

Janne Pulkkinen

Jätehuollon tehostaminen työmailla

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Rakennustekniikka

Insinöörityö

27.1.2013

| | |
|--|--|
| Tekijä Otsikko | Janne Pulkkinen Jätehuollon tehostaminen työmailla |
| Sivumäärä Aika | 47 sivua + 6 liitettä 27.1.2013 |
| Tutkinto | Insinööri (AMK) |
| Koulutusohjelma | Rakennustekniikka |
| Suuntautumisvaihtoehto | Tuotantotekniikka |
| Ohjaajat | Laboratorioinsinööri Matti Leppä Metropolia AMK Logistiikkakoordinaattori Marko Rinne NCC Rakennus Oy |
| <p>Tämä insinöörityö tehtiin NCC Rakennus Oy:n asuntorakentamisen yksikölle. Yrityksessä oli havaittu rakennustyömaiden jätehuollossa olevan paljon parannettavaa, niin jätemäärien kuin jätehuollon logistiikankin osalta. Tavoitteena oli saada kartoitettua jätehuollon nykyinen tila jätemäärien ja jätehuollon kustannusten osalta ja pyrkiä saamaan selville mahdolliset kompastuskivet tiellä kohti tehokasta jätehuoltoa.</p> <p>Tutkimuksessa perehdyttiin uudistuneeseen jätelakiin ja sen vaikutuksiin työmaiden käytäntöihin. Jättemäärien osalta tutkittiin yleisesti Suomessa ja suomalaisessa rakennusteollisuudessa sekä yksityiskohtaisesti NCC Rakennus Oy:n asuntorakentamisen yksikön työmailla kertyviä määriä ja jätejakeita. Jätehuoltologistiikan osalta tutkimukset keskittyivät siihen, kuinka jätteitä varastoidaan ja liikutellaan työmailla ja siihen, kuinka ne saataisiin kuljetettua työmaalta pois tehokkaasti ja mahdollisimman vähän varsinaista rakentamista häiriten.</p> <p>Tutkimuksessa vertailtiin viiden eri jo valmistuneen asuinkerrostalotyömaan jätteiden määriä, jätelajeja, jätemaksuja, logistisia kustannuksia ja jätehuoltoon käytettävän työvoiman kustannuksia. Näistä laskelmista saatiin selville jätehuollon todelliset kustannukset jokaiselta vertailtavalta työmaalta ja keskiarvoja hyväksikäyttäen saatiin laskettua jätehuollon kustannuksia koko NCC Rakennus Oy:n asuntorakentamisen yksikön vuosituotantoon suhteutettuna.</p> <p>Työn tuloksena saatiin selvitettyä jätehuollon kustannukset työmaille ja löydettiin syyt siihen, mitkä johtavat runsaisiin jätemääriin työmailla. Lisäksi tehtiin työnjohtajille muistilista, jossa on listattuna ne asiat, jotka tulee ottaa huomioon työnsuunnittelussa, jotta päästäisiin kohtuullisempiin jätemääriin, koska tehokkain tapa tehostaa jätehuoltoa on vähentää syntyneen jätteen määrää. Mikäli jätteen määrää ei vähennetä, niin silloin ei jätehuoltoakaan tehostu.</p> | |
| Avainsanat | Jätehuolto, jätehuollon kustannukset, rakennustuotanto |

| | |
|--|--|
| Author Title | Janne Pulkkinen Rationalization of Waste Management in Construction Sites |
| Number of Pages Date | 47 pages + 6 appendices 27 January 2013 |
| Degree | Bachelor of Engineering |
| Degree Programme | Civil Engineering |
| Specialisation option | Construction and Site Management |
| Instructors | Marko Rinne, Logistics co-ordinator Matti Leppä, Laboratory Engineer |
| <p>This thesis was written for NCC Rakennus Oy Asuntorakentaminen. The motive was the fact that waste management on NCC's construction sites needed improvement. The aim of the thesis was to analyse the current state of the company's waste management: to define the amount of the waste produced and the costs incurred and to determine the potential pitfalls in making the waste management more effective.</p> <p>This thesis examines the renewed Waste Act and its impact on construction sites' waste management. The amounts and types of the waste produced on a construction site were analyzed by examining the Finnish construction industry in general and also the construction sites of NCC Rakennus Oy. Also the logistics of construction sites' waste management was examined by studying the storing and transporting of the waste. The aim was to find the way to transport a waste efficiently from the construction site so that it would not disturb the actual construction work.</p> <p>The waste management costs on NCC's construction sites were defined by comparing and analyzing five of NCC's construction sites. The analyzed factors were the amounts of the waste produced, waste types, waste costs, logistic costs and the labor costs. The calculations revealed the true cost of waste management on each of these sites. The average values of these calculations made it possible to calculate the waste management costs for NCC Rakennus Oy's construction sites in general.</p> <p>As a result of this thesis the real costs of waste management on construction sites were defined and the factors that lead to large amounts of waste on construction sites were revealed. In addition a checklist was created for construction sites' supervisors. This checklist was created to facilitate the planning in order to reach more equitable waste volumes, because the only way to improve waste management is to reduce the amount of waste produced.</p> | |
| Keywords | waste management, costs, building production |

Sisällys

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | Johdanto | 1 |
| 2 | Rakennustyömaan jätehuollon lainsäädäntö | 3 |
| 2.1 | Jätelaki uudistuksen jälkeen | 3 |
| 2.2 | Lakimuutoksen vaikutus työmaan toimintaan | 4 |
| 2.2.1 | Etusijajärjestys | 4 |
| 2.2.2 | Valvonnan tehostaminen | 5 |
| 3 | Jätehuolto | 6 |
| 3.1 | Jätteiden määrä Suomessa | 6 |
| 3.2 | Rakennusjätteiden määrät vuonna 2010 | 7 |
| 3.3 | Jätehuollon kustannukset yleisesti uudisrakennustyömaalla | 8 |
| 3.4 | Jätehuollon periaatteet rakennustyömaalla | 9 |
| 3.4.1 | Jätteiden vähentäminen | 10 |
| 3.4.2 | Lajittelu | 12 |
| 4 | Logistiikka | 14 |
| 4.1 | Logistiikka rakennustuotannossa | 14 |
| 4.2 | Jätehuollon logistiikka | 16 |
| 4.2.1 | Jätteiden välivarastointi työmaalla | 17 |
| 4.2.2 | Jätteiden poiskuljetus työmaalta | 21 |
| 4.3 | Rakennusjätteen liikuttelu ja välivarastointi työvaiheittain | 21 |
| 4.3.1 | Perustus- ja runkovaihe | 21 |
| 4.3.2 | Sisätyövaihe | 21 |
| 5 | Jätehuollon nykytila NCC:ssä | 24 |
| 6 | Jätehuollon kustannukset | 25 |
| 6.1 | Kustannusten synnyn selvitys | 25 |
| 6.1.1 | Jättemaksut ja -määrät | 26 |
| 6.1.2 | Logistiikan kustannusten synty | 27 |
| 6.1.3 | Työnhinnan kertyminen | 28 |

| | | |
|-------|---|----|
| 6.2 | Jätehuollon kustannusten vertailu esimerkkityömaiden kesken | 28 |
| 6.2.1 | Työmaa 1 | 28 |
| 6.2.2 | Työmaa 2 | 30 |
| 6.2.3 | Työmaa 3 | 33 |
| 6.2.4 | Työmaa 4 | 36 |
| 6.2.5 | Työmaa 5 | 38 |
| 6.3 | Vertailujen yhteenveto | 41 |
| 6.3.1 | Keskiarvot työmaiden jätemääristä ja jätekustannuksista | 41 |
| 6.3.2 | Tulosten yhteenveto | 42 |
| 7 | Työn yhteenveto | 44 |
| | Lähteet | 46 |

Liitteet

Liite 1. Jätehuollon muistilista työnjohdolle.

Liite 2. Jäteraportti: Työmaa 1.

Liite 3. Jäteraportti: Työmaa 2.

Liite 4. Jäteraportti: Työmaa 3.

Liite 5. Jäteraportti: Työmaa 4.

Liite 6. Jäteraportti: Työmaa 5.

1 Johdanto

Jätehuolto ja jätehuollon logistiikka ovat yhdessä keskeisessä osassa rakennustyömaiden viihtyvyyttä ja logistiikkaa. Jätehuollon ollessa retuperällä esimerkiksi työmaalla liikkuminen vaikeutuu, tavarantoimittajien pääsy työmaalle saattaa hankaloitua ja sotkuisen työmaan seurauksena työteho alenee, jolla taas on suora yhteys tuottavuuden laskuun. Suunnittelematon jätehuolto on myös kustannuksiltaan huomattavasti kalliimpaa kuin hyvin suunniteltu jätehuolto.

Tämän tutkimuksen toimeksiantajan, NCC Rakennus Oy Asuntorakentaminen, motiivina työlle on sekä työmaiden jätehuollon todella korkeat kustannukset että NCC:n halu yrityksenä olla hyvänä esimerkkinä kaikille rakennusaloimijoille ja toimia ympäristöä kunnioittaen.

Asuntorakentaminen-yksikössä on havaittu, että heidän asuntorakennustyömaillaan on jätehuollon tehokkuuden osalta parannettavaa niin siisteydellisesti kuin taloudellisestikin. Osalla työmaista jätehuolto on heikossa kunnossa järjestyksen ja siisteyden osalta, mutta lähes kaikilla työmailla on ollut havaittavissa, että jätehuoltoon budjetoidut rahavarat eivät riitä koko työmaan ajaksi.

Jätehuoltoon on myös alettu kiinnittää yhä enemmän huomiota, koska vuoden 2012 toukokuussa voimaan tulleen jätelain tavoitteena on vähentää kaatopaikoille sijoitettavan rakennusjätteen määrää. Yrityksessä tehtyjen havaintojen perusteella on oletettavissa ainakin jätteiden lajittelun osalta parannettavaa, koska jätteiden tehokas lajittelu on todettu hankalaksi erityisesti työmailla, joissa pienille tonteille rakennetaan isoja rakennuksia.

Edellä esitettyjen syiden johdosta tämän insinööritöön tarkoituksena on selvittää, mistä nämä jätehuollon ongelmat johtuvat, kuinka suuret jätehuollon todelliset kustannukset oikeasti ovat ja mitä asioita korjaamalla näihin jätehuollon ongelmiin voitaisiin löytää toimintaa tehostavat ratkaisut.

Tämän työn tutkimusnäkökulma on rajattu koskemaan asuinkerrostalotyömaita, koska asuinkerrostalot ovat suurin ja merkittävin rakennustyyppi, joita NCC:n Asuntorakentaminen-yksikön toimesta rakennetaan.

Tutkimuksen toteutuksessa tullaan hyödyntämään pääsääntöisesti kirjallisuudesta ja internetistä saatavaa tietoa, jota on runsaasti tarjolla. Tutkimuksessa tullaan tutkimaan ja vertailemaan muutamilla työmailla syntyneitä jätemääriä, lajiteltuja jätelajikkeita ja jätehuollosta syntyneitä kustannuksia. Tässä apuna tulevat toimimaan NCC:n tilastot ja jäteraportit.

2 Rakennustyömaan jätehuollon lainsäädäntö

Suomessa rakennustyömaiden jätteiden käsittelystä määrää ja ohjeistaa jätelaki (646/2011) ja Valtioneuvoston asetus jätteistä (179/2012).

Sekä jätelain että jätelain nojalla säädetyn Valtioneuvoston asetuksen tarkoitus on vähentää jätteen määrää ja haitallisuutta, ehkäistä jätteistä ja jätehuollosta aiheutuvaa vaaraa ja haittaa terveydelle ja ympäristölle, edistää luonnonvarojen kestäväää käyttöä, varmistaa toimiva jätehuolto ja ehkäistä roskaantumista [1].

Euroopan Unionin vuonna 2008 julkaiseman jätedirektiivin tavoite on, että jäsenmaiden tulee tehostaa jätteen kierrätystä niin, että vuonna 2020 rakennus- ja purkujätteestä vähintään 70 % kierrätetään ja paperi-, metalli-, muovi- ja lasijätteestä vähintään 50 % kierrätetään [2].

Koska jätteen määrä ei ollut muutamassa vuodessa vähentynyt toivotusti eikä jätteiden kierrätys ja muu hyödyntäminen tehostunut tavoitteiden mukaisesti, päätettiin säätää uusi, entistä tiukempi ja selkeämpi laki jätteiden käsittelyyn. Uusi jätelaki tuli voimaan 1.5.2012. [3.]

2.1 Jätelaki uudistuksen jälkeen

Jätelakia uudistettaessa rakennusteollisuuden kannalta tärkeät painopisteet olivat etusijajärjestyksen noudattamisen tehostaminen, toimijoiden valvonnan ja seurannan tehostaminen, toimijoiden vastuiden täsmentäminen, tuottajan vastuun laajentaminen pakkausjätteiden jätehuollon järjestämisessä sekä kierrätysvaatimusten tiukentaminen. Kaikkien näiden muutosten tavoite on vähentää jätteiden käsittelyä kaatopaikoilla. Lisäksi osa käsitteistöistä muuttui uuden lain myötä. [3.]

Lakiuudistuksen yksi merkittävä tavoite on, että Suomi on vuonna 2016 jätehuollon osalta Euroopan Unionin edistyskellisten maiden tasolla. Päästäksemme kyseiseen tavoitteeseen on materiaalitehokkuutta parannettava ja jätteen määrää ja haitallisuutta vähennettävä. Tämä edellyttää, että käytössä on monipuolinen valikoima vaihtoehtoisia jätteenkäsittelymenetelmiä, joista valitaan aina tapauskohtaisesti sopivin jälleenkäsittelymenetelmä etusijajärjestyksen mukaisesti. Tämän lisäksi vähintään 50 % yhdyskunta-

jätteestä on kierrätettävä tai käsiteltävä biologisesti ja kierrätykseen soveltumaton jäte on hyödynnettävä energiana, jolloin kaatopaikoille sijoitettavan jätteen määrä olisi vähäistä. [3.]

2.2 Lakimuutoksen vaikutus työmaan toimintaan

Työmaan kannalta suurimmat ja tärkeimmät uudistukset ovat etusijajärjestyksen entistä tehokkaampi huomioon ottaminen ja jätehuollon tarkempi kirjanpito sekä siirtoasiakirjoista huolehtiminen.

2.2.1 Etusijajärjestys

Suuri merkitys rakennustyömaan kannalta on etusijajärjestyksen tehostaminen. Jätelain toisen luvun kahdeksannen pykälän ensimmäisessä momentissa määritetään etusijajärjestyksestä seuraavaa:

Kaikessa toiminnassa on mahdollisuuksien mukaan noudatettava seuraavaa etusijajärjestystä: Ensisijaisesti on vähennettävä syntyvän jätteen määrää ja haitallisuutta. Jos jätettä kuitenkin syntyy, jätteen haltijan on ensisijaisesti valmistettava jäte uudelleenkäyttöä varten tai toissijaisesti kierrätettävä se. Jos kierrätys ei ole mahdollista, jätteen haltijan on hyödynnettävä jäte muulla tavoin, mukaan lukien hyödyntäminen energiana. Jos hyödyntäminen ei ole mahdollista, jäte on loppukäsiteltävä. [Jätelaki 646/2011 2:8§.]

Työmailla on siis tavoitteena vähentää syntyvän jätteen määrää ja mahdollisuuksien mukaan ottaa jätteet uudelleen käyttöön. Koska rakennusjätettä kuitenkin syntyy, tulee työmailla lajitella ja eritellä jätteet. Työmailla tulee järjestää jätteiden erilliskeräys, mikäli se on teknisesti ja taloudellisesti mahdollista, ainakin seuraaville jätteille:

- betoni-, tiili-, kivennäislaatta- ja keramiikkajätteet
- kipsipohjaiset jätteet
- kyllästämättömät puujätteet
- metallijätteet
- lasijätteet
- muovijätteet
- paperi- ja kartonkijätteet

- maa- ja kiviainesjätteet. [4.]

Lisäksi vaaralliset jätteet tulee erotella ja ne on pakattava ja merkittävä niin, että jätteen siirtoa ja ominaisuuksia voidaan seurata syntypaikalta alkaen [1].

2.2.2 Valvonnan tehostaminen

Jätelain tavoite valvonnan tehostamiseen kulminoituu rakennustyömaan kannalta siihen, että jätteen tuottajan tulee pitää aikajärjestyksen mukaista kirjanpitoa. Kirjanpidossa tulee ilmetä ainakin seuraavat tiedot:

- jätteen määrä
- jäteluettelon mukainen jätteen nimi ja kuvaus jätelajista sekä olennaiset tiedot jätteen ominaisuuksista ja koostumuksesta
- vaarallisesta jätteestä pääasialliset vaaraominaisuudet
- jätteen vastaanottajan ja kuljettajan nimi ja yhteystiedot sekä jätteen käsittelytapa. [4.]

Lisäksi työmaan tulee huolehtia siirtoasiakirjoista. Jätelain 13. luvussa 121 §:n toisessa momentissa mainitaan seuraavaa:

Jätteen haltijan on huolehdittava siitä, että siirtoasiakirja on mukana jätteen siirron aikana ja että se annetaan siirron päätyttyä jätteen vastaanottajalle. Vastaanottajan on vahvistettava jätteen vastaanotto ja vastaanotetun jätteen määrä asiakirjaan tehdyllä allekirjoituksellaan. Siirtoasiakirja voi olla sähköisesti tallennettuna, jos se varustetaan sähköisin allekirjoituksin ja on luettavissa kuljetuksen aikana. Jätteen haltijan ja vastaanottajan on säilytettävä allekirjoittamansa siirtoasiakirja tai sen jäljennös kolmen vuoden ajan allekirjoituksesta. [Jätelaki 646/2011 121§.]

Luovutettaessa jätteet kuljetettavaksi, jatkokäsiteltäväksi tai hävitettäväksi yritykselle, joka omaa asian mukaiset luvat, on pidettävä huoli siitä, että työmaalle jää työmaan oman jätekirjanpidon lisäksi siirtoasiakirja.

