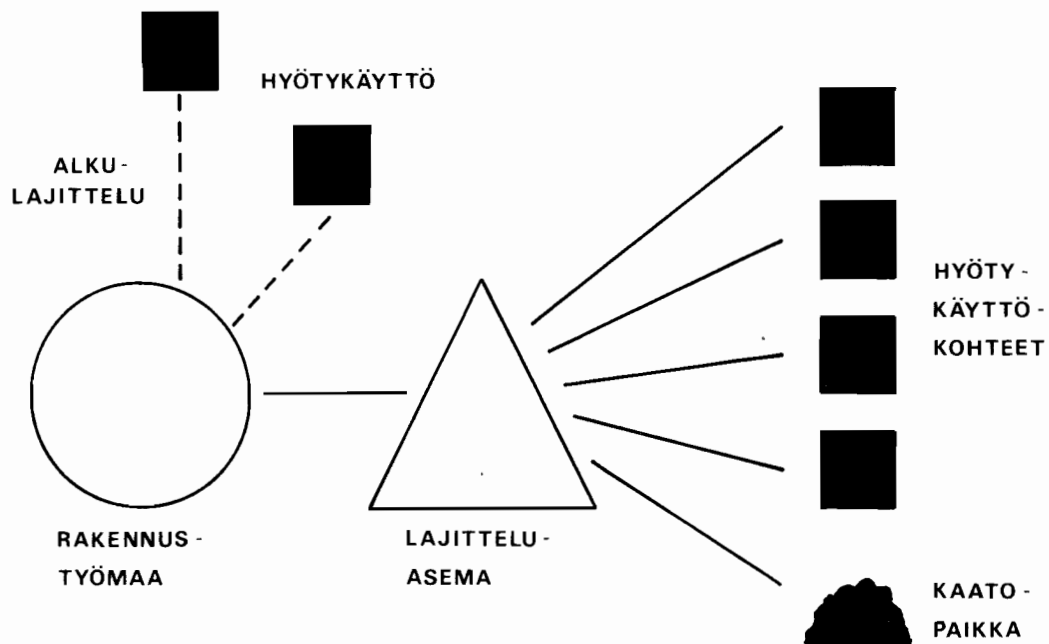




Ahti Latvala

RAKENNUSJÄTTEEN ALUSTAVA HYÖTYKÄYTTÖSELVITYS

Geoteknisen osaston tiedote 24 1.8.1982

A h t i L a t v a l a

R A K E N N U S J Ä T T E E N A L U S T A V A
H Y Ö T Y K Ä Y T T Ö S E L V I T Y S

1.
ALKUSANAT

Kiinteistölautakunnan kehotuksesta käynnisti geotekninen osasto vuonna 1979 kivihiilivoimalan tuhkien hyötykäyttöselvityksen. Tuhkaprojektin henkilöiden toimesta on voimalaitostuhkan hyötykäytön selvittämisen lisäksi suoritettu myöskin alustavia selvityksiä rakennusjätteen ja polttolaitoskuonan hyötykäyttömahdollisuuksista.

Rakennusjätteselvitystä on johtanut DI Ahti Latvala ja työhön ovat osallistuneet myöskin DI Jorma Havukainen, DI Antti Sulamäki, insinööri Alpo Hämäläinen ja tutkimussihteeri Yeasmine Blomqvist.

Jätehuoltokomitean sihteeri Jarmo Henttu on tutustunut tähän selvitykseen ja antanut käytön jätehuoltokomitean hyötykäyttöjaoksen kokoamia tietoja.

Selvityksessä on tutkittu alustavasti rakennusjätteen koostumusta ja tilavuuspainoa sekä suoritettu laaja rakennusjätteen hyötykäytön kysely rakennusliikkeiden keskuudessa. Haastattelukartoitus suoritettiin jätehuoltokomitean valvonnassa. Selvitykseen on koottu myöskin jätehuoltokomitean työn aikana vuosina 1981-1982 saadut kokemukset ulkomailla ja kotimaassa toimivista rakennusjätteen hyötykäyttölaitoksista.

Alustava rakennusjätteselvityksen tulosten analysointi ja suositukset ovat tuhkaprojektin tutkijoiden esittämiä, jotka on geoteknisen osaston päällikkö tarkistanut. Sensijaan jätehuoltokomitea ei ole kokouksissaan käsitellyt lähemmin tätä selvitystä.

Rakennusjätteen alustava hyötykäyttöselvitys on ensimmäinen laajempi selvitys Helsingin rakennusjätteestä ja sen hyötykäyttömahdollisuuksista. Se auttaa merkittävästi myöhemmin käynnistettäviä jatkoselvityksiä.

Helsingissä 21.6.1982



Usko Anttikoski
osastopäällikkö

SISÄLLYSLUETTELO

	sivu
1. ALKUSANAT	1
2. JOHDANTO	4
3. TEHDYT TUTKIMUKSET	5
3.1 <u>Seurantatutkimus Vuosaaren kaatopaikalla</u>	5
3.2 <u>Tilavuuspainomääritykset Vuosaaren kaatopaikalla</u> ...	5
3.3 <u>Rakennusjätettä koskeva tiedustelu</u>	6
3.4 <u>Tutustuminen Uppsalan rakennusjätteen murskaus- ja lajittelulaitokseen</u>	7
3.5 <u>Tutustuminen Herttenin jätteenkäsittely- laitoksen puutavaramurskaimeen</u>	7
3.6 <u>Tutustuminen liikkuvaan puutavara- murskaimeen Tampereella</u>	8
3.7 <u>Tuomarinkylän kartanon hakkeenpolttouuni ja hakkeen hankinta</u>	9
4. HELSINGISSÄ SYNTYVÄ RAKENNUSJÄTE	9
4.1 <u>Jätteen määrä</u>	9
4.2 <u>Jätteen koostumus</u>	11
5. RAKENNUSJÄTEHUOLLON KUSTANNUSTEKIJÄT	15
5.1 <u>Kustannusten merkitys jätehuollossa ja hyötykäytön järjestelyssä</u>	15
5.2 <u>Lavojen pääomakustannukset</u>	15
5.3 <u>Kuljetuskustannukset</u>	16
5.4 <u>Vastaanottomaksut</u>	16

sivu

5.5	<u>Muut kustannukset</u>	16
5.6	<u>Kustannuskertymä</u>	17
6.	RAKENNUSJÄTTEEN LAJITTELU	17
6.1	<u>Keskitetty lajittelu</u>	17
6.2	<u>Lajittelu työmailla</u>	18
6.2.1	Lajittelumahdollisuudet	19
6.2.2	Eri jäteainesten soveltuvuus lajitteluun	20
6.2.3	Rakennusliikkeiden suhtautuminen lajitteluun	21
7.	RAKENNUSJÄTTEEN HYÖTYKÄYTÖN JÄRJESTÄMINEN	22
7.1	<u>Yleistä</u>	22
7.2	<u>Keskitetty hyötykäyttö</u>	22
7.3	<u>Hyötykäyttö rakennustyömailla</u>	24
7.3.1	Hyötykäytön määrä	24
7.3.2	Hyödynnettävät ainekset ja hyötykäyttökohteet	25
8.	JÄTEPUUN MURSKAUS	25
8.1	<u>Murskaus hyötykäyttöä palvelevana vaihtoehtona</u>	25
8.2	<u>Liikkuva murskauslaitos</u>	26
8.3	<u>Kiinteä murskauslaitos</u>	27
9.	RAKENNUSJÄTEKYSELYN TULOKSENA SAATUJA RAKENNUSJÄTEHUOLLON KEHITTÄMISEHDOTUKSIA	28
10.	YHTEENVETO	29

2. JOHDANTO

Rakennusjätteellä tarkoitetaan rakennustöiden sivutuotteena syntyvää jätettä. Pääosa jätteestä syntyy talonrakennusalan uudisrakennus-, saneeraus- ja purkutyömailla. Jäte koostuu erilaisista rakennusmateriaaleista, vanhoista ja tilapäisistä rakennusosista sekä ylijäämämassoista. Helsingissä jäte päättyy Vuosaaren kaatopaikalle puhtaita maa- ja kiviainesmassoja lukuunottamatta.

Kaupungin järjestämää erillistä rakennusjätehuoltoa ei Helsingissä varsinaisesti ole. Kaupunki vastaanottaa puhtaita ylijäämämassoja läjitysalueille ja täyttökohteisiin. Muu rakennusjäte vastaanotetaan Vuosaaren kaatopaikalle. Rakennusjätteen vastaanotto tapahtuu voimassa olevien taksoitteluperiaatteiden mukaisesti. Osa rakennusjätteestä, varsinkin pienillä saneeraustyömailla syntyvä jäte, joutuu kiinteistöjätteen joukkoon ja sitä tietä kaatopaikalle. Rakennusjätteen kuljetuksesta huolehtivat yleensä jätteen tuottajat itse.

