

Vesa Taskinen

JÄTEDIREKTIIVIN VAIKUTUKSET RAKENNUSTUOTANNOSSA

Kandidaatintyö
Rakennetun ympäristön tiedekunta
Minna Leppänen
Pirjo Kuula
12/2020

TIIVISTELMÄ

Vesa Taskinen: Jätedirektiivin vaikutukset rakennustuotannossa
Kandidaatintyö
Tampereen yliopisto
Rakennustekniikka
12/2020

Maailmassa, jossa jätekriisi, ilmastonmuutos ja biodiversiteetin väheneminen ovat arkisia tosiasioita, on tehtävä mittavia kestäviä muutoksia. Muutokset edellyttävät tavoitteita sekä hallinnollista ohjausta, eikä mikään toimiala ole suojassa muutokselta.

Suomessa syntyy rakentamisen yhteydessä joka vuosi lähes yhtä paljon jätettä, kuin kaikissa palveluissa ja kotitalouksissa yhteensä. On selvää, että näin huomattavalla jätemäärällä sekä sen jatkokäsittelyllä on merkittävä vaikutus ympäristön tilaan. Koska rakennustoiminnassa on yhdistäviä piirteitä rakennustyömaasta riippumatta, ovat erilaiset ympäristöystävälliset innovaatiot monistettavissa työmaalta toiselle. Johtuen suurista toimialalla syntyvistä jätemääristä, voi suhteellisesti pienelläkin muutoksella toiminnassa olla merkittäviä vaikutuksia syntyvään kokonaisjätemäärään.

Rakentamisen jätteitä syntyy rakentamisen eri toiminnoissa: uudis- ja korjausrakentamisen, sekä purkutoiminnan tuloksena. Rakentamisen jätteiksi luokitellaan rakennustyömaalla toiminnan seurauksena syntyvät jätteet. Tähän eivät kuulu esimerkiksi rakennustuoteteollisuudessa syntyvät jätevirrat.

Työssä esitellään direktiivin, Suomen lainsäädännön sekä keskeisten asetusten oleellinen sisältö ja niiden suhde toisiinsa. Lisäksi esitellään tilastotietoja jätemäärien osalta ja tutkitaan syntyvän rakennusjätteen määrää rakennettua kuutiometriä kohti. Lopuksi esitellään johtopäätökset.

Rakentamisen tuloksena Suomessa syntyy vuosittain noin kaksi miljoonaa tonnia rakennusjätettä, mikäli laskuista jätetään pois maa-ainekset ja ruoppausjätteet. Syntyneestä jätemäärästä valtaosa on mineraalista jätettä, pääasiassa betonia. Betonijäte hyödynnetään pääasiassa teiden ja väylien alusrakenteita rakennettaessa. Betonin jälkeen massamäärällisesti suurin syntyvä jätetajae on puujäte, jonka materiaalina hyödyntämiselle ei ole Suomessa markkinoita. Puu on perinteisesti hyödynnetty lämmöntuotannossa. Puujätteen jälkeen seuraavaksi eniten syntyy metallijätettä. Metallijätteelle on olemassa toimivat markkinat johtuen metallien helposta kierrätettävyydestä ja suhteellisen korkeista markkinahinnoista.

Kokonaisjätemäärissä on havaittavissa laskeva trendi, kun verrataan rakennusalalla syntyneitä jätemääriä valmistuneiden rakennusten määrään. Tämä on jätedirektiivin etusijajärjestyksen mukaisesti toivottavaa, mutta ei edistä rakennusjätteen 70 painoprosentin materiaalina hyödyntämisen tavoitteen saavuttamista. Suomessa tavoitteen toteutuminen riippuu vahvasti syntyvän puujätteen määrästä.

Jättemäärien tilastointi on ollut, ja on edelleen monin paikoin puutteellista. Tämä hankaloittaa merkittävästi kierrätystoiminnan kehittymisen seurantaan. Mikäli puujätteen osalta poiketaan Suomessa etusijajärjestyksestä ja hyödynnetään puu lämpöenergiana, voidaan nykyisten tilastotietojen perusteella olettaa, että muiden kuin puujätteen osalta ollaan lähellä direktiivin asettamaa 70 painoprosentin materiaalina hyödyntämisen tavoitetta.

Avainsanat: kierrätys, rakentaminen, kiertotalous, puujäte.

Tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck –ohjelmalla.

ABSTRACT

Vesa Taskinen: The effects of recycling directive in construction industry
Bachelor's thesis
Tampere University
Civil engineering
December 2020

In a world where the waste crisis, climate change and the biodiversity loss are reality, major actions to more sustainable way need to take place. These actions require ambitious targets as well as administrative control.

Finnish construction industry creates almost same amount of waste compared to all households and services combined. The impact of this level of waste is significant to environment. Because there is lots of similarities between construction sites, even minor changes within ways of acting may have a huge impact on the total amount of produced waste. This is because procedures and innovations can be duplicated within different construction sites.

Constructing forms waste during its main actions: new constructions, renovations, and demolition. Construction waste includes all the waste created at the construction site during the construction actions. This does not include waste created at construction products industry.

This bachelor's thesis will examine the influences of European union's directive 2008/98/EC to recycling in the field of construction industry. The directive is demanding EU's member states to recycle 70 percent of the construction waste as a material. Taking note Finland's high level of wood industry's by-products, and in the other hand high level of required heat energy, wood waste has been utilized as a source of heat energy.

This thesis will introduce the crucial content of the directive, Finland's legislation and regulation, and the affiliation these have to each other. On top of that, there will be an introduction of statistics about the amounts of different types of waste, and a comparison of waste amounts to the amount of constructing. Conclusions are performed at the end of the thesis.

Finnish construction industry creates annually about two million tons of construction waste if the ground material is ignored. Major amount of the created waste is mineral based material, mainly concrete waste. Concrete waste is recycled properly and is used mainly in the preparation of building roads. The second biggest waste type is wood waste, which has no proper markets in Finland. The third biggest waste type is metal waste, which has proper markets and is recycled with a high rate because of its high price and ease in recycling.

When looking at the total amounts of construction waste compared to finished buildings, we will see a decreasing trend. This is appropriate due to waste hierarchy, but it does not advance the goal of 70 percent of construction waste recycled as material. Reaching the goal is highly depending on the amount of wood waste produced in Finland.

The statistics behind recycling has been and continue to be defective in many ways. This hinders the monitoring of recycling development in a significant way. If an exception can be made to the waste hierarchy and wood waste can be utilized as a source of heat energy in Finland, we can assume due to current statistics, that the goal of 70 percent recycling as material is near at the moment.

Keywords: Recycling, building, circular economy, wood waste.

The originality of this thesis has been checked using the Turnitin OriginalityCheck service.

ALKUSANAT

Tasavallan presidentin Sauli Niinistön sanoin: ”*Ajatus ottaa aikansa*”.

Tämän kandidaatintyön tekeminen on aloitettu syksyllä 2017. Intensiivisen tiedonhaun, sekä aiheeseen perehtymisen parissa vietettiin pari kuukautta. Tämän pohjatyön tuloksena syntyi selkeä suunnitelma lähestyä aihetta, ja marraskuussa 2017 valtaosa työn sisällöstä oli tuotettu stilisoimattomaan muotoon.

Loppuvuodesta sain tietää aloittavani työskentelyn nykyisellä työnantajallani Tekniikan akateemiset TEKissä. Hyvällä mallilla olevaa kandidaatintyötä ei ollut mielekästä kiirehtiä valmiiksi, vaan työ kannattaisi tehdä kunnolla ajan kanssa loppuun. Tästä alkoi lähes kolme vuotta kestänyt tauko työn ääressä.

Kandidaatintyöstä irtaantuminen on antanut valtavasti perspektiiviä tarkastella työtä objektiivisesti. Aiheen rajaaminen sekä sen kautta oleellisen löytämisen kokemus on ollut vahvasti läsnä työtä viimeistellessä. Vaikka ajallisesti työ valmistui luultavasti keskiarvoa hitaammin, on matka työn parissa ollut inspiroiva ja voimaannuttava.

Haluan osoittaa vilpittömät kiitokseni kandidaatintyön ohjaajilleni, Minna Leppäselle sekä Pirjo Kuulalle kärsivällisestä ohjauksesta työn parissa. Ilman kannustavaa otetta työn laadulliseen viimeistelyyn en voisi olla työstä niin ylpeä kuin nyt olen. Lisäksi haluan kiittää työnantajaani Tekniikan akateemiset TEK:ää valmentavasta kannustamisesta opintojen edistämiseen. Erityiskiitos tästä kuuluu henkilöstöpäällikölle Kati Johanssonille.

Helsingissä, 30.12.2020

Vesa Taskinen

SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO	1
2. HALLINNOLLISET OHJAUSKEINOT JA TAVOITTEET	3
2.1 Ohjauskeinojen hierarkia.....	3
2.2 Euroopan unionin jätedirektiivi	4
2.3 Jätelaki.....	5
2.4 Valtakunnallinen jätesuunnitelma	6
2.5 Muut ohjaavat asiakirjat ja hankkeet	7
3. RAKENTAMISEN JÄTTEET	9
3.1 Yleistä	9
3.2 Määritelmät	11
3.3 Tilastointi.....	12
3.4 Jakeet	13
3.4.1 Mineraalijäte	15
3.4.2 Puujäte	17
3.4.3 Metallijäte	19
3.5 Rakentaminen.....	20
3.5.1 Uudisrakentaminen	22
3.5.2 Korjausrakentaminen	22
3.5.3 Purkutoiminta.....	23
3.5.4 Toimintojen vertailu.....	23
4. KIERRÄTYKSEN KEHITYS	26
4.1 Jättemäärien kehitys	26
4.2 Tavoitteita tukevat innovaatiot ja kehityshankkeet.....	29
5. JOHTOPÄÄTÖKSET	32
LÄHTEET	34
LIITE A: JÄTTEIDEN MÄÄRÄT	38
LIITE B: RAKENNUS- JA ASUNTOTUOTANTO	39

KUVALUETTELO

Kuva 1.	<i>Direktiivin täytäntöönpanon prosessi.</i>	1
Kuva 2.	<i>Hallinnollisten ohjauskeinojen hierarkia.</i>	4
Kuva 3.	<i>Jätehierarkia, perustuu lähteeseen [6].</i>	10
Kuva 4.	<i>Suomen jätemäärät sektoreittain sekä rakentamisen jätteiden jakautuminen toimintoittain vuonna 2011 [16], [2].</i>	11
Kuva 5.	<i>Jätekertoimiin perustuva arvio rakentamisen toimialalla syntyvien jättejakeiden suhteellisista osuuksista. Kokonaisjätemäärä 2,5 milj. tonnia (2013). [18].</i>	14
Kuva 6.	<i>Tilastokeskuksen tietoihin perustuva tieto jättejakeiden keskinäisistä suhteista vuosilta 2015–2018. Kokonaisjätemäärä 1,7 milj. tonnia (keskiarvo) (katso liite A).</i>	15
Kuva 7.	<i>Rakentamisessa syntynyt mineraalijäte (tuhatta tonnia) vuosittain (2015-2018) (katso liite A).</i>	16
Kuva 8.	<i>Rakentamisessa syntynyt puujäte (tuhatta tonnia) vuosittain (2004-2018) (katso liite A).</i>	17
Kuva 9.	<i>Rakentamisessa syntynyt metallijäte (tuhatta tonnia) vuosittain (2004-2018) (katso liite A).</i>	19
Kuva 10.	<i>Rakennuskannan ikäjakauma [43].</i>	21
Kuva 11.	<i>Rakentamisen määrä vuoteen 2030 [44].</i>	21
Kuva 12.	<i>Jätekertoimiin perustuva arvio jätemäärien- ja koostumuksen jakautumisesta eri toimialoittain vuonna 2013 [18].</i>	24
Kuva 13.	<i>Rakentamisessa syntyneet jätteet ja valmistuneet kuutiometrit. (katso liite A ja liite B).</i>	27
Kuva 14.	<i>Rakentamisessa syntyvän jätteen määrä suhteessa valmistuneisiin rakennuksiin. Perustuu liitteisiin A ja B.</i>	28

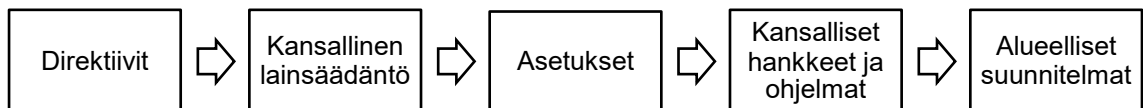
1. JOHDANTO

Tämän kandidaatintyön tarkoituksena on selvittää Euroopan unionin vuonna 2008 antaman EU-direktiivin vaikutuksia Suomen rakentamisessa syntyvien jätteiden kierrätykseen. Direktiivi velvoittaa jäsenvaltioita kierrättämään rakentamisessa syntyvistä jätteistä materiaalina 70 painoprosenttia vuoteen 2020 mennessä. Jotta taloudellinen toiminta ja talouskasvu voidaan irtikytkeä saastuttamisesta ja ympäristön turmeltumisesta, tulee kiertotalouden periaatteita edistää. EU:n jätedirektiivin tarkoituksena on korostaa asianmukaista jätehuoltoa ja kierrätystoiminnan tärkeyttä. Tavoitteena on edistää ihmisten terveyttä sekä ympäristönsuojelua.

Planeetan reunaehdot [53] on jo osittain ylitetty. Nykyisen kaltainen luonnonvarojen käyttö on aiheuttanut tilanteen, jossa neljä yhdeksästä planeetan kriittisestä reunaehdosta ylittyy [54]. On selvää, että ihmiskunnan selviytymisen kannalta resurssien käyttöä tulee tehostaa ja kiertotaloutta edistää.

Rakentaminen kuluttaa paljon luonnonvaroja ja muodostaa paljon jätteitä. Vuosittainen rakennusmateriaalien ja -tuotteiden käyttö Suomessa on noin 10 miljoonaa tonnia. Jätettä rakentamisessa syntyy maa- ja kiviainekset pois lukien kaksi miljoonaa tonnia, lähes saman verran kuin kaikissa palveluissa ja kotitalouksissa yhteensä [1]. Täten rakentamisessa syntyvien jätteiden määrällä ja käsittelyllä on merkittävä ympäristövaikutus.

Jätteiden käsittelyä säädellään EU-tasolta alaspäin, direktiivistä kansallisen lainsäädännön kautta asetuksiin. Käytännössä tavoitteisiin pyritään erilaisilla kansallisilla ohjelmilla ja hankkeilla. Kierrätystoiminnan ohjaaminen velvoittavilla direktiiveillä, asetuksilla sekä lainsäädännöllä on välttämätöntä, sillä vapaaehtoisuus ei ole riittävä kannustin.



Kuva 1. Direktiivin täytäntöönpanon prosessi.

Yllä on kuvattu tyypillinen eri hallintotasojen läpi kulkeva päätöksenteon prosessi. Direktiivit toimivat lainsäädännön ohjeina. Suomen laista tulee velvoittava viitekehys toimin-

nalle, jota täsmennetään asetuksilla, ohjeilla ja strategioilla. Käytännössä toimintaa edistetään erilaisten hankkeiden ja ohjelmien kautta, joiden jalkauttamista ja täsmentämistä saatetaan tehdä alueellisten suunnitelmien kautta.

