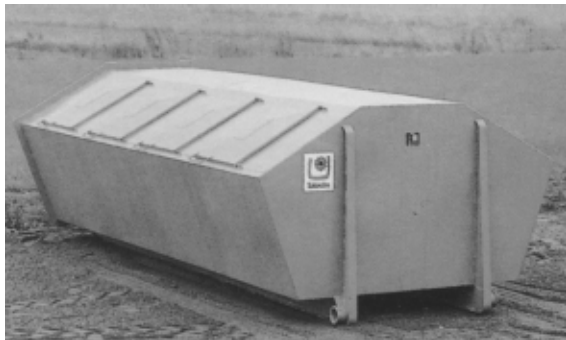
Kuva 5.11. Etukuormausmenetelmässä jäteauton kuljettajan ei tarvitse nousta autosta ulos [16].



Vaihtolava-auto

Vaihtolavaa on perinteisesti käytetty rakennusjätteen kuljetukseen. Vaihtolavana voidaan käyttää joko kannellista siirtolavaa tai avolavaa, joka on peitettävä kuljetuksen ajaksi. Jos työmaalla käytetään jätepuristimia, myös niiden säiliöt tyhjenetään vaihtolava-autolla.

Kuva 5.12. Kannellinen siirtolava [16].



Kuva 5.13. Vaihtolava puujätteelle Skanskan työmaalla.

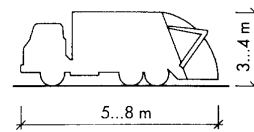
Kuormausajoneuvojen mitat ja tilantarve

Työmaateiden ja jäteastioiden sijoittelussa on otettava huomioon jätteiden kuormaus- ja kuljetuskaluston vaatima tilantarve. Eri kuljetusmenetelmissä käytettävien ajoneuvojen mittoja ja ominaisuuksia esitetään kuvassa 5.14.

Takaa kuormaavan jäteauton ja vaihtolava-auton tilantarpeessa huomioitavaa:

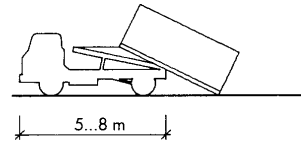
- ajoväylän leveys 3 metriä, kaarteissa 4 metriä
- vapaa kulkukorkeus 4 metriä

takaa kuormaava



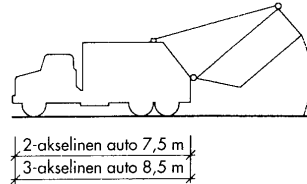
vaihtolava-auto

- ajoneuvon tulee päästä lähestymään säiliötä suorassa linjassa



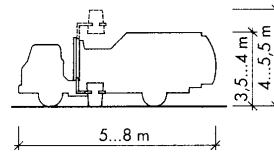
takaa kuormaava

- ajoneuvon tulee päästä lähestymään säiliötä suorassa linjassa

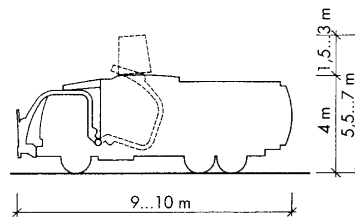


Sivukuormaajan kuormauksen tilantarpeessa huomioitavaa

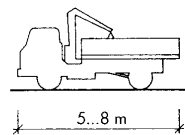
- ajoneuvo kuormataan oikealta sivulta
- kuormataan joko kiinteällä hissilaitteella tai nostovarren avulla
- nostovarren ulottuvuus on 1,2...1,4 m
- automaattisessa kuormauksessa astioiden on oltava nostovarren ulottuvissa.



- Etukuormaajan kuormauksen tilantarpeessa huomioitavaa
- säiliö nostetaan varsien avulla ajoneuvon ohjaamon yli ja tyhjenetään puristinsäiliön yläpuolelta
 - etukuormaajan tulee päästä lähestymään säiliötä suorassa linjassa



- Nostovarrella varustettu kuorma-auto
- nostovarren ulottuvuus noin 7 m



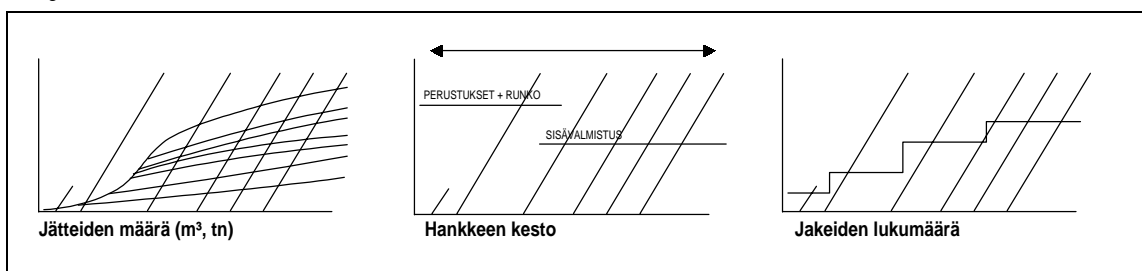
Kuva 5.14. Kuormausajoneuvojen mittoja ja tilantarpeita [13].

5.4 Jätteiden käsittelyn suunnittelu

5.4.1 Suunnitteluperiaatteet

Ruotsalaisen tutkimuksen [14] mukaan työmaan jätehuollon kokonaiskustannusten muodostuminen voidaan selittää seuraavilla tekijöillä:

- jätteiden määrä 80%
- hankkeen kesto 10 %
- jakeiden lukumäärä 10 %.



Kuva 5.15. Jätehuollon suunnittelun tärkeimmät lähtötiedot.

Edellisen perusteella keskeisin lähtötieto jätehuollon suunnittelulle on työmaalla syntyvä kokonaisjättemäärä jätejakeittain. Usein riittävän hyvät lähtötiedot saadaan aiemmista kohteista.

Hankkeen ja eri tehtävien kestojen sekä lajiteltavien jakeiden lukumäärien perusteella voidaan määrittää tarkoituksenmukainen jätetalustokokonaisuus, jossa on otettu huomioon kaluston vuokra-ajat ja kaluston määrä.

5.4.2 Kalustotarve

Lisääntyneiden lajitteluvaatimusten seurauksena työmaan jätteidenkäsittelykaluston valintaperusteet ovat muuttuneet. Aiemmin työmaalla syntyvät jätteet varastoitiin vaihtolavalle, johon ne siirrettiin eri tekniikoilla työmaan aputyöntekijöiden voimin. Jo nykyisin työmaan tehokas jätehuolto edellyttää monipuolista kalustoa ja jätehuollon suunnittelua.

Työmaan kalustotarpeen suunnittelussa on otettava huomioon

- työmaalla syntyvä jättemäärä ja sen ajoitus jakeittain
- jätteiden varastointiastioiden koko, soveltuvuus ja tilantarve
- syntypaikkalajitteluun (kerrosastiat ja työryhmän astiat) tarvittavien jäteastioiden määrät ja tyypit.

Jätetaluston määrää ja tyyppiä on yleensä syytä muuttaa hankkeen aikana siten, että ne vastaavat parhaiten sen hetkistä tarvetta.

Lajittelutarve

Yksittäisen työmaan osalta jätteiden lajittelua ohjaavat

1. rakennusjätteitä koskevat määräykset ja asetukset (mm. valtioneuvoston päätös)
2. kunnalliset jätehuoltomääräykset
3. yrityksen sisäiset ohjeet.

Valtioneuvoston päätösehdotuksen mukaan rakentamisessa lajiteltavat jätejakeet ovat (joiden yhteenlasketun hyötykäyttöasteen tulee olla yli 50%)

- kiviaines
- maa-aines
- puu
- metalli.

Niiden lisäksi myös ongelmajäte on erotettava sekajätteestä.

Turun kaupungin jätehuoltomääräysten mukaan jätteen haltija on velvollinen huolehtimaan jätteiden lajittelusta niin, että hyötyjätteet ja ongelmajätteet pidetään erillään muista jätteistä ja että eri jätelajit toimitetaan niille tarkoitetuille vastaanotto- ja käsittelypaikoille. Lisäksi jätehuoltomääräykset velvoittavat lajittelemaan paperi-, pahvi-, lasi- ja metallijätteen (jaekohtaisesti), kun sitä syntyy yli 50 kg kuukaudessa. Kaupunkikohtaiset jätehuoltomääräykset voivat antaa suosituksia jätejakeiden väritunnuksiksi. Väritunnusten käyttö myös työmaalla saattaisi helpottaa jätteiden tunnistamista. Toisaalta työmaakäytössä on tarve käyttää samaa astiaa eri jätejakeille työmaan eri vaiheissa. Tämän vuoksi on tarkoituksenmukaista vaihtaa jaetta kuvaava tarra jätteastian kylkeen.