Rakennusjäte sisältää arvokkaita materiaaleja. Nykyisen käytännön mukaan nämä joutuvat paikkaan, jossa ne eivät hyödytä ketään - kaatopaikalle. Tämän selvityksen tarkoituksena on kartoittaa rakennusjätteen nykytilannetta; esimerkiksi minkä suuruista on rakentajien oma jätteen lajittelu ja hyötykäyttö, kuinka suuret ovat rakennusjätteen käsittelystä tuottajalle koituvat kustannukset sekä millaista on kaatopaikalle tuleva rakennusjäte. Lisäksi pyritään selvittämään mahdollisuuksia lajittelun ja hyötykäytön lisäämiseen ja rakennusjätehuollon kehittämiseen sekä luomaan pohjaa asiaan liittyville jatkotutkimuksille.

Nykyisin rakennusjäte kuormittaa merkittäväällä tavalla kaatopaikkatilaa. Kun kaatopaikkakäsittelylle maetaan parempia vaihtoehtoja, voidaan käsittelylle määritellä seuraavia tavoitteita:

- 1 Jätteessä olevat hyötyaineet, kuten esimerkiksi puu ja metalli pyritään saamaan hyötykäyttöön.
- 2 Jäteainesten alkulajittelulla pyritään säästämään kuljetuskustannuksia.

- 3 Lahoamattomat ainekset pyritään saamaan läjitysalueille maamassojen tapaan, jotta säästettäisiin varsinaista kaatopaikkatilaa.
- 4 Osa rakennusjätteestä voi olla laadultaan sellaista, että se voidaan sijoittaa kaatopaikalle pienemmillä ympäristövaatimuksilla kuin talous- ja liikejäte.

3.

TEHDYT TUTKIMUKSET

3.1

Seurantatutkimus Vuosaaren kaatopaikalla

Vuosaaren kaatopaikalla järjestettiin 13... 19.5.1981 rakennusjätettä koskeva seuranta. Tällöin tarkastettiin 385 kaatopaikalle tuotua rakennusjätekuormaa. Määrä vastaa noin 850 tonnia rakennusjätettä. Kuormat punnittiin ja lisäksi niistä arvioitiin kokonaisirto-tilavuus ja eri jäteaineksien keskinäiset määrät. Seuranta antoi varsin hyvän kuvan kyseisenä aikana tuodusta jätteestä.

Vuodenajat aiheuttavat vaihtelua rakennusjätteen määrässä ja koostumuksessa. Tietoja näistä vaihteluista ei tämän seurantatutkimuksen puitteissa ole saatu. Tutkimus ajoittui toukokuulle ja tutkimuspäivät olivat erittäin aurinkoisia ja lämpimiä. Tämän vuoksi siivous- ja puhtaanapitojätteen osuus on ilmeisesti keskimääräistä suurempi.

3.2

Tilavuuspainomääritykset Vuosaaren kaatopaikalla

Kaatopaikkarakenteessa olevan rakennusjätteen tilavuuspainoa tutkittiin Vuosaaren kaatopaikalla 6...8.10.1981. Kaatopaikalle tehtiin kolme 11...16 m³ suuruista koekuoppaa, joista kaksi oli rakennusjätteestä ja yksi yhdyskuntajätteestä. Kuopista saatu jäte punnittiin.

Vuosaaren kaatopaikalla rakennusjäte tiivistetään Borag K-351 -kaatopaikkakoneella. Kone painaa noin 210 kN ja se on nelipyöräinen. Pyörissä on kussakin 45 piikkiä. Kone myös jonkin verran murskaa rakennusjätettä suuren painonsa ja piikkipyöriensä ansiosta.

Tiivistetyssä kasassa rakennusjäte sisältää runsaasti pitkää puutavaraa ynnä muita suuri-kokoista jäteainesta. Tästä syystä koekuopista oli vaikea saada säännöllisen muotoisia. Kuop-pien tilavuuden mittaus voitiin kuitenkin tehdä riittävällä tarkkuudella.

Rakennusjätteen tilavuuspaino oli kuopassa 1 $10,7 \text{ kN/m}^3$ ja kuopassa 2 $10,9 \text{ kN/m}^3$.

Yhdyskuntajätteen tilavuuspaino oli $11,0 \text{ kN/m}^3$.

3.3

Rakennusjätettä koskeva tiedustelu

Rakennusjätettä koskeva tiedustelu tehtiin 1.12.1981...31.1.1982 Helsingin kaupungin alueella toimivien rakennusliikkeiden kes-kuudessa. Tiedustelukirje lähetettiin 200 rakennusliikkeelle. Tiedustelulla pyrittiin selvittämään rakennusjätteiden syntyyn ja käsittelyyn liittyviä seikkoja.

Kysymykset koskivat seuraavia asioita:

Vastaajan taustatiedot

- rakennustyömaan sijainti, kesto-aika, tyyppi, rakentamisen volyymi ja rakennusjätteen määrä.

Rakennusjätehuollon kustannukset

- rakennusjätteen kuljetus- ja kustan-nustiedot.

Rakennusjätteen lajittelu

- lajittelumahdollisuudet työmaalla nykyisin ja lajittelun esteet työ-maalla, helpoimmin ja vaikeimmin lajiteltavissa olevat rakennusjät-teen osat, halukkuus lajitteluun, jätteenkäsittelymaksun vaikutus lajitteluun sekä lajitteluideat ja niiden vaikutukset.

Rakennusjätteen hyötykäyttö

- hyötykäytön osuus ja hyötykäyttö-tapa työmaalla nykyisin.

Rakennusjätteen murskaus

- liikkuvan ja kiinteän murskauslai-toksen edut ja haitat.

Kyselyyn vastasi 55 rakennusliikettä. Vastauksista 40 % oli uudisrakennustyömailta ja 34 % saneeraustyömailta. Loput 26 % oli työmailta, joihin liittyy purku-, saneeraus-, uudisrakennus- ja muuta rakennustoimintaa. Rakennusliikkeiden vuosivolyymi oli keskimäärin 27 200 m³.

3.4

Tutustuminen Uppsalan rakennusjätteen murskaus- ja lajittelulaitokseen

18...20.8.1981 tehdyllä virkamatkalla Ruotsiin tutustuttiin Uppsalan rakennusjätteen käsittelylaitokseen. Uppsala on noin 145 000 asukkaan kaupunki. Uppsalassa olevaan Hovgårdenin käsittelylaitokseen tuodaan vuosittain noin 30 000 t rakennus- ja teollisuusjätettä. Lisäksi laitoksen läheisyydessä olevalle täyttöalueelle tuodaan vuosittain noin 30 000 t ylijäämämaita ja louhintajätteitä.

Laitoksessa käsiteltävä jäte lajitellaan mekaanisilla, pneumaattisilla ja magneettisilla erotusmenetelmillä. Lajittelun tuloksena saadaan paperia, kartonkia, puuta, rautaa- ja peltiromua, muovia sekä kiviaineksia ja niihin verrattavia materiaaleja. Laitoksen kapasiteetti on noin 20 t/h, mikä yksivuorotyönä merkitsee 35 000 t/v. Laitos edustaa nykypäivän huipputekniikkaa.

Matkakertomus on julkaistu Geoteknisen osaston tiedotteena n:o 22 11.12.1981.

3.5

Tutustuminen Herttenin jätteenkäsittelylaitoksen puutavaramurskaimeen

Jätehuoltokomitean käsittelypaikkajaosto tutustui virkamatkallaan Herttenin jätteenkäsittelylaitokseen Ruhrin alueella Saksan Liittotasavallassa. Laitokseen tulee ensivaiheessa 600 000 tonnin jätteenkäsittelykapasiteetti, johon sisältyy polttopuristeen (ekopriketin) valmistus, talousjätteen poltto ja teollisuus- ja sairaalajätteen poltto. Laitosta rakentaa 11 kunnan kuntainliitto, jossa on 6 milj. asukasta.

Talousjätteen polttolaitoksen vastaanotto-bunkkeriin oli rakennettu murskaimet, joilla voitiin rikkoa huonekalut, rakennuslevyt ja pienikokoinen puutavara. Saksassa tästä jätteestä käytetään nimitystä Sperrmüll. Periaate poikkeaa Uppsalan ratkaisusta täydellisesti, sillä Herttenin laitoksessa laite vain jauhaa valikoidun puutavaran polttoon sopivaksi.

Murskauslaite koostuu pyörivistä akseleista, joissa on kynsimäisiä ulokkeita. Akselit pyörivät suhteellisen hitaasti. Vastaanotto-siilon pohjalla oleva liukuhihna syöttää jätteen murskaimeen.