Tämä kandidaatintyö on kirjallisuustutkimus, jonka tarkoituksena on selvittää, miten vuonna 2008 annettu EU:n jätedirektiivi 2008/98/EC on vaikuttanut jätteiden määrään ja kierrätykseen rakentamisessa. Samalla on tarkoitus selvittää, miten jätemääriä tilastoidaan ja miten tilastointi tukee direktiivissä kuvattujen tavoitteiden saavuttamista. Tilastointi on tavoitteiden saavuttamisen näkökulmasta hyvin keskeinen toimi, ja sitä käsitellään luvuissa 3.3. Koska rakentamisen osalta tavoitteisiin pääseminen vaihtelee jätejakeittain [2], tarkastellaan yleisimmin syntyviä jätejakeita erikseen.

Aluksi luvussa kaksi esitellään kierrätystoimintaa ohjaavat dokumentit pääpiirteissään. Euroopan unionin antama jätedirektiivi 2008/98/EC asettaa tavoitteet jäsenvaltioille. Suomen valtioneuvosto määrää asioista valtiollisella tasolla lainsäädännön keinoin. Lainsäädäntöä täsmentävät asetukset ja tavoitteisiin pääsemistä ohjaa valtakunnallinen jätesuunnitelma. Tätä käsitellään luvussa kaksi.

Luvussa kolme tutustutaan kierrätyksen toteutumiseen. Ensin esitellään etusijajärjestys määritelmineen ja miten syntyviä jätemääriä mitataan sekä yleisimmät jätejakeet, niiden muodostuminen ja määrät. Myöhemmin vertaillaan rakentamisen eri toimintojen välisiä ominaispiirteitä jätteen muodostumisen näkökulmasta.

Luvussa neljä vertaillaan Tilastokeskuksen tietoja jätemäärien suhteesta rakentamisen määrään sekä esitellään ympäristöllisesti kestäviä kierrätysratkaisuja tukevia innovaatioita. Lopuksi luvussa viisi esitellään tämän kirjallisuustutkimuksen johtopäätökset.

2. HALLINNOLLISET OHJAUSKEINOT JA TAVOITTEET

Kierrätystoiminnalle asetettuihin tavoitteisiin pääseminen edellyttää hallinnollisia ohjauskeinoja. Hallinnollista ohjausta tehdään samanaikaisesti useilla tasoilla, aina EU:n tasolta kuntatasolle erilaisten hankkeiden kautta.

Merkittävin toimintaa ohjaava EU:n jäsenvaltioiden toimintaa ohjaava ohjauskeino on jätedirektiivi. Direktiivi ohjaa kansallista lainsäädäntöä, jota täydennetään asetuksilla, ohjeilla, suunnitelmilla ja hankkeilla.

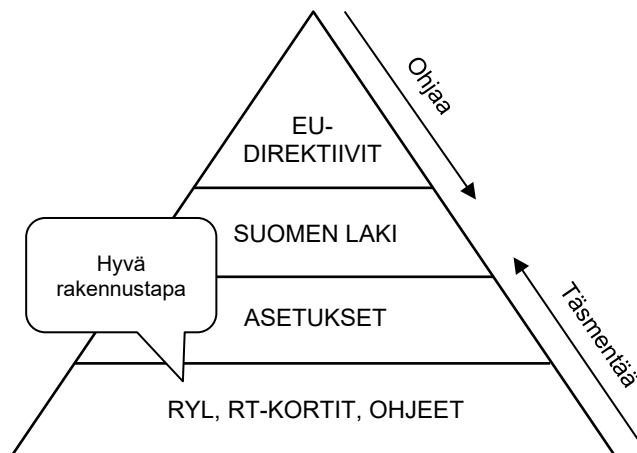
2.1 Ohjauskeinojen hierarkia

Suomen valtiollista lainsäädäntöä ohjaavat Euroopan unionin antamat direktiivit. Direktiivi on eräänlainen lainsäädännön kehittämisen ohje, joka velvoittaa jäsenvaltioita kehittämään lainsäädäntöä tietyn suuntaiseksi jonkin tavoitteen saavuttamiseksi [3]. Direktiivi velvoittaa jäsenvaltioita tavoitteisiin, mutta jättää toteuttamisen muodot ja keinot kansallisen viranomaisen määriteltäviksi.

Suomen laki tarkoittaa Suomessa kulloinkin voimassa olevaa lainsäädäntöä. Suomen perustuslain (11.6.1999/731) ensimmäisen luvun 3 § mukaan lainsäädäntövaltaa käyttää eduskunta [4]. Suomen laki on vahvasti velvoittava oikeuslähde [5], ja sen noudattamatta jättäminen johtaa rikosoikeudellisiin toimenpiteisiin. Lakia voidaan täsmentää asetuksilla ja säädöksillä.

Asetuksia voivat antaa valtioneuvosto, ministeriö ja tasavallan presidentti [4]. Asetukset ovat velvoittavia siinä missä Suomen laki. Asetuksilla voidaan reagoida muuttuvaan tilanteeseen nopeammin kuin lainsäädännön muuttamisella, joka on tarkkuutta vaativa ja hidas prosessi. Tästä syystä lainsäädäntövaltaa siirretään usein asetustasolle.

Lain säätämisen ja asetusten antamisen tueksi valtioneuvosto teettää usein ministeriöiden ja työryhmien kautta taustaselvityksiä sekä suunnitelmia. Suunnitelmat ovat tavoitteellisia keskipitkän aikavälin dokumentteja ja toimivat lainsäädännön ja asetusten antamisen tukena valtiollisella tasolla hieman direktiivin tavoin, asettaen tavoitteita toiminnalle. Lopullinen velvoittava oikeuslähde on kuitenkin Suomen laki ja annetut asetukset.



Kuva 2. Hallinnollisten ohjauskeinojen hierarkia.

Yllä on kuvattu hallinnollisten ohjauskeinojen suhde toisiinsa. Alempana hierarkiassa olevat ohjauskeinot täsmentävät ylemmän tason säädöksiä, eivätkä voi olla ristiriidassa niiden kanssa. Ylemmän tason säädökset ohjaavat täten myös alemman tason säädösten sisältöä. Laki- ja asetustasolla on mainittu hyvä rakennustapa, joka pohjautuu joukkoon täsmentäviä ohjeita. Täten myös ohjeet saavat lainsäädännön kautta velvoittavia piirteitä.

2.2 Euroopan unionin jätedirektiivi

Euroopan unioni antoi 19.11.2008 direktiivin 2008/98/EC jätepolitiikan päätavoitteista [6]. Direktiivin tarkoituksena on myötävaikuttaa jätteen synnyn ehkäisyyn sekä uudelleenkäyttöön ja kierrätykseen. Direktiivin 40 artikla velvoittaa jäsenvaltioita laatimaan kansalliset lait, asetukset sekä hallinnolliset määräykset direktiivin tavoitteiden saavuttamiseksi 12.12.2010 mennessä.

Kärkitavoitteeksi rakentamisen toimialalla on asetettu 11 artiklassa rakennusjätteen 70 painoprosentin kierrätysvaatimus materiaalina vuoteen 2020 mennessä. Vaatimus käsittää kaiken muun rakentamisen toimialalla syntyvän jätteen, paitsi luokan 17 05 04 jätteet (maa- ja kiviainekset, jotka eivät sisällä vaarallisia aineita) [7]. Direktiivin mukaan 70 % kaikesta syntyneestä rakennus- ja purkujätteestä (pois lukien luokka 17 05 04) tulee valmistella uudelleenkäytettäväksi, kierrättää tai käyttää materiaalina muuten.

2.3 Jätelaki

Suomen jätelainsäädäntö uusittiin vuosina 2012–2013. Laajamittaisessa kokonaisuudistuksessa laadittiin uusi jätelaki 646/2011 sekä tehtiin muutoksia 19 muuhun lakiin. Lisäksi lähes 30 asetusta tai valtioneuvoston uudistettua tai uutta päätöstä astuivat voimaan vuosina 2012–2013. Uudistuksen taustalla oli tavoite jätteen syntymisen ehkäisystä sekä materiaalitehokkuuden lisäämisestä. Tarvetta lakiuudistukselle oli myös siksi, että syntyvän jätteen määrä tai hyödyntäminen ei ollut kehittynyt toivotusti.

Uuden jätelain keskeisimpinä muutoksina edeltävään mainitaan seuraavasti:

- jätehuollon etusijajärjestyksen noudattamista tehostetaan,
- jätehuollon toimijoiden valvontaa ja seuranta tehostetaan,
- jätehuollon toimijoiden vastuita täsmennetään,
- osa käsitteistä muutetaan (hyödyntäminen, käsittely, loppukäsittely vaarallinen jäte),
- tuottajan vastuuta pakkausjätteiden jätehuollon järjestämisestä laajennetaan,
- kierrätysvaatimuksia tiukennetaan sekä
- jätteen käsittelyä kaatopaikoilla rajoitetaan. [37]

Keskeiset jätelain periaatteet ja velvoitteet säilyivät jokseenkin ennallaan. Eri osapuolten velvollisuuksista kuitenkin säädettiin laissa entistä täsmällisemmin. Samalla täsmennettiin terminologiaa, joka säädettiin vastaamaan Euroopan unionin lainsäädäntöä. Etusijajärjestyksen toteutumiseksi ja jätteen määrän vähentämiseksi tuottajavastuuta painotettiin myös uudessa laissa. Myös erikseen kerättävien jättejakeiden määrä nostettiin viidestä kahdeksaan. Lisäksi laissa määrättiin laiminlyöntimaksusta, jonka valvontaviranomainen voi määrätä maksettavaksi erilaisista hakemus-, ilmoitus tai kirjanpitorikkeistä.

Jätevero toimii taloudellisena kannustimena, jonka tavoitteena on vähentää jätteen kaatopaikkasijoitusta. Tavoitetta varten on asetettu jäteverolaki (17.12.2010/1126). Jäteverolain mukaan kaatopaikan pitäjä on velvollinen maksamaan veroa 70 euroa tonnilta vuonna 2020. Kaatopaikan pitäjä kerää käytännössä tämän veron kierrätysmaksuina asiakkailtaan. Verotuksella pyritään vähentämään kaatopaikalle päätyvän jätteen määrää ja edistämään materiaalien uudelleenkäyttöä [11].

Lakien lisäksi kierrätystä täsmennetään ja ohjataan suuri määrä asetuksia. Valtioneuvoston asetus jätteistä (179/2012) määrittelee rakennusjätteet tarkemmin ja ottaa kantaa erikseen kerättäviin jättejakeisiin. Asetuksessa mainitaan myös EU:n jätedirektiivin 70 painoprosentin kierrätysvaatimus [12].

Kaatopaikoille päätyvän jätteen laadusta määrätään valtioneuvoston kaatopaikkoja koskevassa asetuksessa (331/2013). Asetuksen mukaan kaatopaikoille päätyvä jäte saa sisältää biohajoavaa ainesta siten, että orgaanisen hiilen määrä on korkeintaan 10 prosenttia. Rajoitukset astuivat täysimääräisesti voimaan vuoden 2020 alussa. Biohajoavan jätteen kaatopaikkasijoittamisen rajoittamisella pyritään vähentämään metaanipäästöjä [13]. Kaivannaisjätteet eivät kuulu kaatopaikkoja koskevan asetuksen piiriin, vaan niitä käsitellään lainsäädännöllisesti omana kokonaisuutenaan [39].

Tiettyjä jätteitä voi hyödyntää maanrakentamisessa ilman ympäristönsuojelulain (527/2014) mukaista ilmoitusmenettelyä. Näistä ilman ilmoitusmenettelyä hyödynnettävistä jätteistä on säädetty asetuksessa (591/2006). Eniten hyödynnetty jätelaji on betonimurske, jota käytetään esimerkiksi tienpohjien rakentamisessa. Asetuksen (591/2006) tavoitteena on edistää jätteiden käyttöä materiaalina maanrakentamisessa.

2.4 Valtakunnallinen jättesuunnitelma

Valtakunnallinen jättesuunnitelma on ympäristöministeriön strateginen suunnitelma kiertäyksen keskipitkän aikavälin tavoitteista. Jättesuunnitelma laaditaan kuudeksi vuodeksi kerrallaan, ja EU:n jätedirektiivi 2008/98/EC sekä jätelaki edellyttävät sen laatimista. Valtakunnallinen jättesuunnitelma vuoteen 2023 on tällä voimassa oleva jättesuunnitelma. Yhtenä neljästä jättesuunnitelman painopisteestä on rakentamisen toimialalla syntyvät jätteet [8].

Suunnitelman tavoitteiden valmistelua varten on laadittu taustaraportti [9]. Taustaraportti ottaa kantaa jätehuollon nykyisiin ja ennustettuihin jätemääriin. Lisäksi raportissa kuvataan aiemman jättesuunnitelman toteutuminen sekä muut jättesuunnitteluun kytkeytyvät keskeisimmät ohjelmat ja strategiat.

Rakentamisen toimialan meneillään olevalle kuusivuotiskaudelle jättesuunnitelma asettaa neljä päätavoitetta:

- 1) talonrakentamisen jätemäärä vähenee,
- 2) rakentamisen jätteiden hyödyntämistä materiaalina nostetaan 70 %:iin,
- 3) rakentamisen jätteiden hyödyntämistä lisätään riskit halliten sekä,
- 4) parannetaan rakennus- ja purkujätteen tilastoinnin tarkkuutta ja oikeellisuutta. [8]

Näihin tavoitteisiin pääsemiseksi suunnitelmassa ehdotetaan käytännön toimenpiteitä ja esitetään niille vastuutahot. Vastuutahoista monet ovat valtiollisia julkishallinnollisia organisaatioita, mutta mukana ovat myös kunnat sekä eri etujärjestöt ja liitot.

Kun valtioneuvosto hyväksyy valtakunnallisen jätesuunnitelman, ovat sen toimenpiteet valtionhallintoa sitovia. Tavoitteisiin pääsemiseksi tulee ehdotettuja toimenpiteitä toteuttaa kattavasti. Tämän lisäksi tarvitaan kaikkien alalla toimivien tahojen laajaa sitoutumista ja yhteistyötä. Käytännössä toimet jalkautetaan alueellisten suunnitelmien ja hankkeiden kautta.

2.5 Muut ohjaavat asiakirjat ja hankkeet

Maankäyttö- ja rakennuslaki (5.2.1999/132) velvoittaa hankkeeseen ryhtyvää laatimaan selvityksen hankkeessa muodostuvan rakennusjätteen laadusta, määrästä ja lajittelusta [10]. Myös käyttökelpoisten rakennusosien hyväksi käyttämisen mahdollisuudet tulee selvittää. Maankäyttö- ja rakennuslakiin ollaan tekemässä kokonaisuudistusta, jonka on tavoite valmistua vuoden 2021 loppuun mennessä [38]. Esimerkiksi rakennuksen purkamiselta edellytetään purkukartoitusta ja purkusuunnitelmaa. Näitä käsitellään luvussa 3.5.3 ja laajemmin Ympäristöministeriön purkutyöoppaassa [46].

Maankäyttö- ja rakennuslaki velvoittaa *hyvän rakennustavan* noudattamiseen. Hyvä rakennustapa on rakennusalan sisäinen normi, jonka noudattamisen ajatellaan johtavan laadukkaaseen ja elinkaariajattelun kannalta järkevään lopputulokseen. Maankäyttö- ja rakennuslaissa kuvataan hyvän rakennustavan mukaisia edellytyksiä yleisellä tasolla (117 a § - 117 k §). Lakia täsmentää suuri määrä tarkempia ohjeita, kuten rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset (RYL), RT-kortiston ohjeet ja RIL-ohjeet.

