



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Martti Pitkänen

Rakennusosien ja materiaalien uudelleenkäyttö ja kierrätys

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Rakentamisen projekinhallinta

Insinöörityö

9.5.2021

Tekijä Otsikko	Martti Pitkänen Rakennusosien ja materiaalien uudelleenkäyttö ja kierrätys
Sivumäärä Aika	73 sivua + 1 liite 9.5.2021
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma
Ammatillinen pääaine	Rakentamisen projektihallinta
Ohjaajat	Lehtori Riikka Jääskeläinen Projektiasiantuntija Jenni Merjankari Lehtori Arto Yli-Pentti
<p>Tämä opinnäytetyö toteutettiin osana HYPPY-hanketta, jossa kehitetään ratkaisuja rakennusosien ja materiaalien tehokkaampaan uudelleenkäyttöön ja kierrätykseen. Metropolian ammattikorkeakoulun Myllypuron kampus on mukana hankkeessa, ja se on myös opinnäytetyön toimeksiantaja. Tässä opinnäytetyössä perehdyttiin yleisesti kiertotalouteen rakennusosalalla ja sitä koskevaan lainsäädäntöön. Opinnäytetyön case-tapauksessa tutkittiin Maatullin ala-asteen koulun rakennusosien ja materiaalien uudelleenkäyttömahdollisuuksia; erityistarkastelussa olivat koulun liikuntasalin pilarit ja palkit.</p> <p>Opinnäytetyön tavoitteena on tutkia ja kehittää uudelleenkäyttökohteita Maatullin ala-asteen koulun purettaville rakennusosille ja materiaaleille, sekä selvittää niiden lupa- ja hyväksyttämisprosessien vaatimuksia. Tutkimukset toteutettiin teorialuokituksen sekä Ramboll Finland Oy:n ja Ramboll CM Oy:n asiantuntijahaastattelulla. Tutkimukseen on kerätty tietoa internet- ja kirjallisuuslähteistä, alan julkaisuista, rakennuslaista ja -määräyksistä, kohdekäynnillä ja katselmuksella ennen Maatullin ala-asteen purkamisen aloittamista, sekä purkusuunnittelusta vastaavan tahon suunnitelmista. Tutkimuksen pohjalta on esitetty Maatullin ala-asteen rakennusosille ja materiaaleille uudelleenkäyttökohteita sekä esitetty toimenpiteitä, joiden avulla kyseisten rakennusosien ja materiaalien uudelleenkäyttö on mahdollista.</p> <p>Rakennusmateriaalien ja -osien hyödyntämispotentiaali on tärkeä kartoittaa tarkasti ennen purkutöiden aloittamista, jotta kokonaisuudessaan purettavat rakennusosat tunnistetaan ja purkumenetelmät voidaan suunnitella sen mukaisesti. Purkaminen edellyttää erityisiä menetelmiä ja rakennusosille tulee löytää sopivat käyttökohteet, joissa uudelleenkäyttö tulee huomioida suunnitelmissa ja hyväksymisprosesseissa.</p> <p>Rakennusosien uudelleenkäyttö on vielä nykyään kaikilla materiaaleilla vähäistä. Selkeiden ohjeiden ja hyväksyntäprosessin puuttuminen tekee rakennusosien uudelleenkäytöstä haastavaa ja hidastaa osaltaan rakennusosien uudelleenkäytön tehostumista. Opinnäytetyön tutkimuksessa uudelleenkäyttöön negatiivisesti vaikuttaviksi tekijöiksi havaittiin: purku- ja uudishankkeiden erillinen toteutus, lainsäädäntö, joka ei tue riittävästi uudelleenkäyttöä, vajavainen kustannus- ja aikataulutietous, negatiiviset ajattelutavat, sekä alan ammattilaisten puutteellinen tietous ja koulutus aiheesta.</p>	
Avainsanat	uudelleenkäyttö, kierrätys, Maatullin ala-aste, HYPPY-hanke

Author Title	Martti Pitkänen Reusing and Recycling Building Components and Materials
Number of Pages Date	73 pages + 1 appendix 9 May 2021
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Degree Programme in Civil Engineering
Professional Major	Professional Major Construction Project Management
Instructors	Riikka Jääskeläinen, Senior Lecturer Jenni Merjankari, Project Expert Arto Yli-Pentti, Senior Lecturer
<p>This thesis was implemented as a part of the Hyppy project which aims to develop new and more efficient practices to reuse and recycle building components and materials. It was commissioned by Metropolia University of Applied Sciences which is one of the member partners of the Hyppy project. The aim of the thesis was to study in general circular economy in construction industry and the concerning laws and regulations.</p> <p>The purpose of thesis case study was to find and develop ways and ideas to reuse Maatulli Elementary School's building components and materials, beams and columns of the school's gym in particular, and to review the relevant building codes and bylaws. The thesis was conducted as a theoretical study and by interviewing experts of Ramboll Finland Ltd. and Ramboll CM Ltd. Information for the thesis was collected from internet and books, from publications of the industry, from building codes and bylaws, on a site visit and inspection before the dismantling process began and from the plans of the planning organization of the dismantling project. Ideas for reusing building components and the necessary measures to implement those ideas were generated for the thesis.</p> <p>To be able to reuse and recycle building components and materials, it is important to survey those parts with care so that components and materials can be identified, and the dismantling methods planned accordingly. Dismantling requires special methods, and specified applications need to be found for the building components, so that their reuse can be considered in planning and approval processes.</p> <p>Nowadays reusing and recycling building components and materials are still an oddity. Lack of clear instructions and approval process makes it challenging and decelerated the progress of reusing building components. Separate dismantling and building processes, building codes and bylaws which do not support enough reusing, lack of cost information and time management data, negative mindsets, and inadequate knowledge and education were concluded to be negatively affecting and undermining the progress of reusing and reusing building components and materials.</p>	
Keywords	Reuse, Recycle, Maatulli Elementary School, Hyppy project

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
1.1	Tutkimuksen taustat ja tavoitteet	2
1.2	Tutkimuksen sisältö ja rajaukset	3
1.3	Lait, määräykset ja haastattelut	3
2	Kiertotalous sekä jätepolitiikan tavoitteita	4
2.1	Kestävä rakentaminen	4
2.2	Elinkaariajattelu	5
2.3	Luonnonvarojen kulutus ja jätteen tuottaminen rakennusalalla	6
2.4	Euroopan unionin jätelainsäädäntö	7
2.5	Valtioneuvoston asetus jätteistä 179/2012	8
2.6	Suomen pitkän aikavälin korjausrakentamisen strategia	9
2.7	Kiertotalous julkisissa purkuhankkeissa	10
2.8	Kuntarahoitus	11
2.9	Kiertotalouden kärkimaa vuoteen 2025 mennessä	12
2.10	Vaatimuksia markkinoille tuotaviin rakennusosiin	15
2.11	Vaatimusten mukaisuuden osoittaminen uudelleenkäytettäville rakennusosille ja materiaaleille	16
3	Uudelleenkäyttö, kierrätys ja jatkojalostus	20
3.1	Esimerkkikohteita	21
3.2	Kierrätettäviä rakennusmateriaaleja	25
3.3	Suunnittelu uudelleenkäyttöä ja kierrätystä varten	34
3.4	Kustannusvaikutukset	36
4	Elementtirakentaminen Suomessa uusiokäytön lähtökohtana	38
5	Maatullin ala-asteen koulu	41
5.1	Maatullin ala-asteella suoritettuja tutkimuksia	42
5.2	Maatullin ala-asteen nykyinen tila	44

5.3	Purkukartoitus ja purkutyöselostus	45
5.4	Maatullin koulun, päiväkodin ja leikkipuiston arkkitehtuurikilpailu	46
6	Haastattelut	48
7	Mahdollisia kierrätys- ja uudelleenkäyttökohteita	53
7.1	Vaatimukset ja toimenpiteet uudelleenkäytettäville rakennusosille	61
8	Tulokset & pohdintaa	63
9	Yhteenveto	66
10	Lähdeluettelo	68
Liitteet		
Liite 1. Haastattelukysymykset opinnäytetyön tutkimusosuuteen		

Lyhenteet

BREEAM	Building Research Establishment Environmental Assessment Method. BREEAM-luokitus pohjautuu yhteiseen eurooppalaiseen normistoon ja on siksi Euroopan johtava rakentamisen ympäristöluokitusjärjestelmä.
BES	Betoni Elementti Systeemi -järjestelmä.
CE	Conformité Européenne. CE-merkintä takaa tuotteen täyttävän EU:n direktiivin vaatimukset ja vaaditut tarkastukset.
CO ₂	Hiilidioksidi. Hiilestä ja hapesta koostuva kemiallinen yhdiste. Hiilidioksidi on merkittävin ihmistoiminnan tuottama kasvihuonekaasu.
DoP	Declaration of performance. Suoritustasoilmoitus.
EU	Euroopan Unioni. 27 eurooppalaisen jäsenvaltion muodostama taloudellinen ja poliittinen liitto.
hEN	Harmonisoitu tuotestandardi.
Keva	Suomen suurin työeläkevaikuttaja.
LCA	Life Cycle Assessment. Elinkaariarviointi on standardisoitu systemaattinen menetelmä tuotteen, palvelun, tuotannon tai järjestelmän ympäristövaikutusten selvittämiseen ja laskemiseen.
LCC	Life Cycle Costing. Elinkaarikustannus pitää sisällään kaikki tuotteen tai palvelun yhteenlasketut kustannukset sen elinkaaren aikana.
LEED	Leadership in Energy and Environmental Design. Yhdysvaltalainen vihreiden kiinteistöjen sertifiointijärjestelmä.
SFS	Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.

- VOC Volatile organic compound. Haihtuvia orgaanisia yhdisteitä, joiden kiehumispiste on alle 250 °C ja höyrynpaine 20 °C lämpötilassa on 0,01 kPa tai enemmän.
- VTT Teknologian tutkimuskeskus. Suomen valtion omistama yhtiö.