3.6

Tutustuminen liikkuvaan puutavara-murskaimeen Tampereella

Tampereella sijaitsevan Rauma-Repola Oy:n Lokomon tehtaiden kehittämään liikkuvaan jättepuun murskaimeen käytiin tutustumassa 11.3.1982. Laite oli prototyyppiasteella ja käynnin yhteydessä valmistaja järjesti sillä koemurskausnäytöksen.

Murskain toimii kivenmurskauksessa tunnetulla vasaramurskainperiaatteella. Siinä ei ole leikkaavia teriä vaan tylsät nivelöidyt vasarat, jotka murskaavat puutavaran homogeeniseksi murskeeksi. Joukossa olevat kivet, maa-aines ja metallit murskautuvat puun mukana. Laitos voidaan sijoittaa kuorma-auton tai metsätraktorin alustalle, joten se on helposti liikuteltavissa. Tarvittaessa se voidaan asentaa myös kiinteästi betonijalustalle.

Murskauslaitos koostuu hydraulikuormaimesta, ohjaamosta, telamatoilla varustetusta syöttimestä, vasaramurskaimesta dieselmoottorineen, vaakasuorasta hihnakuljettimesta ja kääntyvästä kuormauskuljettimesta. Laitos painaa kuorma-auton alustan kanssa yhteensä noin 25 t. Se vaatii minimissään täysperävaunuyhdistelmän vaatiman tilan. Murskaimen tehon ilmoitetaan olevan 40...50 irtokuutiometriä tunnissa. Sen hinta on noin 1 milj. mk.

Murskausnäytöksessä murskattiin melko puhdaita rakennusjätelautoja, joissa oli joi-takin nauloja. Aines murskautui hyvin ja laite toimi moitteettomasti lukuunottamatta kerran syötössä tapahtunutta pientä häiriötä. Koekäytön aikana oli melutaso melko korkea, meluarvoja ei ollut mitattu vielä. Varsinaisesti ei esiintynyt pölyämistä, mutta puumursketta lenteli jopa 10 m etäisyydelle laitteesta.

3.7

Tuomarinkylän kartanon hakkeenpolttouuni ja hakkeen hankinta

Tuomarinkylän kartanoon on rakennettu hakkeenpolttouuni, jolla lämmitetään kiinteistöviraston metsä- ja maatalousosaston toimintakeskus. Polttohake hankitaan hakettamalla puistoista ja viheralueilta kertyvä raivauspuu, oksat ja risut.

Tuomarinkylän kartanon polttokapasiteetti on jätehuollon kannalta varsin vähäinen. Kuitenkin siitä saatavat kokemukset ovat arvokkaita harkittaessa tällaisen järjestelmän laajentamismahdollisuuksia. Tähän mennessä on havaittu, että hakkeen hankinnassa on paljon kehittämistä, eikä sen vuoksi ole syytä tuoda tässä vaiheessa esiin kannattavuuslaskelmia. Periaatteessa järjestelmä on hyvä, sillä aikaisemmin risukuormat vietiin kaatopaikalle, jolloin kuljetuskustannukset puutonnia kohti lienevät olleet hyvin korkeat.

Mikäli viheralueiden siivousjätettä voitaisiin hakettaa niin runsaasti, että hakkeen polttokapasiteetti ylittyisi, voisi kysymykseen tulla myös menettely, jossa jätehuollon kustannusten vuoksi havut ja ohuet risut haketettaisiin takaisin metsään humukseksi ja vain paksuhko puuainees otettaisiin polttohakkeeksi.

4.

HELSINGISSÄ SYNTYVÄ RAKENNUSJÄTE

4.1

Jätteen määrä

Rakennusjätteen vuotuinen määrä vaihtelee muun muassa rakentamiseen vaikuttavien suhdannevaihtelujen johdosta. Lisäksi rakennusjätteen kuukausittaiset määrät vaihtelevat vuodenajoista ja muista syistä johtuen.

Jätteen määrä tilastoidaan Vuosaaren kaatopaikalla taksaluokittain. Taksaluokat perustuvat ensisijassa jätettä kuljettavan ajoneuvon tyyppiin ja käytännössä lisäksi kuljettajan omaan ilmoitukseen siitä, mitä kuorma sisältää. Rakennusjäte sisältyy kolmanteen taksaluokkaan, johon rakennusjätteen ohella kuuluu pakettiautoilla tuotu jäte, katujen ja puistojen puhtaanapidosta syntyvä jäte sekä avolavoilla tuotu sekalainen jäte. Kaatopaikalla auto punnitaan ja tiedot syötetään ATK-järjestelmään. Periaatteessa ATK tilastoi rakennusjätteen omana jäteluokkana, mutta vuonna 1981 liikenteen ruuhkautumisen vuoksi vastaanottovaaioilla ja muiden syiden johdosta rakennusjätettä ei voitu koodata kunten oli suunniteltu.

Vuonna 1981 vastaanotettiin Vuosaaren kaatopaikalle kolmannen taksaluokan mukaista jätettä 82 000 t. Kuukausittaiset vaihtelut määrässä olivat huomattavia. Suurin jättemäärä oli toukokuussa, jolloin jätettä vastaanotettiin 58 % enemmän kuin kuukaudessa keskimäärin. Vähäisin jättemäärä oli helmikuussa, jolloin jätettä vastaanotettiin 34 % vähemmän kuin kuukaudessa keskimäärin.

Rakennusliikkeiden oman arvion mukaan jätettä syntyy keskimäärin 35 t kuukaudessa yhden rakennusliikkeen työmailla. Tämä merkitsisi noin 80 000 t vuotuista jättemäärää Helsingin alueella.

Uppsalan kunnan omistaman Hovgårdenin rakennus- ja teollisuusjätteen lajittelulaitokseen tuodaan vuosittain jätettä noin 30 000 t. Jätettä tuodaan Uppsalan lisäksi sen ympäristökunnista. Keräilyalueella on asukkaita noin 150 000...200 000. Helsingin kokoisessa kaupungissa tämä merkitsisi noin 70 000...90 000 t rakennus- ja teollisuusjätettä vuodessa. Rakennusjätteen määrä lienee Helsingissä kuitenkin hyvin yksilöllinen. Vertailu antaa sen vuoksi vain karkeasti suuntaa jätteen määrästä.

Rakennusjätettä syntyy Helsingissä korkeintaan noin 80 000 t vuodessa. Kun rakennusjätteen tilavuuspaino kaatopaikkarakenteessa on noin 11 kN/m^3 , merkitsee tämä noin $73\,000 \text{ m}^3$ vuotuista tilantarvetta.

Tiedot rakennusjätteen määrästä ovat vielä hyvin puutteellisia. Jatkotutkimukset määrän selvittämiseksi ovat sen tähden välttämättömiä.

4.2

Jätteen koostumus

Rakennusjätteen koostumuksesta saadut tiedot perustuvat toukokuussa 1981 Vuosaaren kaato-
paikalla tehtyyn yhden viikon kestäneeseen
rakennusjätteen seurantaan. Rakennusjäte-
kuorman kokonaisirtotilavuus arvioitiin
jätteen ollessa auton lavalla. Kuorman pur-
kamisen jälkeen rakennusjätteestä arvioitiin
eri ainesten irtotilavuudet keskinäisinä
prosenttiosuuksina.

Rakennusjäte on jaettu seitsemään ryhmään:

Kiviainekset

- kiviainesten ohella tähän ryhmään
sisältyvät muun rakennusjätteen jou-
kossa olevat maamassat.

Purkujätteet

- sisältää tiilet, betonin ja asfaltin.

Puu

- sisältää kaiken puumateriaalin; muun
muassa valmiit rakenteet, huonekalut,
sahatun ja pyöreän puutavaran sekä
risut ja oksat.

Paperi

- sisältää paperin ja kartongin.

Metalli

- sisältää kaikki metallit.

Sekalaiset lahoavat ainekset

- turve, oljet, kankaat, matot, huo-
vat ynnä muut sellaiset.

Sekalaiset lahoamattomat ainekset

- tähän ryhmään kuuluvat muovit, eris-
teet, tervapahvi, lasi, posliini,
kumi ynnä muut sellaiset.

Tilavuusosien mukaisesti jaoteltuna puuta on 49 % rakennusjätteestä. Paperin osuus on vastaavasti 20 %. Kiviainekset ja purkujätteet muodostavat yhdessä 12 % jätteestä. Metalleja on 8 % ja sekalaisia lahoamattomia aineksia 7 %. Sekalaisia lahoavia aineksia on 4 % rakennusjätteestä. Taulukko 2.

On selvää, että rakennusjätteen tilavuuksien mukainen jaottelu antaa jätteen eri aineksien määristä vielä melko puutteellisen kuvan. Luotettavampaan jakaumaan pääsemiseksi on tarkasteltava eri ainesten massoja. Tämän johdosta on jäteaineksille pyritty ensin määrittämään irtotiheydet.