Ympäristövaikutusten arviointi (YVA) on laissa säädetty arviointimenettely. Laissa määritellään myös, mitkä hankkeet kuuluvat YVA-prosessin piiriin. Ympäristövaikutusten arvioinnin tekee hankkeen suunnittelusta vastaava taho. Tavoitteena vaikutusten arvioinnilla ja lainsäädännöllisellä ohjauksella on varmistaa, että selvitykset tehdään riittävällä tarkkuudella silloin, kun hanke aiheuttaa merkittäviä ympäristövaikutuksia. YVA-prosesseja valvovat elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukset (ELY-keskukset) [52].

Työ- ja elinkeinoministeriö laatii kansallisen materiaalitehokkuusohjelman. Kansallisen ohjelman tavoitteena on lisätä resurssitehokkuutta. Tämä merkitsee tuotannossa käytettävän materiaalin määrän vähentämistä, jätteen määrän minimointia, luonnonvarakan kestävää hallintaa, kulutustottumusten muutoksia, tuotantoprosessien optimointia, liiketoimintamallien kehittämistä ja logistiikan parantamista [58]. Ohjelma on kansallinen ja sitä täsmennetään toimialakohtaisella Rakentamisen materiaalitehokkuuden edistämishjelmalla (RAMATE) [2].

Jätteiden materiaalikäyttöä maanrakentamisessa edistämään on käynnissä UUMA3-ohjelma. UUMA-hankkeet ovat osoittaneet, että julkisen sektorin sekä yritysten toimivalla

yhteistyöllä saadaan aikaan merkittäviä tuloksia. Nykyinen UUMA3-ohjelma on käynnissä vuoden 2020 loppuun. UUMA3:n keskeisenä kehittämisalueena on mm. uusiomaarakentamisen suunnittelu [14]. UUMA4-ohjelman on tarkoitus alkaa tammikuussa 2021.

CircVol on EU-rahoitteinen hanke, jonka tavoitteena on edistää materiaalien kestävää hyödyntämistä. Tätä tavoitetta edistetään hakemalla uusia ratkaisuja teollisuuden sivuvirtojen hyödyntämiseen, tukemalla kiertotalouden mukaista liiketoimintaa sekä kestäväen maarakentamisen teemaa eteenpäin viemällä. Hankkeessa on mukana 11 partneria ja neljä kaupunkia. Hankkeen tavoitteita edistetään erilaisten tapahtumien ja julkaisujen avulla yhteistyössä yritysten, korkeakoulujen sekä julkisen sektorin kanssa [57].

3. RAKENTAMISEN JÄTTEET

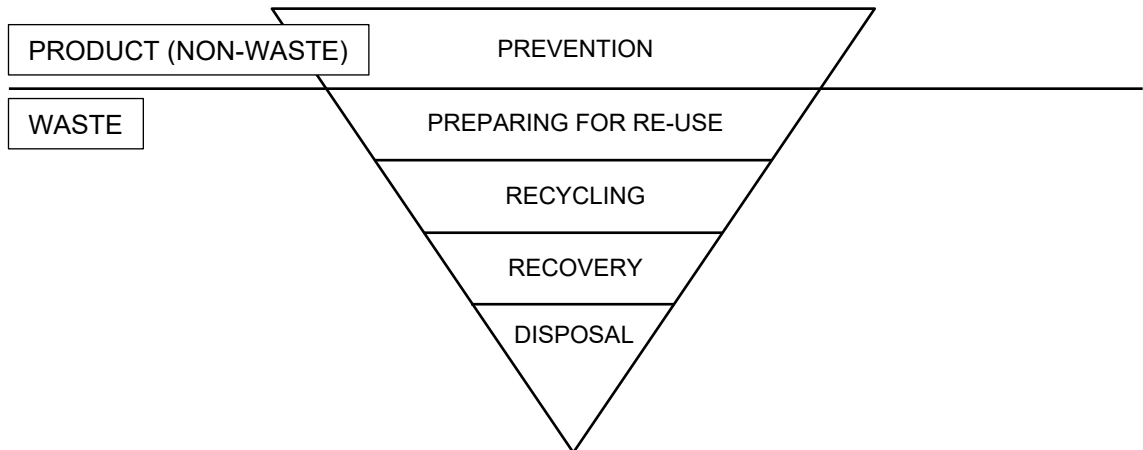
Rakentamisessa syntyy vuosittain noin 100 miljoonaa tonnia jätettä. Se on lähes yhtä paljon kuin kaikissa kotitalouksissa ja palveluissa yhteensä. Tämän jätemäärän pienentämisellä ja tarkoituksenmukaisella käsittelyllä on merkittäviä ympäristövaikutuksia.

Jätteiden tilastoinnilla on keskeinen merkitys kierrätystavoitteiden seurannassa. Täsmällinen ja johdonmukainen tilastointi on kierrätystoiminnan kehittämisen edellytys. Tilastoinnissa on ollut aiemmin merkittäviä puutteita ja sitä on kehitetty vastaamaan paremmin tarpeita.

Eri jätejakeet poikkeavat merkittävästi toisistaan. Tietyt jätteet, kuten metallit, kierrätetään tehokkaasti johtuen niiden korkeasta rahallisesta arvosta. Matala-arvoisemmille jätteille, kuten likaantuneelle puulle ei ole Suomessa yhtä paljon kysyntää. Myös rakentamisen eri toiminnot ovat keskenään erilaisia. Tässä luvussa esitellään jätehierarkia, rakentamisen jätteiden tunnusluvut, tilastoinnin kehittyminen ja merkittävimmät jätejakeet sekä vertaillaan rakentamisen eri toimintoja jätteen muodostumisen näkökulmasta.

3.1 Yleistä

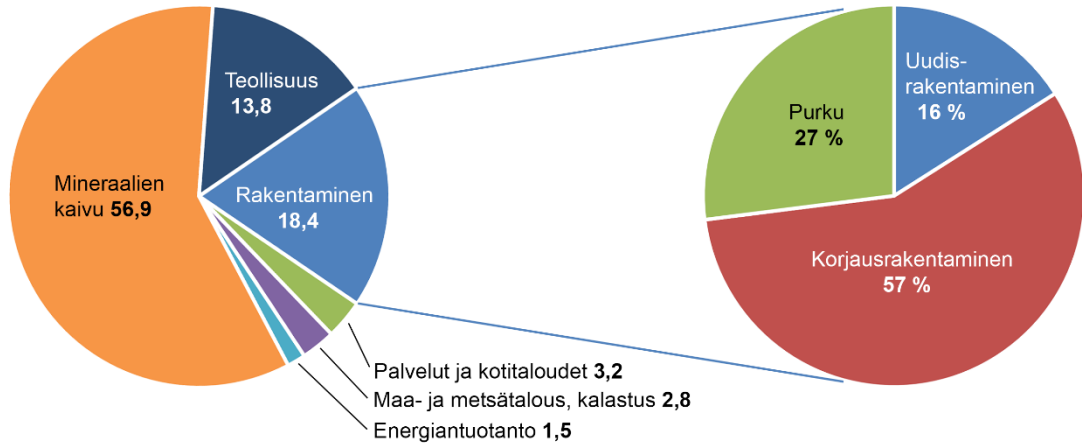
Kansallisen jätelain (646/2011) toisen luvun 8§ mukaan kaikessa toiminnassa on mahdollisuuksien mukaan noudatettava *etusijajärjestystä*. Etusijajärjestys perustuu suoraan EU:n antamaan jätedirektiiviin 2008/98/EC. Direktiivissä käytetään termiä *jätehierarkia* [6].



Kuva 3. Jätehierarkia, perustuu lähteeseen [6].

Kuvassa 3 on kuvattu jätehierarkian rakenne. Jätehierarkian ajatuksena on, että syntyvän jätteen määrää ja laatua on ensisijaisesti pyrittävä vähentämään. Mikäli jätettä kuitenkin syntyy, se on pyrittävä käyttämään uudelleen materiaalina tai kierrättämällä muuten. Mikäli kierrätys ei ole mahdollista, tulee se hyödyntää muuten, kuten energiana. Mikäli sekään ei ole mahdollista, tulee jätteen loppukäsittely toteuttaa muutoin turvallisesti, esimerkiksi kaatopaikalle sijoittamalla. Jätehierarkian etusijajärjestyksestä saa poiketa vain, mikäli se on elinkaariajattelun näkökulmasta tarkoituksenmukaista, eli jos sen ympäristölliset kokonaisvaikutukset jäävät pienemmiksi verrattuna hierarkiassa korkeammalla olevaan toimenpiteeseen [15].

Suomessa syntyy jätettä vuosittain noin 100 miljoonaa tonnia. Vuonna 2011 jätettä syntyi 96,6 miljoonaa tonnia. Rakentamisen toimialalla jätettä syntyi 18,4 miljoonaa tonnia. Tästä valtaosa, 88 % oli maa-ainesjätettä sekä ruoppausmassoja. Maa-aines- sekä ruoppausmassajätteen käsittely jätetään tämän tarkastelun ulkopuolelle. Rakennusjätteen (muun kuin maa-aineksen ja ruoppausmassojen) kokonaismäärä vuonna 2011 oli 2,2 miljoonaa tonnia [16].



Kuva 4. Suomen jätemäärät sektoreittain sekä rakentamisen jätteiden jakautuminen toiminnoittain vuonna 2011 [16], [2].

Kuvan 4 vasemmassa diagrammissa on kuvattu Suomessa sektoreittain syntyneen jätteen määrä miljoonissa tonneissa vuonna 2011 [16]. Oikeanpuoleisen diagrammin luvut kuvaavat rakentamisen jätteiden määrää toiminnoittain [2]. Näistä luvuista on jätetty pois maa-ainesjätteet ja ruoppausmassat.

Rakennusjätteestä valtaosa, 57 % syntyy korjausrakentamisesta. Tämä johtuu siitä, ettei korjausrakentamisessa syntyviä rakennusosia osata tai pystytä käyttämään enää materiaalina. Uudisrakentamisessa muodostuu 16 % jätteistä ja loput 27 % purkutyömailla.

3.2 Määritelmät

Jätelaki määrittelee *jätteeksi* minkä tahansa aineen tai esineen, jonka haltija poistaa käytöstä, aikoo poistaa käytöstä tai on velvollinen poistamaan käytöstä [40]. Rakentamisen toimialan näkökulmasta on oleellista, että pois kaivetut maa-ainekset, joita käytetään muualla kuin alkuperäisellä paikalla, luokitellaan myös jätteeksi.

Jätehierarkian mukaan jätteen syntyä tulee ensisijaisesti *ehkäistä*. Ehkäisemisellä tarkoitetaan toimenpiteitä, jotka toteutetaan ennen kuin aineesta, materiaalista tai tuotteesta tulee jätettä ja joilla vähennetään

- jätteen määrää,
- syntyneen jätteen haittavaikutuksia sekä
- haitallisten aineiden pitoisuuksia [6].

Mikäli ehkäisy ei ole mahdollista, tulee syntyvä jäte *valmistella uudelleenkäyttöön*. Tällä tarkoitetaan tarkastamis-, puhdistamis- tai korjaamistarkoituksessa toteutettavia hyödyntämistoimia, joiden avulla tuotteet tai tuotteiden osat, joista on tullut jätettä, valmistellaan siten, että niitä voidaan käyttää uudelleen ilman esikäsitteilyä.

Jos uudelleenkäyttö materiaalina ei ole mahdollista, tulee jäte *kierrättää*. Kierrätyksellä tarkoitetaan jätemateriaalien käsittelyä uudelleen tuotteiksi, aineiksi tai materiaaleiksi joko alkuperäiseen tai muihin tarkoituksiin. Materiaalin hyödyntäminen energiana tai maantäyttötoimiin ei ole kierrätystä.

Kierrätyksen ollessa mahdotonta voidaan jäte *hyödyntää* muuten. Hyödyntäminen tarkoittaa jätteen käyttöä hyödylliseen tarkoitukseen siten, että sillä voidaan korvata muita materiaaleja, joita olisi muutoin käytetty tähän tarkoitukseen. Esimerkiksi puujätteen polttamisella voidaan vähentää tarvetta turpeen poltolle energiantuotannossa.

Viimeisenä vaihtoehtona jäte tulee *loppukäsittää*. Tämä toimi ei ole hyödyntämistä, vaikka sen toissijaisena seurauksena olisi aineiden tai energian talteenotto. Tällä tarkoitetaan esimerkiksi jätteen sijoittamista kaatopaikalle tai pysyvään varastoon. Myös jätteenpolto ilman energiahyödyntämistä on loppukäsittelyä.

Kierrätyksessä käytetään usein termejä *upcycling* ja *downcycling*. *Upcycling* tarkoittaa jätteen tai materiaalin uudelleenkäyttöä siten, että syntyvällä uudella tuotteella on korkeampi arvo tai joka on ympäristöarvoltaan parempi kuin alkuperäinen jäte tai materiaali. *Downcycling* on tämän vastakohta, eli siinä kulutetaan energiaa, jotta saadaan aikaan alempiarvoinen tuote (esimerkiksi kun sahatavarapuusta tehdään kuiviketta) [17].

3.3 Tilastointi

Talonrakennusjätteet tilastoitiin Suomessa ensi kertaa koko maan kattavasti vuosilta 1988–1992. Selvitys oli Tilastokeskuksen ja ympäristöministeriön yhteinen, ja se oli hyvin seikkaperäinen. Uudisrakentamisen ja purettujen rakennusten osalta tiedot perustuvat Väestörekisterikeskuksen huoneisto- ja rakennustietoihin. Korjausrakentamisen jätteet arvioitiin Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen (VTT, nyk. Teknologian tutkimuskeskus VTT) selvitysten perusteella [18].

Samoin menetelmin jätteet tilastoitiin vuosilta 1997 ja 2000 sekä jatkossa vuosittain. Kustannussyistä jouduttiin kuitenkin siirtymään rakentamisen volyyymi-indeksiin perustuvaan jätemäärien arviointiin. Volyyymi-indeksiin perustuvaan arvioon siirtyminen tarkoitti, että enää ei saatu tietoa jätelajikohtaisista muutoksista tai kierrätysasteen kehitymisestä [18].

Jättemäärien tilastointi perustui vuoteen 2011 asti rakentamisen volyyymi-indeksin seurantaan [18]. Pohjatietona käytettiin Anna-Leena Perälän ja Eero Nippalan vuonna 1998 laatimaa tutkimusta [19] syntyvistä ominaisjättemääristä. Arvio syntyvistä jättemääristä oli perustunut tutkimuksessa kartoitettuihin ominaisjättekertoimiin. Lakien ja asetusten sekä toimintamallien kehittyessä nämä jättemäärien tunnusluvut ovat vanhentuneita eivätkä sovellu jättemäärien tarkkaan arviointiin. Volyymi-indeksiin perustuva tutkimus ei myöskään anna täsmällistä tietoa esimerkiksi kierrätysasteesta.

Vuonna 2011 tilastokeskus teki kyselytutkimuksen rakennusalan yrityksille. Tutkimuksessa selvisi, että tieto rakennusjätteistä oli puutteellista eikä tilastointia voi perustaa rakennusyrityksille tehtyihin kyselyihin. Vuodesta 2011 alkaen talonrakentamisen jätteiden tilastoinnissa siirryttiin käyttämään ympäristöhallinnon YLVA-aineistoa (ent. VAHTI). YLVA on tietojärjestelmä, joka on tarkoitettu ympäristönsuojelulain mukaisille lupa-, ilmoitus- ja rekisteröintivelvollisille, kuten toiminnanharjoittajille ja ympäristöviranomaisille.

