

Taija Poutiainen

# Rakennusjätteen vähentäminen ja hyödyntäminen korjausrakentamisessa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (YAMK)

Rakentamisen koulutusohjelma

Insinööriytyö

29.5.2013

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Taija Poutiainen Rakennusjätteen vähentäminen ja hyödyntäminen korjausrakentamisessa 75 sivua 29.5.2013
Tutkinto	Insinööri (ylempi AMK)
Koulutusohjelma	Rakentamisen koulutusohjelma
Suuntautumisvaihtoehto	Rakentamisen ylempi AMK-tutkinto, korjausrakentaminen
Ohjaajat	Yliopettaja Hannu Hakkarainen Konepajapäällikkö Antti Rusko
<p>Keväällä 2012 muuttunut jätelainsäädäntö edellyttää rakennusjätteen synnyn ehkäisemistä ja aiempaa tehokkaampaa hyödyntämistä sekä seurantaa ja kirjanpitoa.</p> <p>Stara on Helsingin kaupungin rakennusalan, ympäristönhoidon ja logistiikan palveluja tuottava yksikkö, jonka toiminnassa syntyy ja kuljetetaan huomattavia määriä rakennusjätettä, jonka määrää ja kustannuksia tulisi vähentää. Staralla ei myöskään ole ollut sähköistä jätekirjanpitojärjestelmää, jonka avulla jätemääriä tai jättekustannuksia olisi voitu seurata, joten Staralle on tarve kehittää kyseinen kirjanpitojärjestelmä.</p> <p>Opinnäytteessä käytetty analyysiaineisto kerättiin Staran Logistiikan Kuljetuspalvelun kuljettamista rakennusjätteistä ja Basware Invoice Processing Monitor -laskutusohjelmasta.</p> <p>Staran rakennusjätteitä lajitellaan, mutta suuri osa jätemäärästä on kuitenkin lajittelematonta sekalaista rakennusjätettä, joka toimitetaan kierrätysasemille tai jätteenkäsittelykeskuksiin edelleen käsiteltäväksi. Lajittelematoman sekalaisen rakennusjätteen osuus aineistosta on 43 % ja lajitellun erilliskerätyn jätteen osuus 57 % kokonaisjätemäärästä. Suurimmat jättekustannukset muodostuvat sekalaisesta rakennusjätteestä, jätteen kuljetuksista sekä jätteiden vastaanotto- ja punnituskustannuksista.</p> <p>Jättemäärää ja jättekustannuksia voidaan pienentää vähentämällä tuotannossa syntyvää hukkaa, hyödyntämällä hukkapaloja ja jätteitä työmailla, ohjaamalla rakennusosia ja rakennusmateriaaleja uudelleen- ja uusiokäyttöön, tiivistämällä jätekuormia ja suojaamalla jätelavat sateelta. Mineraalijätteen käsittelyä kierrätettäväksi ja puujätteen käsittelymahdollisuuksia energiantuotannon raaka-aineeksi työmailla tulee selvittää.</p>	
Avainsanat	rakennusjäte, uudelleenkäyttö, uusiokäyttö, jätteen hyödyntäminen

Author Title Number of Pages Date	Taija Poutiainen Construction and Demolition Waste Recovery and Reduction in Building Renovation 75 pages 29th May 2013
Degree	Master of Engineering
Degree Programme	Master's Degree Programme in Civil Engineering
Specialisation option	Building Renovation
Instructors	Hannu Hakkarainen, Principal Lecturer Antti Rusko, Unit Manager
<p>The legislation concerning construction and demolition waste changed in spring 2012. The legislation demands efforts to prevent waste generation and utilise construction and demolition waste more efficiently than earlier. It also demands monitoring and accounting of waste.</p> <p>Stara is a unit of the city of Helsinki which produces construction, environment and transportation services. Its construction sites develop, and the unit transports remarkable amounts of construction and demolition waste. The amount and costs of construction and demolition waste should be decreased. Stara also has no electronic waste account system which could be used to monitor construction and demolition waste, so there is a need to develop the system.</p> <p>The material analysed in this thesis was collected from Stara Logistics Transport Services and Basware Invoice Processing Monitor.</p> <p>Some construction and demolition waste is sorted at Stara, but a great deal of it is delivered without sorting to waste management or recycling plants to be treated. The portion of unsorted mixed construction and demolition waste in the analysed material was 43 percent and waste sorted at construction sites was 57 percent of the whole waste amount. The greatest costs consist of unsorted mixed construction and demolition waste, transportation, and reception and weighing costs of waste.</p> <p>The amount and costs of waste could be reduced by decreasing waste generation in production at construction sites, by recycling components and building materials, by compressing waste loads and by protecting waste bins from rain. The possibilities of processing mineral waste for recycling and wood waste to a raw material for energy production at construction sites should be examined.</p>	
Keywords	construction and demolition waste, recycling, waste utilisation

## Sisällys

1	Johdanto	1
2	Rakentamisen jätteet	3
2.1	Rakennusjättemäärät Suomessa	3
2.2	Rakennusjätteen koostumus	3
2.2.1	Metallijäte	4
2.2.2	Betonijäte	4
2.2.3	Tiilijäte	4
2.2.4	Puujäte	4
2.2.5	Lasijäte	4
2.2.6	Muovijäte	5
2.2.7	Keräyspaperi ja -pahvi	5
2.3	Rakennusjätteen hyödyntämisaste	5
3	Rakennusjätteitä koskevat lait ja määräykset	6
3.1	Jätedirektiivi	6
3.2	Jätteiden syntymisen ehkäisemistä ja kierrätystä koskeva strategia	6
3.3	Valtakunnallinen jätesuunnitelma vuoteen 2016	7
3.3.1	Kansallinen rakennuspoliittinen ohjelma	7
3.3.2	Ekologisesti kestävä rakentamisen ohjelma	8
3.3.3	Kestävän kulutuksen ja tuotannon kansallinen ohjelma	8
3.3.4	EU:n ja Suomen strategiat kierrätyksen edistämiseksi	8
3.4	Jätelaki ja valtioneuvoston asetus jätteistä	8
3.4.1	Jätteen käsittelyn hierarkia	9
3.4.2	Jätteiden lajittelu	10
3.4.3	Kunnalliset jätehuoltomääräykset	11
3.4.4	Tuottajavastuu	11
3.4.5	Jätteiden seuranta ja kirjanpitovelvollisuus	11
3.4.6	Siirtoasiakirja	12
3.5	Jäteverolaki	12
3.6	Rakennusurakan yleiset sopimusehdot	13
3.7	Maankäyttö- ja rakennuslaki sekä asetus	13
3.8	Vn:n asetus eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa	14
3.9	Helsingin kaupungin ympäristönsuojelumääräykset	14
3.10	Ympäristönsuojelulain säädökset	15
3.11	Jätteen polttamista koskevat säädökset	15

3.12	Kaatopaikkoja koskevat säädökset	15
4	Materiaalihukat	16
4.1	Suunnittelussa ja hankinnoissa syntyvien hukkien ehkäiseminen	16
4.2	Varastoinnissa ja käsittelyssä syntyvien hukkien ehkäiseminen	16
4.2.1	Terästen hukkien ehkäiseminen	17
4.2.2	Puutavaran hukkien ehkäiseminen	17
4.2.3	Rakennuslevyjen hukkien ehkäiseminen	18
4.2.4	Lämmöneristeiden hukkien ehkäiseminen	18
4.2.5	Laastien hukkien ehkäiseminen	19
5	Rakenteiden purkaminen ja jätteenkäsittely	19
5.1	Rakennuksen ja korjauksen suunnittelu	19
5.2	Kierrätys- ja purkusuunnittelu	19
5.2.1	Kierrätys- ja purkusuunnitelma	20
5.2.2	Purkutyöselitys	20
5.2.3	Purkutyösuunnitelma	21
5.2.4	Jätteen käsittely- ja sijoitussuunnitelma	21
5.3	Rakenteiden purkaminen	21
5.3.1	Lajitteleva purku	22
5.3.2	Ehjänä purkaminen	23
5.4	Jätteiden lajittelu	23
5.5	Jätteen hyödyntäminen	25
5.6	Jätehuollon maksut	26
5.7	Raportointi	27
6	Vaaralliset jätteet	27
6.1	Asbesti	28
6.2	Kyllästetty puu	28
6.3	Polyklooratut bifenyylit	29
6.4	Raskasmetallit	30
6.5	Vaarallista jätettä sisältävien rakenteiden purku	30
6.6	Vaarallisen jätteen synnyn ehkäisy	31
7	Rakennusjätteiden kierrätys	32
7.1	Uudelleenkäyttö	32
7.2	Uusiokäyttö	33
7.3	Energiahöyrykäyttö	34

7.4	Luonnonkivi	34
7.5	Betoni	35
7.5.1	Uudelleenkäyttö	35
7.5.2	Uusiokäyttö	36
7.6	Tiili	37
7.6.1	Uudelleenkäyttö	38
7.6.2	Uusiokäyttö	38
7.7	Keraamiset laatat ja posliini	39
7.8	Puu	39
7.8.1	Uudelleenkäyttö	40
7.8.2	Uusiokäyttö	41
7.8.3	Energiahödyntäminen	42
7.8.4	Kaatopaikalle sijoittaminen	43
7.8.5	Puujätteen tulevaisuus	43
7.9	Teräs	44
7.9.1	Uudelleenkäyttö	44
7.9.2	Uusiokäyttö	45
7.10	Alumiini	46
7.11	Kupari	47
7.12	Lasi	47
7.12.1	Uudelleenkäyttö	48
7.12.2	Uusiokäyttö	48
7.13	Kipsilevyt	49
7.13.1	Uudelleenkäyttö	49
7.13.2	Uusiokäyttö	50
7.14	Eristeet	50
7.14.1	Mineraalieristeet	51
7.14.2	Muovieristeet	52
7.14.3	Puupohjaiset eristeet	53
7.15	Muovi	53
7.15.1	Uusiomuovi	54
7.15.2	Muovien energiahöykykäyttö	56
7.16	Liittorakenteet ja yhdistelmäateriaalit	56
7.17	Pahvi ja kartonki	57
7.18	Energiahödyntämistä haittaavat materiaalit	58
7.19	Hyötykäyttöön kelpaamaton jäte	58
8	Tulokset	59

9	Päätelmiä	64
9.1	Jättemäärät	65
9.2	Jätekustannukset	66
9.3	Hukan ehkäiseminen	66
9.4	Uudelleenkäyttö	67
9.5	Uusiokäyttö	67
9.6	Materiaalien hyödyntämismahdollisuudet Staran Rakennustekniikassa	68
9.6.1	Metalliromu	68
9.6.2	Betoni	68
9.6.3	Tiili	69
9.6.4	Puu	69
9.6.5	Lasi	71
9.6.6	Kipsilevyt	71
9.6.7	Eristeet	71
9.6.8	Muovit	71
9.6.9	Pahvi	72
9.6.10	Sekalainen rakennusjäte	72
	Lähteet	73

## 1 Johdanto

Stara on Helsingin kaupungin rakennusalan, ympäristöhoidon ja logistiikan palveluja tuottava yksikkö. Stara on perustettu vuonna 2009, mutta sen juuret ulottuvat vuonna 1878 perustettuun Helsingin rakennuskonttoriin asti. Stara korjaa rakennuksia, rakentaa ja hoitaa katuja sekä puistoja, hoitaa luonnonmukaisia alueita sekä tuottaa logistiikan ja teknisen alan palveluja Helsingin kaupungin ja kuntalaisten tarpeisiin. (1.)

Vuoden 2013 alusta Staralla tehtiin organisaatiouudistus, jossa Talonrakennuksen osasto muuttui Rakennustekniikan osastoksi, ja sen alle muodostui kolme toimistoa: Rakennusprojektit, Korjausrakentaminen ja Konepaja. Rakennusprojektit suorittavat koulujen, päiväkotien ja muiden julkisten laitosten laajoja peruskorjauksia ja perusparannuksia. Korjausrakentamisen yksikkö suorittaa muun muassa rakennusten muu-  
tostöitä ja kosteusvauriokorjauksia. Konepajan alaisuudessa toimivat puu-, metalli-, lvi- ja sähkötekniikan työyksiköt, jotka valmistavat ja korjaavat erilaisia rakennusosia ja rakennustuotteita. (2, s. 8.)

Staran liikevaihto vuonna 2012 oli noin 240 miljoonaa euroa, ja tulos poistojen jälkeen oli 1,7 miljoonaa euroa. Stara on nettobudjetoitu virasto, joka toimii kannattavasti omakustannusperiaatteella. Se ei saa rahoitusta kaupungin talousarviosta, vaan palvelut tuotetaan ja toiminta rahoitetaan myynnillä kaupungin muille virastoille. (2, s. 12-13.)

Staran Rakennustekniikka on julkisten tilojen korjausrakentamisen, perusparannusten ja laajennusten ammattilainen, ja osastolla tehdään myös rakennusentisöintiä, kunnossapitoa ja erikoisrakenteita. Rakennustekniikka on liikevaihdoltaan Staran suurin osasto. Rakennustekniikan liikevaihto ja sisäinen myynti vuonna 2012 oli 70,5 miljoonaa euroa. Vuonna 2012 Rakennustekniikassa työskenteli 349 työntekijää, joista 309 oli vakituisia työntekijöitä. (2, s. 26.)

Stara hyödyntää käytössä olevat resurssit tehokkaasti ja käyttää aliurakointia silloin, kun se on järkevää. Kaluston käyttö optimoidaan ja resurssit kohdistetaan tarkoituksenmukaisesti ja kustannustehokkaasti. Staralla toimitaan lakien ja asetusten mukaan ja valvotaan, että koko tuotantoketju aliurakointia myöten noudattaa sääntöjä. Stara huomioi toiminnan ympäristövaikutukset, kuluttaa harkiten ja valitsee ympäristöystäväl-



lisiä raaka-aineita sekä kierrättää kalustoa ja materiaaleja. Stara noudattaa alihankintasopimuksiinsa sisältyvää jätteiden lajitteluvuorot. Staran kierrätyskeskus ottaa vastaan käytöstä poistettuja ajoneuvoja, koneita ja rakennustarvikkeita. Toiminta katsotaan kokonaisuutena ja valintoja tehdään tuotteiden ja kaluston koko elinkaaren perusteella. Staran vuoteen 2015 tähtäävä visio on olla alansa halutuin palveluntuottaja ja työnantaja sekä vastuullinen ja kilpailukykyinen edelläkävijä. (2, s. 8; 3.)

Uudistettu jätelainsäädäntö asettaa vaatimuksen yrityksen jätekirjanpidolle ja jätteiden säännölliselle seurannalle, mikäli toiminnassa syntyy yli 100 tonnia jätettä tai vaarallista jätettä. Staran eri osastojen jätemäärät ja kustannukset on arvioitu vuosittaisessa ympäristötilinpäätöksessä, mutta tarkkaa jätetietojen tilastollista kirjanpitojärjestelmää ei ole ollut. Staralla ollaan ottamassa käyttöön Ekokompassi -ympäristöjärjestelmä, joka on kunnille sekä pienille ja keskisuurille yrityksille soveltuva kevennetty ympäristöasioiden hallintaa ja johtamista helpottava järjestelmä. Jätteiden seuranta on olennainen osa ympäristöjärjestelmää, ja jätetietojen sähköistä tilastointitapaa on tarkoitus kehittää ympäristöjärjestelmän käyttöönoton ohella.

Työn tavoitteena oli selvittää Staran Rakennustekniikassa vuonna 2012 syntyneet rakennusjätemäärät ja -kustannukset, laskea jätteiden hyödyntämistä, miettiä keinoja syntyvien jätteiden ja hukkan ehkäisemiseksi sekä hyödyntämismahdollisuuksia syntyneille jätelajikkeille jätemäärien ja jättekustannusten vähentämiseksi. Staran Rakennustekniikka tekee pääasiassa purku- ja korjausrakentamista, joten työn ulkopuolelle rajattiin uudisrakentamisessa syntyvien jätteiden tarkastelu, joita valtakunnallisestikin syntyy vain 16 % kokonaisjätemäärästä, korjaus- ja purkujätteen muodostaessa 84 % kokonaisjätemäärästä. Työn ulkopuolelle rajattiin rakentamisessa syntyvät ylimääräiset maamassat sekä suurtehoimuroinnilla poistetut jätteet ja maamassat.

Työssä selvitettiin rakentamista ja rakennusjätteitä koskevat lainsäädännön vaatimukset, työmailla syntyvät hukat ja niiden synnyn ehkäiseminen. Työssä käsitellään rakentamisesta yleisimmin syntyvät jätteet ja vaaralliset jätteet sekä yritetään löytää keinoja jätteiden synnyn ehkäisemiseksi ja syntyvän jätteen hyödyntämiseksi soveltaen näitä Staran Rakennustekniikassa syntyviin rakennusjätteisiin.

## 2 Rakentamisen jätteet

### 2.1 Rakennusjättemäärät Suomessa

Talonrakentamisen arvo oli vuonna 2009 noin 20 miljardia euroa, josta uudisrakentamisen osuus oli 10,9 miljardia euroa ja korjausrakentamisen arvo 9,6 miljardia euroa. Korjausrakentamisen osuus talonrakentamisesta oli noin 45 %. Rakentaminen on painottumassa uudisrakentamisesta korjausrakentamiseen, jolloin valtaosa rakennusjätteestä syntyy korjausrakentamisesta. Näin rakennusjätteen ominaiskertymä, kokonaismäärä sekä koostumus tulevat muuttumaan. (4.)

Talonrakentamisessa syntyi jätteitä vuonna 2008 noin 25 miljoonaa tonnia, josta suurin osa oli maa-aineksia. Talonrakennuksen syntyi jätteitä maamassoja lukuun ottamatta noin 1,6 miljoonaa tonnia. Rakentamisessa syntyviä jätteitä ovat metalli-, betoni, tiili-, puu-, pahvi-, muovi-, lasi-, elektroniikka-, maa- ja kiviainesjäte sekä vaarallinen jäte. Talonrakennustyömaiden jätteistä 57 % syntyi korjaustyömailla, 27 % purkutyömailla ja 16 % uudisrakennustyömailla. (4; 5.)

### 2.2 Rakennusjätteen koostumus

Korjaus-, purku- ja uudisrakentamisen rakennus- ja purkujätteestä puuta on 40 %, mineraalijätettä 31 %, metallia 14 %, lasia 2 % ja muita jättejakeita 13 %. Muut jättejakeet sisältävät eriste- ja pakkausmuoveja, maalijätteitä ja yhdyskuntajätteen kaltaisia jätteitä. Talonrakentamisen vaarallisia jätteitä syntyy noin 1 %, joka koostuu kyllästetystä puutavarasta, asbestijätteestä ja muista haitta-aineista. Korjaus- ja purkutyömaiden jätteiden koostumus poikkeaa hieman uudisrakentamisen jättejakaumasta ja rakennus- ja purkujätteestä arvioidaan 30 - 70 % olevan betonia ja tiiltä, 20 - 30 % puuta, 5 - 10 % metallia ja muita materiaaleja. (6; 4; 7.)

Suomessa rakentamisessa käytetyt päämateriaalit ovat betoni, puu ja teräs. Betonin osuus rakentamisessa on 54 %, puun 38 % ja teräksen 8 %. Kerrostaloissa betonin osuus on yli 95 %. (8.)

### 2.2.1 Metallijäte

Metalleja käytetään rakennustoiminnassa, metallituote-, kone-, laite-, sähkö- ja elektrooniikka- sekä kulkuneuvoteollisuuden tuotteissa. Metallien ja niistä valmistettavien metallituotteiden valmistuksessa syntyvän metallijätteen kierrätysaste tällä hetkellä on noin 75 %, ja metalleilla on saavutettavissa 91 % kierrätysaste. Metallipitoiset tuotteet kerätään, lajitellaan, puretaan ja murskataan metallimurskeiksi, jotka kierrätetään takaisin teollisuuden raaka-aineiksi. (8; 9.)

### 2.2.2 Betonijäte

Betonijätettä syntyy vuosittain 700 000 – 1 000 000 tonnia, mistä hyödynnetään noin 80 %. Betonijätteestä 80 % syntyy purkutyömailla ja 20 % ontelolaattatehtailla. Betonista syntyvä jäte koostuu betonikappaleista, -laatoista, -pilareista, elementeistä, ontelolaatoista sekä valujen ylijäämistä. Puhdas betonijäte saa sisältää raudoituksia. Sekalainen betonijäte saa sisältää betonin lisäksi 30 % tiiltä tai kevytbetonia ja korkeintaan yhden prosentin puuta tai muovia. (8.)

### 2.2.3 Tiilijäte

Tiilijätettä ovat erilaiset savi- ja kalkki-hiekkatiilet, kevyt- ja kevytsorabetoni, muurauslaasti ja muut vastaavat mineraalipohjaiset materiaalit. Tiilijätteen joukossa saa olla pieniä määriä keramiikkalaattoja ja kaakeleita. (8.)

### 2.2.4 Puujäte

Rakentamisen puujätettä syntyy vuosittain noin 650 000 tonnia. Puujätteet koostuvat lautatavaran hukkapaloista, telineistä ja suojakaiteista, muottilauodoista, kuormalavoista ja puretuista puurakenteista. Puujätteestä suurin osa hyödynnetään energiana (4; 8).

### 2.2.5 Lasijäte

Lasijätettä syntyy vuosittain noin 250 000 tonnia, josta hyödynnetään noin 48 %. Lasia voidaan kierrättää uudelleen laadun heikkenemättä. Kierrätykseen sopivia lasijätteitä ovat lasipakkaukset, autojen lasit, hehkulamput, loisteputkilasi, televisioiden ja tietoko-

neiden kuvaputket, ikkunalasi ja ikkunalasin tuotannon leikkausjäte. Murskattua kierrätyslasia hyödynnetään raaka-aineena pakkaus- ja ikkunalasien sekä lasivillan, vaahtolasin, lasitiilien ja lasibetonin valmistuksessa sekä keramiikkatuotannossa. Kaatopaikalle menee vuosittain noin 43 000 tonnia hyödyntämätöntä lasijätettä. (8.)

### 2.2.6 Muovijäte

Muovit jaetaan kerta- ja kestopuoveihin, joista kestopuoveja voidaan kierrättää. Kierrätyksen haasteina ovat eri muovilaatujen lajittelu ja muovijätteeltä vaadittava puhtaus, minkä vuoksi muovit hyödynnetään usein energiana. Kierrätysmuovista voidaan valmistaa erilaisia rakennusosia, kuten profiileita ja putkia, rakennuseristettä ja komposiittimateriaaleja. (8.)

### 2.2.7 Keräyspaperi ja -pahvi

Keräyspaperi ja -pahvi koostuvat käytöstä poistetuista sanoma- ja aikakauslehdistä, toimistopaperista, aaltopahvista ja kartonkipakkauksista. Keräyspaperin ja -kartongin kierrätys kuuluu tuottajavastuun piiriin. Vuonna 2009 otettiin talteen 725 000 tonnia keräyspaperia. Keräyspaperista ja -pahvista saadaan kierrätyskuitua, jota käytetään raaka-aineena sanomalehtipaperin, pehmopaperin ja hylsy- ja pakkauskartongin valmistuksessa. (8.)

## 2.3 Rakennusjätteen hyödyntämisaste

Rakennusjätteestä 38 % kierrätetään materiaalina, 35 % energiana, 6 % käytetään täyttöihin sekä maisemointiin ja 21 % sijoitetaan kaatopaikalle. Hyödyntämisasteet ovat kasvaneet vuodesta 2000, ja niiden arvioidaan olevan seurausta lainsäädännön ja jätteen käsittelykapasiteetin kasvusta. Valtakunnallisen jättesuunnitelman tavoitteena hyödyntää 70 % syntyvistä rakennusjätteistä materiaalina ja energiana vuoteen 2016 mennessä. Lisäksi maarakentamisessa pyritään korvaamaan luonnonsorasta ja kalliomurskasta 5 % teollisuuden ja kaivannaistuotannon jätteillä. Vuoteen 2020 mennessä uudistuotannon jätteiden vähennystavoite on 50 %, korjaustuotannon 25 % ja maarakentamisen 10 % suhteessa tuotannon arvoon. (9; 4; 5.)

### 3 Rakennusjätteitä koskevat lait ja määräykset

#### 3.1 Jätedirektiivi

EU:n jätedirektiivillä (2008/98/EY) pyritään edistämään jätteen synnyn ehkäisyä, uudelleenkäyttöä ja kierrätystä. Jäsenmaat veloitetaan edistämään rakennus- ja purkujätteen kierrätystä niin, että vuonna 2020 vähintään 70 % jätteistä hyödynnetään materiaalina lukuun ottamatta maa-aineksia ja vaarallisia jätteitä. (7.)

Direktiivi sisältää viisiportaisen jätehierarkian, jonka mukaan jätteen syntyä pyritään ehkäisemään, syntyvä jäte valmistellaan uudelleenkäyttöön tai kierrätetään materiaalina, hyödynnetään muuten tai viime kädessä loppukäsitellään. Direktiivi edellyttää jätteiden hyödyntämisessä ja muussa jätehuollossa käytettäväksi parasta saatavilla olevaa tekniikkaa. Jätehuollon kustannuksista vastaa aiheuttamisperiaatteen mukaisesti jätteen haltija tai aikaisempi haltija. (7.)

Rakennuskannan käyttöikää pidennetään edistämällä rakennusten suunnitelmallista kunnossapitoa ja korjausrakentamista. Myös neuvontaa jätteen synnyn ehkäisemiseksi tehostetaan. Tietyille uusiomateriaaleille laaditaan laatu- ja ympäristökelpoisuuskriteerit. Uusiomateriaaleja suositetaan julkisessa rakentamisessa, ja jäteperäisten lannoitevalmisteiden käyttöä edistetään viherrakentamisessa. (10.)

EU:n jätedirektiivi edellyttää, että jäsenmaat laativat jätehuoltosuunnitelman. Jätteiden syntyä ehkäistään parantamalla tuotteiden, teollisuustuotannon, rakentamisen ja yksityisen kulutuksen materiaalitehokkuutta. Julkisten hankintojen laatuksiteereihin, tuote-standardeihin ja ympäristömerkkeihin aiotaan lisätä materiaalitehokkuuskriteereitä. (10.)

#### 3.2 Jätteiden syntymisen ehkäisemistä ja kierrätystä koskeva strategia

Jätteiden syntymisen ehkäisemistä ja kierrätystä koskevan strategian tavoitteena on jätteiden synnyn ehkäisy, uudelleenkäyttö, kierrätyksen ja hyödyntämisen edistäminen tuotteiden elinkaaren aikaisten haitallisten ympäristövaikutusten vähentämiseksi. Strategian tarkoituksena on pienentää kaatopaikalle vietävän jätteen määrää, lisätä

jätteiden kompostointia ja hyödyntämistä energialähteenä sekä parantaa kierrättämisen laatua ja määrää. Strategiassa edellytetään myös, että jäsenvaltiot laativat jätteiden syntymisen ehkäisemistä koskevia ohjelmia. (11.)

### 3.3 Valtakunnallinen jätesuunnitelma vuoteen 2016

Valtakunnallinen jätesuunnitelma vuoteen 2016 (VALTSU), on valtioneuvoston hyväksymä strateginen suunnitelma jätehuollon ja jätteiden synnyn ehkäisyn periaatteista, päämääristä ja tavoitteista vuoteen 2016 sekä niiden saavuttamiseksi tarvittavista toimista. Jätepolitiikan tavoitteena on jätteen synnyn ehkäisy ja jätteistä aiheutuvien haitallisten terveys- ja ympäristövaikutusten vähentäminen. (12.)