Irtotiheyksien määrittämisessä on käytetty eräänlaista iterointimenettelyä. Rakennusjätteen eri aineksille on ensin kirjallisuudesta saatujen vihjeiden perusteella arvioitu alustavat irtotiheydet. Näiden avulla on laskettu kuorman eri aineksien tilavuuksia vastaavat alustavat massat.

Kuorman kokonaismassan tulisi olla edellä mainittujen massojen summa. Syntyneen virheen poistamiseksi on jokaisen kuormassa olleen aineksen irtotiheyttä korjattu kertoimella k_i niin, että kokonaismassa on eri ainesten massojen summa. Kerroin k_i ratkaistaan yhtälöstä 1.

$$k_i = \frac{M_i}{\sum_{j=1}^m (\rho_{aj} \times V_{i,j})} \quad (1)$$

missä

- k_i = kuorman i kerroin k
- M_i = kuorman i kokonaismassa
- ρ_{aj} = aineksen j alustava irtotiheys
- $V_{i,j}$ = kuormassa i olevan aineksen j tilavuus
- n = kuormien lukumäärä
- m = kuormassa olevien eri ainesten lukumäärä.

Kerroin k on kuormalle ominainen kerroin, jolla korjataan jokaista siinä olevan aineksen irtotiheyttä. Kun kertoimet on laskettu, voidaan niiden avulla laskea kunkin aineksen irtotiheys. On ilmeistä, että kuormassa olevien ainesten ominaistiedot saadaan esille sitä luotettavammin mitä enemmän kyseistä ainesta on kuormassa ja mitä vähemmän siinä on muita aineksia. Sen takia lasketaan ainesten keskimääräiset irtotiheydet painotettuna keskiarvona. Irtotiheydet ratkaistaan yhtälöstä 2.

$$\gamma_j = \frac{\sum_{i=1}^n \gamma_{aj}^2 \times k_i^2 \times V_{i,j}}{\sum_{i=1}^n \gamma_{aj} \times k_i \times V_{i,j}} \quad (2)$$

$j=1, m$

Taulukossa 1 esitetään muutamien yleisimmin esiintyvien ainesten keskimääräiset irtotiheydet. Iterointimenettelyllä on ensin käyty läpi Vuosaaren kaatopaikan ensimmäisen tutkimuspäivän aineisto. Tuloksena saatuja irtotiheyksiä on pidetty alustavina, joiden pohjalta on käsitelty koko aineisto.

Taulukko 1. Rakennusjätetutkimus Vuosaaren kaatopaikalla 13...19.5.1981. Jäteainesten keskimääräisiä irtotiheyksiä ja luotettavuusrajoja. Irtotiheys on 80 % todennäköisyydellä luotettavuusrajojen sisäpuolella.

Jäteaines	Irtotiheys kg/m ³	Luotettavuus- rajat (+) kg/m ³	Aineiston koko kpl
Moreeni	1790	190	29
Tiilet	1395	160	30
Betoni	1590	95	79
Puu	495	30	342
Paperi	240	15	224
Turve	550	55	23
Muovit	320	25	155
Metallit	435	30	195
Eristeet	90	20	34
Lasi	605	65	15

Rakennusjätteen eri aineksien massat on laskettu irtotiheyksien ja tilavuuksien perusteella. Massajakauma esitetään taulukossa 2. Kiviaineksia ja purkujätteitä on yhteensä noin 40 % rakennusjätteestä. Puuta, paperia ja muita lahoavia aineksia on yhteensä 49 % ja metalleja sekä muita lahoamattomia aineksia on yhteensä noin 11 % rakennusjätteestä. Palavan jätteen osuus koko rakennusjätteestä on samaa suuruusluokkaa kuin Uppsalan rakennus- ja teollisuusjätteen vuotuinen palavan aineksen keskiarvo, noin 50 %. Metalleja Helsingin rakennusjätteessä sen sijaan on vähemmän, sillä Uppsalan jätteen rautaromupitoisuus on noin 10 %.

Taulukko 2. Rakennusjätetutkimus Vuosaaren kaatopaikalla 13...19.5.1981. Tutkimusaikana vastaanotetun rakennusjätteen prosentuaalinen massajakauma jäteainesten painon mukaan ja prosentuaalinen tilavuusjakauma jäteainesten tilavuuksien mukaan.

Jäteaines	Osuus rakennusjätteestä painon mukaan (%)	Osuus rakennusjätteestä tilavuuden mukaan (%)
Kiviainekset	15	4
Purku jätteet	15	3
Puu	33	49
Paperi	7	10
Metalli	5	3
Muut lahoavat ainekset	4	4
Muut lahoamattomat ainekset	5	7

Käsittelemättömän luonnonpuun sekä risujen ja oksien osuus kaikesta jätepuusta on noin 45 %. Sahattua puutavaraa on noin 34 % ja puurakenteita noin 21 % jätepuun määrästä. Paperin osalta jaottelu on tehty kartongin ja muun paperin kesken. Kartonkia on koko paperin määrästä noin neljännes.

Suuri risujen ja oksien määrä johtunee vuodenajasta, sillä toukokuussa ovat siivous- ja kunnostustyöt vilkkaimmillaan. Koostumustutkimuksia tulisi tämän vuoksi järjestää edustavasti ympäri vuoden.

5. RAKENNUSJÄTEHUOLLON KUSTANNUSTEKIJÄT

5.1

Kustannusten merkitys jätehuollossa ja hyötykäytön järjestelyssä

Rakennusjätehuollon kustannusten huomioon ottaminen on oleellista järjestettäessä hyötykäyttöä. Haastattelututkimuksessa ilmeni, että rakennusjätetonnin huoltaminen kaatopaikalle maksaa noin 300 mk/t. Jos oletetaan, että kolmannen taksaluokan jätteestä puolet on rakennusjätettä, tulee rakennusjätehuollon kokonaiskustannukseksi noin 12 milj. mk/v Helsingissä.

Merkittävä säästö jätehuollossa saataisiin, jos esimerkiksi jätepuun hyötykäyttö voitaisiin järjestää niin, että vältettäisiin jätteen kuljetuskustannus. Säästö olisi suurempi kuin lavalla olevan jätepuun arvo polttopuuna. Säästömahdollisuus olisi keskeinen motiivi työmaalla tehtävään lajitteluun.

Kaatopaikalla perittävällä jätteenkäsittelymaksulla ei ole odotettua vaikutusta jätteen lajitteluun, sillä käsittelymaksu edustaa vähäistä osaa kokonaiskustannuksista. Vastaanottomaksu on ehdotettu nostettavaksi kesäkuussa 1982 66 mk:aan/t. Uuden taksan mukaan vastaanottomaksu olisi 22 % kokonaiskustannuksista.

5.2

Lavojen pääomakustannukset

Siinä ketjussa, minkä rakennusjätteen kulku jätteen tuottajalta kaatopaikalle nykyisellään muodostaa, ensimmäinen kustannuksia tuottava lenkki on jätteen keräilylavojen ylläpito. Siirtolavojen käyttö tarjoaa rakennusjätteen keräilyyn ja kuljetukseen toimivan ratkaisun, koska jätteet voidaan kuljettaa pois ilman välikuormausta ja lavan pitempiaikainenkin seisottaminen on mahdollista. Siirtolavojen käyttö rakennusjätteen käsittelyssä on tämän päivän yleisin vaihtoehto. 74 % rakennusliikkeistä käyttää yksinomaan siirtolavojä, 12 % käyttää lisäksi tavallisia kuorma-autoja sekä 14 % käyttää ainoastaan tavallisia kuorma-autoja. Siirtolavan seisonta-aika vaihtelee työmaan tarpeiden mukaan. Uudisrakennustyömailla keskimääräinen seisonta-aika on 6,8 vuorokautta ja saneeraustyömailla 2,5 vuorokautta. Siirtolavasta aiheutuu rakentajille yhtä rakennusjätekuormaa kohti keskimäärin 90 mk kustannus vuoden 1981 hintatason mukaan.

5.3

Kuljetuskustannukset

Kuljetuskustannuksiin oleellisimmin vaikuttavia tekijöitä ovat kuljetusmatka, kerralla kuljetettavan jätteen määrä sekä kuljetuskaluston ominaisuudet. Tässä tutkimuksessa ei kuljetusmatkoista saatu tarkempia tietoja. Otaksuttavasti ne lienevät keskimäärin 15 km suuruusluokkaa, jolloin yhden kuorman takia kertyy ajokilometrejä noin 30. Rakennusjätteen keveyden vuoksi tulevat suurikokoiset lavat käytössä edullisemmiksi, koska tällöin saadaan kuljetuskapasiteetti tehokkaammin hyödynnetyksi. Raskaat kiviainesmassat ovat tästä luonnollinen poikkeus. Rakennusjätekuorman keskimääräinen kuljetuskustannus rakennusjätekselyn mukaan on noin 260 mk vuonna 1981.