Rakennusjätteen haltijat, eli rakennustyömaat ovat vastuussa jätteistään siihen asti, kunnes jätteet on luovutettu jätteenkuljettajalle tai jätteenvälittäjälle, jolla on asian mukaiset luvat [5].

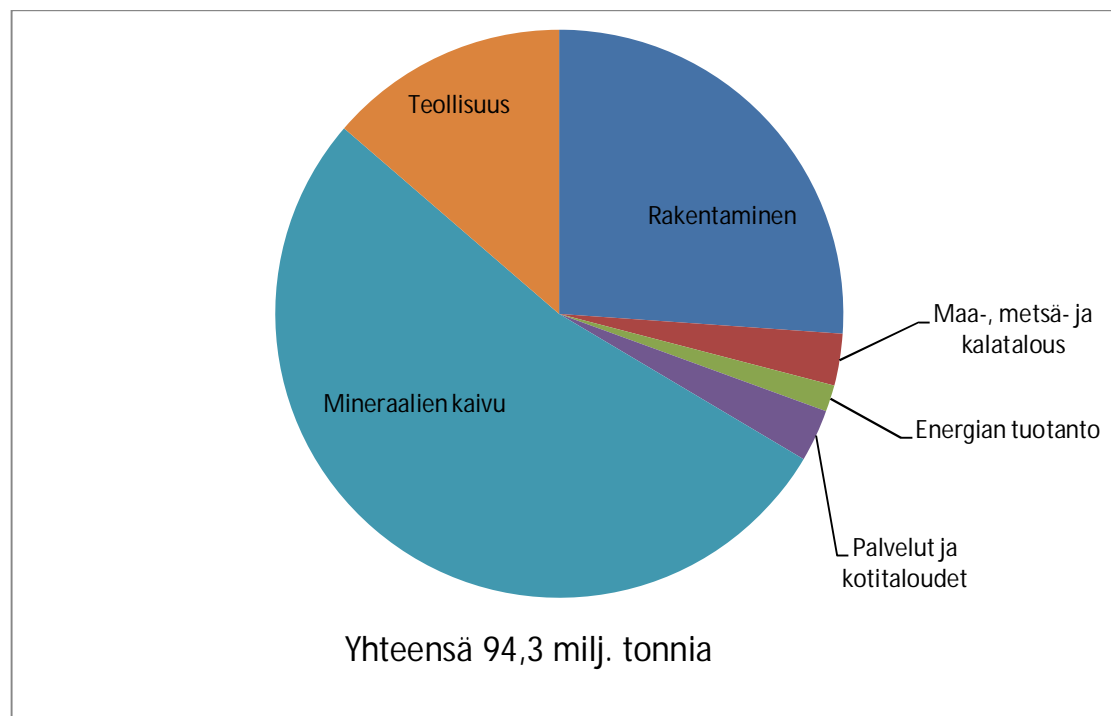
3 Jätehuolto

3.1 Jätteiden määrä Suomessa

Suomessa kokonaisjättemäärät ovat kasvaneet 2000-luvulla koko ajan tasaisesti johtuen kaivostoimintojen laajenemisesta Suomessa. Esimerkiksi vuonna 2006 Suomen kokonaisjättemäärä oli noin 69 miljoonaa tonnia ja siitä 31 %, eli 21,5 miljoonaa tonnia oli mineraalien kaivusta syntynyttä jätettä [6]. Vuonna 2010 kokonaisjättemäärä oli jo yli 94 miljoonaa tonnia, joista mineraalien kaivu tuotti yhteensä lähes 50 miljoonaa tonnia [8.]

Rakentaminen on toiseksi merkittävin jätteiden tuottaja. Rakentamisen kokonaisjättemäärät ovat pysyneet suhteellisen tasaisina, noin 25 miljoonassa tonnissa vuosittain, jo useamman vuoden ajan. [7.]

Seuraavassa kuviossa seitsemän esitetään, kuinka paljon kullakin sektorilla syntyi jätettä vuonna 2010.

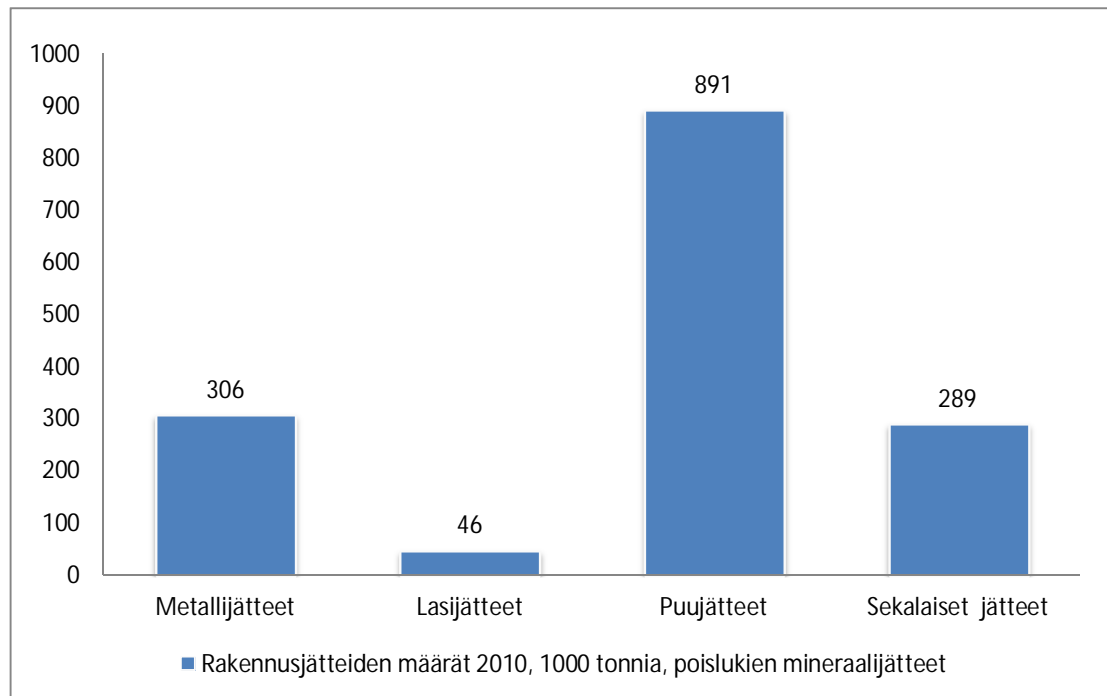


Kuvio 1. Jättemäärät Suomessa sektoreittain vuonna 2010, luvut miljoonaa tonnia [8.]

Kuten kuviosta 1 käy ilmi, Suomessa syntyi vuonna 2010 jätettä yhteensä 94,3 miljoonaa tonnia. Ylivoimaisesti suurin jätteenaiheuttaja oli mineraalien kaivu, joka sisältää pääasiassa kaivostoimintaa. Mineraalien kaivusta aiheutui yhteensä 49,7 miljoonaa tonnia jätettä, joka oli vuoden 2010 koko Suomen jätemäärästä yhteensä lähes 53 %. Toiseksi eniten jätettä syntyi rakentamisen myötä, yhteensä 24,6 miljoonaa tonnia, joka vastasi noin 26 % koko Suomen jätemäärästä. Kolmanneksi eniten jätettä tuotti teollisuus, yhteensä 12,9 miljoonaa tonnia, joka vastasi lähes 14 % koko Suomen jätemäärästä. Loput jätteet, eli 7 miljoonaa tonnia, syntyivät kolmelta sektorilta, jotka olivat palvelut ja kotitaloudet 2,8 miljoonalla tonnilla, maa-, metsätalous ja kalastus, myös 2,8 miljoonalla tonnilla sekä energiantuotanto, jonka toimesta syntyi 1,4 miljoonaa tonnia jätettä. Nämä kolme viimeistä sektoria vastaavat noin 7,5 % koko Suomen jätemäärästä.

3.2 Rakennusjätteiden määrät vuonna 2010

Rakennusjätteet koostuvat tilastollisesti viidestä jäteryhmästä: mineraalijätteet, metallijätteet, lasijätteet, puujätteet ja sekalaiset jätteet. Näistä ylivoimaisesti suurimmat jättemassat syntyvät mineraalijätteistä: 23,1 miljoonaa tonnia, eli koko rakennusjätteen määrästä noin 94 %. Seuraavasta kuviosta kaksi käy ilmi, mistä jäljellä jäävä 1,53 miljoonaa tonnia koostuu. [8.]



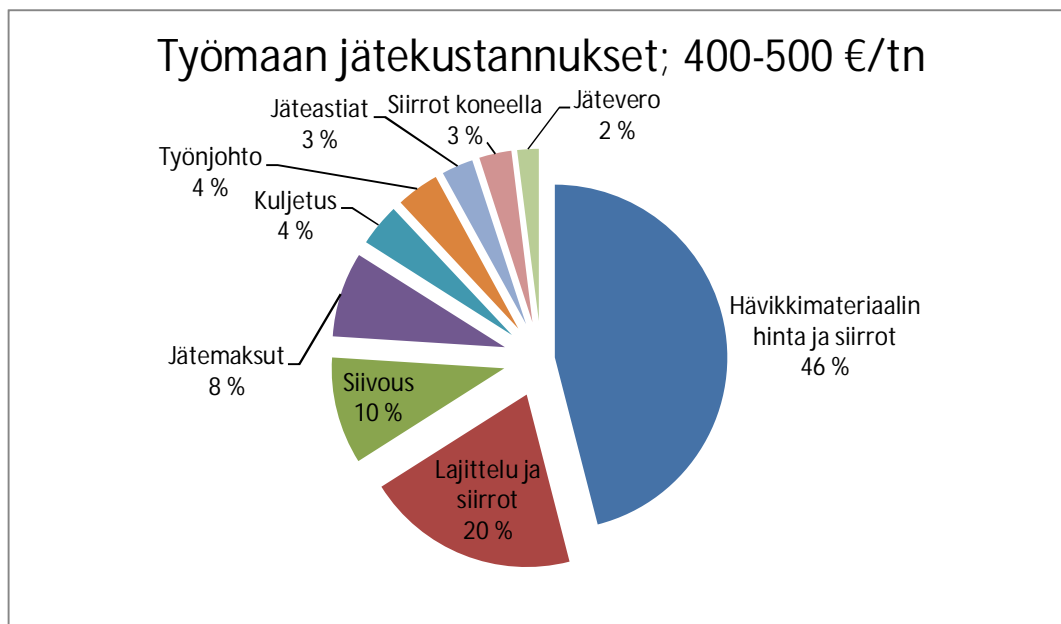
Kuvio 2. Rakennusjätteiden määrät vuonna 2010, pois lukien mineraalijätteet. [8.]

Yllä olevasta kuvioista käy ilmi rakennusjätteiden määrät jätelajeittain, ilman rakennustöissä syntyviä mineraalijätteitä. Puujätettä syntyy toiseksi eniten, yhteensä 891 000 tonnia, joka on koko rakennusjättemäärästä 3,6 %. Kolmanneksi eniten rakennusjätettä kertyy metallijätteestä, 306 000 tonnia ja se vastaa reilua prosenttia rakennusjätteen määrästä. Sekalaisia jätteitä kertyy neljänneksi eniten, yhteensä 289 000 tonnia, joka myös on noin prosentin rakennusjätteen kokonaismäärästä. Lisäksi lasijätettä kertyy jonkin verran.

3.3 Jätehuollon kustannukset yleisesti uudisrakennustyömailla

Talonrakennustyömailla jätekustannusten hinta on keskimääräisen arvion mukaan noin 400–500 €/jätetonne [10].

Alla olevasta kuvioista kolme voidaan huomata, että tästä summasta hieman alle puolet kertyy materiaalihävikin hankintakustannuksista. Materiaalihävikin kerätessä lähes puolet jätteiden kustannuksista toiseksi eniten kustannuksia kertyy työlle, joka muodostaa noin 40 % jätekustannuksista.



Kuvio 3. Jätehuoltokustannusten muodostuminen. [11.]

Mikäli työmaan jätehuolto on suunniteltu, jätemäärän tulisi asettua kohteen toteuttamistavoista ja ominaisuuksista riippuen noin 2-6 kg / m³. Asuinkerrostalotyömaan ollessa 10 000 m³ jätettä syntyy noin 20–60 tonnia ja kustannuksia syntyy noin 8 000-30 000 euroa. Mikäli laskelmiin otetaan mukaan jätteiden aiheuttama tuottavuuden aleneminen, kustannuksiin saattaa tulla noin 10 000 euron lisä. [10.]

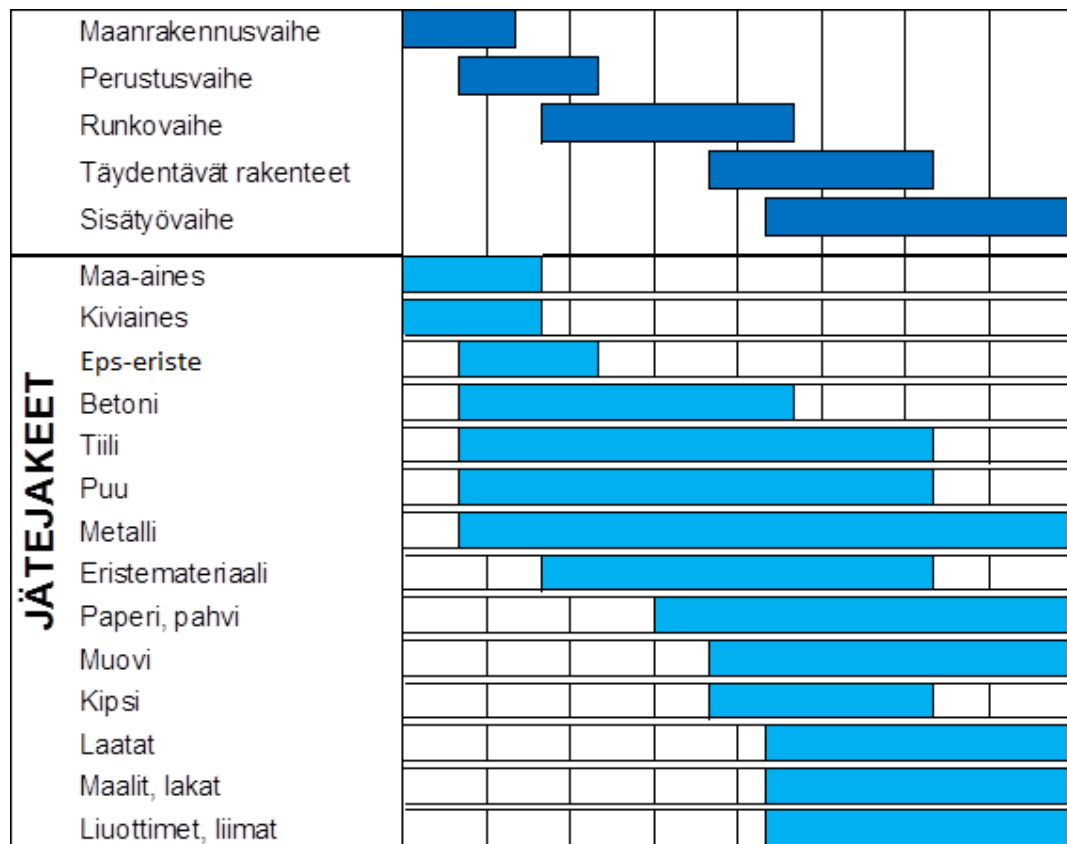
Rakennustyömaiden jätekustannusten vähentämisessä on välttämätöntä pyrkiä vähentämään syntyneiden jätteiden määrää ja lajitella syntyneet jätteet omiin jätelajeihin mahdollisuuksien mukaan. Jätehuoltokustannusten tarkastelu tulee suorittaa kokonaisuutena, jossa kaluston ja käsittelymenetelmien valinnan lähtökohtana on kokonaiskustannusten minimointi [11].

3.4 Jätehuollon periaatteet rakennustyömaalla

Jätehuollon suunnittelu on osa työmaan tuotannosuunnittelua. Rakennustyömaalle tulee laatia jätehuoltosuunnitelma, joka on osa työmaan ympäristösuunnitelmaa, kattamaan koko rakennusajan niin, että jätehuolto suunnitellaan aina rakennusvaiheiden mukaan. Jätehuoltosuunnitelman tarkoituksena on helpottaa työmaata suorittamaan jätteidenkäsittely lakia noudattaen, taloudellisesti ja turvallisesti. [13.]

Jätehuollon suunnittelussa on oleellista vähentää jätteen määrää ja ottaa talteen käytökelpoiset jätteet uudelleen käytettäviksi. Rakentamisen suunnittelu ja toteutus tulee suorittaa siis siten, että hyödynnettävät ja laissa määrätyt jätelajit pidetään erillään toisistaan. [10.]

Jätehuoltoa suunniteltaessa on hyvä arvioida, kuinka jätettä syntyy kussakin työmaan eri vaiheessa alkaen maanrakennuksesta jatkuen aina sisätyövaiheeseen asti. Kuviossa 4 näkyy, kuinka jätteet tyypillisesti jakautuvat työmaalla työvaiheittain. [11.]



Kuvio 4. Eri jätelajien tyypillinen esiintyminen työmaan eri vaiheissa. [11.]

3.4.1 Jätteiden vähentäminen

Jätteiden vähentäminen alkaa jo rakennussuunnitteluvaiheessa. Kokonaisuutena jätteiden vähentämisen hierarkia (kuvio 5.) perustuu ajattelumalliin, jossa vähentäminen alkaa jätteiden synnyn ehkäisemisestä jatkuen itse jätteen vähentämiseen, jonka jälkeen syntynyt jäte käytetään uudelleen. Jäte, jota ei pystytä uudelleen käyttämään,

kierrätetään, jolloin syntyy vähemmän sekajätettä. Tästä kaikesta seuraa se, että jätettä jää mahdollisimman vähän hävitettäväksi ja loppukäsiteltäväksi.



Kuvio 5. Jätteen vähentämisen hierarkia. [14.]