Rakennuskannan käyttöiän pidentämiseksi valtakunnallisessa jätesuunnitelmassa vuoteen 2016 on ehdotettu rakennusten muunneltavuutta, rakenteiden kestävyyttä, vesi- ja homehaittojen ehkäisyä ja kiinteistötekniisten laitteiden ajanmukaistamisen korostamista rakentamisen suunnittelussa, rakentamisessa ja rakennusvalvonnassa. Rakennusmääräyskokoelmassa tavoitteena tulisi olla kokonaisvaltainen ekotehokkuus, jossa haetaan materiaalitehokkuuden ja energiatehokkuuden kannalta optimiratkaisuja. (4.)

Vuoteen 2016 tähtäävässä valtakunnallisessa jätesuunnitelmassa on esitetty, että Suomi edistää materiaalitehokkuuskriteereiden lisäämistä tuotestandardeihin, energiaa käyttävien tuotteiden tuotesuunnittelua koskeviin täytäntöönpanosäädöksiin ja ympäristömerkkeihin sekä julkisten hankintojen laatuksiteereihin sellaisissa tuoteryhmissä, joiden materiaalitehokkuutta parantamalla voidaan merkittävästi edistää luonnonvarojen kestävää käyttöä. (4.)

#### 3.3.1 Kansallinen rakennuspoliittinen ohjelma

Rakennuspoliittisen ohjelman toimenpide-ehdotuksena ovat yhteisten menettelytapojen laatiminen elinkaari- ja ympäristövaatimusten ja tavoitteiden asettamiseksi, rakennusten ympäristöluokituksen menettelytapojen kehittäminen ja rakennustuotteiden ympäristöselosteiden laatimisen nopeuttaminen sekä tuotteiden ja rakenteiden pitkäaikaiskestävyydenarvioinnin kehittäminen elinkaarilaskelmia varten. (13.)

### 3.3.2 Ekologisesti kestävä rakentamisen ohjelma

Ekologisesti kestävä ohjelman tavoitteena on rakentamisen ja kiinteistökannan aiheuttaman ympäristökuormituksen vähentäminen, rakennus- ja kiinteistöalan valmiuksien ympäristöperusteisen ja asiakaslähtöisen päätöksenteon kasvattamiseen, ympäristöosaamisen lisääminen rakennusallalla sekä yhdyskuntien kestävä ekologisuuden kasvattaminen. (13.)

### 3.3.3 Kestävä kulutuksen ja tuotannon kansallinen ohjelma

Kansallisen kestävä kulutuksen ja tuotannon ohjelman (KULTU) tavoitteena on materiaalien ja energian käytön tehokkuuden lisääminen tuotteiden elinkaaren kaikissa vaiheissa. Rakentamisen toimenpide-ehdotuksina ovat muun muassa uusien tuote- ja palvelukonseptien sekä rakentamisen laatu- ja ympäristöjärjestelmien kehittäminen, rakennusten takuuajojen pidentäminen, ympäristöä säästävää korjausrakentamisen kehittäminen taloudellisin kannustimin, rakentamisen materiaalitehokkuustavoitteiden kehittäminen sekä materiaalitehokkuutta lisäävän rakennusalan koulutuksen kehittäminen. (13.)

### 3.3.4 EU:n ja Suomen strategiat kierrätyksen edistämiseksi

Kierrätettävien materiaalien markkinoita on tarkoitus edistää käyttämällä taloudellista ohjausta kuten ympäristömaksuja ja -veroja sekä ympäristölupaehtoja, joilla kannustetaan yrityksiä suuntaamaan jätevirtojaan kierrätykseen ja hyötykäyttöön. Taloudellinen ohjausvaikutus kohdistuu tehokkaasti sellaisiin yrityksiin, jotka tuottavat paljon hyödynnettävistä jätteistä. Jätestrategiassa tähdennetään tuottajan jätehuoltovastuun periaatetta, jolloin saatetaan tuottaja itse huolehtimaan tuottamiensa tai maahantuomiensa hyödykkeiden aiheuttamien jätteiden keräyksestä ja hyötykäytöstä. Tuottajan jätehuoltovastuu on jo toteutunut esimerkiksi pakkausten osalta. (13; 14.)

## 3.4 Jätelaki ja valtioneuvoston asetus jätteistä

Uudistettu jätelaki (646/2011) ja valtioneuvoston asetus jätteistä (179/2012) tulivat voimaan 1.5.2012. Jäteasetuksella täsmennetään jätelain säännöksiä muun muassa jäte-

huollon järjestämistä koskevista vaatimuksista, jätelain mukaisista hyväksymis- ja ilmoitusmenettelyistä, eräistä jätteistä viranomaisille toimitettavista tiedoista, jätteitä koskevasta kirjanpidosta sekä siirtoasiakirjaan merkittävistä tiedoista. (15.)

Jätelain mukaan jätettä on aine tai esine, jonka sen haltija on poistanut tai tulee poistamaan käytöstä, ja vaarallista jätettä palo- tai räjähdysvaarallinen tai terveydelle tai ympäristölle vaarallinen jäte. Jätelain tarkoituksena on ehkäistä jätteistä ja jätehuollosta aiheutuvaa vaaraa ja haittaa terveydelle ja ympäristölle sekä vähentää jätteen määrää ja haitallisuutta, edistää luonnonvarojen kestävästä käyttöä, varmistaa toimiva jätehuolto ja ehkäistä roskaantumista. (16.)

#### 3.4.1 Jätteen käsittelyn hierarkia

Rakennushankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava hankkeen suunnittelusta ja toteuttamisesta siten, että rakennuksesta otetaan talteen ja käytetään uudelleen käyttökelpoiset esineet ja aineet, ja että toiminnassa syntyy mahdollisimman vähän ja mahdollisimman haitatonta rakennus- ja purkujätettä. (17.)

Jätedirektiivin ja jätelain mukainen ensisijaisuusjärjestys toimenpiteitä valittaessa on:

1. Syntyvän jätteen määrän ja haitallisuuden vähentäminen
2. Käytöstä poistetun tuotteen tai sen osan uudelleenkäyttö
3. Jätteen kierrätys materiaalina
4. Jätteen hyödyntäminen energiana tai muulla tavoin
5. Loppusijoitus

Jätteen syntyä pyritään ehkäisemään edistämällä tuotteiden uudelleenkäyttöä ja pidentämään rakennusten elinkaarta. Tuotteen valmistajan tulee huolehtia ja maahantuojan varmistautua siitä, että tuote on kestävä, korjattava ja uudelleen käytettävä, kierrätettävä, kierrätetyistä raaka-aineista valmistettu tai jätteenä hyödynnettävä. Syntyvä jäte on ensisijaisesti pyrittävä hyödyntämään aineena ja toissijaisesti energiana. Mikäli



jätettä ei pystytä hyödyntämään edellä mainituilla tavoin, jäte tulee asianmukaisesti loppusijoittaa. Jätehuollossa on käytettävä parasta taloudellisesti käyttökelpoista tekniikkaa. (4; 16.)

### 3.4.2 Jätteiden lajittelu

Lajiltaan ja laadultaan erilaiset jätteet on kerättävä ja pidettävä erillään siinä laajuudessa kuin se on terveydelle tai ympäristölle aiheutuvan vaaran tai haitan ehkäisemiseksi, käsittelyn etusijajärjestyksen noudattamiseksi ja jätehuollon asianmukaisen järjestämisen kannalta tarpeellista sekä teknisesti ja taloudellisesti mahdollista. Rakennus- ja purkujätteen haltijan on järjestettävä jätteen erilliskeräys siten, että mahdollisimman suuri osa jätteestä voidaan valmistella uudelleenkäyttöön tai muulla tapaa kierrättää tai hyödyntää. Erilliskeräys on järjestettävä seuraaville jätelajeille:

1. betoni-, tiili-, kivennäislaatta- ja keramiikkajätteet;
2. kipsipohjaiset jätteet;
3. kyllästämättömät puujätteet;
4. metallijätteet;
5. lasijätteet;
6. muovijätteet;
7. paperi- ja kartonkijätteet;
8. maa- ja kiviainesjätteet (17).

Jätelain tavoitteena on, että vuonna 2020 vähintään 70 % rakennus- ja purkujätteestä hyödynnetään materiaalina lukuun ottamatta kallio- tai maaperästä irrotettuja maa- ja kiviaineksia sekä vaarallisia jätteitä. (17.)

### 3.4.3 Kunnalliset jätehuoltomääräykset

Jätteiden lajittelua ohjataan jätelain lisäksi kunnallisilla jätehuoltomääräyksillä. Pääkaupunkiseudun yleisten jätehuoltomääräysten mukaan jätteen haltija on velvollinen huolehtimaan jätteiden lajittelusta niin, että hyöty- ja ongelmajätteet pidetään muista jätteistä erillään ja toimitetaan niille tarkoitetuille vastaanotto- tai käsittelypaikoille. Rakennusjätteet yleensä määrätään lajiteltavaksi rakennuspaikalla ja ohjattavaksi hyötykäyttöön, jos se on mahdollista eikä siitä aiheudu kohtuuttomia kustannuksia muuhun jätehuoltoon verrattuna. (14.)

### 3.4.4 Tuottajavastuu

Tuottajavastuun piiriin kuuluvat keräyspaperi, sähkö- ja elektroniikkalaitteet, paristot ja akut, ajoneuvot ja renkaat sekä erilaiset pakkaukset. Tuottajan on järjestettävä käytöstä poistettavien tuotteiden vastaanottoa paikkoja siten, että tuotteen voi maksutta ja vaivattomasti luovuttaa näin järjestettyyn vastaanottoon. (16.)

Pakkausdirektiivin (2004/12/EY) mukaiset materiaalikohtaiset kierrätystavoitteet ovat kuitu- ja lasipakkauksille 60 %, metallipakkauksille 50 %, muovipakkauksille 22,5 % ja puupakkauksille 15 %. Pakkauksia koskeva tuottajavastuu on osittainen, jolloin tuottajat huolehtivat siitä, että markkinoille lasketuista pakkauksista hyödynnetään keskimäärin yhteensä 61 painoprosenttia. Muilta osin pakkausjätteen jätehuollosta vastaa jätteen haltija sekä kiinteistön haltija tai kunta. Tuottajavastuu pakkausjätteiden jätehuollon järjestämisestä laajenee niin, että pakkaaja tai pakatun tuotteen maahantuoja vastaa 1.5.2014 alkaen kaiken pakkausjätteen keräyksestä, kuljetuksesta ja hyödyntämisestä. Tavoitteena on, että uuden jätelain vaatimukset täyttävä pakkausten vastaanotopisteiden verkosto on valmis vuoden 2014 toukokuussa. (13; 18.)

### 3.4.5 Jätteiden seuranta ja kirjanpitovelvollisuus

Jätteen haltijan on oltava selvillä jätteen alkuperästä, määrästä, lajista, laadusta ja muista jätehuollon järjestämiselle merkityksellisistä jätteen ominaisuuksista sekä jätteen ja jätehuollon ympäristö- ja terveysvaikutuksista. Toiminnanharjoittajan on seurattava syntyvän jätteen määrää säännöllisesti sekä pidettävä kirjaa jätemäärästään muun muassa, kun toiminnassa syntyy vähintään 100 tonnia jätettä vuodessa tai toi-

minnassa syntyy vaarallista jätettä. Kirjanpitoon on sisällytettävä tiedot syntyneen, kerätyn, kuljetetun, välitetyn tai käsitellyn jätteen lajista, laadusta, määrästä, alkuperästä ja toimituspaikasta sekä jätteen kuljetuksesta ja käsittelystä. Jätetiedot tulee ilmoittaa suhteessa johonkin toimintaa kuvaavaan lukuun kuten liikevaihtoon tai työntekijöiden määrään. Kirjanpitotiedot on säilytettävä kirjallisesti tai sähköisesti kuusi vuotta. (16.)

Vaarallisesta jätteestä on pidettävä aikajärjestyksen mukaista kirjaa, ja kirjanpidossa tulee olla jätteen määrä, jäteluettelon mukainen nimike, jätelaji ja ominaisuudet, vaarallisen jätteen vaaraominaisuudet, jätteen vastaanottajan ja kuljettajan nimi ja yhteystiedot sekä jätteen käsittelytapa. (17.)

Toiminnan harjoittajan tulee lisäksi seurata ja tarkkailla järjestämäänsä jätehuoltoa säännöllisesti ja suunnitelmallisesti niin, että toiminta täyttää jätelaissa säädetyt vaatimukset, ja että valvontaviranomaiselle voidaan antaa toiminnan valvomiseksi tarpeelliset tiedot. (16.)

#### 3.4.6 Siirtoasiakirja

Jätteen haltijan on laadittava jätteen kuljetuksesta siirtoasiakirja. Siirtoasiakirja tulee olla mukana jätteen siirron aikana, ja vastaanottajan tulee kuitata asiakirja siirron päätyttyä. Rakennustyömailla siirtoasiakirja tulee laatia muun muassa rakennus- ja purkujätteestä, vaarallisesta jätteestä, ja pilaantuneesta maa-aineksesta. Siirtoasiakirjassa tulee olla tiedot jätteen lajista, laadusta, määrästä, alkuperästä, toimituspaikasta ja toimituspäivämäärästä sekä kuljettajasta. Jätteen haltijan ja vastaanottajan on säilytettävä allekirjoittamansa siirtoasiakirja tai sen jäljennös kolmen vuoden ajan allekirjoituksesta. (16.)

#### 3.5 Jäteverolaki

Loppuvuodesta 2010 tuli voimaan uusi jäteverolaki (1126/2010), jonka tavoitteena on vähentää kaatopaikalle sijoitettavan jätteen määrää ja haitallisuutta sekä kannustaa jätteen hyödyntämiseen parantamalla jätteen hyötykäytön taloudellisia edellytyksiä. Vuoden 2013 alusta jätevero on 50 euroa jätetonnin kohden. Veroa peritään yleisille ja niihin rinnastettaville kaatopaikoille toimitettavista jätteistä. (4; 14.)

Jätevero ei koske muista jätteistä eroteltua maa- ja kiviainesta sekä pilaantunutta maaainesta, jotka voidaan sijoittaa kaatopaikalle eikä enintään vuodeksi välivarastoitavaa vaarallista jätettä tai hyödynnettävää jätettä. Kiviainesperäiset purkujätteet, kuten betoni- ja betonirakenteet, ovat rakennuksen purkujätteinä verottomia. Verottomuuden edellytyksenä on, ettei eroteltu jäte sisällä muita hyödynnettäviä jätteitä, yhdyskuntajätettä eikä vaarallista jätettä. Kierrätyslaitokset, jotka prosessoivat jätteitä niiden kierrätykseen ja hyötykäyttöön eivät siis peri jäteveroa. (19; 14.)

### 3.6 Rakennusurakan yleiset sopimusehdot

Rakennusurakan yleisten sopimusehtojen (YSE 1998) mukaan urakka-alueelta irrotettava maa-, kivi- ja puuainesta sekä rakennelmien purkujäte poiskuljetuksineen, jäteveroineen ja kaatopaikkamaksuineen kuuluu urakoitsijalle, mikäli urakkasopimuksissa ole toisin sanottu. Kohteen rakentamista koskevassa urakkatarjouksessa on otettava huomioon jätehuollon kustannukset sen suuruusina, mitä jätehuolto tulee maksamaan. Vanhojen rakennusten purkamista sisältävissä kohteissa jätehuollon kustannukset voivat olla hyvinkin korkeita. (14.)

### 3.7 Maankäyttö- ja rakennuslaki sekä asetus

Rakentamisen asiakirjoja ja sopimuksien vähimmäismääräyksiä määrittelee maankäyttö- ja rakennuslaki (132/1999), johon tarkennuksia annetaan maankäyttö- ja rakennusasetuksessa (895/1999). Maankäyttö- ja rakennuslain päätavoitteena on ohjata alueiden käyttöä ja rakentamista hyvän elinympäristön saavuttamiseksi sekä edistää kestävä kehitystä ekologisesti, taloudellisesti, sosiaalisesti ja kulttuurisesti. Rakennuksen tulee olla tarkoitustaan vastaava, korjattavissa, huollettavissa ja muunneltavissa sen mukaan kuin rakennuksen käyttö edellyttää. Korjaus- ja muutostyössä tulee ottaa huomioon rakennuksen ominaisuudet, erityispiirteet ja soveltuvuus aiottuun käyttöön. Rakentamisessa tulee lisäksi noudattaa hyvää rakennustapaa. (5; 20.)

Rakentamista tai rakennuksen purkamista koskevassa rakennuslupahakemuksessa tai -ilmoituksessa tulee esittää selvitys rakennusjätteen määrästä, laadusta ja lajittelusta ellei jätteen määrä ole vähäinen. Rakennuslupahakemuksessa tai -ilmoituksessa on eriteltävä terveydelle tai ympäristölle vaaralliset jätteet ja niiden käsittely. Purkulupaha-

kemukseen on lisättävä selvitys käyttökelpoisten rakennusosien hyväksikäyttämisestä, ja purkutyö on järjestettävä niin, että luodaan edellytykset käyttökelpoisten rakennusosien hyväksikäyttämiseksi ja huolehditaan syntyvän rakennusjätteen käsittelystä. (21; 20.)

### 3.8 Vn:n asetus eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa

Rakentamisen jätteiden hyödyntämistä maarakentamisessa pyritään edistämään Valtioneuvoston asetuksella eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa (VNa 591/2006) eli MARA -asetuksella. Asetus mahdollistaa betonimurskeen, kivihiilen, turpeen ja puuperäisen aineen polton lentotuhkien, pohjatuhkien ja leijupetihiekan käytön maarakentamisessa ilman ympäristölupaa, jos hyödynnettävä jäte täyttää asetuksen vaatimukset. Aineksia voidaan käyttää teiden, katujen, pyöräteiden, jalkakäytävien, pysäköintialueiden urheilukenttien sekä virkistys- ja urheilualueiden reittien, ratapihojen sekä teollisuus-, jätteenkäsittely- ja lentoliikenteen alueiden varastointikenttien maarakentamisessa. Jätteiden hyödyntämisestä on kuitenkin tehtävä ilmoitus elinkeino-, liikenne- ja ympäristö-keskukselle. Asetusta ei sovelleta pohjavesialueilla. (5; 22.)

### 3.9 Helsingin kaupungin ympäristönsuojelumääräykset

Helsingin kaupungin ympäristönsuojelumääräysten (1.3.2009) mukaan jätteiden hauttaminen maahan on kielletty, ja maaperään saa sijoittaa jätettä hyödyntämis- tai käsittelytarkoituksessa vain, jos siihen on ympäristölupa tai muu ympäristöviranomaisen hyväksyntä. Jätteen sijoittamiselle maaperään on oltava myös maanomistajan lupa. Maarakentamisessa hyödynnettävä betonijäte ei saa sisältää ympäristölle tai terveydelle haitallisia aineita, sen on koostuttava halkaisijaltaan enintään 150 millimetrin kokoisista kappaleista eikä se saa sisältää merkittäviä määriä betoniterästä. Lentotuhkan, pohjatuhkan, betoni- ja tiilijätteiden tai muiden vastaavien jätteiden sijoittaminen maaperään on kuitenkin kielletty tärkeillä pohjavesialueilla. (23, s. 7- 8.)

Kemiallisessa maalinpoistossa, rakennusten julkisivujen hiekkapuhalluksessa sekä poistettaessa polykloorattuja bifenyylejä (PCB) tai lyijyä sisältäviä saumausaineita työkohte ja maanpinta on suojattava esimerkiksi tiiviillä peitteellä niin, että jätteiden pääsy

maaperään ja viemäriin estyy. Työn jälkeen piha- ja katualueet on siivottava, ja syntyneet jätteet on toimitettava jätteiden laadun edellyttämään käsittelyyn. (23, s. 8.)

### 3.10 Ympäristönsuojelulain säädökset

Ympäristönsuojelulaki (647/2011) säätelee jätteen hyödyntäjän ympäristölupaehdoista. Ympäristöluvassa annetaan määräyksiä jätteistä ja jätehuollosta jätelaissa annettujen säännösten noudattamiseksi ympäristölupaa edellyttävään toimintaan. Jätteen käsittelyä koskeva lupa voidaan rajoittaa tietynlaisen jätteen käsittelyyn. Luvassa voidaan antaa määräyksiä toiminnan käyttötarkkailusta sekä päästöjen, toiminnan vaikutusten ja toiminnan lopettamisen jälkeisen ympäristön tilan tarkkailusta. Luvassa on lisäksi annettava tarpeelliset määräykset jätehuollon seurannasta ja tarkkailusta sekä jätteen käsittelyn seuranta- ja tarkkailusuunnitelmasta ja sen noudattamisesta. (7; 23.)

### 3.11 Jätteen polttamista koskevat säädökset

EU:n jätteenpolttodirektiivi (2000/76/EY) tuli voimaan vuoden 2000 loppupuolella ja Suomessa direktiivin määräykset saatettiin voimaan jätteenpolttoasetuksella (362/2003) vuoden 2005 lopussa. Jätteenpolttoasetuksen määräykset koskevat sekä jätteitä että vaarallisia jätteitä polttavia laitoksia. Pelkkää puujätettä polttavat laitokset ovat asetuksen ulkopuolella, lukuun ottamatta sellaista puujätettä, joka voi suojausten tai pinnoituksen seurauksena sisältää haitallisia aineita, mukaan lukien puupohjainen rakennus- ja purkujäte. Asetus on kiristänyt kierrätyspolttoaineita hyödyntävien laitosten savukaasupäästöjen raja-arvoja nykyisiin ympäristölupiin verrattuna, ja lisäksi asetus määrää velvoitteen mitata savukaasupäästöjä jatkuvatoimisesti. (14; 7.)

### 3.12 Kaatopaikkoja koskevat säädökset

Kaatopaikkadirektiivin (1999/31/EY) ja jätelain perusteella tulee jätteenkäsittelymaksuilla kattaa kaikki kaatopaikan perustamisesta, hoidosta, jälkihoidosta ja lopettamisesta muodostuvat kustannukset. Biohajoavan jätteen sijoittamista kaatopaikalle rajoitetaan nykyisestä, ja vuoden 2016 jälkeen sitä ei saa sijoittaa enää kaatopaikalle. (14; 18.)

## 4 Materiaalihukat

Materiaalihukka on rakentamisen ajoituksesta, puutteellisista ja virheellisistä suunnitelmista, suunnitelmista poikkeamisesta, suunnitellun materiaalikäytön ja materiaali-standardien yhteensopimattomuudesta, virheellisestä työsuorituksesta, huonosta ja puutteellisesta työsuunnittelusta, huolimattomasta työmaajärjestyksestä ja poikkeuksellisista sääolosuhteista johtuvaa materiaalien muuttumista käyttökelvottomaksi. Rakentamisessa hukan osuus käytetyistä materiaaleista on noin 10 %. Rakentaminen kuluttaa luonnonvaroja yli 100 miljoonaa tonnia vuosittain, joten materiaalihukkaa pienentämällä voidaan vähentää rakentamisen ympäristövaikutuksia. (25; 5.)

### 4.1 Suunnittelussa ja hankinnoissa syntyvien hukkien ehkäiseminen

Rakennustyö suunnitellaan ennalta siten, että rakennusmateriaaleja käytetään sääste­liäästi. Uusien materiaalien käyttöä pyritään vähentämään hyödyntämällä jo syntynyttä hukkamateriaalia. Rakennuksen runko suunnitellaan nopeasti nousevaksi, ja raken­uksen mitat suunnitella noudattamaan moduulijärjestelmää. Työmaaolosuhteet tulee huomioida materiaalivalinnoissa ja ehkäistä rakennusaikainen sadevesien kulkeutumi­nen rakenteisiin. (25; 5.)

Hankintavaiheessa pyritään mahdollisimman tarkkaan määrälaskentaan ja rakentami­sessä käytettävät tuotteet valitaan siten, että syntyvien jätteiden määrä on mahdolli­simman vähäinen. Jätteiden määrää voidaan vähentää käyttämällä määrämittaisia ra­kennusmateriaaleja ja esivalmistettuja komponentteja. Tilaukset pyritään ajoittamaan oikeaan aikaan niiden käyttötarpeeseen nähden, ja työmaalle tilataan vain tarvittava materiaalmäärä. Pakkausjätettä voidaan vähentää käyttämällä pakkaamattomia ja kevyesti pakattuja tuotteita sekä hyödyntämällä uudelleenkäytettäviä ja kierrätyskelpoi­sia pakkauksia. (25; 26.)

### 4.2 Varastoinnissa ja käsittelyssä syntyvien hukkien ehkäiseminen

Materiaaleille tehdään varastointisuunnitelmat ja hankitaan tarvittavat varastosuojat. Materiaalit tilataan suoraan työmaakohteeseen, ja ne varastoidaan aina kuormalavojen tai aluspuiden varaan ja noudatetaan materiaalityöntekijän suojausohjeita. Varastoita-

van tavaran siirtelyä työkohteessa pyritään välttämään. Välttämättömissä materiaalien siirroissa käytetään oikeita siirtomenetelmiä ja siirretään ne kokonaisina kuljetuspaketeina. Työmailla materiaalihukkaa aiheuttavat rakennusmateriaalien puutteellinen suojaaminen ja kuljetusvauriot. Materiaalivahinkojen syitä voivat olla myös ahtaat tilat ja kulkuväylät, epäsiisteydestä aiheutuvat vahingot ja puutteellinen materiaalien tuntemus. Materiaalien pakkaamisella ehkäistään vaurioita, mutta seurauksena on pakkausjätteen määrän kasvu. (5; 4.)

Asennetut materiaalit suojataan sään vaikutuksilta ja estetään veden valuminen rakenteisiin. Työmaalle varataan ylimääräisiä suojapeitteitä ja rikkoutuneet suojat korjataan välittömästi. Materiaalin käsittelyssä hukan osuus minimoidaan huolellisella suunnittelulla, materiaalivalinnoilla, työmaan järjestyksellä ja rakennustarvikkeiden sekä valmiiden rakennosien oikealla suojauksella. Näin saadaan kustannussäästöä säästyvänä materiaalina, jätteiden siirtokustannuksissa työmaalla, kuljetuskustannuksissa kaatopaikalle, jätteiden käsittelymaksuissa ja jäteverossa. (5; 25.)

#### 4.2.1 Terästen hukkien ehkäiseminen

Terästen hukkaa voidaan estää käyttämällä betoniteräksinä esivalmistettuja irtoteräksiä, valmiiksi mitoitettuja teräsverkkoja ja valmiita raudoite-elementtejä sekä tilaamalla tangot ja teräsverkot rakenteiden mittojen mukaan. Terästen pitkäaikaista varastointia vältetään ja teräkset varastoidaan aluspuiden päällä ja suojapeitteiden alla tai sääsuojissa. (25.)

#### 4.2.2 Puutavaran hukkien ehkäiseminen

Kattotuolit tilataan esivalmistettuina. Rakenteissa, joissa on paljon yhtä pituutta, tilataan määrämittaisena puutavarana, jolloin syntyvä materiaalihukka pienenee. Jos kohteessa tarvitaan paljon eripituista puutavaraa, tulee sekapituisten puutavaran käyttö kuitenkin edullisemmaksi. Kohteet, joissa voidaan hyödyntää syntyneitä hukkapaloja, tehdään viimeisenä. Materiaalihukan ehkäisyssä tehdasvalmisteiset ja määrämittaiset toimitukset ovat tehokkaita, mutta ne ovat kalliimpia tai vaikuttavat kalliimmilta kuin paikalla rakennetut ratkaisut etenkin, jos rakennuttaja ei ota huomioon ajansäästöön ja työmenekkiin liittyviä kustannuksia ja erilaisia piilokustannuksia. (25; 4.)



Puutavara varastoidaan aluspuiden päällä, vähintään 30 cm irti maasta. Puutavara suojataan sateelta ulkotiloissa sääsuojilla tai suojapeitteistä muodostetulla katoksella. Puurakennetta ei liitetä suoraan kosteaan betonirakenteeseen, vaan väliin asennetaan aina esimerkiksi bitumihuopakaista. Valmiit puurakenteet suojataan mahdollisimman nopeasti joko vesikatolla tai väliaikaisilla suojapeitteillä. (25.)

