



Asla Parviainen

Materiaalitehokkuuden kehittäminen uudisrakentamisessa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Rakennusmestari (AMK)

Rakennusalan työnjohdon tutkinto

Mestarityö

30.01.2022

Tiivistelmä

Tekijä: Asla Parviainen
Otsikko: Materiaalitehokkuuden kehittäminen uudisrakentamisessa
Sivumäärä: 27 sivua
Aika: 30.01.2022

Tutkinto: Rakennusmestari (AMK)
Tutkinto-ohjelma: Rakennusalan työnjohdon tutkinto-ohjelma
Ammatillinen pääaine: Talonrakennustekniikka
Ohjaajat: Valvojaopettaja Anne Pietilä, Lehtori
Yrityksen ohjaaja Ari Rantala, Aluepäällikkö

Tämä opinnäytetyö tehtiin yhteistyössä SRV Rakennus Oy:lle. Tämän opinnäytetyön tarkoitus oli parantaa työmaiden materiaalitehokkuuden kehittämistä eri työvaiheissa sekä niiden jälkeistä materiaalin kierrätystä. Työstä ajankohtaisen tekee SRV:n laatima vastuullisuusohjelma, missä materiaalitehokkuuden ja jätehuollon parantaminen ovat tärkeässä roolissa.

Opinnäytetyössä käytiin läpi laajasti mitä materiaalitehokkuus on, mitkä vaiheet ovat osa materiaalitehokasta rakentamista ja miten kehittää näitä sekä materiaalitehokkuuden vaikutusta luontoon pitkällä aikavälillä. Opinnäytetyön teoriaosuudessa käytettiin lähteinä internet – ja lähdekirjallisuutta.

Tuloksena saatiin laaja käsitys, miten tärkeää materiaalitehokkuus on luonnonvarojen riittävyyden, jätekierrätyksen sekä kestävä kehityksen kannalta ja niiden kehittämisen tärkeyttä.

Avainsanat: Materiaalitehokkuus, kestäväkehitys

Abstract

Author: Asla Parviainen
Title: Developing material efficiency in new construction
Number of Pages: 27 pages
Date: 30.01.2022

Degree: Bachelor of Engineering
Degree Programme: Construction Site Management
Professional Major: Building Construction
Supervisors: Anne Pietilä, Lecturer
Ari Rantala, Regional Manager

This thesis was done in cooperation with SRV Rakennus Oy. The purpose of this thesis was to improve the development of material efficiency on construction sites in different work phases and the recycling of materials afterwards. The thesis is topical due to SRV's sustainability programme, where improving material efficiency and waste management play an important role.

The thesis discusses in detail what material efficiency is, which stages are part of material-efficient construction and how to develop them and what the long-term effects of material efficiency on nature are. The theoretical part is based on information found on the internet and in source literature.

The result was a broad understanding of the importance of material efficiency in terms of resource sufficiency, waste recycling and sustainability, and of the importance of developing them.

Keywords: Materials efficiency, sustainability

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Keskeiset käsitteet	2
2.1	Kiertotalous	2
2.2	Rakennus- ja purkujäte	3
2.3	Jätehierarkia	4
3	Materiaalitehokkuus	5
3.1	Ekologinen selkäreppu	7
3.2	Materiaalitehokas rakentaminen uudisrakentamisessa	8
3.3	Rakennustyömaiden rakennusjäte	9
3.3.1	Uudisrakentamisen jätehuolto	10
3.4	Rakennusmateriaalin kierrätys	11
3.5	Rakennusjäte lainsäädäntö	12
3.5.1	Jätelaki 646/2011	13
3.5.2	Valtioneuvoston asetus jätteistä 179/2012	13
4	Materiaalitehokkuuden kehittäminen uudisrakentamisessa	14
4.1.1	Esivalmistelu ja mittatilaus tuotteet	15
4.1.2	Varastointi ja säältä suojaus	16
4.1.3	Työskentelytavat ja koulutus	17
4.1.4	Muuntojoustavuus	18
4.1.5	Monikäyttöisyys	19
4.2	Materiaalitehokkuuden parantaminen tuotannossa	20
4.2.1	Tuotannon raaka-aineet	21
4.2.2	Tuotannon jätteiden kierrätys	21
4.3	Materiaalitehokkuuden arvioiminen ja kehittäminen	23
4.4	Materiaalikatselemus	23
5	Yhteenveto	25
	Lähteet	26

Liitteet

1 Johdanto

SRV on Suomen johtava projektinjohtourakoitsija, joka kehittää ja rakentaa liike- ja toimitiloja, asuntoja sekä infrarakentamis- ja logistiikkakohteita. SRV toimii kasvukeskuksissa Suomessa ja Venäjällä ja sen liikevaihto oli vuonna 2019 1061 miljoonaa euroa. SRV työllistää yli 1 000 ihmistä ja sillä on hankkeissaan lähes 4 000 alihankkijan verkosto. [10.]

Hankkeen tavoite oli SRV:n uudisrakennustyömaiden materiaalitehokkuuden kehittäminen. Materiaalitehokkaalla rakentamisella pyritään käyttämään säästeliäästi luonnonvaroja, vähentämällä syntyvän jätteen määrää ja kierrättämällä materiaalia elinkaaren aikana, jonka kautta haitalliset ympäristövaikutukset vähenevät. Rakennusjätteet ja materiaalin kulutus sekä kuljetukset muodostavat työmaiden suurimmat ympäristövaikutukset. Materiaalitehokkuutta parantamalla, materiaalihävikki vähenee ja kustannustehokkuus kasvaa.

SRV on lanseerannut vastuullisuusohjelman, jonka tavoitteena on materiaalitehokkuuden ja jätehuollon tehostaminen pitkällä aikavälillä. SRV:n vastuullisuusohjelman mukaisesti kaikilla kotimaisilla työmailla laaditaan projektikohtainen ympäristösuunnitelma, jätehuoltosuunnitelma ja muut työmaan erityispiirteistä johtuvat hallintasuunnitelmat. Tämän lisäksi Suomen 2012 vuonna voimaan tullut jätelaki ja Euroopan unionin 2008 vuonna asettamat jätedirektiivit tekevät aiheesta ajankohtaisen. Euroopan unionin jätedirektiivin mukaan vuonna 2020 Suomen tulisi rakennusjätteen osalta saavuttaa 70 prosentin kierrätysaste materiaalikierrätyksenä.

2 Keskeiset käsitteet

Seuraavissa luvuissa käydään läpi opinnäytetyölle keskeisiä käsitteitä. Opinnäytetyö perustui uudisrakentamisen materiaalitehokkuuden kehittämiseen. Materiaalitehokkaassa uudisrakentamisessa pyritään kehittämään uusia tapoja rakentaa luonnonvaroja säästäen ja syntyvän purkujätteen tehokkaampaa kierrätystä. Työssä käytiin materiaalitehokkuudelle keskeisiä asioita mm. Rakennusjätteen kierrätystä, uudelleenkäyttöä, jätelakeja ja kiertotaloutta.

2.1 Kiertotalous

Kiertotalous liittyy materiaalitehokkaaseen rakentamiseen, koska sen tarkoitus on luonnonvarojen säästäminen, materiaalien tehokasta ja kestävää käyttöä. Kiertotaloudessa pyritään siihen, että uusien materiaalien tuottamisen tai ostamisen sijaan, käyttäisimme vuokrattuja, kierrätettyjä ja uudelleen käytettäviä materiaaleja. [1.]

Kiertotalous on talouden malli, jonka tavoite on estää materiaalin päätyminen tuhottavaksi tai jätteeksi, vaan edistää materiaalin uudelleenkäyttöä. Kiertotalous auttaa myös yrityksiä mahdollisissa resurssien puutteissa sekä epävakailta hinnoilta ja samalla mahdollisuuden luoda uusia innovaatioita ja tapoja tuottaa hyödykkeitä tehokkaasti. [1.]