1 Johdanto

Pohjois-Helsingin Tapulikaupungissa puretaan Maatullin ala-asteen koulu. Purettavan koulurakennuksen tilalle rakennetaan Maatullin ala-asteen koulun uudisrakennus, päiväkotiki ja leikkipuisto.

Purkujätteen määräarvio Maatullin ala-asteesta sisältää muun muassa betonia, tiiltä, ke-raamisia laattoja, kipsiä, puuta, metalleja, lasia, bitumia ja asfalttia, sekä rakennusjät-teisiin kuuluvat muovimatot, villaiset akustolevyt ja mineraalivillat. Pinnoittamaton ja pinnoitettu puu hyödynnetään lähtökohtaisesti energiana, sekajätteet loppusijoitetaan tai jatkolajitellaan teollisesti ja loput materiaalit hyödynnetään materiaalina.

Euroopan unionin jätehuoltolain direktiivillä 2008/98/EY otettiin käyttöön jätteidenkäsitelyhierarkia, joka ohjaa ensisijaisesti ehkäisemään jätteiden syntymisen ja seuraavaksi jätteen uudelleenkäyttöön. Direktiivin asettama tavoite vuoteen 2020 mennessä, oli 70 prosentin kierrätysaste rakennus- ja purkujätteiden osalta. Muuhun Eurooppaan verrat-tuna Suomessa rakennusjätteiden hyödyntämisaste on alhainen. Etenkin rakennusten korjaamisesta ja purkamisesta syntyvien jätteiden uudelleenkäyttö ja kierrätys tulee tu-levaisuudessa lisääntymään.

HYPPY-hanke

Metropolia ammattikorkeakoulu on mukana HYPPY-hankkeessa. Hankkeessa tutkitaan ja kehitetään kunnille konkreettisten kokeilujen avulla purkujätteiden, rakennusosien ja rakennusmateriaalien parempaan kiertoon tähtääviä toimintamalleja, jotka myös osal-taan tukisivat uuden kiertotalousliiketoiminnan muodostumista. HYPPY-hankkeen tavoit-teena on myös selvittää nykyisten rakennusmateriaalien hyväksymismenettelyjen käyttö ja kehitystarpeet, pyrkiä tukemaan kysyntäpohjan kehittymistä kierrätetyille rakennus-osille ja rakennusmateriaaleille esimerkiksi teollisuuden yhteistyön kautta ja löytyy kei-noja toimintamallien vakiinnuttamiseksi, sekä selvittää vihreän rahoituksen saantikritee-rejä rakennushankkeille ja erityisesti purkamisen roolia arvioitaessa rakennushankkeen soveltuvuutta rahoituksen piiriin. (HYPPY, 2021)

Hankekonsortioon kuuluvat Metropolia Ammattikorkeakoulun lisäksi hankekoordinaattoreina toimiva Green Net Finland ry, Suomen ympäristöopisto sekä Hämeen ammattikorkeakoulu. Hankkeen kokonaisbudjetti on 376 560 euroa, ja sitä rahoittavat Euroopan aluekehitysrahasto (EAKR), Helsingin kaupunki, Forssan kaupunki sekä Hämeenlinnan Seudun Työvalmennussäätiö Luotsi. Hanke toteutetaan aikavälillä 9/2019–1/2022. (HYPPY, 2021)

1.1 Tutkimuksen taustat ja tavoitteet

Opinnäytetyön case-tapauksena on Maatullin ala-asteen koulu. Purettava koulurakennus on valittu mukaan HYPPY-hankkeeseen, ja näin ollen opinnäytetyö käsittelee myös HYPPY-hanketta. Case-tapauksessa selvitetään Maatullin purettavan koulun rakennusosien ja materiaalien uusio- ja uudelleenkäyttömahdollisuuksia uuden koulurakennuksen suunnittelussa ja toteutuksessa, sekä niiden vaatimia lupa- ja hyväksyttämisprosesseja. Maatullin ala-asteen liikuntasalin pilarien ja palkkien uudelleenkäyttömahdollisuuksiin kiinnitetään case-tapauksessa erityishuomiota.

Teoriaosuuden tavoitteena on perehtyä yleisesti Suomen ja Euroopan jätepolitiikkaan sekä käytetyimpien rakennusmateriaalien ja -osien uudelleenkäyttöön ja kierrättämiseen sekä ympäristövaikutuksiin. Edellä mainittujen lisäksi aihetta tutkitaan esimerkkikohteiden avulla, tutkitaan yleisimpiä rakennusmateriaaleja ja -osia ja niiden kierrätysmahdollisuuksia sekä perehdytään kiertotalouteen rakennusalalla.

Tutkimusosuuden tavoitteena on selvittää ja ideoida uusia käyttökohteita purettavan Maatullin ala-asteen koulun rakennusosille ja materiaaleille, erityisesti pilareille ja palkkeille, uuden koulurakennuksen suunnittelussa ja toteutuksessa sekä selvittää mitä lupa- ja hyväksyttämisprosesseja uudelleenkäyttö vaatii. Lisäksi tutkimusosuuden yhteydessä selvitetään alan asiantuntijoiden haastatteluin näkemyksiä ja mielipiteitä rakennusosien uudelleenkäytöstä ja kiertotaloudesta rakennusalalla.

1.2 Tutkimuksen sisältö ja rajaukset

Teoriaosuus sisältää Suomen ja Euroopan unionin jättopoliittikan tavoitteita ja lakeja sekä käsittelee kiertotaloutta rakennusallalla. Edellä mainittujen lisäksi perehdytään yleisesti rakennuslakien, -määräysten ja -asetusten vaatimuksiin rakennusosille ja materiaaleille.

Teoriaosuus rajataan käsittelemään Suomen ja siten myös Euroopan unionin jättopoliittikkaa ja rakennusalan kiertotaloutta, sekä rakennusosien ja materiaalien kelpoisuuden todentamista koskevia tekijöitä. Teoriaosuudessa tutkittavat kierrätyspotentiaalia omaavat rakennusmateriaalit rajataan käytetyimpiin/yleisimpiin materiaaleihin.

Tutkimusosuus sisältää uudelleenikäytettävien rakennusmateriaalien ja rakennusosien hyväksyttämismenettelykäytäntöjen tutkimuksen, siinä määrin missä se on mahdollista vähäisten lähteiden vuoksi. Tutkimusosuudessa perehdytään Maatullin ala-asteen käyttöhistoriaan, koulurakennuksessa tehtyihin tutkimuksiin ja korjauksiin. Tutkimusosuus sisältää asiantuntijahaastattelut ja niiden tulkinnan. Osuudessa etsitään myös mahdollisia uudelleenikäyttökohteita vanhan koulurakennuksen rakennusosille ja materiaaleille.

Tutkimusosuus rajataan käsittelemään Maatullin ala-asteen koulun tapausta, viime vuosina suoritettuja tutkimuksia, koulun nykytilaa, sekä koulun rakennusosien ja materiaalien uudelleenikäyttö- ja kierrätysmahdollisuuksia. Tutkimusosuudessa haastattelut rajataan käsittelemään rakennusosien ja materiaalien uudelleenikäyttöä ja kierrätystä sekä case Maatullin ala-asteen koulua.

1.3 Lait, määräykset ja haastattelut

Tutkimuksen lähteinä hyödynnetään Suomen ja Euroopan unionin lakeja, määräyksiä, direktiivejä ja asetuksia, kirja- ja lehtilähteitä, alan julkaisuja, internetjulkaisuja sekä Ramboll Finland Oy:n ja Ramboll CM Oy:n asiantuntijahaastatteluja, sekä purkusuunnittelusta vastaavan tahon suunnitelmia.

2 Kiertotalous sekä jätepolitiikan tavoitteita

Ympäristöministeriön Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999, koskee alueiden käyttöä ja rakentamista. Lain yleinen tavoite on edistää ekologisesti, taloudellisesti, sosiaalisesti ja kulttuurisesti kestävästä kehitystä. (Ympäristöministeriö, 2019, 154 §)

Kestävän kehityksen perusehtona on biologisen monimuotoisuuden ja ekosysteemien toimivuuden säilyttäminen sekä ihmisen taloudellisen ja aineellisen toiminnan sopeuttaminen pitkällä aikavälillä luonnon kestävykseen (Valtioneuvoston kanslia, 2021).

Rakentaminen on osa kestävästä kehitystä ja kestävä kehitys on rakentamista. Kestävä rakentaminen on toimintaa, jossa huomioidaan resurssitehokkuus ja pyritään tuottamaan pitkäikäinen ja toimiva rakennus, joka toimii oikein mahdollisimman vähällä huollolla ja korjaamisella. Haluttuja ominaisuuksia ovat esimerkiksi kiinteistön energiatehokkuus, toimivuus, terveellisyys, viihtyisyys, arvon säilyminen sekä muuntojoustavuus. Kestävä rakentaminen tähtää löytämään ekologisesti ja taloudellisesti kestävällä pohjalla olevat ja toimivat ratkaisut ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi. Kestävä rakentaminen tukee luonnonvarojen kestävästä käytöstä ja edistää luonnonvarojen riittävyyttä samalla pyrkien mahdollisuuksien mukaan taloudellisiin hyötyihin energia- ja materiaalisäästöjen avulla. (Lehtinen, 2013)

Rakennusten osuus Suomen energiankulutuksesta on noin 40 %. Rakennusten ja rakentamisen kuluttama energia aiheuttaa yli kolmanneksen Suomen kasvihuonepäästöistä. (Lehtinen, 2013)

2.1 Kestävä rakentaminen

Kestävässä rakentamisessa huomioidaan taloudelliset, sosiaaliset ja ekologiset näkökohdat. Viime vuosina kestävä kehitys ja sitä myöten myös rakentamisen kestävyys on ollut paljon esillä. Käsitteenä kestävä rakentaminen on laaja ja vaikeasti määriteltävä. Usein se yhdistetään kuitenkin energiatehokkuuteen tai ekologisuuteen. (Ecobio 2018)