Suunnitelmia tehtäessä tulee miettiä, kuinka itse rakennustyö suoritetaan siten, että rakennusmateriaaleja käytetään säästeliäästi. On mietittävä, onko tavarantoimittajan mahdollista toimittaa tilattavat tavarat määrämittäisenä tai olisiko mahdollista käyttää esimerkiksi esivalmistettuja tuotteita joissain työvaiheissa. Materiaaleja tilattaessa tarvittavat määrät tulee laskea mahdollisimman tarkasti. Tavoitteena näillä toimilla on se, että työmaalle ei tulisi ylimääräistä tavaraa missään vaiheessa, jolloin materiaalihukka olisi mahdollisimman vähäistä. Mikäli kuitenkin työmaalle tulee ylimääräistä materiaalia, on materiaali pyrittävä saamaan hyötykäyttöön. [13.]

Materiaalien uudelleenkäyttö on tehokas tapa vähentää rakennusjätteen määrää. Esimerkiksi muottilaudoitusten uudelleenkäyttö vähentää hyvin paljon rakennustyömaan aikana syntyvää puujätteen määrää. Käyttämällä materiaaleja uudelleen mahdollisuuksien mukaan, lajiteltavaksi, kierrätettäväksi ja hävitettäväksi menevän jätteen määrä vähenee.

Pakkausjätteiden määrän vähentämisessä suuri vastuu on tavarantoimittajilla. Työmaa kuitenkin pystyy edesauttamaan pakkausjätteiden vähentämisessä tilaamalla mahdollisimman suuria määriä kerralla, jolloin pakkausjätettä syntyy suhteellisesti vähemmän kuin pieniä määriä tilattaessa. Työmaalla on pyrittävä siihen, että yksittäispakattuja

tuotteita tilattaisiin vain poikkeustapauksissa. Myös oikea-aikaisilla toimituksilla voidaan usein vähentää syntyvän pakkausjätteen määrää, kun materiaaleja ei tarvitse suojata työmaalla pitkäksi aikaa. [13.]

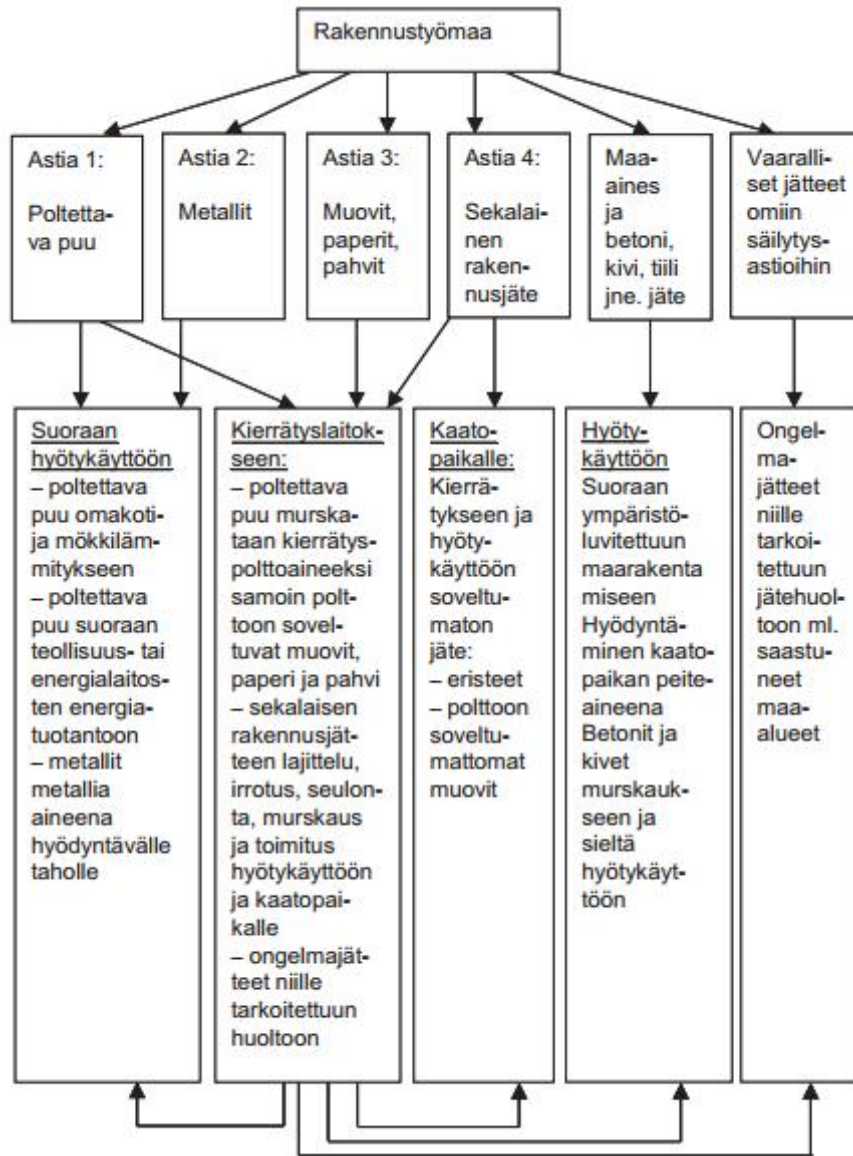
Jätteiden vähentämisen tavoitteena on saada mahdollisimman vähän jätettä loppusijoitukseen kaatopaikoille sekä kustannussäästöjä säästyvien materiaalien kustannuksista, jätteiden siirtokustannuksista työmaalla, kuljetuskustannuksista jatkokäsittelyyn tai loppusijoitukseen, käsittelymaksuista ja jäteverosta. [13.]

3.4.2 Lajittelu

Jätteiden lajittelu on yksi tärkeimmistä suorituksista kohti Euroopan Unionin jätedirektiivin tavoitetta, jossa 70 % rakennus- ja purkujätteistä kierrätettäisiin vuoteen 2020 mennessä. Lajittelemalla jätteet jo työmaalla syntyy kustannussäästöjä, koska jätteen käsittely on halvempaa jätteen ollessa valmiiksi lajiteltuna verrattuna siihen, että jätteen käsittelyyn erikoistunut yritys hakisi jätteet sekajätteenä työmaalta, jolloin samasta jätteestä maksettaisiin monikertainen jätemaksu.

Ihanteellisin tapa lajitella rakennustyömaalla syntyneet jätteet on syntypaikkalajittelumallinen lajittelutapa (Kuvio 6). Tämän mallin mukaan lajittelu tulisi siis suorittaa mahdollisuuksien mukaan jo jätteen syntypaikalla ja toimittaa sieltä edelleen työmaalla oleviin keräysastioihin, jolloin jätteitä ei tarvitse moneen kertaan siirrellä astioista toisiin. Jäteastioita työmaalla tulee olla jätelain mukaan ainakin betoni-, tiili-, kivennäislaatta-, keramiikka-, kipsi-, kyllästämättömät puu-, metalli-, lasi-, muovi-, paperi-, kartonki- ja kiviainesjätteet, kuitenkin niin, että lajittelun suorittaminen on teknisesti ja taloudellisesti mahdollista ilman suurta haittaa.

Todellisuudessa rakennustyömaalla ei ole kuitenkaan resursseja lajitella jokaista jätelajia tarkasti, jolloin on mietittävä, mitkä jätteet jätetään lajittelematta. Tämä tarkoittaa siis sitä, että jätteitä, joita kertyy suhteellisen vähän, esimerkiksi keramiikka- ja lasijätteitä, ei lajitella muuten kuin laittamalla syntyvät jätteet sekajätteen sekaan. Näin ollen kyseiset jätelajikkeet seulotaan kierrätyslaitoksissa jätteenkäsittelyyn erikoistuneiden yritysten toimesta, kuten kaikki työmaalta sekajätteenä lähteneet jätteet. Lajitellut jätteet menevät joko suoraan hyötykäyttöön tai kierrätyslaitokseen, josta hyötykäyttöön soveltuvat jätteet ohjataan esimerkiksi energiantuotantolaitoksiin polttoaineeksi.



Kuvio 6. Esimerkkikuvio rakennusjätteen syntypaikkalajittelupainotteisesta mallista [15.]

4 Logistiikka

Logistiikka sanana periytyy jo muinaisesta kreikan kielestä. Sanan käyttö yritystoiminnassa yleistyi 1980- ja 1990-luvuilla. ”Logistiikka” on terminä vielä melko uusi, joten sen sisältö on vielä vakiintumaton ja se voidaan ymmärtää eri tavoin. [9.]

”Logistiikka” terminä voidaan pelkistää ympäröivästä sisältämään materiaali-, tieto- ja pääomavirtojen, hankinnan, tuotannon, jakelun, kierrätyksen, huolto- ja tukipalveluiden, varastointi-, kuljetus- ja muiden lisäarvopalvelujen sekä asiakaspalvelun ja -suhteiden kokonaisvaltaista johtamista ja kehittämistä. Nämä edellä mainitut toimenpiteet muodostavat yhtenäisen prosessin, joka kulkee läpi koko yrityksen, unohtamatta yritykseen liittyviä sidosryhmiä, joista tärkeimpiä logistiikan kannalta ovat tavarantoimittajat ja asiakkaat. [9.]

4.1 Logistiikka rakennustuotannossa

Logistiikasta rakentamisen yhteydessä puhuttaessa tulee usein mieleen ainoastaan kuljetukset, mutta todellisuudessa siihen sisältyy paljon muutakin. Logistiikkaan rakentamisen yhteydessä sisältyy kokonaisia toimintaketjuja suunnittelusta materiaalityöntekijän valmistusprosessiin ja tuotteen asennukseen työmaalla ja tämän jälkeenkin vielä erinäisten jätteiden jatkotoimituksiin joko lajiteltavaksi tai loppukäsitteltäväksi. Näiden kaikkien toimintaketjujen tavoitteena on tyytyväinen loppuasiakas. Kokonaisuuden toimimassa oikein kaikki osapuolet hyötyvät toimivasta logistiikasta. [12.]

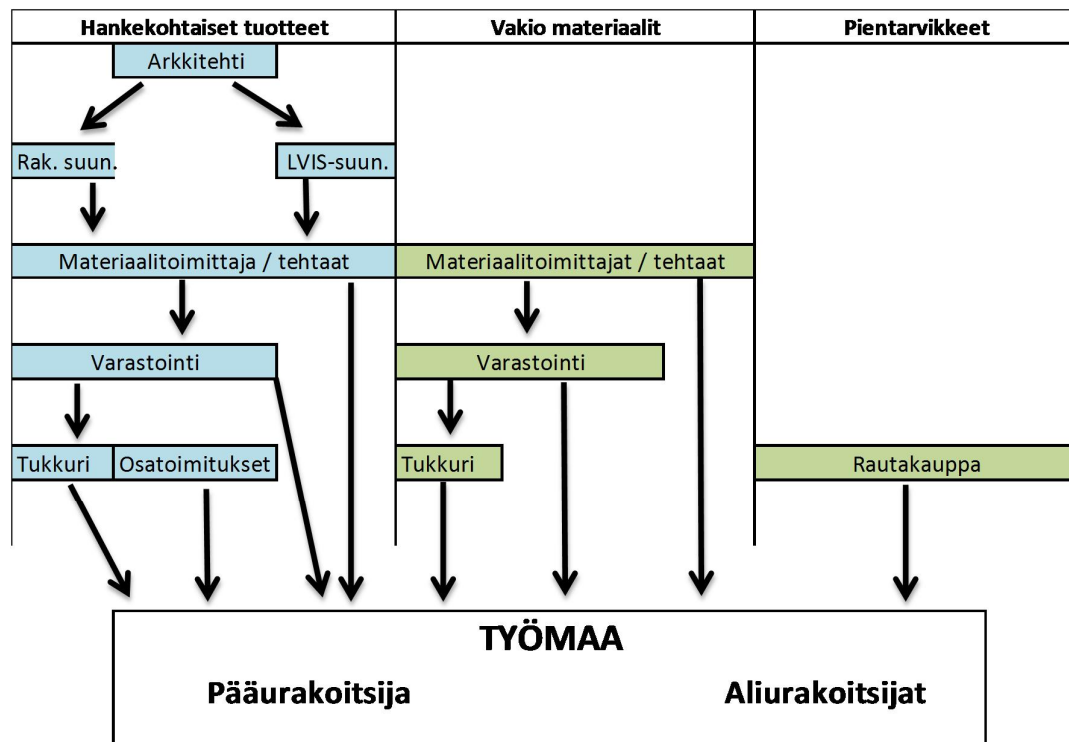
Rakennustuotannossa logistiikkaketjuja on kolme päätyyppiä:

- hankekohtaiset tuotteet
- vakiomateriaalit
- pientarvikkeet.

Hankekohtaisten tuotteiden logistiikkaketju, jonka tuotteita ovat esimerkiksi rakennuskohtaista suunnittelua vaativat elementit, on näistä kolmesta tyypistä pisin. Ketju alkaa jo arkkitehdistä, siirtyen useiden eri suunnittelijoiden kautta materiaalityöntekijöihin ja siitä taas joko suoraan työmaille tai varastoitaviksi välivarastoihin, joista tuotteet toimitetaan tukkureiden ja muiden välillä kautta työmaalle. [12.]

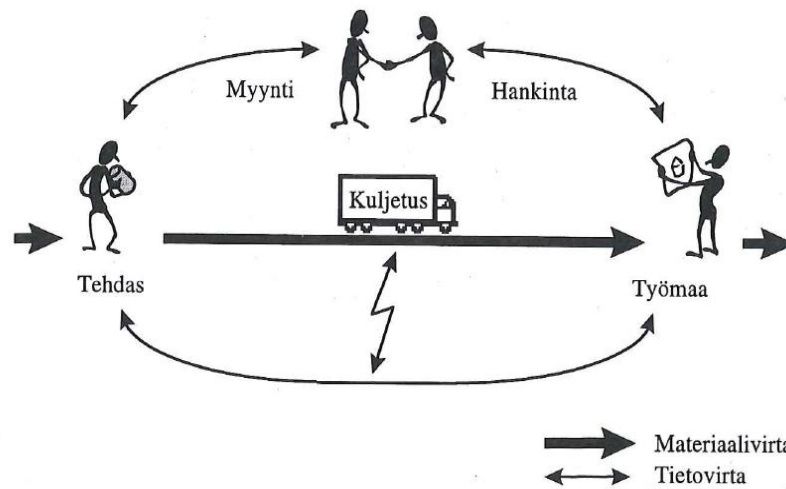
Vakiomateriaalien logistiikkaketju, jonka tavaroita ovat esimerkiksi kipsilevyt, toimii isoimmissa yrityksissä useimmiten suoraan työmaan ja materiaalin valmistajan välillä. Materiaalivalmistaja voi joissain tapauksissa käyttää välivarastointia ja erillisiä tukkureita. Työmaalle tuotteet tulevat siis joko suoraan tehtaalta, välivarastosta tai erilliseltä tukkurilta. [12.]

Pientarvikkeiden logistiikkaketju on selkein. Se toimii pelkästään työmaan ja rautakaupan välillä. [12.]



Kuvio 7. Rakennustuotannon erityyppiset logistiikkaketjut. [12.]

Lähtökohtaisesti kaikkien rakennustuotantoon liittyvien logistiikkaketjujen keskipisteenä toimii rakennustyömaa. Työmaan tulologistiikkaan sisältyvät saapuvat materiaalit ja niihin liittyvien informaatiovirtojen hallinta (kuvio 8). Lähtölogistiikka sisältää jätteiden lähettämisen kierrätettäväksi tai mikäli kierrätys ei ole mahdollista, jätteiden lähettämisen loppusijoitettavaksi. Työmaan kokonaislogistiikan toimimisen kannalta tulee informaation toimia hyvin kaikkien osapuolien välillä, jolloin kaikki osalliset ovat tietoisia työmaan tarpeista. Suurin vastuu tästä on työmaalla ja hankinnalla. [12.]



Kuvio 8. Materiaalitoimitusten hallinnan osallistuvat osapuolet toimittaja- ja asiakasyrityksessä. [12.]

Rakennusalalla on tavarantoimittajilta saatavia erilaisia lisäpalveluita, joita kutsutaan logistiikkapalveluiksi. Näiden palveluiden tarkoitus on helpottaa työmaa-aikaista materiaalienkäsittelyä. Palveluiden taloudellinen kannattavuus tulee aina tarkistaa tapauskohtaisesti. Näitä palveluja ovat muun muassa:

- pakkausten merkitseminen työmaan haluamalla tavalla, esimerkiksi huoneistokohtaisesti
- materiaalien pakkaaminen osakohteittain, esimerkiksi huoneiston ikkunat ja parvekkeet samassa paketissa
- vaihtoehtoinen purkutapa, esimerkiksi HIAB-purku.

4.2 Jätehuollon logistiikka

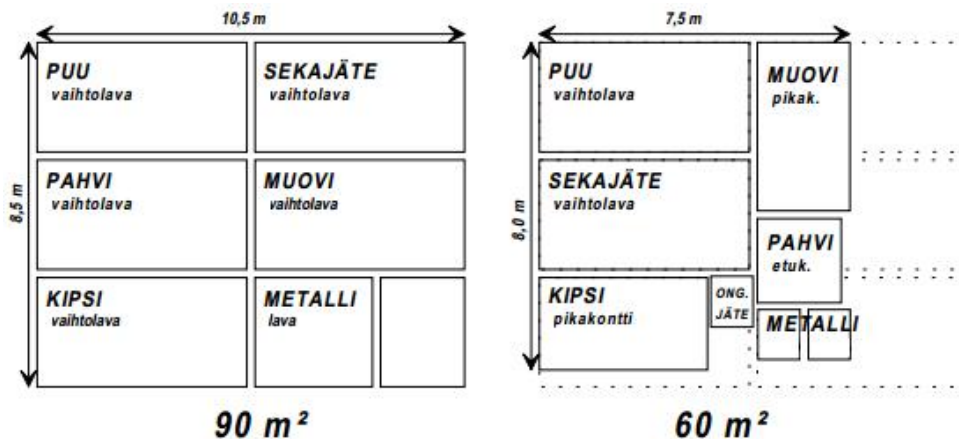
Suuri osa työmaiden logistiikasta liittyy jätteiden liikuttamiseen ja varastointiin. Näiden asioiden toimivuuteen vaikuttavat monet asiat. Kaikki jätteisiin liittyvät logistiset asiat tulee olla hyvin suunniteltu. Mikäli näin ei ole, on olemassa suuri riski, että jätehuolto ei

ole työmaalla toimivaa. Jätehuollon logistiikkaa suunniteltaessa tulee huomioida muun muassa itse jätteiden siirrot jätteen synty paikalta ulos välivarastointipaikoille, välivarastointipaikan sijoittuminen työmaalla ja jätteiden poiskuljetus työmaalta.