Muottipuutavara korvataan vaihtoehtoisilla muottirakenteilla, uudelleen käytettävillä muottielementeillä tai muottilevyillä. Muottipuutavaraa voidaan käyttää 1–5 kertaa. Osittain turmeltunut puutavara voidaan käyttää muottipuutavarana ja muihin toisarvoisiin kohteisiin esimerkiksi suojakaiteisiin. (25.)

#### 4.2.3 Rakennuslevyjen hukkien ehkäiseminen

Rakennuslevyjen hukkaa voidaan ehkäistä tilaamalla levyt työmaalle määrämittäisinä rakennekorkeuden mukaan. Levyjen varastoimista kulkureittien varrella vältetään, jossa ne kolhiintuvat helposti. Erityisesti kipsilevyt ovat arkoja haurautensa vuoksi ja alttiita sateen ja kosteuden vaikutuksille, joten ne pyritään tilaamaan työkohteeseen vasta asennuksen alkaessa. Välivarastointiin joutuvat levyt tilataan muovitettuinä tai muutoin suojattuina. Ilman suojausta olevat levyt peitetään suojapeitteellä ja varastoidaan sisätiloissa tai sääsuojissa. Levynipun alle asetetaan riittävästi aluspuita. Koolaukset tehdään levyjen mittojen mukaan, jotta voidaan käyttää mahdollisimman paljon täysiä levyjä. Turmeltuneille rakennuslevyille saattaa löytyä työmaalla muuta käyttöä esimerkiksi muottitavarana. (25.)

#### 4.2.4 Lämmöneristeiden hukkien ehkäiseminen

Lämmöneristeiden välivarastointia työmaalla pyritään välttämään, ja ne varastoidaan mahdollisuuksien mukaan kuivissa sisätiloissa. Tilojen puutteen vuoksi ulkona varastottaessa eristeet varastoidaan kuormalavojen päällä irti maasta, ja eristeet peitetään suojapeitteillä tai käytetään sääsuojia. Eristeet asennetaan vasta, kun aluskate suojaa eristeet tai juuri ennen peittävän rakenteen asentamista. Veden vaikutukselle alttiit eristeet suojataan suojapeitteillä. (25.)

Puhallusvillan asennuksessa huolehditaan oikean paksuisen eristekerroksen asennuksesta merkitsemällä oikeat korot selkeästi tai käyttämällä ohjureita. Kevytsoran asen-

nuksessa tasoitetaan maanpinta tasaiseksi ennen eristeiden asentamista ja huolehditaan kevytsoran pinnan oikeasta korosta merkinnöin ja ohjurein. (25.)

#### 4.2.5 Laastien hukkien ehkäiseminen

Kuivalaasti tilataan työmaalle laastien käytön ajankohtana, jotta kuivalaastinturmeltuminen esimerkiksi kostumisen vaikutuksesta jää mahdollisimman vähäiseksi. Materiaali puretaan ja varastoidaan kuivissa olosuhteissa. Ulkovarastoinnissa säkkien alla käytetään kuormalavoja estämässä maan kosteuden pääsy laasteihin. Varastoinnissa käytetään sääsuojia tai suojapeitteitä. (25.)

## 5 Rakenteiden purkaminen ja jätteenkäsittely

### 5.1 Rakennuksen ja korjauksen suunnittelu

Rakennuksen, rakenteiden, rakennusosien ja materiaalien kierrätettävyyteen voidaan vaikuttaa parhaiten suunnitteluvaiheessa. Rakenteiden tai materiaalien hyödynnettävyyttä tulisi asettaa lähtökohdaksi jo uusien rakennusten suunnittelussa. Muuntojoustavilla rakenneratkaisuilla saadaan pidettyä rakennus käytössä alkuperäisellä paikallaan pienin muutoksin. Materiaalien ja rakennusosien valinnassa tulisi suosia pitkäikäisiä, huollettavia ja korjattavia tuotteita. Rakennuksen vaippa, kantava runko ja pintarakenteet suunnitellaan niin, että liitokset ovat avattavissa ja rakenteet irrotettavissa toisistaan. Kevyet väliseinät suunnitellaan siirrettäväksi ja pinnoitteisiin, valitaan helposti kierrätettävät materiaalit. Koska eri materiaalien irrottaminen uusiokäyttöön yhdistelmä materiaaleista ja komposiiteista on usein mahdotonta, komposiittirakenteita tulee välttää. (7.)

### 5.2 Kierrätys- ja purkusuunnittelu

Rakennuttaja, suunnittelija ja rakentaja vastaavat jätemäärän ja sen haitallisuuden vähentämisestä. Rakennuksen elinkaaren huomioimisella, rakenteiden ja rakennusmateriaalien oikealla valinnalla, kierrätyksen suunnittelulla, rakennustyömaan hyvällä organisoinnilla ja käytön aikaisella ohjauksella vältetään jätteen syntyä. Kierrätyksen koh-

teena voivat olla rakennuksen materiaalit, rakennusosat, tekniset järjestelmät, tilat tai jopa kokonaiset rakennukset. Kierrätyksen suunnittelu sisältää rakennuksen muuntojoustavuuden suunnittelun, joka on edellytyksenä tilojen kierrätykselle sekä jätteiden hyötykäytön suunnittelun, joka on edellytyksenä rakennuksen osien ja materiaalin kierrätykselle. (27.)

Huolellinen purkusuunnittelu on onnistuneen uudelleen- ja uusiokäytön edellytys. Kierrätys- ja purkusuunnittelussa tarkastellaan koko purkuketjua olemassa olevasta rakennuksesta purkuosien uudelleen- tai uusiokäyttöön asti. Suunnittelu aloitetaan hyötykäyttömahdollisuuksien selvittämisellä ja rakennuksen inventoinnilla, joiden perusteella arvioidaan rakennusmateriaalien ja -osien määrää sekä laatua. Aikaisempina vuosikymmeninä yleisesti käytössä olleiden, nykyisin vaaralliseksi luokiteltujen rakennustuotteiden tuntemus on välttämätöntä, jotta nämä aineet eivät päädy kiertoon. Jätehuollon suunnittelun liittäminen osaksi korjauksen tai purkamisen suunnitteluvaihetta mahdollistaa rakennushankkeen jätteiden tehokkaan kierrättämisen sekä kierrätyksen sisällyttämisen osaksi kohteen tarjouspyyntöasiakirjoja. (7; 27.)

### 5.2.1 Kierrätys- ja purkusuunnitelma

Suunnitteluvaiheessa tehtävälle kierrätys suunnitelmalle puitteet antavat valtakunnalliset lait ja asetukset, viranomaisvaatimukset, paikalliset jätteenkäsittelymahdollisuudet ja rakennuspaikan olosuhteet. Kierrätys suunnitelma sisältää ohjeet jätteiden lajittelusta, laajuudesta ja lajittelun organisoimisesta. Jätehuollon suunnittelussa on päätettävä, mitä jätteitä lajitellaan ja ohjataan hyötykäyttöön, ja mitä jätteitä kerätään sekajätteenä. (27; 19.)

Materiaalien käsittely- ja sijoitussuunnitelmassa määritellään materiaalmäärät ja käsiteltävät, uudelleen käytettävät rakennusosat, uusiokäyttöön ja energiakäyttöön ohjattavat materiaalit, kaatopaikalle sijoitettavat materiaalit, vaaralliset jätteet ja niiden jatkokäsittely, laadunvalvonta, materiaalien kuljetus- ja sijoitusvaatimukset. (27.)

### 5.2.2 Purkutyöselitys

Purku-urakkaa varten laaditaan purkutyöselitys, ja purkamisen toteutusta varten purkutyösuunnitelma. Rakennuttajan laatima purkutyöselitys on kattava ja selkeä asiakirja

purku-urakkakilpailussa ja itse purkutyössä. Siinä määritetään tiedot kohteesta, lajittelevan purkutekniikan perusteet, käytettävät työmenetelmät ja -laitteet, työn johtaminen, työturvallisuusvaatimukset, aikataulu ja työn päättäminen. Purkutyöselityksestä tulee selvitä myös rakennusmateriaalien hyödyntäminen ja purkumateriaalien hyötykäyttöaste sekä hyödynnettävät ja lajiteltavat rakennusmateriaalilajit. (27.)

### 5.2.3 Purkutyösuunnitelma

Purkutyösuunnitelmassa määritellään työmaan yleistiedot, purettavat materiaalit ja määrät, työmaasuunnittelu, työntekijöiden työnopastussuunnitelma, aluesuunnitelma, työturvallisuussuunnitelma, työmenetelmät, purkutyön toteuttaminen, pölyntorjunta, meluntorjunta, aikataulu, kantavuudet ja tuennat, töiden yhteensovittaminen ja työnjohto ja valvonta. Asbestipurkusuunnitelma on ensimmäinen purkutyösuunnitelma, joka on tehtävä ennen työn aloittamista. (27.)

### 5.2.4 Jätteen käsittely- ja sijoitussuunnitelma

Purkumateriaaleille tehdään käsittely- ja sijoitussuunnitelma, jossa käsitellään rakennuksen päämassoja, jotka muodostavat suurimmat yksittäiset materiaalmäärät. Käsittelysuunnittelun tavoitteena on löytää purettaville rakennusosille ja materiaaleille useita eri hyödyntämisvaihtoehtoja. Vaihtoehtojen mukaan asetetaan tavoitteet purkamiselle ja lajittelun asteelle. Käsittelysuunnitelman perusteella voidaan myös määrittää hyödyntämisaste. Pienet varastomäärät, lyhyet kuljetusmatkat ja logistiikan hallinta ovat merkittävässä asemassa. (27.)

## 5.3 Rakenteiden purkaminen

Purkutöitä tehdään kokonais-, osa- tai saneerauspurkuna. Kokonaispurku tarkoittaa rakennuksen purkamista kokonaan. Osapurussa rakennuksessa jätetään jokin osa esimerkiksi runko purkamatta. Saneerauspurussa puretaan vain saneerauksen vaatimia rakennusosia esimerkiksi uusia putkireittejä. Haitallisten ja vaarallisten aineiden purkutyöt tehdään omana purkutyönään. (4.)

Korjausrakentaminen jaetaan perusparannukseen ja -korjaukseen. Korjausrakentamiseen kuuluu myös rakennusten entisöinti, jolla rakennus saatetaan alkuperäistä muistuttavaan kuntoon. Perusparantaminen tarkoittaa rakennuksen perustavaa laatua olevaa parantamista, jolla rakennuksen arvo nousee. Peruskorjaus on laajahko rakennusosaan tai järjestelmään kohdistuva korjaus, joka ei kuitenkaan nosta rakennuksen laatutasoa. Kunnostus on vähäisempi toimenpide kuin perusparannus. Rakennusten laajennukset lasketaan uudisrakentamiseen. (4.)

### 5.3.1 Lajitteleva purku

Korjausrakennuskohteiden purkutöissä syntyy usein suuri määrä purkujätettä. Purkujätteen määrä ja laatu vaihtelevat purkutöiden laajuuden sekä rakennuksen materiaalien mukaan. Jättemäärät voivat olla huomattavia, kun rakennuksen käyttötarkoitusta ja tilajärjestelyjä muutetaan tai seinä- ja lattiarakenteita sekä vesi- ja viemäriputkistoja joudutaan purkamaan. Kevyemmissä korjauksissa uusittaessa tilojen pintamateriaaleja tai pesutiloja purkujätteen määrä jää vähäisemmäksi. Kierrätyksen ja materiaalien uudelleen- ja uusiokäytön yleistymisen myötä on kehitetty lajitteleva purkutapa, joka mahdollistaa rakennusosien uudelleenkäytön ja rakennusmateriaalien uusiokäytön. Jokaisessa purkukohteessa jättemääriä voidaan vähentää toteuttamalla purkuvaihe lajiteltavana purkuna, jonka yhteydessä uudelleen käytettävät rakennusosat ja hyödynnettävät materiaalit ohjataan hyötykäyttöön. Purkutyö tapahtuu yleensä koneellisesti. Purkamisessa on suositeltavaa noudattaa seuraavaa purkujärjestystä: sähköasennukset, lvi-asennukset, lattiapinnoitteet, ovet ja ikkunat, puuosat, kevyet väliseinät, julkisivumateriaalit, runko, kellari ja perustukset. (19; 27.)

Puu- ja tiilirakenteita voidaan purkaa kaivinkoneeseen asennettavalla kouralla sekä lajitella purkumateriaaleja suoraan lavoille. Kaivinkoneeseen kiinnitettäviä betonisaksia käytetään betoni-, tiili- ja teräsrakenteiden purkamisessa. Betonirakenteiden esimurskauksessa voidaan käyttää hydraulista murskainta (pulveroijaa), jolla betoni murskaataan alle 200 millimetrin raekokoon, ja samalla betoniteräkset saadaan talteen sellaisessa muodossa, että niiden uusiokäyttö on mahdollista. Työmailla voidaan käyttää myös pienempiä työkoneita, timanttisahoja ja piikkausvälineitä. (27.)

Purkutyön opastuksessa työntekijöille selvitetään purkujärjestys, käytettävät työmenetelmät, käytettävät koneet ja laitteet, rakenteiden työnaikainen tuenta, putoamissuoja-

usten järjestäminen, purkukohteen eristäminen muusta työmaasta sekä tarvittavien suojausten tekeminen ja käyttäytyminen työsuorituksessa. Purkukohteen esittely tapahtuu työmaakierroksen yhteydessä, jolloin käydään läpi ongelmalliset purkutyöt, työturvallisuuteen liittyvät erityisohjeet sekä työvaiheiden vaarat. (27.)

Asbesti ja asbestipitoiset materiaalit poistetaan asbestipurkutyönä ennen kuin muita rakenteita aletaan purkaa. Asbestin käsittelyssä on huolehdittava, ettei asbestin käsittelystä aiheudu vaaraa työmaalla työskenteleville eikä muille työn vaikutuspiirissä oleville henkilöille. Työmaan jätehuolto pitää olla asiallista, työmaan pitää näyttää siistiltä eikä naapureille ei saa aiheutua haittaa. Rakennustyömaan ympäristöasioiden hoitaminen ei vie paljon resursseja, mutta huono hoitaminen kuluttaa niitä ja lisää terveyteen ja turvallisuuteen liittyviä riskejä. (27; 28.)

### 5.3.2 Ehjänä purkaminen

Ehjänä purkaminen on uusi purkutapa, jossa rakennuksesta puretaan ensin kaikki täydentävät materiaalit, jonka jälkeen elementtien nostolenkit kaivetaan esiin, liitokset avataan ja elementit puretaan kokonaisina. Tiiviissä kaupunkiympäristössä murskaavat menetelmät voivat aiheuttaa asukkaiden kannalta sietämättömiä melu- ja pölyhaittoja, jolloin ehjänä purkaminen on mahdollinen purkuvaihtoehto. Kokonaiset elementit voidaan hyödyntää toisessa rakennuskohteessa, joka säästää elementtien valmistamiseen käytetyn energian ja luonnonvaroja. Suomessa ehjänä purkamista ei juurikaan vielä tehdä. (7.)

### 5.4 Jätteiden lajittelu

Jätteiden lajittelua ohjaavat määräykset, taloudelliset tekijät, yrityksen ympäristötavoitteet ja tilaajan asettamat ympäristötavoitteet. Rakennusjätteiden lajittelua työmaalla säätelevät ja ohjaavat jätelaki ja -asetus, jäteverolaki ja kunnalliset jätehuoltomääräykset. Rakennushankkeissa jätehuollon järjestäminen on usein rakennus- tai purkuhankkeen pääurakoitsijan tehtävä, vaikka jätteiden tuottajina on useita urakoitsijoita. Kaikkien työmaalla työskentelevien urakoitsijoiden kanssa sovitaan jätteiden lajittelusta, jätehuoltovastuun jakamisesta ja työmaan järjestyksestä. Sovitut jätehuoltoasiat merkitään urakkasopimukseen. Jätehuolto voidaan sisällyttää urakkaan kokonaan tai osittain. (19.)

Jätteiden lajittelun onnistuminen edellyttää, että kaikki työmaalla toimivat ovat tietoisia työmaan jätteiden lajitteluvaatimuksista. Jätehuollon järjestämisen periaatteet käsitellään työmaan aloituspalaverissa. Uusia toimintatapoja kehitettäessä ja käyttöönotettaessa tarvitaan tiedotuksen lisäksi työntekijöiden koulutusta. Työmaalla, jossa lajitellaan jätteet tai osa niistä, voidaan tiedotus hoitaa esimerkiksi yhteisellä informaatiotilaisuudella, jossa selvitetään jätehuollon periaatteet ja rakennusjätteiden vähentämisen, lajittelun ja hyötykäytön merkitys. Näkemykset lajittelun eduista sekä niiden tuloksista motivoivat yleensä työntekijöitä osallistumaan. (4; 19.)

Jätteiden laadun pitämiseksi hyödyntämisen edellyttämänä, työmaalla tulee olla riittävästi jätteiden keräyskapasiteettia. Työmaiden lajittelukäytännöt vaihtelivat työmaan laajuuden ja käytössä olevan tilan mukaan. Uusiokäyttöön voidaan ohjata vain materiaalia, joka on siihen sopivaa. Suoraan loppukäyttäjälle menevän materiaalin laadusta vastaa rakennuttaja, purku-urakoitsija tai hyötykäyttäjä siten kuin keskinäisessä sopimuksessa on sovittu. Tavoite on, että materiaalit toimitetaan suoraan työmaalta hyötykäyttökohteisiin. Välivarastointi vaikeuttaa prosessin kulkua ja lisää kustannuksia. (4; 27.)

Työmaalla tai sen lähistöllä tapahtuvan hyötykäytön lisäämiseksi ja kuljetuskustannusten vähentämiseksi selvitetään purkumateriaalien käsittelymahdollisuudet työmaalla. Näitä ovat kiviainespitoisten materiaalien murskaus, puuperäisten materiaalien hakettaminen tai murskaaminen, tiivistyvän materiaalin puristaminen ja mineraalivillan silpuaminen. Työmaan eri vaiheissa syntyy erilaisia jätteitä ja nämä täytyy huomioida lajittelussa. Vähäisiä jätemääriä ei kustannussyistä kannata lajitella. Jätteiden lajittelu on kuitenkin taloudellisesti kannattavaa heti, kun jätettä syntyy suurempia määriä. (19.)

Jätteet on kerättävä ja pidettävä toisistaan erillään jätehuollon kaikissa vaiheissa siinä laajuudessa kuin se on terveydelle tai ympäristölle aiheutuvan vaaran tai haitan ehkäisemisen tai jätehuollon asianmukaisen järjestämisen kannalta tarpeellista. Vaaralliset jätteet kerätään aina erilleen toisistaan ja muista jätteistä. Jätelavojen tilaus työmaalle tehdään syntyvien jätteiden määrän ja työvaiheiden mukaan. Puutavarajätettä varten kannattaa työmaalle hankkia jätelava jo perustuvavaiheessa, mutta esimerkiksi pakkausten mukana tulevia pahveja varten vasta kalustamisvaiheessa. Pienet määrät yksittäistä jätettä tulee edullisemmaksi sijoittaa sekajätteisiin kuin varata niille kokonainen

jätelava. Jätteet lajitellaan jäteasetuksen edellyttämällä tavalla siinä määrin kuin se on työmaalla mahdollista ja taloudellisesti kannattavaa tehdä. (19; 25.)

Yleisten sopimusehtojen (YSE 1998) mukaan jokaisen urakoitsijan urakkaan kuuluu omaa suoritustaan koskien urakassa syntyvien jätteiden lajittelu ja poisto niille osoitetuihin paikkoihin ja ellei muuta ole sovittu, jätteet kuuluvat rakennushankkeen urakoitsijan vastuulle poiskuljetuksineen, jäteveroineen ja kaatopaikkamaksuineen. (4.)

## 5.5 Jätteen hyödyntäminen

Jätelain mukaan jäte on ensisijaisesti pyrittävä hyödyntämään materiaalina ja toissijaisesti energiana. Rakennusyrittäjä voi omassa toiminnassaan hyödyntää ja kierrättää rakennusjätteitä kehittämällä työmaalle soveltuvia jätteenkäsittelytapoja. Jätteiden hyödyntämistä rakennuspaikoilla voidaan lisätä esimerkiksi hyödyntämällä ylijäämämassoja tontin muotoilussa, käyttämällä mineraaliperäiset rakennus- ja purkujätteet työmaan täyttöihin ja ottamalla talteen uudelleen käytettävät rakennusosat kuten muottivanerit, puutavara, tiilet, ovet ja ikkunat uudelleen käyttöä varten. (19.)

Tuotannon raaka-aineiksi hyviä jätemateriaaleja ovat muun muassa kivennäispohjaiset materiaalit, metallit, kipsilevy ja mineraalivillat. Kivennäispohjaiset materiaalit murskaataan ja seulotaan tarvittaessa käyttötarkoituksen mukaan. Lajitellut metallit sulatetaan käytettäväksi uudelleen tuotannon raaka-aineina. Hienonnettua kipsilevyjätettä voidaan käyttää raaka-aineena kipsilevyjen valmistuksessa. Mineraalivillajäte voidaan hienontaa ja käyttää puhallusvillan raaka-aineena. (19.)

Palavien jätteiden osalta jätteiden hyödyntäminen energiana tulee kysymykseen silloin, kun jätteen muu hyötykäyttö ei ole kohtuudella mahdollista. Kyllästämättömät puumateriaalit voidaan hakettaa ja käyttää polttoaineena. Myös muita palavia rakennusalan jätteitä, kuten pakkausmuoveja ja likaantunutta pahvia, voidaan hyödyntää energiantuotannossa. (19.)

Pääurakoitsijan tehtävänä on huolehtia jätteen hyödyntämisen, käsittelyn ja kuljetuksen järjestämisestä, ja vastuu kestää yleensä siihen saakka, kunnes ne on luovutettu jätettä hyödyntävälle tai muulle hyväksytylle vastaanottajalle. Vastuu jätteistä ja niiden toi-



mittamisesta asianmukaiseen käsittelyyn ei siirry rakennusjätteen kuljettajalle, vaan jätteen haltija vastaa siitä edelleen. Kuljettaja vastaa rakennusjätteen asianmukaisesta kuljettamisesta ja toimittamisesta jätteen haltijan ilmoittamaan paikkaan. (19.)

Jätteet on käsiteltävä jossakin lähimmistä asianmukaisista jätteen käsittelypaikoista. Jätteiden kuljetusmatkaa on tarpeen tarkastella vertailtaessa erilaisia jätteiden käsittelymahdollisuuksia. Rakennusjätteen käsittelylaitokset vastaanottavat rakennustyömaan sekajätettä ja suorittavat lajittelun rakennusurakoitsijan puolesta, jolloin rakennusyritys täyttää jätelain asettaman määrärauksen, vaikkei työmaalla jätettä lajiteltaisikaan. Jätteenkäsittelymaksut kuitenkin kannustavat jätteiden lajitteluun työmaalla. (19.)

## 5.6 Jätehuollon maksut

Hyödyntämisen kokonaiskustannukset muodostuvat jätteiden lajittelusta työmaalla, kuljetuksesta, varastoinnista, käsittelyprosessista, prosessissa tarvittavista aineista ja materiaaleista sekä käsittelystä aiheutuvien päästöjen ja jätteiden käsittelystä. Hyötynä saadaan raaka-ainetta, käyttökelpoinen tuote tai energiaa sekä vältetään kyseisen jätteen käsittelykustannukset. Rakennusyritykselle aiheutuvia jätekustannuksia ovat jätteen vastaanotto- ja käsittelymaksut, jätteen kuljetus, jätevero, lajittelun ja lajittelevan purkutyön työaikakustannukset, jätteiden työmaakäsittelyn työkonestikustannukset, kalustokustannukset sekä henkilöstön jätehuoltokoulutus. (19.)

Jäteveron piirissä ovat yleisille kaatopaikoille toimitettavat jätteet. Vero ei koske maa- ja kiviaineksia, kaatopaikoille sijoitettavaksi soveltuvia saastuneita maa-aineksia eikä vähintään vuodeksi välivarastoitavia tähteitä tai jätteitä. Maa- ja kiviainesten kaatopaikat sekä yksityiset kaatopaikat ja läjitysalueet ovat jäteveron ulkopuolella. (19.)

Lajitellun jätteen maksut ovat sekajätteen maksuja alhaisempia. Rakennustyömaan sekajäte on hinnaltaan noin kymmenkertainen verrattuna lajiteltuun puu- tai betonijätteen. Tähteiden ja purkujätteiden hyötykäyttö työmaalla tai muualla vähentää työmaan jätekustannuksia ja kuljetuskustannuksia. Kierrätykseen ohjatulla jätteellä voi olla myös rahallista arvoa. (19.)

## 5.7 Raportointi

Jätelaki edellyttää, että rakennusyritys on selvillä rakennustoiminnassa syntyvistä jätteistä sekä niiden vaikutuksista ympäristöön ja terveyteen. Yrityksen tulee tuntea mahdollisuudet jätteiden määrän ja haitallisuuden vähentämiseen. Rakennusyrityksen tulee myös seurata ja pitää kirjaa syntyvistä jätteistä. Kirjanpidosta tulee selvittää syntyneen jätteen määrä, laji, laatu, alkuperä, toimituspaikka, päivä, kuljetustapa sekä hyödyntämis- ja käsittelytapa suhteutettuna liikevaihtoon, työntekijämäärään tai toiminnan laajuuteen. Yrityskohtaisesti jätemäärien seuraaminen perustuu yrityksessä käytössä olevaan ympäristöjärjestelmään, rakennuttajan asettamiin vaatimuksiin tai yrityksen ympäristöraportointiin. (19.)

## 6 Vaaralliset jätteet

Vaarallisia jätteitä ovat jätelain mukaan jätteet, jotka kemiallisen tai muun ominaisuutensa vuoksi voivat aiheuttaa vaaraa tai haittaa terveydelle tai ympäristölle. EU on tehnyt luokituksen ja luettelon vaarallisista jätteistä, jotka ovat nimetty myös Valtioneuvoston asetuksessa jätteistä (179/2012) sekä osalle on annettu vaaraominaisuuksista sovellettavat raja-arvot. Vaaralliset jätteet asettavat haitallisuutensa vuoksi erityisiä vaatimuksia jätteen kuljetukselle ja käsittelylle. (29.)

Talonrakentamisen vaaralliset jätteet muodostavat noin yhden prosentin kaikista rakentamisen jätteistä. Rakentamisessa käytettyjä nykyään vaaralliseksi jätteeksi luokiteltavia jätteitä ovat mm. asbesti, kyllästetty puu, PCB ja raskasmetalleja sisältävät materiaalit. Korjauskohteissa tyypillisiä vaarallisia jätteitä ovat muun muassa elohopeaa sisältävät loisteputket, muuntajat, lämpömittarit ja termostaatit, PCB:tä sisältävät saumausmassat, muovimatot, -tapetit ja muut muovituotteet, PCB -kondensaattorit, asbestia sisältävät putkieristeet, levyt ja laatat, lyijyä sisältävät lyijylevyt ja -kaapelit sekä kylmäkalusteet, joissa on freonia. (5; 19.)

Rakentamisessa ja purkutöissä on tarpeen tunnistaa ne vaaralliset jätteet, jotka vaativat erityisen käsittelyn. Haitallisten aineiden ilmentymisen riskiä voidaan arvioida rakennuksessa harjoitetun toiminnan pohjalta. Rakennuttajan tai kiinteistön omistajan velvollisuus on laatia purku- ja korjauskohteesta haitallisten ja vaarallisten aineiden

kartoitus. Kartoituksessa selvitetään muun muassa asbestin, kivihiilipien ja erilaisten mikrobien laatu, määrä ja pölyväisyys. Kartoituksen pohjalta laaditaan suunnitelma haitta-aineiden hallittuun poistamiseen tai vaarattomaksi tekemiseen. Haitta-aineita sisältävät purkujätteet kerätään aina erilleen muusta jätteestä. Korjauskohteiden purku- töissä vaarallista jätettä sisältävät rakennusosat puretaan erikseen ja toimitetaan vaarallisen jätteen käsittelyyn. (5; 19.)