5.4

Vastaanottomaksut

Vuoden 1981 rakennusjätteen taksoitteluperiaatteiden mukaan sekalainen rakennusjäte vastaanotetaan 27 mk/t suuruista maksua vastaan. Läjitys- ja täyttötarkoituksiin kelpaavien massojen vastaanottomaksu on 15 mk/t. Rakennusjätekselyn mukaan uudisrakentamista harjoittavien liikkeiden jätekuorman vastaanottomaksu on keskimäärin 90 mk/kuorma. Saneraustyömaalta tuleva jätekuorma maksaa vastaavasti 60 mk/kuorma. Voidaan arvioida, että rakentaja maksaa kuormastaan keskimäärin 80 mk.

5.5

Muut kustannukset

Muut kustannukset aiheutuvat yleensä lastauksesta tai muista yleisluontoisista teki-
jöistä. Kustannusten suuruuteen vaikuttaa lastaus- ynnä muiden olosuhdetekijöiden ohella voimakkaasti se, miten hyvin jätehuolto onnistutaan nivomaan työmaan muuhun työrytmiin. Keskimäärin kustannukset kuormaa kohden ovat 170 mk.

5.6

Kustannuskertymä

Edellä mainituista tekijöistä aiheutuu rakennusjätekuormalle kustannuksia 600 mk. Luettelomaisesti esitettynä kustannusjakauma on seuraava:

Lavan pääomakustannukset	90 mk	15 %
Kuljetuskustannukset	260 mk	44 %
Vastaanottomaksu	80 mk	13 %
Muut kustannukset	170 mk	28 %
Yhteensä	600 mk	100 %

Vastaanottomaksun hintapolitiikalla toteutettu rakennusjätteen ohjailu jää näiden hintasuhteiden vallitessa varsin rajoitetuksi. Vastaanottomaksussa saavutettavan säästön hankkiminen saattaa lajittelussa ja lastauksessa aiheuttaa hyötyä suuremmat kulut.

6.

RAKENNUSJÄTTEEN LAJITTELU

6.1

Keskitetty lajittelu

Rakennusjätteen hyötykäyttö edellyttää hyödynnettävien ainesten lajittelua. Lajittelu voi tapahtua joko jätteen syntypaikalla, keskitetyllä keräilyalueella tai kaatopaikalla.

Vuosaaren kaatopaikalla tapahtuu nykyresursseilla ainoastaan jätteen karkea kuormittainen jaottelu yhdyskuntajätteen, rakennusjätteen ynnä muiden jäteryhmien kesken. Tämä jaottelu ei kuitenkaan tähtää hyötykäyttöön, vaan kaatopaikan järjestelmälliseen rakentamiseen.

Uppsalan mallin mukaiselle keskitetylle lajittelulle on ominaista lajittelun suuri tehokkuus. Lajittelun ja osittaisen murskauksen aikana rakennusjäte erotellaan neljään osaan

- kevyet muovikelmut ja paperi
- puu, muovi ja kartonki
- rauta- ja peltiromu
- sora ja muu senkaltaisen materiaali.

Laitos maksoi vuoden 1981 hintatasolle muutettuna noin 20 milj. mk ja sen käsittelykapasiteetti yksivuorotyössä on 35 000 t vuodessa. Käyttöhenkilökuntaa laitoksella tarvitaan 5...6 henkeä.

Helsingin rakennusjäteongelma kyettäisiin ratkaisemaan yhdellä Uppsalan käsittelylaitosta vastaavalla laitoksella. 80 000 t vuotuinen jätemäärä edellyttäisi kahta tai kolmea työvuoroa. Ratkaisun mielekkyyteen vaikuttaa suuresti rakennusjättemääritietojen luotettavuus ja määrien kehitys pitemmällä tähtäimellä. Ilmeisesti nykytiedot rakennusjätteestä ovat vielä liian hataria tällaisten suurten laitosten rakentamista silmällä pitäen.

Erityistä huomiota suurten käsittelylaitosten suunnittelussa on kiinnitettävä laitoksen ympäristöystävällisyyteen ja ergonomisiin seikkoihin sekä laitoksen sijaintiin. Sijaintiongelma ei Helsingissä liene mahdoton ratkaista. Mitä ympäristöystävällisempi laitos on sitä helpompi on myös sijoituskysymys. Laitoksen tulisi olla lähellä jätteen tuottajia ja hyötykäyttökohteita. Tällöin olisi myös jätteen hyötykäyttöön palauttamiskustannukset vähäisempiä.

6.2

Lajittelu työmailla

Luonnollisin paikka jätteen lajittelulle on jätteen syntypaikka, koska siten välttyään jätteen moninkertaiselta käsittelyltä. Työmaalla lajittelun perusajatus on, että jätteet kootaan tietynlaista jätettä varten varatuille siirtolavoille. Tämän seurauksena siirtolavojen määrä työmaalla kasvaa ja lavan seisottamisaika pitenee. Tämä lisää lavakustannuksia ja vaatii suuremman tilan työmaalla. Lajittelun onnistumisen edellytyksenä on myös sen soveltuminen muun työn työrytmiin. Jos soveltaminen onnistuu hyvin ja työmaan koko sallii, voi lajittelusta työmaalla tulla vartenotettava vaihtoehto rakennusjätteen käsittelyketjussa.

Rakennusjätekyselyllä pyrittiin selvittämään näitä työmaalla tapahtuvaan lajitteluun vaikuttavia tekijöitä työmaan näkökulmasta katsottuna.

6.2.1

Lajittelumahdollisuudet

Rakennusliikkeiden kanta lajittelumahdollisuuksiin nähden jakaantui seuraavasti:

45 % liikkeistä on sitä mieltä, että työmaalla yleensä on mahdollisuuksia ainakin rajoitettuun lajitteluun.

40 % katsoo, että lajittelumahdollisuudet ovat vähäiset.

9 % pitää lajittelua työmaalla täysin mahdollisena.

2 % katsoo, että lajittelu on pitkälti asennuskysymys.

4 % ei ota työmaalla lajitteluun yleistä kantaa, vaan katsoo sen olevan aina tapauskohtainen kysymys.

Vastauksista voidaan päätellä, että vajaalla puolella työmaista voitaisiin toteuttaa ainakin jonkinasteista lajittelua. Täysin mahdollonta lajittelu on vain joka kymmenennellä työmaalla. 40 % työmaista, joissa lajittelumahdollisuudet ovat vähäisiä, voitaisiin kenties toteuttaa karkeaa esilajittelua esimerkiksi erottamalla polttokelpoinen jäte.

Vakavimpana lajittelua haittaavana tai sitä estävänä asiana pitää kaksi kolmasosaa rakennusliikkeistä ahtaista rakennuspaikoista johtuvaa tilanpuutetta. Lajittelusta koituvat kustannukset ovat joka toisen liikkeen mielestä este tai haitta lajittelulle. Yleensä lajittelu nähdään tarpeellisena. Eroteltavista jätteistä saatavan hyödyn tulisi tällöin kattaa lajittelusta aiheutuneet kustannukset. Kiireellisiä aikatauluja pitää yksi kymmenestä rakennusliikkeestä ja työvoimapulaa, vähäisiä jättemääriä sekä asenteita yksi kahdestakymmenestä rakennusliikkeestä jätteen lajittelun tiellä olevana esteenä tai haittana.

6.2.2

Eri jätteen aineiden soveltuvuus lajitteluun

Rakennusjäte koostuu yleensä pienistä eristä erilaisia aineksia. Niiden tekniset ominaisuudet, kuten tilavuuspaino, olomuoto, kokoyhänä muut, vaikuttavat oleellisesti käsittelyvyyteen ja lajittelun vaikeuteen. Esimerkiksi raskaiden massojen liikuttaminen vaatii nostokalustoa ja on siten kalliimpaa. Toinen lajittelukelpoisuuteen vaikuttava seikka on jätteen synty tapa. Jos yhdellä kertaa kertyy samaa ainesta suuria määriä, saattaa jäte olla jo valmiiksi lajiteltua. Jos sen sijaan useita aineksia kertyy samaan paikkaan sekaisin, erottelu on vaikeampaa. Lisäksi aineiden käsittelyä saattaa vaikeuttaa niiden likaisuus, liukkaus ynnä muut tekijät.

Lähes jokainen rakennusliike pitää jätetuuta helppona lajiteltavana. Ilmeisesti tähän vaikuttaa juuri puutavaran helppo käsittelyvyy ja synty tapa. Esimerkiksi saneerauskohteissa käsityönä hajotettavat puurakenteet on helppo ohjata heti erilleen muusta jätteestä. Lisäksi yhtenä helppouteen vaikuttavana tekijänä saattaa olla se, että puutavaraa on jo jonkin verran totuttu erottelemaan muusta jätteestä, koska sen käyttöarvo on helposti nähtävissä.