Purkutöissä tähdätään samaan tavoitteeseen. Materiaaleja käsitellessä pyritään ne ohjaamaan uudelleenkäyttöön jätehierarkian mukaan. Lainsäädännön mukaan rakennushankkeessa jätettä aiheuttavan toimijan on huomioitava jätehierarkian mukaiset etusijajärjestykset kaikissa rakennus- tai purkutöissä. [4.]

2.2 Rakennus- ja purkujäte

Kaikki uudis- ja korjausrakentamisesta syntyvä jäte on rakennus- ja purkujätettä. Lähes puolet kaikesta Euroopassa louhitusta materiaalista sekä käytetystä energiasta ja kolmasosa käytetystä vedestä menee rakennusten rakentamiseen. Kolmasosa kaikesta jätteestä Euroopassa syntyy rakennusalan toimesta. Korjaus ja purkutöistä syntyy 85 % kaikista suomen rakennus- ja purkujätteistä, eli uudisrakentamisen osuus on tässä pieni. [9.]

Ympäristölle kuormaa syntyy kaikista rakennuksen elinkaaren vaiheista, kuten rakennustuotteiden valmistus-, rakennus-, käyttö- ja korjausvaiheet sekä rakennusjätteen käsittelyvaihe. [1.] Rakennuksia purkaessa, rakennusjätteen kokonaismäärään ei suoraan voida vaikuttaa, mutta ympäristön kuormitusta voidaan keventää purkuvaiheessa. Käyttämällä suurimman osan muodostuneesta purkujätteestä uudelleen, saadaan myös säästöjä kustannuksissa.

On tärkeää, että purkujätteestä syntyvä materiaali päästään käyttämään uudelleen ja uusiokäyttää, jotta ei synny ympäristöä kuormittavia tekijöitä. [1.] Uudessa rakennushankkeessa on otettava huomioon, että kaikki jätelain mukaiset käyttökelpoiset rakennusmateriaalit otetaan talteen ja uudelleen käytetään, sekä varmistetaan toiminnasta syntyvä, purku- ja rakennusjäte on mahdollisimman vähäistä. [5, s. 12]

2.3 Jätehierarkia

Jätehierarkia määritellään EU:n jätedirektiivissä. Jätehierarkialla tarkoitetaan jätehuollon toiminnan tärkeysjärjestystä. Myöskin etusijajärjestykseksi kutsuttua järjestystä pitää noudattaa kaikissa toiminnoissa mahdollisuuksien mukaan. Alla oleva pyramidi (kuva 1.) kuvastaa, miten purkujätteestä syntyvä materiaali lajitellaan ja kierrätetään jätehierarkian mukaan oikein. [8.]



Kuva 1. Jätehierarkia, Lakeuden etappi

1. Ensimmäisenä pyritään vähentämään jätteen syntyminen. Jätteen vähentämiseen on monia keinoja kuten:

- Viisas ostoskäyttäytyminen
- Materiaalin vuokraus, ostamisen sijaan.
- Korjataan uuden ostamisen sijaan
- Suositaan materiaaleja missä käytetty vähän pakkausta [8.]

2. Uudelleenkäyttö, kun materiaali käytetään sellaisenaan uudestaan, vältetään uuden materiaalin tuotantoprosessissa syntyvistä jätteistä ja ympäristö kuormitukselta. Uudelleen käytetty materiaali ei myöskään ole jätettä tässä tapauksessa. Käytetty rakennusosa voidaan käyttää itse, myydä tai toimittaa rakennusosia vastaanottavalle kierrätyskeskukselle. Näin vältetään myös jätemaksusta. Taloudellisesti kierrätysosat ovat rakentajalle myös edullisempi vaihtoehto kuin uusi. [8.]
3. Uusiokäyttö, eli kierrätys. Purkumateriaalia kierrättämällä pystytään siitä valmistamaan uusia tuotteita. Joko materiaalista valmistetaan samaa tuotetta tai siitä tulee raaka-ainetta toiseen tuotteeseen. [8.]
4. Viimeisenä vaihtoehtona turvaudutaan jätteen siirtämistä kaatopaikalle tai jätteenpolttoon, mistä ei tule energiahyötyä. [8.]

Jätehierarkian ohjeistamasta järjestyksestä voi poiketa, jos ympäristön kannalta löytyy parempi käsittelyvaihtoehto materiaaleille. Poikkeuksia ovat esimerkiksi tilanteet, joissa materiaalien määrät ovat pieniä ja niiden kuljetuksesta koituisi suuria haittoja. Materiaalien hyödyntäminen energiana tai jätteen sijoittaminen kaatopaikalle (loppusijoitus) eivät kuitenkaan täytä EU:n jätedirektiivin mukaisia materiaalien hyödyntämisen kriteerejä. [4.]

3 Materiaalitehokkuus

Materiaalitehokkuudella tarkoitetaan sitä, että samalla raaka-ainemäärällä tuotetaan enemmän tuotteita ympäristöä säästäen. Materiaalitehokkuudella yritetään käyttää mahdollisimman vähän materiaaleja (ml. pakkausmateriaali, polttoaineet ja vesi), raaka-aineita ja energiaa. Samalla tavoitellaan tuotteen haitallisten ympäristövaikutuksien vähentämistä sen koko elinkaaren aikana. [7, s. 3]

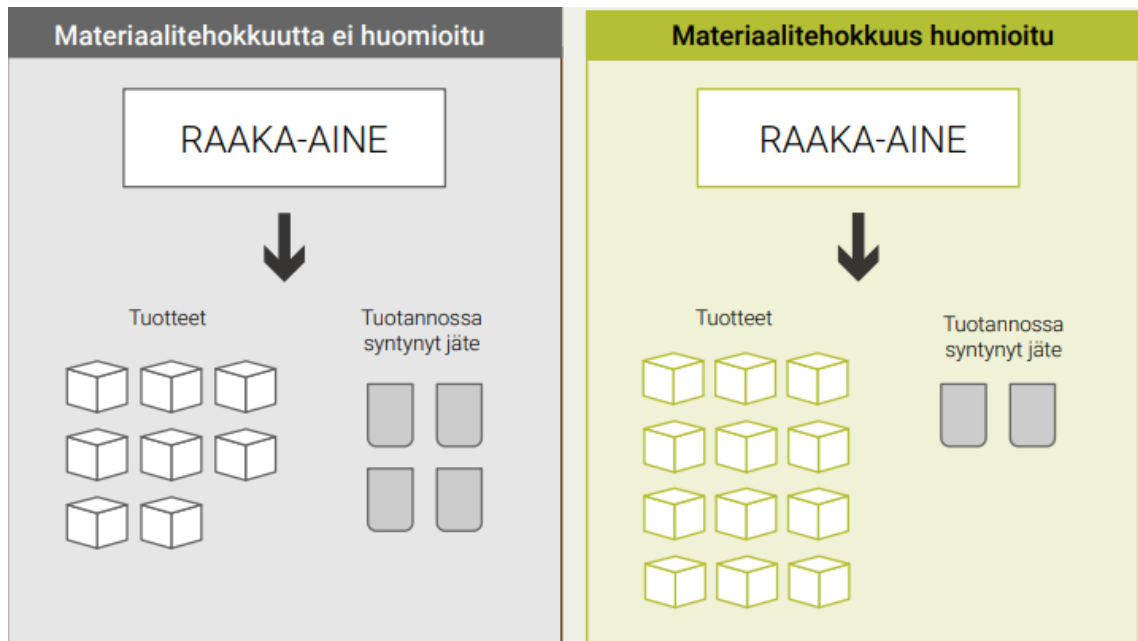
Materiaalitehokkuutta tarkasteltaessa tulee huomioon ottaa tuotteen koko tuotantoprosessi ja elinkaari. Materiaalisäästöjä voidaan saada yhtä hyvin pääasiallisesta valmistusmateriaalista kuin tuotteen komponenttien, käsittelyn, pakkausten tai kuljetuksen materiaaleista. Tuotantotilojen koon optimointi sekä jakamistalouden ratkaisujen hyödyntäminen tuovat materiaalisäästöjä ainakin välillisesti. [7, s. 3]