Kestävän rakentamisen kriteerit hanketta kutsutaan lyhenteellä KeKri. Hankkeessa selvitetään laaja-alaisesti kestävään rakentamiseen liittyviä ohjauskeinoja, arviointimenetelmiä ja indikaattoreita. (Ecobio, 2018)

Rakennuksen koko elinkaari, maankäytön ja rakentamisen suunnittelusta aina rakennuksen purkuun ja purkujätteen lajitteluun saakka, ovat kaikki osa kestävästä rakentamisesta. Pitkäikäiset, energia- ja materiaalitehokkaat rakennukset, joiden suunnittelussa ja rakentamisessa on huomioitu taloudelliset, sosiaaliset ja ekologiset näkökulmat ovat tavoitteena. (Ecobio, 2018)

2.2 Elinkaariajattelu

Elinkaariajattelussa otetaan huomioon kaikki tuotteen tai palvelun ympäristövaikutukset, niin suorat kuin epäsuoratkin, koko sen elinkaaren ajalta. Tavoitteena on selvittää ja laskea tuotteen tai palvelun kokonaisvaikutukset valmistuksesta ja käytöstä aina kierrättämiseen asti. (Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu, 2013)

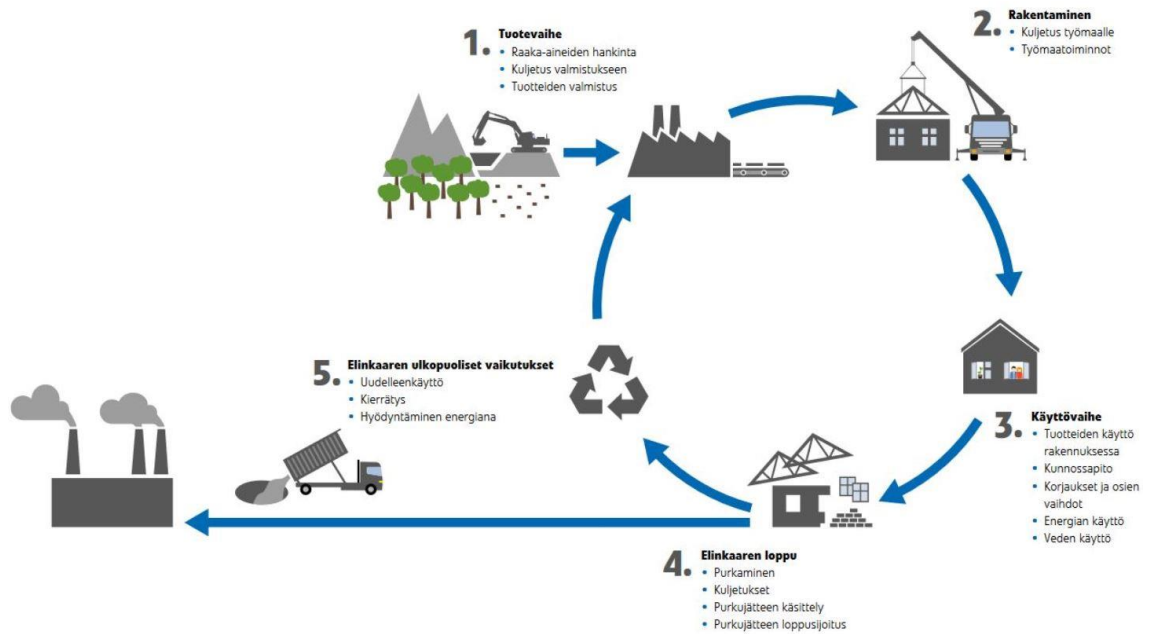
Rakennuksen elinkaaren vaikutuksia selvitetään ja lasketaan LCA-arvioinnoin ja LCC-laskelmien avulla.

Elinkaariarviointi (LCA, Life Cycle Assessment) on menetelmä, jolla arvioidaan tuotteiden ja palveluiden ympäristövaikutuksia ja luonnonvarojen kulutusta (Pursimo, 2015, s. 2).

Elinkaariarvioinnin standardoimiseksi on olemassa ISO 14040-sarja (Ympäristöministeriö, 2021, s. 6).

Elinkaarikustannuslaskenta (englanniksi Life Cycle Costing, LCC) on työkalu investointien kustannusten laskemiseksi koko investoinnin kohteena olevan tuotteen tai palvelun elinkaaren tai elinkaarenosan ajalta (Pursimo, 2015, s. 2).

Kuvassa 1 on esitetty rakennuksen tyypillinen elinkaari: tuotantovaihe, rakentamisvaihe, käyttövaihe, elinkaaren loppu sekä elinkaaren ulkopuoliset vaikutukset.



Kuva 1. Rakennuksen tyypillinen elinkaari sekä siihen liittyvät vaiheet ja prosessit (Ympäristöministeriö, 2021, s. 6).

Elinkaariajattelu sisältää myös koko elinkaaren loppuvaiheen ja sen purun tai poiston. Niinpä rakennusalalla elinkaariajattelu liittyy olennaisesti myös materiaalien kiertotalouteen ja materiaalien ympäristövaikutuksiin. Rakennusalalla elinkaariajattelua on tuettu erilaisilla kiinteistö- ja rakennusalan ympäristöluokituksilla ja energiankulutuksen analyysillä. Rakennuttamisessa elinkaariajattelua lähestytään myös toteutusmallien kehittämisen avulla, kuten elinkaarimallilla. (RAKLI, 2021)

2.3 Luonnonvarojen kulutus ja jätteen tuottaminen rakennusalalla

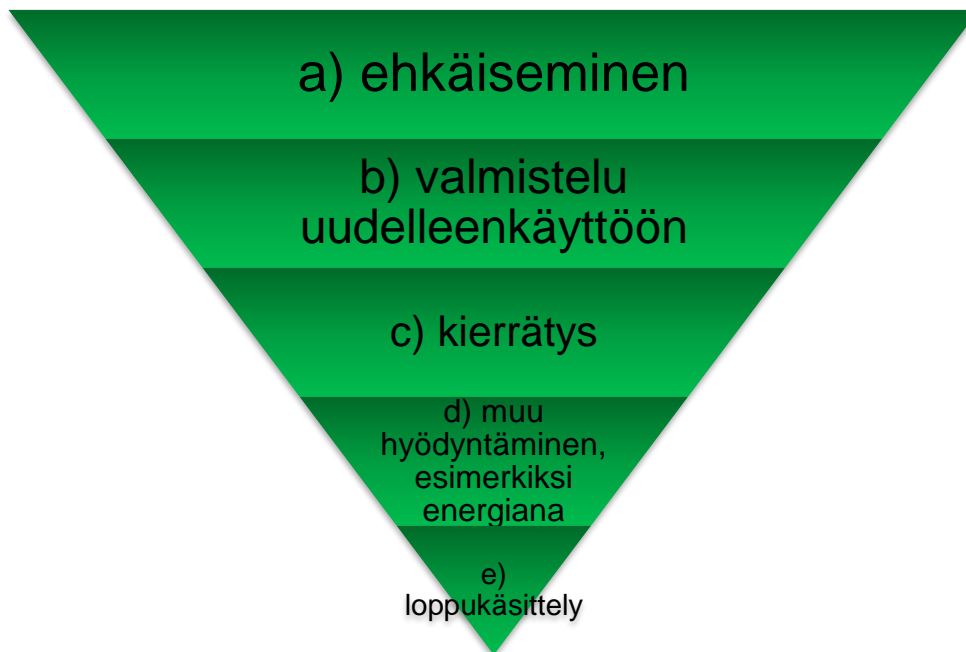
Rakennusalalla kulutetaan huomattava määrä maailman raaka-aineista, noin puolet, ja samalla tuotetaan noin kolmannes jätteestä. (Ympäristöministeriö 2019) Rakennusmateriaalien valmistukseen käytetään niin uusiutuvia kuin uusiutumattomia raaka-aineita sekä energiaa. Samalla syntyy haitallisia päästöjä. Suuri osa rakentamisen ympäristövaikutuksista on suoraan yhteydessä käytettäviin materiaaleihin. (Talja, 2014, s. 12-20)

Jätteitä syntyy Suomessa noin 120 miljoonaa tonnia vuodessa. Maamassat mukaan lukien rakentamisen jätteitä syntyy vuosittain noin 15 miljoonaa tonnia. Vaikka EU:n jätelainsäädännön myötä jätemäärät ovat laskeneet ja jätteen hyödyntämistä on parantunut, on rakennusalaalla jätteiden hyödyntämisessä vielä paljon parannettavaa. (Ympäristöministeriö, 2019, s. 13–14)

2.4 Euroopan unionin jätelainsäädäntö

Euroopan unionin vuonna 2008 antama jätedirektiivi ohjaa ja velvoittaa rakentamisen jätteiden ja myös kierrätysmateriaalien kasvavaan käyttöön. Jätedirektiivi velvoittaa EU:n jäsenvaltioita tehostamaan omaa jätteiden kierrätystä. (Euroopan parlamentti & neuvosto, 2008)

Jätelainsäädännön jätteidenkäsittelyhierarkiassa jätteen synnyn ehkäiseminen on asetettu ensisijaiseksi tavoitteeksi. Seuraavaksi tulevat jätteen uudelleenkäyttö tai hyödyntäminen materiaalina, jätteen hyödyntäminen energiana ja viimeiseksi jätteen sijoittaminen kaatopaikalle tai poltto ilman energiahyödyntämistä. (Euroopan parlamentti & neuvosto, 2008) Kuvassa 2 on havainnollistettu jätelainsäädännön mukainen jätteidenkäsittelyhierarkia.



Kuva 2. EU:n jätelainsäädännön jätteidenkäsittelyhierarkia (Euroopan parlamentti & neuvosto, 2008).