Helpohkoina lajiteltavissa olevina aineksina pidetään kiviaineksia ja maa-aineksia. Molempien käsittely on raskasta, mutta molemmat syntynevät yleensä erillään muusta jätteestä. Niiden synty lieenee useimmiten niin erillistä, että lajittelu on käytännössä muiden aineiden pitämistä niistä erillään.

Vaikeahkoina lajiteltavana aineksena pidetään tiiliä, metallia, paperia, muovia ja lasia. Nämä ainekset sekoittuvat keskenään heti rakennetta purettaessa. Niitä syntyy tiiliä lukuunottamatta yleensä niin pieniä määriä, että on vaikea panna jokaista ainesta omaan paikkaansa. Ne ovat myös usein kiinni samassa kappaleessa niin, että erottelu vaatisi kappaleen erillistä purkamista.

Vaikeasti lajiteltavana aineksena pidetään siivousjätettä ja betonia. Betonirakennetta purettaessa betoniaines hajoaa rakennuspaikalle suurempiin ja pienempiin lohkokareisiin sekä jauheeksi. Betonin erottelu vaatisi raskasta kalustoa ja lisäksi pikkutarkkuutta. Väljällä ja systemaattisesti ohjatulla työmaalla senkin erottelu voisi kenties tapahtua sujuvasti. Siivousjätteen lajittelun vaikeus johtuu siitä, että se sisältää liian monenlaista ainesta sekaisin.

6.2.3

Rakennusliikkeiden suhtautuminen lajitteluun

Rakennusjäte sisältää arvokkaita materiaaleja. Niiden vieminen kaatopaikalle ymmärretään tuhlaukseksi. Kun arvokkaat ainekset lajitellaan erilleen muusta jätteestä, ne voidaan saattaa hyötykäyttöön. Puutavaran erottamiseen muusta rakennusjätteestä suhtaudutaan kaikkein myönteisimmin. Rakennusliikkeistä 77 % ilmoitti lisäävänsä puutavaran lajittelua, jos kaupunki järjestäisi ilmaisen rakennusjätepuun vastaanoton. 11 % liikkeistä ei lisäisi jätepuun lajittelua tästä syystä. 12 % ilmoitti lajittelevansa jätepuun jo nykyisin.

Jätteenkäsittelymaksu nykytasollaan muodostaa noin 13 % rakentajalle jätteistä aiheutuvista kustannuksista. Rakennusjätekuormaa kohti maksu on keskimäärin 80 mk (27 mk/t). Ylijäämämassojen vastaanottomaksu on 20 mk/kuorma kuorman suuruudesta riippumatta. Jätteenkäsittelymaksussa saavutettava säästö saattaa hukkaa jätteen lajittelusta aiheutuneisiin kustannuksiin. On selvää, että käsittelymaksun lajittelua ohjaava vaikutus on tällöin varsin rajallinen. Rakennusliikkeistä 62 % on sitä mieltä, että käsittelymaksulla toteutettu hintapolitiikka ei ole vaikuttanut lajittelua lisäävästi. 31 % liikkeistä toteaa käsittelymaksun lisänneen lajittelua. Näistä 9 % sanoo toisena syynä käsittelymaksun ohella olleen yleisen hintojen nousun ja kuljetuskustannusten kasvun. 7 % rakennusliikkeistä ilmoittaa jälleenkäyttöhyödyn, puutavaran kohonneen hinnan, materiaalin säästämisen tai kiinteistökohtaisten jätteenhuoltosopimusten lisänneen lajittelua.

Työmaalla tapahtuvan rakennusjätteen lajittelun tiellä on vielä monia ongelmia. Kuitenkin rakennusliikkeiden keskuudessa näytetään suhtauduttavan tähänkin vaihtoehtoon ennakkoluulottomasti. Tutkimus osoitti, että asenteet eivät ole lajittelun esteenä. Tilaongelman ratkaiseminen lienee vaikeinta. Helpompaa sen sijaan on saattaa lajittelu taloudellisesti edullisempaan asemaan. Esimerkiksi palavan jätteen tuotto voidaan mitata suoraan markkoina. Kun lajittelukustannukset saadaan peitetyksi, voidaan varmasti suuri osa rakennusjätteestä saada hyötykäyttöön.

7. RAKENNUSJÄTTEEN HYÖTYKÄYTÖN JÄRJESTÄMINEN

7.1

Yleistä

Rakennusjätteen suuri määrä lienee erityisongelma Helsingille, sillä pienemmissä kunnissa ei vastaavaa esiinny.

Pienemmillä paikkakunnilla on yleistä, että purettavat talot huutokaupataan. Ostaja purkaa talon niin, että siitä saadaan käyttökelpoinen sahattu puutavara ja sahanpuru uudelleen käyttöön ja muu puutavara käytetään polttopuiksi. Tiilet ja betoni viedään nykyisin kaatopaikalle. Putkistot ja muu käytökelpoinen metalli viedään romukauppaan. Erittäin yleistä on vielä lisäksi, että kaatopaikalla kerätään loput puut ja metallit talteen.

Yllä kuvattu menetelmä ei tule kysymykseen Helsingissä monestakaan syystä. Työhön tarvittaisiin halpaa työvoimaa, tilaa varastointiin, omakotitaloja tai huviloita, jotka käyttäisivät puutavaran ja polttopuun hyödyksi ja niin edelleen. Keräily kaatopaikalla ei onnistune Helsingissä, koska Helsingin kokoisessa kaupungissa on jo täysi työ hoitaa jätteet peittoon ympäristövaatimusten mukaisesti.

7.2

Keskitetty hyötykäyttö

Rakennusjätteen keskitetty hyötykäyttö Helsingissä on järjestämättä. Keskitetty hyötykäyttö vaatisi sitä palvelevan tehokkaan järjestelmän. Keskitetty lajittelujärjestelmä lisää jätteen käsittelykustannuksia, mutta tuottaa arvokkaita raaka-aineita. Keskitetty hyötykäyttöjärjestelmä puolestaan mahdollistaa suurten ainesmäärien taloudellisemman hyödyntämisen. Esimerkiksi jättepuuta polttoaineena käyttävä voimalaitos tarjoaisi energiaa tuotettaessa paremman kannattavuuden kuin pienimuotoinen hyötykäyttö.

Uppsalassa toteutetussa hyötykäyttöjärjestelmässä kaikki palava materiaali hyödynnetään energian tuottamiseen. Rauta- ja peltiromu myydään terästeollisuudelle. Lasi, hiekka, sora ja muu sen kaltainen materiaali käytetään lajittelulaitoksen lähistölle levitettyjen käsiteltyjen massojen peitemaaksi. Tulevaisuudessa ne voidaan käyttää täytemateriaalina rakenteiden perustamisessa ja tienrakentamisessa.

Tämänhetkisten tietojen mukaan Helsingin rakennusjäte sisältää jätetuuta 38 % ja palavia aineksia yhteensä 49 %. Vuosittain jätetuuta menee kaatopaikalle noin 30 000 t ja palavia aineksia yhteensä noin 40 000 t. Jos sekalaisen rakennusjätteen koko vuotuinen määrä on 80 000 t, se vaatii kaatopaikkatilaa yli 70 000 m³. Vaikka tiedot Helsingin rakennusjätteestä ovat vielä puutteellisia, antavat nämä luvut kuvaa rakennusjäteongelman suuruudesta. Sopivan kaatopaikkatilan löytäminen on entistä vaikeampaa ja ympäristöhaittojen torjuminen tulee entistä kalliimmaksi. Tällöin voidaan tehdä johtopäätös, että myös kaatopaikkatilan säästäminen on säästää.

Tiedot rakennusjätteen kokonaismäärästä ja sen laadusta ovat niin puutteelliset, että laskelmia hyötykäyttöön kelpaavasta puusta ei ole syytä esittää. Varovaisesti arvioiden hyötykäyttöön kelpaavaa puuta voisi olla 10...20 000 t/a.

Hyötykäytössä voidaan edetä kahdella tavalla. Hyötykäyttö voidaan aloittaa varovaisesti käytännössä, jolloin nähdään, millaisia määriä puuta on saatavissa talteen. Toisena keinona on tehdä riittävän luotettavat selvitykset määrästä ja laadusta sekä tehdä varsin pitkälle meneviä suunnitelmia tietojen pohjalta. Tilanteen huomioon ottaen ensin mainittu keino lienee paras.

Jätetuun hyötykäytön kannattavuutta ei ole mahdollista tässä yhteydessä arvioida, koska ei ole tietoa, miten se hyödynnetään ja millä tavoin se saadaan talteen. Bruttoarvo polttohakkeena lienee 140 mk/t, mikä perustuu Tehdaspuu Oy:ltä saatuun tietoon, jonka mukaan Porvoossa sijaitsevalle voimalaitokselle toimitetun puuhakkeen hankintakustannukset eivät saa ylittää edellä mainittua arvoa. Muutoin voimalaitokselle on saatavissa halvempia polttoaineita. Voimalaitos käyttää muun muassa Tolkkisten sahan sahausjätettä, purua, kuorta ynnä muuta sellaista.