Parantamalla materiaalitehokkuutta, tarvittavan raaka-aineen ja syntyvän jätteen määrää yleensä vähenee, josta saadaan taloudellisia säästöjä. Toimintatapojen muuttaminen materiaalitehokkaammaksi voi tilapäisesti aiheuttaa myös lisäkustannuksia, jotka syntyvät uusien toimintatapojen opettelusta ja prosessien muuttamisesta. [7, s. 4]

Merkittävimmät säästöt ympäristön kannalta voidaan saada silloin, kun esimerkiksi uusiutumattomat tai kaukana tuotetut materiaalit jäävät tuottamatta, pakkaamatta, kuljettamatta ja käyttämättä. Ympäristövaikutusten pienentämiseksi on tärkeää pyrkiä korvaamaan materiaalit, jotka ovat haitallisia ympäristölle sekä terveydelle, vähemmän haitallisilla materiaaleilla. [7, s. 4]

Materiaalitehokkuudella yritetään parantaa kerran käyttöön otetun materiaalin hyödyntämistä mahdollisimman tarkasti ja sen pysymistä elinkierrossa mahdollisimman pitkään. Materiaalitehokkuus kattaa myös jätteen määrän ja haitallisuuden vähentämisen/ehkäisyn sekä jätteen kierrätyksen ja muun hyödyntämisen.

Materiaalitehokkuutta voidaan havainnoida tuotteen ja jätemäärän suhteena (kuva 2.), eli miten paljon materiaalitehokkuustoimet vähentävät jätemäärää suhteessa tuotettuihin tuotteisiin. [7.]



Kuva 2. Rantanen, Pirkanmaan ELY-keskus 2021

Kokonaiskulutus materiaalin ja tuotteiden koko elinkaaren aikana on huomattavasti suurempi kuin tuotteen omat raaka-aineiden määrät. Tuotteiden elinkaari alkaa, kun raaka-aine hankitaan, kuljetetaan, valmistetaan, jatkojalostetaan, sitten jakelun kautta otetaan käyttöön ja lopulta jätteet päätyvät käsittelyyn. Mitä pienemmäksi raaka-aine määrät saadaan tässä kiertokulussa, sitä pienempi kuormitus ympäristölle tulee. [3, s. 6]

3.1 Ekologinen selkäreppu

Tutkimuksilla on saatu selville, jotta luonnonvarat riittävät tulevaisuudessakin pitäisi teollisuusmaiden nostaa luonnonvaratuottavuuttaan tulevan vuosisadan puoliväliin mennessä noin kymmenkertaisesti, jotta luonnonvarojen riittävyys on turvattu. Välitavoitteena on katsottu, että luonnonvaratuottavuutta on mahdollista nelinkertaistaa seuraavan 20–30 vuoden sisällä. Luonnonvaratuottavuudella tarkoitetaan luonnonvaroista yksikköä kohti saatavaa hyötyä ja hyvinvointia. [3.]

Kokonaismateriaalikulutuksen havainnollistamista varten on tehty käsite; ”Ekologinen selkäreppu, joka kertoo kiloina sen luonnonvarojen määrän, jonka tuote on koko elinkaarensa aikana kuluttanut.” [3.]

Alla esimerkkejä rakennustyömailla käytettävistä ekologisista selkärepuista: Yhden raaka-ainekilon tuottamiseen tarvitaan kiinteitä luonnonvaroja yhteensä.

Raaka-aine	Luonnonvarojen kulutus
- lasi	1–3 kg
- puu	2–12 kg
- paperi	3–15 kg
- pahvi	3–15 kg
- muovi	5–20 kg
- puuvilla	20–150 kg
- teräs	7 kg
- alumiini	61 kg
- kupari	250 kg

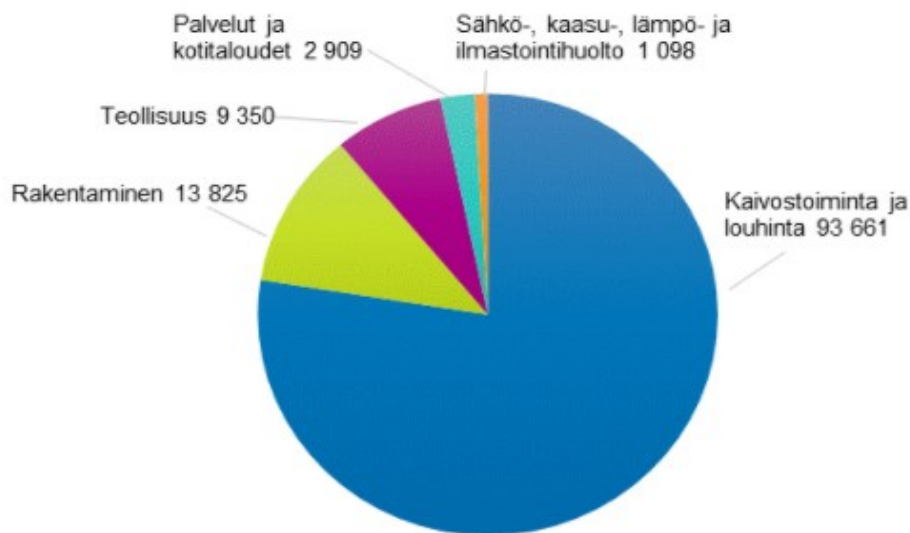
3.2 Materiaalitehokas rakentaminen uudisrakentamisessa

Materiaalitehokkuus vaikuttaa monella tapaa rakentamisen ekologiseen kestävyYTEEN. Välitön vaikutus näkyy luonnonvarojen kulutuksessa; materiaalitehokkaalla toiminnalla vähennetään uusiutumattomien sekä uusiutuvien luonnonvarojen kulutusta. Luonnonvaroja on kahdenlaisia joko; uusiutumattomia tai uusiutuvia luonnon raaka-aineita, energian-, veden tai maankäyttöä. Luonnonvarojen monimuotoisen säilymisen kannalta kulutusta täytyy seurata. [6, s. 10]

Materiaalitehokkuudella on suora vaikutus haitallisten päästöjen määrään, joko kaasumaiset päästöt ilmakehään, nestemäiset päästöt vesistöihin tai kiinteät jätteet. Materiaalitehokkaalla toiminnalla vähennetään rakennus- ja purkujätteen määrää ja lisätään niiden kierrätystä. [6, s. 10]

3.3 Rakennustyömaiden rakennusjäte

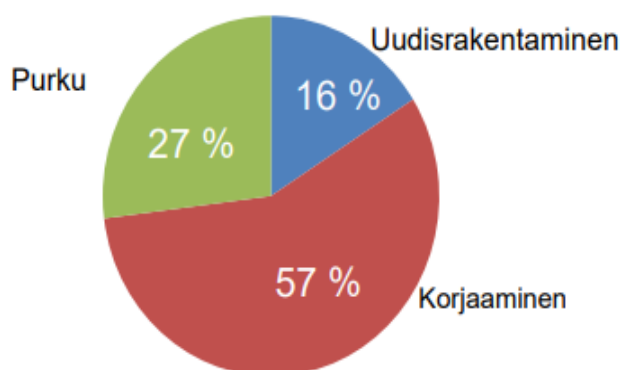
Rakennusjätteisiin kuuluu kaikki uudis-, saneeraus- ja purkurakentamisessa syntyvä materiaali- ja kiinteistöjäte mm. maa- ja kiviainekset, puu-, lasi- ja paperijäte sekä metalliromu. Tilastokeskuksen mukaan viimeiset tiedot rakentamisesta tulleista jätteistä ovat vuodelta 2016. Tällöin rakennusalalla ja sen toimialoilla syntyi jätteitä noin 14 miljoonaa tonnia 123 miljoonasta tonnista. (kuva 3.) Euroopan mitakaavassa rakennus- ja purkujätteen osuus on kolmannes kaikesta syntyvästä jätteestä. [6, s. 11]