2.5 Valtioneuvoston asetus jätteistä 179/2012

Vuonna 2012 voimaan astui Valtioneuvoston asetus, jonka mukaan vuoteen 2020 mennessä Suomessa on saavutettu 70 prosentin kierrätysaste materiaalikierrätyksenä rakennusjätteen osalta (Ympäristöministeriö, 2012, 16 §).

Muuhun Eurooppaan verrattuna Suomessa rakennusjätteiden hyödyntämisaste on alhainen. Etenkin rakennusten korjaamisesta ja purkamisesta syntyvien jätteiden uudelleenkäyttö ja kierrätys tulee tulevaisuudessa lisääntymään. Teollisuussektorien sivuvirtojen hyödyntäminen kuuluu myös samaan tavoitteeseen. Varsinkin infrarakentamisessa nähdään suurta potentiaalia. (Rakennusteollisuus, 2021)

Valtioneuvoston asetuksen toteutuminen

Opinnäytetyötä tehdessä vuosi vaihtui ja eletään vuotta 2021. Tämä tarkoittaa, että edellisvuoteen mennessä Valtioneuvoston asetus 70 prosentin kierrätysasteesta rakennusjätteen osalta tuli täyttyä.

Tavoitteen täyttymiseksi on Suomen rakennustyömailla tehty monia toimenpiteitä kierrätysasteen parantamiseksi. Työmailla ei heitetä enää jätteitä suoraan sekajätelavalle, vaan jätteiden lajittelu on tehostunut. Kierrätyspuun lajittelu tehostuu jatkuvasti, ja myös muovin lajittelu työmailla on arkipäiväistynyt. (Tupala, 2020)

Tehokas kierrättäminen tulee pitkällä aikavälillä yrityksille kannattavaksi. Lavallinen sekajätettä on huomattavasti suurempi menoero yritykselle kuin esimerkiksi puut ja metallit oikeaoppisesti lajiteltuna. (Tupala, 2020) Taulukossa 1 on listattuna Lounais-Suomen Jätehuollon vastaanottohinnat, joista käy ilmi, että risu- tai metallijätteen käsittelymaksut ovat nolla euroa.

Taulukko 1. Lounais-Suomen Jätehuollon vastaanottohinnasto (Lounais-Suomen jätehuolto, 2021).

Jätelaji	Käsittelymaksu €/tonni (alv 0 %)	Käsittelymaksu €/tonni (alv 24 %)
Polttokelpoinen jäte, yhdyskuntajäte	160,00	198,40
Asbestia sisältävä jäte (vastaanotto vain Korvenmäen jätekeskuksessa)	210,00	260,40
Betoni- ja tiilijäte (sivumitta 0–150 mm)	35,00	43,40
Betoni- ja tiilijäte (sivumitta 150–1000 mm)	50,00	62,00
Betoni- ja tiilijäte (sivumitta yli 1000 mm)	65,00	80,60
Biojäte (kunnan vastuulla oleva)	80,00	99,20
Bitumikattohuopa (vastaanotto vain Topinojan jätekeskuksessa)	222,00	275,28
Haravointijäte	30,00	37,20
Hiekoitushiekka	5,00	6,20
Hiekoitushiekka, sisältää jätettä	85,00	105,40
Jätettä sisältävä maa-aines kotitalouksista (vastaanotto vain Korvenmäen jätekeskuksessa)	90,00	111,60
Kannot	70,00	86,80
Karkeajäte kotitalouksista (suuri sekalainen lajittelua vaativa kuorma, pehmustetut huonekalut, kodin omat remonttijätteet)	214,00	265,36
Loppujäte (vastaanotto vain Korvenmäen jätekeskuksessa)	241,00	298,84
Metalli (ei punnitusmaksua)	0,00	0,00
Painekyllästetty puu (ei sis. suuria metallikappaleita)	370,00	458,80
Painekyllästetty puu (sis. suuria metallikappaleita)	400,00	496,00
Puujäte (myös kuormalavat)	25,00	31,00
Rasvakaivojäte (vastaanotto vain Korvenmäen jätekeskuksessa)	106,00	131,44
Risut (ei punnitusmaksua)	0,00	0,00
Risujen ja haravointijätteen sekakuormat	55,00	68,20
Sadevesikaivoliete (vastaanotto vain Topinojan jätekeskuksessa)	80,00	99,20
Terveydenhuollon erityisjäte (käsien purettavat erät, vastaanotto vain Topinojan ja Korvenmäen jätekeskuksissa)	250,00	310,00

Kunnianhimoinen 70 prosentin kierrätysaste osoittautui kuitenkin lopulta monelle rakennusalalla toimivalle ylitsepääsemättömäksi haasteeksi. Suurissa rakennusliikkeissä saavutettiin noin 25–35 prosentin kierrätysaste. Tosin poikkeuksiakin mahtui joukkoon. Joisakin Joutsenmerkki-kohteissa 70 prosentin kierrätysaste jopa ylitettiin. (Tupala, 2020) Joutsenmerkki-kohteissa on toimiviksi havaittu pisteytysjärjestelmä, jossa kierrätysasteen täytyminen kerryttää lisäpisteitä. Joutsenmerkityn talon rakentaminen on prosessi, jossa valvotaan itse rakentamista, käytettyjä rakennusmateriaaleja ja muita rakennukseen tulevia tuotteita, kuten pinta- ja muut materiaalit. (Joutsenmerkki, 2021)

2.6 Suomen pitkän aikavälin korjausrakentamisen strategia

Ympäristöministeriö laatimaan Suomen pitkän aikavälin korjausrakentamisen strategia koskee vuoden 2020 alkuun mennessä valmistuneita asuin- ja palvelurakennuksia, joita

on yhteensä 1,4 miljoonaa, joista 1,2 miljoonaa on asuinrakennuksia. Tavoitteeksi on asetettu vähentää rakennusten hiilidioksidipäästöjä vuoden 2020 alusta 90 prosenttia vuoden 2050 mennessä. Jo pelkästään asuin- ja palvelurakennusten lämmitys aiheuttaa vuosittain noin 7,8 megatonnin hiilidioksidipäästöt, mikä on noin 17 prosenttia Suomen nykyisistä kokonaishiilidioksidipäästöistä, mikä on yhteensä 46 megatonnia. (Ympäristöministeriö, 2020, s. 2)

Strategian laatimisen tukena oli kiinteistö- ja rakennusalan toimialajärjestöjen ja valtion edustajista koottu seurantaryhmä. Strategia on osa vuonna 2018 voimaan tulleen rakennusten energiatehokkuusdirektiivin toimeenpanoa, joka toimitettiin EU:lle 10.3.2020 direktiivin vaatimusten mukaisesti. (Ympäristöministeriö, 2020, s. 2)

Strategian mukaan päästöjen vähennys saavutetaan luopumalla fossiilisesta polttoaineesta rakennusten lämmityksessä ja sähköntuotannossa (40 prosenttia), energiatehokkuuden parantamisella (20 prosenttia), vanhojen rakennusten poistumalla ja tilatehokkuuden parantamisella (30 prosenttia). (Ympäristöministeriö, 2020, s. 2)

2.7 Kiertotalous julkisissa purkuhankkeissa

Kiertotalous purkukohteissa määritellään Euroopan komission toimintasuunnitelman mukaan taloudeksi, jossa tuotteiden, materiaalien ja resurssien arvo säilyy taloudessa mahdollisimman kauan ja jätteen syntyminen minimoidaan. (Ympäristöministeriö, 2019, s. 13–14)

Resurssien tehokkaan käytön kannalta on kannattavinta, että rakennukset ja rakenteet palvelevat käytössä mahdollisimman pitkään ja tehokkaasti. Kiertotalous ei siis tarkoita pelkkää jätehuoltoa ja kierrättämistä. (Ympäristöministeriö, 2019, s. 13–14)

Julkisissa hankkeissa tilaajalla on vastuu ja päätösvalta varojen käytöstä. Hankintayksiköllä on valta vaikuttaa rakennusten ja infrahankkeiden korjaamisesta ja purkamisesta syntyvien jätteiden käsittelyyn. Täten hankintayksiköllä on mahdollisuus vaikuttaa päätösvalloillaan edistävästi tai heikentävästi materiaalien päätymistä uudestaan käyttöön tai kierrätykseen. Tilaaja voi toteuttaa omaa kiertotalous- ja ympäristöpolitiikkaa, ja edetä

kierrättämisen lainsäädännön edellyttämistä minimivaatimuksista pitkälle kiertotalouden suuntaan. (Ympäristöministeriö, 2019, s. 18)

Rakentamiseen liittyviä julkisia hankintoja tehdään Suomessa vuosittain noin 7 miljardin edestä. Summalla olisi mahdollista auttaa yhteiskuntaa siirtymään kohti kestävämpää kehitystä sekä kiertotaloutta. Suoran talousvaikuttamisen lisäksi julkisilla hankinnoilla voidaan näyttää esikuvallista mallia. Kunnat ja kaupungit voivat osoittaa hankintapäätöksillään sitoutumista kiertotalouden edistämiseen. (Ympäristöministeriö, 2019, s. 18)

2.8 Kuntarahoitus

Kuntarahoituksen omistajia ovat suomalaiset kunnat, Keva ja Suomen valtio. Kuntarahoituksen rahoitus tulee globaaleilta pääomamarkkinoilta, ja se on Suomen aktiivisin julkisten joukkovelkakirjalainojen liikkeeseenlaskija kansainvälisillä markkinoilla. (Kuntarahoitus, 2021)

Kuntarahoituksen rahoittamilla kohteilla ylläpidetään ja kehitetään suomalaista hyvinvointiyhteiskuntaa. Kuntarahoituksen tavoitteena on olla asiakkaalle paras rahoituksen asiantuntija muuttuvassa maailmassa. Asiantuntijuutta kehitetään sekä omassa organisaatiossa että ympäröivässä yhteiskunnassa erilaisten kumppanuuksien kautta. (Kuntarahoitus, 2021)