## 6.1 Asbesti

Yleisin vanhoissa rakennusmateriaaleissa esiintyvä terveydelle vaarallinen aine on asbesti. Asbesti on kuitumainen silikaattimineraali, jolla on hyvä mekaaninen ja kemiallinen kestävyys. Ehjä asbesti ei aiheuta vaaraa, mutta sitä käsiteltäessä ilmaan vapautuu hienojakoista pölyä, joka pitkäaikaisena altistuksena hengitettynä aiheuttaa syöpää. Rakennusmateriaaleissa asbestia alettiin käyttää 1920 -luvulla, ja asbestin käyttö on ollut laajinta 1960 - 1970 -luvulla. Ruiskutettavien asbestituotteiden käyttö kiellettiin Suomessa vuonna 1976, ja kaikkien asbestipitoisten tuotteiden valmistus, maahan- tuonti, myyminen sekä käyttöönotto kiellettiin vuonna 1994. (7; 5; 6.)

Asbestia on käytetty putkieristeissä, ilmanvaihtolaitteistoissa, kattohuovissa, kaakeleiden kiinnityslaasteissa, ohutrappauslaasteissa (kauppanimi Kenitex), kuitusementtilevyissä (kauppanimi Luja) ja lattialaatoissa (kauppanimi Finnflex), lattianpäällysteliimoissa sekä lattia- ja seinätasoiteissa. Kaikissa purkutyökohteissa, joissa on syytä epäillä asbestin esiintymistä, tulee tehdä asbestikartoitus. Asbestipurkutöitä saavat suorittaa vain siihen erikoistuneet yritykset, joilla on käytössään tarvittavat luvat, laitteet ja suojarusteet. (7.)

## 6.2 Kyllästetty puu

Kivihiilipikeä on käytetty vanhoissa rakennuksissa vesi- ja kosteuseristeinä. Kivihiilipikeä kutsutaan myös kivihiilitervaksi, kreosoottöljyksi tai kreosoottipieksi. Tyypillisiä käyttökohteita ovat olleet muun muassa kellareiden lattiarakenteet, muuratut seinät ja välipohjat, tiilisaumat, uima-allasrakenteet sekä pihojen kansirakenteet. Kivihiilipikeä on tummaa ja kiinteää, ja sen ominaisuus on sama kuin kyllästetyillä ratapölkyillä. Pur-

kutöiden yhteydessä kivihiilipiestä vapautuu ilmaan epäorgaanisia ja orgaanisia PAH-yhdisteitä. Kivihiilipien purkutöissä noudatetaan asbestipurkutöiden ohjeita. (5.)

Kyllästetyssä puussa kyllästysaineet ovat yleensä kreosoottia tai kromia, kuparia ja arseenia sisältävien CCA-suolojen yhdistelmiä. Kreosoottia syntyy kivihiilitervan tisleenä ja sillä on kyllästetty ratapölkkyjä, pylviäitä ja siltoja sekä muita säälle alttiita kantavia rakenteita. Kyllästettyä puuta käsiteltäessä tulee selvittää puussa käytetyn kyllästeen laatu sekä sen vaikutukset työmaan jätehuoltoon ja toimintaan. Rakennustyöntekijän on suojauduttava suojavälinein sahauksessa syntyvältä puupölyltä ja vältettävä ihokosketusta kyllästetyn puutavaran kanssa. Kyllästetyn puun sahauksessa olisi syytä käyttää myös kohdepoistoa. (5.)

Kromilla ja arseenilla kyllästettyä puutavaraa saa käyttää nykyään vain pysyvästi maaperään koskettavissa tai vesistöissä olevissa rakenteissa sekä silloissa, kaiteissa ja muissa vastaavissa turvallisuuskohteissa. Vuoden 1997 jälkeen muissa kohteissa on saanut käyttää vain arseenittomia ja kromittomia puunsuojakemikaaleja. Arseenipitoisen puutavaran luovuttaminen kuluttajille ei ole ollut sallittua 30.6.2004 jälkeen. (13.)

### 6.3 Polyklooratut bifenyylit

Polykloorattuja bifenylyhdisteitä eli PCB-yhdisteitä on käytetty rakentamisessa 1950 - 1970 -luvulla pehmittimenä erilaisissa saumamassoissa, ikkunatiivisteissä, muovimaattoissa, maaleissa, lakoissa ja betonissa. Lyijyä on käytetty PCB -yhdisteitä sisältävien massojen kovetteissa. PCB ja lyijy luokitellaan vaaralliseksi jätteeksi, koska niiden hajoaminen luonnossa on vähäistä ja ne rikastuvat ravintoketjuissa. PCB:n käyttö on rakennusmateriaaleissa kielletty 1990 -luvulta lähtien. Lyijyn käyttö väheni 1975, kun kovetteina alettiin käyttää mangaanipohjaisia aineita. Maalien sisältämät lyijypigmentit on korvattu titaanioksidilla. Nykyisin lyijyn käyttö rakennusmateriaaleissa on kielletty. (5; 6.)

Vanhojen rakennusten saumoja purettaessa kaikki työt suoritetaan PCB-purkutyönä, jos kohteessa ei ole tehty haitta-aine selvitystä. Purkutyötä suoritettaessa täytyy rakennuksen alapuoliset maanpinnat sekä lähellä sijaitsevat lasten leikkipaikat ja hiekkalaahtikot suojata peittein. Irrrotetut PCB-pitoiset materiaalit säkitetään heti työpisteissä. (5.)

#### 6.4 Raskasmetallit

Rakentamisessa käytettyjä raskasmetalleja ovat lyijyn lisäksi elohopea ja kadmium. Vanhemmissa rakennuksissa elohopeaa on käytetty muun muassa porrasvaloauto- maateissa, termostaateissa ja säätimissä, paineen sekä paine-eron mittareissa, lämpömittareissa, elektronisissa lämminvesivaraajissa, paristoissa sekä loisteputkissa ja energiansäästölamppuissa. Lisäksi vanhoissa rakennuksissa elohopeaa voi löytyä teollisuus- ja hammaslääkäritilojen viemäreistä sekä hajulukoista. Uudemmassa rakennuskannassa elohopeaa esiintyy vain loisteputkissa, energiansäästölamppuissa ja paristoissa. Kadmiumia on käytetty väriaineiden ja muovien lisäaineina sekä levyjen ja helojen pintakäsittelyyn. Kadmiumia vapautuu ilmaan juotostöiden yhteydessä esimerkiksi hitsauksessa sekä matalalämpöisissä juotostöissä. Kadmiumia voidaan käyttää teräksen korroosiosuojauksessa. Altistumista voidaan vähentää kohdepoistolla ja käsihygienialla. (5; 19.)

Raskasmetallien joutuminen purkujätteen joukkoon on ongelmallista, koska niitä ei voida erotella jälkikäteen. Korjattavaksi tuleva rakennuskanta sisältää runsaasti raskasmetalleja sisältäviä materiaaleja, jotka tulee purkaa ja lajitella erilleen muista jätteistä. (19.)

Terveydelle vaarallisia jätteitä ovat myös mikrobivaurioituneet materiaalit sekä töissä syntyvät kvartsi-, sementti-, kalkki-, mineraalivilla- ja puupölyt. Käytössä on myös ollut myös luujauhohojaisia sisäpintojen tasoitteita, jotka kastuessaan voivat aiheuttaa sisäilmaongelmia, ja tasoitteet on syytä poistaa. (7.)

#### 6.5 Vaarallista jätettä sisältävien rakenteiden purku

Korjauskohteen purkutöissä puretaan vaarallista jätettä sisältävät rakennusosat ja materiaalit ensin. Vaarallinen jäte on pakattava erilleen muista jätteistä kestäviin, tiiviisiin ja uudelleensuljettaviin pakkauksiin. Pakkauksiin on merkittävä jätteen haltijan nimi, jätteen nimi sekä turvallisuuden ja jätehuollon järjestämisen kannalta olennaiset vaarominaisuudet ja varoitusmerkinnät. Vaarallista jätettä ei saa laimentaa eikä muulla tavoin sekoittaa lajiltaan tai laadultaan erilaiseen jätteeseen. (19; 17.)

Vaarallisten jätteiden kuljetukseen on liitettävä mukaan siirtoasiakirja, josta tulee käydä ilmi tiedot jätteen lajista, laadusta, määrästä, alkuperästä, toimituspaikasta ja -päivämäärästä sekä kuljettajasta. Vaarallisesta jätteestä on pidettävä aikajärjestyksen mukaista kirjaa ja kirjanpidossa on oltava tiedot jätteen määrästä, jäteluettelon mukainen nimike, jätelaji ja ominaisuudet, vaarallisen jätteen vaaraominaisuudet sekä jätteen vastaanottajan ja kuljettajan nimi ja yhteystiedot sekä jätteen käsittelytapa. (17.)

Vaarallisia jätteitä saa kaatopaikoista annetun valtioneuvoston päätöksen (861/1997) mukaan sijoittaa vain niitä varten suunnitellulle erityiselle ongelmajätteen kaatopaikalle. Vaarallisen jätteen poltossa on puolestaan noudatettava valtioneuvoston asetusta jätteiden poltosta (362/2003). Suomessa on useita ongelmajätteiden käsittelyyn ja hyödyntämiseen erikoistuneita yrityksiä. Merkittävin on valtion, kuntien ja teollisuuden yhdessä omistama Ekokem Oy Ab Riihimäellä, joka pystyy vastaanottamaan kaikkia tavallisimpia vaarallisia jätteitä koko maasta. (29.)

## 6.6 Vaarallisen jätteen synnyn ehkäisy

Vaarallisen jätteen synnyn ehkäisy toteutuu kemikaalistrategian keinoin eli vähentämällä ja korvaamalla haitallisten aineiden käyttöä teollisuudessa ja kuluttajatuotteissa. Tuotteiden aiheuttamia riskejä voidaan parhaiten pienentää korvaamalla tuotteen valmistusvaiheessa haitallisia kemikaaleja vähemmän haitallisilla. (13.)

Rakentamisessa tavallisimmin käytettyjä kemikaaleja ovat maalit, liimat ja pesuaineet. Työnantaja on velvollinen asettamaan työssä käytettävien kemikaalien käyttöturvallisuustiedotteet ja luettelon työntekijöiden nähtäväksi. Luettelosta pitää käydä ilmi kemikaalien kaupan nimi, luokitustiedot ja käyttöturvallisuustiedotteiden saatavuus. Ympäristölle ja terveydelle haitalliset kemikaalit säilytetään omissa astioissaan. Kemikaalit tulee varastoida siten, että onnettomuustilanteessa ne eivät aiheuta ympäristölle tai terveydelle haittaa. Lisäksi kemikaalit tulee säilyttää tilassa, missä on huolehdittu ilmanvaihdosta ja järjestyksestä. Vahinkotapauksiin tulee varautua menetelmillä, joilla kemikaalit voidaan kerätä talteen tai tehdä vaarattomiksi. (5.)

## 7 Rakennusjätteiden kierrätys

Jätteiden kierrätyksessä toisistaan voidaan erottaa rakennusosien ja tuotteiden uudelleenkäyttö sekä materiaalien uusiokäyttö. Uudelleenkäytöllä tarkoitetaan käytetyn tuotteen uudelleen käyttöä jossain muualla kuin alkuperäisessä kohteessa tai tarkoituksessa. Uusiokäytöllä taas tarkoitetaan rakennushankkeiden hukkamateriaalien kierrätystä takaisin tuotannon raaka-aineeksi tai materiaaliksi. Rakennuksen näkökulmasta kierrätystä voi tapahtua useilla eri tasoilla. Kierrätyksen kohteena voivat olla rakennuksen materiaalit, rakennusosat, tekniset järjestelmät, tilat tai jopa kokonaiset rakennukset. (27.)

Rakennusalan näkökulmasta kierrätyksen ensisijaisena tavoitteena on minimoida syntyvä jätteen määrä rakennuksen elinkaaren aikana. Vasta toissijaisena tavoitteena on hyötykäyttää syntyvä jäte. Viimeisenä vaihtoehtona on rakennuksen jätteiden sijoittaminen kaatopaikalle. (27.)

### 7.1 Uudelleenkäyttö

Korjausrakentamisessa ja purkamisessa talteen otettujen tuotteiden, tuoteosien tai materiaalien uudelleenkäyttö on rakentamisen jätteiden hyödyntämistä. Uudelleenkäytössä rakennus, tekninen järjestelmä tai sen osa, joka poistetaan käytöstä tai puretaan korjaus- tai täydennysrakentamisen yhteydessä, käytetään uudelleen samassa tai toisessa kohteessa sellaisenaan tai muuttamalla sen käyttötarkoitusta. Kokonaisen rakennuksen tai tilan uudelleenkäytön mahdollistaa muuntojoustavuus. (4; 27.)

Internetissä on sivustoja, joiden kautta käytettyjä rakennusosia ja -tuotteita voidaan ostaa tai myydä, ja erilaiset kierrätyskeskukset ja työpajat valmistavat rakennusjätteitä uudelleenkäytettäväiksi. Uudelleenkäyttöön kelpaavia rakennusosia ja -tuotteita ovat ikkunat, ovet, tiilet, kattotiilet, lattiamateriaalit, kiviunitit, kakluunit, kylpyammeet, pesuallaat, valaisimet, luonnonkivi, kivilaatat, rakenneteräkset ja kattokannatteet. (7; 27.)

Työmailla vanerilevyjä ja sahatavaraa voidaan uudelleenkäyttää valumuoteissa, telineissä tai alhaisen vaatimustason rakenteissa. Käytetyt kuormalavat ja puupakkaukset voidaan palauttaa tavarantoimittajille. Puhallusvilla voidaan imeä talteen ja uudelleen-

käyttää. Betonielementtejä ja tiiliä voidaan myös joissakin tapauksissa käyttää uudelleen uudessa kohteessa. Jätteen tuottajan tulisi kuitenkin erottaa uusiokäyttöön aiotut tuotteet ja materiaalit varsinaisesta jätteestä sillä rakennuslaki rajoittaa jätteeksi luokitellun tuotteen ottamista takaisin käyttöön ja se vaatii aina viranomaisen hyväksynnän. (4; 8.)

EU:lla ei ole yhtenäistä ohjeistoa kierrätysmateriaalien käytöstä rakentamisessa ja Suomessakaan ei ole laadittu virallista ohjeistoa kierrätettyjen rakennusmateriaalien käytöstä. Kierrätettyjen rakennusosien ongelmana on, että purettavasta rakennuksesta irrotettuna ne menettävät statuksensa laillisena, käyttökelpoisena rakennusmateriaalina, ja esimerkiksi kantavien rakenteiden kelpoisuus uudelleenkäyttöön on testattava laboratoriokeuin jokainen erä erikseen. (7.)

Kantavia rakennusosia käytettäessä uudelleen uuden kohteen kantavien rakenteiden kuten pilarien, palkkien, seinien ja laattojen kuormien tulee olla jänneväleiltään ja päämitoiltaan vanhaa kohdetta vastaavat tai pienemmät. Rakenteelle tulevat kuormat voivat kasvaa vain siinä tapauksessa, että jänneväliä pienennetään tai rakenteella on ollut ylimääräistä kapasiteettia, ja tämä voidaan todentaa. (7.)

## 7.2 Uusiokäyttö

Uusiokäytöllä tarkoitetaan jätteiden käyttöä joko tuotannon raaka-aineena tai sellaisenaan materiaalina. Muun muassa paperilla ja pahvilla sekä lasilla ja metallilla on toimivat keräysjärjestelmät, jotka kierrättävät kyseiset jätteet teollisuuden uusioraaka-aineeksi. Rakennusjätteen tehokas uusiokäyttö voidaan toteuttaa hyödyntämällä jäte rakennuspaikalla, toisella työmaalla sekä jalostamalla se rakentamisen tai teollisuuden raaka-aineeksi. Tuotannon raaka-aineeksi sopivia jätemateriaaleja ovat kivennäispohjaiset materiaalit, metallit, kipsilevy ja mineraalivillat. Kivennäispohjaiset materiaalit yleensä murskataan ja tarvittaessa seulotaan. Lajitellut metallit sulatetaan tuotannon raaka-aineeksi. (27; 8.)

Lajiteltuja jäte-eriä toimitetaan rakennustyömailta suoraan tuotannon raaka-aineeksi. Esimerkiksi tiili- ja betonimursketta käytetään teiden ja katujen rakentamiseen, metalleja teollisuuden raaka-aineena ja haketettua puuta kompostin seosaineena sekä energi-



antuotannossa. Jätteiden uusiokäytöllä voidaan vähentää luonnonvarojen käyttöä, säästää energiaa ja korvata fossiilisia polttoaineita. (27; 8.)

### 7.3 Energiahyötykäyttö

Materiaalihyötykäyttöön kelpaamattomista rakennustoiminnan jätteistä suuri osa soveltuu energiahyötykäyttöön. Kaatopaikalle sijoittamisen sijaan materiaalit voidaan prosessoida polttoaineeksi ja käyttää pääpolttoaineiden korvaajina olemassa olevissa voimalaitoksissa. Laitosmaisen jätteenkäsittelyn yleistymisen, parantuneen laadunvalvonnan ansiosta rakennusjätteen energiahyötykäyttö on nykyään vakiintunut yhdeksi osaksi rakennusjätehuoltoa. (27.)

Jätteen poltossa jätteestä tuotetulla energialla voidaan korvata muita polttoaineita. Suomessa pääosa jätteestä poltetaan seospolttoaineena yhdessä hiilen turpeen tai puun kanssa. Rakennusjätteestä energiakäyttöön kelpaa mm. käsittelemätön puu, puupohjaiset levyt ja liimapuu pieninä määrinä, monet muovit sekä uusiokäyttöön kelpaamaton paperi ja pahvi. (8.)

### 7.4 Luonnonkivi

Luonnonkivi on uusiutumaton materiaali, mutta sitä on saatavilla lähes kaikkialla. Kivirakentamisen merkittävimmät ympäristövaikutukset liittyvät materiaalin hankintaan ja kuljetuksiin. Kiven louhinta aiheuttaa melu-, pöly- ja maisemahaittoja, ja kiven louhinta ja hionta kuluttavat myös paljon energiaa. (7.)

Luonnonkivi on vanhimpia rakennusmateriaalejamme, ja sitä on käytetty perustuksissa, ulkoseinien massiivikivimuureissa ja tulisijoissa. Nykyisin luonnonkiveä käytetään rakentamisessa ohuena verhouslaattana julkisivuissa, sokkeleissa, lattiapinnoissa ja portaissa. Kivituotteet ovat yleensä irrotettavissa ehjinä, jolloin ne voidaan käyttää uudelleen. Seinien kiviverhouksissa tulisi suosia helpon irrotuksen mahdollistavia mekaanisia kiinnityksiä. Kivellä laatoitetuissa pinnoissa, esimerkiksi lattioissa, kivilevyn paksuus ja laastin lujuus vaikuttavat ehjänä irrottamisen onnistumiseen. Oikein käytettynä rakennuskivet ovat kestäviä, pitkäikäisiä ja uudelleenkäytettäviä. (7.)

## 7.5 Betoni

Betoni on massiivinen ja kestävä rakennusmateriaali, jonka raaka-aineita ovat sora tai murskattu kivi, hiekka, vesi, sementti sekä lisäaineet, jotka vaikuttavat sen ominaisuuksiin. Betonin raaka-aineet ovat uusiutumattomia, mutta niitä esiintyy luonnossa runsaasti. Betoniin käytettävän soran otto soraharjuilta vaikuttaa maisemaan ja pohjaveisiin. Betonituotteiden valmistus kuluttaa runsaasti energiaa, ja apuaineina toimivien hartsien valmistuksessa käytetään terveydelle ja ympäristölle haitallisia aineita. (7; 6.)

Betonin sideaineen portlandsementin pääraaka-aine on kalkkikivi. Sementin valmistus kuluttaa eniten energiaa ja aiheuttaa suurimman osan betonin hiilidioksidipäästöistä. Hiilidioksidipäästöjä voidaan vähentää muuttamalla polttoprosessia tai polttoaineita tai korvaamalla sementtiä lentotuhkalla, masuunikuonalla tai silikalla, jotka ovat teollisuuden ja energiantuotannon sivutuotteita. Seosaineita käyttämällä voidaan parantaa betonin ominaisuuksia. Seosaineita voidaan käyttää betonissa kuitenkin enintään 35 %. Eurooppalaisen sementtistandardin mukaisia seosaineita ovat masuunikuona, kalkkikivi, silika, pozzolaatit, lentotuhka ja poltettu liuske. (8.)

Teräsbetoni on komposiittimateriaali, jossa betoni antaa materiaaliin kovuuden ja teräs vetolujuuden. Teräkset ovat kierrätettyjä ja voidaan kierrättää uudelleen betonin elinkaaren loputtua. Talonrakentamisessa betonia käytetään rakennusten perustuksissa, lattiarakenteissa, väli- ja yläpohjissa, rungossa, palkeissa, pilareissa, ulko- ja sisäseinissä sekä pihalaattoina. (6.)

Betonijätettä syntyy betonin valmistuksessa sekä korjaus- ja purkujätteenä. Betonijätteestä 80 % syntyy purkutyömailla ja 20 % ontelolaattatehtailla, joissa materiaali saadaan kuitenkin kierrätettyä takaisin tuotantoprosessiin. Betonin sisältämästä energiasta suurin osa on sitoutunut sementtiin, joten energiansäästön kannalta paras tapa olisi uudelleenkäyttää betoni sellaisenaan. (6; 7.)

### 7.5.1 Uudelleenkäyttö

Betonia voidaan uudelleenkäyttää modernisoimalla rakennuksen julkisivu, mutta jättämällä betoni paikalleen. Betonielementtejä voidaan myös uusiokäyttää leikkaamalla elementit irti toisistaan, jonka jälkeen ne voidaan siirtää ja käyttää toisella työmaalla.

Näin vältetään betonin ja sementin valmistukselta, ja säästetään paljon energiaa ja raaka-aineita. Elementtien purkaminen ehjinä ja kokonaisina edellyttää kuitenkin purkumenetelmien kehittämistä. (6; 8.)

### 7.5.2 Uusiokäyttö

Betonin tilavuudesta noin 70 % on kiviainesta. Betonin kiviaineesta 10 - 20 % voidaan korvata uusioraaka-aineilla, kuten murskatulla betonilla, tiilellä tai lasilla. Purkubetoni voidaan valmistamisessa uusioraaka-aineeksi, jolloin eristeet sekä teräkset poistetaan ja betoni murskataan. Betonimurskan käyttö vähentää luonnon uusiutumattomien kiviainesten tarvetta. Betonimurskan käyttö uusiobetonissa kuitenkin lisää tarvittavan sementin määrää, joka kasvattaa sementin valmistuksen energiankulutusta ja päästöjä, joten uusiobetonin valmistuksen ei katsota olevan kannattavaa. (6; 8.)

Kevytso- betonissa betonin runkoaineena käytetään murskatun kiven sijaan kevytso- ra- ra, joka valmistetaan savesta paisuttamalla. Kevytso- ran lisänä runkoaineessa voidaan käyttää kierrätyslasista valmistettua vaahtolasia. Sekä paisutettu savi että vaahtolasi valmistetaan korkeassa lämpötilassa, mikä kuluttaa paljon energiaa ja aiheuttaa hiilidi- oksidipäästöjä. Toisaalta syntyvät rakenteet ovat kevyitä ja ne sisältävät paljon ilmaa, joten raaka-aineita tarvitaan vähemmän. (8.)

Suomessa hyödynnettävästä betonijätteestä 95 % käytetään murskattuna maanraken- nustoissa, katujen rakentamisessa, pihojen ja parkkialueiden rakenteissa, rakennusten perustuksissa ja louhosten täyteaineena, joihin se soveltuu teknisesti hyvin ja korvaa luonnon kiviaineksia. Uusiokäyttöön toimitettavista betonielementeistä tulee poistaa kaikki saumamassat, koska ne saattavat sisältää PCB:tä. (8; 6; 27.)

Valtioneuvoston asetuksessa eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa (MARA –asetus) ilmoitusmenettelyä on sovellettu erityisesti betonimurskeelle, leijupeti- hiekalle ja kevytbetonimurskeelle. Asetuksessa on määritelty jätteiden hyödyntämisen soveltamisala, käyttökohteet, vaatimukset ja jätkekohtaiset raja-arvot. Asetus edellyttää, että maarakentamisessa hyödynnettävä betonimurske on murskattava 150 millimetrin palakokoon. Betonimurske saa sisältää enintään 30 % tiilimursketta. Betonin pienimuo- toiseksi hyödyntämiseksi maarakentamisesta katsotaan alle 500 tonnin määrää. Kun-

nat ovat antaneet pienimuotoisesta betoni- ja tiilijätteen hyödyntämisestä määräyksiä, jotka vaihtelevat kunnittain. (4.)

Suomessa on lukuisia kiviainesperäistä rakennusjätettä esikäsitteleviä laitoksia. Murskaus voidaan tehdä myös siirrettävillä laitteistoilla, jolloin käsittely voi tapahtua jätteen syntypaikalla tai jäteyhtiöiden jätteenkäsittely-yksiköissä. Betonin murskauksessa ja varastoinnissa aiheutuu pölyhaittaa, jota voidaan ehkäistä sumuttamalla vettä murskattavaan betoniin. Murskauksesta voi aiheutua jopa 85 dB:n melutaso. Ympäristönsuojeluasetuksen 1 §:n mukaisesti maanrakennustoimintaan liittyvään kivenlouhintaan tarvitaan lupa, jossa kiviainesta käsitellään vähintään 50 päivänä samalla alueella. Lupaa tulee myös hakea kiinteälle tai sellaiselle tietylle alueelle sijoitettavalle siirrettävälle murskaamolle, jonka toiminta-aika on yhteensä vähintään 50 päivää samalla alueella. (4.)

Alle 50 päivää kestävästä kivenlouhinnasta tai -murskauksesta pitää tehdä ympäristönsuojelulain 60 §:n mukainen meluilmoitus, jos melu tai tärinä on erityisen häiritsevää pykälän tarkoittamalla tavalla. Ilmoitus on tehtävä kunnan ympäristönsuojeluviranomaiselle viimeistään 30 päivää ennen melua tai tärinää aiheuttavan toiminnan aloittamista. (4; 6.)

## 7.6 Tiili

Poltetun savitiilen päämateriaali savi on uusiutumaton luonnonvara. Kalkkihiekkatiilen (tuotenimi Kahi) uusiutumattomat pääraaka-aineet ovat kalkki ja hiekka. Savea, hiekkaa ja kalkkia on runsaasti saatavilla, mutta niiden kaivuulla on maisemallisia vaikutuksia. Tiiliä käytetään ulko- ja sisäseinissä, ulkoverhoilussa, kattotiilinä sekä tulisijoissa ja hormeissa. Tiili on vuosituhansia tunnettu, kestävä materiaali, joka voidaan käyttää uudelleen. Tiilirakenteet tasaavat kosteuden- ja lämpötilanvaihteluja rakennuksessa ja ovat helposti korjattavia. Tiilen poltto kuluttaa paljon energiaa, sillä savi vaatii korkean polttolämpötilan. Kalkkihiekkatiilen polttolämpötila on savitiiltä huomattavasti alhaisempi. Tiilen raaka-aineena voidaan käyttää perinteisen saven sijaan myös kivihiilen poltossa sivutuotteena syntyvää lentotuhkaa. Lentotuhkatiilet kovetetaan kuumassa höyryssä, mikä säästää energiaa ja aiheuttaa vähemmän hiilidioksidipäästöjä kuin tavallinen tiilten valmistusprosessi. (7; 6; 8.)