Kuva 3. Tilastokeskus

Suomessa rakennustyömailla muodostuvissa rakennusjättemääristä suurin osa syntyy puupohjaisista jätteistä, 41 %, mineraali- ja kivijätteistä, 33 % ja metallijätteet, 14 %. Kansainvälisessä vertailussa suomessa on huomattavasti suurempi puujätteen osuus kuin Keski- ja Etelä-Euroopassa, missä se on 5 %:n luokkaa. Tämä johtuu suomessa käytettävistä puumuoteista. [6, s. 11]

Rakentamisesta syntyvä rakennus- ja purkujätteestä valtaosa, 57 % syntyy korjaustyömailla, 27 % kokonaisten rakennusten purkamisesta ja 16 % uudisrakentamisesta (kuva 4). Etenkin uudisrakentamisen rakennusjättemäärän osuus on jatkuvasti pienentynyt materiaalitehokkaampien toimintatapojen ansiosta. [6, s. 11]



Kuva 4. Pirkanmaan ELY-keskus

3.3.1 Uudisrakentamisen jätehuolto

Uudisrakentamisessa muodostuva rakennusjäte on yleensä pakkausjätettä lukuun ottamatta materiaalihukasta aiheutuvia lisäkustannuksia, jota urakoitsijat yrittävät välttää. Työmaajätteen määrä uudisrakentamisessa on ollutkin viime vuosien aikana selkeässä laskussa, uusien toimitapojen ja prosessien käyttöönoton kuten määrämittaisten raaka-aineiden ja esivalmisteisten rakennusosien käytön ansiosta. Isommat työmaat ovat myös onnistuneet rakennusjätteen lajittelussa. Sen sijaan on huomattu työmaalle saapuvien uusien materiaalien suojauksessa olevan pieniä puutteita, mitkä johtavat materiaalin pilaantumiseen. [6.]

Työmaiden jätemääriä laskemalla tulee säästöjä jätemaksuissa ja jätteiden käsittelyihin tarvittavissa työtunneissa. ”Jäteasemat ja rakennusjätettä vastaanottavat yritykset veloittavat sekalaisesta rakennusjätteestä hieman yli 100 euroa/tonni jätettä, hinta vaihtelee paikkakunnan mukaan. Kaatopaikalle sijoittamisesta veloitetaan jäteverona 50 euroa per tonni”. [6.] Siten rakennusjätteiden syntypaikkalajittelu tuo säästöjä jätteen loppusijoitusvaiheessa. Lisäksi puhtaammat materiaalit ovat houkuttelevampia kierrätysyrityksille muut jättekustannukset kuten jätevero sekä jätemaksut eivät itseasiassa ole niin suuria kuin luullaan.

Todellisuudessa jätevero ja jätemaksuista muodostuu ainoastaan 10 % osuus kaikista työmaalle aiheutuvista jättekustannuksista. Lisäkustannuksia työmailla tulee muun muassa hävikkimateriaaleista ja jätteiden siirtoon/kierrätykseen käytetystä työvoimasta. [6, s. 12]

3.4 Rakennusmateriaalin kierrätys

Rakennusjätteen hyödyntäminen vaihtelee jätejakeittain ja alueellisesti maassamme suuresti. Erityisesti huonolaatuinen puujäte on vaikea hyödyntää materiaalina uudelleen, joten se menee pääasiassa polttoon. Toisinkuin pelti ja muut metalliromut, jotka ovat haluttua raaka-ainetta, ne menevät teollisuuden raaka-aineeksi uuden metallin valmistuksen prosessiin. [7.]

Talonrakentamisessa syntyvästä puujätteestä, kierrätys ongelmiksi muodostuu purkupuun sisältämät kosteus- tai homevauriot tai muut epäpuhtaudet. Näiden uudelleenkäyttö rakentamisessa ei ole suositeltavaa, koska voivat aiheuttaa ihmisille terveydellisiä tai haitallisia vaaroja. Siksi puujätteen hyödyntäminen energiana on oltava tulevaisuudessakin mahdollista. [6. s. 12]

Rakennusjätteen seassa on myös hyvänlaatuista puuta, mikä kelpaisi materiaali-kierrätykseen. Tällä hetkellä osa hyvänlaatuisista puujätteistä menee kuitenkin energian hyödyntämiseksi uudelleenkäytettävän materiaalin sijaan. Kun parasta

olisi saada hyvälaatuinen puujäte poimittua erilleen ja hyödynnettyä mahdollisuuksien mukaan materiaalina. Isoksi ongelmaksi on todettu hyvälaatuisen puujätteen pienet määrät, liian pienien määrien erottelu käy liian kalliiksi. [3.] VTT on ehdottanut puujätteiden laatuluokitusta seuraavasti;

Laatuluokitus

A&B	Biopolttoaineet
C	Kierrätyspolttoaineet
D	Vaaralliset jätteet [3.]

Puujätteet on jaettu alaluokkiin niiden alkuperäisen käyttökohteen mukaan. Tämän laatuluokittelun käyttöön ottaminen edistäisi puujätteiden kierrätystä. Vaarallisia aineita sisältävät puujätteet pitäisi edelleen polttaa erillisessä polttolaitoksessa. [5, s. 29]

Purkubetonia hyödynnetään maanrakentamisessa murskattuna, mikä sopii hyvin yhteen perinteisen, maansiirtoon perustuvan, rikkovan purkutavan kanssa. Jotta paikallavalettu betoni saadaan kierrätetty, on murskaaminen sen ainoa kierrätystapa. Murskattu betoni, mistä teräkset on poistettu sulatettavaksi, voidaan käyttää uuden betonin runkoaineena. Joissain kunnissa on annettu lupa käyttää pieniä määriä betoni- ja tiilimursketta, rakennuksen maa-aineen korvaajana. [5, s. 29, s. 30]

3.5 Rakennusjäte lainsäädäntö

Alla käsitellään lait ja asetukset, jotka ovat olleet oleellisia opinnäytetyötä tehdessä, joten ne eivät vastaa täydellisesti alkuperäisiä kokonaisuuksia. Opinnäytetyössä huomioon otetut lait ja asetukset:

3.5.1 Jätelaki 646/2011

Jätelain 646/2011 mukaan rakennus- ja purkujätteeksi luokitellaan kaikki kiinteän rakennelman aiheuttama jäte mm. uudis-, korjaus-, maa-, vesi- tai purkuraikentamisesta syntyvä. [11, §. 8]

Jätelaki 646/2011 pykälän 8. mukaan toiminnanharjoittelijoita veloitetaan seuraamaan etusijajärjestystä eli jätehierarkiaa (ks. luku 2.3). Toiminnanharjoittajia, joiden tuotannossa syntyy tai käsitellään jätettä tuotannollisesti, ammatillisesti tai laitospäisesti vaaditaan noudattamaan tätä etusijaisjärjestystä siten että saavutetaan lain määrittämät parhaat mahdolliset tulokset. [11, §. 8]

Jätelain 646/2011 pykälän 12. mukaan tuotannon harjoittajan, on oltava tietoinen tuotannossa syntyvistä jätteistä ja niiden aiheuttamista ympäristö- ja terveysvaikutuksista. Tämän tulee myös tietoinen tavoista millä kehittää tuotantoa ja tuotetta niin että jätemäärät ja sen haitallisuudet vähenevät. Jätteen hallussapitäjän tulee tietää jätteenmäärät, laji, laatu ja alkuperä sekä muista ympäristöä tai terveyttä haitallisista ominaisuuksista. Tarvittaessa tiedot pitää luovuttaa muille jätehuollon toimijoille. [11, §.12]