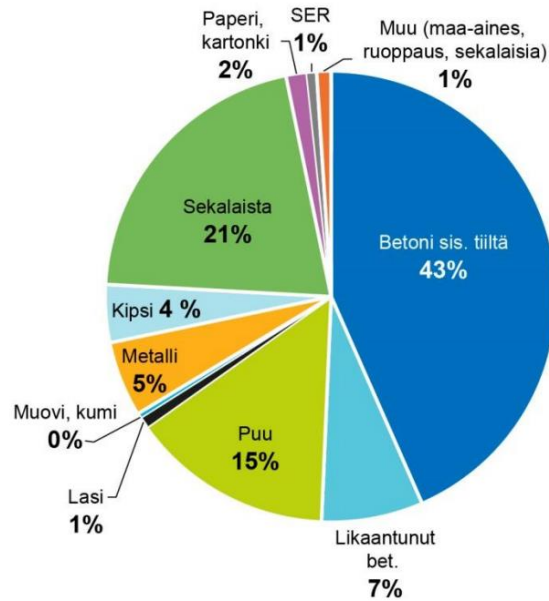
Koska tilastointia on toteutettu vaihtelevin menetelmin, on rakennusjätteiden määrien ja kierrätysasteen vuosien välinen vertailu paikoittain ongelmallista. Tilastotiedot etenkin ennen vuotta 2011 eivät kuvaa tarkasti todellisuutta, sillä volyyymi-indeksiin ja staattisiin kertoimiin perustuvat arviot jättemääristä eivät huomioi esimerkiksi eri jätelajien keskinäisiä suhteellisia muutoksia tai kierrätysastetta lainkaan.

3.4 Jakeet

Valtioneuvoston asetus jätteistä (179/2012) [12] määrää pidettäväksi ja hyödynnettäväksi erikseen seuraavat rakennusjätteet:

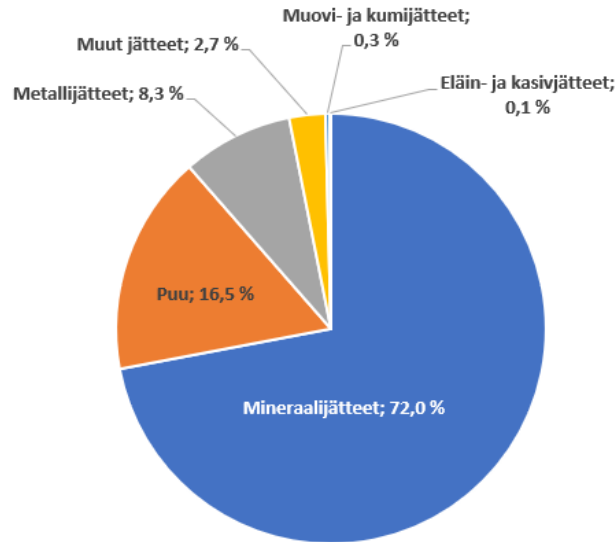
- 1) betoni-, tiili-, kivennäislaatta- ja keramiikkajätteet,
- 2) kipsipohjaiset jätteet,
- 3) kyllästämättömät puujätteet,
- 4) metallijätteet,
- 5) lasijätteet,
- 6) muovijätteet,
- 7) paperi- ja kartonkijätteet sekä
- 8) maa- ja kiviainesjätteet.

Massamäärällisesti valtaosa (88 % vuoden 2011 kyselytutkimuksen mukaan) rakentamisen toimialalla syntyvästä jätteestä on maa- ja mineraalijätettä. Suuren suhteellisen osuutensa takia maa- ja mineraalijäte jätetään seuraavan tarkastelun ulkopuolelle.



Kuva 5. Jättekertoimiin perustuva arvio rakentamisen toimialalla syntyvien jätejakeiden suhteellisista osuuksista. Kokonaisjättemäärä 2,5 milj. tonnia (2013). [18]

Kuvassa 5 on esitetty rakentamisen toimialan jätejakeiden suhteelliset osuudet. Diagrammi ei sisällä maa- ja mineraalijätteitä. Huomataan, että massamäärällisesti merkittävimmät syntyvät jätejakeet vuonna 2013 olivat betoni, puu ja metalli. Huomionarvoista on, että suhteelliset määrät perustuvat jättekertoimiin, eikä niitä voi suoraan verrata tilastokeskuksen tietoihin. Esimerkiksi puujätteen määräksi saadaan jättekertoimiin perustuvalla arviolla $2,5 \text{ miljoonaa tonnia} * 15 \% = 375\,000 \text{ tonnia}$, kun tilastokeskuksen tieto samalta vuodelta on $141\,585 \text{ tonnia}$. Voidaan siis todeta, ettei jättekertoimiin perustuvia arvioita voi verrata tilastokeskuksen tietoihin.



Kuva 6. Tilastokeskuksen tietoihin perustuva tieto jättejakeiden keskinäisistä suhteista vuosilta 2015–2018. Kokonaisjättemäärä 1,7 milj. tonnia (keskiarvo) (katso liite A).

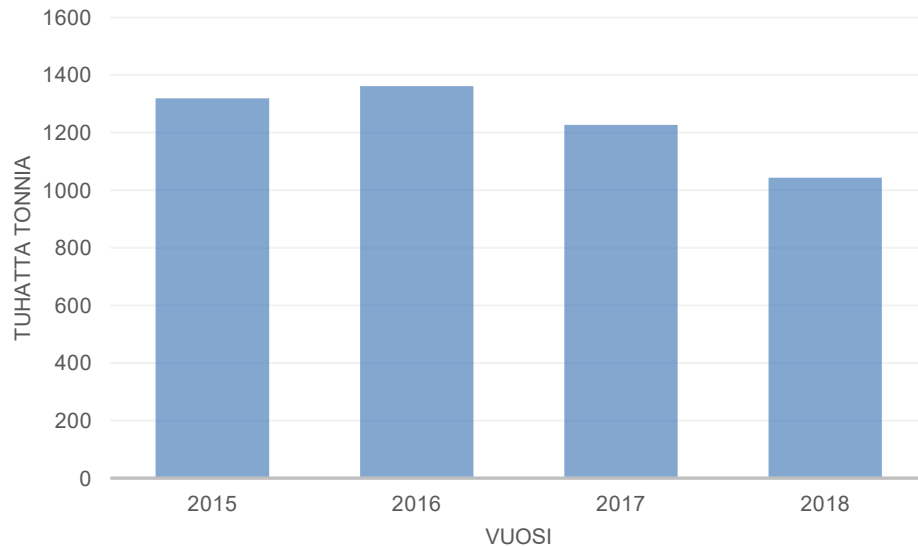
Tilastokeskuksen tietojen mukaan maa-ainesten korkea suhteellinen osuus vastaa vuoden 2011 kyselytutkimuksen tuloksia. Vuosina 2015–2018 maa-ainesta oli jättejakeiden kokonaismäärästä 87,83 prosenttia (katso liite A).

Jos sivuutetaan kokonaan mineraalijäte, huomataan että valtaosa (59 %) syntyvästä jätteestä on puujätettä. Puujätteen absoluuttisella määrällä on siksi merkittävä vaikutus koko syntyvään jättemäärään.

3.4.1 Mineraalijäte

Mineraalijäte on pääasiassa betonijätettä. Suurin osa mineraalijätteestä syntyy korjausrakentamisen sekä purkutoiminnan seurauksena. Koska mineraalijätteestä muodostuu merkittävä osa kaikista syntyvistä jätteistä, on sen uusiokäytöllä suuri merkitys kansallisten kierrätystavoitteiden näkökulmasta.

Mineraalijäte muodostaa massamäärällisesti suurimman osan rakentamisen jätteistä. Tilastokeskus ei ole tilastoinut erikseen talonrakentamisesta (ml. korjaus- ja uudisrakentaminen sekä purkutyöt) ja maarakentamisesta syntyviä maa- ja mineraalijättemääriä. Tämän takia vuosien välinen vertailu on hankalaa. Ennen vuotta 2015 mineraalijätteet kuuluivat samaan kategoriaan maa-ainesten kanssa, joten vertailua ennen vuotta 2015 ja sen jälkeen syntyneistä mineraalijättemääristä ei voida tehdä. Tarkastellaan mineraalijätteen kokonaismääriä vuosina 2015–2018.



Kuva 7. Rakentamisessa syntynyt mineraalijäte (tuhatta tonnia) vuosittain (2015-2018) (katso liite A).

Jätekertoimiin perustuvan arvion mukaan talonrakentamisen jätteistä puolet on mineraalijätettä. Käytännössä lähes kaikki tästä on purku- korjausrakentamisen työmailla syntyvää betonijätettä. Kuvasta 7 nähdään, että vuosien 2015 ja 2018 välisenä aikana mineraalijätettä syntyi keskimäärin noin 1200 tuhatta tonnia vuodessa. Tämä on 72 % kaikista vuosittain syntyneistä rakentamisen jätteistä. Laskentatavasta riippumatta on selvää, että mineraalijäte on massamäärällisesti merkittävin rakentamisessa syntyvä jätteenjake.

Betoniteollisuuden etujärjestön lehden mukaan puretusta betonijätteestä hyödynnetään noin 80 %. Tästä kierrätetystä määrästä lähes kaikki, 95 % käytetään murskeena maarakentamisessa. Betonimurske soveltuu käytettäväksi esimerkiksi tierakenteisiin, jotta sen lujuudesta. Tämä vähentää tarvetta primääriseen kiviainekseen käytölle. Betonimurskeelle on suuret markkinat, sillä se kattaa tällä hetkellä maarakentamisessa vain noin prosentin käytetystä kivimäärästä. Haasteena betonimurskeen käytössä ovat purkujätteen muut epäpuhtaudet, kuten betonissa kiinni olevat kiinnikkeet sekä muut materiaalit [20].

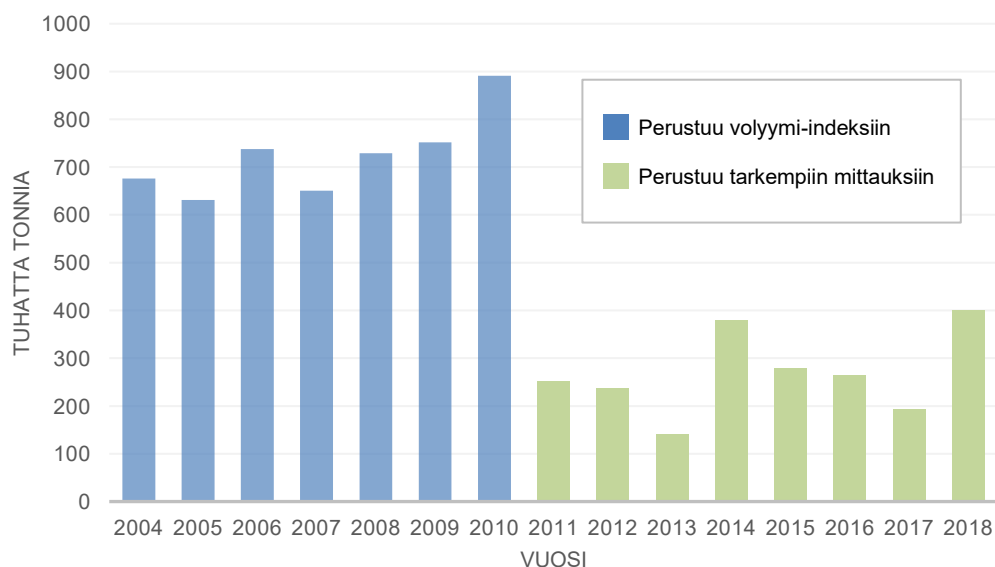
Jotta betonimursketta voisi käyttää rakentamiseen, sen tulee täyttää tietyt vaatimukset. Valtioneuvoston asetus eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa asettaa pohjavaatimukset betonin laadulle epäpuhtauksien kuten puun, metallien ja tiilijätteen osalta [55]. Lisäksi Tiehallinnon (nyk. Väylävirasto) ohjeessa määritellään betonimurskeelle laatuluokat (BEM I – IV). Betonimurskeen laatuluokka määräytyy sen tarkempien ominaisuuksien, kuten syntypaikan, puristuslujuuden ja routivuuden perusteella. Vaatimukset materiaalin ominaisuuksille ja laatuluokalle määräytyvät käyttötarkoituksen mukaan [56].

Betonin murskaaminen ja uusiokäyttö vaativat energiaa ja ovat *downcycling*-kierrätystä. Vaikka betonimurskeen lujittumisen takia sitä voidaan käyttää ohuempina rakennekerroksina, on sen valmistus huomattavasti luonnonkivimurskeen valmistusta kalliimpaa.

Saksassa on kehitetty vaihtoehtoinen menetelmä betonin kierrättämiseksi sen arvoa alentamatta [21]. Menetelmän ajatuksena on käyttää betonielementtitalojen elementtejä kokonaisina uudelleen uudisrakentamisessa. Menetelmä on osoittautunut mahdolliseksi ja ympäristön kannalta positiiviseksi vaihtoehdoksi. Lisäksi sillä on saavutettu rungon ja vaipan kustannuksissa keskimäärin 30 % taloudellinen säästö. Menetelmää on kokeiltu myös Suomessa Raahen Kummatin lähiössä, missä purettuja betonielementtejä käytettiin kylmien ulkorakennusten rakentamiseen [22].

3.4.2 Puujäte

Puujätettä syntyy talonrakentamisessa, sekä uudis- että korjausrakentamisen työmailla. Puuta käytetään erilaisten väliaikaisten rakennelmien, kuten telineiden, tasojen sekä betonivalumuottien rakentamisessa. Suomessa metsäteollisuus on merkittävä teollisuudenala, ja metsien merkitys Suomen taloudelle on ollut aina keskeinen. Toimialan koon myötä markkinat ovat suuret ja tuotteita on helposti saatavilla [41].



Kuva 8. Rakentamisessa syntynyt puujäte (tuhatta tonnia) vuosittain (2004-2018) (katso liite A).

Puujätettä syntyi rakentamisen toimialalla vuosina 2004–2010 keskimäärin 724 tuhatta tonnia. Arviot perustuvat rakentamisen volyymiin sekä käytettyihin kertoimiin. Vuoden 2011 jälkeen syntyneen puujätteen määrä perustuu tarkempiin tilastollisiin tietoihin, ja puujätettä syntyi vuosina 2011–2018 keskimäärin 268 tuhatta tonnia (katso liite A).

VTT on laatinut laatuluokitusohjeen käytöstä poistetulle puulle [23]. Ohjeen mukaan käytöstä poistettu puu luokitellaan sen puhtauden ja käyttömahdollisuuksien mukaan luokkiin A, B, C tai D [24].

A-luokan puulla tarkoitetaan kaupan ja rakennustyömaiden neitseellisiä puujätteitä, joista voidaan valmistaa biopolttoainetta joko sellaisenaan, tai yhdessä B-luokan puun kanssa. B-luokan puu on käsiteltyä, esimerkiksi maalattua puuta. C-luokkaan kuuluu kaikki purkutyömailta tuleva puujäte. Myös purkupuuta voidaan hyödyntää myös biopolttoaineentuotannossa, ja siihen sovelletaan A ja B-luokkien tavoin jätteenpolttoasetusta. Luokan D puu on suoja-ainekäsiteltyä ja sisältää halogenoituja orgaanisia yhdisteitä tai raskasmetalleja. D-luokan puu on vaarallista jätettä [25].