Kuntarahoituksen lähtökohtana on hyvinvoinnin kehittäminen. Päätösten ja tekojen on oltava kestäviä yhtiön, sen asiakkaiden, osakkaiden, sijoittajien ja suomalaisen yhteiskunnan kannalta. (Kuntarahoitus, 2019)

Vihreä rahoitus

Kuntarahoituksen vihreä laina ja leasing on suunnattu ympäristöystävällisten investointien rahoittamiseen. Rahoitusta voi hakea investointihankkeeseen, jossa syntyy selkeitä ympäristölle hyödyllisiä vaikutuksia. Vihreä rahoitus on asiakkaalle tavallista lainaa tai leasingia edullisempaa ja samalla tuo myös näkyvyyttä rahoitetuille hankkeille. Muuten lainaehdot ovat samat kuin Kuntarahoituksen muussakin rahoituksessa. (Kuntarahoitus, 2019)

Kestävä rakentaminen on yksi vihreän rahoituksen projektikategorioista. Siihen kuuluvat julkiset rakennukset ja sosiaalinen asuntotuotanto. Julkisten rakennusten rahoitusehtoja ovat (Kuntarahoitus, 2019):

- i. Rakennukset, jotka täyttävät energialuokan A (2018) vaatimukset. Tapauskohteisesti voidaan hyväksyä myös energialuokkaan B (2018) kuuluvia rakennuksia, mikäli ne edustavat luokkansa parhaimmistoa energiatehokkuudella mitattuna, ja hankkeisiin on sisällytetty useampi seuraavista elementeistä: uusiutuvan energian käyttö lämmityksessä ja jäähdytyksessä, hankkeen koko elinkaaren aikaisten ympäristövaikutusten arviointi, kierrätettävät ja vähähiiliset materiaalivalinnat, tehokkaat ja älykkäät teknologiavalinnat tai Joutsenmerkki-, LEED-, BREEAM- tai muu vastaava sertifiointi korkealla luokituksella.

Yleisesti edellytyksenä energialuokkaan B kuuluvilla rakennuksilla ovat tekijät, jotka osoittavat halua toteuttaa hanke merkittävästi paremmin, ympäristöystävällisemmin ja tehokkaammin kuin mitä keskimäärin on tehty tai mitä määräykset vähintään edellyttävät.
- ii. Laajamittaiset korjaukset, jotka johtavat vähintään 30 %:n energiansäästöön vuodessa neliometriä kohden.

(Kuntarahoitus, 2019)

Hakuprosessi

Hakuprosessi vihreän rahoitukseen on selkeä. Rahoituksen hakemiseksi tulee täyttää verkkohakemus, jonka jälkeen hankkeen soveltuminen vihreän rahoituksen piiriin arvioidaan Kuntarahoituksen vihreän rahoituksen viitekehyksen perusteella. (Kuntarahoitus, 2021)

2.9 Kiertotalouden kärkimaa vuoteen 2025 mennessä

Suomen tavoite on olla vuoteen 2025 mennessä kiertotalouden edelläkävijä. Julkisista toimijoista kunnat ja kaupungit ovat tärkeitä kiertotalouden mahdollistajia. Kiertotalouden kärkimaaaksi tuleminen asettaa kunnille tavoitteita vähähiilisyteen ja resurssitehokkuuteen pyrittäessä. HYPPY-hankkeen yksi tavoitteista on tukea kuntien rakennuksiin liittyvien purkumateriaalien uudelleenkäytön ja kierrättämisen tehostamista. (HYPPY, 2021)

Päämäärän saavuttamiseksi asetetut neljä koko Suomen yhteiskunnan läpileikkaavaa tavoitetta (SITRA, 2019):

- Kiertotalouden ratkaisujen nostaminen kilpailukyvyyn ja talouden kasvustrategian keskiöön.
- Kestävästi tuotettuun ja vähähiiliseen energiaan siirtyminen.
- Materiaalien saaminen kiertoon, tuotteiden materiaalitehokkuus ja kiertotalouden liiketoimintamallien käyttöönotto.
- Uudenlainen suhtautuminen omistamiseen kulttuurillisesti, verotuksellisesti sekä tulonjaon kannalta.

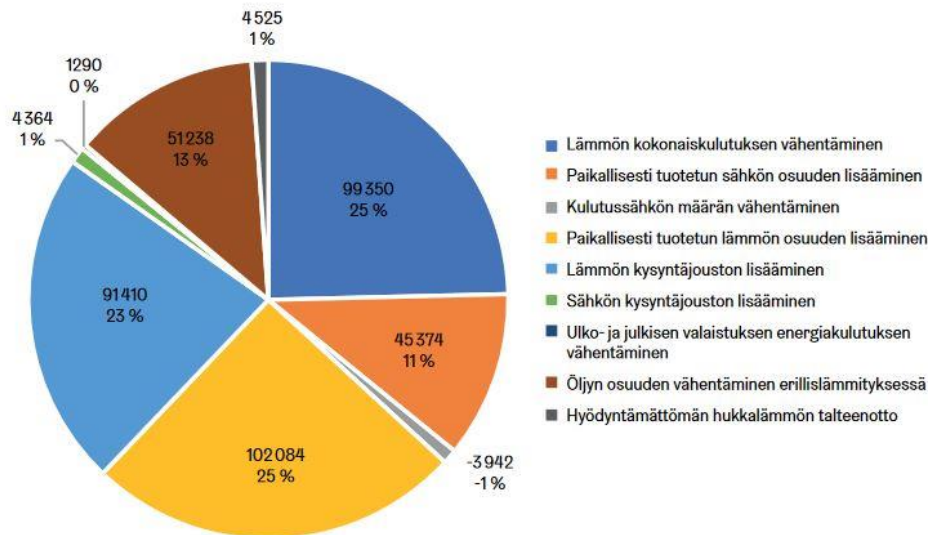
(SITRA, 2019)

Tavoitteiden avulla Suomi takaa pärjäämisensä maailmassa, jossa taloudellinen kilpailukyky ja hyvinvointi ei voi enää pelkästään perustua luonnonvarojen kestäättömään käyttöön. Suomen siirtyessä kiertotalouteen tavaroiden tuottamisen ja kuluttamisen lähtökohtana ei ole enää omistaminen, vaan kulutus perustuu palveluiden käyttämiseen: jakamiseen, vuokraamiseen sekä kierrättämiseen. (SITRA, 2019)

Hiilineutraali Helsinki 2035

Helsinki on osaltaan sitoutunut kantamaan vastuunsa ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi. Helsingin kaupunkistrategiassa 2017–2021 tavoitteeksi asetettiin hiilineutraali Helsinki vuoteen 2035 mennessä. Tavoitteen saavuttamiseksi Helsingissä pyritään vähentämään 80 prosenttia kasvihuonepäästöjä ja loput 20 prosenttia kompensoidaan päästövähennysten toteutumisella muualla. Rakennusten lämmitys on yksi merkittävimmistä kasvihuonepäästöjen lähteistä. (Helsingin kaupunki, 2018, s. 7)

Tavoitteet hiilineutraaliuden saavuttamisesta asettavat haasteita rakennusalalle ja vaativat toimia niiden saavuttamiseksi. Energiatehokkuustoimenpiteet ovat tavoitteiden saavuttamisen keskiössä. Kuvassa 3 on havainnollistettu toimenpideohjelman ja korjausrakentamisen perustason yhteenlaskettu päästövähennyspotentiaali rakentamisen ja rakennusten käytön osa-alueella. (Helsingin kaupunki, 2018, s. 82–83)



Kuva 3. Vuoden 2035 päästövähennyspotentiaali vuoden 2035 päästökertoimilla (yht. 396 kt CO₂-ekv./a) (Helsingin kaupunki, 2018, s. 83).

Rakentamisen hiilijalanjäljestä suuri osa syntyy pääosin rakennusmateriaalien kuten teräksen ja betonin valmistuksesta. Hiilijalanjälkeä on mahdollista pienentää rakennusteollisuuden kehittymisen myötä. Vuonna 2015 Helsingissä rakentamisessa syntyvät kasvihuonepäästöt olivat yhteensä noin 247 000 tonnia CO₂-ekv. Määrä vastaa noin kymmentä prosenttia Helsingin suorista kasvihuonepäästöistä kyseiseltä vuodelta. Arvioiden mukaan rakentamisen aikaista hiilijalanjälkeä olisi mahdollista pudottaa noin puoleen nykytasosta vuoteen 2035 mennessä. (Helsingin kaupunki, 2018, s. 85)

Toimenpideohjelman mukaan puurakentamisella voidaan vähentää rakentamisesta syntyviä päästöjä. Tukemalla ja lisäämällä puurakentamista voidaan kasvattaa hiilivarastoa kaupunkialueella. Puurakentamisen päästöjä sitova vaikutus huomioidessa, rakentamisessa voidaan päästä negatiivisiin nettopäästöihin, jos muissa rakennusmateriaaleissa ja energiankulutuksessa saavutetaan 40 prosentin hiilijalanjäljen pieneminen. (Helsingin kaupunki, 2018, s. 85)

Helsingin kaupungin toimenpideohjelmassa hiilineutraaliuden saavuttamiseksi, rakentamisen osalta toimenpiteiksi mainittiin energiatehokkuuden ja puurakentamisen lisääminen, mutta rakennusosien uudelleenkäyttöä eikä rakentamisen kiertotaloutta ollut huomioitu toimenpideohjelmassa.