3.5.2 Valtioneuvoston asetus jätteistä 179/2012

Jäteasetus 179/2012 pykälän 15. mukaan rakennushankkeeseen ryhtyvän tulee suunnitella ja toteuttaa hanke niin että kaikki uudelleen käytettävät esineet, materiaalit sekä aineet, otetaan talteen ja uudelleen käytetään mahdollisuuksien mukaan. Hankkeeseen ryhtyvän on toimittava niin että jätettä syntyy mahdollisimman vähän, ja syntyessään se on mahdollisimman haitatonta. [11, §.15]

Jäteasetus 179/2012 pykälän 16. mukaan rakennusjätteen haltijaa veloitetaan järjestämään jätteille erilliskeräys niin, että suurin osa jätteistä päätyy uusiokäyttöön, kierrätettäväksi tai muulla tavoin hyödynnettäväksi. Jätelain säädösten ja Valtioneuvoston asetusten mukaan erilliskeräys on järjestettävä seuraavissa jätteissä:

1. betoni-, tiili-, kivennäislaatta- ja keramiikkajätteet
2. kipsipohjaiset tuotteet
3. kyllästämätön puu
4. metalli
5. lasi
6. muovijäte
7. paperi- ja kartonki
8. maa- ja kiviaines [11, §.16]

Pykälässä 16. oli myös tavoite 2020 vuodelle hyödyntää 70 prosenttia rakennus- ja purkujätteestä muulloin kuin energiana tai polttoaineena. [11, §. 16]

4 Materiaalitehokkuuden kehittäminen uudisrakentamisessa

Rakentamisesta on tullut kotimaisten luonnonvarojen suurin käyttäjä, sisältäen myös infrastruktuurisen rakentamisen. Materiaalitehokkuudella uudisrakentamisessa tarkoitetaan materiaalien ja koneiden käyttämistä pitkällä aikavälillä, sekä työkonoiden ja välineiden lainaamista tai vuokraamista joiden käyttö on vähäistä tai tarvittua vain yhdessä työvaiheessa ja näiden materiaalien kierrätys, joilla saadaan pienennettyä materiaalihukkaa. Materiaalitehokkuuden tarkoitus on siis maksimoida luonnonvarojen käyttö mahdollisimman hyvin niin että, kierrätettävää ei jää. Materiaalitehokkuus on siis osa kestäväää, laadukasta ja pitkäikäistä rakentamista. [6.]

Materiaalitehokkaassa uudisrakentamisessa on otettava huomioon seuraavat asiat:

- Rakennukset tulee suunnitella niin että ne ovat pitkäikäisiä ja helposti korjattavissa sekä ylläpidettävissä.
- Maksimoidaan kierrätettävän materiaalin käyttö.
- Rakennukset suunnitellaan helposti muunneltavaksi.

- Rakennusosat ja materiaalit suunnitellaan ja toteutetaan kierrätettäväksi rakennuksen elinkaaren loputtua purkuvaiheessa.
- Materiaalihukan ja siitä muodostuvan rakennusjätteen minimointi suunnittelulla työmaan kulun aikana.
- Rakennusvirheiden välttäminen hyvällä suunnittelulla ja laadunvarmistuksella. [6, s. 15]

Tämänhetkisessä rakennustavassa on tässä petrattavaa. Pitkäikäisyyteen ja rakennusvirheisiin kiinnitetään suunnittelussa ja rakentaessa huomiota, mutta rakennuksen muuntojoustavuutta, jonka avulla talon käyttötarkoitusta tai tekniikkaan vaihtamista erilaiseen käyttöön, ei uudisrakentamisessa juuri toteuteta.

Suurin rakennusmateriaalihukka tulee yleensä suunnitteluvaiheessa, kun suunnitelma on puutteellinen, virheellinen, tapahtuu logistiikkainen ajoitusvirhe tai kosteudenhallinnassa tapahtuu virhe, kuten materiaalin kunnollinen varastointi. [13.]

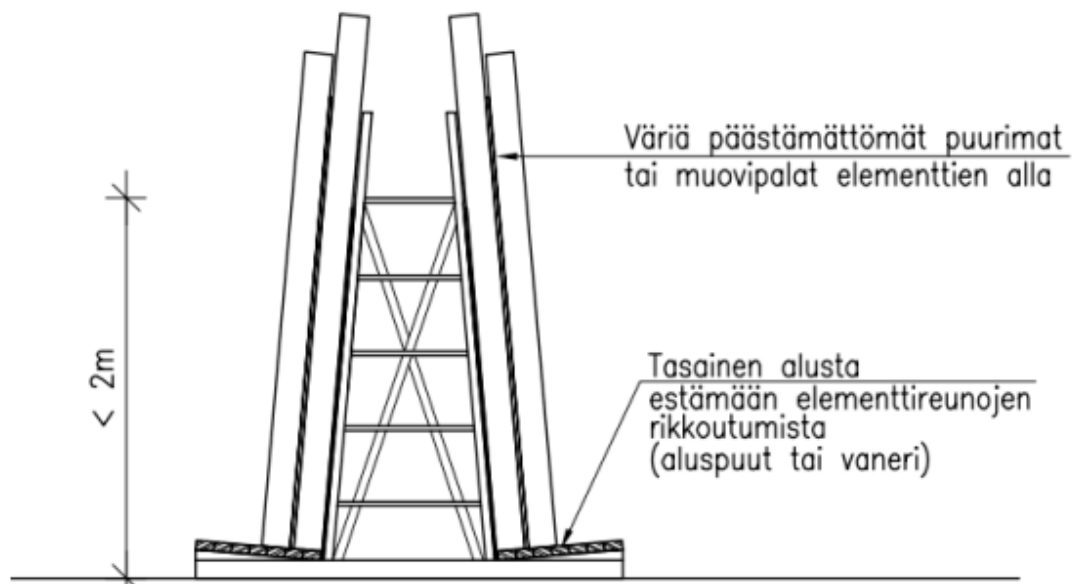
4.1.1 Esivalmistelu ja mittatilaus tuotteet

Muualta tilattavat esivalmistetut ja määrämittaiset tuotteet tai rakennusosat mitkä on mahdollisimman pitkälle valmistettu, on tehokas tapa vähentää materiaalihukan muodostumista. Tällä tavoin pystytään nopeuttamaan rakennusvaihetta, materiaalihukka laskee ja rakentamisen laatu paranee. Määrämittaisia tuotteita tilatessa tulee määrälaskennassa olla erittäin huolellinen ja materiaali- sät otettava huomioon esimerkiksi RATU-korttien ohjeiden mukaan. Hankintoja tehdessä tulee ajoitus miettiä niin, että tilaustuotteet kuljetetaan työmaalle, jossa ne otetaan lähes heti käyttöön ilman varastointia. Tällä tavoin vältetään varastoinnin riskeistä, joista tulee materiaalihukkaa. [13, s. 37, s.38]

4.1.2 Varastointi ja säältä suojaus

Varastointi on oleellinen asia rakennustyömailla ja sitä on vaikea välttää. Suunnittelemalla varastointipaikat ja niistä tehtävät siirrot niin, että varastoinnista tulevilta materiaalin kolhiintumisilta vältyttäisiin. Tähän päästään, kun tehdään vain tarvittavia siirtoja sekä suojataan materiaalit eri sääolosuhteilta kuten sade- tai lumisuojuilla/raketeille ja materiaalin vaatiessa auringon UV-säteilyltä. [13, s. 43]

Suojaustapoja on kahdenlaisia: valmiit rakenteet mm. vesikatto ja väliaikaiset suojat esimerkiksi: sääsuojat ja suojapeitteet. Jokainen sääsuoja tulee suunnitella hankekohtaisesti ottaen huomioon tarvittava tilan ja ilmanvaihdon määrä. Varmistetaan myös suojauksen olevan riittävän luja ja mahdollisesti ankkuroitu, jos tämä vaaditaan materiaalin varastoinnilta kuten betonielementeiltä. (kuva 5) Varastoinnissa pitää myös ottaa huomioon nosturin käyttö ja materiaalin siirto, jättämällä suojan alle riittävä tila nosturin ketjuja tai nostohihnoja varten. [13, s. 43]