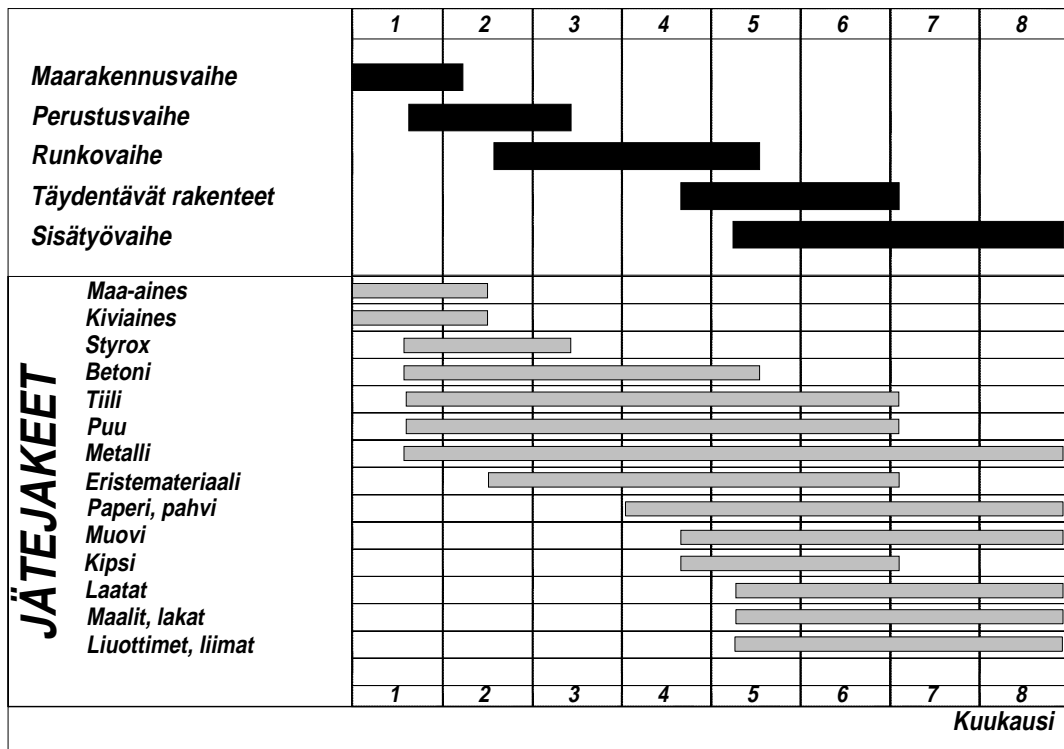
Esimerkiksi Turun kaupungin jätehuoltomääräykset antavat seuraavan suosituksen jätteiden väreiksi:

<i>harmaa</i>	=	<i>sekalainen yhdyskuntajäte</i>
<i>vihreä</i>	=	<i>paperijäte</i>
<i>sininen</i>	=	<i>lasijäte</i>
<i>sininen</i>	=	<i>metallijäte</i>
<i>ruskea</i>	=	<i>eloperäinen jäte</i>
<i>keltainen</i>	=	<i>muovijäte</i>
<i>punainen</i>	=	<i>ongelmajäte</i>

Edellisten lisäksi voidaan antaa yritys- ja yksityiskohtaisempia ohjeita, kuten esimerkiksi Skanska Länsi-Suomi Oy:n työmaille suunnatussa "Työmaan jätehuolto"-ohjeessa.

Muilta osin lajiteltavien jätejakeiden valinta perustuu työmaalla syntyvän jätteen määrään. Ennen lajittelua on arvioitava jätteen määrä työmaan eri vaiheissa sekä selvitettävä, löytyykö lähistöltä jätteen vastaanottajaa. Työmaakohtaiset vaihtelut jätemäärissä

voivat olla huomattavia. Suunnittelussa (kuva 5.16) otetaan huomioon jätejakeiden esiintyminen työmaan eri vaiheissa.



Kuva 5.16. Eri jätejakeiden tyyppillinen esiintyminen työmaan eri vaiheissa.

Ongelmajätteet on aina lajiteltava erilleen muusta jätteestä. Ongelmajätteiden keräysvälineiden tulee olla tiiviitä ja lujia sekä materiaaliltaan ko. ongelmajätteelle soveltuvia. Työmaan ongelmajäteastian tulee olla lukittava.

Yleisimmät ongelmajätteet rakennustoiminnassa ovat

- maali-, lakka- ja liimajätteet
- liuotinta sisältävät jätteet
- saumaus- ja silikonimassat sekä eräät tasoitteet
- paristot
- pesuaineet ja vahat
- loistoputket ja katulamput
- öljyt ja öljyvesiseokset.

5.4.3 Kustannuksiin vaikuttavia tekijöitä

Suuri osa työmaan jätehuollon kokonaiskustannuksista aiheutuu jätteen keräilystä ja käsittelystä. Työmaan jätekaluston valinnan lähtökohdaksi voikin asettaa kysymyksen: “Mikä on työmaan toteutuksen kannalta optimaalinen kalustokokonaisuus, jolla jätehuolto on tehokasta ja kokonaiskustannukset ovat mahdollisimman pienet?”

Koska kokonaiskustannukset muodostuvat useista toisistaan riippuvista tekijöistä, on erittäin vaikea määrittää yksiselitteisesti tehokkainta menetelmää työmaan jätehuollon toteuttamiseen. Valintaan vaikuttavat myös useat työmaakohtaiset tekijät. Taulukossa 5.3 on esitetty muutamia kalustovalintoihin liittyviä keskeisiä kustannustekijöitä. Ks. myös luku 3.

Taulukko 5.3. Jätehuollon suunnittelussa arvioitavia kustannustekijöitä.

KUSTANNUKSIA ALENTAVIA TOIMENPITEITÄ	ARVIOITAVAT KUSTANNUSTEKIJÄT
Jätteen varastointiastioden siirto nosturilla työn etenemisen mukaan työkohteen lähelle vähentää jätesierrojen työkustannuksia.	<ul style="list-style-type: none"> – Jättesierrojen työkustannukset – Nosturin käytöstä aiheutuvat kustannukset
Hyvin suunnitellulla työmaan jätteiden käsittelyllä on positiivinen ja kustannuksia alentava vaikutus työympäristöön.	<ul style="list-style-type: none"> – Suunnittelukustannukset – Epäjärjestyksen aiheuttamat kustannukset
Lisäpanostus työmaan jätekalustoon (työryhmäkohtaiset jäteastiat, kerrosastiat) vähentää jätesierrojen työmäärää.	<ul style="list-style-type: none"> – Kaluston lisäkustannukset – Jättesierrojen työkustannukset
Jätehuoltomaksuja voidaan pienentää huolellisen lajittelun avulla.	<ul style="list-style-type: none"> – Jättemaksut – Lajittelusta aiheutuvat kustannukset
Useampien pienempien jätelavojen käyttö parantaa työmaan järjestystä ja siisteyttä, koska astioiden saavutettavuus paranee.	<ul style="list-style-type: none"> – Kaluston lisäkustannukset – Jättesierrojen työkustannukset
Kuljetus- ja varastointiastioden sopiva koko vähentää jätekuljetusten määrää.	<ul style="list-style-type: none"> – Kaluston lisäkustannus – Tilakustannukset (esim. katualueen vuokra) – Kuljetusmaksut
Jäteastioiden suurempi määrä mahdollistaa tarkan lajittelun, joka vähentää jättemaksuja.	<ul style="list-style-type: none"> – Jättemaksut – Kaluston lisäkustannukset

5.4.4 Jätekaluston mitoitus ja valinta

Jätteiden käsittelyn suunnittelu edellyttää, että työmaalla syntyvät jätemäärät tunnetaan. Lähtökohtana jätesuunnittelulle voidaan käyttää kokemusperäistä tietoa toteutuneista kohteista. Seurantatietoa voidaan täsmentää työmaakohtaisilla poikkeamilla, kun esimerkiksi tiettyä jätejätettä syntyy poikkeuksellisen paljon tai ei lainkaan.

Taulukko 5.4. Kalustosuunnittelun vaiheet.

KALUSTOSUUNNITTELUN VAIHEET	
Arvioi jätemäärät.	<ul style="list-style-type: none"> – toteutumätiedot aiemmista kohteista – rakentamistavan vaikutus
1. Ajoita jätteiden syntyminen jakeittain.	<ul style="list-style-type: none"> – aikataulu – lajitteluohje työvaiheittain (laadi taulukko)
2. Valitse lajiteltavat jätelajit.	<ul style="list-style-type: none"> – puu, kiviaines, metalli ja sekajäte – ongelmajäte – muu hyödynnettävä jäte (paperi, pahvi)
Suunnittele kaluston sijoitus työmaalla.	<ul style="list-style-type: none"> – arvioi tilantarve – aluesuunnitelma (lisää jätekaluston sijainti)
Valitse jätteastiat ja määritä tyhjennystiheys	<ul style="list-style-type: none"> – jätemäärät kg -> m³ – varastointiastiat – lajittelu- ja keräilyastiat
Seuraa ja ohjaa.	<ul style="list-style-type: none"> – tiedotus ja ohjeet

5.4.5 Kalusto työmaan eri vaiheissa

Työmaatyypin mukaan

Jätekaluston määrä ja lajiteltavat jakeet valitaan työmaatyypin ja kohteen laajuuden mukaan. Tässä tutkimuksessa rajauduttiin tarkastelemaan asuinkerrostalotyömaita.

Tarvittaessa kaluston määrää ja tyyppiä voidaan supistaa (esim. rivitalotyömaat) tai laajentaa (esim. liike- ja toimistorakennustyömaat). Lajiteltavat jakeet ja työmaalla käytettävä kalusto valitaan työmaalla syntyvän jätemäärän mukaan.

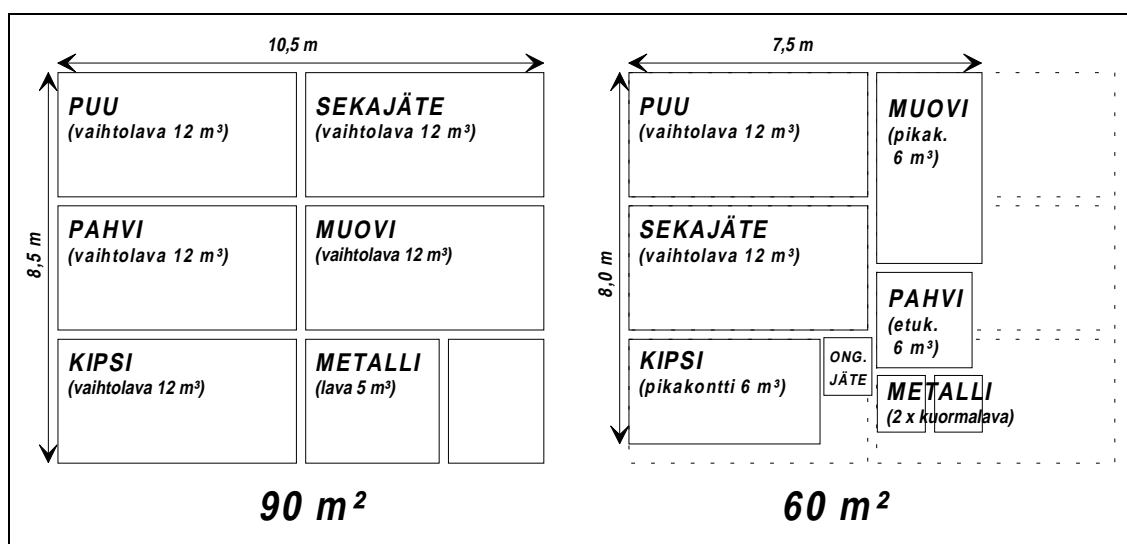
Taulukko 5.5. Asuinkerrostalotyömaalla lajiteltavat jakeet (**velvoite** ja **suositus**).