4.2.1 Jätteiden välivarastointi työmaalla

Jätteiden liikutteluun vaikuttaa suuresti se, missä vaiheessa rakennustyöt ovat. Perustus- ja runkovaiheissa jätteiden siirtely on hyvin erilaista kuin sisätyövaiheissa, ja myös syntyvät jätteet ovat jätelajeiltaan hyvin erilaisia. Perustus- ja runkovaiheessa mahdollinen nosturin käyttö helpottaa jätteiden siirtelyä ja sisätyövaiheessa rakennushissit ovat suureksi avuksi.

Työmaan tontin ahtaus vaikuttaa oleellisesti siihen, kuinka jätteiden välivarastointi on mahdollista. Tontin ollessa hyvin ahdas ja tilan jätteistöille rajallinen, tulee työmaakohteisesti suunnitella, minkälaisia jätteistöitä työmaalle tilataan ja kuinka astioiden sijoittelu järjestetään. Valitsemalla oikeat kokoiset ja tarpeen mukaiset astiat oikeisiin tilanteisiin saadaan säästettyä tilaa ja toimivuutta saadaan parannettua.



Kuvio 9. Esimerkki, kuinka jätteistöiden vaatimaa tilaa voidaan vähentää muuttamalla kalustoa. [11.]

Jätteistöitä on olemassa monenlaisia. Suosituimpia ovat vaihtolavat, joita on useita eri kokoja, alkaen noin 10 m³:n lavasta aina lähes 40 m³:n lavaan. Näiden lavojen väliin mahtuu useita erikokoisia lavoja ja jotkut lavat on mahdollista saada kannellisina. Valikoima vaihtelee toimittajien kesken melko paljon. Pienten vaihtolavojen tilan tarve on

noin kahdeksan neliötä. Isommat lavat, jotka ovat vaihtolavoista suosituimpia, ovat pinta-alaltaan noin 14 m^2 ($2,5 \text{ m} \times 5,5 \text{ m}$). Näiden lavojen tilavuus vaihtelee laitojen korkeudesta riippuen noin 16 m^3 :stä aina 30 m^3 :in.

Pienimmät vaihtolavat sopivat erinomaisesti raskaille jätteille, kuten betoni- ja tiilijätteille, sillä pieni tilavuus minimoi lavan liikakuormituksen. Pienten lavojen etuna isoihin lavoihin verrattuna on pienempi tilantarve, jolloin ne sopivat ahtaille työmailla. Huonoin puoli pienissä lavoissa on tiheämpi tyhjennysväli. Isommat, noin 20 m^3 :n, lavat sopivat erinomaisesti puu- ja sekajätteille, varsinkin tilavilla tonteilla. Isompien lavojen huono puoli on niiden tilan tarve, koska itse lava on suurempi, mutta myös, siksi että isommalle lavalle tarvitaan kookkaampaa kuljetuskalustoa. Vaihtolavojen tyhjäyksen yhteydessä tulee pieni viive, kun täyden lavan tilalle joudutaan vaihtamaan tyhjä lava.



Kuvio 10. Vaihtolava

Yksi jäteastiamalleista on etukontti. Etukontin tarvitsema tila on suhteellisen pieni kontin tilavuuteen nähden. Kontteja on erikokoisia toimittajasta riippuen, neljästä kuutiosta kahdeksaan kuutiometriin. Neljän kuutiometrin kontti tarvitsee tilaa vähän yli kolme neliometriä ja kahdeksan kuutiometrin kontti noin $4,5$ neliometriä. Verrattuna 10 kuutiometrin vaihtolavaan, jonka tilan tarve on noin kahdeksan neliometriä, etukontti on tilankäytöllisesti huomattavasti tehokkaampi, kun lähes samaan tilaan saadaan mahduttua kaksi etukonttia, joiden tilavuus on yhteensä 16 kuutiometriä. Etukontti sopii esi-

merkiksi muovien, pahvien ja sekajätteen keräykseen. Merkittävin etukontin heikkous on sen täyttäminen, koska kontissa on vain yksi luukuin suljettava täyttöaukko, joka on molemmat luukut avattuina leveydeltään 1,8 metriä ja korkeudeltaan 0,9 metriä. Tämän vuoksi täytön on aina tapahduttava käsikäyttöisesti. Etukontin tyhjitys suoritetaan paikalla tehokkaasti ja nopeasti etukuormaajalla, jolloin tyhjätytty etukontti on heti käyttövalmiina tyhjäyksen jälkeen.

Jäteastioista pikakontti on jätteenkeräysastia, jossa on päällä useampi luukku, jotka ovat kooltaan 0,9 metriä kertaa 0,9 metriä. Astioiden koot vaihtelevat neljästä kuutiometristä kahdeksaan kuutiometriin. Pikakontti tyhjenetään paikan päällä jäteautoon. Pikakontin vaatimat pinta-alat vaihtelevat pienimmän neljän kuutiometrin kontin kuudesta neliömetristä kahdeksan kuutiometrisen vajaan 11 neliömetriin. Pikakontti soveltuu kooltaan pienten jätteiden varastointiin, esimerkiksi muovit ja parakkijätteet voidaan välivarastoida pikakonttiin. Luukkujen pienen koon ja suurehkon pinta-alatarpeen vuoksi pikakonttien käyttö on rakennustyömaaolosuhteissa harkittava tarkaan.

Siirrettävä vaihtolavarunkoinen jätepuristin on tehokas tapa välivarastoida seka-, energia- ja pahvijätettä. Rakennustyömaille soveltuvien jätepuristimien tilavuudet vaihtelevat 11:stä kuutiometristä 20 kuutiometriin. Näiden väliin mahtuu 16 kuutiometrin tilavuuden omaava puristin. Puristimien tarvitsemat pinta-alat vaihtelevat pienimmän puristimen reilusta 12 neliömetristä suurimman puristimen reiluun 16 neliömetriin. [16.]

Puristimien vahvuuksiin lukeutuu muun muassa vaihtolavoihin verrattuna reilusti harvempi tyhjennysväli, jäteastioiden vaivattomampi tyhjennys hydraulisen kaatolaitteen ansiosta ja jätteiden pysyminen puristimen sisällä. Puristimen käyttö on kuitenkin myös hankalaa, koska puristin tarvitsee aina ulkoisen virtalähteen ja tasaisen, pedatun alustan. Tämä vaatii paljon tarkempaa työmaasuunnittelua, koska puristimen siirtely ei näin ollen saa olla yhtä suunnittelematonta, kuin vaihtolavojen kanssa on totuttu tekemään.



Kuvio 11. Jätepuristin työmaalla

Jätteiden keräysastioita on myös monenlaisia. Työmailla suosittuja ovat muun muassa erikokoiset pyörillä varustetut jäteastiat. Pienet 140, 240 tai 360 litran astiat on varustettu kahdella pyörällä, suuremmat 400, 660, 770 ja 1000 litran astiat on varustettu neljällä pyörällä. Näiden keräysastioiden etuja ovat liikuteltavuus ja erityisesti pienten astioiden kuljetettavuus työntekijöiden mukana työpisteestä toiseen. Myös erilaisia työmaavaunuja käytetään työmailla jätteiden keräämiseen ja kuljettamiseen. Nämä vaunut ovat tilavia ja kantavuudeltaan hyvää luokkaa, jolloin myös raskaiden jätteiden kerääminen onnistuu kätevästi. Edellä mainittujen keräysvälineiden käyttö edellyttää hissien olemassaoloa.



Kuvio 12. Vasemmalta oikealle työmaavaunu, 660 litran jäteastia ja 240 litran jäteastia. [16],[17]

On olemassa myös pelkkiä roskiksia, jotka tyhjenetään paikan päällä toiseen suurempaan kuljetusastiaan / -vaunuun, jolla jätteet siirretään välivarastointiin tarkoitettuun

jäteastiaan. Tällaiset roskikset toimivat hyvin huoneistokohtaisina sekajätteen keräysastioina, mutta eivät sovellu suurille jätteille eivätkä toimi pääasiallisena roskiksena.

4.2.2 Jätteiden poiskuljetus työmaalta

Työmaalta jätteet kuljetetaan pois pääsääntöisesti ulkopuolisen jätteenkäsittelyyn erikoistuneen yrityksen toimesta. Astioiden tyhjennys tulee tilata yritykseltä aina jäteastian täyttyessä, mikäli yrityksen kanssa ei ole erikseen sovittu tiettyä tyhjennysväliä, esimerkiksi tyhjennys kerran viikossa.

Tyhjennys tapahtuu keräysastiasta riippuen joko vaihtamalla täysi astia tyhjään astiaan tai vaihtoehtoisesti astian tyhjäys tapahtuu suoraan jäteautoon. Mikäli käytössä oleva jäteastia kytetään tyhjentämään suoraan autoon, säästytään työmaalla ylimääräiseltä liikenteeltä, jolloin varsinainen työmaaliikenne saa toimia vapaammin ilman häiriöitä. Jätepuristimien tyhjäys tapahtuu puristimien vähyyden vuoksi siten, että auto käy tyhjämissä puristimen jätteenkäsittelypaikalla ja tuo saman puristimen takaisin tyhjänä. Tämän seurauksena työmaa saattaa olla ilman puristinta muutaman tunnin. Vaihtolavojen yleisyyden vuoksi lavojen vaihto voidaan suorittaa paikan päällä.

4.3 Rakennusjätteen liikuttelu ja välivarastointi työvaiheittain

4.3.1 Perustus- ja runkovaihe

Perustus- ja runkovaiheiden jätteet ovat pääasiassa isokokoisia ja raskaita rakennusjätteitä, kuten pitkiä lautoja, terästankojen pätkiä ja betonimurikkoja, jolloin pidemmät siirrot on järkevintä suorittaa koneellisesti eli kerrostalotyömailla nosturilla. Näissä työvaiheissa työmaalle kannattaa järjestää lajittelu puulle, betonille, teräkselle sekä sekajätteille. Runkovaiheen välivarastointiin keräysastioiksi sopivat parhaiten avonaiset vaihtolavat, jolloin jätteet voidaan nostaa suoraan nosturilla lavoille.

4.3.2 Sisätyövaihe

Sisätyövaiheen aikana on käynnissä useita töitä, jolloin rakennusjätettä syntyy laajalla rintamalla. Tällöin rakennusjätteitä syntyy monissa eri työpisteissä useaa lajia ja jätteet ovat hyvin erikokoisia ja -painoisia. Esimerkiksi väliseinätoista syntyvät jätteet ovat

usein pitkiä kipsilevysoiroja, jotka ovat suhteellisen painavia kokoonsa nähden, kun taas esimerkiksi sähköasennuksesta syntyvät jätteet ovat pääsääntöisesti pakkausjätettä ja pieniä johdonpätkiä, jotka ovat kevyitä ja menevät pieneen tilaan. Tällaisissa tapauksissa tarvitaan erilaisia jätteenkuljetusvälineitä.

Roskiksia ja energiajätteen keräysastioita on hyvä olla koko ajan saatavilla joka kerroksessa riittävästi. Tällaisiksi astioiksi soveltuvat esimerkiksi 240 litran jäteastiat, jotka ovat helposti liikuteltavissa, mikäli astioita ei ole ylitäytetty raskailla jätteillä.

Jätteenkeräys- ja kuljetusvälineet tulee valita käyttökohteen mukaisesti. Työvaiheissa, joissa syntyy painavia jätteitä, tulee kiinnittää huomiota keräysvälineen kantokykyyn ja liikuteltavuuteen. Työmaavaunut soveltuvat tällaisiin tapauksiin oikein hyvin, sillä niillä on korkea kantokyky ja niiden liikuteltavuus on hyvä, mikäli työmaalla on hissi käytössä. Tällaisia työvaiheita ovat esimerkiksi kipsiväliseinät ja muurattavat väliseinät. Välivarastointi ulkona suoritetaan tämän kaltaisilla työvaiheilla yleisimmin vaihtolavoin.

Työvaiheissa, joissa syntyvän jätteen määrä on vähäistä ja jätteet kevyitä, lajittelun tulisi tapahtua kerroskohtaisiin jäteastioihin. Jotta lajittelu olisi toimivaa, tulee jätteille olla lajitteluun soveltuvia selkeästi merkittyjä jäteastioita riittävästi. Mikäli työssä syntyvät jätteet ovat isoja ja kevyitä, kuten maalaamisen jäljiltä jäävät maalipöntöt, niille ei kannata järjestää erillislajittelua kerroksiin, vaan ne tulisi toimittaa jätteen tuottajan toimesta saman tien niille tarkoitettuun pihalla sijaitsevaan välivarastointiastiaan.

Työvaiheissa, joissa syntyy suuria määriä pakkausjätettä, kuten kalusteasennus, keräysastiaksi soveltuvat hyvin isommat 600 – 800 litran jäteastiat, jotka kulkevat työryhmän mukana asennuksen edetessä.

Kaikkiin kerroksissa käytettäviin jätteenkeräysastioihin tulisi merkitä, mitä kuhunkin astiaan lajitellaan, jolloin jätejakeet pysyvät lajiteltuna alusta alkaen. Tämä vähentää sekajätteen määrää.

Rakennusjätteen välivarastoinnin järjestäminen vaatii monipuolisempaa kalustoa kuin perustus- ja runkovaiheessa, mikäli jätteiden lajittelu suoritetaan tehokkaasti. Sisätyövaiheessa välivarastointiastioiden valintaan vaikuttaa merkittävästi se, kuinka montaa jätteajetta työmaalla kerätään. Aikaisemmin, kun työmailla ei välitetty ympäristöasioista juuri ollenkaan, määräykset olivat sallivammat ja työmailla ei ollut lajittelua, tarvittiin

ainoastaan yksi sekajätelava, kun taas nykyään tarvitaan jokaista kerättävää jätettä kohden oma jätteenvarastointiastia.

Se, millaista jätteiden välivarastointikalustoa työmaalla sisätyövaiheessa käytetään, riippuu siis siitä, mitä jätelajeita työmailla kerätään. Sisätyövaiheessakin on yleisimmin käytössä erikokoiset vaihtolavat, mutta tarjolla on myös muita vartenotettavia vaihtoehtoja, kuten etukontit ja jätepuristimet, joihin mahtuu enemmän jätettä, jos verrataan siihen, kuinka paljon pinta-alaa ne vaativat.

5 Jätehuollon nykytila NCC:ssä

NCC:ssä työmaiden jätehuolto on järjestetty noudattaen lakia ja etusijajärjestystä. Näillä järjestelyillä täytetään vaadittavat kriteerit, mutta parannettavaa on reilusti. Parannettavaa on niin jätteen vähentämisen ja työmaiden käytäntöjen yhtenäistämisen osalta kuin logistisen ajattelun kannalta katsottuna.

NCC:ssä on luotu pohja työmaiden jätehuollolle Kuusakoski Oy:n kanssa solmitulla sopimuksella, jossa on määritetty hinnat jätteille, jätteidensäilytyskalustolle ja kuljetuksille. Kuusakoski Oy:n kanssa työmailla tehdään myös työmaakohtainen jätehuolto-suunnitelma, jossa kerrotaan työmaan perustiedot, kuvataan jätehuollon periaatteet, käydään läpi lajiteltavat jätejakeet, niiden keräilyvälineet ja käsittelylaitokset, joihin jätteet toimitetaan. Nämä suunnitelmat tehdään aina ennen työmaan aloitusta, jolloin on lähes mahdotonta saada suunnitelmasta täysin toimivaa, minkä vuoksi suunnitelmat ovat suurpiirteisiä ja hyvin samanlaisia jokaisella työmaalla.

Jätehuollossa on siis runsaasti parannettavaa varsinkin suunnittelussa ja asenteissa. Nykyisin jätteiden määrät ovat suuria NCC:n työmailla ja tehokkain tapa tehostaa jätehuoltoa on saada vähennettyä syntyvän jätteen määrää, jolloin jätehuollon logistiikka on helpompi järjestää ja pitää yllä, koska jätettä on vähemmän käsiteltävänä.

Jätehuollon järjestämistä hankaloittavat monet tekijät, kuten todella ahtaat työmaiden tontit, mutta harkitulla suunnittelulla ja asenteiden muuttamisella jätehuoltoa saadaan tehostettua myös NCC:ssä.

6 Jätehuollon kustannukset

Jätehuollon kustannuksia voidaan tarkastella monesta näkökulmasta ja monessa laajuudessa. Kokonaiskustannukset kertyvät kokonaisuudessaan työstä, materiaalihävikistä, logistiikasta, kalustokustannuksista ja veroista. Tällöin jätteiden hinnaksi on esitetty 400 €– 500 €/ tonni [10.].

Tässä työssä tarkastellaan jätehuollon kustannuksia ilman materiaalihävikkejä. Kirjallisuudessa materiaalihävikin osaksi kustannuksista on laskettu 46 % [11.]. Kun materiaalihävikki jätetään kokonaiskustannuksista pois, jätehuollon kustannusten tulisi olla noin 250 €/ tonni.

Jätteen määrä vaikuttaa luonnollisesti suuresti jätehuollon kustannuksiin. Rakennusjätteen kertymistä seurataan vertailuvulla kg/m^3 . Kirjallisuudessa on esitetty, että rakennusjätteen määrän tulisi hyvin suunnitellulla jätehuollolla asettua 2-6 kiloon rakennuskuutiota kohden [10.].

Tarkastelun kohteeksi jätehuollon kustannusten synnyn osalta valittiin viisi jo valmistunutta NCC Rakennus Oy:n Asuntorakentaminen-yksikön asuinkerrostalotyömaata. Valituista työmaista kaksi on kooltaan suuria, noin 30 000 m^3 :n suuruisia kohteita ja kolme työmaata on kooltaan 15 000 m^3 :stä 18 000 m^3 :iin.