Kuva 5. NB-seinä Betonielementtien käsittelyohjeet

Ulkovarastoinnissa on pääsääntöisesti hyvä eristää varastoitava materiaali niin että, se ei ole kosketuksessa maankosteuden kanssa kuten aluspuitteilla tai kuormalavoilla. Suositus on, että varastoitava puutavara on minimissään 30 cm irti maanpinnasta. Kosteudelle herkät tuotteet kuten kuivabetonit, laastit, tasoitteet ja muut kostuessaan muuttuvat jauhomaiset tuotteet tulisi aina varastoida ja purkaa sisätiloissa. Erityistapauksissa materiaalivalmistajat antavat varastointia varten erilliset ohjeet, joita tulee seurata, jotta materiaali ei pilaannu varastointi vaiheessa. [13, s. 43]

4.1.3 Työskentelytavat ja koulutus

Materiaalitehokkuutta voidaan lisätä myös muuttamalla työskentelytapoja valitsemalla oikea menetelmä, työkonne ja suunnittelemalla materiaalin käyttö niin, että näistä syntyvä materiaalihukka on mahdollisimman pientä. Menetelmän ollessa puutteellinen tulee sitä kehittää niin, että syntyvä materiaalihukka saadaan minimoitua. Myös oikeanlainen työkonneiden käyttö ja niiden huolto ovat osa hyviä työskentelytapoja [13, s. 27]

Ammattirakentamisen materiaalitehokkaat toimintatavat muodostuvat rutiineiksi erilaisten ammatillisten koulutusten tai lisäkoulutusten kautta. Koulutusten perusteita muutetaan säännöllisesti työelämän vuorovaikutuksen mukaan, näissä koulutuksissa uudet ammattitaitovaatimukset tulisi ottaa heti huomioon eikä vain sovittuina aikoina. Työnantaja on hyvä yllä pitää työntekijöidensä oikeanlaisen osaamisen ja toimintatapojen kehittämisestä. [13, s. 28]

Rakennushankkeen keskeisessä roolissa ovat rakennusvalvontaviranomaiset, ja heidän vaikutuksensa rakennuttajan ja suunnittelijoiden toimintatapoihin. Viranomaisille kuten rakennus-, valvonta- tai ympäristöviranomaisille tulisi täten tarjota käytännönläheistä tietoa materiaalitehokkaasta rakentamisesta. [13.]

4.1.4 Muuntojoustavuus

Muuntojoustavalla rakentamiselle säästetään rakennusvaiheessa käytettävien rakennusaineiden lisäksi myös rakennuksen käytöstä tulevia energia- ja materiaaliressursseja sekä näistä aiheutuvien päästöjen vähenemistä. Muuntojoustavalla rakentamisella pyritään vähentämään uuden rakentamista ja teknistä korjaamista jo valmiiseen rakennukseen. [2, s. 25]

Rakennuksen muuntojoustavuudella pyritään vähentämään tulevat resursseja vaativat muutostyöt, mutta jos varautumistarve arvioidaan väärin voi niistä tulla kuluja ja materiaalihukkaa. Seuraavilla muunneltavuuteen liittyvillä muutoksilla pystytään erityisesti parantamaan ympäristönvaikutuksia:

- 1) tilojen tehokas käyttö – muunneltavan rakennuksen käyttö elinkaaren aikana kasvaa, kun tiloja ja materiaaleja voidaan hyödyntää tehokkaammin kuin muissa rakennuksissa,
- 2) rakennuksen käyttöikä kasvaa – muunneltavuus lisää rakennuksen kokonaiskäyttöikää ja,
- 3) toimivuus paranee – muunneltavan rakennuksen energian käyttöä voidaan optimoida ja tehostaa sen elinkaaren aikana. [2, s. 25]

Muunneltavuudella suurimmat ympäristöhyödyt saadaan, suunnittelun ja toteutuksen lisäksi kiertotalouden markkinoista. Kierrätyksen ja uudelleen käytön markkinoiden tulisi tehdä seuraavia toimivia liiketoimintamalleja; [2, s. 25, s.26]

- Purkutuotteiden uudelleenkäyttö, korjaaminen
- Kierrätettävien materiaalin käyttö rakentamisessa
- Materiaalin kierrätys [2, s. 25]

Näihin voidaan vaikuttaa yksinkertaisella ja standardinmukaisilla periaatteilla suunnitteluvaiheessa. Yksinkertaisuutta on esimerkiksi homogeenisten ratkaisujen ja aineiden valitseminen monivaiheisten tai monia eri raaka-aineita sisältävien tuotteiden sijaan. Hyvällä dokumentoinnilla ja ylläpidolla uudis-, purku ja korjausrakentamisessa on suuri merkitys muuntojoustavuuden, monikäyttöisyyden ja uudelleenkäytön sekä kierrätyksen onnistumisen kannalta. Datan digitalisoituminen nopeuttaa tiedonsiirtoa ja helpottaa tiedon sekä ohjeistuksien ylläpitoa, mikä taas edistää muuntojoustavaa ideointia ja rakentamista.

[2, s. 25, s.26]

4.1.5 Monikäyttöisyys

Rakennuksen ollessa monikäyttöinen paranee sen käyttöaste, jonka seurauksena uusien tilojen rakentamisen tarve vähenee. Tämän lisäksi tilojen monikäyttöisyydellä saadaan pienennettyä liikenne päästöjä, kun koulu-, harraste-, majoitus- sekä toimitilat on yhdistetty, tarve liikkumiselle vähenee.

[2, s. 25]

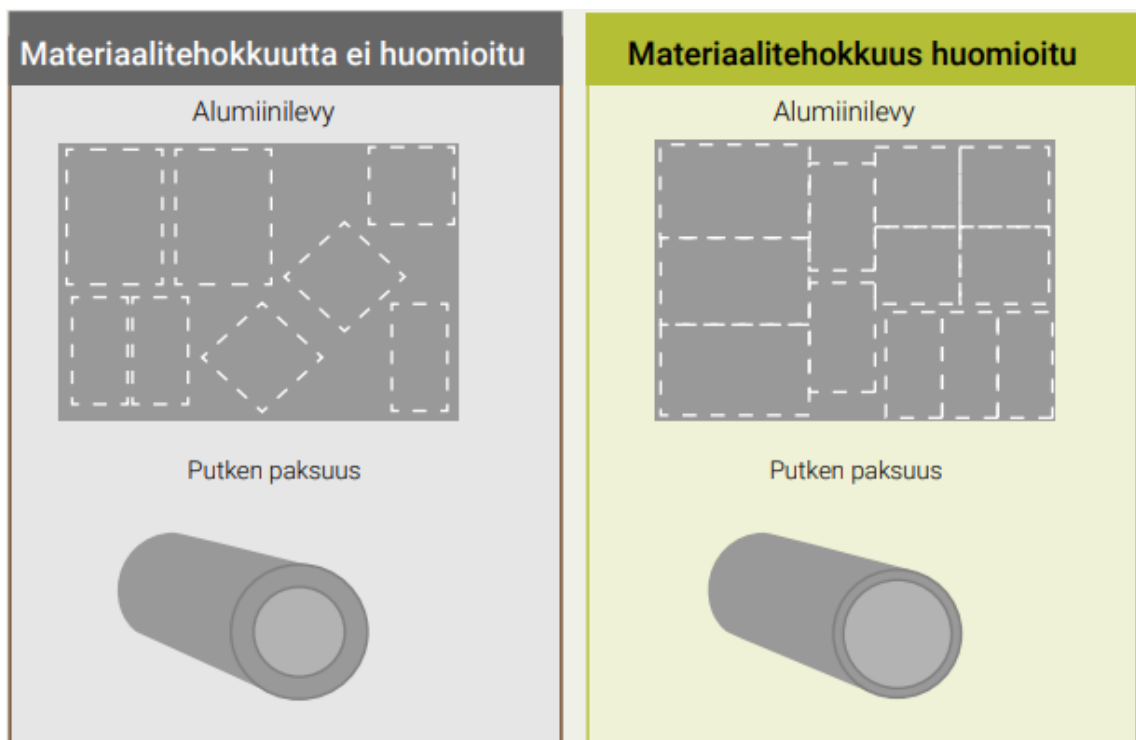
Suunnitteluvaiheessa monikäyttöiseksi suunniteltu rakennus voi lisätä sen käytön aikaisia ympäristövaikutuksia esimerkiksi, jos päätetään kasvattaa ilmanvaihdon kokoa. Monikäyttöisyyden ympäristöedut eivät tule esille laskettaessa kuormitusta esimerkiksi pinta-alaa kohden, mutta elinkaariarvioinnin perusperiaatteiden mukaan, vaikutukset kuitenkin tulisi arvioida tasaveroista palvelua tai funktionaalista yksikköä kohden esimerkiksi koulu, joka on opettaa päivisin peruskoululaisia ja illalla työväkeä pitäisi ympäristövaikutuksien kannalta laskea sen antamien palvelujen mukaan eikä kerrosneliöiden mukaan.