	Perustus- ja runkovaiheet	Sisävalmistusvaihe
Asuinkerrostalo	<ul style="list-style-type: none"> – maa-aines – kiviaines – betoni – puu – metalli 	<ul style="list-style-type: none"> – muovi – pahvi – yhdyskuntajäte – puu – metalli – muovi – pahvi

Kaluston valinta

Jätekaluston valintaa on perinteisesti ohjannut jätteiden kuljetusmaksun suuruus. Tämän seurauksena työmaan jätekalustona on yleensä käytetty mahdollisimman suuria vaihtolavoja. Vielä nykyisinkin tätä toimintatapaa tukee jätehuoltoyritysten jätelavojen vuokrausperiaate: nimellinen vuokra on sama kaikille lavatyypeille tai vuokraa ei peritä lainkaan. Ainoaksi lavatyypin valintakriteeriksi jää astian soveltuvuus ja työmaalla käytävissä oleva tila.

Kuvassa 5.17. on esitetty kahden eri lavavalinnan vaikutus jätekaluston vaatiman alueen kokoon. Todellinen jätekalustoa varten tarvittava pinta-ala on suurempi, kun huomioon otetaan jätekaluston sijoittelu tarpeen mukaan. Kuormausajoneuvojen tilantarve (vrt. kuva 5.14) ja tontin ajoväylät saattavat lisätä astioiden todellista tilantarvetta huomattavasti. Tontin ahtaus onkin eräs este jätteiden työmaalajittelulle. Haitta pienenee olennaisesti, kun valitaan tarkoitukseen sopivat varastointiastiat.



Kuva 5.17. Jäteastioiden vaatimaa tilaa voidaan vähentää huomattavasti valitsemalla jätekalusto tarpeenmukaisesti. Tilantarvetta voidaan pienentää vielä kuvassa esitetyistä jäteastioiden kokoa pienentämällä ja tyhjennysväliä lisäämällä. Tarvittavaa tilaa suunneltaessa on otettava huomioon työmaan ominaispiirteet (esim. työmaa-alue) ja samanaikaisesti käynnissä olevat työvaiheet sekä jätteiden kuljetuskaluston tilantarve (ks. kuva 5.14).

Jos työmaalla pyritään mahdollisimman tarkkaan syntypaikkalajitteluun, tarvitaan lajittelua varten riittävä määrä jäteastioita, jotka sijoitetaan mahdollisimman lähelle työkohdetta. Tutkimuksen esimerkkikohteessa sekajäteastia sijoitettiin jokaiseen kerrokseen ja työryhmän mukana siirrettiin (muovin, pahvin, puun, metallin) lajitteluun tarkoitettuja astioita kerroksittain työvaiheen etenemisen mukaan.

Jätteen keräilykaluston määrää suunniteltaessa käydään läpi sisävalmistusvaiheen tehtävät ja niiden tuottamat jättejakeet. Taulukossa 5.6 esitetään jäteastioiden maksimitarve eri työvaiheissa.

Taulukko 5.6. Työvaiheet ja niissä syntyvät jättejakeet sisävalmistusvaiheen aikana.

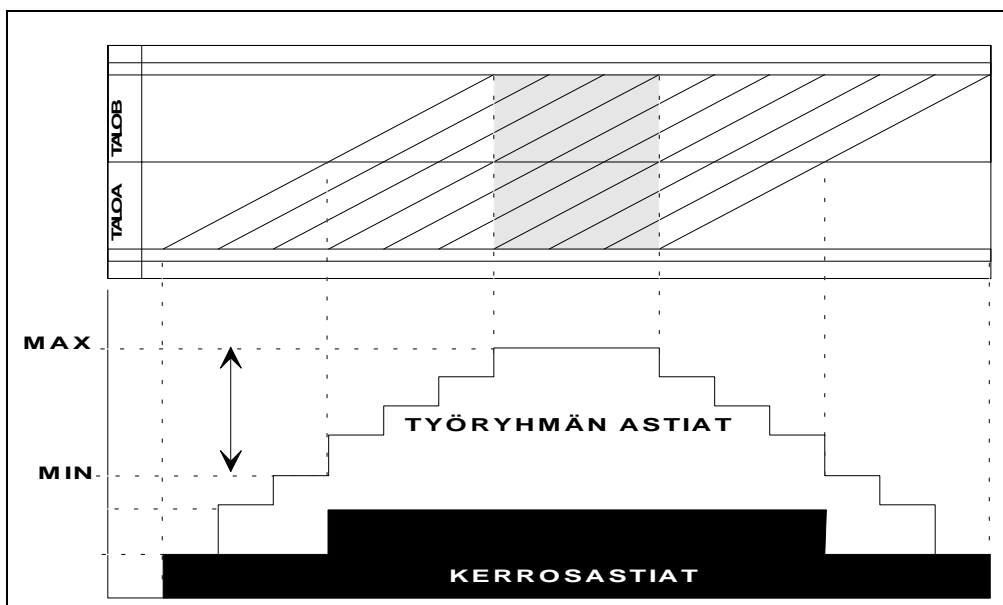
TYÖVAIHEET	Puu	Metalli	Pahvi	Muovi	Kipsijäte	Yhteensä
Puuikkunat ja parvekeovet	X		X	X		3
Kevyet väliseinät	X	X			X	3
Lattiatasoite ja pintabetonilattiat			X			1
Tasoitetyöt ja pohjamaalaus			X			1
KPH-matot ja laatat	X		X	X		3
Saunan puutyöt	X					1
Kalusteet	X		X	X		3
Huoneistojen matot			X	X		2
Huoneisto- ja väliovet	X		X	X		3
Pintamaalaus ja tapetointi			X			1
LVI-varusteet			X	X		2
S-varusteet			X	X		2
Listoitus	X			X		2
Koneet ja laitteet	X		X	X		3
Varusteet			X	X		2
Loppusiivous	X	X	X	X		4
Yhteensä	9	2	13	11	1	36

Taulukon mukaan jäteastioiden maksimitarve on 36 kappaletta. Kaikkiin työvaiheisiin ei ole tarpeen varata omaa jätteastiaa, vaan työmaalle on hyvä varata myös jättesäkkejä. Samoin kaikille pieniä muovi- ja pahvimääriä tuottaville työvaiheille ei kannata varata omaa astiaa. Kokemuksen mukainen astiatarve on 50 % maksimista.

Tällöin lajitteluun tarvittava kalustomäärä on:

- sekajätteastia kuhunkin kerrokseen (esimerkkikohde 2 x 8 krs), 16 kpl
- muut jätteastiat (eri jättejakeille ja työryhmille), 18 kpl (36 kpl x 50 %)
- jätteastioiden kokonaismäärä on 34 kpl.

Kuvassa 5.18 esitetään kerrokseen sijoitettavien astioiden määrän vaihtelu hankkeen eri vaiheissa. Jätteastioiden määrällinen vaihtelu kannattaa ottaa huomioon astioita tilattaessa.



Kuva 5.18. Sisätyövaiheen jäteastioiden ajallisen tarpeen periaatekuvaus.

5.4.6 Kalustoluettelo

Jätekaluston hallintaa voidaan selkiyttää laatimalla jätekalustosta oma erillinen kalustoluettelo samaan tapaan kuin työmaan muustakin kalustosta (taulukko 5.7).

Taulukko 5.7. Esimerkkityömaan jätekalustoluettelo.

Jätekalusto	Tyyppi	Koko	Määrä	Alkukk	Loppukk	Vuokra-aika (kk)	Vuokra mk/kk	Kustannus mk
Varastointiastiat								
Puu	Vaihtolava	12 m ³	1	6/96	2/97	9	82	738
Sekajäte	Vaihtolava	12 m ³	1	6/96	2/97	9	82	738
Pahvi ja paperi	Pikakontti (sivustatäyttö)	6 m ³	1	9/96	2/97	6	82	492
Metalli	Lava ja vanerireunus	0,5 m ³	2	7/96	2/97	tehty	2 h/työ	200
Muovi (pakkaus)	Pikakontti (sivustatäyttö)	6 m ³	1	8/96	2/97	7	82	574
Ongelmajäte	Jäteastia (punainen)	240 l	1	6/96	2/97	9	20	180
Keräily / siirrot								
Nostoastia	Nostoastia	1,5 m ³	2	6/96	2/97	9	100	1 800
Työryhmän astia	Jäteastia	240 l	4	8/96	2/97	7	10	280
Kerrosastia	Jäteastia	240 l	14	8/96	2/97	7	10	980
Jätesäkki	Suurtaloussäkki	150 l	400	8/96	2/97	osto	3 mk/kpl	1 200
Yhteensä								7 182

5.4.7 Kalustokustannuksia

Työmaan jätekaluston valinnassa keskeisiä lähtötietoja ovat

- jätteen varastointiastioiden tilavuus ja ulkomitat
- kustannukset (hankintahinta, kuukausivuokra)
- soveltuvuus eri jakeille (pahville kannelliset astiat yms.).

Taulukossa 5.8 esitetään vertailukustannukset työmaalla tavallisesti käytettävälle jätekalustolle. Taulukossa esitettävät kuukausivuokrat on laskettu astioiden ostohinnan perusteella. Perittävät vuokrat voivat käytännössä poiketa niistä huomattavastikin.

Taulukko 5.8. Jätteen keräilyn ja varastointiastioiden kustannuksia.