Jätelain velvoittavan etusijajärjestyksen mukaan syntynyt puujäte tulee käyttää uudelleen ensisijaisesti materiaalina. Koska Suomessa on paljon metsäteollisuutta ja sen myötä teollisuuden sivuvirtoja, on jalostukseen kelpaavia, huonompilaatuisia raaka-aineita paljon tarjolla. Siksi rakentamisessa syntyvälle, epäpuhtauksia (naulat, kiinnikkeet, betoni) sisältävälle puujätteelle ole juuri kysyntää. Lähes kaikki puun kierrätys on *downcyclingia*. Jätepuusta voidaan valmistaa esimerkiksi lastu- ja kuitulevyä, muovikomposiittia tai lannan kuivikeainetta.

Myllymaa & Dahlbo mukaan puujätteen elinkaaritarkastelusta on hyvin vähän tutkimuksia [26]. Ympäristövaikutuksia on tutkittu lähinnä vain puun energiakäytön ja toisaalta kaatopaikkasijoittamisen näkökulmasta. Puun uusiokäyttö materiaalina on ympäristön kannalta järkevää, mikäli tuotteille löytyy markkinat. Suomen metsäteollisuuden sivuvirtojen tuotteita on kuitenkin runsaasti saatavilla, ja tällä hetkellä esimerkiksi kaikki lastulevy voidaan valmistaa näistä parempilaatuisista materiaaleista [27].

Puujätteen polttamisella voidaan hyödyntää puun energiasisältö. Mikäli jättepuu hyödynnetään energiana polttamalla sitä monipolttoainekattilassa turpeen sijaan, voidaan vähentää turpeenotosta ja -poltosta aiheutuvia hiilidioksidipäästöjä [26]. Elinkaariajattelun mukaan bioperäisten hiilidioksidipäästöjen ei ajatella aiheuttavan ilmastonmuutosvaikutusta, koska hiilidioksidi sitoutuu biomassaan sen kasvaessa [27].

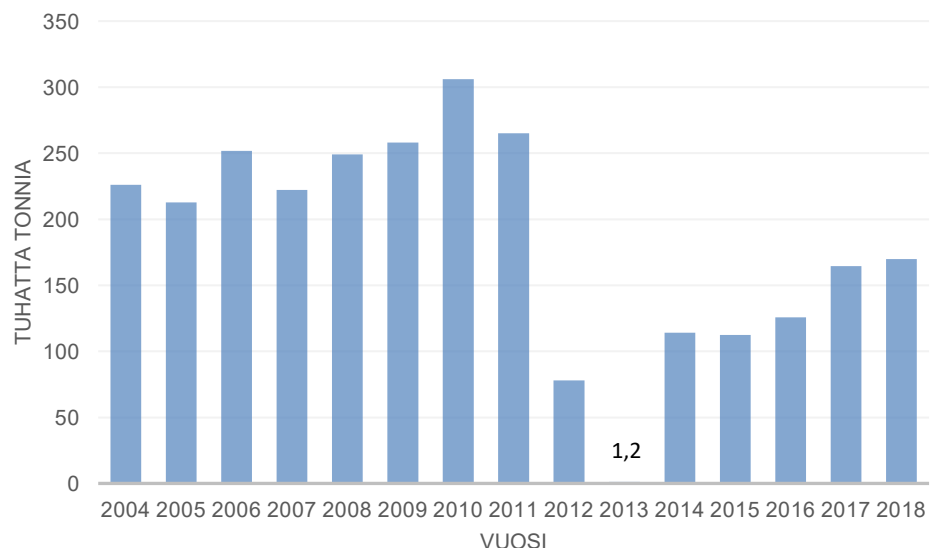
Puujätteen ollessa erityisen hyvälaatuista ja homogeenista voidaan sitä käyttää myös metsäteollisuuden sivutuotteiden lisäksi valmistettaessa lastu- tai kuitulevyä, komposiitin tukiaineena, muovikomposiittimateriaaleina tai lannan kuivikeaineena (luokat A ja B). Puujätteen hyödyntämisessä raaka-aineena hiili sidotaan pitkäaikaiseen varastoon, jolloin uusi materiaali toimii hiilinieluna.

Ympäristökeskuksen selvityksen mukaan ympäristölle aiheutuvat kokonaisvaikutukset huomioituna Suomessa kannattaa poiketa jätehierarkian etusijajärjestyksestä. Suomessa puun hyödyntäminen energiana on perusteltua, sillä lämpöenergian tarve on suurta etenkin talvisin. Suuren puujättemäärän takia Suomessa on hyvin vaikeaa saavuttaa rakennusjätteen 70 %:n materiaalina kierrätystavoite [27].

Puun hyödyntämisessä lämpöenergiana on erotettava suurkattilat ja masuunit pienemmistä puukattiloista ja kotitalouksien tulisijoista. Koska lämmöntuotantolaitosten masuunit ovat teknisesti edistyneitä ja niissä on tehokkaat hiukkastensuodatusjärjestelmät, ovat puunpolton ympäristövaikutukset hyvin erilaiset verrattuna kotitalouksien tulisijoihin. Parhaimmillaan lämmöntuotantolaitoksen hiukkaspäästöt tuotettua energiayksikköä kohti voivat jäädä jopa alle sadasosaan pienempään tulisijaan verrattuna [42].

3.4.3 Metallijäte

Rakentamisessa käytettiin erilaisia metalleja vuonna 2010 arviolta yhteensä 455,7 tuhatta tonnia. Tästä valtaosa, noin 98 % oli terästä [28]. Terästä käytetään teräsrunkorakennusten runkomateriaalina sekä teräsbetonirakenteissa jännityksiä vastaan ottavana rakenneosana. Metallijätteet syntyvät pääasiassa näiden rakenteiden purku- ja korjausrakentamisen tuloksena. Rakentamisen toimialalla valmistusromun, eli paikalla syntyvien ylijäämäpalojen kuten rauditusverkon hukkapalojen määrä on vähäinen. Tämä johtuu siitä, että rakenneosat ovat usein etukäteen valmistettuja tai osittain valmistettuja valmiselementtejä [19].



Kuva 9. Rakentamisessa syntynyt metallijäte (tuhatta tonnia) vuosittain (2004-2018) (katso liite A).

Rakentamisen toimiala tuottaa merkittävän määrän yhteiskunnan metalliromusta. Kuvassa 9 on kuvattu metallijätteen määrää vuosittain vuosina 2004–2018. Niin tässä, kuten myös puujätteen määrässä näkyy selvä muutos vuoden 2011 tienoilla, kun tilastointimenetelmiä muutettiin. Vuoden 2013 kertynyt metallijättemäärä (1 178 tonnia) on aineiston laadusta johtuva tilastointivirhe, ja se jätetään huomiotta.

Syntyneiden jättejakeiden voidaan olettaa niiden syntyvän takia vastaavan rakentamisessa käytettyjä metalleja. Valtaosa, lähes kaikki muodostuvasta metallijätteestä on teräs- sekä teräsbetonirungoista peräisin olevaa terästä. Lisäksi puretuissa rakenteissa on huomattava määrä kuparia sekä alumiinia. Vaikka kuparin suhteellinen määrä kaikissa rakentamisessa syntyvissä jätteissä onkin pieni, on rakentaminen merkittävin kuparijätettä tuottava syntypaikka: noin puolet romuliikkeiden vastaanottamasta kuparista syntyy rakentamisessa [28].

Metallijätteet on perinteisesti saatu hyödynnettyä hyvällä kierrätysasteella johtuen metallien helpposta kierrätettävyydestä sekä korkeasta rahallisesta arvosta. Pääasiassa metalliromu käytetään uudelleen sulattamalla ja valmistamalla siitä uudelleen samaa metallia, metallialostetta tai vähintään saman tuoteryhmän tuotetta. Esimerkiksi rauta- ja teräsromua käytetään yhtenä pääraaka-aineena ruostumattoman teräksen valmistukseen. Käytännössä tämä voi tarkoittaa sitä, että puretun rakennuksen teräsosat sulatetaan, ja niistä valmistetaan uusia teräsosia rakennusteollisuuden tarpeisiin [28].

Rakentamisessa käytetyt metallit pystytään kierrättämään melko hyvin. Tämä johtuu siitä, että rakenteissa käytetyt metallikappaleet ovat yleensä massiivisia verrattuna esimerkiksi käyttöesineiden ja kulutustuotteiden kokoon. Lisäksi rakentamisessa käytetyt metallit pysyvät melko hyvin paikoillaan eivätkä leviä ympäristöön. Nämä kaksi syytä johtavat siihen, että suurien metallimäärien talteenotto rakennusjätteestä on melko helppoa verrattuna yhdyskuntajätteen tai kompleksisempien materiaalien mukana kulkevan metallijätteen talteenottoon.

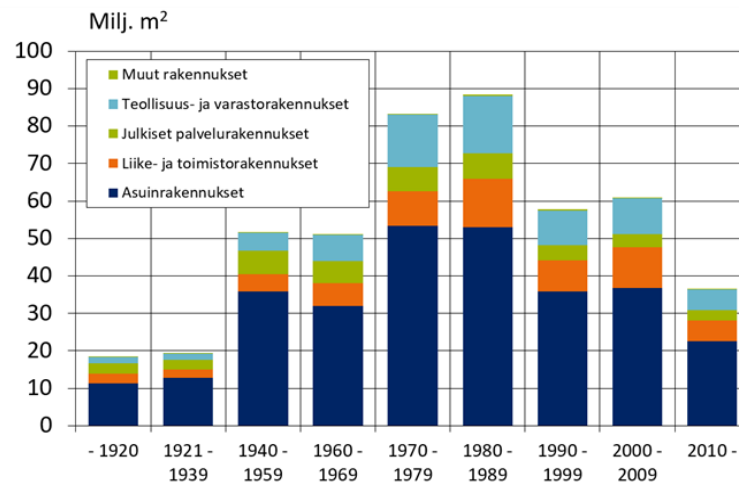
3.5 Rakentaminen

Suomen rakennetun ympäristön arvo on 565 miljardia euroa. Se muodostaa yli 70 prosenttia koko Suomen kansallisvarallisuudesta. Rakennettu ympäristö ja sen ylläpito työllistää joka viidennen Suomen työllisistä (520 000 henkilötyövuotta vuonna 2011) [43].

Talonrakentaminen voidaan jakaa edelleen kolmeen eri toimintoon: uudis- ja korjausrakentamiseen sekä purkutoimintaan. Jätteen tuottamisen näkökulmasta toiminnot poikkeavat huomattavasti toisistaan niin jätteen kokonaismäärän, kun syntyvien jakeidenkin osalta.

Merkittävä osa Suomen rakennuskannasta on rakennettu 1960-1980-luvuilla. Nämä rakennukset ovat tulossa peruskorjausikään, ja tarvitsevat mittavia korjauksia kosteus- ja homevaurioiden vuoksi [45].

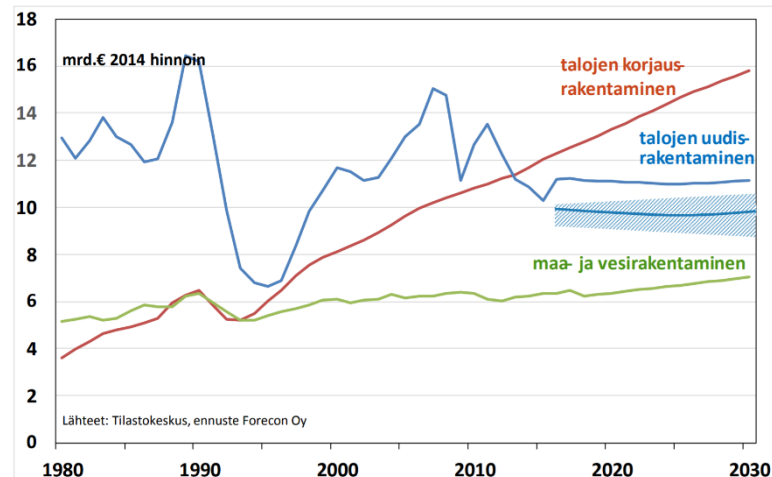
Rakennuskannan ikäjakauma



Kuva 10. Rakennuskannan ikäjakauma [43].

Rakennusten ”suurten ikäluokkien” tullessa peruskorjausikään on selvää, että korjausrakentaminen on kehittyvä toiminto tulevaisuudessa. Riippuen käytetystä mittarista, voidaankin jo nyt puhua korjausrakentamisen määrän ohittaneen uudisrakentamisen.

Rakentamisen määrä vuoteen 2030



Kuva 11. Rakentamisen määrä vuoteen 2030 [44].

Kuvasta 11 nähdään, että korjausrakentamisen kasvun oletetaan pysyvän nykyisellä tasollaan. Sen sijaan uudisrakentaminen, joka on herkempi suhdannevaihteluille, tasoittuu nykyiselle tasolle. Kuvasta nähdään myös 1990-luvun laman, sekä vuoden 2008 finanssikriisin heikompi vaikutus korjausrakentamiseen verrattuna uudisrakentamiseen.

3.5.1 Uudisrakentaminen

Uudisrakentamisessa syntyy määrällisesti vähiten jätettä. Rakennettavan kohteen laatu vaikuttaa syntyvän jätteen määrään huomattavasti. Jätettä syntyy uudisrakentamisessa rakennustyyppikohtaisesti seuraavasti:

- omakotitalokohteiden rakennusjätettä 11 kg/r-m³
- asuinkerrostalokohteiden rakennusjätettä 6 kg/r-m³
- teollisuus- ja varastorakennuskohteiden jätettä 3 kg/r-m³ [19].

Nämä ovat rakentamisen volyyymiin perustuvassa jätemäärien laskennassa käytettäviä jätemäärien ominaisarvoja. Ne ovat tutkimuksessa löydettyjä tunnuslukuja, eivätkä kuvaa yksittäisten kohteiden jätemääriä tarkasti. Ominaisarvoihin kuuluvat kaikki rakennustyömaalla syntyvät jätteet. Lukuihin ei sisälly rakenteisiin ylijäämänä jäävät materiaalit eivätkä pakkausjätteet.

Betonituotteet, tiilet ja muut mineraalipitoiset jakeet muodostavat 65 % kaikesta syntyvästä uudisrakentamisen jätteestä. Neljännes jätteistä on puuta, ja loput metalli- ja sekajätettä. Rakennuskohteen käyttötarkoitus ja koko vaikuttavat syntyvien jätteiden määrään sekä jätejakeiden jakautumiseen [19].

3.5.2 Korjausrakentaminen

Korjausrakentamisen työmailla syntyy enemmän jätettä verrattuna uudisrakentamiseen. Tämä johtuu siitä, että puretut korvattavat materiaalit, kuten esimerkiksi LVIS-tekniikka, ovat usein saapuneet elinkaarensa päähän ja ovat siksi käyttökelvottomia materiaalina. Myös syntyvä puujäte on useimmissa tapauksissa huonolaatuista sen sisältämien epäpuhtauksien takia.

Korjausrakentamisessa syntyvä jätemäärä on huomattavan riippuvainen korjausasteesta. Tyypillisiä jätemääriä korjausrakentamisessa syntyy:

- pintaremonteissa 0,5–2 kg/r-m³
- keskiraskaissa korjauksissa 2–15 kg/r-m³
- raskaissa korjauksissa 15–100 kg/r-m³
- koko rakennuksen purkamisessa 200–500 kg/r-m³ [19].

Noin puolet kaikista korjausrakentamisen jätteistä on mineraalijätettä [18] mutta korjattavan kohteen tyypistä riippuen mineraalijätteen osuus voi olla jopa yli 90 %. Myös sekajätteen osuus korjausrakennuskohteissa voi olla huomattavan suuri [19].