Ennen tiilirakenteet olivat massiivisia 1½ – 2 umpikiven tiilimuureja, jotka toimivat sekä kantavana rakenteena että julkisivuna. Nykyään tiilestä muurataan ½ kiven vahvuisia reikätiilisiä kuorimuureja julkisivuun. Kantavana sisäkuorena voidaan käyttää puuta, betonia, tiiltä tai kalkkihiekasta, betonista, kevytsorasta tai kevytbetonista valmistettuja harkkoja, jotka uudelleenkäytön suhteen käyttäytyvät tiilen kaltaisesti. (7.)

#### 7.6.1 Uudelleenkäyttö

Tiilet ovat hyvin kestäviä ja ne voidaan käyttää uudelleen purettuina ja puhdistettuna julkisivuissa, väliseinissä, tulisijoissa ja hormeissa tai piharakentamisessa. Vanhat täystiilimuureissa käytetyt umpitiilet säilyvät irrotuksessa ehjänä kuorimuurien reikätiiliä paremmin. Uusiokäytössä tiiliin jäänyt sementti estää uuden laastin kiinnittymistä, joten se tulee poistaa. Sementtilaasti voi olla hankala poistaa ja tiilien puhdistaminen täytyy tehdä käsin. Kattotiilien purku käsin on yksinkertaista ja tiilet säilyvät hyvin ehjinä. Savupiipputiilien käyttöä rajoittavat niihin mahdollisesti imeytyneet haitta-aineet. Jos tiilet eivät ole pahasti rapautuneita, niistä voidaan muurata myös uusia hormeja. Tiilien uudelleenkäyttö säästää tiilituotannossa käytettävän energian ja vähentää päästöjä. (6; 7.)

#### 7.6.2 Uusiokäyttö

Rakennus- ja purkujätteenä syntynyt lajiteltu puhdas tiilijäte voidaan murskata ja seuloa uusioraaka-aineeksi ja käyttää uudelleenmuovauksen ja –polton jälkeen uusien tiilien valmistukseen tai betonin uusiorunkoaineena, maantäytöissä tai teiden rakennekerroksissa. Maantäytöissä tiilet voidaan käyttää myös murskaamatta. Murskattu materiaali korvaa luonnonmateriaaleja kuten hiekkaa. Tenniskenttien hiekka tuotetaan murskaamalla punatiiliä ja kattotiiliä. Murskattuja tiiliä voidaan käyttää myös kasvien kasvualustana sekoitettuna kompostoituun orgaaniseen materiaaliin kasvihuoneissa. (6; 7.)

Tiilien murskaamisesta aiheutuu melu- ja pölyhaittaa. Pölyhaittaa voidaan ehkäistä sumuttamalla vettä murskattavaan ja murskattuihin materiaaliin. Tiilien uudelleen- ja uusiokäyttö säästää luonnonvaroja, raaka-ainetta, energiaa ja kuljetuskustannuksia. Savitiilien uudet tuotantotekniikat pitävät tiilen kilpailukykyisenä rakennusmateriaalina. Kaatopaikalle sijoittamiskielto ja kaatopaikkavero kannustavat kierrättämään tiilijätettä ja kehittämään tehokkaampia kierrätystekniikoita. (6.)

## 7.7 Keraamiset laatat ja posliini

Keraamisten laattojen raaka-aineet ovat savi sekä hiekka ja posliinilla kaoliini, kvartsi ja maasälpä, jotka ovat uusiutumattomia luonnonraaka-aineita, mutta kuitenkin hyvin yleisiä luonnossa. Ne valmistetaan korkeassa lämpötilassa ja valmistusprosessista aiheutuu hiukkas- ja kasvihuonekaasupäästöjä. Rakennuksissa posliinia on vesikalusteissa ja kaakeleissa keittiöiden ja märkätilojen seinissä ja lattioissa sekä kaakeliuuneissa. Ehjät ja hyväkuntoiset vesikalusteet voidaan käyttää uudelleen sellaisenaan, jos ne saadaan irrotettua rikkoutumatta. Myös ehjänä puretut kaakelit voidaan käyttää sellaisenaan uudelleen. Murskattuja laattoja voidaan käyttää uusioraaka-aineena laattojen valmistuksessa. Pieniä määriä posliinia voidaan käyttää uusiotiilien raaka-aineena muun tiilijätteen seassa tai erilaisissa maantäytöissä. Tavallisesti keraamisten laattojen raaka-aineesta noin 10 % on valmistuksessa syntynyttä prosessijätettä, mutta myös keramiikkajätettä on mahdollista hyödyntää raaka-aineena. Markkinoilla olevista seinä- ja lattialaatoista eniten kierrätysraaka-ainetta on lasimosaiikkilaatoissa. (8; 7.)

## 7.8 Puu

Puu on uusiutuva luonnonvara ja perinteinen rakennusmateriaali. Sitä käytetään sahatavarana ja sen jatkojalosteina, hirsinä sekä raaka-aineena vanereissa ja puupohjaisissa levyissä, eristeissä ja komposiittimateriaaleissa. Yleisimmät Suomessa käytetyt puulajit ovat mänty ja kuusi. Talonrakentamisessa puutuotteita käytetään kattorakenteissa, runkorakenteissa, rungon tukirakenteissa, ulkoverhoilussa, lattiarakenteissa, katto- ja seinäpaneloinneissa, ovi- ja ikkunarakenteissa, portaissa, kaiteissa ja terasseissa sekä erilaisiin kiintokalusteissa ja saunojen lauteissa. Oikein käsiteltynä puu on kestävä, pitkäikäinen ja korjauskelpoinen materiaali. Puun työstö on helppoa ja sahatavaran ja puutuotteiden valmistus vaatii vähän energiaa. Kokonaisenergiankulutusta vähentää puuhun sen kasvuaiheessa sitoutunut energia. (8; 6; 7.)

Rakentamisessa muodostuu vuosittain noin 650 000 tonnia puujätettä, ja rakentaminen on merkittävintä puujätettä synnyttävää toimintaa. Puujätteen sopivuus kierrätykseen riippuu sen käsittelyasteesta. Osa puupohjaisista rakennusjätteistä joudutaan esikäsittelemään murskaamalla ennen niiden varsinaista hyödyntämistä. Esikäsitteilyä varten Suomessa on useita laitoksia. Usein esikäsitteily tehdään siirrettävillä laitteistoilla, jol-

loin käsittely voi tapahtua myös työmaalla. Ympäristönsuojelulain mukaisesti toiminnanharjoittajan on tehtävä kunnan ympäristönsuojeluviranomaiselle kirjallinen ilmoitus tilapäistä melua tai tärinää aiheuttavasta toimenpiteestä tai tapahtumasta, jos toiminta sitä edellyttää. (4.)

Mahdollinen puun kontaminaatio ihmisille ja ympäristölle vaarallisilla aineilla määrittää onko puujäte sopivaa kierrätykseen, energiahyödyntämiseen vai polttoon erityisissä polttolaitoksissa. Kyllästetylle puulle ja vaarallisilla aineilla käsitellylle puulle energian talteenotto erityisissä polttolaitoksissa on lähes ainoa keino puun hyödyntämiselle. Valtaosa vuosittain muodostuvasta puujätteestä hyödynnetään pääasiassa energiana. (6; 4.)

#### 7.8.1 Uudelleenkäyttö

Puurakenteita on helppo korjata ja käyttää uudelleen. Työstettävyytensä ansiosta vaurioituneet kohdat voidaan helposti poistaa ja liian pitkät kappaleet lyhentää. Perinteiset hirsirakenteet ovat vanhimpia siirrettäviä ja kierrätettäviä rakennusosia, mutta myös nykyaikaiset puiset elementti- ja runkorakenteet soveltuvat uudelleenkäyttöön. Puisista tilaelementeistä on Suomessakin suunniteltu siirrettäviä koulu- ja päiväkotijärjestelmiä. Tilaelementtirakentaminen on vielä melko harvinaista, mutta yleistyneä tulevaisuudessa. (8; 7.)

Höylätty ja sahattu puutavara on hyväkuntoisena käytettävissä uudelleen. Hirsi- ja rankarakenteiset puurungot voidaan purkaa ja käyttää uudelleen sellaisenaan. Liimapuuta, kertopuuta tai sahatavaraa olevat kattopalkit voidaan käyttää uudelleen sellaisenaan tai lyhennettyinä. Elementtirakenteisten puuristikoiden ja kattotuolien uudelleenkäyttö edellyttää jänneväliiltään yhtenevää kohdetta tai niitä voidaan lyhentää solmuvälein. Rankapuutavaraa voidaan käyttää myös täydentäviin rakennusosiin, kuten väliseinien runkotolpiksi ja hirsiiä esimerkiksi piharakentamiseen. Kantavissa rakenteissa käytetyn puun tulee olla lujuusluokiteltua, mutta luokituksen saaminen kierrätyspuulle on kallista. Parhaiten uudelleenkäyttöön soveltuvat tällä hetkellä puuosat, joita voidaan käyttää eikantavissa rakenteissa, kuten sisä- ja ulkoverhouksessa ja lattialankkuina. (7; 8.)

Puurakenteisten väliseinien runkotolpat voidaan käyttää uudelleen sellaisenaan. Rakennuslevyt, kuten lastulevyt ja vanerit, ovat uudelleenkäytettävissä, jos ne ovat säily-

neet hyväkuntoisina ja saadaan purettua riittävän ehjinä. Puiset kiintokalusteet, kuten keittiöt ja muut kaapistot, ovat yleensä massiivipuuta tai liimalevyä, ja ne voidaan hyväkuntoisina ja ehjinä käyttää uudelleen sellaisenaan. (7.)

Puinen julkisivuverhoilu on mahdollista irrottaa ja kiinnittää uudelleen, jos materiaali on alun perin ollut riittävän laadukasta ja huollosta on käytön aikana huolehdittu. Puuikkunat ja -ovet voidaan irrottaa ehjinä karmeineen. Nykynormeihin nähden vanhat ikkunat ja ulko-ovet ovat energiataloudellisilta ominaisuuksiltaan riittämättömiä, mikä rajaa niiden käyttömahdollisuudet sisäseiniin, kylmiin ja puolilämpimiin tiloihin, kuten kasvihuoneisiin, huvimajoihin ja kesäasuntoihin. Ovikokoja kasvattaneet invamääräykset voivat rajoittaa sisäovien uudelleenkäyttöä, jos oven vapaa kulkuaukko ei täytä vaatimuksia. Ulko-ovet ovat sisäovia leveämpiä, joten vanhoja ulko-ovia voidaan käyttää sisätiloissa. (7.)

Suurin osa rakentamisen puujätteistä on peräisin apumateriaaleista kuten pakkauksista, muottilauoituksista ja erilaisista hävikeistä. Muottilauoituksia voidaan käyttää uudelleen 1-5 kertaa. Puiset kuormalavat ovat uudelleenkäytettäviä (EUR- ja FIN-lavoja) ja ne voidaan palauttaa takaisin tavarantoimittajille. (7; 26.)

### 7.8.2 Uusiokäyttö

Rakennus- ja purkujätepuu sekä puun jalostuksessa syntyvää puuhaketta ja sahanpurua voidaan uusiokäyttää lastu- ja puukuitulevyn sekä komposiittimateriaalien raaka-aineena, jotka ovat suurelta osin kierrätysmateriaalia. Lastulevyn ja puukuitulevyn raaka-aineena Suomessa käytetään kuitenkin ainoastaan puunjalostuksen sivutuotteita, koska jätepuu on usein pintakäsiteltyä ja likaista. Lastulevy valmistetaan puulastusta ja liimasta, puukuitulevy puristamalla puuhakkeesta ja sahanpurusta sekä pienestä määrästä liimaa. Puupohjaisten levyjen haittoja ovat niiden sisältämät liimat, jotka voivat aiheuttaa päästöjä sisäilmaan. Käytetyt kuitulevyt hyödynnetään yleensä energiana. (8.)

Haketettua puhdasta puuta voidaan hyödyntää kompostoinnissa tai mädättämällä, eläinten kuivikkeena sekä kateaineena maisemoinnissa. Kompostoinnissa puuhakkeesta saadaan multaa ja mädättämöstä lietettä, joita voidaan hyödyntää viherraken-



tamisessa ja lannoitteena. Hyötykäyttöön kelpaamaton käsitelty puujäte voidaan hyödyntää energiantuotannossa. (8; 6.)

### 7.8.3 Energiahyödyntäminen

Suurin yhteiskunnallinen hyöty saadaan kierrättämällä jätepuu puutuotteiden kautta energiakäyttöön, jolla voidaan korvata fossiilisia polttoaineita. Rakennustyömaalla muodostuva puujäte koostuu lautatavaran hukkapaloista, telineiden ja suojakaiteiden osista, käytetyistä betonimuottilautoista, kuormalavoista sekä purku- ja saneeraustyömaalla purettavista puurakenteista. Satunnaiset naulat tai betonimuottilautojen vähäinen betonipitoisuus ei haittaa puujätteen energiahyötykäyttöä. (8; 27.)

Puupohjaisten levyjen energiahyötykäytössä etenkin lastulevyn sisältämät liimat saattavat aiheuttaa kuonaantumista ja leijupetikattiloissa petihiekan paakkuuntumista. Puulevyjen osuus rakennusjättemäärästä on kuitenkin vähäinen ja levyt voidaan murskata tasaisesti muun polttokelpoisen materiaalin joukkoon, jolloin haitta pienenee. Aiemmin maalien pigmenttijauheet ovat sisältäneet värisävyistä riippuen titaania, lyijyä, kromia, kadmiumia, elohopeaa ja sinkkiä, joten maalattua puuta poltettaessa voi vapautua raskasmetalleja. Nykyisin valmistettavissa maaleissa käytetään pigmenttijauheissa ainoastaan vähäinen määrä sinkkiä (sinkkivalkoinen). Maaleja ja liimaa sisältäviä tuotteita voidaan polttaa haketettuna muun polttokelpoisen materiaalin joukossa. (27.)

Maalien lisäksi puunsuojauksessa käytetään painekyllästystä sekä erilaisia siveltäviä suoja-aineita. Suojauksessa käytetyt aineet sisältävät kuitenkin usein ympäristölle haitallisia aineita, mikä vaikeuttaa puun hyödyntämistä. Paineekyllästyksessä käytetty CCA-kylläste sisältää arseenia, kuparia ja kromia, jotka puun palaessa muodostavat myrkyllisiä kaasuja. Paineekyllästetty puu luokitellaan vaaralliseksi jätteeksi, ja sen poltto on mahdollista vain erityisillä savukaasunpuhdistuslaitteilla varustetuissa polttolaitoksissa. Taulukossa 1. on esitetty pitoisuudet, jotka eivät saa puun kierrätyksessä ylittyä. (8; 6.)

Taulukko 1. Puun kierrätystä rajoittavat kemikaalipitoisuudet (6.)

Yhdiste	Ohjearvo, mg/kg kierrätettynä
Arseeni (As)	25
Kadmium (Cd)	50
Kromi (Cr)	25
Kupari (Cu)	40
Lyijy (Pb)	90
Elohopea (Hg)	25
Fluori (F)	100
Kloori (Cl)	1000
Pentakloorifenoli (PCP)	5
Kreosotti (Benzo(a)pyreeni)	0,5

Markkinoilta löytyy myrkyttömiä puunsuoja-aineita kuten poltettu pellavaöljy (vernissa), joka ei sisällä polttoa rajoittavia kemikaaleja. Paineekyllästettyä puuta voidaan korvata lämpökäsitellyn puun ja puumuovikomposiitin käytöllä sekä puun rakenteellisella suo-  
jauksella. (27; 8.)

#### 7.8.4 Kaatopaikalle sijoittaminen

Kuten muutkin orgaaniset materiaalit puujätteen sijoittamisessa kaatopaikoille syntyy metaania, joka on kasvihuonekaasu. Kaatopaikalle sijoitettaessa puun käsitellyistä osista voi aiheutua myös päästöjä ympäristöön. Käsitellyn puun päästölähteitä ovat liimat, lakat, pinnoitteet tai säilöntäaineet, jotka lisäävät materiaalin kestävyyttä. Bioha-  
joavan orgaanisen jätteen kaatopaikkakielto astuu voimaan vuonna 2016, jolloin puujä-  
tettä ei saa enää sijoittaa kaatopaikoille, vaan puujäte tulee muutoin hyödyntää. (6; 15.)

#### 7.8.5 Puujätteen tulevaisuus

Euroopan ympäristöä säästävän energiatekniikan sekä kaatopaikkadirektiivin tulokse-  
na puujätteen materiaalina tai energiana kierrätys tulee lisääntymään, ja kiihdyttää kil-  
pailua materiaali- ja energiahyödyntämisen välillä. Kierrätetyn puun hinta on nousussa.  
Markkinahintaan vaikuttavat alueellisesti saatavilla oleva puujättemäärä, materiaali- ja  
energiahyötykäytön välinen kilpailu sekä vuodenaikaiset vaihtelut. Lajittelu-, varastointi-  
ja käsittelykustannukset eivät kuitenkaan kannusta puujätteen hyödyntämisen kehityk-

selle. Kierrätystä voisi edistää tukemalla rakennus- ja purkupuujätteen tehokasta lajittelua. Palkkio puujätteen käytöstä energiahyödyntämiseen voi kuitenkin haitata materiaalien 70 % kierrätystavoitetta, koska jätteen energiahyödyntäminen ei ole jätelain ensisijainen tavoite. (6.)

## 7.9 Teräs

Teräs on rautametallin ja hiilen seos, jonka hiilipitoisuus on alle 1,7 %. Teräs sisältää myös pieniä määriä seosaineita, jotka vaikuttavat teräksen rakenteeseen, mekaanisiin ominaisuuksiin sekä korroosiokestävyyteen. Tavallisimpia seosaineita ovat pii, mangaani ja alumiini. Teräksen pääraaka-aine rauta saadaan joko luonnon rautamalmista tai kierrätysromusta. Teräksen raaka-aineet ovat uusiutumattomia, ja niitä esiintyy luonnossa vähän. Teräksen valmistus kuluttaa runsaasti energiaa ja aiheuttaa päästöjä. Kaivostoiminnalla on haitallisia vaikutuksia maisemaan ja maaperään. Mitä köyhempi malmiesiintymä, sitä enemmän syntyy myös kaivosjätettä. Rautamalmin on uusiutumaton, mutta siitä jalostetut metallit ovat kierrätettävissä. Romun käyttö teräksen raaka-aineena säästää energiaa ja luonnonvaroja. Romun osuus teräksen raaka-aineesta on noin 50 % ja ruostumattoman teräksen kohdalla noin 60 %. Suomessa Ruukin terästuotannon raaka-aineesta vain 20 - 30 % on romumetallia. (8; 7.)

Teräs on kestävä materiaali, jolla on useista muista materiaaleista poiketen hyvä vetolujuus. Teräksen käyttö on alkanut yleistyä rakennusten rungoissa 1970 -luvun alusta lähtien, ja sitä on käytetty pääasiassa teollisuus- ja toimistorakentamisessa. Teräksen runkojärjestelmä on esivalmistettu pilari-palkkisysteemi. Teräksen korroosiosuojaus on tarpeen sääille altistuvien rakennusosien käyttöään pidentämiseksi, mutta se aiheuttaa samalla haitallisia päästöjä. Mahdollisuus korroosioikänsäilytysuudistamiseen lisää sääille altistuvien rakennusosien käyttöikä. (7.)

### 7.9.1 Uudelleenkäyttö

Teräsrakenteet soveltuvat hyvin uudelleenkäyttöön. Teräksen kantavuus perustuu kappaleen profiiliin, joka ei saa irrotettaessa vääntyä. Uudelleenkäyttöä helpottaa, jos teräsrakenteissa on käytetty helposti irrotettavia pulttiliitoksia. Teräksen uudelleenkäyttömahdollisuuksia laajentaa se, että uudelleenkokoaminen on mahdollista myös hitsili-

toksin. Teräspilarit ja -palkit voidaan käyttää uudelleen sellaisinaan tai muokattuina uuden rungon rakenneosina. Niitä voidaan lyhentää leikkaamalla liitosten levyt ja rei'itetty osat päistä pois ja koota uudelleen hitsiliitoksin. Betonointi palosuojauksena pilarin sisällä ei estä pilarin irrotusta, mutta vaikeuttaa lyhennystä. Esivalmistetut katto-ristikot edellyttävät yhtenevää runkosyvyyttä tai niitä voidaan lyhentää solmuvälein. Myös osien pidentäminen jatkoksin on mahdollista. (7.)

Kokonaisia teräsrakenteisia tehdas- ja varastohalleja on siirretty alkuperäisestä sijainnista toiseen. Näissä liitokset ovat yleensä irrotusta helpottavia pulttiliitoksia. Kantavien teräsrakenteiden lisäksi myös julkisivujen teräskasettijärjestelmiä, peltikatteita, teräskaiteita ja –portaita sekä teräsrankoja voidaan käyttää uudelleen. Metalliohuttelevystä muovattuja katteita käytetään rakennusten vesikatteenä ja metallikasetteja julkisivuverhouksessa. Metallikatteen ja –kasetit valmistetaan tavallisesti teräksestä ja suojataan sinkillä, mutta katemateriaalina voidaan käyttää myös alumiinia, kuparia tai ruostumattomaa terästä. Peltikatteen uudelleenkäyttö on mahdollista, mutta yleensä konesaumattut pellit eivät kestä irrotusta niin suorana, että ne voitaisiin hyödyntää. Mekaanisesti ruuvikiinnitetyt peltikatteen ovat helposti käytettävissä uudelleen. Väliseinien peltirangat soveltuvat uudelleenkäyttöön. Ovien ja ikkunoiden lukot ja helat voidaan kerätä talteen, ja lukot haluttaessa uudelleensarjoittaa. Ilmanvaihtokanavat ovat sinkittyä teräsputkea, joka soveltuu myös uudelleenkäyttöön. (8; 7.)

### 7.9.2 Uusiokäyttö

Teräsjäte voidaan kierrättää täysin uusioraaka-aineeksi teräksen valmistukseen. Suomessa rauta- ja teräsromun kierrätysprosentti on 74 %. Teräksen etuna moniin muihin materiaaleihin verrattuna on se, että teräksen ominaisuudet eivät muutu uusiokäytön edellyttämässä prosessoinnissa useammankaan kierrätyskerran aikana. Metallijäte kerätään ja lajitellaan niille varattuihin paikkoihin, joista romuliike toimittaa sen valimoihin ja terästehtaisiin uudelleen sulatettavaksi. Romua voidaan hyödyntää sekä malmipohjaisessa terästuotannossa lisäraaka-aineena että romupohjaisessa valmistuksessa pääraaka-aineena. Teräksen valmistus romuteräksestä vähentää huomattavasti energiankulutusta, päästöjä ja jätteitä malmipohjaiseen teräksen valmistukseen verrattuna. Noin puolet maailman terästuotteista valmistetaan nykyään kierrätetystä teräksestä. Malmipohjaisessa prosessissa käytetyn kierrätysteräksen osuus on 20 - 30 %. Rakennuksilla teräsjätteen keräyksessä on vielä tehostamismahdollisuuksia, koska keräysas-

te on keskimääräistä alhaisempi, ja rakennusteräsromun määrä on kasvamassa. (9; 8; 30; 7.)

Kaikki rakentamisessa käytettävä teräs soveltuu laatunsa puolesta uusiokäyttöön. Raudoitusteräokset, peltilevyt, kattopellit, peltipurkit, ilmastointiputket, valurauta, kaapelit, tiskipöydät, kylpyammeet, kodinkoneet ja freonittomat kylmälaitteet voidaan kerätä metalliromuna eli sekapeltinä teollisuuden raaka-aineeksi. Alumiini, kupari, messinki ja ruostumaton teräs kerätään erikseen muista metalleista niiden paremman hyötykäyttöarvon vuoksi. Betoni- ja raudoitusteräokset saadaan kerättyä talteen murskatuista teräs-betonirakenteista uusiokäyttöä varten. Uudelleenkäyttöön kelpaamattomat metallikatteet ja julkisivukasetit voidaan toimittaa kierrätystä varten romuliikkeisiin. Vesikatteiden maalaus tai muovipinnoitus ei estä kierrättämistä. (28; 27.)

Teräksen valmistuksen suurimmat jätemäärät muodostuvat kaivostoiminnan sivukivestä ja rikastushiekasta, joita voidaan hyödyntää louhosten täytteenä ja maarakentamisessa. Teräksen valmistusprosessin sivutuotteena syntyvää masuunikuonaa voidaan käyttää hyödyksi rakennustuotteiden raaka-aineina ja korvata uusiutumattomia luonnonkiviaineita betonissa, tiilissä, harkoissa ja maarakentamisessa. Masuuni- ja teräskuonaa voidaan hyödyntää myös maa- ja tierakentamisessa, maanparannusaineina sekä teollisuuden raaka-aineina. (8; 7.)

#### 7.10 Alumiini

Alumiini on uusiutumaton materiaali, mutta se on yleisin maankuoressa esiintyvä metalli. Bauksiittia, alumiinin raaka-ainetta esiintyy Väli-Amerikassa, Etelä-Euroopassa ja Australiassa. Alumiini on kevyt ja korroosiota kestävä helposti muovattava materiaali. Alumiinin tuotannon sähkönkulutus on huomattava, sillä se kuluttaa noin kahdeksan kertaa enemmän energiaa kuin teräksen valmistus. Valmistukseen käytettävän sähkön tuotantotapa vaikuttaa taas alumiinin ympäristövaikutuksiin. Alumiinin valmistaminen kierrätysmateriaalista käyttää energiaa ainoastaan 4 % malmista valmistamiseen verrattuna, joten sen uusiokäyttöarvo on suuri. (7.)

Rakentamisessa alumiinia on käytetty puu-alumiini-ikkunoiden puitteissa, saranoissa, ovirakenteissa sekä johtokoteloinneissa. Alumiini on ei-magneettinen metalli, joten pe-

rinteisiä rikkovia purkumenetelmiä käytettäessä alumiinia ei saada eroteltua murskatus- ta materiaalista magneettisesti. Alumiini on otettava talteen sisäpurkuvaiheessa ja se tehdään käsityönä. (7.)

### 7.11 Kupari

Kupari on uusiutumaton materiaali, jota esiintyy melko niukasti, ja sen valmistus kuluttaa runsaasti energiaa. Kupari on helppohoitoinen, se ei syövy helposti, mutta patinoi- tuu ajan myötä. Kupariverhoilun pinnalle muodostuvat kuparisuolat ovat myrkyllisiä ja sadeveden mukana irtoavat kuparisuolat värjäävät huokoiset materiaalit vihreiksi, syö- vyttävät epäjalompia metalleja ja päätyvät maaperään rakennuksen juurelle. Kuparista aiheutuvat ympäristöhaitat ovat melko vähäisiä, koska kuparin käyttö rakentamisessa on vähäistä. Kuparituotteet ovat täysin kierrätettävissä uusiomateriaalina. Kuparin val- mistus uusioraaka-aineesta käyttää energiaa noin puolet malmista valmistamiseen verrattuna. (7.)