Tyyppi	Pohjan ala (m x m)	Ostohinta (ALV 0%)	Vuokra (mk/kk)	Tilavuus (m ³)	VERTAILUHINTA	
					Vuokra mk/m ³ /kk	Tyhjennys mk/m ³ /krt
MUOVISET JÄTEASTIAT						
0,24 m ³	0,5 x 0,5	200	14	0,24	58,33	54,17
0,36 m ³	0,5 x 0,7	420	20	0,36	55,56	36,11
0,6 m ³	0,5 x 1	800	24	0,6	40,00	30,00
0,66 m ³	0,6 x 1	1 200	35	0,66	53,03	27,27
VAIHTOLAVAT						
12 m ³	5 x 2,5	18 000	220	12	18,33	13,67
15 m ³	5 x 3	20 000	245	15	16,33	10,93
20 m ³	6 x 3	23 000	285	20	14,25	8,20
30 m ³	6 x 3	25 000	310	30	10,33	5,47
PIKAKONTIT						
4 m ³	2,6 x 2,1	4 000	66	4	16,50	41,00
6 m ³	3,9 x 2,1	5 500	100	6	16,67	27,33
8 m ³	5,3 x 2,1	7 000	133	8	16,63	20,50
ETUKONTIT						
4 m ³	1 x 1,5	4 000	66	4	16,50	41,00
6 m ³	2 x 2	5 500	100	6	16,67	27,33
8 m ³	2 x 2,5	7 000	133	8	16,63	20,50
ONGELMA-JÄTEASTIA						
360 l		420	20	0,36	55,56	
JÄTESÄKIT	Materiaali					
0,07 mm	muovi	0,75		0,15	kertak.	
0,15 mm	muovi	3,84		0,15	kertak.	
	paperi	3,70		0,14	kertak.	

5.4.8 Laskentaesimerkkejä

Esimerkkilaskelmat

Laskelma 1. Jätteen siirto kerroksista sisätyövaiheessa. Laskelmassa tarkastellaan sisätyövaiheen jätesiiroja. Runkovaiheen aikana jäte siirretään parvekkeelle ja kerätään keskitetysti siirtämällä nosturilla vaihtolavaa parvekkeelta toiselle. Torninosturi puretaan vesikaton valmistuttua, eikä sitä voida siten käyttää siirtoihin sisätyövaiheessa.

Laskelma 2. Pahvin paalaaminen. Kustannusvertailussa tarkastellaan pahvin paalaamisen kannattavuutta verrattuna muihin esikäsitteilytapoihin.

Jätteen siirto kerroksista sisätyövaiheessa

Tarkasteltavat vaihtoehdot (VE) ovat:

- VE 1 siirrot rakennuksen hissillä
- VE 2 pudotus parvekkeilta
- VE 3 pudotus parvekkeilta telinekuilua pitkin.

Lähtötiedot ja laskentaperusteet

Lähtötiedot:

- talo A:n koko 7 700 m³
- tarkasteltavan jakson kesto 16 vko = 80 tv
- siirtotunnin kustannukset 100 mk, (58 mk x 1,72)
- pudotuskuilu (hakiteline 21 m + suojapeite), vuokra 45 mk/vrk
- jäteastiat, vuokra 10 mk/kk.

Jättemäärien arvioinnissa on käytetty kokemusperäisiä tietoja. Painoyksiköt on muutettu tilavuuksiksi taulukon 5.9 mukaisesti.

Taulukko 5.9. Laskelmassa käytetyt jättemäärät.

Jakeet	Määrä kg/m ³	Osuus jakson aikana	Kok.määrä kg	Ominaispaino kg/m ³	Tilavuus m ³
puu	1,0	30%	2 310	300	7,7
pahvi	0,2	60%	924	45	20,5
muovi	0,1	80%	616	35	17,6
kipsi	0,2	100%	1 540	750	2,1
sekajäte	0,8	70%	4 312	700	6,1
Yhteensä			9 702	(190)	54

VE 1 Siirrot pyörällisellä jäteastialla (240 l)

VE 2 ja 3 Siirrot jätessäkillä tai vastaavana eränä (150 l)

Jättesiirtojen määrät eri menetelmillä

(oletetaan, että jätteen tiiviys siirroissa on 80 %)

VE 1 54 m³/ (0,24 m³ x 80 %) = 282 erää

VE 2 ja 3 54 m³/ (0,15 m³ x 80 %) = 450 erää

Taulukko 5.10. Kustannusvertailu.

	VE 1 Siirto hissillä	VE 2 Pudotus	VE 3 Pudotus kuilussa
Vaakasiirto (ylä)	matka 10 m (2 kpl) 141 x (4 x 20 s) 313 mk	matka 15 m (3 kpl) 150 x (6 x 30 s) 750 mk	matka 15 m (3 kpl) 150 x (6 x 30 s) 750 mk
Pystysiirto (odotus + matka)	keskim. 4 krs 141 x (45 s + 45 s) 352 mk	keskim. 4 krs 50 x (45 s + 45 s) 125 mk	keskim. 4 krs 50 x (45 s + 45 s) 125 mk
Vaakasiirto (ala)	matka 20 m (2 kpl) 141 x (4 x 40 s) 626 mk	matka 15 m 50 x (2 x 20 s) 56 mk	matka 15 m 50 x (2 x 20 s) 56 mk
Tyhjennys tai lajittelu	141 x (2 x 60 s) 470 mk	50 x (9 x 60 s) 750 mk	50 x (9 x 60 s) 750 mk
Paluu	matka 10 m (2 kpl) 141 x (4 x 20 s) 313 mk	matka 15 m (3 kpl) 150 x (6 x 30 s) 750 mk	matka 15 m (3 kpl) 150 x (6 x 30 s) 750 mk
Kalusto	Jäteast. 2 x 7 = 14 14 x 10mk/kk x 4kk 560 mk	Jätesäkit 450 x 0,75 338 mk	Telinekuilu 45 mk/vrk x 80 vrk 3 600 mk Jätesäkit 450 x 0,75 338 mk Pystytys ja purku 2 x 4 h 800 mk
Yhteensä	Työ (3x) 6 222 mk Kalusto 560 mk 6 782 mk	Työ (3x) 5 043 mk Kalusto 338 mk 5 381 mk	Työ (3x) 5 043 mk Kalusto 4 738 mk 9 781 mk

Kustannusvertailun tulokset

Kustannusvertailun mukaan edullisin on vaihtoehto 2, jossa ylhäällä kerroksissa lajitellut jätteet pudotetaan säkeissä parvekkeilta alas. Laskelmassa oletettiin, että jätesäkit siirrettiin alhaalla oikeisiin astioihin aina kolmen erän (yhdeksän säkin) jälkeen.

Vertailu osoittaa, että taloudellisia perusteita vain jätteiden käsittelyyn tarkoitettulle kalustolle on vaikea löytää, vaikka jätesiirtojen määrä olisi suuri. Jättemäärän kolminker-taistuesssa laskelmassa esitetystä hissisiirron (VE1) kustannukset ylittävät pudotuskuilun (VE3) kustannukset.

KUSTANNUSTARKASTELU: PAHVIN PAALAAMINEN

Paalaimen vuokrahinta

Hankintahinta (mk): 15 000, 30 000, 45 000, 60 000, 100 000
Korkokanta: 8%
Pitoaika: 6 v
Käyttöaste: 75%

Hankintahinta	Vuokra/pv	Vuokra/vko	Vuokra/kk
15 000 mk	18 mk	89 mk	356 mk
30 000 mk	36 mk	178 mk	711 mk
45 000 mk	53 mk	267 mk	1 067 mk
60 000 mk	71 mk	356 mk	1 422 mk
100 000 mk	119 mk	593 mk	2 370 mk

Laskentaperusteet

Laskelmassa on arvioitu, että palautuskelpoista pahvijätettä syntyy työmaan sisätyövaiheen aikana 1,5 tonnia kahden kuukauden tarkastelujakson aikana.

Pahvin kuljetukseen käytetään 12 m³:n vaihtolavaa. Lava tai paalit suojataan pressulla (jätetty pois laskelmasta, koska sama kaikilla vaihtoehtoilla).

Kuljetuskustannus on 560 markkaa/tyhjennyskerta. Paalaimen hankintahinnan ollessa 45 000 markkaa on sen vuokra 1067 mk/kk.

Paperinkeräys Oy (esim. Turussa tai Tampereella) ottaa vastaan pahvia. Palautettavan pahvin tulee olla kuivaa, eikä se saa olla erityisen likaista. Paperinkeräys Oy maksaa vastaanotetusta pahvista 110 mk/tn.

Esimerkkilaskelma

	EI TIIVISTYSTÄ (VE 0, ei paalainta)	TIIVISTYS KÄSIN (VE 1, ei paalainta)	PAALAIN (VE2, paalain)
Pahvia syntyy	1,5 tn/2 kk	1,5 tn/2 kk	1,5 tn/2 kk
Kuljetustilavuus	48 m ³	36 m ³	15 m ³
Työmaan varastointiastia	12 m ³	12 m ³	paaleina
Kuormia	4 kpl	3 kpl	1 kpl
Kuljetuskustannus (å 560 mk)	2 240 mk	1 680 mk	560 mk
Lavavuokra (80 mk/kk)	160 mk	160 mk	0 mk
Paalaimen vuokra (1 067 mk/kk)	0 mk	0 mk	2 134 mk
Paalaimen käyttö	0 mk	0 mk	800 mk
Tiivistys käsin	0 mk	400 mk	0 mk
Pahvin palautustaksa (110 mk/tn)	- 165 mk	- 165 mk	- 165 mk
Yhteensä	2 235 mk	2 075 mk	3 329 mk

Johtopäätös

Pahvin paalaaminen normaalilla rakennustyömaalla ei ole kannattavaa. Turun kaupungin yleisten jätehuoltomääräysten mukaan pahvi on kerättävä muusta jätteestä erilleen, jos sitä syntyy yli 50 kg kuukaudessa. Esimerkkilaskelman mukaisesti pahvin tiivistäminen käsin (VE1) työmaalla ennen poiskuljetusta on kannattavin vaihtoehto. Sekajätteen mukana esimerkin pahvijätteen kustannukset olisivat nykyhinnoin noin 2 500 - 3 000 markkaa (1 700 - 2 000 mk/tn).