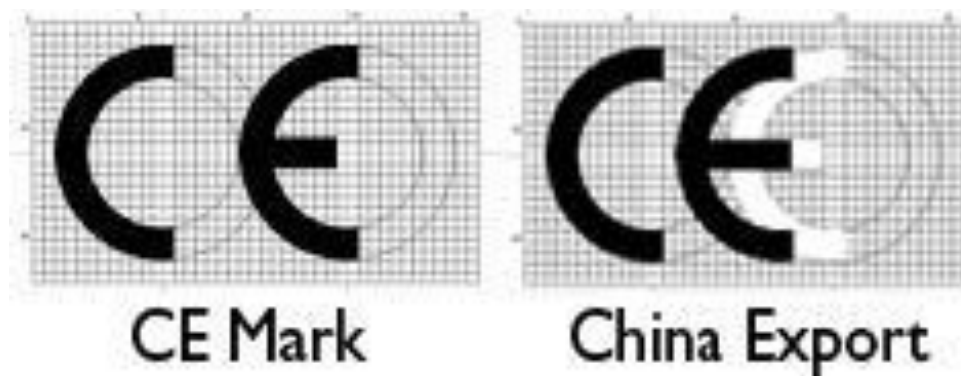
2.10 Vaatimuksia markkinoille tuotaviin rakennusosiin

CE-merkintä ja suoritustasoilmoitus DoP

CE-merkintää käytetään ilmaisemaan tuotteen vaatimuksenmukaisuus ja se on näkyvä tulos vaatimustenmukaisuuden arvioinnista koko prosessin laajassa merkityksessä. CE-merkinnän olisi oltava ainoa vaatimustenmukaisuusmerkintä, jolla osoitetaan tuotteen täyttävän yhdenmukaistamislainsäädännön vaatimukset. (Euroopan parlamentti & neuvosto, 2008)

CE-merkityllä tuotteella on valmistajan vakuutus, että rakennustuote täyttää eurooppalaisen harmonisoidun tuotestandardin tai eurooppalaisen teknisen hyväksynnän mukaiset vaatimukset (Ympäristöministeriö, 2021).

CE-merkintä koostuu kirjaimista ”CE”, kuvassa 4 esitetyllä tavalla. Jos merkintää pienennetään tai suurennetaan, on noudatettava kuvassa 4 esitetyn kirjoitustavan mittasuhteita (Ympäristöministeriö, 2021). CE-merkintää ei tule sekoittaa samankaltaiseen ”China Export”-merkintään.



Kuva 4. Vasemmalla CE-merkintä ja oikealla China Export-merkintä (Ympäristöministeriö, 2021).

Merkintä on pakollinen kaikille rakennustuotteille, jolle on määritelty harmonisoitu tuotestandardi. Kyseisiin tuotteisiin luetaan rakennuksen kiinteäksi osaksi tulevat tuotteet, kuten betonielementit, ikkunat, teräsrakenteet ja sahatavara. (Ympäristöministeriö, 2021)

Harmonisoitu tuotestandardi (hEN) on eurooppalaisen standardijärjestön CENin laatima CE-merkintään johtava tuotestandardi. Sillä määritellään tuoteryhmäkohtaisesti tuotteilta selvitettävät ominaisuudet, valmistuksen laadunvalvonnan vaatimukset sekä CE-merkinnässä ilmoitettavat tiedot. Suomessa Suomen standardisoimisliitto vahvistaa ne SFS-EN-standardeiksi. (Ympäristöministeriö, 2021)

Suoritustasoilmoitus ilmoittaa nimensä mukaisesti rakennustuotteen ominaisuuksien arvot ja luokat. CE-merkinnän kiinnittämiseksi tuotteeseen, tulee tuotteelta löytyä myös suoritustasoilmoitus. Suoritustasoilmoituksesta tulee käydä ilmi tuotteen kaikkien ominaisuuksien arvot, joita tarvitaan kansallisten viranomaissäädösten täyttymiseen. (Ympäristöministeriö, 2021)

2.11 Vaatimusten mukaisuuden osoittaminen uudelleenkäytettäville rakennusosille ja materiaaleille

Vielä nykypäivänä rakennusosien uudelleenkäyttö on kaikilla materiaaleilla vähäistä. Kaikkia uudelleenkäytettäviä rakennusosia yhdistää niiden teknisten vaatimusten muutokset alkuperäisistä. Esimerkiksi kosteus-, lämpö-, ääni-, palo- ja lujustekniset seikat tai valmistustoleranssit ovat ajan saatossa muuttuneet. Myös uudisrakentamisen kerroskorkeusvaatimukset saattavat erota aikaisemmasta. Käytettäessä rakennusosia tai materiaaleja uudelleen, on osoitettava niiden täyttävän oleellisilta osin nykyiset määräykset. Myös tuotteen tai osan käyttöhistoria tulee usein tuntea, esimerkiksi teräksen väsyminen, betonin karbonatisoituminen, muovien haurastuminen, jonka perusteella jäljellä oleva käyttöiän riittävyys voidaan arvioida luotettavasti. (Talja, 2014, s. 12–20)

Rakennusosien ja materiaalien uudelleenkäytön edistämistä hidastaa rakennusosien ja tuotteiden vaatimusten osoittamisen haasteet ja kustannukset. Uudelleenkäytettävälle tuotteelle asetetut vaatimukset eivät ole välttämättä tiedossa tai ne eivät vastaa samoja vaatimuksia, joita uudelta vastaavalta tuotteelta vaaditaan. Rakennusosia ja materiaaleja uudelleen käytettäessä joko tuotteen luovuttajan tai sen käyttäjän on pystyttävä osoittamaan tuotteen puhtaus ja kelvollisuus luotettavalla tavalla. (Talja, 2014, s. 12–20)

Rakennusosien ja materiaalien uudelleenkäytössä on huomioitava rakennuskohteen käyttäjien ja rakennustuotteita käyttävien työntekijöiden terveys ja turvallisuus (Euroopan

parlamentti & neuvosto, 2011). Vuonna 2016 voimaan astunut laki sekä Valtioneuvoston asetus 798/2015, edellyttävät asbesti- ja haitta-ainekartoituksen suorittamisen ennen 1994 rakennetuissa rakennuksissa, joissa ryhdytään korjaus- tai muutostöihin (Rakennus ja laatumittaus, 2021).

Betonisten rakennusosien uudelleenkäytössä huomioitavaa

Kaikki raudoitetut betonirakenteet, kuten pilarit, palkit ja laatat suunnitellaan aina tapauskohtaisesti. Tarpeelliset raudoitukset lasketaan kuormien sekä ajantasaisten suunnittelunormien ja määräysten mukaisesti. Raudoitetut betonirakenteet tehdään joko paikalla rakentamalla tai esivalmistettuina elementteinä. Paikalla rakennetut betonirakenteet eivät sellaisenaan sovi uudelleenkäytettäväksi rakennusosiksi. Betoni on mahdollista murskata, ja betonimurske voidaan kierrättää uuden betonin raaka-aineeksi tai hyödyntää maarakentamisessa tai täytöissä. (Hradil ym., 2014, s. 41–42) Betonimursketta saa CE-merkinnällä, mutta sen käytöstä on tehtävä MARA-ilmoitus (Ympäristöministeriö, 2017, 7 §). Raudoitukset on mahdollista kierrättää, kuten metalleja yleisesti, mutta se tulee erottaa betonista purkamisen aikana. (Hradil ym., 2014, s. 41–42)

Pilari-palkkirakenteisilla betonirakennuksilla on erittäin suuri kierrätys- ja uudelleenkäyttöpotentiaali. Pilareita ja palkkeja on mahdollista käyttää sellaisenaan uudisrakentamisessa. Varasto-, teollisuus-, toimisto- sekä asuinrakennukset rakennetaan usein pilari-palkkirakenteista. Useimmiten pilari- ja palkkielementit kiinnitetään pulteilla, jotka ovat verrattain helppo purkaa. TT-laatat kiinnitetään palkkeihin joko hitsaamalla tai pulttiliitoksien. Molemmat tavat ovat myös verrattain helppo purkaa. Myös asuinkerrostalot rakennetaan usein esivalmistetuista elementeistä, jotka kiinnitetään toisiinsa saumateräksillä ja viimeistellään saumavalulla. Vastaavien liitosten purku on työläämpää, ja vaatii piikkausta tai timanttisahausta. (Hradil ym., 2014, s. 41–42)

Vanhojen betonirakennusosien uudelleenkäyttö vaatii aina kriittistä tarkastelua sekä tietämystä käytetyn raudoituksen määrästä ja kunnosta. Vanhaa rakennusosaa uudelleen käytettäessä tulee sen täyttää ajantasaiset standardit sekä kestää uuden käyttötarkoituksen rasitukset ja kuormat. (Hradil ym., 2014, s. 41–42)

Rakennusosia uudelleenkäytettäessä on syytä selvittää ja tutkia mahdolliset vauriot. Rakennusosia, jotka ovat altistuneet pakkasvaurioille tai korroosiolle tai niissä on paikallisia vaurioita ei suositella uudelleenkäytettäviksi. Jos palkkeihin on tehty suuria aukkoja rakitukselle alttiiseen kohtaan, tulee niiden uudelleenkäyttöä välttää tai harkita tarkasti. Esijännitetyjä betonipalkkeja ja -laattoja, joissa on leveitä halkeamia tai korroosioituneita raudoitteita, tulee myös välttää. (Hradil ym., 2014, s. 41–42)

Liittorakenteiden uudelleenkäytössä huomioitavaa

Liittorakenteiden uudelleenkäytössä pätee samoja lainalaisuuksia kuin rakennusosien. Uudelleenkäytettävät osat tulee tutkia mahdollisten vaurioiden selvittämiseksi. Mikäli palkkien tai pilarien liitosalueen konsoleissa on leveitä halkeamia, ei niiden uudelleenkäyttöä suositella. Liittorakenteiden tulee olla luotettavia ja turvallisia. (Hradil ym., 2014, s. 41–42) Taulukossa 2 on mainittu yleisimpiä betonielementtien liitostapoja ja niiden soveltuvuutta uudelleenkäytettäväksi.

Taulukko 2. Betonielementtien liitoksia (Hradil ym., 2014, s. 41–42).