Rakennuksissa kuparia on vesijohdoissa, sekä vanhemmissa rakennuksissa myös katteina, verhouksina, pellityksinä ja vetiminä. Vetimiä ja kuparisia julkisivukasetteja voidaan käyttää uudelleen. Kuparipeltien irrotus uudelleenkäyttöön riittävän suorana voi olla vaikeaa. Kaikkien rakennusosien käyttö uusiomateriaalina on kuitenkin mahdol- lista. Kuparisilla vesijohdoilla on huomattava arvo romumetallina. (7)

### 7.12 Lasi

Lasi valmistetaan pääosin uusiutumattomista raaka-aineista ja niiden kaivuu vaikuttaa maisemallisesti. Lasin valmistus kuluttaa runsaasti energiaa ja siitä aiheutuu päästöjä. Korvaamalla raaka-ainetta kierrätyslasilla, raaka-aineiden ja energiankulutus pienenee. Kierrätyslasi ei myöskään sisällä karbonaatteja, jotka aiheuttavat lasin valmistuspro- sessissa hiilidioksidipäästöjä. Lasin valmistuksessa jokainen tonni kierrätyslasia vähen- tää luonnon raaka-aineiden kulutusta yli 1,2 tonnia. (7; 8.)

### 7.12.1 Uudelleenkäyttö

Julkisivulasit, profiililasit ja lasitiilet voidaan käyttää uudelleen, jos ne saadaan purettua ehjinä. Julkisivu- ja profiililasiin kiinnitysjärjestelmät ja lasitiilien silikonikiinnitys alumiinikehykseen mahdollistavat usein irrotuksen. Muurattujen lasitiilien irrottaminen on vaikeampaa ja vaatii lasitiilien puhdistuksen käsityönä. Ikkunat ja ikkunaovet voidaan käyttää uudelleen sellaisenaan tai lasi ja puuosat irrottaa toisistaan. Lasin irrottaminen ehjänä ikkunasta ja uudelleenkäyttö uudessa tarkoituksessa soveltuu esimerkiksi terrassi- ja piharakentamiseen. Ikkunoiden puuosat voidaan hyödyntää energiana ja ikkunalasi voidaan hyödyntää materiaalina. (7.)

### 7.12.2 Uusiokäyttö

Muutamit ikkuna- ja ovivalmistajat hoitavat yhdessä Stena Recycling Oy:n kanssa saaneerauskohteista purettavien ikkunoiden ja ovien kierrätyksen, jolloin puujae toimitetaan kierrätyspolttoaineeksi ja lasijae jalostetaan lämmöneristeeksi tai lasin raaka-aineeksi. Metallijakeet menevät raaka-aineeksi metalliteollisuuden käyttöön. Myös yksittäiset rakennusosien tuottajat saattavat noutaa vanhat ikkunat ja purkujätteet asennuksen jälkeen, ja huolehtia niiden asianmukaisesta kierrätyksestä. (4.)

Uusiolasista voidaan valmistaa monenlaisia rakennustuotteita. Noin puolet keräyslasista menee lasivillan tuotantoon, jonka raaka-aineesta 80 % on uusiolasia ja 20 % neitseellistä raaka-ainetta, jotta tuotteesta saadaan tasalaatuista. Profiililasiin valmistuksessa käytetään 50 % kierrätyslasia. Murskattua lasia voidaan käyttää pieniä määriä uusioraaka-aineena betonin valmistuksessa. Lasimurskasta voidaan valmistaa sideaineen kanssa myös sintrattuja julkisivu- ja lattialaattoja, keittiötasoja ja pihakiviä. (7.)

Vaahtolasi on lasimurskasta paisuttamalla valmistettu eristemateriaali, jonka valmistus tapahtuu korkeassa lämpötilassa ja kuluttaa paljon energiaa. Vaahtolasiin raaka-aineena voidaan kuitenkin käyttää myös sellaista lasijätettä, joka tavallisesti jää hyödyntämättä, kuten tasolasia, kuva- ja loisteputkia ja tuulilasia. Vaahtolasimursketta käytetään tierakenteissa sekä rakennusten lämpö- ja routaeristeinä. Vaahtolasista voidaan valmistaa myös eristelevyitä ja sitä voidaan käyttää eristävän kevytbetonin kiviaineenä. (8.)

Teoriassa lasia voidaan kierrättää uusiolasin valmistuksessa rajattomasti, mutta kuitenkin 43 000 tonnia lasijätettä jää uusiokäyttämättä Suomessa vuosittain. Syynä tähän on kierrätyslasin ylitarjonta ja tehtaiden haluttomuus ottaa vastaan epäpuhtauksia sisältävää, huonosti lajiteltua raaka-ainetta. Lasia voidaan käyttää myös maantäytöissä, ja osa siitä päätyy myös hyödyntämättömänä kaatopaikoille. (7.)

### 7.13 Kipsilevyt

Kipsi on kiderakenteinen mineraali, jota saadaan sekä luonnosta että teollisuuden ja energiantuotannon prosesseista. Rikinpoiston märkämenetelmällä syntyvä kipsi vastaa ominaisuuksiltaan luonnon kipsiä, ja sitä voidaan käyttää rakennusteollisuudessa kipsilevyn raaka-aineena, sementin lisäaineena sekä laastin valmistuksessa. Luonnon kipsikivi erotellaan hienosta maa-aineksista, jauhetaan, kalsinoidaan kuumentamalla ja sen joukkoon sekoitetaan kuiva-ainetta, vettä ja muita tuotekohtaisia raaka-aineita. Kipsilevyjen valmistus kuluttaa runsaasti energiaa, mutta kuitenkin vähemmän kuin puupohjaisten levyjen valmistus. (8.)

Kipsilevyjä käytetään väliseinissä ja seinäpinnoitteina, sisäkattorakenteissa ja lattiarakenteissa. Kipsilevyjen käyttö on laajentunut Eurooppaan 1970 - 1980 -luvulla. Kipsilevy on paloturvallinen sekä ääntä eristävä materiaali. Sen painosta 93 % on kipsiä ja 6 % kartonkia. Suomessa valmistettavien kipsikartonkilevyjen kartonki on osittain kierätyspaperista valmistettua. Puukipsilevy valmistetaan yleensä teollisuuden sivutuotteena syntyvästä kipsistä ja puulastuista. Kipsilevyjen iskunkestävyys on huono ja ne murtuvat helposti. Puukipsilevyt ovat kipsikartonkilevyjä kestävämpiä ja niiden valmistus kuluttaa vähemmän energiaa. (6; 7.)

#### 7.13.1 Uudelleenkäyttö

Jos kipsilevyt saadaan irrotettua väliseinistä ja kiinteistä alakatoista ehjänä, ne voidaan käyttää uudelleen sellaisenaan. Vähän vahingoittuneita kipsilevyjä voidaan käyttää kaksin- tai kolminkertaisissa kipsilevyrakenteissa alimpina levyinä, jotka eivät jää näkyviin. Avattavat alakattojärjestelmät mahdollistavat levyjen uudelleenkäytön helposti, koska ne voidaan vain nostaa pois paikaltaan. (7.)



### 7.13.2 Uusiokäyttö

Kipsilevyjen raaka-aineena voidaan käyttää kierrätyskipsiä, joka on peräisin kipsilevyn tuotannosta, rakennustyömaalta tai mahdollisesti jopa käytetyistä kipsilevyistä. Kuitenkin vain puhdas pinnoittamaton kipsilevyjäte voidaan kierrättää, ja muut käytetyt kipsilevyt päätyvät kaatopaikalle. Rakennusjätteestä vain 5 % on puhdasta työmaalla tai kuljetuksessa vaurioitunutta kipsijätettä. Kipsilevyssä käytetty kartonki valmistetaan kierrätyspahvista tai -paperista. Kierrätettävän kipsilevyjätteen paperi poistetaan niin hyvin kuin mahdollista ja levyt murskataan kipsijauheeksi. Kipsijauhe muodostaa 94 % kerätyistä jätekipsilevyistä. Jäljelle jäävä 6 % muodostuu kipsilevyjen paperista ja pahvista, joka voidaan kompostoida tai käyttää lämmön tuotannossa. Kipsilevyn kaltaisia uusiorakennuslevyjä voidaan valmistaa myös lentotuhkasta, joka kuluttaa vielä 80 % vähemmän energiaa kuin kipsilevyjen valmistus. (6; 8.)

Purkukipsin kierrättäminen on vaikeaa, jonka vuoksi tulisi kehittää kipsilevyjä, jotka voisi kierrättää paremmin. Kierrätyskipsillä voidaan korvata luonnon kipsiä sementin valmistuksessa ja maataloudessa, jossa sitä käytetään maanparannusaineena. Kipsijätteen hyödyntäminen säästää luonnonvaroja ja energiaa. Kipsijätteen kierrätysmahdollisuuksia tulisi kehittää paremmiksi ja kipsi lajitella jo työmaalla. Kasvatvat kaatopaikkamaksut kannustavat kehittämään kipsijätteen kierrätystekniikoita ja lajittelemaan paremmin. Kaatopaikalle sijoitettu kipsijäte voi muodostaa vetysulfidia ( $H_2S$ ). Vetysulfidi on suurina pitoisuuksina myrkyllinen kaasu, ja sillä on alhainen hajukynnys. (6.)

### 7.14 Eristeet

Vanhempia eristemateriaaleja ovat korkki, puukuitu, sahajauho ja kutterilastu sekä turve. Nykyaikaisen rakennuksen eristeitä ovat kivi- ja lasivilla (mineraalivillat), selluvilla, polystyreeni (tuotenimi Styrox), polyuretaani ja kevytsora. Eristeet ovat rakennuksessa levyinä tai irtonaisena aineena. Selluvilla, korkki, puukuitu, sahajauho ja kutterilastu ovat puupohjaisia eristeitä. Kivivilla, lasivilla ja kevytsora ovat mineraalipohjaisia, ja polystyreeni ja polyuretaani ovat muoveja. Eristeitä käytetään ylä-, ala- ja välipohjissa sekä ulko- ja väliseinärakenteissa. Eristeitä voidaan käyttää lämmöneristykseen, mutta myös ääneneristykseen. Hyväkuntoiset ja kuivat eristeet voidaan käyttää sellaisenaan uudelleen, jos ne eivät ole mikrobivaurioituneita, ja ne saadaan irrotettua ehjinä. (7.)

### 7.14.1 Mineraalieristeet

Mineraalivilla on lämpö- ja äänieristeenä käytettävä rakennusmateriaali. Mineraalivillalla voidaan tarkoittaa sekä lasivillaa että kivivillaa (vuorivilla). Mineraalivillojen valmistus kuluttaa runsaasti energiaa ja tuottaa liimajätettä. Kivivillan raaka-aine on kotimainen kivi. Lasivillan raaka-aineet ovat kvartsihiekkä, sooda ja kalkkikivi. Valmistuksessa hyödynnetään myös keräyslasia ja teollisuudessa syntyvää tasolasisirua. Tavallisesti uusioraaka-aineen osuus on noin 60 - 80 %. Sideaineena käytetyn kertamuovin raaka-aine on öljy, joka on uusiutumaton luonnonvara. (4; 7; 8.)

Lasivillan valmistuksessa raaka-aineet sulatetaan ja kuidutetaan korkeassa lämpötilassa. Tämän jälkeen kuituihin lisätään sideaine ja villamatto kypsytetään uunissa lopulliseen muotoonsa. Lasivillan valmistus kuluttaa paljon energiaa ja aiheuttaa päästöjä. Kierrätysraaka-aineen käyttö säästää kuitenkin neitseellisiä raaka-aineita ja pienentää valmistusprosessin energiankulutusta ja hiilidioksidipäästöjä. (8.)

#### *Uudelleenkäyttö*

Lämmöneristeiden hukkapaloja voi hyvin käyttää esimerkiksi oven- ja ikkunankarmien tilkitsemiseen ja yläpohjaan lisälämmöneristeeksi. Mineraalivillalevyjen uudelleenkäyttö on mahdollista, jos levyt saadaan ehjänä irti ja ne ovat mikrobivaurioitumattomia, sillä saadessaan kosteutta mineraalivillat toimivat mikrobien kasvualustana. (4; 7.)

Kevytso-aa käytetään tasakattojen vesikattoeristeenä sekä alapohjaeristeenä. Kevytso-ora valmistetaan kotimaisesta savesta, joka on luonnollinen, uusiutumaton raaka-aine. Kevytso-oran valmistus kuluttaa paljon energiaa. Se voidaan käyttää sellaisenaan uudelleen, jolloin kevytso-ora imetään talteen suurtehoimuriautolla ja puhallettua uuteen kohteeseen. Kevytso-ora-jätettä voidaan käyttää myös kevytso-ora-betonin uusioraaka-aineena sekä maanrakennuksessa. (7.)

#### *Uusiokäyttö*

Mineraalivilloja voidaan uusiokäyttää puhallusvillan raaka-aineena, jolloin villa revitään, puhdistetaan ja puhalletaan eristeenä siirrettävällä kalustolla. Uusiokäyttö edellyttää villan pitämistä purkuvaiheessa puhtaana ja erillään muista materiaaleista. Kostunutkin

villa kelpaa kuivattuna uusiokäyttöön, kun prosessiin lisätään kuivaus. Mineraalivilla ei maadu, mutta sitä voidaan käyttää maanrakennuksessa keventävänä materiaalina. (7.)

#### 7.14.2 Muovieristeet

Öljynjalostuksen sivutuotteista valmistettujen, paisutettujen muovieristeiden tuotanto on kallista, kuluttaa paljon energiaa ja käyttää uusiutumattomia luonnonvaroja. Tuotannossa syntyy ongelmajätteitä ja päästöjä ilmakehään. Valmiista eristeistä voi myös emittoitua haitallisia aineita huoneilmaan. Yleisimmät muovieristeet ovat solupolystyreeni (EPS ja XPS) ja polyuretaani (PUR). Ne eivät homehdu, ja ne voidaan hyvin käyttää uudelleen. (7.)

EPS -levyjä on käytetty yleisimmin alapohjaeristeinä maanvaraisen betonilaatan alla sekä perustus- ja routaeristeinä. Ehjät EPS -levyt voidaan käyttää uudelleen sellaisenaan. EPS -eristejäte on täysin kierrätettävissä ja soveltuu rouhittuna uusioraaka-aineeksi uuden polystyreenin valmistamiseen. XPS -levyjä käytetään samoihin käyttökohteisiin kuin EPS:ääkin, mutta hyvän vedenkestävyytensä vuoksi sitä käytetään myös liikennöityjen tasojen eristeinä esimerkiksi kattoterasseilla. Myös ehjät XPS -levyt voidaan käyttää uudelleen sellaisenaan. (7.)

Polyuretaani on kertamuovi eli sitä ei voida sulattaa uusioraaka-aineeksi. Polyuretaania käytetään eristämiseen levynä ja vaahtomaisena tiivisteinä. Polyuretaanilla on erittäin hyvä tarttumiskyky muihin materiaaleihin ennen kovettumistaan, joten sen irrottaminen ehjänä uudelleenkäyttöä varten esimerkiksi sandwich-elementeistä saattaa olla vaikeaa. (7.)

Muovieristeiden energiahyödyntäminen on mahdollista, mutta polyuretaanista vapautuu poltettaessa haitallisia päästöjä, eikä polystyreeninkään polttamista suositella. Poltossa muodostuvat haitalliset päästöt saattavat vaikeuttaa myös niillä kiinnitettyjen materiaalien energiahyödyntämistä, joten materiaalien uudelleenkäytön mahdollistavaan kiinnitystapaan tulisi kiinnittää huomiota. Paremman eristyskykynsä vuoksi muovieristeet saattavat yleistyä tulevaisuudessa huomattavasti. (7.)

### 7.14.3 Puupohjaiset eristeet

Vanhemmissa rakennuksissa eristeinä käytetyt sahajauho, kutterilastu ja turve soveltuvat poltettavaksi tai kompostoitavaksi, ja ne voivat eristeiden puhtaudesta riippuen soveltua myös uudelleenkäytettäväksi vanhojen rakennusten korjausrakentamisessa. (7.)

Selluvilla on keräyspaperista tai puuhiokkeesta ja booriyhdisteistä valmistettu uusiomateriaali. Selluvillasta 80 % on keräyspaperia ja 20 % booriyhdisteitä, jotka toimivat palonestoaineena sekä estävät lahottajien kasvua eristeessä ja sitä ympäröivässä puussa. Boori on uusiutumaton, rajallisesti esiintyvä luonnonvara. Selluvillan pääraaka-aine keräyspaperi on uusiutuvasta raaka-aineesta valmistettu uusiomateriaali kuten puuhiokiekin. Keräyspaperin käyttö raaka-aineena vähentää luonnonvarojen kulutusta ja mekaaninen kuidutus kuluttaa vähän energiaa. Puukuitueriste sopii hyvin puurakenteisiin samanlaisen kosteuskäyttäytymisen vuoksi. (7; 8.)

Selluvillaa käytetään puhalluseristeinä puurunkoisten talojen ylä-, ala- ja välipohjissa sekä seinissä. Selluvillan perinteiset asennustavat ovat puhallus ja ruiskutus, mutta keräyspaperista valmistettua puukuitueristettä saa myös levyinä. Selluvilla voidaan imeä talteen ja käyttää uudelleen. Booriyhdisteet estävät käytetyn selluvillan hyödyntämisen energiana. Booriyhdisteet haittaavat myös kompostointia, sillä selluvilla maatuu, mutta liallinen boori maaperässä estää kasvien juurtumisen. Laimennettuna sitä voidaan käyttää maanparannusaineena, kun booripitoisuus ei nouse liian suureksi. (7; 8.)

### 7.15 Muovi

Rakennusala kuluttaa 20 % Euroopassa käytetystä muoveista vuosittain. Rakentamisessa käytettäviä muovilaatuja ovat polyvinyylikloridit (PVC), polypropeeni (PP), polyeteeni (PE), polystyreeni (PS tai EPS eli styrox) ja polyuretaani (PU). Näistä polyuretaani on kertamuovi ja muut kestumuoveja. Kestumuovit voidaan kierrättää uusioraaka-aineeksi, mutta rakennusalalla näin ei tällä hetkellä tehdä. (7.)

Purkutyömaalla eri muovilaatujen tunnistaminen on vaikeaa, koska muovin tunnistamerkit saattavat olla likaantuneet, kuluneet pois tai niitä ei ole. Uusiotuotteen valmistuksessa edellytetään myös tiettyä raaka-aineen puhtautta, mikä saattaa estää purku-

muovien uudelleenkäyttöä. Yllä mainittuja muoveja voidaan PVC:tä lukuun ottamatta käyttää energiantuotannon polttoaineena jätteenpolttolaitoksella. Energiakäyttöön meneviin muoveihin voidaan lajitella vain varmuudella tunnistetut materiaalit eli käytännössä PE-kalvomuovi, styrox ja polyuretaani. (27.)

#### 7.15.1 Uusiomuovi

Muovijätettä voidaan kierrättää muovin raaka-aineeksi joko mekaanisesti sulattamalla tai kemiallisesti erottamalla. Kierrätysraaka-aine korvaa raakaöljyn käyttöä ja vähentää huomattavasti muovin valmistuksesta aiheutuvia kasvihuonekaasupäästöjä. Kierrätysmuovista voidaan valmistaa monenlaisia rakennusosia, esim. muoviprofiilia (Muovix Oy) ja putkia (Uusiomateriaalit Recycling Oy). (8.)

Klooria sisältävän PVC:n osuus on noin kolmannes rakennusalaalla käytettävästä muovista. Viemäriputket, sähköasennusputket, muovimatot, katteet, listat, ikkunankarmit, tiivisteet ja märkätilatapetit ovat useimmiten PVC -muovia. PVC -muovia voidaan uusiokäyttää. PVC:n suuri osuus ja poltossa syntyvät myrkylliset päästöt huomioiden uusiokäyttö olisi paras tarjolla oleva hyödyntämisen muoto, koska PVC -tuotteet ovat usein sellaisia, ettei niiden uudelleenkäyttö ole mahdollista. PVC -muovin poltossa syntyy myrkyllisiä päästöjä, jonka vuoksi sitä voidaan polttaa vain vaarallisen jätteen polttolaitoksissa. (27.)

Suomessa alkoi vuoden 2000 alussa vapaaehtoinen muoviputkien keräys ja hyötykäyttö. Tavoitteena on saada talteen ja hyödyksi rakennustyömailta asennuksissa ylijäävistä hukkapätkistä, työn tai kuljetuksen aikana rikkoutuneista tuotteista sekä purku- ja muutostöiden yhteydessä käytöstä poistetuista putkista kaatopaikoille vietävä muoviputkijäte. Tällä hetkellä vastaanottoaikoja on yli kymmenen. Esimerkiksi Onninen Groupilla on jokaisessa toimipaikassa kierrätyspiste, johon otetaan vastaan puhtaita PE, PEX, PP ja PVC -putkia sekä -yhteitä. Palauttaminen on asiakkaalle ilmaista. Helsingissä Onnisen toimipisteitä on Verkkosaarella (Vanha Talvitie 12) ja Konalassa (Ristipellontie 16) sekä Vantaalla (Mittalinja 1). (4.)

### *Polyesterikuitu*

Kierrätetystä muovista voidaan valmistaa eristemateriaalia, jonka raaka-aineena on polyesterikuitu. Polyesterikuidut sekoitetaan puhallustekniikalla, ja sidotaan toisiinsa lämmöllä, joten tuotantoprosessissa ei tarvita kemiallisia sidosaineita. Eristemateriaalina polyesterikuitu on puhdas ja pölyämätön eikä siitä käytön aikana irtoa sisäilmaan haitallisia hiukkasia. (8.)

### *Massiivimuovi*

Massiivimuovi on komposiittimateriaali, josta voidaan valmistaa erilaisia tasoja ja altaita. Massiivimuovituotteissa voidaan käyttää lisänä erilaisia kierrätysraaka-aineita, kuten murskattua kierrätysmuovia, kierrätettyä akryyliä, massiivimuovijätettä tai alumiinia. (8.)

### *Puumuovikomposiitti*

Puumuovikomposiitin raaka-aineena voidaan käyttää muun muassa jätepuuta, kierrätyspaperia ja metsäteollisuuden sivutuotteita sekä kierrätysmuovia. Puukuitujen osuus raaka-aineesta vaihtelee 20 - 90 % välillä. Puun ja muovin suhde vaikuttaa komposiitin ominaisuuksiin. Muovi tekee materiaalista kestävä ja helppohoitoisen. Puusta saadaan komposiittiin jäykkyyttä ja lämmön tuntua. Puumuovikomposiitista voidaan valmistaa terassilautoja, lattialaattoja ja julkisivupaneeleita. Ominaisuuksiltaan se korvaa kylälästettyä puuta ja lasikuitua. Puumuovikomposiitilla voidaan korvata muun muassa painekyllästettyä puuta, mutta sen valmistus aiheuttaa enemmän kasvihuonepäästöjä kuin painekyllästetyn puun valmistus. (8.)

### *Muovikomposiittilevyt*

Muovikomposiittilevyjä valmistetaan käytöstä poistetuista matoista, jotka tavallisesti päätyisivät kaatopaikoille. Muovikomposiitti valmistetaan mattojen muovikuiduista ja sideaineena toimivasta hartsista. Muovikomposiitista valmistetaan rakennuslevyjen lattiapäällystettä, laiturin kansia ja autotallin ovia. (8.)

### *Vuolukivikomposiitti*

Vuolukivikomposiitti valmistetaan pääosin kierrätysraaka-aineista. Sen valmistuksessa käytetään vuolukiviunien tuotannossa sivutuotteena syntyvää vuolukivijauhoa ja kierätettyjä muovipulloja. Rakentamisessa vuolukivikomposiittia voidaan käyttää pintamateriaalina seinissä ja lattioissa. Sen etuja ovat hyvä palonkestävyys ja akustiset ominaisuudet. (8.)

#### 7.15.2 Muovien energiahyötykäyttö

Rakennustoiminnassa käytetään muoveja itse rakennustuotteiden lisäksi myös pakkaamiseen. Energiahyötykäyttöön soveltuvia muovilaatuja ovat polyeteeni (PE-LD ja PE-HD), polypropeeni (PP), polystyreeni (PS), solupolystyreeni (EPS eli styrox) ja polyuretaani. Eri muovilaatujen tunnistamisen on hankalaa, sillä muovin tunnistemerkit saattavat olla likaantuneet tai niitä ei ole lainkaan. Tämän vuoksi tulee energiahyötykäyttöön menevään jätteeseen lajitella vain varmuudella sinne kelpaavat muovilajit kuten PE -kalvomuovi, styrox ja polyuretaani. (27.)

#### 7.16 Liittorakenteet ja yhdistelmäateriaalit

Kierrätyksen kannalta erityisen haastavia ovat komposiittimateriaalit, sillä niissä käytetyt raaka-aineita ei voida erotella erillistä kierrätystä varten. Perinteisin komposiitti on betoni, mutta nykyisin pääpaino on muovi- ja puupohjaisten komposiittimateriaalien kehittämisessä. Betoni/teräs-liittorakenteet ovat nykytekniikalla verrattavissa betoni- tai elementtirakenteisiin. Niiden uudelleenkäyttö on mahdollista edellyttäen, että liitokset on tehty helposti purettavalla tavalla. Jos purkaminen edellyttää teräsrakenteen ja betonin irrottamista toisistaan, teräsprofiili harvoin säilyttää muotoaan ja näin ollen käyttäminen sellaisenaan ei ole enää mahdollista. Tällöin teräs voidaan sulattaa raaka-aineeksi ja betoni joutuu murskeeksi. (8; 7.)

Yhdistelmäateriaalit yleensä vaikeuttavat lajittelua. Rakennusosat, joissa on kahta tai useampaa materiaalia siten, että eri materiaalien irrottaminen toisistaan on vaikeaa tai mahdotonta, päätyvät usein kaatopaikalle. Yleisimpiä nykyaikaisessa rakentamisessa esiintyviä liittomateriaaleja ovat tasakattojen bitumikermi, teräsvahvisteinen lasi, alu-

miinivahvikkeiset ja komposiittirakenteiset ovet sekä sekoitemuovit, jotka elinkaarensa päätyttyä ovat kaatopaikkajätettä. (7.)

### 7.17 Pahvi ja kartonki

Aaltopahvin raaka-aineet ovat uusiutuvia luonnonvaroja; puusta ja uusiokuidusta valmistettuja kartonkeja sekä tärkkelystä. Puukuidusta valmistetut tuotteet voidaan kierrättää useaan kertaan ja elinkaarensa päätteeksi polttaa energiaksi. Suomessa paperi ja pahvi lajitellaan niiden syntypaikoilla. Näin lajittelu on huomattavasti edullisempaa, tehokkaampaa ja hygieenisempää kuin käsityönä laitoksessa tehtävä lajittelu. Syntypaikalajittelu takaa myös raaka-aineen korkean laadun ja tätä kautta lopputuotteiden tasalaatuisuuden. Pahvinkeräykseen kelpaavat puhtas ja kuiva aaltopahvi, ruskea kartonki ja voimapaperi. Näistä ei tarvitse poistaa teippejä, etikettejä tai niittejä. Keräyskartonki tarkoittaa seosta, johon kelpaavat kaikki paperi-, kartonki- ja aaltopahvipakkaukset. Pahvinkeräykseen ei saa laittaa märkää tai likaista pahvia. (31; 32; 33.)

Pahvinkeräys voidaan järjestää esimerkiksi rullakoin, rullapaalaimin tai puristimin. Paalaimet ja -puristimet pakkaavat pahvin pieneen tilaan, joten sen käsittely helpottuu eikä kuljetusauton tarvitse niin usein käydä kuljettamassa pahvijätettä pois. Aaltopahvipakkausten sekä muiden kuitupakkausten lain mukaisesta kierrätyksestä ja hyötykäytön järjestämisestä vastaavana tuottajayhteisönä toimii Suomen Kuitukierrätys Oy. Pahvinkeräys- ja jätehuoltoyrityksiä, jotka ammatikseen keräävät pahvia ja pahvin ohella myös paperia on Suomessa noin 200. (33; 31.)