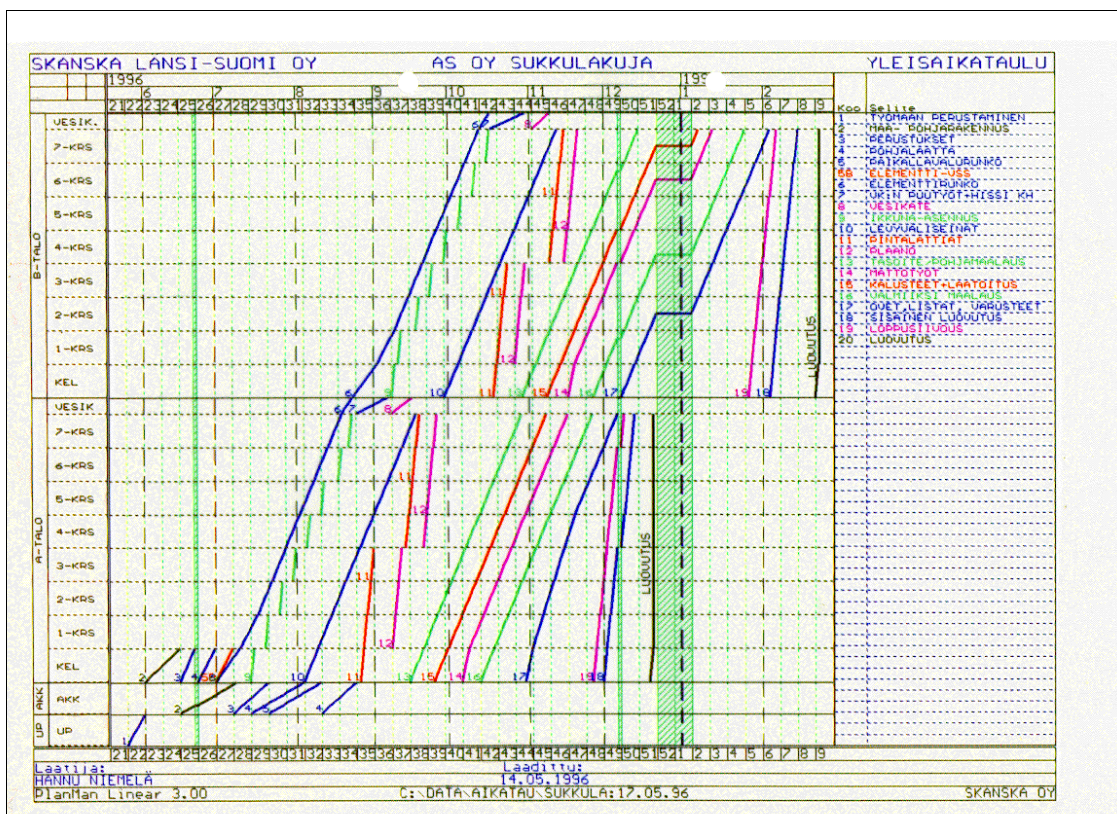
5.5 Työmaaesimerkki

5.5.1 Kohteen yleistiedot

Projektin koekohde oli As. Oy Sukkulakujan työmaa Turun keskustan läheisyydessä. Kohteeseen rakennettiin kaksi yksiportaista 7-kerroksista elementtirakenteista asuinkerrostaloa (talot A ja B). Kohteen asuntojen lukumäärä on 72 (3529 hm^2) ja tilavuus 17 000 rm^3 , josta kellarin autopaikoitustilan osuus on 1 600 rm^3 .

Rakennustyöt kohteessa alkoivat toukokuussa 1996, ja kohde valmistui helmikuussa 1997. A-taloon muutettiin joulukuussa 1996.

Kuvassa 5.19 on esitetty kohteen yleisaikataulu.

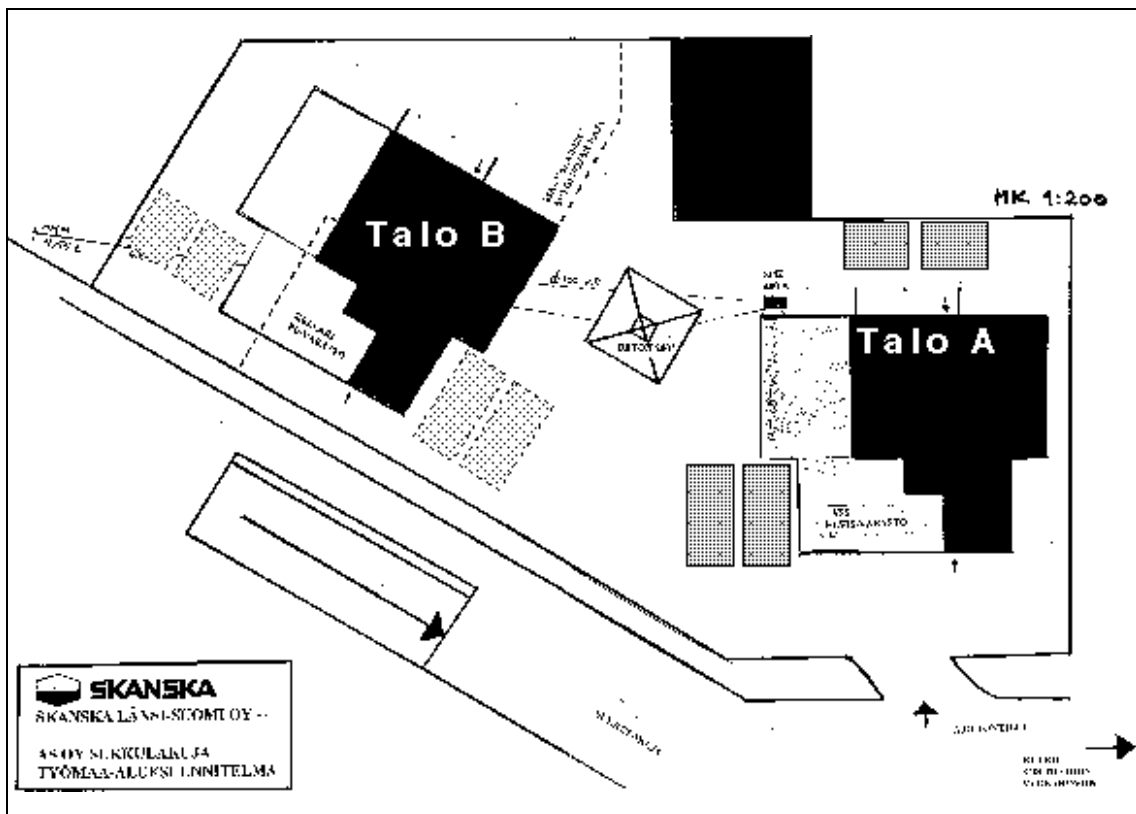


Kuva 5.19. As. Oy Sukkulakujan yleisaikataulu.

5.5.2 Suunnitelmat

As. Oy Sukkulakujan työmaan jätteiden käsittely suunniteltiin tavanomaista perusteellisemmin. Suunnittelun vaiheet ja laaditut suunnitelmat olivat

1. varaus jäteastioille aluesuunnitelmaan
2. jätteiden käsittelymenetelmien ja lajiteltavien jakeiden valinta ja suunnittelu työvaiheittain
3. jäteastioiden tyyppien ja määrän valinta
4. kerrosohjeen laatiminen (työmaan jätehuoltosuunnitelma esitettiin kerrosohjeena, jossa kuvattiin jätehuollon toimintaperiaatteet).



Kuva 5.20. Työmaan aluesuunnitelma, jossa esitetty varaus jäteastioille. Harmaasävyllä esitetyt jäteastiat sijoitetaan työmaan alkuvaiheessa aluksi ensin rakennetun A-talon läheisyyteen ja myöhemmin B-talon.

Taulukko 5.11. Jätteiden lajittelusuunnitelma työvaiheittain.

Jätteiden lajittelu		Työmaa:	Pvm:			Laatija:			
TYÖVAIHE	MATERIAALI	KÄSITTELY	Maa- ja kiviaines	Betoni, tiili, laatat	Puu	Metalli	Pahvi ja paperi	Muovi (pakkaus)	Sekajäte
MAA- JA POHJARAKENNUS, PERUSTUKSET	Maa- ja kiviaines Styrox Puutavara Betoni (paalunpätkät)	Täyttöihin työmaalla Jätettäkiin Puulavalle Täyttöihin työmaalla	X		X				
RUNKO	Betoni Puutavara Teräs Sähköputki Ikkunoiden suojamuovit Viilla Puulavat (ikkunat, tms.)	Nostoastia Nostoastia Teräsverkkohäkki Kerrosastia 240 l Jätettäkiin Jätettäkiin Kiertolavat pinotaan, muut ->		X	X	X			X X
VESIKATTO	Räystäiden ja ruoteiden puutavara Kattotiilien pakkausmuovi Tiilijäte Pahvi	Nostoastia Jätettäkiin Nostoastia Nostoastia		X	X		X		X
VALISEINÄT	Kipsilevyt Puu Rangat Suojamuovit Sähköputki	Jäteastia (työryhmän mukana) Jäteastia (työryhmän mukana) Muoviastia (työryhmän mukana) Jätettäkiin Muoviastia (työryhmän mukana)			X	X		X	X
PINTALATTIAT	Betoni	Täyttöihin		X					
LATTIA- JA SEINÄTASOITTEET	Tasotesäkit (suursäkki) Hukkatasoite	Kerrosastia Täyttöihin		X					
MAALAUS JA TAPETOINTI	Maalipurkit Tapetinpalat	Maalarit vievät pois Jätettäkiin							X
MATTOTYÖT	Liimapurkit Tasotesäkit Maton palat	Mattoasentajat vievät pois Kerrosastia 240 l Jäteastia 240 l							X X
KALUSTEET	Levympalat Pakkausmuovit Suojarahvit	Jäteastia (työryhmän mukana) Jätettäkiin Jäteastia (työryhmän mukana)			X		X		X
LAATOITUS	Pahvilaatikot Laatan kappaleet	Niputetaan kerroksissa Jäteastia (työryhmän mukana)		X			X		
OVET	Puutavara Suojamuovit Karmien suojarahvit	Kierrätyslavat pinotaan Jätettäkiin Jäteastia (työryhmän mukana)					X	X	
LISTOITUS	Listajäte	Kerrosastia 240 l							X
VARUSTEET	Pakkausjäte	Kerrosastia 240 l							X
KODINKONEET	Styrox-suojat Puulavat	Jätettäkiin (toimittajalle) Jäteastia			X				



Taulukko 5.12. Jäteastioiden valinta.