Liitos	Soveltuvuus	Huomio
Raudoitettu ja valettu liitos	joskus soveltuva	Yleensä vahingoittaa elementtiä sekä raudoitusta
Hitsiliitos	useimmiten soveltuva	Yleensä mahdollinen korvata uudella hitsillä ja raudoituksella
Pulttiliitos	soveltuva	Usein helppo avata vahingoittamatta elementtejä

Uudelleenkäytettävien rakennusosien dokumentaatio

Uudelleenkäytettävistä rakennusosista tulee selvittää niiden aiempi käyttökohde ja sijainti, jossa niitä on käytetty. Alkuperäisen rakennuksen rakennusajankohta tulee olla tiedossa. Uudelleenkäytettävien betonisten rakennusosien alkuperäiset vaatimuksen todentamisdokumentit, materiaaliominaisuudet ja piirustukset tulee myös löytyä. (Hradil ym., 2014, s. 41–42)

Niin liittorakenteita kuin rakennusosiakin uudelleenkäytettäessä, on tärkeää tuntea niiden menneisyys. Mikäli alkuperäiset piirustukset eivät ole saatavilla on osat testattava asianmukaisesti. Esimerkiksi siltojen rakenteet ovat dynaamisen kuormituksen alaisina, jolloin väsymisvaurioiden riski lisääntyy. Kyseisten rakennusosien ja elementtien uudelleenkäyttöä tulee välttää. (Hradil ym., 2014, s. 41–42)

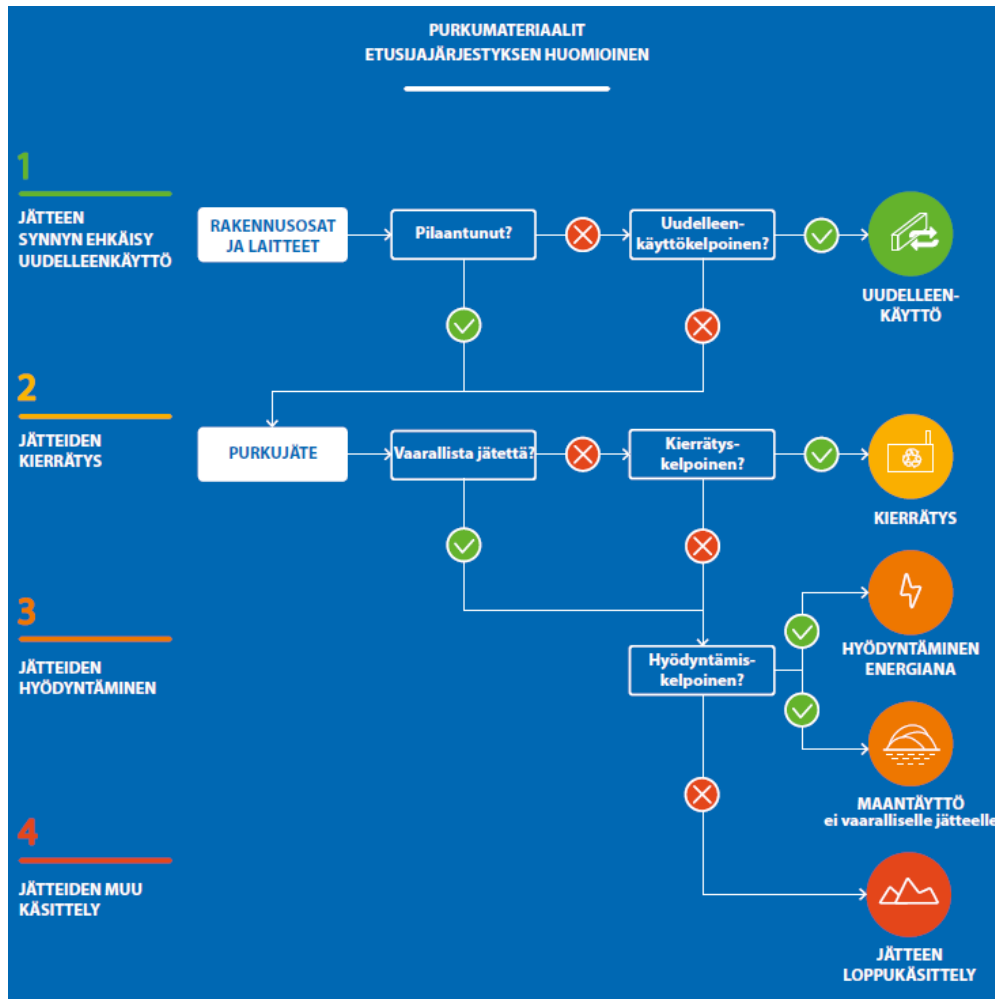
3 Uudelleenkäyttö, kierrätys ja jatkojalostus

Purkukartoitus

Rakennusmateriaalien ja -osien hyödyntäminen ovat rakentamisen kiertotalouden edistämässä keskeisessä asemassa. Rakennusten korjaaminen ja kokonaisten rakennusten purku tuottavat 85 prosenttia rakennus- ja purkujätteistä. Purkuprosessien hallintaan tulisi kiinnittää entistä enemmän huomiota, ja purkamisvaiheen merkitystä tulisi korostaa esimerkiksi uudishanketta edeltävänä hankkeena. (Hradil, Wahlström, Teittinen & Lehtonen, 2019, s. 9)

Maankäyttö- ja rakennuslain mukaan rakennusta tai sen osaa purettaessa, rakennuksen käyttökelpoisten rakennusosien hyväksikäyttämiseksi on järjestettävä edellytykset, sekä huolehtia syntyvän rakennusjätteen käsittelystä (Ympäristöministeriö, 2019, 154 §).

Purkukartoitus on uusi käytäntö, jossa kartoitetaan purettavan rakennuksen materiaalit sekä haitalliset aineet. Menetelmällä saadaan kätevästi tietoa purkujätteen materiaaleista ja jätelajeista, sekä samalla voidaan suunnitella jo aikaisessa vaiheessa, miten purkujätteitä voidaan hyödyntää. Purkukartoitus on vapaaehtoinen toimenpide. Tulevaisuudessa sen tavoitteena on kytkeä kerätty data sähköisiin järjestelmiin, joilla rakennus- ja purkujätteen määriä seurataan, sekä toimia materiaalien hyödyntämisen ja kaupankäynnin perustana. (Hradil, Wahlström, Teittinen & Lehtonen, 2019, s. 9) Kuvassa 5 on kuvattu päätöksentekoprosessi materiaalien ja jätteiden käsittelytavoista EU:n jätehierarkian mukaisesti.



Kuva 5. Päätöksenteon prosessi (Hradil, Wahlström, Teittinen & Lehtonen, 2019, s. 29).

3.1 Esimerkkikohteita

Kolmikerroksinen kaupunkirivitalo Tanskassa

Tanskalaisen arkkitehtuuristudion Lendager Group:in Kööpenhaminaan rakentama 20 huoneiston kolmikerroksinen kaupunkirivitalo, Upcycle Studio, on oivallinen esimerkki kierrätysmateriaalien ja rakennusosien uudelleenkäytöstä. Lendager Group on erikoistunut rakennusmateriaalien kierrätykseen ja niiden entistä tehokkaampaan käyttöön. (Koivisto, 2020)

Rakennuksen ikkunat ovat peräisin käytöstä poistuneista julkisista rakennuksista. Rakennuksen ikkunoista 75 % on käytettyjä. Ikkunoista koottiin ikkunaelementtejä, joista kahden ensimmäisen kerroksen julkisivu on rakennettu. Kolmannen kerroksen ulkoverhoilu, osa latioista ja osa seinien sisäpinnasta verhoiltiin tanskalaisen puualan yrityksen jäte- ja sivuvirtamateriaaleista. Betonivaluissa on käytetty mukana kierrätysbetonia, joka on peräisin Kööpenhaminan metrotyömaalta. (Koivisto, 2020) Kuvassa 6 näkyy rakennuksen betoniseinissä, ulkoseinän puuverhoilussa ja ikkunaelementeissä käytettyjä kierrätysmateriaaleja.



Kuva 6. Huoneistojen katoille on asennettu aurinkopaneelit, joilla käyttäjien omavaraisuusaste paranee (Koivisto, 2020).

Lendager Groupin Anders Lendager ja Ditte Lysgaard-Vind kertovat:

”Upcycle Studio -hankkeemme osoittaa, kuinka voimme nähdä ja erottaa mahdollisuudet päästöistä tarkastelemalla jätettä resurssina. Voimme rakentaa kestäviä rakennuksia tinkimättä laadusta, esteettisyydestä tai hinnasta.” (Koivisto, 2020)

Lendagerilla jätemateriaaleja pidetään arvokkaana resurssina, ja heidän projektiansa tavoitteena on kehittää innovatiivisia tapoja uudelleenkäyttää kierrätysmateriaaleja (Koivisto, 2020).