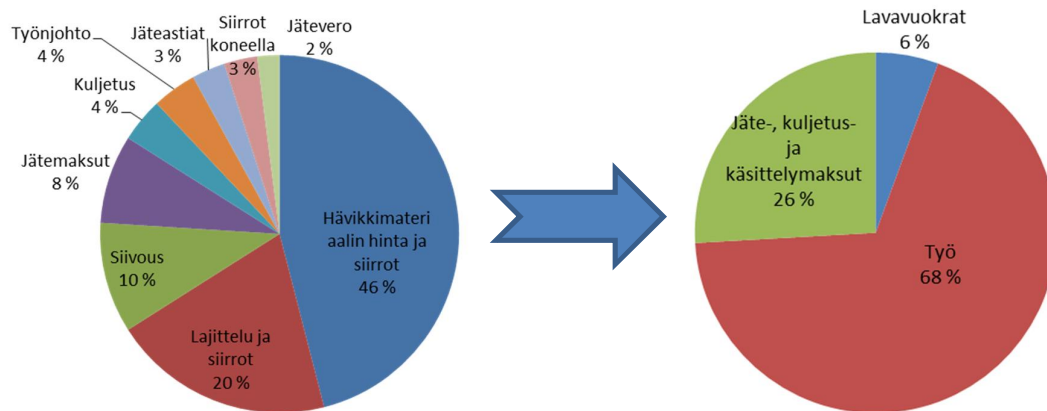
Työmaiden TR-mittaus -tuloksia vertailemalla päätellään, onko työmaan järjestyksen ja jätehuollon hyvillä tai huonoilla tuloksilla selkeä yhteys jätehuollon kustannuksiin.

6.1 Kustannusten synnyn selvitys

NCC Rakennus Oy:n Asuntorakentaminen-yksiköllä on sopimus jätehuoltopalveluista Kuusakoski Oy:n kanssa. Sopimuksessa on määritetty hinnat vaihtolavojen kuukausivuokralle ja kuljetuksille sekä materiaalien vastaanotto- ja käsittelymaksuille. Kuusakoski Oy toimittaa siis työmailla syntyneet jätteet jatkokäsittelyyn tai loppusijoitukseen, huolehtii jätteiden siirtoasiakirjojen laatimisen ja tekee työmaakohtaisen jäteraportin.

Tarkasteltaessa jätehuollon kokonaiskustannusten syntyä kuvion 3. (s.9) mukaisesti ilman materiaalihävikkiä, selviää kokonaiskustannusten jakautuminen jätemäärien kus-

tannusten, jotka sisältävät jäte-, kuljetus- ja käsittelymaksut, työn ja lavavuokrien kesken. Tällöin saadaan oletetuksi kokonaiskustannuskertymä kuvion 13. mukaisesti.



Kuvio 13. Jätehuollonkustannusten muodostumisen muuttuminen, kun hävikkimateriaalin hinta ja siirrot on otettu pois.

6.1.1 Jättemaksut ja -määrät

Jättemäärät ja jättemaksujen kustannukset, joihin sisältyy jäte- ja kuljetuskustannukset, käyvät ilmi Kuusakoski Oy:n työmaakohtaisesti laatimasta työmaan jäteraportista. Jäteraportissa on mainittu työmaan perustiedot ja itse jäteraportti jakautuu kahteen pääkohtaan, joista ensimmäisestä taulukosta käy ilmi jätėjakeittain työmaan jättemäärät, kustannukset, kuormien määrät ja lisäksi jättemäärät ja kustannukset yhtä rakennuskuutiota kohden.

Jättemäärät ja kustannukset (alv 0%)

| Jätejake | Krm | Tn | Kg/ rm3 | EURO | €/ rm3 |
|-------------------------|------------|---------------|--------------|-----------------|--------------|
| Rakennusjäte | 104 | 249,94 | 8,41 | 35311,82 | 1,19 |
| Puujäte | 44 | 95,58 | 3,22 | 5672,86 | 0,19 |
| Parakkijäte | 75 | 2,25 | 0,08 | 896,25 | 0,03 |
| Betoni | 7 | 31,33 | 1,05 | 1141,87 | 0,04 |
| Betoni+Tiili | 4 | 17,60 | 0,59 | 1017,92 | 0,03 |
| Metalliromu (Fe) | 1 | 3,48 | 0,12 | -528,83 | -0,02 |
| YHT | 235 | 400,18 | 13,47 | 43511,89 | 1,46 |

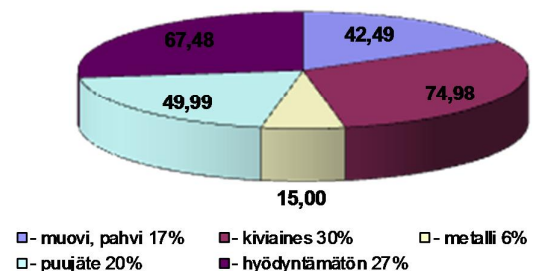
Kuvio 14. Esimerkkitaulukko jätemäärien ja kustannusten osalta Kuusakoski Oy:n jäteraportista.

Toisessa osassa on eritelty syntyneen sekajätteen jakautuminen jätelajeittain hyödynnettävien ja hyödyntämättömien eli kaatopaikalle toimitettavien jätteiden osalta. Tämä sekajätteenlajittelutilaston prosenttijakauma kullekin sekajätteen lajikkeelle on saatu Kuusakoski Oy:ssä seuraamalla sekajätteiden jakautumista lajittelulinjastolla. Jakauma ei ole tällöin täysin työmaakohtainen, vaan prosentit ovat muodostuneet pitkäaikaisen sekajätteen jätejakauman seurauksena, johon on osallisena useiden työmaiden sekajätteet.

| | Tn |
|---------------------|---------------|
| Sekajäte | 249,94 |
| - muovi, pahvi 17% | 42,49 |
| - kiviaines 30% | 74,98 |
| - metalli 6% | 15,00 |
| - puujäte 20% | 49,99 |
| - hyödyntämätön 27% | 67,48 |

| Toimituspaikka | Tn | % |
|--------------------|---------------|------------|
| Kaatopaikka | 69,73 | 17 |
| Hyötykäyttö | 330,45 | 83 |
| YHT | 400,18 | 100 |

Sekalaisen jätteen lajittelu/tn



Kuvio 15. Esimerkkitaulukko sekalaisen rakennusjätteen osalta Kuusakoski Oy:n jäteraportista.

Yhteenvetoa jätemaksuista ja -määristä tehtäessä verrataan jäteraporteista saatuja tietoja työmaiden kesken ja suoritetaan tarkastelua myös keskiarvoa katsoen.

6.1.2 Logistiikan kustannusten synty

Jätehuollon logistiikkakustannusten tarkkailussa keskitytään siihen, kuinka monta kuormaa työmaalta on haettu yhteensä ja kuinka paljon mitäkin jaetta on ollut kuormassa. Nämä tiedot saadaan myös jäteraporteista. Kuljetusten kustannukset Kuusakoski Oy:llä koostuvat jäteastioiden kuljetus-, punnitus- ja tyhjennysmaksuista, jotka tässä työssä käsitellään yhtenä ja samana maksuna. Nämä kustannukset saadaan jäteraportin kustannuksista vähentämällä jätemaksun osuus. Lisäksi kustannuksiin lisätään jätelavojen vuokrat.

6.1.3 Työhinnan kertyminen

Työmaan jätehuollossa työlle kertyvää hintaa on vaikea määrittää, koska jätehuoltoon sisältyviä töitä tehdään jatkuvasti sekä pieninä määrinä työn ohessa että esimerkiksi siivoojien toimesta täysipäiväisesti. Tässä työssä työhinnaksi lasketaan kuvion 11. mukaisesti 68 % kokonaiskustannuksista. Työhintaan sisältyvät lajittelu ja siirrot, siivous ja työnjohto.

6.2 Jätehuollon kustannusten vertailu esimerkkityömaiden kesken

6.2.1 Työmaa 1

Työmaa 1 sijaitsi Helsingin Malmilla ja oli suuruudeltaan 31604 m^3 . Työmaa on tässä työssä vertailtavista työmaista suurin. Työmaalla suoritetuissa TR-mittauksissa saatu keskiarvo järjestyksen ja jätehuollon osalta on ollut 91,9 % NCC:n keskiarvon ollessa 91,0 %. Voidaan siis olettaa, että työmaa on ollut keskimääräistä siistimmässä kunnossa, mikä heijastuu myös työmaan yleisilmeeseen ja työskentelyn turvallisuuteen.

Työmaalla oli kerätty seitsemää eri jätteettä, joita olivat sekalainen rakennusjäte, puu, metalliromu, energijäte, betoni, tiiltä sisältävä betonijäte ja painekyllästetty puu. Lisäksi työmaan toimistossa oli paperinkeräys.

Jätteiden määrät ja jätemaksut

Jätteiden kokonaismäärä suhteutettuna rakennuksen tilavuuteen oli työmaalla todella suuri, 14,90 kg/m^3 ja kokonaismäärältään 471 tonnia. Kustannuksia työmaalla syntyi jätemaksujen muodossa yhteensä 0,80 €/m³, jolloin jätemaksujen osuus jätehuollon kokonaishinnasta on noin 25 200 euroa. Jätetonnille kertyi siis jätemaksuja keskimäärin 53,50 euroa.

Mikäli työmaalla ei olisi ollut muuta lajittelua kuin sekalainen rakennusjäte ja puun lajittelu, jätemaksujen suuruus olisi kasvanut noin 35 700 euroon. Lajittelemalla jätemaksuista säästyi noin 10 500 euroa, josta suurin yksittäinen tekijä on romumetallin talteenotto, jonka kierrättämättä jättämisen erotus on noin 6 300 euroa.

Mikäli työmaalla olisi päästy ihanteelliseen jätteen määrään, eli noin 6 kiloon rakennuskuutiota kohden, olisivat kustannukset laskeneet noin 10 000 euroon. Säästöä olisi tällöin kertynyt pelkästään jätemaksuista noin 15 000 euroa. Mikäli jätteiden määrä olisi pystytty tiputtamaan edes viidenneksellä noin 12 kiloon per rakennuskuutio, olisivat jätemaksut tippuneet 20 200 euroon ja säästöä olisi tullut jätemaksuista noin 5 000 euroa.

Työmaalta syntyneestä 471 jätetonnista sekalaista rakennusjätettä oli yhteensä 239 tonnia. Koska Kuusakoski Oy:n tilaston mukaan 27 % kyseisestä jätteestä on hyödynnettävää, kaatopaikalle toimitettiin kyseiseltä työmaalta yhteensä 64,5 tonnia jätettä. Kaatopaikalle toimitettiin siis 13,7 % työmaan jätteistä ja hyötykäyttöön päätyi 86,3 %.

Logistiikan kustannukset

Kuljetuskustannukset kyseisellä työmaalla muodostuvat 254 kuormasta, jotka työmaalta on haettu pois. Kuljetuskustannukset ovat samat jätejakeesta riippumatta, mutta punnitusmaksu on metallijätteelle halvempi. Tällä työmaalla jätteiden kuljetuskustannukset olivat 22 949 euroa, jolloin lavaa kohden hintaa kertyi noin 90,3 euroa.

Työmaan kesto oli 20 kuukautta ja keskimäärin työmaalla oli yhtä aikaa 4,5 lavaa. Lavavuokran ollessa 33 euroa kuukaudessa lavavuokrien yhteissummaksi kertyi noin 3 000 euroa.

Työmaan jätehuollon logistiikan kustannukset olivat yhteensä noin 26 000 euroa. Jätteen määrän vähentämisellä viidennekseen olisi säästöä kertynyt noin 4 600 euroa, jolloin kustannukset olisivat olleet noin 21 400 euroa.

Työnhinta

Jätehuoltoon sisältyvän työnhinnan ollessa 68 % jätehuollon kokonaiskustannuksista työlle on kertynyt hintaa noin 126 000 €, jolloin rakennuskuutiota kohden hintaa kertyi 3,99 euroa.

Yhteenveto

Kustannukset jätehuollon osalta tällä työmaalla olivat yhteensä noin 177 000 euroa, eli noin 5,60 euroa rakennuskuutiota kohden. Mikäli jätteen määrä olisi kyetty pitämään matalana, noin kuudessa kilossa rakennuskuutiota kohden, olisivat kustannukset olleet noin 73 000 euroa, jolloin teoreettista kustannussäästöä olisi kertynyt yhteensä 104 000 €. Kyseisessä tapauksessa 6 kiloa rakennuskuutiota kohden on toki utopistinen tavoite, mutta jo jätteen määrän vähentäminen viidenneksellä, noin 12 kiloon per rakennuskuutio, olisi tuonut suuria säästöjä. Jätehuollon kustannukset olisivat tällöin olleet noin 142 000 euroa ja säästöä oli kertynyt teoriassa noin 35 000 euroa.

Lajittelun osalta työmaa on toiminut hyvin ja hyvien ympäristöarvojen mukaisesti. Eri-tyisesti metalliromun talteenotto oli myös kustannuksellisesti kannattavaa.

| Työmaa 1. | | | | | | | |
|---------------------------|------------|----------|--------------|-----------|--------------|----------------|-------------|
| koko | 31 604 | | | | | | |
| TR | 91,90 % | | | | | | |
| | Toteutunut | 6kg | erotus | 4/5 | erotus | Lajittelematta | erotus |
| Jättemäärä t | 471 | 190 | -281 | 377 | -94 | | |
| Jättemäärä (kg/rm3) | 14,9 | 6 | -8,9 | 11,9 | -3,0 | | |
| Jätteen hinta | 25 200 € | 10 148 € | -15 052 € | 20 160 € | -5 040 € | 35 700 | 10 500 € |
| Jätteen hinta (€/t) | 53,5 | | | | | 76 | 22 |
| Kuljetusten hinta | 23 000 € | 9 262 € | -13 738 € | 18 400 € | -4 600 € | | |
| Lavavuokrat | 2 970 € | 2 970 € | | 2 970 € | | 1 320 € | -1 650 € |
| Työhinta | 125 320 € | 50 464 € | -74 856 € | 100 256 € | -25 064 € | | |
| Kustannukset yhteensä | 176 490 € | 72 844 € | -103 646 € | 141 786 € | -34 704 € | 185 340 € | 8 850 € |
| | | | <u>-59 %</u> | | <u>-20 %</u> | | <u>5 %</u> |
| Kustannukset ilman työtä: | 51 170 € | 22 379 € | -28 791 € | 41 530 € | -9 640 € | 60 020 € | 8 850 € |
| | | | <u>-56 %</u> | | <u>-19 %</u> | | <u>17 %</u> |

Kuvio 16. Työmaa 1. Kustannusten vertailu.

6.2.2 Työmaa 2

Työmaa 2 sijaitsi Helsingin Viikissä ja oli suuruudeltaan 29710 m³, jolloin tämä työmaa on tässä työssä vertailtavista työmaista toiseksi suurin. Työmaalla suoritetuissa TR-mittauksissa saatu keskiarvo järjestyksen ja jätehuollon osalta on ollut heikko, vain 85,9 % NCC:n keskiarvon ollessa 91,0 %. Voidaankin olettaa, että työmaa on ollut yleisesti ottaen suhteellisen sotkuisessa kunnossa, mikä heijastuu myös työmaan yleisil-

meeseen ja työskentelyn turvallisuuteen. Myös siivoaminen on järjestäen työläämpää, jolloin työkustannukset ovat suuremmat.

Työmaalla oli kerätty viittä eri jätettä, joita olivat sekalainen rakennusjäte, puu, metalliromu, betoni ja tiiltä sisältävä betonijäte. Lisäksi työmaan parakkijäte oli huomioitu jäteraportissa.

Jätteiden määrät ja jätemaksut

Jätteiden kokonaismäärä suhteutettuna rakennuksen tilavuuteen oli työmaalla suurehko 13,47 kg/rm³ ja kokonaismäärältään 400 tonnia. Kustannuksia työmaalla syntyi jätemaksujen muodossa yhteensä 0,96 €/rm³, jolloin jätemaksujen osuus jätehuollon kokonaishinnasta on noin 28 500 euroa. Jätetonnille kertyi siis jätemaksuja keskimäärin 71,25 euroa. Se, että jätemaksut ovat selkeästi suuremmat kuin kohteessa Työmaa 1, selittyy heikommalla lajittelulla.

Mikäli työmaalla ei olisi muuta lajittelua kuin sekalaisen rakennusjätteen, puun ja parakkijätteen lajittelu, jätemaksujen suuruus olisi kasvanut noin 33 300 euroon. Lajitteleamalla jätemaksuista säästyisi siis noin 4 800 euroa. Mikäli lajittelu olisi ollut tehokkaampaa, olisi kustannussäästö jätemaksujen osalta ollut suurempi.

Mikäli työmaalla olisi päästy ihanteelliseen jätteen määrään, eli noin 6 kiloon rakennuskuutiota kohden, olisivat kustannukset laskeneet noin 12 700 euroon, jolloin säästöä olisi kertynyt pelkästään jätemaksuista noin 15 800 euroa. Mikäli jätteiden määrä olisi pystytty tiputtamaan edes viidenneksellä vajaaseen 11 kiloon rakennuskuutiota kohden, olisivat jätemaksut tippuneet 22 800 euroon ja säästöä olisi tullut jätemaksuista noin 4 700 euroa.

Työmaalta syntyneestä 400 jätetonnista sekalaista rakennusjätettä oli yhteensä 250 tonnia. Koska Kuusakoski Oy:n tilaston mukaan 27 % kyseisestä jätteestä on hyödynnettävää, kaatopaikalle toimitettiin tältä työmaalta yhteensä 69,7 tonnia jätettä, kun otetaan huomioon myös parakkijäte. Näin ollen kaatopaikalle toimitettiin työmaan jätteistä 17 % ja hyötykäyttöön päätyi 83 %.

Logistiikan kustannukset

Kuljetuskustannukset kyseisellä työmaalla muodostuvat 160 kuormasta, joita työmaalta on haettu pois ja lisäksi 75 parakkijätteen kuljetuskerrasta, jonka kertakustannus oli noin 4,5 euroa. Kuljetuskustannukset asettuivat työmaalla 92 euroon kuljetuskertaa kohden. Tämä sisältää sekä kuljetus- että punnitusmaksut. Jätteiden kuljetuskustannukset olivat yhteensä 15 050 euroa.