JÄTEJAKEET	LAJITTELU / KERÄILY	SIIRTO Runkovaihe; nosturi Sisävaihe; hissi	VARASTOINTI (astioiden tyyppi ja koko)
Maa- ja kiviaines	-	traktori / nosturi Allasvaunu (sisäv.)	Vaihtolava (12 m³)
Puujäte	Pinotaan parvekkeille	Nostolava (runkov.) Allasvaunu (sisäv.)	Vaihtolava (12 m³)
Paperi	Työryhmän astia	Siirrot keräilyastialla (-<astiassa pyörät)	Pikakontti (6 m³) / Etukuormauskontti
muovi	Työryhmän astia	Siirrot keräilyastialla	Pikakontti (6 m³) / Etukuormauskontti
Metalli	Työryhmän astia	Nostolava (runkov.) Siirrot keräilyastialla	Kiertolava ja vanerireunat
Kipsi	Työryhmän astia	Nostolava, jätekuilu Siirrot keräilyastialla	Ei lajittelua, jätteen määrä pieni
Ongelmajäte	Työryhmän astia	Siirrot keräilyastialla	Ongelmajäteastia
Sekajäte	Kerrosastia, joka kerrokseen	Jätekuilu tai allasvaunu	Vaihtolava (12 m³) / Pikakontti



Kuva 5.21. Työmaalla oli jokaisessa kerroksessa jätehuolto-ohje -taulu, jossa esitettiin työmaan jätehuoltosuunnitelmat. Jätehuollon yleisohjeiden ja pohjakuvan lisäksi jätehuolto-ohje-taulussa esitettiin lajitteluohje työvaiheittain (ks. taulukko 5.11).

5.5.3 Toteutus ja saadut kokemukset

Työmaan jätteiden käsittely toteutettiin edellä esitettyjen suunnitelmien mukaan. Merkittävin muutos aiempaan käytäntöön oli jokaisessa kerroksessa keskeisellä paikalla sijaitseva jättepiste. Keskitetyn jätepisteen etuna on se, että jätteiden käsittelyyn liittyvät ohjeet ja astiat sijaitsevat lähellä työkohteita. Sukkulakujalla jättepisteeseen sijoitettiin mm.

- jätehuolto-ohje-taulu (kuva 5.21)
- jätessäkipidike, jossa jätessäkkejä
- kerrosastiat (1 - 3 kpl, 240 l jäteastioita).

Jätteiden käsittelylle pyrittiin takaamaan sellaiset toimintaedellytykset, että jokaisella työntekijällä oli mahdollisuus huolehtia tuottamistaan jätteistä.

Työmaan työntekijät ovat suhtautuneet lajitteluun ja työkohteen jäteastioihin myönteisesti. Runkovaiheessa erikseen lajiteltiin betoni (täyttöihin), puu (kierrätykseen työmaalla tai puulavalle) ja sekajäte. Perustusvaiheessa syntynyt styrox-jäte lajiteltiin erikseen, mutta vastaanottajan puuttuessa styrox-säkit päätyivät sekajätelavalle.

Väliseinätyössä syntynyt kipsijätämäärä jäi suhteellisen pieneksi (arvio koko kohteen osalta noin $2,5 \text{ tn} = 0,15 \text{ kg/rm}^3$). Asennushukka kohteessa oli n. 4 % (normaali 7 %,) ja levynipuissa olevista suojalevyistä aiheutuva lisähukka oli n. 3 %. Normaalista pienempään asennushukkaan päästiin muun muassa määrämittaisen 900 mm leveän ergo-levyn käytöllä. Kipsi ja metalli (ranganpätkät) lajiteltiin työn aikana erikseen, mutta kipsijäte kuljetettiin pois sekajätteenä. Jos pienet kipsijätämäärät otetaan maankaatopaikalla (Kaarinan kaatopaikalla) vastaan sekajätettä pienemmällä taksalla, säästö Sukkulakujan jätemaksusta on $2,5 \text{ tn} \times (281 - 55) \text{ mk/tn} = 565 \text{ mk}$.

6. Yhteenveto

6.1 Jättemäärät

Talonrakennustyömailla syntyy vuosittain jätteitä noin 1,5 milj. tonnia, josta uudisrakentamisen osuus on noin 500 000 tonnia. Uudisrakentamisen keskimääräisissä jätejakaumissa on kivipohjaisten jätteiden osuus kaksi kolmasosaa, puupohjaisten jätteiden osuus neljännes sekä metalli- ja muiden jätteiden osuus noin 5 %. Asuinkerrostalotyömaalla (10 000 m³), jossa jätehuolto on toteutettu perinteisesti, syntyy jätettä arviolta 60 - 80 tonnia.

Suomessa on tehty valtakunnallinen jättesuunnitelma vuoteen 2005 (YM). Siinä edellytetään, että rakennusjätteiden määrää vähennetään 15 % nykyisestä ja hyödyntämistä nostetaan 70 %:iin. Valtioneuvoston päätöksessä edellytetään hyödyntämistason olevan 50 % vuoteen 2000 mennessä. Työmaalla syntyvien rakennusjätteiden hyötykäyttöaste lienee Suomessa nykyisin keskimäärin selvästi alle 30 %.

Elementtirakenteisissa kerrostaloissa jättemäärät olivat 2 - 4 kg/m³ ja paikalla rakennetuissa 2,6 - 11,5 kg/m³. Suurin jättemäärä (11,5 kg/m³) oli yksittäistapaus eikä johtunut toteutustavasta. Elementtirakenteiset ja paikalla rakennetut kohteet poikkesivat toisistaan jättemäärän suhteen tavanomaisilla työmailla, mutta kun paikalla rakennettaessa jätehuoltoon kiinnitettiin erityistä huomiota ja jätteiden määrää pyrittiin aktiivisesti vähentämään, toteutustavoista johtuva ero jättemäärissä oli varsin pieni. Rakennusjätteen hyödyntämistä oli 20 - 44 %. Hyödynnetty jäte oli pääasiassa puuta.

Valtaosa (70 - 90 %) rakennusjätteistä muodostui sisätyövaiheessa. Tosin rakentamistapavaiheiden päällekkäisyyden vuoksi osa runkotyövaiheen jätteestä vietiin pois työmaalta vasta sisätyövaiheessa. Sisätyövaiheen jättemääriin, lajitteluun, siirtoihin ja ajoitukseen on kiinnitettävä erityistä huomiota.

Skanska Länsi-Suomi Oy:n ja jätehuoltoyhtiön seurannassa olevissa kohteissa työmaalta pois kuljetettu rakennusjättemäärä oli vuonna 1995 keskimäärin 5,9 kg/r-m³ ja vuonna 1996 3,1 kg/r-m³. Lisäksi vuonna 1996 rakennusjätteen määrän hajonta kohteittain on pienentynyt.

Jätteen määrän vähentäminen ja samanaikainen hyötykäyttöasteen nosto 40 %:sta 50 %:iin on mahdollista, mutta 70 %:n hyötykäyttöaste edellyttää muidenkin kuin puupohjaisten jätejakeiden hyödyntämistä ja olennaisia lisätoimia työmaalla. Mikäli hyötykäyttöä olisi esim. kivipohjaisten rakennusjätteiden sijoittaminen suunnitellusti maarakenteisiin tai muualle työmaalla, olisi hyödyntämistavoitteiden saavuttaminen huomattavasti helpompaa. Jos työmaalla saadaan jättemäärä vähennettyä 2 - 3 kg:aan/m³, on tästä taloudellisesti järkevällä tavalla vaikeata hyödyntää puolet, 70 %:sta puhumattakaan.

6.2 Jätelogistiikka

Toimitusketjun logistisella kehittämisellä voidaan olennaisesti vaikuttaa syntyvän jätteen määrään ja koostumukseen, muuttaa tuotantoa ympäristöystävällisemmäksi sekä edelleen alentaa hankkeen kokonaiskustannuksia. Toisaalta, mikäli jätteiden ja jätejakeiden määrään ei kiinnitetä riittävästi huomiota, kasvavat myös muut kuin välittömästi jätteisiin liittyvät logistiikkakustannukset. Tyypillisenä esimerkkinä voidaan mainita rakennusjätteestä aiheutuva epäsiisteys ja -järjestys, joka vaikeuttaa esim. siirtoja, vähentää työmotivaatiota ja lisää tapaturmariskiä.

Käytännössä jätelogistiikan kehittäminen on toimitustapojen ja -erien, pakkaustapojen, työmenetelmien, siirtojen, varastoinnin ja kuljetuksen tehostamista. Jätelogistiikkaan liittyvät toimenpidesuosituksia on esitetty taulukossa 6.2.

6.3 Jätteiden käsittely

Jätteiden käsittelyn vaiheet työmaalla ovat ① materiaalien vastaanotto ja kuljetuspakkausten purku, ② materiaalsiirrot työkohteeseen, ③ jätteen keräily ja lajittelu kerroksissa, ④ jätesiirrot työkohteesta tai kerroksista keräilyastioihin, ⑤ jätteen käsittely työmaalla ennen kuljetusta ja ⑥ jätteen varastointi työmaalla.

Valtioneuvoston päätöksen mukaan työmaalla, joka tuottaa rakennusjätettä yli 5 tn, on pidettävä erillään (lajiteltava) ainakin seuraavat jätejakeet:

- tiilet, betoni, laatat, keramiikka ja kipsipohjaiset jätteet
- kyllästämättömät puujätteet
- metallijätteet
- maa-aines ja ruoppausjätteet.