Mikäli jättepuuta puhdistetaan ja käytetään uudelleen korvaamaan metritavaraa, on puun arvo huomattavasti korkeampi kuin polttohakkeena.

Mikäli lajittelemalla saataisiin talteen 10 000 t/a, olisi kokonaisarvo polttohakkeen arvolla 1,4 milj./a.

7.3

Hyötykäyttö rakennustyömailla

7.3.1

Hyötykäytön määrä

Rakennustyömailla on perinteisesti keskitytty tuottamaan toivottu rakennussuorite tehokkaasti. 1970-luvulla rakennusteollisuus on joutunut kohtaamaan jyrkästi nousevat energian ja rakennusmateriaalien hinnat. Vaikka rakennusjätteen hyötykäyttö on vielä varsin vaatimattomalla tasolla, on jätehuollon kalleus pakottanut kiinnittämään jätteen hyödyntämiseen huomiota. Keskimäärin rakennusliikkeet hyödyntävät noin 10 % tuottamastaan jätteestä. Tarkempi hyötykäytön jakautuminen esitetään taulukossa 3.

Taulukko 3. Rakennusjätteen hyötykäyttö rakennustyömailla vuonna 1981.

Hyötykäytön suuruus % rakennusjätteestä	Rakennusliikkeiden jakauma %
0	47
1... 5	12
6... 10	19
11... 20	2
21... 50	6
51... 70	4
71... 100	0

Jättepuun hyödyntäminen on muiden aineiden edelläkävijänä. Rakennusliikkeistä noin 10 % ilmoittaa hyödyntävänsä kaiken jättepuun.

Koska materiaalihinnat, energian hinta ja kuljetuskustannukset ovat edelleen nousussa, on rakennustyömaiden sisäinen hyötykäyttö kasvamassa. Tämä johtanee rakennusjättemäärien lievään laskuun.

7.3.2

Hyödynnettävät ainekset ja hyötykäyttökohteet

Rakennusjätteen hyötykäyttöön vaikuttaa jätteen aineksen jalostusaste ja hyötykäytön helpous. Jos jätteen aineksen jalostusaste ja raaka-ainearvo on korkea, on usein myös hyötykäyttö kannattavaa. Kun jätteestä on saatavissa arvokasta hyötyä, voidaan sen hyödyntämiseksi panostaa enemmän. Jätteen hyötykäyttö työmaalla palkitsee rakentajan säästyeinä materiaalikustannuksina ja säästyeinä jätteen kuljetuskustannuksina. Nykypäivän rakentaja hyödyntää lähinnä jättepuuta, kiviaineksia, tiiliä ja metalleja.

Jättepuuta hyödyntää 42 % rakennusliikkeistä.

- 22 % käyttää jättepuuta polttopuuna
- 8 % käyttää jättepuuta piiloon jäävissä rakenteissa
- 12 % ei ilmoittanut jättepuun hyötykäyttötapaa tarkemmin.

Lisäksi noin 14 % rakennusliikkeistä antaa työmailla syntyvän jättepuun työntekijöille tai muille tarvitseville.

Kiviainesjätteitä hyödyntää 12 % rakennusliikkeistä. Kaikki käyttävät kiviaineksen täyttötöissä.

Tiiliä hyötykäyttää 4 % rakennusliikkeistä. Hyötykäyttö koskee ehjänä säilyneitä tiiliä, jotka käytetään uudelleen rakenteisiin.

Metalliromua ei varsinaisesti hyödynnetä työmailla. Rakennusliikkeistä noin 2 % kuitenkin myy metalliromun suoraan romuliikkeille.

8.

JÄTEPUUN MURSKAUS

8.1

Murskaus hyötykäyttöä palvelevana vaihtoehtona

Luonnonpuu on jo raaka-aineena pitkälle jalostunut luonnon prosesseissa. Kun se vielä eritavoilla muokataan rakennusteollisuuden käyttöön, on lopputulos niin korkealle jalostettu, että se tulisi ottaa mahdollisimman tarkasti jalostusastetta vastaavaan hyötykäyttöön. Tällaisen räätälintyönä tapahtuvan pienimuotoisemman hyötykäytön ohella on suurin osa jättepuusta sellaisessa muodossa, että se soveltuu parhaiten energian tuottamiseen.

Murskauksella tai hakettamisella saavutetaan monia hyötykäyttöä palvelevia etuja. Murskattu jättepuu vaatii massayksikköä kohden paljon vähemmän tilaa kuin hajallisena oleva jättepuu. Varastotilantarve vähenee ja kuljetuskustannukset pienenevät. Haketettua puutavaran käsittelykin on helpompaa. Kiinteää polttoainetta käytettäessä on polttoaineen syötössä usein vaikeuksia. Hakettua puutavaraa sitävastoin voidaan syöttää voimalaitokseen automaattilaittein. Lisäksi puun palaminen tapahtuu täydellisemmin ja hyötysuhde on näinollen parempi.

8.2

Liikkuva murskauslaitos

Jättepuun liikkuva murskauslaitos on liikkuvalle alustalle rakennettu kiinteää murskausasemaa kevyempi murskauslaitte. Toiminta perustuu siihen, että laitos kiertää joissakin keskeisissä tukikohdissa tai suuremmilla rakennustyömailla. Haketus tapahtuu tällöin työmaalla tai sen läheisyydessä.

Rakennusliikkeet suhtautuvat liikkuvaan murskauslaitokseen varsin varauksellisesti. 13 % rakennusliikkeistä on sitä mieltä, että liikkuva laitos on kiinteää murskausasemaa parempi vaihtoehto. Etuina pidetään laitoksen läheisyyttä ja jätteen kuljetuskustannusten pienentymistä. Liikkuvan järjestelmän haittoina pidetään laitoksen vaikeaa ajoitusta ja epäillään, ettei laitosta saa työmaalle oikeaan aikaan. Työmaan ahtaus saattaa estää kokonaan laitoksen tuonnin työmaalle. Haittapuolina nähdään myös kannattamattomuus pieniä työmaita ajatellen sekä laitoksen kunnossapitovaikeudet.

Osa rakentajista katsoo, että liikkuva murskausjärjestelmä aiheuttaa työmaalla enemmän järjestelyjä kuin rakennusjätteen lajittelu ja poiskuljetus sekä vaatii näihin verraten suuremman tilan. Rakennusliikkeistä 10 % on sitä mieltä, että liikkuva murskauslaitos ei ole ollenkaan mielekäs vaihtoehto.

Tampereen liikkuvan laitoksen kokemukset

Rauma-Repola Oy:n Lokomon tehtaiden rakentamasta liikkuvasta jätepuun murskausalaitoksesta ei ole vielä paljon käyttökokeuksia. Koska murskain on kehitetty kivenmurskaimesta, se on riittävän järeä epäpuhtaankin puun murskaamiseen. Sen vaatima tila on pieni. Tarvitaan vain alue, johon mahtuu kaksi täysperävaunua joko rinnakkain tai peräkkäin. Alueen pohjamaan kantavuuden tulee olla kuitenkin riittävä, jotta se kestäisi täyden murskekuorman.

Laitoksen melko halpa hinta ja helppo liikuteltavuus yhdistettynä sen murskauskapasiteettiin luovat mahdollisuudet säättää murskauskapasiteetti syntyvän rakennusjätepuumäärän vaatimalle tasolle. Liikkuva laitos soveltuu parhaiten myös kokeilu- luontoiseen murskaustoimintaan vaiheessa, jolloin vakiintunutta järjestelmää ei ole vielä luotu.

8.3

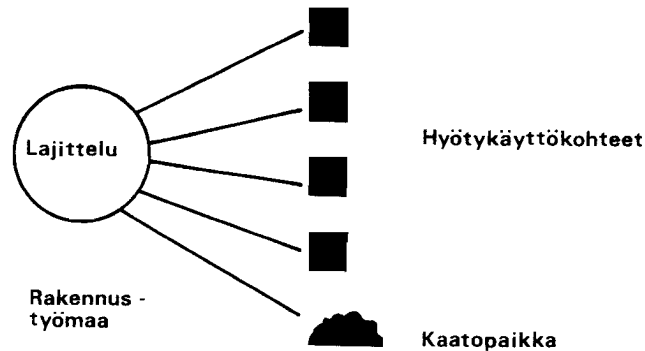
Kiinteä murskauslaitos

Kiinteän murskausaseman olennaisena kysymyksenä on sen sijoitus. Kuljetusmatkojen jätepuun tuottajilta murskausasemalle tulisi olla lyhyet. Murskausaseman ympäristöhaitat rajoittuvat lähinnä melu- ja liikennehaittoihin.