Työmaan kesto oli 17 kuukautta ja keskimäärin työmaalla oli yhtä aikaa 3 lavaa. Lava-vuokran ollessa 33 euroa kuukaudessa lavavuokrien yhteissummaksi kertyi noin 1700 euroa.

Kyseisen työmaan jätehuollon logistiikan kustannukset olivat yhteensä noin 16 730 euroa. Jätteen määrän vähentäminen viidenneksellä olisi tuonut säästöä noin 3 000 euroa kustannusten ollessa noin 13 700 euroa.

Työnhinta

Jätehuoltoon sisältyvän työnhinnan ollessa 68 % jätehuollon kokonaiskustannuksista työlle on kertynyt hintaa noin 113 200 €, jolloin rakennuskuutiota kohden hintaa kertyi 3,80 euroa.

Yhteenveto

Kustannukset olivat yhteensä tällä työmaalla jätehuollon osalta noin 158 500 euroa, eli noin 5,30 euroa rakennuskuutiota kohden. Mikäli jätteen määrä olisi kyetty pitämään matalana, noin kuudessa kilossa rakennuskuutiota kohden, olisivat kustannukset olleet noin 71 550 euroa. Teoreettista kustannussäästöä olisi tällöin kertynyt yhteensä 87 000 €. Tässä tapauksessa 6 kiloa rakennuskuutiota kohden olisi hyvin haasteellinen ja vaikeasti saavutettava tavoite, mutta jos jätteen määrän vähentäminen viidenneksellä, vajaa 12 kiloon per rakennuskuutio, olisi tuonut säästöjä. Jätehuollon kustannusten ollessa 127 100 euroa säästöä olisi kertynyt teoriassa yli 31 000 euroa.

Lajittelun osalta työmaa on toiminut ajatuksen tasolla hyvin, mutta sekalaisen rakennusjätteet osuuden ollessa 62,5 % kokonaisjättemäärästä jokin on mennyt pieleen.

Esimerkiksi työmaalta on lähtenyt koko työmaan aikana ainoastaan yksi metallilava, mikä on tämän kokoisella työmaalla vähän.

| Työmaa 2. | | | | | | | |
|----------------------------------|------------|----------|--------------|-----------|--------------|----------------|------------|
| koko | 29 710 | | | | | | |
| TR | 85,90 % | | | | | | |
| | Toteutunut | 6kg | erotus | 4/5 | erotus | Lajittelematta | erotus |
| Jättemäärä (t) | 400 | 178 | -222 | 320 | -80 | | |
| Jättemäärä (kg/rm ³) | 13,5 | 6 | -7,5 | 10,8 | -2,7 | | |
| Jätteen hinta | 28 500 € | 12 701 € | -15 799 € | 22 800 € | -5 700 € | 33 300 | 4 800 € |
| Jätteen hinta (€/t) | 71,25 | | | | | 83 | 12 |
| Kuljetusten hinta | 15 050 € | 6 707 € | -8 343 € | 12 040 € | -3 010 € | | |
| Lavavuokrat | 1 683 € | 1 683 € | 0 € | 1 683 € | 0 € | 1 122 € | -561 € |
| Työnhinta | 113 230 € | 50 461 € | -62 769 € | 90 584 € | -22 646 € | | |
| Kustannukset yhteensä | 158 463 € | 71 552 € | -86 911 € | 127 107 € | -31 356 € | 162 702 € | 4 239 € |
| | | | <u>-55 %</u> | | <u>-20 %</u> | | <u>3 %</u> |
| Kustannukset ilman työtä: | 45 233 € | 21 091 € | - 24 142 € | 36 523 € | - 8 710 € | 49 472 € | 4 239 € |
| | | | <u>-53 %</u> | | <u>-19 %</u> | | <u>9 %</u> |

Kuvio 17. Työmaa 2. Kustannusten vertailu.

6.2.3 Työmaa 3

Työmaa 3 sijaitsi Vantaan Tammistossa ja oli suuruudeltaan 18500 rm³, jolloin työmaan koko on tässä työssä vertailtavista työmaista suurempaa keskitasoa. Työmaalla suoritetuissa TR-mittauksissa saatu keskiarvo järjestyksen ja jätehuollon osalta on ollut hyvä 94,0 %, keskiarvon ollessa 91,0 %. Voidaankin olettaa, että työmaa on ollut yleisesti siistissä kunnossa, mikä heijastuu myös työmaan yleisilmeeseen ja työskentelyn turvallisuuteen.

Työmaalla on kerätty viittä eri jätejätettä, joista seka-, puu- ja metallijätettä koko työmaan ajan. Näiden lisäksi työmaalta on toimitettu jatkokäsittelyyn neljä kuormaa betonia ja yksi kuormallinen pakkausjätettä.

Jätteiden määrät ja jätemaksut

Jätteiden kokonaismäärä suhteutettuna rakennuksen tilavuuteen oli työmaalla suurehko, mutta vertailtavien työmaiden keskuudessa keskitasoa, eli 12,30 kg/rm³ ja koko-

naismäärältään 228 tonnia. Kustannuksia tällä työmaalla syntyi jätemaksujen muodossa yhteensä $0,79 \text{ €/m}^3$, jolloin jätemaksujen osuus jätehuollon kokonaishinnasta on noin 14 600 euroa. Jätetonnille kertyi siis jätemaksuja keskimäärin 64 euroa, jota olisi saatu laskettua, mikäli lajittelu olisi ollut tehokkaampaa.

Vaikka työmaalla ei ollut muuta lajittelua kuin sekalaisen rakennusjätteen, puun, metallin ja kohtalainen betonin lajittelu, säästöä kertyi noin 4 000 euroa verrattaessa lajitteluun, jossa käytössä olisi ollut vain seka- ja puujätteen lajittelu. Mikäli lajittelu olisi ollut tehokkaampaa, olisi kustannussäästö jätemaksujen osalta ollut suurempi.

Mikäli työmaalla olisi päästy ihanteelliseen jätteen määrään, eli noin 6 kiloon rakennuskuutiota kohden, olisivat kustannukset laskeneet noin 7 100 euroon, eli säästöä olisi kertynyt pelkästään jätemaksuista noin 7 500 euroa. Mikäli jätteiden määrä olisi pystytty pudottamaan edes viidenneksellä noin kymmeneen kiloon, olisivat jätemaksut tippuneet 11 700 euroon ja säästöä olisi tullut jätemaksuista noin 2 900 euroa.

Työmaalta syntyneestä 228 jätetonnista sekalaista rakennusjätettä oli yhteensä 137 tonnia. Koska Kuusakoski Oy:n tilaston mukaan 27 % kyseisestä jätteestä on hyödynnettävää, kaatopaikalle toimitettiin tältä työmaalta yhteensä 37 tonnia jätettä. Näin ollen kaatopaikalle toimitettiin työmaan jätteistä 16 % ja hyötykäyttöön päätyi 84 %.

Logistiikan kustannukset

Kuljetuskustannukset kyseisellä työmaalla muodostuvat 97 kuormasta, joista neljä kuormaa oli hieman halvemman hintaluokan metallilavakuormia. Kuljetuskustannukset olivat 93 euroa lavankuljetuskertaa kohden ja metallilavantyhjäystä kohden noin 85 euroa. Maksut sisälsivät kuljetus- ja punnitusmaksut. Työmaan kuljetuskustannukset olivat yhteensä noin 9 000 euroa.

Lavojen vuokratkustannukset olivat koko työmaan aikana noin 1 600 euroa, kun työmaan kesto oli 16 kuukautta ja kun keskimäärin työmaalla oli yhtä aikaa 3 lavaa. Lava-vuokra oli 33 euroa kuukaudessa.

Kyseisen työmaan jätehuollon logistiikan kustannukset olivat yhteensä noin 10 600 euroa. Jätteen määrän vähentäminen viidenneksellä olisi säästöä kertynyt noin 1 800 euroa kustannusten ollessa noin 8 800 euroa.

Työhinta

Jätehuoltoon sisältyvän työhinnän ollessa 68 % jätehuollon kokonaiskustannuksista työlle on kertynyt hintaa noin 61 400 €, jolloin rakennuskuutiota kohden hintaa kertyi 3,30 euroa.

Yhteenveto

Työmaan kustannukset olivat yhteensä jätehuollon osalta noin 86 500 euroa, eli noin 4,68 euroa rakennuskuutiota kohden. Mikäli jätteen määrä olisi kyetty pitämään matalana, noin kuudessa kilossa rakennuskuutiota kohden, olisivat kustannukset olleet noin 43 000 euroa, jolloin teoreettista kustannussäästöä olisi kertynyt yhteensä 43 600 €. Tässäkin kohteessa 6 kiloa rakennuskuutiota kohden on hyvin haasteellinen ja vaikeasti saavutettava tavoite, mutta jo jätteen määrän vähentyessä viidenneksellä noin kymmeneen kiloon rakennuskuutiota kohden, olisivat jätehuollon kustannukset olleet noin 69 500 euroa ja säästöä oli kertynyt teoriassa noin 17 000 euroa.

Lajittelun osalta työmaa on toiminut kohtalaisesti, kun katsotaan kaatopaikalle toimitettujen jätteiden määrää, joka oli 16 prosenttia kokonaisjätteen määrästä. Lajittelua tehostamalla tämäkin luku olisi ollut pienempi.

| Työmaa 3. | | | | | | | |
|---------------------------|------------|----------|--------------|----------|--------------|----------------|-------------|
| koko | 18 500 | | | | | | |
| TR | 94,00 % | | | | | | |
| | Toteutunut | 6kg | erotus | 4/5 | erotus | Lajittelematta | erotus |
| Jättemäärä (t) | 228 | 111 | -117 | 182 | -46 | | |
| Jättemäärä (kg/rm3) | 12,3 | 6 | -6,3 | 9,9 | -2,5 | | |
| Jätteen hinta | 14 600 € | 7 108 € | -7 492 € | 11 680 € | -2 920 € | 18 600 | 4 000 € |
| Jätteen hinta (€/t) | 64 | | | | | 82 | 18 |
| Kuljetusten hinta | 9 000 € | 4 382 € | -4 618 € | 7 200 € | -1 800 € | | |
| Lavavuokrat | 1 584 € | 1 584 € | | 1 584 € | | 1 056 € | -528 € |
| Työhinta | 61 360 € | 29 873 € | -31 487 € | 49 088 € | -12 272 € | | |
| Kustannukset yhteensä | 86 544 € | 42 946 € | -43 598 € | 69 552 € | -16 992 € | 90 016 € | 3 472 € |
| | | | <u>-50 %</u> | | <u>-20 %</u> | | <u>4 %</u> |
| Kustannukset ilman työtä: | 25184 | 13073,5 | -12110,5 | 20464 | -4720 | 28656 | 3472 |
| | | | <u>-48 %</u> | | <u>-19 %</u> | | <u>14 %</u> |

Kuvio 18. Työmaa 3. Kustannusten vertailu.

6.2.4 Työmaa 4

Työmaa 4 oli vertailtavista työmaista keskikokoinen, suuruudeltaan 15 320 m³ ja sijait- si Helsingin Konalassa. Työmaalla suoritetuissa TR-mittauksissa saatu keskiarvo jär- jestyksen ja jätehuollon osalta on ollut loistava 95,70 %, joka on äärimmäisen korkea tulos NCC:n keskiarvon ollessa 91,0 %. Voidaan siis olettaa, että työmaa on ollut siis- tissä kunnossa ja että työmaan jätehuolto on suoritettu toimivasti ja mallikkaasti.

Työmaalla oli kerätty pääsääntöisesti ainoastaan seka- ja puujätettä, lisäksi oli kerätty lava metalliromua.

Jätteiden määrät ja jätemaksut

Jätteiden kokonaismäärä suhteutettuna rakennuksen tilavuuteen oli työmaalla reilusti yli ihanteeksi mainitun 6 kiloa rakennuskuutiota kohden, mutta vertailtavista työmaista reilusti alle keskitason, eli 10,05 kg/m³ ja kokonaismäärältään 154 tonnia. Kustannuk- sia tällä työmaalla syntyi jätemaksujen muodossa yhteensä 0,70 €/m³, jolloin jätemak- sujen osuus jätehuollon kokonaishinnasta on noin 10 700 euroa. Jätetonnille kertyi siis jätemaksuja keskimäärin 69 euroa, jota olisi saatu laskettua, mikäli lajittelua olisi ollut.

Vaikka työmaalla ei ollut muuta lajittelua kuin sekalaisen rakennusjätteen, puun ja me- tallin keräys, saatiin tällä metallin talteenotolla säästöä noin 500 euroa verrattaessa lajitteluun, jossa käytössä olisi ollut vain seka- ja puujätteen lajittelu. Mikäli muuta lajit- telua olisi ollut, olisi kustannussäästö jätemaksujen osalta ollut suurempi.

Mikäli työmaalla olisi päästy ihanteelliseen jätteen määrään, eli noin 6 kiloon rakennus- kuutiota kohden, olisivat kustannukset laskeneet noin 6 400 euroon, eli säästöä olisi kertynyt pelkästään jätemaksuista noin 4 300 euroa. Mikäli jätteiden määrä olisi pystyt- ty tiputtamaan edes viidenneksellä noin kahdeksaan kiloon, olisivat jätemaksut tippu- neet 8 560 euroon ja säästöä olisi tullut jätemaksuista noin 2 140 euroa.

Työmaalta syntyneestä 154 jätetonnista sekalaista rakennusjätettä oli yhteensä 97,2 tonnia. Koska Kuusakoski Oy:n tilaston mukaan 27 % kyseisestä jätteestä on hyödyn- tämätöntä, kaatopaikalle toimitettiin tältä työmaalta yhteensä 26 tonnia jätettä. Näin ollen kaatopaikalle toimitettiin työmaan jätteistä 17 % ja hyötykäyttöön päätyi 83 %.

Tämän mahdollisti se, että puujätteen keräys on ollut hyvää ja se, että puujätettä on työmaalla syntynyt paljon.

Logistiikan kustannukset

Kuljetuskustannukset tällä työmaalla muodostuvat 58 kuormasta. Kuljetuskustannukset olivat tällä työmaalla 92 euroa lavankuljetuskertaa kohden. Maksu sisälsi kuljetus- ja punnitusmaksut. Tällä työmaalla jätteiden kuljetuskustannukset olivat siis noin 5 300 euroa.

Lavojen vuokrakustannukset olivat koko työmaan aikana noin 1 200 euroa, kun työmaan kesto oli 18 kuukautta ja kun keskimäärin työmaalla oli yhtä aikaa kaksi lavaa. Lavavuokra oli 33 euroa kuukaudessa.

Työmaan jätehuollon logistiikan kustannukset olivat yhteensä noin 6 500 euroa. Jätteen määrän vähentäminen viidenneksellä olisi säästänyt noin 1 100 euroa kustannusten ollessa noin 5 400 euroa.

Työhinta

Jätehuoltoon sisältyvän työhinnan ollessa 68 % jätehuollon kokonaiskustannuksista työlle on kertynyt hintaa noin 41 600 €, jolloin rakennuskuutiota kohden hintaa kertyi 2,70 euroa.

Yhteenveto

Työmaan kustannukset olivat yhteensä jätehuollon osalta noin 58 800 euroa, eli noin 3,83 euroa rakennuskuutiota kohden. Mikäli jätteen määrä olisi kyetty pitämään matalana, noin kuudessa kilossa rakennuskuutiota kohden, olisivat kustannukset olleet noin 35 600 euroa, jolloin teoreettista kustannussäästöä olisi kertynyt yhteensä 24 200 €. Tässä kohteessa 6 kiloa rakennuskuutiota kohden on realistinen ja saavutettavissa oleva tavoite. Vielä realistisempi tavoite, jossa jätteen määrää vähennettäisiin viiden-

neksellä, toisi sekin vielä noin 11 500 euron säästöt kokonaiskustannusten ollessa noin 47 300 euroa.

Lajittelun osalta työmaa on toiminut huonosti, ainoastaan työmaan puujätteen lajittelu on pelastanut hyödyntämättömän jätteen prosentuaalista määrää alaspäin 17 prosenttiin, koska puujätettä on syntynyt suhteellisen paljon työmaan kokoon nähden.

| | | | | | |
|----------------------------------|------------|----------|-----------|----------|-----------|
| Työmaa 4. | | | | | |
| koko | 15 320 | | | | |
| TR | 95,70 % | | | | |
| | Toteutunut | 6kg | erotus | 4/5 | erotus |
| Jättemäärä (t) | 154 | 92 | -62 | 123 | -31 |
| Jättemäärä (kg/rm ³) | 10,05 | 6 | -4,1 | 8,0 | -2,0 |
| Jätteen hinta | 10 700 € | 6 387 € | -4 313 € | 8 560 € | -2 140 € |
| Jätteen hinta (€/t) | 69 | | | | |
| Kuljetusten hinta | 5 300 € | 3 163 € | -2 137 € | 4 240 € | -1 060 € |
| Lavavuokrat | 1 188 € | 1 188 € | | 1 188 € | |
| Työnhinta | 41 600 € | 24 830 € | -16 770 € | 33 280 € | -8 320 € |
| | | | | | |
| Kustannukset yhteensä | 58 788 € | 35 568 € | -23 220 € | 47 268 € | -11 520 € |
| | | | -39 % | | -20 % |
| Kustannukset ilman työtä: | 17 188 € | 10 738 € | -6 450 € | 13 988 € | -3 200 € |
| | | | -38 % | | -19 % |

Kuvio 19. Työmaa 4. Kustannusten vertailu.

6.2.5 Työmaa 5

Työmaa 5 sijaitsi Vantaan Hiekkaharjussa ja oli suuruudeltaan 14830 m³. Työmaalla suoritetuissa TR-mittauksissa saatu keskiarvo järjestyksen ja jätehuollon osalta on ollut keskimääräinen, eli 91,4 %. Työmaan lajittelu on ollut alkeellista. Työmaalla oli kerätty vain seka- ja puujätettä.