Lisäksi kunta- ja yrityskohtaisissa lajitteluvaihtoehdoissa voidaan edellyttää muun muassa seuraavien jätejakeiden erottamista: keräyspaperi, pahvi, palava jäte, kipsi, tiilet, betonimurska ja käyttökelpoiset rakennusosat.

Lisääntyneiden lajitteluvaatimusten seurauksena työmaan jätteidenkäsittelykaluston valintaperusteet ovat muuttuneet. Aiemmin työmaalla syntyvät jätteet varastoitiin vaihtolavalle, jonne aputyöntekijät ne siirsivät. Nykyisin työmaan tehokas jätteidenkäsittely edellyttää jätehuollon suunnittelua ja monipuolista kalustoa. Vuokratkaluston hinnoittelu on kuitenkin vielä toistaiseksi suosinut perinteistä vaihtolavaa, mikä estää esim. pika-konttien yleistymisen, jotka ovat hankintahinnaltaan huomattavasti halvempia, vähemmän tilaa vieviä ja monissa tapauksissa käyttökelpoisempia.

Merkittävä osa jätehuollon kustannuksista aiheutuu useista käsittelykerroista työmaalla. Työmaan jätteidenkäsittelyä voidaan tehostaa liittämällä se osaksi asennusprosessia.

Jätesiirtokaluston ja -menetelmien valinnassa tulee pyrkiä kokonaisjärjestelmään, jossa käytetään työryhmäkohtaisia jäteastioita, jätteiden syntypaikkalajittelua ja keskitettyä jätteenkeräilyä. Tämä edellyttää seuraavia toimenpiteitä:

1. Eri työvaiheissa syntyville jätteille on järjestettävä riittävästi astioita.
2. Jäteastiat varustetaan pyörillä, ja sisätiloissa käytettävien astioiden kannet poistetaan.
3. Työkohteen siivousvelvoite sisällytetään työtehtävään tai aliurakkaan.
4. Kerroksiin sijoitetut jäteastiat tyhjennetään keskitetysti parvekkeiden kautta.
5. Keskitetyssä keräilyssä käytetään runkovaiheessa torninosturia tai ajoneuvonosturia. Nosturin purkamisen jälkeen käytetään rakennuksen omaa hissiä tai rakennushissiä. Jäte voidaan myös pudottaa jätekuilua pitkin tai suoraan parvekelinjan alla olevalle lavalle.
6. Kerroksissa on ns. jätepiste, jossa on jätehuolto-ohjeet, jätessäkkejä ja kerrosastiat (1 - 3 kpl 240 litran jäteastioita).

Laskelmien mukaan tilaa vievien jätejakeiden (esim. pahvin ja muovin) määrä uudisrakennustyömaalla on niin pieni, että taloudellisia perusteita jätepuristimien, murskaimien tai paalaimien käytölle ei tällä hetkellä ole. Tilanne saattaa kuitenkin nopeasti muuttua, kun jätteiden vastaanottoaikkojen ja kaatopaikkojen määrää tullaan vähentämään.

Rakennustyömaan jätehuollon työnjohdolliset suunnittelutehtävät ovat

- lajiteltavien jätejakeiden valinta
- jätemäärien arviointi
- jätteiden syntymisen ajoitus jakeittain
- kaluston sijoituksen suunnittelu
- jäteastioiden valinta ja tyhjennystiheyden määrittäminen
- jätehuollon seuranta ja ohjaaminen.

Työmaalla syntyvän jätemäärän olennainen pieneneminen (esim. 10 -> 3 kg/rm³) vähentää jätteiden käsittely- ja varastointikaluston tarvetta. Toisaalta tiukentuvat lajitteluvaatimukset lisäävät kaluston määrällistä tarvetta.

6.4 Kustannukset

Jätehuoltokustannuksia tulee tarkastella kokonaisuutena, jossa kaluston ja käsittelymenetelmien valinnan lähtökohtana on kokonaiskustannusten eikä esimerkiksi jätekaluston kustannusten minimointi.

Jätehuoltokustannusten vähentämistoimenpiteet ovat tärkeysjärjestyksessä:

1. Vähennetään työmaalla syntyvää jätemäärää.
2. Hyödynnetään jo työmaalla jätteitä mahdollisimman paljon.
3. Lajitellaan ja käsitellään pois kuljetettava jäte tarkoituksenmukaisella tavalla.

Rakennustyömaan materiaalijätteen kustannukset ovat noin 2 400 mk/tn, joka sisältää materiaalin hankintahinnan, kuljetuksen, siirrot ja varastoinnin sekä jätteeksi päätyneen materiaalin varastoinnin, siirrot, kuljetuksen ja kaatopaikka- ym. maksut. Mikäli jätteiden aiheuttamasta epäjärjestyksestä aiheutuva työn tuottavuuden aleneminen ja tapaturmakustannukset laskettaisiin mukaan, olisivat jätteestä aiheutuvat kustannukset arviolta 3 400 mk/tn.

Pakkausjätteen kustannukseksi on arvioitu 7 500 mk/pakkausjäte-tn, joka sisältää em. kustannustekijöiden lisäksi pakkauksen avaamisesta aiheutuvat työkustannukset.

Taulukossa 6.1 on esitetty asuinkerrostalon jätekustannuksia erilaisilla jätemäärillä. Laskelmissa on arvioitu myös jätteiden aiheuttaman epäjärjestyksen kustannusvaikutukset.

Taulukko 6.1. Asuinkerrostalotyömaan jätekustannukset.

Asuinkerrostalon (10 000 m³) jätekustannukset eri jätemäärillä				
Pakkausjätteen osuus kokonaisjätemäärästä on 10 paino-%				
Kustannustekijä	Kokonaisjätemäärä			Osuus
	2 kg/m ³	4 kg/m ³	6 kg/m ³	
Tuotantojäte eli hukka	43 000 mk	86 000 mk	130 000 mk	55
Pakkausjäte	15 000 mk	30 000 mk	46 000 mk	20
Työympäristövaikutus (mm. tuottavuuden aleneminen ja tapaturmakustannukset)	20 000 mk	40 000 mk	60 000 mk	25
Yhteensä	78 000 mk	156 000 mk	236 000 mk	100

6.5 Toimenpidesuosituksset eri osapuolille

Tutkimushankkeen aikana on todettu, että jätemäärän vähentäminen ja rakennustyömaan hallittu jätehuolto koostuvat useista merkitykseltään pienistä tekijöistä. Huolellinen toimitusten ja tuotannon suunnittelu on lähtökohta jätemäärän vähentämiseksi. Edelleen jätteen määrää ja niistä aiheutuvia kustannuksia voidaan vähentää materiaalihallinnon kokonaisvaltaisella kehittämisellä rakennustuoteteollisuuden, kuljetusyriyten ja rakennusurakoitsijoiden yhteistyönä. Kehitystyön merkitys korostuu, kun rakennusjätteiden määrää ja hyötykäyttöä tullaan jatkossa seuraamaan valtakunnallisesti.

Seuraavassa on esitetty jätehuollon kehittämisen "saatesanat" rakennushankkeen eri osapuolille. Taulukossa 6.2 ovat lisäksi erityisesti urakoitsijoita koskevat yksityiskohtaiset toimenpidesuosituksset.

Rakennuttaja / suunnittelija

Suositaan vähän jätettä tuottavia suunnitteluratkaisuja.

Suunnitellaan maankäyttö siten, että työmaalle voidaan haudata soveltuvat jätteet.

Sallitaan rakennuksen oman hissien työnaikainen käyttö.

Rakennusyritys

Tiedotetaan jätehuollon menetelmistä ja kustannuksista yrityksen kaikilla tasoilla (yritysjohto, hankintatoimi, työsuunnittelu, työnjohto, työntekijät).

Tilataan materiaaleja oikea määrä, suositaan määrämittäisiä tuotteita ja käytetään hukkaa vähentäviä työmenetelmiä.

Seurataan työmaalla syntyviä jätemääriä ja -kustannuksia selkeillä mittareilla (esim. kg/rm³, mk/rm³, mk/kg) ja tiedotetaan tuloksista myös työntekijöille.

Jätehuoltoyritys

Hankitaan kustannustietoutta rakennustyömaan jätehuollosta ja tarjotaan rakennusurakoitsijoille jätekalustoa, joka soveltuu työmaalle sekä taloudellisesti että teknisesti.

Kehitetään rakennustyömaille erilaisia jätehuollon palvelumalleja.

Aliurakoitsija

Hankitaan ja käytetään omaan tarpeeseen soveltuvaa jätekalustoa.

Vastataan omasta työstä aiheutuneista jätteistä.

Liitetään jätteiden käsittely osaksi asennustyötä, jolloin työkohteeseen pysyy jatkuvasti siistimpänä.

Laitevalmistaja

Seurataan jätelainsäädännön ja rakennusyriytysten toiminnan muutosten vaikutusta esim. lajitteluvaihteisiin ja työmaan kalustotarpeeseen.

Valmistetaan ja markkinoidaan tarpeenmukaista kalustoa.

Kunta (viranomainen)

Annetaan jätehuoltoa koskevia määräyksiä ja ohjeita sekä seurataan niiden noudattamista ja ympäristövaikutuksia.

Tiedotetaan rakennusjätteen kierrätysmahdollisuuksista talousalueella.

Kehitetään rakennusjätteiden vastaanottopisteiden toimintaedellytyksiä.

Otetaan rakennustyömaiden jätehuollosta aiheutuvat maankäyttötarpeet huomioon kaavoituksessa (kierrätyskeskukset, kaatopaikat, maankaatopaikat).