Helsingissä toimivista rakennusliikkeistä 39 % pitää kiinteää murskausasemaa liikkuvaa laitosta parempana. Keskitetyn murskauksen paremmuus perustuu lähinnä murskausaseman suureen tehokkuuteen sekä järjestelmän selkeyteen pieniä työmaita ja jätemääriä ajatellen. Tärkeänä seikkana pidettiin aseman sijoitusta. Haittapuolina tulivat esille mahdolliset pitkät kuljetusmatkat ja suuret kuljetuskustannukset.

9.
 RAKENNUSJÄTEKYSELYN TULOKSENA SAATUJA
 RAKENNUSJÄTEHUOLLON KEHITTÄMISEHDOTUKSIA

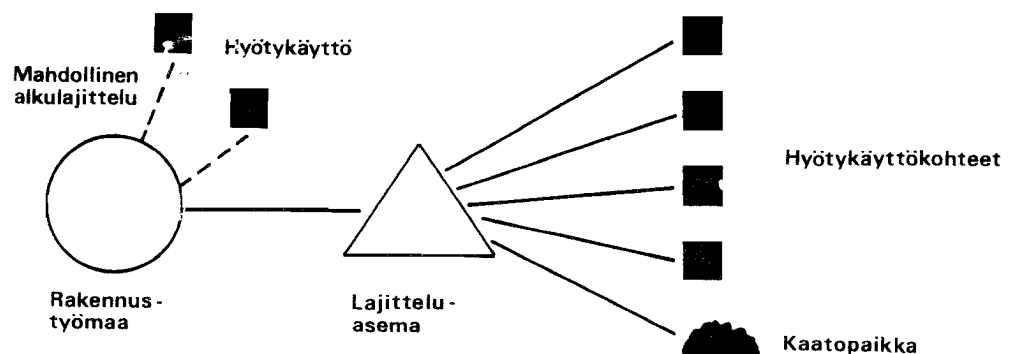
Kehittämisehdotukset jakautuivat lähinnä kahteen pääryhmään. Ensimmäinen toimintavaihtoehto esitetään kuvassa 1.



Kuva 1. Rakennusjätteen käsittely työmaalla, vaihtoehto 1.

Rakennusjätteen lajittelu tapahtuu ehdotuksen mukaan rakennustyömailla, josta eri jätteenkseen kuljetetaan suoraan hyötykäyttökohteisiin. Käyttökelpoton jäte vietään kaatopaikalle. Lajittelu voitaisiin toteuttaa jätteenkäsittelymaksujen porrastamisella tai hyötykäyttöön toimitettavien aineksien arvon korvaamisella jätteen tuottajalle.

Toinen toimintavaihtoehto esitetään kuvassa 2.



Kuva 2. Rakennusjätteen käsittely lajittelu-
 asemalla, vaihtoehto 2.

Rakennusjätteen lajittelu tapahtuu ehdotuksen mukaan eri puolilla kaupunkia toimivissa lajitteluasemissa, jonne rakennustyömaat toimittavat jätteensä. Lajitteluasemilta jäteaineet toimitetaan hyötykäyttökohteisiin ja arvoton jäte viedään kaatopaikalle. Rakennustyömaalla voidaan mahdollisesti toteuttaa jonkinasteista alkulajittelua ja kuljettaa osa hyötykäyttöön kelpaavista aineksista suoraan hyötykäyttökohteisiin.

10. YHTEENVETO

Samaan aikaan kun yhteiskunta kamppailee yhä kasvavien energialaskujen kanssa on huomio kiinnittynyt kotimaisten poltto-aineiden käytön lisäämiseen. Rakennusjäte sisältää runsaasti energian tuottamiseen sopivaa polttokelpoista ainesta ja muuta hyötykäyttöön soveltuvaa materiaalia. Nykyään rakennusjäte joutuu kaatopaikalle.

Rakennusjätteen käyttöönotto edellyttää rakennusjätehuollon ja hyötykäyttöorganisaation kehittämistä. Rakennusjätteen hyötykäyttö rakennustyömailla on vaatimattomalla tasolla. Hyötykäyttöä työmailla voidaan lisätä, mutta rakennusjäteongelma ei tule vielä sillä hoidetuksi. Tarvitaan keskitettyä hyötykäyttöä. Lajittelun avulla rakennusjäte saadaan sellaiseen muotoon, että eri ainesten hyötykäyttö on mahdollista. Lajittelua voidaan toteuttaa rakennustyömailla ja keskitetysti. Rakennusliikkeet suhtautuvat työmailla lajitteluun myönteisesti, vaikka lajittelua haittaamassa on useita ongelmia. Keskitetty lajittelu puolestaan on helpompaa ja tehokkaampaa, mutta se vaatii suurempia investointikustannuksia. Huolellisen lajittelun jälkeen rakennusjätettä voidaan hyödyntää eri tavoilla. Esimerkiksi jätepuuta voidaan haketettuna käyttää korvaamaan tuontienergiaa miljoonien markkojen arvosta.

GEOTEKNISEN OSASTON TIEDOTTEET

N:o			Hinta
1	15. 1.1973	GEOTEKNILLISET KARTAT JA NIIDEN KÄYTTÄMINEN	30,-
2	1.11.1973	KAUPUNKISUUNNITTELUN GEOTEKNILLINEN TUTKIMUS JA SUUNNITTELU	50,-
3	1. 3.1974	KUNNALLISTEKNIIKAN GEOTEKNILLINEN TUTKIMUS JA SUUNNITTELU	50,-
4	1. 8.1974	TÄYTTÖMÄKIEN RAKENTAMINEN KAUPUNKIALUEELLA	50,-
5	1.12.1974	MELUSUOJARAKENTEIDEN PERUSTAMIS-TAPASELVITYS	30,-
6	12. 1.1976	KITKAPAALUJEN KANTAVUUS	30,-
7	15. 2.1977	PUTKIJOHTOJEN POHJARAKENTEIDEN MITOITTAMINEN	50,-
8	1. 4.1977	METROTUNNELIEN INJEKTOINTI	120,-
9	15.11.1977	KALLIOTUNNELIEN KÄYTTÖ VARASTOINTIIN	50,-
10	10.10.1978	RAKENTAMISEN VAIKUTUS POHJAVETEEN HELSINGIN KESKUSTASSA, Heikki Tikkanen	70,-
11	15.10.1978	KLUUVIN RUHJEEN JÄÄDYTYKSI, Olli Arkima	120,-
12	20. 1.1979	PUISET PERUSRAKENTEET, Pekka Raudasmaa	50,-
13	1. 3.1979	VOIMALAITOSTUHKAN JA POLTTOLAITOSKUONAN HYÖTYKÄYTTÖ RAKENTAMISESSA	50,-
14	1. 6.1979	PEHMEIKÖLLE PERUSTETTAVAN PIENTALON PAINUMIEN LASKEMINEN, Ilkka Vähäaho	50,-
15	1. 5.1980	POHJAVESITARKKAILU -80	50,-
16	1. 9.1979	KATSAUS TUNNELIEN RAKENTAMISTEKNIIKAN NYKYTILAAN ATLANTAN KANSAINVÄLISEN TUNNELIKONFERENSSIN PERUSTEELLA	-
17	30. 3.1981	MATKAKERTOMUS TUTUSTUMISMATKALTA TUKHOLMAN YHTEISKÄYTTÖTUNNELIIN, Jarmo Roinisto	50,-

N:o			Hinta
18	27. 1.1981	KIVIHIILIVOIMALAN TUHKAN KÄYTTÖ MAARAKENTEISSA, Jorma Havukainen	50,-
19	30. 3.1981	YHTEISKÄYTTÖTUNNELEIDEN TEKNIS- TALOUDELLINEN SELVITYS, Jarmo Roinisto	50,-
20	11. 9.1981	TALONRAKENNUKSEN MAARAKENTEET JA NIIDEN LAADUNVALVONTA, Pekka Vuola	50,-
21	23. 9.1981	TONTTIALUEIDEN MAARAKENTEET, Osmo Korhonen, Jorma Havukainen	30,-
22	11.12.1981	ESIMERKKEJÄ JÄTTEIDEN HYÖTYKÄYTÖSTÄ RAAKA-AINEENA JA ENERGIANLÄHTENÄ, Jorma Havukainen	-
23	1. 7.1982	KIVIHIILIVOIMALAN TUHKIEN HYÖTYKÄYTTÖ- SELVITYS KUNNALLISTEKNIKKASSA, Jorma Havukainen	50,-
24	1. 8.1982	RAKENNUSJÄTTEEN ALUSTAVA HYÖTYKÄYTTÖ- SELVITYS, Ahti Latvala	30,-