Jätteiden määrät ja jätemaksut

Jätteiden kokonaismäärä suhteutettuna rakennuksen tilavuuteen oli vertailtavien työmaiden keskuudessa alempaa keskikastia, eli 10,9 kg/rm³ ja kokonaismäärältään 162 tonnia. Kustannuksia tällä työmaalla syntyi jätemaksujen muodossa yhteensä 0,78

€/m³, jolloin jätemaksujen osuus jätehuollon kokonaishinnasta on noin 11 600 euroa. Jätetonnille kertyi siis jätemaksuja keskimäärin 72 euroa, jota olisi saatu laskettua, mikäli lajittelua olisi ollut.

Työmaalla ei ollut muuta lajittelua kuin sekalaisen rakennusjätteen ja puun keräys, minkä vuoksi työmaalla syntyneet jätejakeet puuta lukuun ottamatta päätyivät sekajätteeneksi, joka on huomattavasti muita jätelajeja kalliimpaa. Tämän vuoksi jätemaksuista ei saatu lajittelusta syntyviä kustannussäästöjä.

Mikäli työmaalla olisi päästy ihanteelliseen jätteen määrään, eli noin 6 kiloon rakennuskuutiota kohden, olisivat kustannukset laskeneet noin 6 400 euroon, jolloin säästöä olisi kertynyt pelkästään jätemaksuista noin 5 200 euroa. Mikäli jätteiden määrä olisi pystytty tiputtamaan edes viidenneksellä vajaan yhdeksään kiloon, olisivat jätemaksut tippuneet 9 300 euroon ja säästöä olisi tullut jätemaksuista noin 2 300 euroa.

Työmaalta syntyneestä 162 jätetonnista sekalaista rakennusjätettä oli yhteensä 103 tonnia. Koska Kuusakoski Oy:n tilaston mukaan 27 % kyseisestä jätteestä on hyödynnettävää, kaatopaikalle toimitettiin tältä työmaalta yhteensä 28 tonnia jätettä. Näin ollen kaatopaikalle toimitettiin työmaan jätteistä 17 % ja hyötykäyttöön päätyi 83 %.

Logistiikan kustannukset

Kuljetuskustannukset tällä työmaalla muodostuvat 52 kuormasta. Kuljetuskustannukset olivat 93 euroa lavankuljetuskertaa kohden, jolloin jätteiden kuljetuskustannukset olivat yhteensä noin 4 800 euroa.

Lavojen vuokrakustannukset olivat koko työmaan aikana noin 900 euroa, kun työmaan kesto oli 14 kuukautta ja kun keskimäärin työmaalla oli yhtä aikaa 2 lavaa, lavavuokran ollessa 33 euroa kuukaudessa.

Työmaan jätehuollon logistiikan kustannukset olivat yhteensä noin 5 700 euroa. Jätteen määrän vähentäminen viidenneksellä olisi kerryttänyt säästöä noin 950 euroa kustannusten ollessa noin 4 750 euroa.

Työhinta

Jätehuoltoon sisältyvän työhinnan ollessa 68 % jätehuollon kokonaiskustannuksista työlle on kertynyt hintaa noin 42 700 €, jolloin rakennuskuutiota kohden hintaa kertyi 2,90 euroa.

Yhteenveto

Työmaan kustannukset olivat jätehuollon osalta yhteensä noin 60 000 euroa, eli noin 4,00 euroa rakennuskuutiota kohden. Mikäli jätteen määrä olisi kyetty pitämään matalana, noin kuudessa kilossa rakennuskuutiota kohden, olisivat kustannukset olleet vähän yli 33 000 euroa, jolloin teoreettista kustannussäästöä olisi kertynyt yhteensä noin 27 000 €. Tässäkin kohteessa 6 kiloa rakennuskuutiota kohden on hyvin haasteellinen tavoite, mutta jo jätteen määrän vähentäminen viidenneksellä olisi tuonut säästöjä. Tällöin jätehuollon kustannukset olisivat olleet noin 48 000 euroa ja säästöä oli kertynyt teoriassa noin 12 000 euroa.

Lajittelun osalta tämäkin työmaa on toiminut huonosti. Tällä työmaalla, samoin kuin työmaalla 4, ainoastaan puujätteen lajittelu on pelastanut hyödyntämättömän jätteen prosentuaalista määrää alaspäin 17 prosenttiin, koska puujätettä on syntynyt suhteellisen paljon työmaan kokoon nähden.

| | | | | | |
|---------------------------|------------|----------|--------------|----------|--------------|
| Työmaa 5. | | | | | |
| koko | 14 830 | | | | |
| TR | 91,40 % | | | | |
| | Toteutunut | 6kg | erotus | 4/5 | erotus |
| Jättemäärä (t) | 162 | 89 | -73 | 130 | -32 |
| Jättemäärä (kg/rm3) | 10,92 | 6 | -4,9 | 8,7 | -2,2 |
| Jätteen hinta | 11 600 € | 6 371 € | -5 229 € | 9 280 € | -2 320 € |
| Jätteen hinta (€/t) | 72 | | | | |
| Kuljetusten hinta | 4 800 € | 2 636 € | -2 164 € | 3 840 € | -960 € |
| Lavavuokrat | 924 € | 924 € | | 924 € | |
| Työnhinta | 42 640 € | 23 420 € | -19 220 € | 34 112 € | -8 528 € |
| | | | | | |
| Kustannukset yhteensä | 59 964 € | 33 352 € | -26 612 € | 48 156 € | -11 808 € |
| | | | <u>-44 %</u> | | <u>-20 %</u> |
| Kustannukset ilman työtä: | 17 324 € | 9 932 € | -7 392 € | 14 044 € | -3 280 € |
| | | | <u>-43 %</u> | | <u>-19 %</u> |

Kuvio 20. Työmaa 5. Kustannusten vertailua.

6.3 Vertailujen yhteenveto

6.3.1 Keskiarvot työmaiden jätemääristä ja jätekustannuksista

Työmaiden jätehuollon tilastoja vertailemalla saatiin selville jätemäärien osalta se, mitä osattiinkin odottaa: työmailla syntyy huomattava määrä jätettä yli ihannemäärän, eli keskimäärin 12,9 kiloa rakennuskuutiota kohden. Tämä arvo on yli kaksinkertainen esitettyyn ihannemäärään, eli kuuteen kiloon.

Jättemäärien ollessa korkeat myös kustannukset ovat korkeat. Näillä vertailtavilla työmailla kustannuksia jätehuollon osalta kertyi keskimäärin 4,9 euroa rakennuskuutiota kohden. Tarkasteltaessa kustannuksia ilman työtä kustannuksia kertyy 1,4 euroa rakennuskuutiota kohden. Mikäli jätemääriä kyettäisiin vähentämään, vähenisivät myös kustannukset samassa suhteessa.

6.3.2 Tulosten yhteenveto

Vertailun pohjalta saadaan selville jätehuollon tehottomuus NCC Asuntorakentaminen - yksikön työmailla. Tuloksia tutkittaessa huomataan, kuinka paljon asuntorakentaminen yksikössä menee hukkaan rahaa ja työtunteja heikon jätehuollon vuoksi. Tähän ei vaikuta juurikaan esimerkiksi se, kuinka hyvä tai huono on työturvallisuuden kannalta erittäin tärkeä TR-tulos. Tärkeämpää sen sijaan on se, kuinka paljon työmaalla menee materiaalia hukkaan jätteeksi ja kuinka työmaalla on järjestetty lajittelu. Näistä kahdesta painopiste tulisi selkeästi kiinnittää ensiksi jätemäärän vähentämiseen, jolloin jäljelle jäävä jäte on huomattavasti vaivattomampaa lajitella.

Tarkasteltaessa tuloksia koko Asuntorakentaminen-yksikön näkökulmasta yhden työmaan sijaan, saadaan teoreettiset säästömahdollisuudet koko yksikössä niin jätteen synnyn osalta kuin taloudellisestikin. Vuonna 2012 valmistuvien kohteiden yhteenlaskettu kokonaistilavuus on noin 650 000 rakennuskuutiota. Jättemäärien ollessa nykyisellä tasollaan, eli 12,9 kilossa rakennuskuutiota kohden, NCC Asuntorakentaminen - yksikön jätemäärä on vuodessa yhteensä noin 8 350 tonnia. Pudottamalla jätemäärät kuuteen kiloon rakennuskuutiota kohden olisi vastaava summa noin 3 900 tonnia, eli jätettä syntyisi lähes 4 500 tonnia vähemmän. Viidenneksen vähennys vastaavasti toisi vähennystä jätteen määrässä noin 1 700 tonnia.

Vuonna 2012 valmistuvien kohteiden kokonaistilavuuden mukaan jätehuollon kokonaiskustannuksiksi kertyy noin 3,2 miljoonaa euroa. Mikäli vertailussa lasketut teoreettiset jätemäärien vähennykset pystyttäisiin toteuttamaan, syntyisi säästöä jätemäärän pudottamisella kuuteen kiloon rakennuskuutiota kohden noin 1,7 miljoonaa euroa. Viidenneksenkin vähennyksellä säästöä saataisiin kertymään noin 630 000 euroa.

| | | | | |
|---|-------------|--------------|-------------|------------|
| NCC AR:n vuonna 2012 valmistuvien kohteiden m^3 :t = 650 000 | | | | |
| KUSTANNUSARVIOT: | | | | |
| Nykyisellä jätemäärällä | 6 kg | erotus | 4/5 | erotus |
| 3 193 426 € | 1 514 771 € | -1 678 654 € | 2 564 611 € | -628 815 € |
| | | -53 % | | -20 % |

Kuvio 21. Jätehuollon arvioidut kokonaiskustannukset ja laskennalliset säästömahdollisuudet koko AR:n osalta vuonna 2012 valmistuvien työmaiden osalta.

Pelkistä jätekustannuksista, ilman työn tuomia kustannuksia, koko AR:n yksikössä kustannuksia kertyy vuonna 2012 valmistuvien työmaiden osalta arviolta noin 920 000 euroa. Jätteen väheneminen kuuteen kiloon rakennuskuutiota kohden tekisi tässä tapauksessa säästöä noin 470 000 euroa ja viidenneksen vähennys jätteen määrässä toisi vastaavasti säästöä noin 175 000 euroa.

| | | | | |
|--|-----------|------------|-----------|------------|
| NCC AR:n vuonna 2012 valmistuvien kohteiden $m^3:t = 650\,000$ | | | | |
| Kustannusarviot ilman työtä: | | | | |
| Nykyisellä jätemäärällä | 6 kg | erotus | 4/5 | erotus |
| 922 705 € | 456 413 € | -466 292 € | 748 034 € | -174 671 € |
| | | -51 % | | -19 % |

Kuvio 22. Jätehuollon arvioidut kokonaiskustannukset ja laskennalliset säästömahdollisuudet, ilman työn hintaa, koko AR:n osalta vuonna 2012 valmistuvien työmaiden osalta.

7 Työn yhteenveto

Tarkasteltaessa jätehuollon tilaa NCC Asuntorakentaminen -yksikössä jätehuollon tehostamisen kannalta esille tulee useita parannettavia asioita. Suurin parantamisen kohde on yleisesti jätehuollon suunnittelussa, joka pitää sisällään useita parannusta vaativia vaiheita. Lisäksi asenteiden muuttaminen jätehuoltoon ja ajattelun kääntäminen siihen suuntaan, että tehostamalla jätehuoltoa saadaan säästettyä luonnon lisäksi myös reilusti rahaa, ovat tärkeitä asioita kohti tehokkaampaa jätehuoltoa.

Koko jätehuollon tehostamisen tulee lähteä siitä, että jätemäärää vähennetään, asenteita kohennetaan ja jätehuollon logistiikkaa parannetaan. Ensi askeleet tässä jätteen vähentämisessä liittyvät työsuunnitteluun. Työvaiheet tulisi suunnitella niin, että työt pystyttäisiin suorittamaan mahdollisimman pienellä materiaalin hukalla. Tämä on tärkein yksittäinen keino, jolla työnjohtotasolla kyetään vähentämään vielä syntymätöntä jätettä. Tämä vaatii tarkempia materiaalilaskelmia, jolloin työmaille tilataan oikea määrä tavaraa eivätkä ylimääräiset tavarat päädy käyttämättömänä jätteeksi. Tilattujen tavaroitten ja materiaalien varastointiin tulee myös varautua, sillä väärin varastoidut materiaalit voivat mennä pilalle ja näin ollen päätyä jätteeksi. Työtä suunniteltaessa tulisi miettiä myös sitä, onko mahdollista saada käytettyä uudelleen jossain työvaiheessa jo valmiiksi työmaalla olevia kertaalleen käytettyjä materiaaleja, jolloin säästytään materiaalikustannusten lisäksi jäte- ja kuljetusmaksuilta kyseisten materiaalien osalta.

Jokaisessa työvaiheessa syntyy joka tapauksessa hukkaa, mutta sen minimoimiseksi tulisi urakkasopimuksiin sisällyttää sallitut hukkaprosentit ja niitä tulisi myös valvoa työnjohtoon toimesta. Mikäli hukkaa syntyy enemmän kuin sopimuksessa on mainittu, voisi urakoitsijalta pidättää urakkasummasta tietty osuus hukka-materiaalin hankinta- ja hävityskustannuksista, jolloin urakoitsijatkin varmasti tarkkailisivat työstään aiheutuvan jätteen määrää.

Kun työvaiheet on suunniteltu huolella ja työmaalle tilataan oikeita materiaaleja oikeat määrät, ovat lähtökohdat siihen, että jätemäärän vähentämisestä havahtuvat myös työntekijät huomattavasti paremmat. Vastaavasti jos työmaalle aina tilataan jokaista työkohdetta varten uutta tavaraa, vaikka työmaalla olisi käyttökelpoista materiaalia tarjolla, saattaisi sillä olla asenteisiin jätehuoltoon kohtaan laskeva vaikutus.

Jätteen vähentämisen jälkeen tärkeimpänä asiana tulee jätehuollon logistiikan parantaminen. Logistiikankin parantaminen lähtee jo suunnitteluvaiheesta. Lähtökohtaisesti NCC:ssä tehdään joka työmaalle jätehuoltosuunnitelma, mutta sen yksilöllisyys työmaita kohtaan on vähäistä. Suunnitelmassa tulisi huomioida aina esimerkiksi tontin ahtaus. On olemassa työmaita, joissa ei vain yksinkertaisesti ole mahdollista järjestää lajittelua käyttämällä pelkkiä vaihtolavoja. Jätehuoltosuunnitelmassa tulisi olla suunnitelmat eri rakennusvaiheiden jätteiden lajittelulle ja keräykselle, koska tarvittava kalusto lajittelulle on erilaista esimerkiksi runko- ja sisätyövaiheen aikana.

NCC:n työmailla on käytännössä käytössä vain vaihtolavoja jätteiden välivarastointiin. Muuttamalla tätä olisi ahtailla työmailla mahdollisesti helpompi järjestää jätteiden lajittelu, kuvion 9 (s.17) mukaisesti. Tätä edesauttaisi myös Kuusakoski Oy:n kanssa solmitun sopimuksen päivittäminen, sillä sopimuksessa on hinnat ainoastaan vaihtolavoille, mikä lisää työmaan kynnystä tilata muunlaista jätteiden välivarastointikalustoa.

Jätteiden liikuttelua syntypaikalta jätteiden välivarastointipaikoille tulee suunnitella siten, että jätteet saadaan mahdollisimman vähäisellä työnmäärällä kuljetettua. Tämän vuoksi jo työnsuunnitteluvaiheessa pitäisi kiinnittää huomiota siihen, minkälaisella kalustolla jätteet viedään niiden syntypaikoilta jätteiden lajittelu- ja välivarastointipaikoille.

Ympäristön kannalta kierrättäminen on hyvin tärkeässä osassa jätehuollon tehostamisessa. NCC AR:n työmailla tilanne on hyötykäyttöön päätyvien jätteiden osalta prosentuaalisesti katsottuna hyvällä mallilla siksi, että sekalaiset rakennusjätteet lajitellaan Kuusakoski Oy:n toimesta, jolloin sekajätteestä saadaan kierrätettyä noin 80 prosenttia. Tämä tapa takaa sen, että jätelain edellyttämälle tasolle päästään. Mikäli jätteitä lajiteltaisiin jo työmaalla tehokkaammin, säästyisi selvää rahaa.

Jätehuollon tehokkaampi toteutus vaatii lähtökohdaksi siis jätemäärien selvää laskua ja logistiikan osalta monipuolisempia ratkaisuja. Lisäksi asenteiden ja esimerkin tulee olla kohdallaan kaikilla NCC:läisillä, jotta saadaan työmaiden tavat tartutettua kaikkiin työmailla työskenteleviin. Urakasopimukseen voisi olla järkevää sisällyttää pykälät, jossa tarjotaan sopivassa suhteessa keppiä ja porkkanaa urakoitsijoille, jotta saadaan jätehuollon pelisäännöt viedyksi myös aliurakoitsijoille. Tehokasta kierrätystä ajatellen kaikki edellä mainitut asiat tulee saattaa hyvälle tolalle ennen kuin voidaan varsinaisesti käydä itse kierrätyksen kimppuun.

Lähteet

- 1 Jätelaki 646/2011 17.6.2011.
- 2 Ympäristö.fi [Internet-sivu], [viitattu 18.9.2012], saatavissa: <<http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=304983&lan=fi>>
- 3 Ympäristöministeriön Uusi jätelaki-pdf [Internet-sivu], [viitattu 18.9.2012], saatavissa: <<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=133722&lan=fi>>
- 4 Valtioneuvoston asetus jätteistä 179/2012 19.4.2012
- 5 Ratu KI-6020 s.269,
- 6 Suomen virallinen tilasto (SVT) Jätetilasto [Internet-sivu], 2006, Helsinki, Tilastokeskus, [viitattu: 26.9.2012], saatavissa: <http://www.stat.fi/til/jate/2006/jate_2006_2008-06-04_tie_001.html>
- 7 Suomen virallinen tilasto (SVT): Jätetilasto [Internet-sivu], Helsinki: Tilastokeskus, [viitattu:26.9.2012], saatavissa: <<http://www.stat.fi/til/jate/tau.html>>
- 8 Suomen virallinen tilasto (SVT): Jätetilasto [Internet-sivu], 2010. Helsinki, Tilastokeskus, [viitattu: 25.9.2012], saatavissa: <http://www.stat.fi/til/jate/2010/jate_2010_2012-05-16_fi.pdf>
- 9 Hokkanen S., Karhunen J., Luukkainen M., 2011. Johdatus logistiseen ajatteluun. Jyväskylä. Jyväskylän yliopistopaino.
- 10 Koski H., Koskenvesa A., Mäki T., Kivimäki C., 2010. Rakentamisen tuotantotekniikka. Helsinki. Rakennustieto.
- 11 Koski H., Lehtinen J., Perälä A-L., yms. 1998. Talonrakennustyömaan jätehuollon kehittäminen. Espoo. VTT.
- 12 Wegelius-Lehtonen T., Pahkala S., Nyman H., yms. 1996. Opas rakentamisen logistiikkaan. Helsinki. Kyrrii
- 13 Ratu 2000. Rakennustyön materiaalisät ja -hukat. Suunnitteluohje 1191-S. Rakennustieto Oy.
- 14 Fiksu tuottaa vähemmän jätettä – Parhaat käytännöt talon rakentamisessa. 2005. YTV.