Käytettyjen kuitupakkausten materiaali hyödynnetään uusissa tuotteissa. Perinteisiä käyttökohteita ovat aaltopahvin raaka-aineet, pakkauskartongit, kirjansidontapahvit ja hylsykartongit. Uusia käyttökohteita kehitettäessä tavoitteena on hyödyntää materiaali korkeamman jalostusasteen tuotteissa ja tuotteissa, joissa voidaan korvata tuoretta puuta ja sellua kierrätysmateriaalilla. Uusiokäyttöön kelpaamaton paperi ja pahvi voidaan hyödyntää energiantuotannossa muun polttokelpoisen materiaalin mukana. (34; 8.)



### 7.18 Energiahyödyntämistä haittaavat materiaalit

Energiakäytölle haitallisia rakennustuotteita ovat kaikki palamattomat rakennusmateriaalit kuten metallit ja kivipohjaiset materiaalit, jotka nostavat kierrätyspolttoaineen tuhkapitoisuutta ja laskevat sen lämpöarvoa. Polttolaitokselle varsinaisia ongelmia aiheuttavat klooripitoiset PVC-muovit sekä alumiiniset rakennustuotteet, joiden poistaminen polttojakeesta on käytännössä vaikeaa. PVC-muovin sisältämä kloori lisää polttolaitoksella korroosio- ja kuonaantumiseriskiä, ja poltossa syntyy myrkyllisiä päästöjä. PVC:n osuus on noin kolmannes rakennusalalla käytettävistä muoveista. (27.)

Kierrätyspolttoaineessa oleva alumiini aiheuttaa polttolaitoksella häiriöitä polttoprosessiin ja syöpymiä kattilan höyryputkiin sekä vaikeuttaa tuhkan hyötykäyttöä. Lisäksi tietyissä olosuhteissa (korkea lämpötila, emäksinen ympäristö, riittävä kosteus) alumiini voi reagoida vetyä vapauttaen ja aiheuttaa jopa räjähdysvaaran. Kierrätyspolttoaineissa myös sinkki aiheuttaa polttokattilan kuonaantumista ja kuparin epäillään toimivan katalyyttinä dioksiinien muodostumisessa. Myös muut polttoaineiden sisältämät epäpuhtaudet vaikuttavat polttoprosessiin, mutta vaikutukset riippuvat paljon käytettävästä polttotekniikasta ja hetkellisistä palamisolosuhteista. (27.)

### 7.19 Hyötykäyttöön kelpaamaton jäte

Hyödynnettäväksi kelpaamaton jäte päätyy kaatopaikalle. Rakennusjätteestä kaatopaikalle päätyvät useimmiten kattuhuopa, savupiipputiilet, kyllästetty puu, teräsvahvistettu lasi, viemäriputket, kylpyhuoneen ja WC:n kalusteet, muovi-, korkki-, linoleumi ja kokolattiamatot, muoviputket, PVC-pitoiset jätteet, muovinkeräykseen sopimaton tai tunnistamaton muovi, peilit, karmilliset ikkunat, kipsilevyt, haltex-levyt, laho- ja palanut puu, epäpuhdas kutterin- ja sahanpuru, eristevillat ja muut eristemateriaalit, topatut huonekalut, likaantuneet pahvit ja paperit, purkujätteet, joista ei hyödynnettäviä jätteitä saada erilleen sekä pienet määrät yksittäistä jätettä. (8; 4; 5.)

## 8 Tulokset

Korjausrakentamisessa ja -purkamisessa syntyy paljon rakennusjätettä. Työssä pyrittiin kartoittamaan Staran Rakennustekniikassa vuonna 2012 syntyneiden rakennusjätteiden määrää ja lajillista jakautumista sekä jätteistä aiheutuvia kustannuksia. Rakennustekniikan jätetietojen aineistona on käytetty Logistiikan Kuljetuspalvelun arkistoimia jätekuitteja (6 mapillista) sekä noin 1500 laskua Basware Invoice Processing Monitor -laskutusohjelmasta. Aineisto ei kata kaikkia Rakennustekniikan jätteitä, koska kattavaa sähköistä jätetietojen tiedonkeruujärjestelmää ei ole. Jätetiedot kerättiin manuaalisesti. Taulukossa 2. on esitetty aineistosta lasketut Rakennustekniikan jätemäärät ja jätekustannukset. Aineiston arvioidaan kattavan noin 50 - 70 % Staran Rakennustekniikassa syntyvistä rakennusjätteistä.

Taulukko 2. Rakennustekniikan jätemäärät ja –kustannukset

Jätelaji	Kuormia	Määrä, t	Maksettu hinta, €	Todellinen hinta, €	Erotus, €	Kuorman ka, t
Metallit	41	158	19030	19030		3,9
Betoni	79	516	10090	9376	714	6,5
Betoni sis. tiiltä	23	94	4060	3805	255	4,1
Tiili	39	239	4711	4403	308	6,1
Puu	149	365	15893	8829	7065	2,5
Kyllästetty puu	27	23	5666	5097	569	0,9
Asbesti- ja haitta-aineet	79	70	16328	16322	6	0,9
Rakennusjäte	486	1111	172837	141334	31503	2,3
Määrittelemättömät	11		12050	12050	0	
Punnitusmaksut			27299	22180	5119	
Kuljetusmaksut			132400	94073	38327	
Muut maksut			10029	9657	371	
<b>Yhteensä</b>	<b>934</b>	<b>2576</b>	<b>411364</b>	<b>327127</b>	<b>84237</b>	<b>2,8</b>

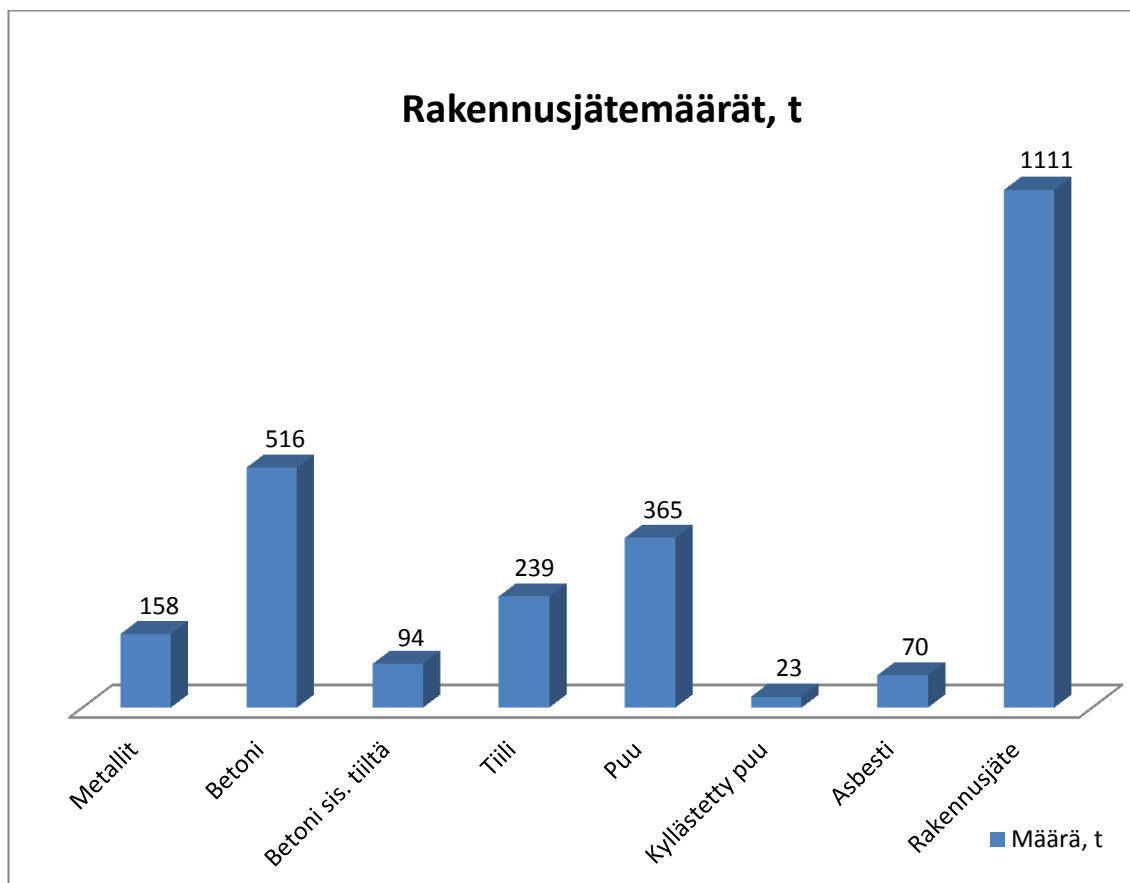
Käsitellystä aineistosta kierrätykseen tai kaatopaikalle loppusijoitettavia jätekuormia oli yhteensä 934 ja kokonaisjätemäärä on 2576 tonnia. Määrällisesti eniten syntyi seka-laista rakennusjätettä, jota oli kuljetettu lajiteltavaksi tai kaatopaikkasijoitukseen yhteensä 1111 tonnia. Määrällisesti toiseksi eniten syntyi mineraalijätettä (betoni- ja tiili-jätteet) yhteensä 849 tonnia. Puujätettä syntyi 365 tonnia ja metallijätettä 158 tonnia.

Vaaralliseksi jätteeksi luokiteltua asbesti- ja haitta-ainejätettä syntyi 70 tonnia ja kyllästettyä puuta 23 tonnia.

Keskimääräinen jätekuljetuserän massa oli 2,8 tonnia / jätekuorma. Jätekuormien massat vaihtelivat jätteen ominaispainosta ja koostumuksesta sekä rakentamisessa käytetyn rakennusaineen määrästä ja käytettävän lavan tilavuudesta riippuen. Lajitellun betoni- ja tiilijätteen keskimääräinen kuormamassa oli yli 6 tonnia / jätekuorma, puujätteen 2,5 tonnia / jätekuorma ja sekalaisen rakennusjätteen 2,3 tonnia / jätekuorma. Metallijätteen keskimääräinen kuormamassa oli 3,9 tonnia / jätekuorma, mutta työmailla syntyvät metallijäte-erät olivat yleensä pienempiä kuin esimerkiksi Konepajan metallijäte-erät. Asbesti- ja haitta-ainejätteiden sekä kyllästetyn puujätteen kuormamassat olivat alle tonnin, koska kohteissa niitä syntyy yleensä vain pieniä määriä. Kyllästetyn puujätteen kuormien pieni massa johtui myös siitä, että seitsemässätoista puujätteen jätekuormassa oli mukana vähäisiä määriä kyllästettyä puuta, ja ne ovat laskettu omiksi jätekuormikseen.

Rakennusjätteistä maksetut jäte-, vastaanotto- ja kuljetuskustannukset olivat yhteensä 411 364 € todellisten jätekulujen ollessa 327 127 €. Jätekustannuksien ero johtuu Stara Logistiikan Kuljetuspalvelun palveluista aiheutuneista kuluista ja katteista. Logistiikan Kuljetuspalvelun laskuttamat kulut ja katteet olivat 84 237 €.

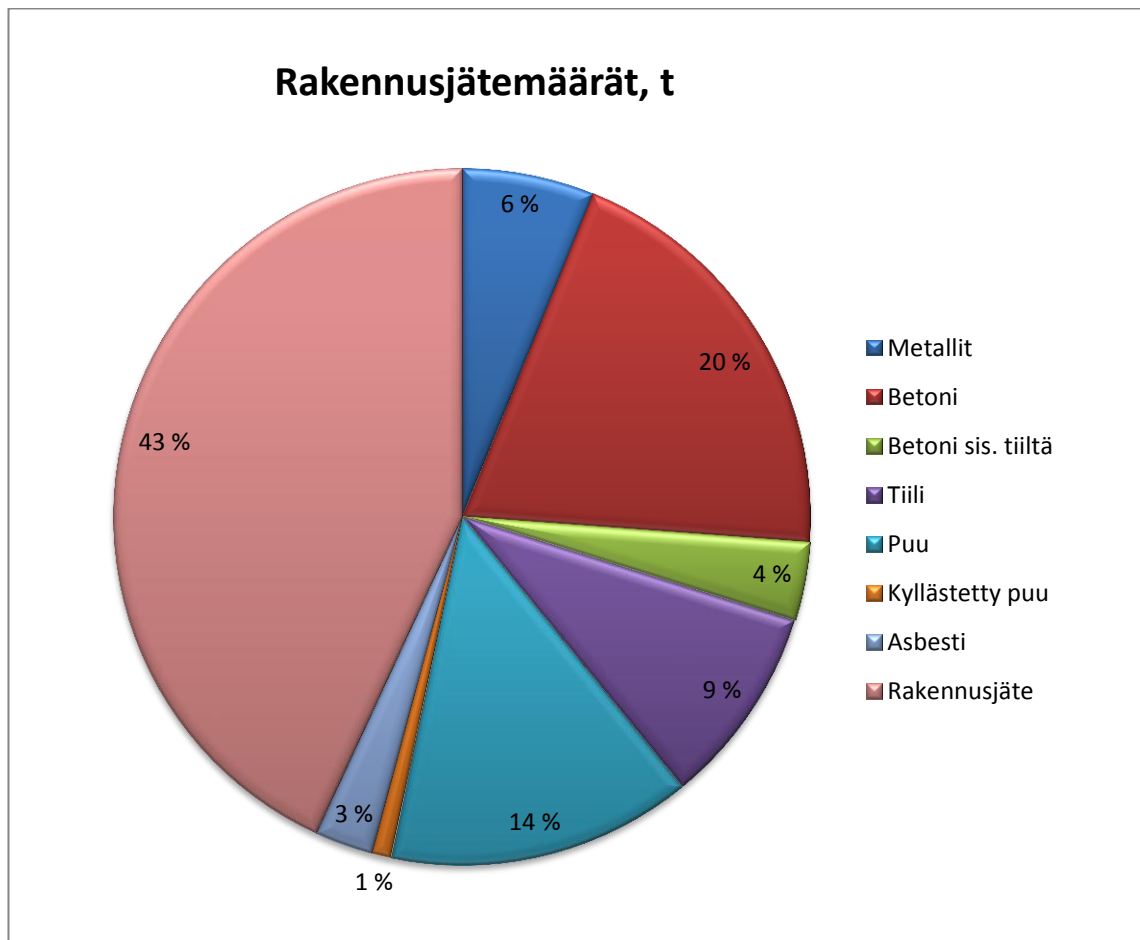
Aineiston rakennusjättemäärät jätelajeittain on esitetty kuviossa 1. Kuvioista havaitaan, että sekalaisena rakennusjätteenä kerättävien materiaalien määrä on suurin. Kierrätettäviä betoni, puu ja tiilijätteitä syntyy seuraavaksi eniten. Syntyneiden asbesti- ja haitta-ainejätteen sekä kyllästetyn puujätteen määrä on vähäinen.



Kuvio 1. Rakennusjättemäärät jätelajeittain

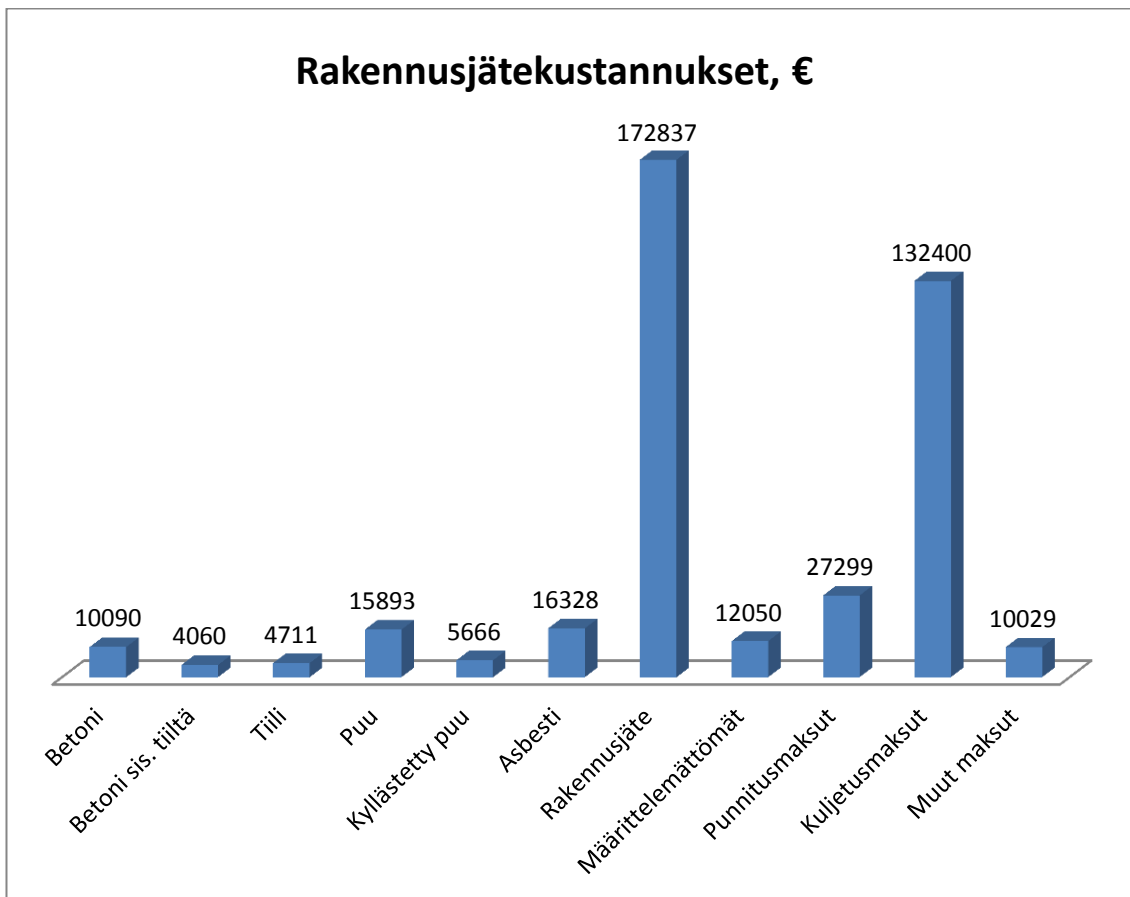
Rakennustekniikan rakennusjätteiden prosentuaalinen jakautuminen käy ilmi kuviosta 2. Valtakunnallisen tilaston mukaan rakennusjätettä ilman maamassoja syntyy 1,6 miljoonaa tonnia vuodessa. Tästä puuta on 40 %, mineraalijätettä 31 % ja metallia 14 %.

Aineiston vastaaviksi luvuiksi saatiin puu 14 %, mineraalijäte 33 % ja metalli 6 %. Aineiston perusteella voidaan päätellä, että kaikki syntyvä mineraalijäte lajiteltaisiin jo erikseen. Korjausrakentamisessa ja purkamisessa syntyy kuitenkin suhteellisesti enemmän mineraali- ja puujätettä, joten sekalainen rakennusjäte voi sisältää vielä myös betoni- ja tiilijätettä. Aineistossa lajitellun puujätteen määrä on huomattavasti valtakunnallista tilastoa alhaisempi ja tehtyjen havaintojen mukaan sekalainen rakennusjäte sisältää paljon hyödyntämiseen soveltuvaa puujätettä. Lajittelemattoman sekalaisen rakennusjätteen osuus on suuri, mutta se menee edelleen lajiteltavaksi jätteenkäsittelykeskuksiin. Asbesti- ja haitta-aineiden osuus oli 3 % aineistosta ja kyllästetyn puun osuus 1 %.



Kuvio 2. Rakennusjätteen määrällinen jakautuminen

Rakennusjätteistä aiheutuneet jätekustannukset on esitetty kuviossa 3. Siitä havaitaan, että sekalaisesta rakennusjätteestä, kuljetuksista ja jätteen punnitus- ja vastaanottomaksuista aiheutuu suurimmat jätekustannukset. Sekalaisen rakennusjätteen jätekustannukset olivat 172 387 euroa, jätteiden kuljetuskustannukset 132 400 euroa ja jätteiden punnitus- ja vastaanottomaksut 27 299 euroa. Erikseen lajiteltujen jätteiden kustannukset ovat näihin verrattuna vähäisiä.



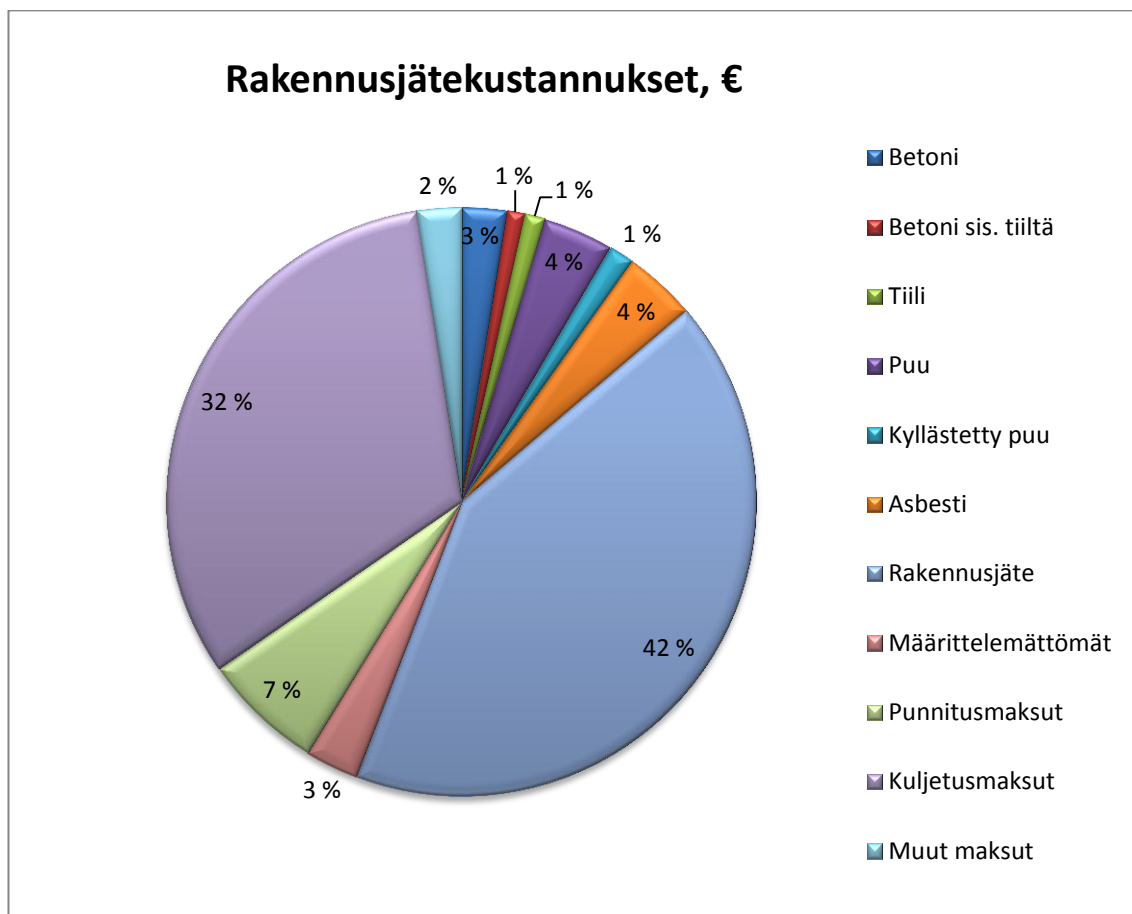
Kuvio 3. Rakennusjättekustannukset jätelajeittain

Rakennusjättekustannusten prosentuaalinen jakauma on esitetty kuviossa 4. Siitä havaitaan, että 42 % aineiston jättekustannuksista muodostuu lajittelemattoman sekalaisen rakennusjätteen jättekustannuksista, 32 % kuljetusmaksuista ja 7 % jätteen vastaanotto- ja punnituskustannuksista.

Vaikka erikseen lajitellun rakennusjätteen määrä sisältäen asbesti- ja haitta-ainejätteen sekä kyllästetyn puujätteen on yli puolet kokonaisjättemäärästä, silti lajitellun jätteen kustannukset muodostavat vain 14 % kokonaisjättekustannuksista. Aineistosta lasketuna vuonna 2012 betoni-, tiili- ja puujättejakeiden lajittelulla on säästetty 134 000 euroa verrattuna siihen, että ne olisi toimitettu lajittelemattomana sekalaisena rakennusjätteenä kierrätysasemille edelleen käsiteltäväksi.

Sekalaisen rakennusjätteen lajittelua tulee mahdollisuuksien mukaan edelleen tehostaa sekä kuljetus- ja punnituskustannuksia saada vähennettyä uudelleenkäyttämällä jät-

teeksi meneviä rakenteita, rakennusosia ja materiaaleja, hyödyntämällä jätteitä työmail-  
la tai tiivistämällä jätekuormia lavatilavuuteen nähden.



Kuvio 4. Rakennusjättekustannusten prosentuaalinen jakautuminen

## 9 Päätelmiä

Työn tarkoituksena oli kartoittaa Staran Rakennustekniikassa vuonna 2012 syntyneet rakennusjättemäärät ja -kustannukset, laskea jätteiden hyödyntämistä sekä miettiä syntyneille jätejakeille eri hyödyntämismahdollisuuksia jätemäärien ja jättekustannusten vähentämiseksi. Työn edetessä osoittautui, ettei Staralla ole ollut kattavaa jätekirjanpitoa tai -seurantaa, johon jätetietoja olisi systemaattisesti kerätty, joten jätemääriä ja hyödynnettävyydestä ei voitu kartoittaa kattavasti.

Toukokuussa 2012 voimaan tullut uudistunut jätelaki kuitenkin edellyttää toiminnanharjoittajaa pitämään kirjaa syntyneen, kerätyn, kuljetetun, välitetyn tai käsitellyn jätteen lajista, laadusta, määrästä, alkuperästä ja toimituspaikasta sekä jätteen kuljetuksesta ja käsittelystä, jos toiminnassa syntyy yli 100 tonnia jätettä tai toiminnassa syntyy vaarallista jätettä. Jätelaki edellyttää toiminnan harjoittajaa myös seuraamaan ja tarkkailemaan järjestämäänsä jätehuoltoa säännöllisesti ja suunnitelmallisesti varmistuakseen, että toiminta täyttää jätelaissa säädetyt vaatimukset. Staralla ollaan ottamassa käyttöön Ekokompassi -ympäristöjärjestelmää ja sen ohella kehitetään sähköistä järjestelmää koko Staran jätekirjanpitoa ja -raportointia varten.

Opinnäytteessä analysoitu aineisto koostuu Staran Logistiikan Kuljetuspalvelujen kuljettamiin sekä Rakennustekniikan käyttämien puitesopimusurakoitsijoiden laskuttamiin jätemääriin, ja aineisto kattaa arviolta 50 - 70 % kaikista Rakennustekniikan työmaiden rakennusjätemääristä. Tilastoinnista puuttuvat kokonaisurakoiksi kilpailutettujen urakoiden jätetiedot, joissa jätteiden käsittely- ja kuljetuskustannukset on sisällytetty kokonaisurakkaan. Työn ulkopuolelle on rajattu suurtehoimuroinnilla poistetut jätteet sekä maamassat.

### 9.1 Jättemäärät

Edellä mainitun laskennan perusteella suurimmat jättemäärät muodostavat sekalainen rakennusjäte, jota aineistossa oli 1111 tonnia (42 %), mineraaliperäiset betoni- ja tiilijätteet, joita syntyi yhteensä 849 tonnia (33 %), puujätettä, jota oli 365 tonnia (14 %) ja metalliromua 158 tonnia (6 %). Vaaralliseksi jätteeksi luokitellun asbesti- ja haitta-ainejätteen määrä 70 tonnia (3 %) ja kyllästetyn puun määrä 23 tonnia (1 %) osuudet olivat vähäiset.