[2, s. 26]

4.2 Materiaalitehokkuuden parantaminen tuotannossa

Materiaalitehokkuustoimien tavoite on vähentää tuotteiden tuottamiseen käytettäviä materiaaleja, tuotannosta aiheutuvia haitallisia ympäristövaikutuksia sekä säästää kustannuksia koko tuotteen elinkaaren aikana. Erityisesti koskemattoman materiaalin käyttöä tulee tehostaa. Ympäristöriskejä saadaan vähennettyä vaihtamalla haitalliset materiaalit haitattomiin vaihtoehtoihin tai vähentämällä niiden käyttöä. [7, s. 3, s. 4]

Materiaalitehokkuus tuotannossa voi olla prosessin tehostamista kuten materiaalipaksuuden muuttamista optimaalisemmaksi (kuva 6). Materiaalien määrällinen käyttö voi lisääntyä mutta, vähentää haitallisten aineiden sekä uusiutumattomien luonnonvarojen, kuten alumiinin käyttöä. [7, s. 3]



Kuva 6. Rantanen, Pirkanmaan ELY-keskus 2021

4.2.1 Tuotannon raaka-aineet

Alla toimenpiteitä mitkä parantavat materiaalitehokkuutta raaka-aine tuotannossa.

- Raaka-aineita hankkiessa otetaan huomioon tuotteen saatavuus, kuljetu matkan pituus ja määrä, sekä raaka-aineen sisältämät ympäristölle tai terveydelle mahdolliset haitalliset/vaaralliset aineet.
- Käytetään haitattomia materiaaleja, haittoja ja riskejä aiheuttavien tilalla.
- Materiaalivirtojen hävikkien minimointi ja vuotojen ehkäisy
- Neitseellisten raaka-aineiden käytön vähentäminen ja näiden korvaaminen raaka-aineilla, jotka ovat kierrätettäviä tai hyödynnettävissä, tuotantoon soveltuvilla jättemateriaaleilla tai sivutuotteilla.
- Tuotteiden korjattavuus ja kierrätettävyys varmistetaan uudelleenkäytettäväksi joko omassa tai jonkun muun seuraavassa prosessissa.
- Tuotannon toimintatapojen muuttaminen niin että toimintatapojen, prosessien ja kunnossapidon materiaali-jäte määrät vähenevät. [7, s. 8, s. 9]

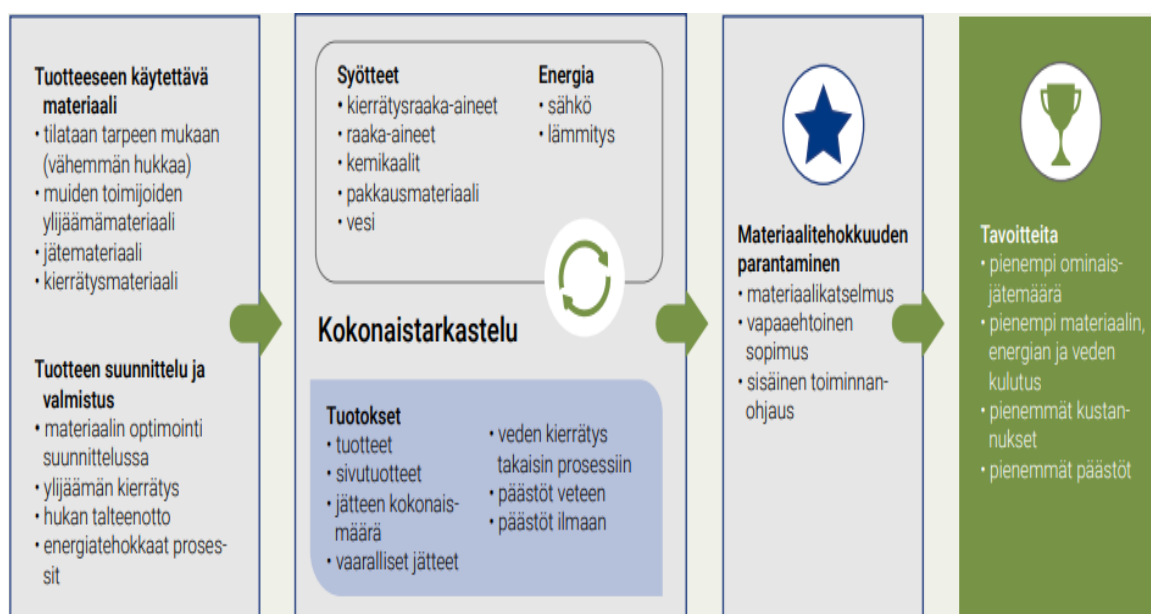
4.2.2 Tuotannon jätteiden kierrätys

Alla toimenpiteitä mitkä parantavat materiaalitehokkuutta jätteen, veden sekä kemikaalien kierrätyksessä.

- Ensisijaisesti syntyvä jäte yritetään kierrättää tai hyödyntää materiaalina, sitten vasta energiana. Ainoastaan hyödyntämiskelvoton jäte toimitetaan loppukäsittelyyn kaatopaikalle.
- Pakkausmateriaalien käyttöä vähennetään ja pakkaamisessa tulee käyttää uusiutuvia materiaaleja.
- Varastoinnissa huomioidaan tuotteen olosuhdevaatimukset, jotta tuote ei pääse pilaantumaan tai vanhentumaan.
- Kuljetuksessa varmistetaan, ettei tuote vahingoitu sen aikana.

- Pyritään seuraamaan veden kulutusta ja vähentämään käytetyn veden määrää. Yritetään kierrättää jäte- ja prosessivesiä muissa tuotantolaitoksen prosesseissa.
- Puhtaan ja likaisen veden erillään pitäminen (esim. hulevedet, sadevedet, jäähdytysvedet)
- Käytetään nykyaikaisia suuttimia ja automatiikkaa, jotta saadaan veden kulutus pienemmäksi. Kunnossapidossa käytetään nykyaikaista vesijärjestelmää ja sen tarjoamaa tekniikka, korroosion ja vuotojen estämiseksi.
- Tehdään määräaikatarkastuksia säännöllisesti sekä ennakkohoito-ohjelmat ylläpidetään.
- Priorisoidaan mahdollisten nykyaikaisten automaattisten hälytysjärjestelmien käyttö.
- Minimoidaan kemikaalien käyttö tuotannon, jäteveden ja poistokaasujen käsittelyssä (ympäristölupamääräyksien sallimien rajojen mukaan).

[2.]