3.5.3 Purkutoiminta

Purku- ja korjausrakentamisen jätemäärät limittyvät usein ja niitä on haastava erottaa. Tämä johtuu siitä, että mikäli rakennuksesta jätetään osakin purkamatta, se ei mene purettujen rakennusten rekisteriin, ja syntyvät jätteet päätyvät korjausrakentamisen tilastoihin. Lisäksi ongelmana on tilastojen epätarkkuus. Purkamisesta on tehtävä ilmoitus kunnan rakennusvalvontaan, mutta annetut tiedot ovat usein epätäydellisiä [2].

Lisäksi hankkeeseen ryhtyvä on velvollinen laatimaan purkukartoituksen, jossa selvitetään rakennuksessa esiintyvät haitalliset aineet ja materiaalit, niiden sijainnit ja määrät sekä muiden purkamisessa syntyvien materiaalien lajit, määrät ja sijainti. Lisäksi päätoimittaja laatii purkus suunnitelman, jonka avulla suunnitellaan purkuvaiheen toteutus [46].

Purkutoiminnan jakeiden keskinäiset suhteet poikkeavat uudis- ja korjausrakentamisen jakeista. Purkutoiminnassa yleisimmin syntyvä jätejake on mineraalijäte, joka muodostaa lähes kaksi kolmasosaa kaikesta purkutoiminnan jätteestä [19]. Muita jakeita ovat puu- metalli- ja sekajäte (kuva 12).

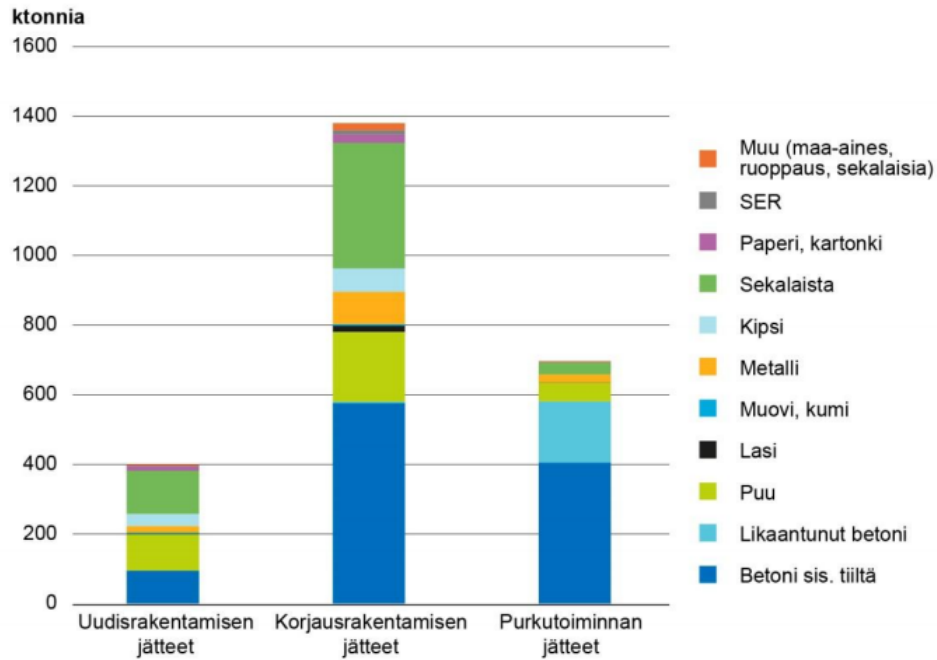
Purkutoiminnalle ominaista on, että kaikki purkamisessa syntyvä materiaali on jätettä. Kuitenkin koska jätteet päätyvät tilastollisesti purkutoiminnan piiriin vasta kun koko rakennus puretaan, syntyy korjausrakentamisessa kaksinkertainen määrä jätettä purkutoimintaan verrattuna.

3.5.4 Toimintojen vertailu

Vuonna 2011 rakennusjätteen kokonaismäärä ilman maa-ainesjätettä ja ruoppausmassoja oli 2,2 miljoonaa tonnia [16]. Samaan aikaan koko vuoden tuotannon kulutuksen jätteiden kokonaismäärä oli 96 miljoonaa tonnia. Kotitalouksien ja palveluiden jätemäärä oli 3,2 miljoonaa tonnia, josta valtaosa oli yhdyskuntajätettä.

Koko Euroopan mittakaavassa syntyvän rakennusjätteen määrä on varsin merkittävä. Rakennusjäte muodostaa kolmanneksen kaikesta EU:n jäsenvaltioiden jätteistä, noin 500 miljoonaa tonnia vuodessa. Tästä määrästä kierrätettiin 46 % vuonna 2009. Arvion on tosin todettu olevan epätarkka [29].

Rakentamisessa syntyvien jätejakeiden keskinäiset suhteet ovat toimialasta riippuvaisia. Seuraava vertailu kuvastaa rakentamisen eri toimintojen (uudis-, korjaus- ja purkutoiminta) välisiä suhteellisia jätejakeosuuksia.



Kuva 12. Jättekertoimiin perustuva arvio jätemäärien- ja koostumuksen jakautumisesta eri toimialoittain vuonna 2013 [18].

Huomataan, että yli puolet kaikesta jätteestä syntyy korjausrakentamisen seurauksena. Uudisrakentamisessa jätettä syntyy melko vähän, vaikka toiminnan laajuus on samaa luokkaa korjausrakentamisen kanssa. Tästä seuraa, että painopisteen siirtyessä uudisrakentamisesta korjausrakentamiseen, tulee myös jätettä syntymään enemmän. Myös jättejakeiden suhteet poikkeavat toisistaan. Mineraalijäte muodostaa valtaosan etenkin korjausrakentamisessa ja purkutoiminnassa, kun taas puujätteen korkea osuus korostuu uudisrakentamisessa.

Korjausrakentamiseen liittyy erityisiä haasteita verrattuna uudisrakentamiseen. Haasteena on usein epävarmuus rakennuskohteen tiedoissa, sekä rakennuksen käyttö samaa aikaa korjaushankkeen kanssa [47]. Uudisrakentamista voidaan tehdä paljon suunnitelmallisemmin verrattuna korjausrakentamiseen, mikä näkyy myös pienemmissä jätemäärissä. Suurin osa vaikeasti hyödynnettävästä rakennussekajätteestä syntyy korjausrakentamisen yhteydessä. Näitä jätteitä ovat esimerkiksi kylpyhuoneen ja WC:n kalusteet, lattiamatot, peilit, ikkunat ja eristevillat [48].

Rakennustuoteteollisuuden jätteet eivät kuulu rakentamisen toimialan jätteisiin [49]. Rakennustuoteteollisuudessa syntyy suunnilleen yhtä paljon jätettä kuin rakentamisessa [50]. Mitä enemmän rakentamisessa käytetään valmiita elementtejä, sitä enemmän jätteitä siirtyy rakentamisesta rakennustuoteteollisuuteen. Tämä ei kuitenkaan tarkoita, että

jätteitä ei syntyisi rakentamisen seurauksena. Syntyvä jäte tilastoidaan rakennustuote-teollisuuden jätteeksi.

Ympäristöministeriö toteaa raportissaan *Rakentamisen materiaalihokkuuden edistämishjelma*, että tieto rakennusjätteen määrästä, laadusta ja syntypaikasta on liian epätarkkaa [2]. Tämä johtuu tavasta, jolla tietoa on kerätty. Tilastot perustuvat kyselytutkimuksiin sekä rakentamisen yhteydessä rakennushankeilmoitusten sisältämään tietoon hankkeen koosta. Tilastoinnin luotettavuuden parantamiseksi ehdotetaan tilastointivas-tuun siirtämistä jätteitä vastaanottavan osapuolen piiriin. Tämä edellyttää kirjanpitojär-jestelmien täsmentämistä sekä digitaalisten järjestelmien kehittämistä.

4. KIERRÄTYKSEN KEHITYS

Suomen rakennuskannasta on rakennettu vuoden 1960 jälkeen kolme neljäsosaa ja yli 40 prosenttia vuoden 1980 jälkeen. Suuri osa rakennuksista on tulossa peruskorjausikään, joka on noin 35–45 vuotta. Tämä tarkoittaa rakentamisen painopisteen siirtymistä ylläpitoon ja korjausrakentamiseen [30]. Korjausrakentamisen määrä on ohittanut uudisrakentamisen ja tämän kehityksen uskotaan myös jatkuvan tulevaisuudessa [31], [44].

Koska rakennusten raskaissa peruskorjauksissa syntyy paljon jätettä verrattuna uudisrakentamiseen, on kierrätyksen ja materiaalitehokkuuden kehittämiseksi kasvava tarve. Kierrätysmäärät ja hyödyntäminen ovat suhteellisen lyhyessä ajassa kehittyneet paljon, mutta 70 % materiaalihyödyntämiseeseen on vielä matkaa.

Tässä luvussa tarkastellaan rakennusteollisuuden jätemäärien muutosta sekä arvioidaan tulevia muutoksia.

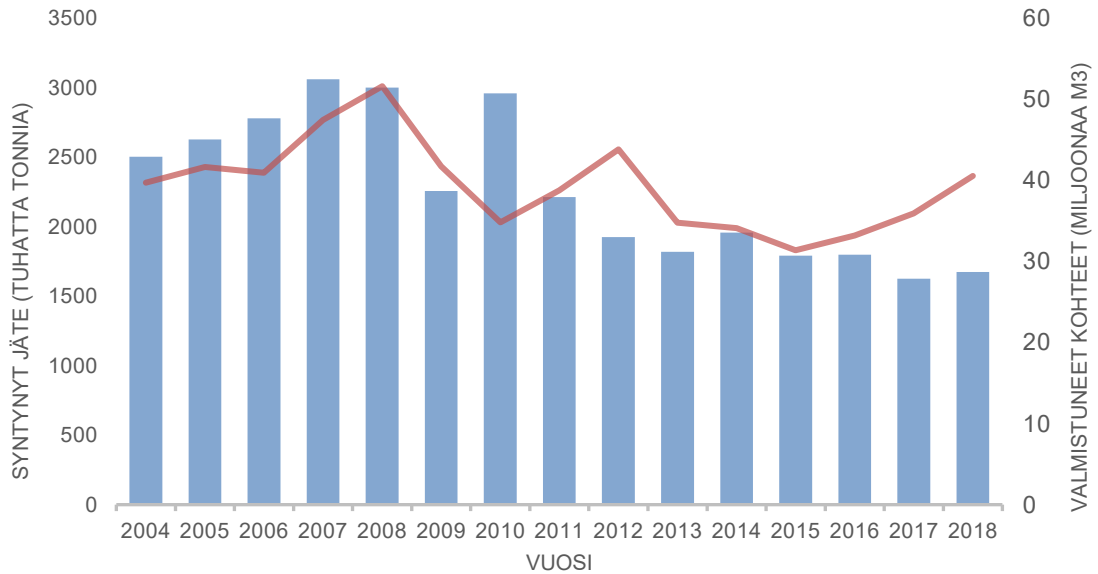
4.1 Jättemäärien kehitys

Rakennusalan jätemäärät korreloivat voimakkaasti rakentamisen määrän kanssa. Korrelaatio on niin selkeä, että jätemääriä tilastoidessa on vuoteen 2011 asti käytetty kustannussyistä volyymi-indeksiä ja rakentamistyyppin (uudis- ja korjausrakentaminen sekä purkutoiminta) vakiokertoimia syntyneiden jätemäärien arviointiin [18]. Tämä arviointitapa on kuitenkin epätarkka. Sen lisäksi että arviot ovat epätarkkoja, jätemäärien arviointi ominaisjättekertoimiin perustuen ei ohjaa toiminnan kehittämiseen.

Etusijajärjestyksen mukaan ensisijainen toimi jätteen määrän vähentämiseksi on ehkäistä jätteen syntyä. Tämän kehityksen tarkastelu ei ole mahdollista, mikäli jätemäärien tilastointi perustuu volyymi-indeksiin ja vakiokertoimiin, sillä tällöin arviot jätemääristä muuttuvat suoraan rakentamisen määrän mukana. Helpoin yksittäinen tapa rakentamisen jätteiden vähentämiseen on vähentää rakentamista. Etenkin paljon jätteitä muodostavan korjausrakentamisen vähentämisellä on suora vaikutus syntyvän jätteen määrään. Kokonaisuhyötyjen näkökulmasta kansallisen omaisuuden laiminlyönti ei ole kuitenkaan toivottava ratkaisu rakentamisen jätteiden määrän vähentämiseen.

Korjausrakentamisen vähentämistä ja sitä kautta korjausvelan kasvattamista parempi vaihtoehto on suosia valmiselementtirakentamista. Elementtitehtailla jätteiden lajittelu ja hyödyntäminen ovat paljon helpompaa verrattuna paikallaan rakentamiseen.

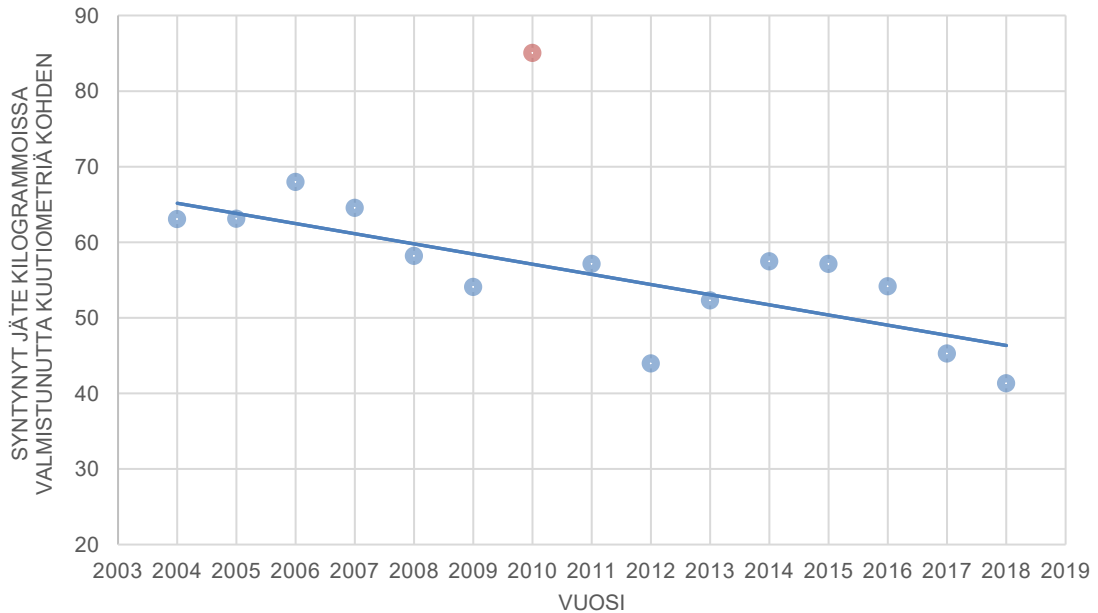
Tarkastellaan seuraavaksi syntyneiden jätemäärien sekä rakennettujen kuutiometrien kehitystä vuosien 2004–2018 aikana.