Valtakunnalliseen rakennustyömailla syntyvän jätteen jakaumaan verrattuna työmailla tehtyihin havaintoihin perustuen voidaan päätellä sekalaisen rakennusjätteen sisältävän paljon puujätettä sekä jonkin verran metallia. Lajitellun puujätteen vastaanottohinta kierrätysasemilla on noin viisi kertaa edullisempi kuin sekalaisen rakennusjätteen hinta, joten puujätteen lajittelua tulee tehostaa entisestään. Erikseen lajitellusta metalliromusta on mahdollista saada tuloa saman verran kuin siitä sekalaisena rakennusjätteenä maksetaan. Rakennustyömailla syntyvän metallijätteen määrä on usein kuitenkin



sen verran vähäinen, ettei siitä saatu tulo kata erillisestä lajittelusta ja kuljetuksista aiheutuvia kustannuksia, joten pienet määrät metalliromua useimmiten menee sekalaiseen rakennusjätteeseen. On myös mahdollista, että metalliromua on lajiteltu ja toimitettu työmailta kierrätykseen tulouttamatta sitä Staran Rakennustekniikalle. Mineraalijätteet pääsääntöisesti lajiteltiin erikseen, koska ne ovat massallisesti raskaita, ja lajittelun mineraaliperäisen jätteen vastaanottomaksu on viisi kertaa edullisempaa sekalaisen rakennusjätteen jätemaksuun verrattuna.

## 9.2 Jätekustannukset

Suurimmat jätekustannukset aiheutuivat sekalaisesta rakennusjätteestä, kuljetusmaksuista sekä jätteen vastaanotto- ja punnitusmaksuista. Sekalaisesta rakennusjätteestä maksetut kustannukset olivat 172 387 euroa (42 %), kuljetusmaksut 132 400 euroa (32 %) ja vastaanotto- ja punnitusmaksut 27 299 € (7 %). Erilliskerätyn jätteen (betoni-, tiili- ja puujätteen, asbesti- ja haitta-ainejätteen sekä kyllästetyn puujätteen) jätekustannukset olivat vain 14 % kokonaiskustannuksista vaikka niiden määrällinen osuus oli suurin (57 %). Tämän perusteella Staran Rakennustekniikan sekalaisesta rakennusjätteestä, jätteen kuljetuksista sekä jätteen vastaanotto- ja punnitusmaksuja tulisi saada vähennettyä. Sekalaisen rakennusjätteen kustannuksia voidaan vähentää tehostamalla uusiokäyttöön menevien jätteiden lajittelua työmailta ja ehkäisemällä jätteen syntyä yleisesti vähentämällä materiaalihukkaa sekä uudelleenkäyttämällä rakenteita, rakennusosia ja -materiaaleja, jotka muuten menisivät jätteeksi. Staran Logistiikan Kuljetuspalvelun laskuttamista jätekustannuksista tulisi myös neuvotella.

## 9.3 Hukan ehkäiseminen

Staran Rakennustekniikassa materiaalihukkaa pyritään minimoimaan muun muassa käyttämällä purkusuunnittelussa massalaskentaa ja rakennettaville materiaaleille määrälaskentaohjelmia. Työmailta syntyvän materiaalihukan ehkäisemisessä havaittiin olevan vielä parannettavaa materiaalien suojauksessa ja varastoinnissa, sillä kohteissa havaittiin muun muassa suojaamatonta puutavaraa lumihangessa sekä rikkoutuneita jätteeksi meneviä uusia rakennuslevyjä kulkuväylillä.

#### 9.4 Uudelleenkäyttö

Rakennusmestareille ja työnjohtajille tehtyjen haastattelujen perusteella korjauksissa ylijääviä hukkamateriaaleja hyödynnetään sekä rakennusosia ja -materiaaleja uudelleenkäytetään työmailla jossain määrin esimerkiksi käyttämällä muottilaudoituksia sekä lattiansuojalevyjä ja -pahveja uudelleen sekä hyödyntämällä ylijääneitä tasoitteita ja maaleja toisissa korjauskohteissa. Vanhoja ikkunoita on käytetty Helsingin kaupungin pelastuslaitoksen harjoituskäyttöön, ja jopa kokonainen purettava rakennus on tarkoitus käyttää pelastus- ja savusukellusharjoituksissa ennen rakennuksen purkamista. Korjattavien kiinteistöjen toimivat keittiökaluusteet otetaan talteen, huolletaan, varastoidaan ja uudelleenkäytetään sopivissa käyttökohteissa. Ehjänä purettuja tiiliä on myös hyödynnetty joissain korjauskohteissa. Rakennusosien uudelleenkäyttö tulisi suunnitella jo korjauksen hankesuunnitteluvaiheessa, jotta hyödynnettävissä olevat rakennusosat ja materiaalit saataisiin parhaiten hyödynnettyä.

#### 9.5 Uusiokäyttö

Korjauksissa purettavat materiaalit eivät useinkaan sellaisenaan käsittelemättöminä kelpaa uudelleen- tai uusiokäytettäväksi. Tiilet voivat sisältää laastia, betoni raudoituksia sekä eristemateriaaleja ja puu nauvoja, jotka tulee poistaa ennen kuin materiaali saadaan hyödynnettyä aineena tai energiana. Jätteet tulee lajitella työmaalla tai jätteenkäsittelykeskuksissa, murskata ja mahdollisesti myös seuloa uusiomateriaalista ja sen käyttötarkoituksesta riippuen. Maarakentamisessa käytetty betoni- ja tiilijäte tulee murskata tiettyyn palakokoon ja betonista poistaa raudoitukset. Puujäte pitää hakettaa tai murskata ja metallit erottaa, jotta se voidaan hyödyntää esimerkiksi energiana. Metalliromu on lajiteltava ja sulatettava ennen sen hyödyntämistä uusiomateriaalien raaka-aineena.

Staran rakennustyömailla tulisi vähentää sekalaisen rakennusjätteen määrää ja nostaa materiaalien hyödyntämistä jätteen syntypaikkalajittelulla siltä osin, kuin se on työmaan tilat ja resurssit huomioon ottaen järkevää, edullista ja helppoa tehdä. Keskustatyömailla ei tilan vähyyden vuoksi useinkaan voida suorittaa jätteiden lajittelua vaan jäte menee sekalaiseksi rakennusjätteeksi, jolloin siitä maksetaan lajittelukeskuksessa kalliimpi hinta. Myös hyvin pienillä työmailla lajittelusta ja useammasta jätelavas-

ta voi tulla kalliimmat kustannukset kuin yhden sekajätelavan toimittamisesta lajittelukeskukseen. Tällöin vastaavan rakennusmestarin tai työnjohtajan tulee arvioida, mitä jätelajeita työmaalla on kannattavaa lajitella. Staran työkohteet harvoin kuitenkaan ovat niin pieniä, ettei jätteiden lajittelu olisi kannattavaa.

Lajitellut materiaalit toimitetaan jätteenkäsittelylaitoksille jatkojalostettaviksi joko materiaali- tai energiahyötykäyttöä varten. Vaikka syntypaikalla lajitellun jätteen hinta on sekajätteen hintaa huomattavasti edullisempi, aiheutuu lajitellustakin jätteestä jäte-, punnitus- ja kuljetuskustannuksia. Lajitelluilla jätemateriaalilla kuljetuskustannukset saattavat muodostaa huomattavan osan jätteen kustannuksista. Näin ollen jätemateriaalin hyödyntämismahdollisuuksia työmailla tulisi kehittää, ja hyödynnettävissä olevien rakennusosien ja materiaalien uudelleenikäytön suunnittelu sisällyttää jo korjausten hankesuunnitelmiin.

## 9.6 Materiaalien hyödyntämismahdollisuudet Staran Rakennustekniikassa

### 9.6.1 Metalliromu

Metalliromu sopii hyvin uusiokäyttöön ja romuliikkeet maksavat romusta metallien markkinahintojen mukaisesti romun laadusta riippuen, tosin vastaanottajien välillä romusta maksettu hinta saattaa jonkun verran vaihdella. Toiset romuliikkeet veloittavat myös metallijätteen vastaanotosta, luokituksesta ja metallien erottelusta palvelumaksuja, joten vertailu / kilpailutus metalliromun vastaanottajien välillä on syytä tehdä. Eräs vastaanottaja ei veloita kuljetuksesta tai lavavuokrasta maksua, jos metallijätettä on yli kaksi tonnia, joten tämä kannattaa huomioida työmailla, joilla syntyy suuri määrä metalliromua. Työmailla syntyvä alumiini ja kupari on jälleenmyyntiarvonsa vuoksi aina syytä lajitella erikseen.

### 9.6.2 Betoni

Betonijäte soveltuu hyvin maarakentamiseen, ja sitä käytetään useimmiten murskattuna maantäytyissä sekä tierakenteiden, parkkipaikkojen sekä urheilu- ja erilaisten varastointikenttien pohjarakenteina. Maarakentamisessa käytettävän betonin palakoko tulee olla alle 150 mm, joten betonijäte täytyy ensin murskata. Murskaamisessa myös betoni-

teräkset saadaan talteen uusiokäyttöä varten. Betonin murskaamisesta aiheutuu meluja pölyhaittaa ja toiminta vaatii ympäristöluvan. Joissain tapauksissa betonia on mahdollista murskata kaivinkoneella ns. pulveroimalla suoraan purkukohteessa, jolloin betonimurskaa voidaan hyödyntää esimerkiksi purettavan kohteen maantäytössä. Pääkaupunkiseudulla on muutamia betonia murskaavia yrityksiä, joilta voisi tiedustella tarjousta murskauksesta, ja murskeelle voisi kehittää hyödyntämiskohteita esimerkiksi yhdessä rakennusviraston kanssa. Nykyisin murskaamolle toimitettavasta betonijätteestä maksetaan jäte-, punnitus- ja kuljetusmaksu, jossa kuljetuksen osuus on huomattava.

### 9.6.3 Tiili

Rakennus- ja kattotiilien uudelleenkäyttö on mahdollista, jos tiilet saadaan purettua ehjänä eivätkä ne sisällä haitallisia aineita. Tiilien puhdistaminen useimmiten on työlästä, mikä tekee tiilien uudelleenkäytöstä kannattamatonta. Joissain tapauksissa purettuja tiiliä voidaan kuitenkin hyödyntää puhdistamattomina kuten pihagrilleissa ja piharakentamisessa. Yleisemmin tiiliä kuitenkin käytetään maarakentamisessa betonin tavoin. Maarakentamisessa käytettävä betonimurske saa sisältää 30 % tiiltä.

### 9.6.4 Puu

Rakennustyömailla syntyvän puujätteen materiaalihyödyntäminen on hankalaa. Puu on useimmiten käsiteltyä, sisältää nauvoja sekä muita epäpuhtauksia ja voi olla laadultaan uudelleenkäyttöön soveltumatonta. Puhdas käsittelemätön ja naulatton puu on mahdollista hakettaa tai murskata kompostoitavaksi tai mädätettäväksi, mutta rakennustyömailla syntyvä puujäte on usein käsiteltyä, mikä rajoittaa sen hyödyntämistä materiaalina.

Käsitelty puujäte on mahdollista murskata ja hyödyntää energiantuotannossa kierrätyspolttoaineita polttavilla laitoksilla vaikka puu sisältäisi nauvoja ja muita metalliosia. Puun murskaimia on liikuteltavia, joten murskaus on mahdollista suorittaa myös työmaalla. Tällöin kuljetusauton kuormatilavuus voitaisiin hyödyntää paremmin, ja puumurska saataisiin kuljetettua suoraan energialaitokselle hyödynnettäväksi. Puun murskaimissa on mukana magneetti, jolloin puujätteen sisältämät magneettiset metallit saadaan otettua talteen. Puuosien mahdollisesti sisältämät ei-magneettiset metallit kuten alumiini ja

kupari tulee erotella puujätteestä purkuvaiheessa työmaalla, jolloin niistä on mahdollista saada myös tuloa. Etenkin ikkunarakenteet voivat sisältää puun ja ikkunalasin lisäksi myös alumiinia.

Valmistettavalle puumurskeelle tulisi löytää hyödyntäjä. Pääkaupunkiseudulla on ainakin kaksi energialaitosta, jotka voisivat mahdollisesti vastaanottaa kyseistä puupolttoainetta. Toinen näistä pystyy hyödyntämään myös painekyllästettyä puujätettä. Kauempaa vastaavia energialaitoksia löytyy Riihimäeltä, Lahdesta, Kotkasta, Forssasta, Turusta ja Tampereelta, mutta näissä tulee huomioida jätteiden kuljetuksista aiheutuvat kustannukset ja onko toiminta silloin enää kannattavaa. Tilapäisestä klo 7-18 välisenä aikana tehtävästä ja alle 25 vuorokautta kestävästä puunmurskauksesta ei tarvitse tehdä ilmoitusta erityisen häiritsevää melua tai tärinää aiheuttavasta toiminnasta.

Toinen vaihtoehto on löytää yritys, joka kävisi murskaamassa puujätteen työmaalla tai vuokraisi sopivia puun murskaimia. Pienien puujäte-erien murskaus ulkopuolisella yrityksellä tulisi kuitenkin kalliiksi, sillä puujäte vaatisi murskauksen lisäksi kuljetuksen ja välivarastoinnin, jotta jäte voitaisiin murskata suuremmissa erissä. Tämän lisäksi puumurske pitäisi kuljettaa vielä energialaitokselle.

Puujätelavan tiivistämiseksi on saatavilla myös Roller Packer -murskaimia, jotka murskaavat jätelavan sisältämän puujätteen niin, että lavalle saadaan mahtumaan noin kolme kertaa enemmän puujätettä kuin ilman murskausta. Näitä murskaimia on saatavana liikuteltavina, jolloin se sopisi myös työmaakäyttöön. Yksinkertaisin tapa työmailla on tiivistää puulavan sisältöä esimerkiksi kuormurin kauhalla, jolloin kuormakokoa saataisi hieman kasvatettua. Työmailla ei kuitenkaan useinkaan tehdä näin. Puujätelavan massa vaihtelee 1-3 tonniin keskiarvon ollessa 2,5 tonnia / jätekuorma, joten lavan tiivistämisellä saataisi kuormamassaa kasvatettua.

Jätekuormien massaan ja hyödynnettävyyteen vaikuttaa myös jätteen kosteuspitoisuus, joten erityisesti puujätteen ja sekalaisen rakennusjätteen jätemaksuja voitaisiin työmailla alentaa suojaamalla jätelavat sateelta ja lumelta esimerkiksi suojapeitteellä, ja kattamalla Konepajan jätelavat esimerkiksi katoksella. Energiahyödyntämiseen menevän puun lämpöarvo riippuu puun kosteuspitoisuudesta, joten tässäkin tarkoituksessa puulava olisi syytä suojata kastumiselta. Käytetyt kuormalavat tulisi palauttaa niiden toimittajalle uudelleenkäyttöön.

#### 9.6.5 Lasi

Korjaus- ja purkukohteiden ikkunalasit pyritään kierrättämään tehokkaasti. Mikäli ikkunalaseille löytyy uudelleenkäyttökohde ikkunat käytetään uudelleen. Muutoin vanhojen ikkunoiden vastaanotosta kierrätettäväksi voidaan sopia esimerkiksi uusien ikkunoiden toimittajan kanssa.

#### 9.6.6 Kipsilevyt

Rikkoutuneet ja käsitellyt kipsilevyt päätyvät Staran Rakennustekniikassa sekalaiseen rakennusjätteeseen, koska työmailla syntyvän käsittelemättömän kipsilevyn määrä on yleensä vähäinen, ja käytettyjen kipsilevyjen uusio- tai uudelleenkäyttö ei taas ole mahdollista. Kipsilevyjen osalta tuotantoa tulisi kehittää sellaiseksi, että käytettyjen kipsilevyjen uusiokäyttö olisi mahdollista.

#### 9.6.7 Eristeet

Hankinnoissa tulisi suosia eristemateriaaleja, jotka ovat valmistettu kierrätetyistä raaka-aineista. Tällaisia ovat esimerkiksi suurimmaksi osaksi kierrätyslasista valmistettu lasivilla sekä kierrätyskuidusta valmistettu selluvilla. Molempien valmistukseen on käytetty 80 % kierrätysmateriaalia ja vaurioitumattomat materiaalit voidaan myös uudelleen kierrättää. Kierrätyskuidusta valmistettu selluvilla tosin ei sisältämänsä boorin vuoksi käytön jälkeen sovellu enää energiana hyödynnettäväksi ja kompostoidussa materiaalissa korkea booripitoisuus estää myös kasvien juurtumista, joten materiaalin ekologisuus perustuu lähinnä sen valmistuksessa käytettäviin uusiomateriaaleihin.

#### 9.6.8 Muovit

Muovien pääraaka-aine on öljy, joten muovien kierrätys olisi tämän vuoksi tärkeää. Muoveja on kuitenkin hankala kierrättää, koska niiden laadusta ei välttämättä voida olla varmoja ja ne voivat olla likaantuneita. Muovilaatu voi asettaa myös rajoituksia muovien kierrätykselle. Esimerkiksi PVC- ja polyuretaani muodostavat poltettaessa myrkyllisiä kaasuja, joten niiden energiakäyttö ei ole suositeltavaa. PVC-muovi voidaan kuitenkin uusiokäyttää. Polyuretaani on kertamuovi, jota ei käytännössä ole mahdollista kierrättää. Polyuretaania käytetään rakentamisessa eristämiseen, tiivistämiseen ja rakennus-

osien kiinnittämiseen toisiinsa, ja tämä voi vaikeuttaa myös polyuretaania sisältävien rakennusosien käyttöä tulevaisuudessa, joka tulisi ottaa huomioon. Asennuksissa syntyvä puhdas muoviputkijäte tulisi kerätä erikseen ja toimittaa maksuttomiin muovijätteen vastaanottopisteisiin.

#### 9.6.9 Pahvi

Pahvijätettä syntyy työmailla muun muassa rakennusmateriaalien toimituksista sekä uusien kalusteiden toimituksista. Työmailla pahvia ei yleensä lajitella erikseen, vaan se päätyy sekalaisen rakennusjätteen joukkoon. Pahvin keräys kalustusvaiheessa voisi olla kannattavaa, ja sen keräyksestä tulisi sopia paperi- ja pahvijätettä keräävien yritysten kanssa. Pahvin keräyksen tuottajavastuu tulee laajenemaan vuonna 2014, joten tämän jälkeen tavarantoimittajat ovat velvollisia vastaanottamaan toimittamansa pahvijätteen takaisin. Erikseen lajiteltu pahvi on yleensä puhtaampaa ja paremmin hyödynnettävissä uusiokäyttöön.

#### 9.6.10 Sekalainen rakennusjäte

Sekalaista rakennusjätettä syntyy Staran Rakennustekniikassa eniten ja siitä aiheutuu myös suurimmat jätekustannukset. Sekalaisen rakennusjätteen kustannuksia voidaan pienentää tehostamalla lajittelua, vähentämällä hukkaa, sekä uudelleenkäyttämällä rakennusosia ja -materiaaleja. Henkilökuntaa tulisi kouluttaa ja motivoida materiaalien tehokkaampaan lajitteluun.

Edellä mainituilla toimilla jätemääriä ja kustannuksia saadaan vähennettyä ja lisättyä materiaalien hyödyntämistä jätelain edellyttämällä tavalla.

## Lähteet

- 1 Staran esittely. 2013. Verkkodokumentti. Stara.  
<[www.hel.fi/hki/rakpa/fi/Staran+esittely](http://www.hel.fi/hki/rakpa/fi/Staran+esittely)>. Luettu 8.5.2013.
- 2 Stara stadin mestoilla 2012 toimintakertomus. 2012. Helsinki: Lönnberg Painot Oy
- 3 Staran toiminta-ajatus. 2013. Verkkodokumentti. Helmi-intra  
<<http://helmi/stara/tavoitteetjatalous/strategia/sivut/arvot.aspx>>. Luettu 22.4.2013.
- 4 Kojo, Riitta. Lilja, Raimo. 2011. Talonrakentamisen materiaalitehokkuuden edistäminen. Verkkodokumentti. Ympäristöministeriö.  
<[www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=128219&lan=fi](http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=128219&lan=fi)> Luettu 16.1.2013.
- 5 Hämäläinen, Jukka. Teriö, Olli. 2011. Talonrakentamisen ympäristömittari. Helsinki: Suomen Rakennusmedia Oy
- 6 Service Contract on Management of Construction and Demolition Waste - SR1. 2011. Verkkodokumentti. European Commission (DG ENV)  
<[http://ec.europa.eu/environment/waste/pdf/2011\\_CDW\\_Report.pdf](http://ec.europa.eu/environment/waste/pdf/2011_CDW_Report.pdf)>. Luettu 19.1.2013.
- 7 Huuhka, Satu. 2010. Kierrätys arkkitehtuurissa. Verkkodokumentti. Tampereen yliopisto. <[www.tut.fi/ark/tiedostot/pdfs/D-huuhka.pdf](http://www.tut.fi/ark/tiedostot/pdfs/D-huuhka.pdf)>. Luettu 23.1.2013.
- 8 Veijola, Päivi. 2011. Kierrätysmateriaalien käyttö rakentamisessa. Verkkodokumentti. Tampereen yliopisto.  
<<http://dspace.cc.tut.fi/dpub/handle/123456789/20789>>. Luettu 28.1.2013.
- 9 Meinanander, Malin. Mroueh Ulla-Maija. 2012. Directions of future developments in waste recycling. Espoo: VTT
- 10 Salanne I. Tikkanen M. Valli R. Hyötylä T. Pöyskö T. 2012. Yhdyskuntajätteen logistiikka. Nykytilan ja toimintaympäristön selvitys. Verkkodokumentti. Liikenne- ja viestintäministeriö.  
<[www.lvm.fi/c/document\\_library/get\\_file?folderId=1986562&name=DLFE-18424.pdf&title=Julkaisu+18-2012](http://www.lvm.fi/c/document_library/get_file?folderId=1986562&name=DLFE-18424.pdf&title=Julkaisu+18-2012)>. Luettu 27.2.2013.
- 11 Jätteiden syntymisen ehkäisemistä ja kierrätystä koskeva strategia. 2006. Verkkodokumentti. Europa tiivistelmät EU:n lainsäädännöstä.  
<[http://europa.eu/legislation\\_summaries/environment/sustainable\\_development/28168\\_fi.htm](http://europa.eu/legislation_summaries/environment/sustainable_development/28168_fi.htm)>. 31.01.2006. Luettu 22.10.2012.



- 12 Kohti kierrätysyhteiskuntaa. 2008. Verkkodokumentti. Ympäristöministeriö. <[www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=309523](http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=309523)> Luettu 22.10.2012.
- 13 Huhtinen, Kaarina. Lilja, Raimo. Sokka, Laura. Salmenperä, Hanna. Runsten, Suvi. 2007 Valtakunnallinen jätesuunnitelma vuoteen 2016. Helsinki: Edita Prima Oy
- 14 Kokkonen, Eero. 2004. Pk-yritysten mahdollisuudet rakennusjätteiden kierrätysliiketoiminnassa. Helsinki: Edita Publishing Oy
- 15 Jätealan lainsäädännön kokonaisuudistus. 2013. Verkkodokumentti. Ympäristöministeriö. <[www.ymparisto.fi/fi-FI/Ymparisto/Lainsaadanto\\_ja\\_ohjeet/Ymparistonsuojelun\\_valmisteilla\\_oleva\\_lainsaadanto/Jatealan\\_lainsaadannon\\_kokonaisuudistus](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Ymparisto/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Ymparistonsuojelun_valmisteilla_oleva_lainsaadanto/Jatealan_lainsaadannon_kokonaisuudistus)>. Luettu 12.5.2013.
- 16 Jätelaki. 2011. Verkkodokumentti. Finlex. <[www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2011/20110646](http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2011/20110646)>. Luettu 16.11.2012.
- 17 Valtioneuvoston asetus jätteistä. 2012. Verkkodokumentti. Finlex. <[www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2012/20120179](http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2012/20120179)>. Luettu 16.11.2012.
- 18 Jätelaki uudistui toukokuussa. 2012. Verkkodokumentti. Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. <[www.ely-keskus.fi/fi/uutiset/uutiset\\_alueilta/Sivut/Jatelakiuudistuitoukokuussa.aspx](http://www.ely-keskus.fi/fi/uutiset/uutiset_alueilta/Sivut/Jatelakiuudistuitoukokuussa.aspx)>. 13.6.2012, Luettu 20.2.2013.
- 19 Laine, Hannele. Heljo, Juhani. 2007. Rakennustoiminta. Yrityksen jätehuolto. Helsinki: Rakennusteollisuuden Kustannus RTK Oy
- 20 Maankäyttö- ja rakennuslaki. 1999. Verkkodokumentti. Finlex. <[www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132](http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132)>. Luettu 21.2.2013.
- 21 Maankäyttö- ja rakennusasetus, 1999. Verkkodokumentti. Finlex. <[www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990895](http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990895)>. Luettu 21.2.2013.
- 22 Valtioneuvoston asetus eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa. 2006. Verkkodokumentti. Finlex. <[www.finlex.fi/fi/laki/smur/2006/20060591](http://www.finlex.fi/fi/laki/smur/2006/20060591)>. Luettu 9.5.2013.
- 23 Helsingin kaupungin ympäristönsuojelumääräykset. 2009. Verkkodokumentti. Helsingin kaupunki <[http://www.hel.fi/wps/wcm/connect/a80c07804a14df8583a4e7b546fc4d01/Ymp%C3%A4rist%C3%B6nsuojelum%C3%A4%C3%A4r%C3%A4ykset1\\_3\\_09.pdf?MOD=AJPERES&CACHEID=a80c07804a14df8583a4e7b546fc4d01](http://www.hel.fi/wps/wcm/connect/a80c07804a14df8583a4e7b546fc4d01/Ymp%C3%A4rist%C3%B6nsuojelum%C3%A4%C3%A4r%C3%A4ykset1_3_09.pdf?MOD=AJPERES&CACHEID=a80c07804a14df8583a4e7b546fc4d01)>. Luettu 21.2.2013.

- 24 Ympäristönsuojelulaki. 2000. Verkkodokumentti. Finlex.  
<[www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2000/20000086](http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2000/20000086)>. Luettu 21.2.2013.
- 25 Heikkilä, Sami. 2000. Ratu suunnitteluohje 1191-S, Rakennustyön materiaalisät ja –hukat. Helsinki: Rakennustieto Oy
- 26 RT 69-10611 Rakennusjätteet. 1996. Helsinki: Rakennustieto Oy
- 27 Rakenteiden elinkaaritekniikka RIL 216-2001. 2001. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL r.y
- 28 Laine, Hannele. Heljo, Juhani. 2007. Rakennustyömaan ympäristö- ja jäte-huolto-opas. Helsinki: Rakennusteollisuuden Kustannus RTK Oy
- 29 Vaaralliset jätteet. Verkkodokumentti. Ympäristöministeriö.  
<[www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=2036](http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=2036)>. Luettu 5.2.2013.
- 30 Lehmus, Eila. 2000. Ympäristötietoa teräsrakentamisesta. Rakennustaito 3/2000, s. 38
- 31 Aaltopahvi. Verkkodokumentti. Suomen Aaltopahviyhdistys ry.  
<<http://aaltopahvi.fi/>>. Luettu 27.4.2013.
- 32 Keräyspaperi ja pahvi. Verkkodokumentti. GarbageX  
<[www.garbagex.net/02\\_jatejakeet\\_hyotykaytto/01\\_01\\_hyotyjatteet.html](http://www.garbagex.net/02_jatejakeet_hyotykaytto/01_01_hyotyjatteet.html)>. Luettu 27.4.2013.
- 33 Aaltopahvi. Verkkodokumentti. Ympäristöyritysten liitto.  
<[www.ymparistoyritykset.fi/aaltopahvi](http://www.ymparistoyritykset.fi/aaltopahvi)>. Luettu 27.4.2013.
- 34 Kuitupakkaukset. Verkkodokumentti. Suomen Kuitukierrätys Oy  
<[www.kuitukierratys.fi/index.php?documentid=3](http://www.kuitukierratys.fi/index.php?documentid=3)>. Luettu 27.4.2013.