Kuva 7. Rantanen, Pirkanmaan ELY-keskus 2021

4.3 Materiaalitehokkuuden arvioiminen ja kehittäminen

Materiaalitehokkuuden parantaminen on jatkuva prosessi, jota tulee kehittää koko toiminnan ajan. Kehittääkseen materiaalitehokkuutta, yrityksen johdon täytyy toimia jatkuvasti ennakoimalla sekä kartoittamalla kohteita, jotka ovat materiaalitehokkuudeltaan keskeisiä yrityksen sisällä. Esimerkiksi merkkamalla yrityksen omaan toimintaohjeisiin, ajankohdat milloin ja miten tehokkuutta tarkastellaan. Parhaat näkemykset yrityksen kehittämismahdollisuuksista ja ideoista saadaan yleensä yrityksen työntekijöiltä. Tätä asiantuntemusta tulisi käyttää myös materiaalitehokkuuden parantamisessa ja mahdollisten muutosten toteutuksissa. [7, s. 10, s. 11]

Tuotantoprosesseja tutkimalle on tärkeää tunnistaa ne työvaiheet, joissa on mahdollista vähentää materiaalien ja energian käyttöä, syntyvän jätteen määrää sekä tuotannosta aiheutuvia ympäristöhaittoja. Materiaalitehokkuuden parantamisen kannalta on tärkeää selvittää, onko tuotantoprosessin aikana mahdollista käyttää neitseellisiä raaka-aineita tai tuotannon hukkamateriaaleja uudestaan. Tuotantotekniikan teknologian muuttaminen tehokkaammaksi osittain tai kokonaan edistää myös materiaalitehokkuutta. Kyseisistä tuotantoprosessin muutoksista on hyvä käydä keskustelua valvontaviranomaisen etukäteen. [7, s. 10, s. 11]

4.4 Materiaalikatselmus

Materiaalikatselmus on Motivan kehittämä yrityksen toiminnan tehostamiseen ja materiaalivirtojen hallintaan tarkoitettu työkalu.

Työkalun avulla tutkitaan systemaattisesti tuotannon materiaalivirtoja ja niiden tehostamismahdollisuudet. Katselmuksessa käydään läpi mm. työvaiheet, joissa on mahdollisuus vähentää jätemääriä sekä niistä aiheutuvia ympäristöhaittoja. Katselmuksen avulla saadaan konkreettista tietoa ja toimenpiteitä tuotannon tehostamiseen sekä materiaalivirtojen hallintaan. Toimenpiteillä yritykset

voivat saavuttaa kustannussäästöjä raaka-ainehankinnoissa, jätemaksuissa sekä energia- ja työkustannuksissa. [7, s. 11]

Suomen valtion omistama yhtiö Motiva Oy on kehittänyt materiaalikatselmusmallin työ- ja elinkeinoministeriön pyynnöstä. Katselmusmallin kehitys on jatkuvaa, katselmoijia koulutetaan ja ohjeistetaan jatkuvasti, sekä seurataan katselmusten tuloksia ja toteutuksia. Yritys voi hakea rahoitusta Motivan materiaalikatselmuksiin Business Finlandilta. Katselmuksen tekevät Motivan koulutetut asiantuntijat. Yritys voi halutessaan tehdä katselmuksen joko yhteen tai koko yrityksen prosessiin. [7, s. 11, s. 12]

5 Yhteenveto

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia rakentamisen materiaalitehokkuutta osana SRV:n vastuullisuusohjelmaa. Opinnäytetyön suorittamisen edellytyksenä oli ottaa selvää mitä materiaalitehokkuudella tarkoitetaan, mitä kaikkea se sisältää ja miten sitä voisi kehittää.

Materiaalitehokkuus on osa kiertotaloutta, eli sen tavoitteena on luonnonvarojen säästäminen, materiaalien tehokkaalla ja kestäväällä käytöllä. Uuden materiaalin tuottamisen tai ostamisen sijaan on käytettävä kierrätettyjä ja uudelleenkäytettäviä materiaaleja ja samalla pidennetään materiaalien ja tuotteiden elinkaaren pituutta kiertotaloudessa. Materiaalitehokkuudella yritetään edistämään raaka-aineen kokonaiskäyttöä niin, ettei materiaalihukkaa synny ja täten jätettä. Tällä tavoin saadaan myös taloudellisia hyötyjä, kun kierrätettävän jätteen määrä vähenee. Suurimmat rahalliset sekä ympäristölliset säästöt tulevat kuitenkin, kun uusiutumaton tai kaukana tuotettu materiaali jää kokonaan tuottamatta, pakkaamatta ja kuljettamatta.

Materiaalitehokkaalla suunnittelulla voidaan vaikuttaa suuresti luonnonvarojen riittävyyteen tulevaisuudessa. Kuten kasvattamalla esivalmistettujen ja mittatilaus materiaalien käyttöä, hyvällä varastoinnilla ja suojauksella, kouluttamalla tekijöitä ja tuotantoja materiaalitehokkaampaan toimintaan. Yleistämällä monikäyttöistä ja muuntojoustavaa rakentamisen.

Opinnäytetyötä tehdessä selvisi, kuinka tärkeää kierrätys on materiaalitehokkuudessa ja samalla sen vaikutusta ympäristöön. Rakennusjätteitä kierrättämällä hyvin ja oikein, kaikki voittavat.

Lähteet

- 1 Euroopan komissio 2015 - Komission tiedonanto Euroopan parlamentille Verkkoaineisto. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?qid=1517483791000&uri=CELEX:52015DC0614> Luettu 28.11.2021
- 2 Häkkinen, Tarja & Ala-Kotila Paula. 2019. VTT Technology - Monikäyttöisyys ja muunneltavuus kestävässä rakentamisessa. Verkkoaineisto. <https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/technology/2019/T363.pdf>. Luettu 14.12.2021
- 3 Kierrätyskeskus 2021 – Materiaalitehokkuus ammattiaineissa. Verkkoaineisto. <https://www.kierratyskeskus.fi/files/72/materiaalitehokkuus.pdf>. Luettu 11.12.2021
- 4 Kuittinen, Matti. 2019. Hankintaopas, Ympäristöministeriön julkaisu – Kiertotalous julkisissa purkuhankkeissa.
- 5 Nousiainen, Linda. Opinnäytetyö 2020 – Rakentamisen purkujätteen uudelleen tai uusiohyödyntäminen. Verkkoaineisto. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/345725/Nousiainen_Linda.pdf;jsessionid=D532E58090D467A186AA9D739453A03D?sequence=2 Luettu 28.11.2021
- 6 Peuranen, Else & Hakaste, Harri. Loppuraportti 2014 - Rakentamisen materiaalitehokkuuden edistämishjelma. Verkkojulkaisu. https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/135172/YMra_17_%202014.pdf Luettu 30.12.2021
- 7 Rantanen, Marja. 2021. Toimittaja. Materiaalitehokkuus – Opas toiminnanharjoittajille. Pirkanmaan ELY-keskus. Verkkojulkaisu. <https://www.doria.fi/handle/10024/181232> Luettu 26.12.2021
- 8 Lakeuden etappi – Jätehuolto osana arjen kiertotaloutta. Verkkoaineisto. <https://www.etappi.com/jateneuvonta/jatehierarkia-ohjaamintaa/> Luettu 15.12.2021
- 9 Lehtonen, Katja. 2019. Ympäristöministeriön julkaisuja – opas tekijöille ja teettäjiille. Verkkojulkaisu. <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/161884> Luettu 01.12.2021
- 10 SRV Rakennus Oy 2021. Verkkoaineisto. <https://www.srv.fi/srv-yhtiona/> Luettu 03.11.2021

- 11 Valtioneuvoston asetus jätteistä, 179/2012. Verkkoaineisto. <https://finlex.fi/fi/laki/alkup/2012/20120179> Luettu 12.01.2022
- 12 Ympäristöosaava.fi. Verkkoaineisto. <https://www.ymparistosaava.fi/rakennusala/index.php?k=22806> Luettu 12.01.2022
- 13 Ympäristöopas 2012 – Materiaalien käytön tehokkuus ympäristölupamenettelyssä. Verkojulkaisu. https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/38815/YO2012_Materiaalitehokkuus_FINAL.web.pdf?sequence=1&isAllowed=y Luettu 20.12.2021