Kuva 13. Rakentamisessa syntyneet jätteet ja valmistuneet kuutiometrit.
(katso liite A ja liite B)

Kuvassa 11 on esitetty syntyneen jätteen määrä tuhansissa tonneissa (siniset palkit) sekä valmistuneiden kohteiden määrä miljoonissa kuutiometreissa (punainen viiva). Rakennus- ja asuntotuotannon perusjoukkoon kuuluvat rakennuslupaa edellyttävät uudet rakennukset, laajennukset ja uudelleen rakentamiseen verrattavat muutokset, näiden rakennusvaihetiedot sekä näihin sijoittuvat uudet asuinhuoneistot. Jättemääriin on sisällytetty kaikki muut jätteet paitsi maa-ainekset ja ruoppausmassat. Koska tilastointimenetelmät ovat vaihdelleet ja olleet staattisia arvioita ennen vuotta 2011, on vuosien 2004–2011 välisessä jättemäärien arvioinnissa käytetty hyväksi arviota, jonka mukaan n. 88 % kaikista rakennusalalla syntyvistä jätteistä on maa-aineksia. Tämä on todettu vuoden 2011 Jätetilastossa [16]. Havaintoa vahvistaa myöhempien vuosien tarkempi tilastodata (katso liite A).

Jätteiden ja kuutiometrien määrästä voidaan laskea, että jokaista valmistunutta kuutiometriä kohden syntyy noin 60 kilogrammaa jätettä (ei sisällä maa-aineksia tai ruoppausmassoja). Tämä antaa suuruusluokan rakentamisen jättemäärille valmistunutta yksikköä kohden. Tarkastellaan seuraavaksi sen kehitystä.



Kuva 14. Rakentamisessa syntyvän jätteen määrä suhteessa valmistuneisiin rakennuksiin. Perustuu liitteisiin A ja B.

Kuvassa 14 on tarkasteltu vuoden aikana rakennusalalla syntynyttä jättemäärää normalisoituna rakennetulla kuutiometrillä. Huomattavaa on, että vuosien 2004–2011 volyymiindeksiin ja jätekertoimiin perustuvat luvut eivät ole suoraan vertailukelpoisia vuoden 2011 jälkeen tilastoituihin lukuihin verrattuna. Jos pidetään vuoden 2010 poikkeavan korkeaa syntynyttä jättemäärää tilastollisena virheenä (punainen piste), voidaan havaita selvä laskeva trendi. Vuoden 2010 mittaustuloksen pitäminen virheenä on perusteltua, sillä vuoden 2010–2011 aikoihin tilastointimenetelmiä muutettiin, joka aiheuttaa epätarkkuutta. Huomattavaa on myös, että trendi on laskeva molemmilla ajanjaksoilla, sekä ennen vuotta 2011 että sen jälkeen. Muutos ei ole myöskään mitätön: esimerkiksi vuonna 2018 syntyi jätettä valmistunutta kuutiometriä kohden 30 % vähemmän kuin vuonna 2006.

Vaikka syntyvän jätteen määrän vähentäminen on ensisijainen etusijajärjestyksen toimenpide, se ei kuitenkaan edistä jätteen 70 % materiaalikierrätyksen tavoitetta. Syntyi jätettä mikä määrä tahansa, direktiivin tavoitteet velvoittavat kierrättämään 70 % syntyneen jätteen määrästä materiaalina.

Etenkin heikosti materiaalina Suomessa kierrätettävän puujätteen määrän kehitys vaikuttaa vahvasti 70 % materiaalina kierrätyksen tavoitteen saavuttamiseen. Syntyvän puujätteen määrä on vaihdellut tuntuvasti vuosien mittaan, ja syitä tähän on haettu lähinnä suhdannevaihteluista. Luultavasti puujätettä on alettu kierrättää tehokkaammin jo ennen vuotta 2011 eikä ominaisjätekertoimiin perustuva arvio ole kuvannut syntyvän puujätteen määrän kehitystä oikein.

Resurssiviisauden levitessä voidaan olettaa, että syntyvän jätteen määrä vähenee. Kuvan 14 kehitys tukee tätä ajatusta. Osa syntyvistä jätteistä, kuten vaaralliset jätteet, ovat kuitenkin vaikeita tai jopa mahdottomia hyödyntää. Kun jätteen määrää vähennetään helpommin hyödynnettävien jätteiden osalta, vaikeammin hyödynnettävien jätteiden suhteellinen osuus kokonaisjättemäärästä kasvaa.

Ympäristöministeriön raportissa Jättemäärien ennakointi vuoteen 2030 todetaan: ”Rakentamisen jättemäärät ovat vaihdelleet taloudellisen tilanteen mukana. Talonrakentamisen jätteiden määrän väheneminen vuodesta 2011 vuoteen 2012 johtunee alan heikosta kehityksestä.” [32].

Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoimikunnan laatiman raportin mukaan: ”Puujätteen määrä on Suomessa pienentynyt viime vuosina merkittävästi johtuen rakennusalan pitkittyneestä laskusuhdanteesta ja siihen liittyneestä merkittävästi vähentyneestä puuvaltaisesta pientalorakentamisesta. Vahti-rekisterin mukaan puujäte ohjataan tällä hetkellä pääosin energian tuotantoon. Aikaisempi puujätteen suuri osuus rakennusjätteestä tuotti haasteita kierrätystavoitteiden saavuttamisessa, sillä puun käyttö energian tuotannossa ei täytä direktiivin vaatimusta materiaalina kierrättämisestä.” [18].

Sekajätteen määrän osalta on havaittavissa laskeva kehitys. Tilastokeskuksen tietojen mukaan vuosina 2005–2010 sekajätettä syntyi rakentamisen toimialalla keskimäärin 256 tuhatta tonnia (katso liite A). Vuonna 2011 sekajätteen määrä oli 70 tuhatta tonnia, ja tämän jälkeen määrä on jäänyt hyvin marginaaliseksi. Muutosta selittävät parempi syntypaikkalajittelu, täsmentyneet luokitukset sekä tilastoinnin täsmentyminen.

Vielä vuonna 1997 kaatopaikoille päätyi kolmannes kaikesta rakennusjätteestä [19]. Valtaosa kaatopaikalle päätyneestä jätteestä oli puuta. Vuonna 2011 rakennusjätteestä (2,2 miljoonaa tonnia) päätyi kaatopaikalle vain noin 250 tuhatta tonnia, eli noin 11 prosenttia [16]. Edelleen vähentyneen puu- ja sekajätteen määrän perusteella voidaan kaatopaikalle ja jätteenpolttolaitoksiin päätyvän rakennusjätteen määrän olevan pienentynyt edelleen.

4.2 Tavoitteita tukevat innovaatiot ja kehityshankkeet

Sen lisäksi, että massamäärällisesti suurien jätejakeiden määriä on saatu pienennettyä, on pienempienkin jakeiden tehokkaampi erilliskeräys ja jatkojalostus kehittynyt. Suomeen on kehittynyt kattohuopajätteen keräysverkosto, ja tietynlainen kattohuopajäte voidaan käyttää asfaltin valmistuksessa uuden bitumin sijasta. Myös kipsilevyjä on velvoitettu keräämään erikseen vuonna 2012 annetusta jätteitä koskevasta asetuksesta

(179/2012) lähtien [12]. Ennen tätä kipsilevyt päätyivät kaatopaikoille, missä niiden pintamateriaali aiheutti metaani- sekä hiilidioksidipäästöjä ja kipsi saattoi muodostaa hengittettynä vaarallisia H₂S-kaasuja [51]. Erilliskerättynä kipsilevyt voidaan hyödyntää kipsilevyjen valmistusprosessissa.

Rakennusosien uusio- sekä uudelleenkäyttö tulee todennäköisesti lisääntymään tulevaisuudessa. Syynä tähän ovat lainsäädännölliset vaatimukset ja uusio- sekä uudelleenkäyttöön kannustavat taloudelliset ohjaukeinot, kuten jätevero [33]. Rakennusten ja rakennusosien suunnittelulla on merkittävä rooli jätteen syntymisessä. Elinkaariajattelu tulee ottaa osaksi suunnittelua hankkeen alusta saakka siten, että hanke suunnitellaan purettavaksi. Helppo purettavuus parantaa purettujen osien laatua ja tekee niistä siten kilpailukykyisiä vaihtoehtoja. Tällä hetkellä suunnittelulta ei kuitenkaan vaadita rakenteisiin sitoutuvan energian tai purkamisesta syntyvien jätemäärien arviointia [17]. Vielä ei ole myöskään tietoa eri rakennusmateriaalivaihtoehtojen elinkaaren mittaisista ympäristövaikutuksista.

Elementtirakenteisten kerrostalojen työmailla mineraalijätteen osuus on noin puolet paikalla rakennettujen kerrostalojen mineraalijätteen määrästä [19]. Suosimalla elementtirakentamista paikalla rakentamisen sijaan voidaan vähentää merkittävästi raskaiden jättejakeiden syntymistä. Betonisten valmiselementtien liikevaihdon osuus suhteessa valmisbetoniin näyttäisi kehittyvän vahvempaan suuntaan [34].

Määrätyt kriteerit täyttäessään rakennus voi hakea pohjoismaista Joutsenmerkkiä. Joutsenmerkin kriteeristössä otetaan huomioon rakennusjätteen materiaalina kierrätysaste, ja mikäli syntyneestä jätteestä voidaan hyödyntää materiaalina 70 %, saa tämän kriteerin osalta täydet kolme pistettä. Esimerkiksi NCC on saanut Vantaan Hakunilaan valmistuneelle asuinkerrostalolle Joutsenmerkin [35] ja säästänyt samalla kierrätyskuluissa 20 000 euroa [36].

Internetin digitaalinen alusta Materiaalitori on jätteiden ja sivuvirtojen tuottajille sekä hyödyntäjille suunnattu kohtaamispaikka. Uudistuneen jätelain myötä jätteen haltijan on käytettävä Materiaalitoria, mikäli tarvitsee kunnan jätelaitoksen kuljetus- tai käsittelypalveluja yli 2000 euron arvosta vuodessa [59]. Materiaalitorin tavoitteena on edistää uudenlaisen liiketoiminnan syntymistä sekä parantaa purkukohteiden materiaalien kiertoutta.

Lisäksi internetissä toimii useita kuluttajille suunnattuja ylijäämä- sekä purkuosia välittäviä kauppapaikkoja, kuten Purkutori, Rakennusoutlet ja Purkukolmio. Näillä kauppapaikoilla käytävä kauppa vähentää jätteeksi päätyvien rakennusosien määrää, mutta ei varsinaisesti edistä rakennusjätteen 70 % materiaalina hyödyntämisen tavoitetta.

Rakentamiseen Green deal on vapaaehtoinen sopimus valtion ja elinkeinoelämän välillä. Green deal sopimuksen avulla voidaan tehostaa lainsäädännön toimeenpanoa tai täydentää sitä. Sopimuksen tarkoituksena on toteuttaa kansallisia ilmasto- ja energiakokonaisuuksien tavoitteita jopa tavoitetasoa kunnianhimoisemmin. Rakennuttaja voi Green deal -sopimuksella kasvattaa omaa osaamistaan kiertotalousprosesseista, mikä voi tulevaisuudessa osoittautua merkittäväksi kilpailuedun lähteeksi. RAKLI ry ja ympäristöministeriö solmivat helmikuussa 2020 kestävän purkamisen Green deal -sopimuksen. Tavoitteena on kannustaa myös muita rakennusalan toimijoita solmimaan Green deal -sopimuksia [60].

5. JOHTOPÄÄTOKSET

Tämän kandidaatintyön tarkoituksena oli selvittää jätedirektiivin vaikutuksia rakentamisen kierrätykseen. Jätedirektiivin myötä jätelainsäädäntöön tehtiin mittava kokonaisuudistus, joten direktiivi on tältä osin otettu suunnitellusti lainsäädännön ohjeeksi. Lakiin ja asetuksiin lisättiin direktiivissä määritelty jätehierarchy. Monia kansallisia ja alueellisia suunnitelmia sekä ohjelmia on otettu käyttöön direktiivin myötä. Monet käytännön toimitatavan muutokset, kuten useampien jätejakeiden erilliskeräys, ovat rakennustyömailla arkipäivää.

Haasteena direktiivin vaikutusten arvioinnissa on tilastojen epätarkkuus. Tämä johtuu muutoksista jätteen määrän mittaustavoissa, sekä muuttuneiden järjestelmien erilaisista käytänteistä ja puutteista. Esimerkiksi vuoden 2013 poikkeava metallijätämäärä johtuu VAHTI-järjestelmän kirjaustavoista, eikä rakentamisessa syntynyttä metallijätämäärää voida jälkeen päin tämän tarkemmin arvioida. Vaikutusten arvioinnin näkökulmasta toimiva ja täsmällinen tilastointi on aivan keskeinen tekijä. Vaikka rakennusjätteen määrän arviointi on tarkentunut vuosien varrella, ovat puutteet edelleen niin merkittäviä, ettei tilastoista saa luotettavaa tietoa kierrätysasteen kehittymisestä.

Direktiivin velvoittaman 70 % materiaalina kierrätysasteen saavuttamisen ensimmäinen askel on kehittää täsmälliset keinot seurata tavoitteen toteutumista. Rakennusjätteen tilastointiin liittyvät puutteet on mainittu myös Rakentamisen materiaalitehokkuuden edistämishjelmassa [2].

Merkittävimmät rakentamisen jätejakeet ovat mineraalinen jäte, puujäte sekä metallijätteet. Metallijätteiden kierrätysaste on ja pysynee hyvällä tasolla. Mineraalinen jäte, joka on käytännössä betonijätettä, sekä puujäte muodostavat yhdessä valtaosan kaikista rakentamisen jätteistä. Toisin sanoen näiden kahden jätejakeen materiaalina hyödyntäminen määrää sen, voidaanko direktiivin 70 % materiaalina kierrätysasteeseen päästä.

Betonijätteelle on olemassa markkinat. Kuitenkin käytännössä kaikki betonin kierrätys on *downcycling*-kierrätystä, joten parantamisen varaa olisi. Nykyisillä menetelmillä betonijätteen kierrätys ja käyttö tienpohjien rakentamisessa tukee direktiivin tavoitteita. Sen sijaan rakentamisen yhteydessä syntyvälle puujätteelle ei ole markkinaa Suomessa. Koska puujätteen energiahyödyntämisellä voidaan Suomessa korvata turpeen polttoa, olisi etusijajärjestyksestä poikkeaminen perusteltua.

On oletettavaa, että korjausrakentaminen tulee yleistymään tulevaisuudessa suhdanteista riippumatta (kuva 11). Jätejakeiden osalta tämä tarkoittaa, että mineraalisen jätteen sekä sekalaisen jätteen osuus kasvaa. Puujätteen suhteellinen osuus luultavasti laskee (kuva 12). Korjausrakentamisessa syntyy uudisrakentamista enemmän vaikeasti hyödynnettäviä jätteitä, joten erottelu- ja jalostusprosessien merkitys kasvaa. Toisin sanoen kierrättämisestä tulee haastavampaa.

Rakentamisen yhteydessä syntyvässä jätemäärässä on havaittavissa laskeva trendi (kuva 14). Jätehierarkian ajatuksen mukaan tämä on toivottavaa, sillä syntyvän jätteen määrää tulisi ensisijaisesti pyrkiä vähentämään. Syntyvän jätteen määrän vähentäminen ei kuitenkaan edistä 70 % materiaalina hyödyntämistään saavuttamista. Tilanne on pikemminkin päinvastoin, sillä mitä vähemmän jätettä syntyy, sitä suurempi osa siitä on vaikeasti hyödynnettävää jätettä.