- 15 Kokkonen E. 2004. Pk-yritysten mahdollisuudet rakennusjätteiden kierrätysliiketoiminnassa. Helsinki. Kauppa- ja teollisuusministeriö.
- 16 Lassila & Tikanoja, Tuote-esitys - Tekniset laitteet ja palvelut. [Internet-sivu], [viitattu: 23.10.2012], saatavissa:
<http://www.lassila-tikanoja.fi/esitteet/tekniset_laitteet/>
- 17 Starke Arvid, [Internet-sivu], [lainattu: 23.10.2012], saatavissa:
<http://www2.starkearvid.se/international/fi/prod_details.aspx?prodid=51>

Jätehuollon muistilista työnjohdolle.

Kaikkien alla olevien asioiden on tarkoitus ohjata työmaita vähentämään syntyvän jätteen määrää ja sitä kautta tehostamaan jätehuoltoa.

- Suunnittelu
 - **Työmaan aluesuunnitelman ylläpito ja noudattaminen**
 - Jokaisessa työvaiheessa tarkastettava, että aluesuunnitelma toimii.
 - Suunnitellut paikat jätteiden **välivarastointiin ja lajitteluun**
 - **Välivarastointikaluston** harkittava tarkkaan työvaiheittain. (Olisiko olemassa vaihtolavalle varteen otettava vaihtoehto!)

 - **Työn suunnittelun tärkeys jätehuollossa!**
 - Jokaisesta työvaiheesta tulee tehdä selkeät suunnitelmat, joissa otetaan huomioon **HUKAN MINIMOINTI, materiaalien ja tarvikkeiden varastointi ja jätteidenkuljetus sen syntypaikalta välivarastointipaikalle.**
 - Suunnitellut materiaalitilaukset jokaisessa työvaiheessa
 - Mahdollinen materiaalien uudelleen käyttö!
- Jätteenkeräys
 - Keräysvälineistön harkinta työvaihekohtaisesti
 - Välivarastointi- ja kierrätys välineistön valinta, koska on olemassa tilankäytöllisesti monipuolisempiakin vaihtoehtoja kuin vaihtolava.

- **ESIMERKIN NÄYTTÄMINEN TYÖNTEKIJÖILLE JA ALIURAKOITSIJOLLE ERITTÄIN TÄRKEÄÄ!**



23.7.2012
KkOy/ Laxman

JÄTERAPORTTI

Jakso **1.6.2010 - 22.7.2012**

Yleistiedot

| | |
|---------------|----------------------------|
| Rakennusliike | NCC Rakennus Oy |
| Kohde | Koy Helsingin Malminpuisto |
| Työnumero | 11392 |
| Osoite | Helatehtaankatu 2 |
| Postinumero | 00700 HELSINKI |

| | |
|--------|------------------------------|
| Tyyppi | Asuinrakennus, uudistuotanto |
| Rm3 | 31604 |
| Kesto | 01/ 2010 - 1/ 2011 |

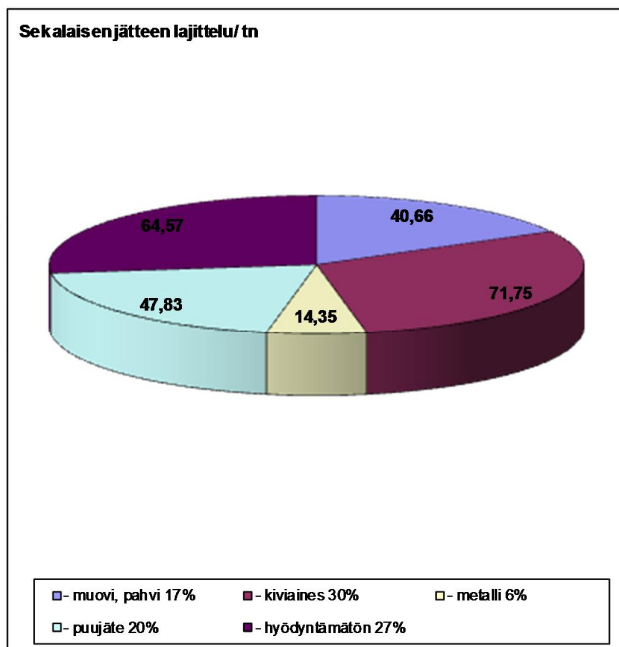
Jättemäärät ja kustannukset (alv 0%)

| Jätejäte | Krm | Tn | Kg/ rm3 | EURO | €/ rm3 |
|---------------|------------|---------------|--------------|-----------------|-------------|
| Rakennusjäte | 123 | 239,16 | 7,57 | 35695,32 | 1,13 |
| Puujäte | 99 | 149,86 | 4,74 | 11655,62 | 0,37 |
| Metalliromu | 14 | 23,21 | 0,73 | -2825,86 | -0,09 |
| Energiajäte | 6 | 1,26 | 0,04 | 631,38 | 0,02 |
| Betonijäte | 3 | 19,75 | 0,62 | 589,07 | 0,02 |
| Betoni+tiili | 8 | 36,45 | 1,15 | 2079,71 | 0,07 |
| Painekyll.puu | 1 | 0,87 | 0,03 | 311,00 | 0,01 |
| Keräyspaperi | 6 | 0,48 | 0,02 | 5,04 | 0,00 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| YHT | 260 | 471,04 | 14,90 | 48141,28 | 1,52 |

Sekalainen rakennusjäte on lajiteltu koneellisesti lajittelulaitoksessa, jossa eritelty seuraavat jätejakeet ja toimitettu hyötykäyttöön (hyödyntämätön jäte toimitettu kaatopaikalle).

| | Tn |
|---------------------|--------|
| Sekajäte | 239,16 |
| - muovi, pahvi 17% | 40,66 |
| - kiviaines 30% | 71,75 |
| - metalli 6% | 14,35 |
| - puujäte 20% | 47,83 |
| - hyödyntämätön 27% | 64,57 |

| Toimituspaikka | Tn | % |
|----------------|---------------|------------|
| Kaatopaikka | 84,32 | 18 |
| Hyötykäyttö | 386,72 | 82 |
| YHT | 471,04 | 100 |





11.9.2012
KkOy/ Laxman

JÄTERAPORTTI

Jakso **1.1.2011 - 9.9.2012**

Yleistiedot

| | |
|---------------|-------------------|
| Rakennusliike | NCC Rakennus Oy |
| Kohde | As Oy Viikinranta |
| Työnumero | 11671 |
| Osoite | Kalastajanpolku 1 |
| Postinumero | 00560 HELSINKI |

| | |
|--------|------------------------------|
| Tyyppi | asuinrakennus, uudisrakennus |
| Rm3 | 29710 |
| Kesto | 1/ 2011 - 5/ 2012 |

Jättemäärät ja kustannukset (alv 0%)

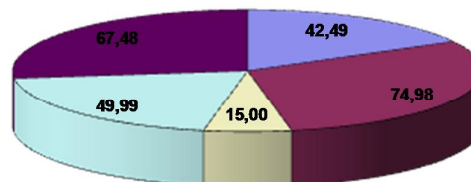
| Jätejäte | Krm | Tn | Kg/ rm3 | EURO | €/ rm3 |
|-------------------|------------|---------------|--------------|-----------------|-------------|
| Rakennusjäte | 104 | 249,94 | 8,41 | 35311,82 | 1,19 |
| Puujäte | 44 | 95,58 | 3,22 | 5672,86 | 0,19 |
| Parakkijäte | 75 | 2,25 | 0,08 | 896,25 | 0,03 |
| Betoni | 7 | 31,33 | 1,05 | 1141,87 | 0,04 |
| Betoni+Tiili | 4 | 17,60 | 0,59 | 1017,92 | 0,03 |
| Metalliroomu (Fe) | 1 | 3,48 | 0,12 | -528,83 | -0,02 |
| | | | 0,00 | | 0,00 |
| | | | 0,00 | | 0,00 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| YHT | 235 | 400,18 | 13,47 | 43511,89 | 1,46 |

Sekalainen rakennusjäte on lajiteltu koneellisesti lajittelulaitoksessa, jossa eritelty seuraavat jätejakeet ja toimitettu hyötykäyttöön (hyödyntämätön jäte toimitettu kaatopaikalle).

| | Tn |
|---------------------|--------|
| Sekajäte | 249,94 |
| - muovi, pahvi 17% | 42,49 |
| - kiviaines 30% | 74,98 |
| - metalli 6% | 15,00 |
| - puujäte 20% | 49,99 |
| - hyödyntämätön 27% | 67,48 |

| Toimituspaikka | Tn | % |
|----------------|---------------|------------|
| Kaatopaikka | 69,73 | 17 |
| Hyötykäyttö | 330,45 | 83 |
| YHT | 400,18 | 100 |

Sekalaisen jätteen lajittelu/ tn



□ - muovi, pahvi 17% ■ - kiviaines 30% □ - metalli 6%
 □ - puujäte 20% ■ - hyödyntämätön 27%



28.8.2012
KkOy/ Laxman

JÄTERAPORTTI

Jakso **1.12.2010 - 30.6.2012**

Yleistiedot

| | |
|---------------|--------------------------------|
| Rakennusliike | NCC Rakennus Oy |
| Kohde | As Oy Vantaan Tammiston Passer |
| Työnumero | 11426 |
| Osoite | Säterinkatu 2 |
| Postinumero | 01520 VANTAA |

| | |
|--------|-------------------------------|
| Tyyppi | Uudisrakennus, asuntotuotanto |
| Rm3 | 18500 |
| Kesto | 12/ 2010 - 3/ 2012 |

Jättemäärät ja kustannukset (alv 0%)

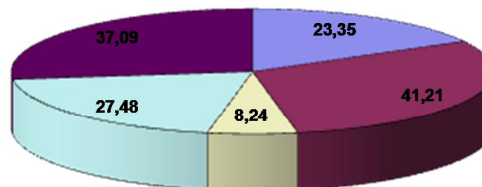
| Jätejäte | Krm | Tn | Kg/ rm3 | EURO | €/ rm3 |
|-------------------|-----------|---------------|--------------|-----------------|-------------|
| Rakennusjäte | 59 | 137,38 | 7,43 | 19637,14 | 1,06 |
| Puujäte | 30 | 56,64 | 3,06 | 3752,88 | 0,20 |
| Betoni | 4 | 26,25 | 1,42 | 784,12 | 0,04 |
| Pakkausjäte (ENG) | 1 | 1,14 | 0,06 | 164,82 | 0,01 |
| Metalliromu | 3 | 6,22 | 0,34 | -789,65 | -0,04 |
| | | | 0,00 | | 0,00 |
| | | | 0,00 | | 0,00 |
| | | | 0,00 | | 0,00 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| YHT | 97 | 227,63 | 12,30 | 23549,31 | 1,27 |

Sekalainen rakennusjäte on lajiteltu koneellisesti lajittelulaitoksessa, jossa eritelty seuraavat jätejakeet ja toimitettu hyötykäyttöön (hyödyntämätön jäte toimitettu kaatopaikalle).

| | Tn |
|---------------------|---------------|
| Sekajäte | 137,38 |
| - muovi, pahvi 17% | 23,35 |
| - kiviaines 30% | 41,21 |
| - metalli 6% | 8,24 |
| - puujäte 20% | 27,48 |
| - hyödyntämätön 27% | 37,09 |

| Toimituspaikka | Tn | % |
|----------------|---------------|------------|
| Kaatopaikka | 37,09 | 16 |
| Hyötykäyttö | 190,54 | 84 |
| YHT | 227,63 | 100 |

Sekalaisen jätteen lajittelu/ tn



□ - muovi, pahvi 17% ■ - kiviaines 30% □ - metalli 6%
 □ - puujäte 20% ■ - hyödyntämätön 27%



5.9.2012

KkOy/ Laxman

JÄTERAPORTTI

| | |
|-------|---------------------|
| Jakso | 1.3.2011 - 4.9.2012 |
|-------|---------------------|

Yleistiedot

| | |
|---------------|-------------------------------------|
| Rakennusliike | NCC Rakennus Oy |
| Kohde | As Oy Helsingin Greippi ja Kaunotar |
| Työnumero | 11837 |
| Osoite | Konalantie 43 |
| Postinumero | 00390 HKI |

| | |
|--------|-------------------------------|
| Tyyppi | Ludisrakennus, asuntotuotanto |
| Rm3 | 15320 |
| Kesto | 3/ 2011 - 9/ 2012 |

Jättemäärät ja kustannukset (alv 0%)

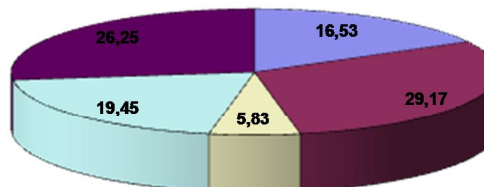
| Jätejäte | Krm | Tn | Kg/ rm3 | EURO | €/ rm3 |
|----------------|-----------|---------------|--------------|-----------------|-------------|
| Rakennusjäte | 36 | 97,24 | 6,35 | 13327,72 | 0,87 |
| Puujäte | 21 | 54,76 | 3,57 | 2862,92 | 0,19 |
| Fe-metalliromu | 1 | 2,02 | 0,13 | -192,90 | -0,01 |
| | | | 0,00 | | 0,00 |
| | | | 0,00 | | 0,00 |
| | | | 0,00 | | 0,00 |
| | | | 0,00 | | 0,00 |
| | | | 0,00 | | 0,00 |
| | | | 0,00 | | 0,00 |
| | | | 0,00 | | 0,00 |
| YHT | 58 | 154,02 | 10,05 | 15997,74 | 1,04 |

Sekalainen rakennusjäte on lajiteltu koneellisesti lajitellulaitoksessa, jossa eritelty seuraavat jätejakeet ja toimitettu hyötykäyttöön (hyödyntämätön jäte toimitettu kaatopaikalle).

| | Tn |
|---------------------|--------------|
| Sekajäte | 97,24 |
| - muovi, pahvi 17% | 16,53 |
| - kiviaines 30% | 29,17 |
| - metalli 6% | 5,83 |
| - puujäte 20% | 19,45 |
| - hyödyntämätön 27% | 26,25 |

| Toimituspaikka | Tn | % |
|----------------|---------------|------------|
| Kaatopaikka | 26,25 | 17 |
| Hyötykäyttö | 127,77 | 83 |
| YHT | 154,02 | 100 |

Sekalaisen jätteen lajittelu/ tn



| | | |
|----------------------|-----------------------|----------------|
| □ - muovi, pahvi 17% | ■ - kiviaines 30% | □ - metalli 6% |
| □ - puujäte 20% | ■ - hyödyntämätön 27% | |



9.3.2012

KkOy/ Laxman

JÄTERAPORTTI

| | |
|-------|----------------------|
| Jakso | 1.2.2011 - 29.2.2012 |
|-------|----------------------|

Yleistiedot

| | |
|---------------|-----------------------------|
| Rakennusliike | NCC Rakennus Oy |
| Kohde | As Oy Vantaan Päivänkakkara |
| Työnumero | 11462 |
| Osoite | Tarhurintie 16 |
| Postinumero | 01350 VANTAA |

| | |
|--------|-------------------------------|
| Tyyppi | Ludisrakennus, asuntotuotanto |
| Rm3 | 14830 |
| Kesto | 2/ 2011 - 4/ 2012 |

Jättemäärät ja kustannukset (alv 0%)

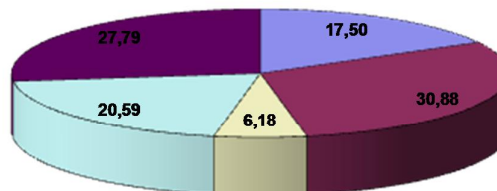
| Jätejäte | Krm | Tn | Kg/ rm3 | EURO | €/ rm3 |
|-------------|-----------|---------------|--------------|-----------------|-------------|
| Sekajäte | 31 | 102,94 | 6,94 | 13485,82 | 0,91 |
| Puujäte | 21 | 59,08 | 3,98 | 2957,36 | 0,20 |
| Parakkijäte | | | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| YHT | 52 | 162,02 | 10,93 | 16443,18 | 1,11 |

Sekalainen rakennusjäte on lajiteltu koneellisesti lajittelulaitoksessa, jossa eritelty seuraavat jätejakeet ja toimitettu hyötykäyttöön (hyödyntämätön jäte toimitettu kaatopaikalle).

| | Tn |
|---------------------|--------|
| Sekajäte | 102,94 |
| - muovi, pahvi 17% | 17,50 |
| - kiviaines 30% | 30,88 |
| - metalli 6% | 6,18 |
| - puujäte 20% | 20,59 |
| - hyödyntämätön 27% | 27,79 |

| Toimituspaikka | Tn | % |
|----------------|---------------|------------|
| Kaatopaikka | 27,79 | 17 |
| Hyötykäyttö | 134,23 | 83 |
| YHT | 162,02 | 100 |

Sekalaisen jätteen lajittelu/ tn



| | | |
|----------------------|-----------------------|----------------|
| ■ - muovi, pahvi 17% | ■ - kiviaines 30% | □ - metalli 6% |
| □ - puujäte 20% | ■ - hyödyntämätön 27% | |