6.6 Kehitysnäkymiä

- Suunnitteluratkaisut ja käytettävät rakennusmateriaalit muuttuvat entistä ympäristöystävällisemmiksi. Tämä muuttaa jätteiden koostumusta ja vähentää jonkun verran jätemäärää. Lajittelu ja hyötykäyttö korostuvat.
- Työmaalla käytettävän jätteiden keräyskaluston valintaan tullaan kiinnittämään entistä suurempaa huomiota, jotta se soveltuu hyvin kohteena olevalle työmaalle
- Rakennustyömaalle saattaa olla järkevää kehittää jäteasiat, joiden teknisissä ominaisuuksissa ja mitoituksessa on otettu huomioon rakentamisen erityispiirteet ja uudet lajitteluvaatimukset.
- Komponenttirakentamisen merkittävä laajeneminen uusiin rakennusosiin ja tuotteisiin kestää useita vuosia. Tämän vuoksi myös jätteiden syntyminen siirtyy työmaalta rakennustuoteteollisuuteen varsin hitaasti.
- Rakennustyömaiden jätehuolto synnyttää markkinat uudentyyppisille palveluyrityksille, jotka materiaalitoimitusten lisäksi huolehtivat myös jätteiden keräyksestä ja edelleen toimittamisesta. Toisena vaihtoehtona on nykyisten siivoukseen tai jätteiden kuljetukseen erikoistuneiden yritysten toiminnan laajeneminen rakennustyömaan koko jätehuoltoon. Kummassakin vaihtoehdossa jätteiden hyötykäyttömahdollisuuksia on kehitettävä, jotta toiminta olisi taloudellisesti kannattavaa.
- Rakennusjätteistä perittävät käsittelymaksut ja verot tulevat nousemaan.
- Lajittelu- ja hyötykäyttövaatimukset tulevat kiristymään. Jos työmailta edellytetään 70 %:n hyötykäyttöastetta, lajittelulla on erittäin suuri merkitys ja toimintatapoja on kehitettävä olennaisesti.

TYÖMAALLA SYNTYVÄN JÄTEMÄÄRÄN VÄHENTÄMINEN JA KÄSITTELYN TEHOSTAMINEN Toimenpidesuosituksset urakoitsijoille	
<p>1. Tuotannosuunnittelu</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aluesuunnitelmassa esitetään varastointipaikat, jäteastioiden sijoitus ja siirtoreiitit. • Jätesiirtojen suunnittelussa otetaan huomioon nosto- ja siirtokalusto. • Otetaan hissi käyttöön työmaalle sisävalmistusvaiheessa (materiaalisiirrot voidaan tehdä hissillä vaurioit- ta ja säältä suojassa). • Siirtoreiitit pidetään puhtaina (työmaa-aikaiset sähkö- ja vesijohdot vedetään nousulinjoja pitkin). • Käytetään mahdollisuuksien mukaan esivalmistettuja komponentteja (mm. hormielementtejä). • Työmaavarastojen (esim. sähkötarvikkeiden) paikkaa muutetaan mahdollisimman harvoin. • Sähköpääkeskukset ja niiden sijoitus suunnitellaan riit- tävän ajoissa (ei tarvita tarpeettomia johtovaroja). • Siirretään kalusteet ajoneuvosta suoraan asennuspai- kalle. <p>2. Materiaalihankintojen ohjaus</p> <ul style="list-style-type: none"> • Toimituserien koko ja ajoitus suunnitellaan ennalta. • Työmaalle tilataan oikea määrä materiaaleja (valvotaan materiaalihukkaa). • Käytetään määrämittäisiä materiaaleja (esim. kipsile- vyä ja väliseinärangat) • Pakkaustapa optimoidaan olosuhteiden ja käytetyn siirtomenetelmän mukaan (pakkausmateriaalit mahdol- lisuuksien mukaan hyötykäyttöön kelpaavia). • Käytetään 900 mm leveitä kipsilevyjä väliseinien teke- misessä. • Tilataan tehtaalta ovien yläpuolelle asennettavat kipsi- levyt määrämittäisinä. <p>3. Urakkasopimukset</p> <ul style="list-style-type: none"> • Siivous- ja lajitteluvälitteet sisällytetään urakkasopi- muksiin. • Aliurakoitsijan materiaalihankintojen ohjaus (syntyvän jätteen minimointi). • Ongelmajätteen käsittely (aliurakoitsijat vastaavat tuot- tamistaan ongelmajätteistä). <p>4. Jätehuoltomenetelmän valinta</p> <ul style="list-style-type: none"> • Arvioidaan työmaalla syntyvä jätemäärä ja sen ajoitus. • Otetaan huomioon työmaan täyttöihin käytettävät jät- teet. • Valitaan lajiteltavat jättejakeet (syntyykö jotain jaetta erityisen paljon). • Jätteiden käsittely ja lajittelu suunnitellaan työvaiheit- tain. <p>5. Jätekaluston käyttö työmaalla</p> <ul style="list-style-type: none"> • Käytetään syntypaikkalajittelua ja pyörällisiä työryh- män mukana siirrettäviä jäteastioita. • Sijoitetaan jätteen keräyspiste lähelle työkohdetta ku- hunkin kerrokseen. • Pyritään hyödyntämään jätesiiroissa "vie mennessäsi ja tuo tullessasi" -periaatetta. • Kerätään jätteet keskitetysti esim. nosturia tai hissiä hyödyntämällä. 	<p>6. Jätteen keräily ja kuljetus työmaalta</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hyödynnetään jätehuoltoyrityksen ammattitaitoa keräily- ja poiskuljetuskaluston valinnassa. • Mitoitetaan keräilyastioiden koko syntyvän jät- temäärän mukaan. • Käytetään mahdollisuuksien mukaan usean työ- maan keräilykuljetuksia <p>7. Pakkaukset (urakoitsijat ↔ toimittajat)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Otetaan materiaalit pakkaamattomina tai mah- dollisimman kevyesti pakattuina • Luovutaan valaisimien yksittäispakkauksista. • Pakkauksista poistetaan turhat täytteet (esim. lv- kalusteet). • Kevennetään posliinikalusteiden pakkauksia. • Selvitetään, voidaanko hanojen pakkauskokoa suurentaa. • Vaihdetaan ikkunapuitteen suojamuovi kutiste- muoviin. • Laaditaan ohje ikkunanippujen reevauksen opti- moimiseksi. • Lavatoimituksissa käytetään kierrätettäviä lavo- ja. • Poistetaan väliovien suojamuovit ja pakataan ovinippu kutistemuoviin. • Otetaan käyttöön liesien kevytpakkaukset. • Suurennetaan muovilaattojen pakkauskokoa. • Käytetään kipsilevynippujen suojana kierrätettä- vää peitettä. <p>8. Työntekijöiden motivointi ja opastus</p> <ul style="list-style-type: none"> • Huolehditään siitä, että jätteiden käsittelyn toi- mintatavat ovat selkeitä. • Nimetään jätehuollon ja siivouksen vastuuhenkilö, jolta saa tarvittaessa ohjeita ja neuvoja. • Korostetaan, että hävikkien syntymisen välttämi- nen, jätteiden keräily ja työkohteiden siivoami- nen ovat kaikille kuuluvia asioita (jokainen vas- taa omassa työssä aiheutetuista jätteistä). • Työryhmille esitetään työläji- ja materiaali-kohtai- set lajitteluohjeet. • Merkitään työmaan jäteasiat selkeästi jakeittain. • Tiedotetaan työntekijöille hukkien syntymisestä ja merkityksestä. • Käsitellään jäteasioita työmaan aloitus- ja ura- koitsijapalaverissa. <p>9. Muut toimenpiteet (urakoitsijat ↔ toimittajat)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Selvitetään esivalmistusmahdollisuudet (esim. loisteputket asennetaan valaisimiin jo teh- taalla; lämpöputkien osia kootaan lv-urakoitsijan verstaalla). • Kierrätetään ikkunanippujen alapukit. • Laaditaan ohje arkkitehtisuunnittelua varten ka- lusteasennusten vaatimien toleranssien huomioon ottamiseksi. • Kalusteasentaja asentaa myös kodinkoneet (jääkaapin, liedon, liesituulettimen) • Kehitetään suunnitteluohjeita (esim. huoneiden mitoitusohje mattohukan vähentämiseksi).

Lähdeluettelo

1. Häkkinen, T., Huovila, P., Perälä, A.-L. Ympäristöä säästävä rakentaminen. Rakennustekniikka. 1/96. 4 s.
2. Isaksson, K.-J. Talonrakennustoiminnan jätteet. Tilastokeskus, Ympäristö 1993:7. Helsinki: 1993. 55 s.
3. Rakentamalla hyvinvointia. VTT Rakennustekniikka, TEKES, KTM. 1997. 30 s.
4. Jätelaki 1072/1993.
5. Jäteasetus 1390/1993.
6. Valtakunnallinen jätesuunnitelma vuoteen 2005. Ympäristöministeriö, 1996.
7. Symonds Travers Morgan/ARGUS. Construction and Demolition Waste Project in the Framework of the Priority Waste Stream Programme of the European Commission. Part 3. 1995. 36 s.
8. Valtioneuvoston päätös rakennusjätteistä.
9. Hyödynmaa, M. Rakennustoiminta, Yrityksen jätehuolto. RTK 44. Helsinki: 1997. 39 s.
10. Jäteverolaki 495/1996.
11. Perälä, A.-L., Sola, K., Mali, J., Merra, A., Tanskanen, K. Rakennusala valmistautuu kierrätykseen. Puu-, betoni- ja rakennusteollisuus. Espoo: Valtion teknillinen tutkimuskeskus, 1995. 79 s. + liitt. 1 s. (VTT Tiedotteita 1650.)
12. Nordisk seminar om bygge- og anlaegssaffald. Kobenhavn: RT-gruppen, 1996.
13. RT 69-10623. Jätteiden aluekeräyspaikat. Rakennustietosäätiö, 1997.
14. Asplund, E., Danielson, U., Moström, L. Byggandet I kretsloppet. Miljöeffekter, kostnader och konsekvenser. Stockholm: Byggförlaget, 1994. 122 s.
15. Hyttinen, T. Logististen materiaaliketjujen kustannusrakenteet. Tampereen teknillinen korkeakoulu, Rakentamistalous, julkaisu 1993/1. 131 s. + liitt. 24 s.
16. Tuote-esitteet. Säkkiväline Puhtaanapito Oy. Useita.