Asiaa voi lähestyä mielikuvituksellisen skenaarion kautta. Kuvitellaan, että rakentamisessa saavutetaan hyvin resurssitehokkaat toimintamallit, ja vuonna 2021 koko rakentamisen toimialan jätteet ovat rakennuspölyä ja mahtuvat yhteen kymmenen litran ämpäriin. Nykyisten ohjauskeinojen valossa tästä rakennuspölymäärästä tulisi pystyä hyödyntämään seitsemän litraa materiaalina. Ajatus on kärjistetty, mutta kiteyttää jätedirektiivin merkittävimmän puutteen: vaatimus 70 % materiaalina hyödyntämistään ei huomioi syntyvän jätteen määrän vähentämistä, jätehierarkian ensimmäistä tavoitetta.

Nykyisen tilastotiedon mukaan rakennusjätteen materiaalina hyödyntämistään on laskenut lähes kymmenen vuoden ajan [18], [46]. Vuonna 2012 rakennusjätteestä hyödynnettiin materiaalina 65 %, vuonna 2013 60 %, vuonna 2014 58 % ja vuonna 2017 enää vain 54 %. Näiden tietojen valossa voidaan todeta, että kehitys direktiivin mukaiseen 70 % materiaalina kierrätysasteeseen ei ole toteutunut, päinvastoin.

LÄHTEET

- [1] Rakentamisen materiaalitehokkuus. Rakennusteollisuus RT ry. Saatavissa: <https://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoa-alasta/Ilmasto-ymparisto-ja-energia/Rakentamisen-materiaalitehokkuus/Jatedirektiivi-ja-lainsaadannon-konaisuudistus/>
- [2] Rakentamisen materiaalitehokkuuden edistämishjelma, työryhmän loppuraportti 2014. Ympäristöministeriö. Saatavissa: <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/135172>
- [3] R. Kemppinen, Suomi Euroopan Unionissa, Eurooppa-tiedotus. Saatavissa: <http://www.oamk.fi/~ikoponen/OKP51%20-%20vanha/Suomi%20EeU-ussa.pdf>
- [4] Suomen perustuslaki, Suomen valtio. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990731>
- [5] H. Tolonen, Oikeuslähdeoppi, 2003.
- [6] Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2008/98/EC, Euroopan unioni, 2008. Saatavissa: <https://ec.europa.eu/environment/waste/framework/>
- [7] Komission päätös, 2014, Euroopan unioni. Saatavissa: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014D0955&from=FI>
- [8] Valtakunnallinen jätesuunnitelma vuoteen 2023, Ympäristöministeriö, 2017. Saatavissa: <http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/160441>
- [9] Valtakunnallinen jätesuunnitelma vuoteen 2023; Taustaraportti, Ympäristöministeriö. Saatavissa: <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/79699>
- [10] Maankäyttö- ja rakennuslaki, Suomen valtio. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132>
- [11] Jäteverolaki, Suomen valtio. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2010/20101126>
- [12] Valtioneuvoston asetus jätteistä, Suomen valtio. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2012/20120179>
- [13] Valtioneuvoston asetus kaatopaikoista, Suomen valtio. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2013/20130331>
- [14] UUMA3-hanke <http://www.uusiomaarakentaminen.fi/uuma3-ohjelma>
- [15] Ympäristöministeriö, jätteet. Saatavissa: <http://www.ym.fi/fi-FI/Ymparisto/Jatteet>
- [16] Jätetilasto 2011, Tilastokeskus. Saatavissa: http://tilastokeskus.fi/til/jate/2011/jate_2011_2013-05-17_fi.pdf

- [17] Rakennusten suunnittelu uudelleenkäyttöä ja kierrätystä varten, VTT. Saatavissa: <http://www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2014/VTT-R-00736-14.pdf>
- [18] Kohdennetut keinot kierrätyksen kasvuun, valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoimikunta. Saatavissa: <https://tietokayttoon.fi/julkaisu?pubid=15201>
- [19] Rakentamisen jätteet ja niiden hyötykäyttö, VTT Rakennustekniikka. Saatavissa: <https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/tiedotteet/1998/T1936.pdf>
- [20] Purkubetoni hyödynnetään, mutta vielä yksipuolisesti, Betoni-lehti. Saatavissa: http://betoni.com/wp-content/uploads/2015/09/BET1102_s46-51.pdf
- [21] Purkubetoni kierrätetään tienpohjiksi – tulevaisuudessa ehkä myös taloiksi. Saatavissa: <http://betoni.com/wp-content/uploads/2015/09/BET1002-50-55-.pdf>
- [22] Koy Raahen Kummatti – rakennusten osapurku ja betonielementtien uudelleenkäyttö, Rakennustietosäätiö. Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK130304.pdf>
- [23] Käytöstä poistetun puun luokittelun soveltaminen käytäntöön, VTT. Saatavissa: <https://extranet.metsateollisuus.fi/mediabank/5097.pdf>
- [24] Sekalaisen puujätteen testaus erilaisten lopputuotteiden valmistuksessa, Ympäristöministeriö. Saatavissa: https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/158956/YMra_28_2015.pdf
- [25] Valtioneuvoston asetus jätteen polttamisesta, Suomen valtio. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2013/20130151>
- [26] Elinkaariarviointien käyttö Suomen jätehuollon ympäristövaikutusten tarkastelussa, Ympäristöministeriö. Saatavissa: <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/41347>
- [27] Rakentamisen puujätteiden ja puupakkausjätteiden käsittelyvaihtoehtojen elinkaarenaikaiset ympäristövaikutukset, Ympäristöministeriö. Saatavissa: <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/159224>
- [28] Metallivirrat ja romun kierrätys Suomessa, Suomen ympäristökeskus. Saatavissa: <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/40376>
- [29] Service contract on management of construction and demolition waste, European commission. Saatavissa: http://ec.europa.eu/environment/waste/pdf/2011_CDW_Report.pdf
- [30] Korjausrakentamisen strategia 2007-2017, Ympäristöministeriö. Saatavissa: <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10138/41388>
- [31] Rakennusteollisuuden suhdanteet, kevät 2014, Rakennusteollisuus RT ry. Saatavissa: <https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/suhdanteet-ja-tilastot/suhdannekatsaukset/2014/huhti-katsaus/rt-suhdannekatsaus-kevat-2014-julkistustilaisuuden-aineisto.pdf>

- [32] Jättemäärien ennakointi vuoteen 2030, Ympäristöministeriö. Saatavissa: https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10138/155189/YMra_17_2015.pdf
- [33] Rakenteiden ja rakennusten elinkaaren hallinta, RIL. Saatavissa: <https://www.ril.fi/kirjakauppa/product/show/11/ekirjat/604/ril-216-2013-rakenteiden-ja-rakennusten-elinkaaren-hallinta-ekirja>
- [34] Betoniteollisuuden liikevaihto ja betonituotteiden valmistusmäärät, Betoniteollisuus ry. Saatavissa: <https://betoni.com/tietoa-betonista/suhdanteet-tilastot/tuotteiden-valmistusmaarat/>
- [35] NCC:n ja VAV:n kerrostalokohde sai Joutsenmerkin, Pohjoismainen Joutsenmerkki. Saatavissa: <https://joutsenmerkki.fi/nccn-ja-vavn-kerrostalokohde-sai-joutsenmerkin/>
- [36] Rakennusjätteiden kierrättäminen tarkastelussa – Ympäristöä ja rahaa voi säästää samalla kertaa, Pohjoismainen Joutsenmerkki. Saatavilla: <https://joutsenmerkki.fi/rakennusjatteiden-kierrattaminen-tarkastelussa-ymparistoa-ja-rahaa-voi-saastaa-samalla-kertaa/>
- [37] Uusi jätelainsäädäntö, Ympäristöministeriö. Saatavissa: <http://www.ym.fi/download/noname/%7B86E0B92B-DC18-432F-B40F-194ECAC66F67%7D/30905>
- [38] Maankäyttö- ja rakennuslaki. Uudistuksen internet-sivut. Saatavissa: <https://mrluudistus.fi/>
- [39] Kaivannaisjätteet. Ympäristöhallinnon internet-sivut. Saatavissa: https://www.ymparisto.fi/fi-fi/kulutus_ja_tuotanto/jatteet_ja_jatehuolto/jatehuollon_vastuut_ja_jarjestaminen/Kaivannaisjatteet
- [40] Jätelaki. Suomen valtio. Saatavissa: <https://finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2011/20110646>
- [41] Nationmaster. Forest per capita. Saatavissa: <https://www.nationmaster.com/country-info/stats/Environment/Forest-area/Sq.-km/Per-capita>
- [42] Pienhiukkaspäästöt ja niiden vähentämismahdollisuudet Suomessa, VTT. Saatavissa: <https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/tiedotteet/2005/T2300.pdf>
- [43] Rakennusalan tilastot ja suhdanteet. Rakennusteollisuus RT ry. Saatavissa: <https://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoa-alasta/Talous-tilastot-ja-suhdanteet/>
- [44] Asuntotuotannon menneet ja tulevat trendit. Pekka Pajakkala, Forecon Oy. Saatavissa: https://www.rakennustieto.fi/material/attachments/5oJ5FjlGF/bC0gVTzpz/Pajakkala_Asuntotuotannon_menneet_ja_tulevat_trendit_Rakennusfoorumi_7.11.2017.pdf
- [45] Korjaustarpeet ja kustannukset, perustietoja. Rakennusteollisuus RT ry. Saatavissa: <https://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoa-alasta/Korjausrakentaminen1/Rakennuskanta/>

- [46] Purkutyöt – opas tekijöille ja teettäjiille. Ympäristöministeriö. Saatavilla: https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161884/YM_2019_29.pdf
- [47] Vaativien korjaushankkeiden ongelmat ja niiden torjunta. Tutkimusraportti, Tampereen teknillinen yliopisto. Saatavissa: https://tutcris.tut.fi/portal/files/13746366/Tutkimusraportti_vaativat_korjaushankkeet.pdf
- [48] Talonrakentamisen materiaalitehokkuuden edistäminen. Ympäristöministeriö. Saatavissa: <http://www.ym.fi/download/noname/%7BF23DDA2A-1E58-4771-ACA8-90D06AB4FBE6%7D/32103>
- [49] Jäteluokitusopas 2005. Tilastokeskus. Saatavissa: https://www.stat.fi/tup/julkaisut/tiedostot/isbn_952-467-433-5.pdf
- [50] Rakennusala valmistautuu kierrätykseen: Puu-, betoni- ja rakennusteollisuus. VTT. Saatavissa: <https://cris.vtt.fi/en/publications/rakennusala-valmistautuu-kierr%C3%A4tykseen-puu-betoni-ja-rakennusteol>
- [51] Carbon footprint of gypsum: landfilling versus recycling route. GtoG. Saatavissa: <https://gypsumtogypsum.org/wp-content/uploads/2016/01/GTOG-action-C1-1-Life-cycle-gypsum-GHG-emissions-1.pdf>
- [52] Laki ympäristövaikutusten arviointimenettelystä, Suomen valtio. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170252>
- [53] Planetary Boundaries: Exploring the Safe Operating Space for Humanity, Rockström ym. Saatavissa: <https://www.ecologyandsociety.org/vol14/iss2/art32/>
- [54] Global Resources Outlook 2019: Natural Resources for the Future We Want, International Resource Panel. Saatavissa: <https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/27517>
- [55] Valtioneuvoston asetus eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa, Suomen valtio. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170843>
- [56] Sivutuotteiden käyttö tierakenteissa, tiehallinto. Saatavissa: <https://julkaisut.vayla.fi/thohje/pdf/2100041-v-07-sivutuoteohje.pdf>
- [57] CircVol-hanke, nettisivut. Saatavissa: <https://circvol.fi/>
- [58] Kansallinen materiaalitehokkuusohjelma, Työ- ja elinkeinoministeriö. Saatavissa: https://tem.fi/documents/1410877/3323088/Kestavaa_kasvua_materiaalitehokkuudella/36f86514-3f46-4ffa-87a5-45e23d08828b
- [59] Laki jätelain muuttamisesta, Suomen valtio. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2019/20190438>
- [60] Kestävän purkamisen Green deal -sopimus. Saatavissa: https://sitoumus2050.fi/documents/20143/428684/Purkaminen_green_deal.pdf/1c7db033-8e37-3ef3-cfdc-10ecff4232ec
- [61] Jätetilaston taulukot, Tilastokeskus. Saatavissa: <https://www.stat.fi/til/jate/tau.html>

LIITE A: JÄTTEIDEN MÄÄRÄT

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Kemialliset jätteet	2,0	0,1	0,1	0,1	1,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,7
Metallijätteet	226,0	212,8	251,8	222,2	249,0	258,0	306,0	265,0	78,0	1,2	114,1	112,4	125,7	164,5	169,9
Lasijätteet	0,0	35,0	37,8	33,4	37,0	39,0	46,0	1,0	1,0	30,8	0,1	0,2	0,2	0,1	0,6
Paperi- ja pahvijätteet	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,0	5,0	1,4	4,5	0,0	0,0	0,0	0,3
Muovi- ja kumijätteet	2,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	14,0	0,0	13,2	7,0	6,8	8,7	0,3
Puujätteet	675,8	631,0	737,4	650,7	729,0	752,0	891,0	253,0	238,0	141,6	380,4	279,7	264,0	192,9	400,8
Eläin- ja kasvijätteet	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	3,0	0,1	5,4	2,9	1,0	0,7	0,7
Muut jätteet	6,6	290,2	251,9	222,7	236,0	244,0	289,0	70,0	5,0	0,1	0,9	67,4	36,8	29,9	52,6
Lietteet	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	14,0	0,0	1,1	0,0	0,3	0,0	0,3	0,0
Mineraalijätteet*	19930,3	20700,2	21866,6	24349,3	23726,0	17486,0	23104,0	17815,0	15682,0	14960,9	1602,3	1319,7	1361,4	1227,0	1043,8
Maa-ainekset ja ruoppausmassat**	18341,6	19245,9	20368,2	22421,1	21981,5	16525,5	21679,7	16214,0	14103,8	13320,7	14341,2	13270,7	12029,2	13102,6	14043,5
Yhteensä	20842,7	21870,3	23145,7	25478,5	24979,0	18779,0	24636,0	18425,0	16027,0	15137,2	16296,8	15060,4	13825,2	14726,6	15715,2
muut paitsi maa-ainekset ja ruoppausmassat	2501,1	2624,4	2777,5	3057,4	2997,5	2253,5	2956,3	2211,0	1923,2	1816,5	1955,6	1789,7	1795,9	1624,0	1671,7

* Vuoteen 2013 saakka sisältää maa-ainekset ja ruoppausmassat

** Maa-ainesten ja ruoppausmassojen määräksi oletettu 88 % kaikista syntyneistä jätteestä vuoteen 2014 asti

Taulukko 1. Syntyneiden jätejakeiden määrät vuosittain. Poistettu jakeet, joiden kertymä = 0. Vähäiset määrät siirretty kohtaan "Muut jätteet". Muokattu lähteestä [61].

LIITE B: RAKENNUS- JA ASUNTOTUOTANTO

Rakennus- ja asuntotuotanto

SSS Yhteensä Valmistuneet rakennushankkeet

Vuosi	Tilavuus (m3)
2004	39693617
2005	41617948
2006	40891689
2007	47403995
2008	51558421
2009	41701891
2010	34770748
2011	38740344
2012	43788213
2013	34759595
2014	34057002
2015	31346079
2016	33167296
2017	35887494
2018	40504255

Suomen virallinen tilasto (SVT): Rakennus- ja asuntotuotanto [verkkojulkaisu].

ISSN=1796-3257. Helsinki: Tilastokeskus [viitattu: 9.9.2020].

Saantitapa: <http://www.stat.fi/til/ras/>

Taulukko 2. *Rakennus- ja asuntotuotannon määrä. Valmistuneet rakennushankkeet.*