Merihallin uusi elämä

Etelä-Helsingin Hernesaassa oli vielä muutamia vuosia sitten lähinnä tehdas-, teollisuus- ja varastorakennuksia. Hernesaari sijaitsee merenrannalla, vain muutaman kilometrin päässä Helsingin ydinkeskustasta, mikä tekee siitä halutun kohteen asuntorakentamiselle. Hernesaaren muutos uudeksi asuinalueeksi käynnistyi vuonna 2018 rakennusten puruilla. (Helsingin kaupunki, 2018)

Hernesaaresta kaavaillaan vilkasta asumisen, matkailun ja vapaa-ajan kaupunginosaa. Uudelle asuinalueelle on tarkoitus rakentaa kerrostalokoteja 7500 asukkaalle. Aikaisemmin Jätkäsaaren rantautuneita risteilyaluksia alettiin ohjata Hernesaaren satamaan vuodesta 2019 alkaen. Uusia työpaikkoja Hernesaaren alueelle on kaavailtu 4000 henkilölle. (Helsingin kaupunki, 2018)

Alueen suurin rakennus, Merihalli, oli Helsingin kaupungin omistama hallikokonaisuus, joka oli rakennettu useassa osassa 1970–90-luvulla. Rakennus ehti palvella elinikänsä aikana Wärtsilän telakan levyvarastona ja laivanosien valmistuspaikkana sekä loppuvaiheessa venevarastona. Kokoa Merihallilla oli 33 500 neliometriä. Vuoden 2018 marraskuussa Merihallin elinkaari vaikutti saavuttaneen loppunsa, mutta Merihallin rakennusosille löytyi uudelleenkäyttökohde Kestobetonin Lahden tehtaassa. (Helsingin kaupunki, 2018)

Merihallin purku-urakoitsijana toimi Purkupiha Oy. Purkupiha on erikoistunut teollisuuden purkutöihin. Purkupiha Oy:n tavoite oli heti työmaan vastaanotettuaan, etsiä purettavasta Merihallista kokonaisuena purettujen rakennusosien uudelleenkäytölle sopivia kohteita. (Uusiouutiset, 2020) Purku-urakasta vastannut Purkupihan aluejohtaja Santeri Karell kertoo:

Uudet osat oli liitetty edellisiin ja kattorakenteet olivat erilaisia. Eri-ikäisyys hankaloitti purkamista ja vaati täsmällisen suunnitelman. Viisi hallia ja lastauslaituri piti purkaa tarkassa järjestyksessä. Tässä purkukohteessa kierrätys onnistui erityisen hyvin. Käyttäjät ympäri Suomen hyödynsivät materiaalia, kuten hallin runkoa, teräspalkistoa, nostureita, nosturiratoja ja sähkötekniikka. (Uusiouutiset, 2020)

Puretun Merihallin elinkaari sai jatkoa Purkupihan asiakkaan Kestobetoni Oy:n Lahden betonielementtitehtaalla. Kestobetoni Oy löysi purettavasta Merihallista tehtaaseensa te-

räsrunгон, pilarit, palkit, kattotuolit, nosturiradat ja viisi siltanosturia, joihin uusittiin koneistot. Kuvassa 7 on Kestobetonin uusi betonielementtitehdas, jonka rakenteista pinta-alasta Kestobetonille toimitettiin jopa noin neljännes. (Uusiouutiset, 2020)



Kuva 7. Kestobetonin uusi Lahden tehdashalli, jossa on hyödynnetty Merihallin pilareita ja palkkeja (Projektiutiset, 2019).

Kestobetonin tuotantojohtajan, Teemu Piironen mukaan, purkumateriaalien käyttö vaatii perehtyneisyyttä teräsrakentamiseen ja tarkkuutta suunnittelussa, niin purku- kuin rakennusvaiheessa. Potentiaalisen hyödynnettävän purkumateriaalin läpikäymisessä Kestobetonilla meni kuukausi ylimääräistä aikaa, mutta kokemus oli kuitenkin positiivinen Piironen mukaan. (Uusiouutiset, 2020)

Kestobetonin laitos on todennäköisesti Suomen kestävimmin rakennettu ja energiatehokkain betonielementtitehdas (Uusiouutiset, 2020).

3.2 Kierrätettäviä rakennusmateriaaleja

Betoni

Betoni tunnettiin sen varhaisessa muodossa jo Antiikin Roomassa (Huuhka, 2010, s. 43). Betoni onkin maailmalla käytetyin rakennusmateriaali. Sen suosio perustuu lukuisiin hyviin ominaisuuksiin, kuten edulliseen hintaan, saatavuuteen, muokattavuuteen, palon- ja kosteudenkestoon sekä lujuuteen ja jäykkyyteen (Betoni, 2021). Betoni valmistetaan uusiutumattomista raaka-aineista: sementistä, kiviaineksesta, vedestä ja mahdollisista lisäaineista. Betonituotteiden valmistus kuluttaa runsaasti energiaa. Sen apuaineina käytettävien hartsien valmistuksessa käytetään ympäristölle ja terveydelle haitallisia aineita. (Huuhka, 2010, s. 43–45)

Materiaalina betoni on massiivinen ja oikein valmistettuna kestävä materiaali. Betonirakenteiden korjaus on kuitenkin vaikeaa. Vain muutamia vuosikymmeniä vanhat betonijulkisivut osoittautuivat lyhytikäisiksi, koska betonista puuttui tietämättömyyden ja riittävän kokemuksen seurauksena talvikestävyys takaava suojahuokostus sekä kuivumisaikoja pyrittiin lyhentämään liian rajulla lämpökäsittelyllä. Suolaakin käytettiin talvibetonoinnin yhteydessä nopeuttamaan reaktiota, mikä osaltaan nopeutti teräksen korroosiota ja siten betonin karbonatisoitumista. (Huuhka, 2010, s. 43–45)

Betonijäte on ympäristölle sinänsä vaaratonta, mutta aiheuttaa maisemahaittaa. Suurin osa betonijätteestä syntyy purkutyömailla ja ontelolaattatehtailla. Jopa 80 prosenttia betonijätteestä syntyy purkutyömailla. Ontelolaattatehtailla materiaalihukan kierrätys on tehokasta ja se saadaan takaisin tuotantoprosessiin. (Huuhka, 2010, s. 43–45)

Betonin hupenevat raaka-aineet

Hiekkaa on maailmassa huomattavia määriä, mutta vain osa siitä sopii rakentamisen raaka-aineeksi. Sementin raaka-aineista varsinkin hiekka hupenee merkittävää tahtia. Maailmalla louhitaan noin 47–59 miljardia tonnia materiaaleja joka vuosi, josta hiekka ja sora muodostavat suurimman osan, noin 68–85 prosenttia. Vaikka kiviainesten louhiminen muodostaa suurimman osan louhituista materiaaleista, on niiden tarkoista määristä vain vähän luotettavaa tietoa tietyissä kehittyvissä maissa. (Peduzzi, 2014, s. 1–9)

Suuria määriä materiaaleja ei voida kaivaa ilman, että sillä olisi vaikutusta ympäristöön. Kaivuilla on vaikutuksia biodiversiteettiin, veden sameuteen, vedenpinnantasoon, maisemaan ja hiilidioksidipäästöihin, jotka syntyvät kuljetuksista. Kiviaineisten kaivu on vaikuttanut jopa maiden rajoihin, kun merikiviainesten kaivu on hävittänyt kokonaisia saaria, kuten hiekkasaaria Indonesiasta. (Peduzzi, 2014, s. 1–9) Suomessa betoniin käytettävää soraa kaivetaan soraharjuista, millä on vaikutusta maisemaan ja pohjavesiin (Huuhka, 2010, s. 43).

Hiekan suuren kysynnän seurauksena hiekkakaupassa liikkuu nykypäivänä suuria rahoja, mikä on johtanut hiekan laittomaan kauppaan. Marokossa vuosittain kaivetusta hiekkasta puolet – 10 miljoonaa kuutiometriä hiekkaa – on laittomasti rannikoilta kaivettu. Laittoman kaivuun seurauksena hiekkaranta on muuttunut karuksi ja kivikkoiseksi rannaksi. (Peduzzi, 2014, s. 1–9)

Betonin kierrättäminen on luonnollisesti yksi tapa vähentää betonin tuotannon ympäristövaikutuksia ja kiviaineen korvikkeiksi on olemassa vaihtoehtoja. Luonnon kiviaineen korvaamiseksi betonissa voidaan uusiokäyttää esimerkiksi betonimurskaa. Lasimurskan käytöllä betonin raaka-aineena voidaan myös vähentää hiekan tarvetta. Tiettyjä aavikkohiekkkoja on mahdollista sekoittaa muiden materiaalien kanssa, jotta betonin valmistukseen vaadittavat ominaisuudet saavutetaan. Tutkimuksissa on osoitettu, että jopa louhoksissa syntyvä louhospöly voitaisiin käyttää hiekan korvaamiseksi tietyissä betonirakenteissa. (Peduzzi, 2014, s. 1–9)

Talojen rakentamiseen voidaan käyttää muitakin materiaaleja: puu, heinä, oljet, savi ja kierrätetyt materiaalit ovat jo entuudestaan tunnettuja rakennusmateriaaleja. Rakennusalalla betonirakentamisen tieto-taito kehittyy jatkuvasti, mikä ohjaa parempaan ja tehokkaampaan rakentamiseen. Vanhojen ja uusien arkkitehtien, insinöörien ja rakentajien kouluttaminen sekä lakien, säädösten ja positiivisten kannustimien kehittäminen alalle ovat osaltaan ratkaisevassa osassa tulevassa kehityksessä. (Peduzzi, 2014, s. 1–9)

Puu

Puu rakennusmateriaalina on ollut jo pitkään käytössä, ja sen uusiokäyttö ja kierrätys on tehokasta. Puun helppo työstettävyys lisää uudelleenkäyttömahdollisuuksia, sillä vauri-
oituneiden kohtien korjaaminen ja puun työstäminen on yksinkertaista. Puretun puuta-
varan uudelleenkäyttömahdollisuudet pientaloissa ja omatoimirakentamisessa ovat lä-
hes rajattomat. (Huuhka, 2010)

Hirsi on yksi vanhimmista kierrätettävissä olevista rakennusosista. Hirsirakennusten
siirto purkamalla ja uudelleen kokoamalla on ollut yleistä (Huuhka, 2010). Kuvassa 8
vasemmalla on hirsitalo ennen purkamista ja siirtämistä, ja oikealla hirsitalo on uudel-
leenkoottuna Seinäjoelle.



Kuva 8. Närpiöstä Seinäjoelle siirretty 170-vuotias hirsitalo ennen ja jälkeen siirron (Leiwo, 2017).

Perinteiseen sahatavarasta rakentamiseen verrattuna Pohjois-Amerikasta lähtöisin
oleva Platform-rakennustekniikka ja puisten suurelementtien käyttö mahdollistavat esi-
merkiksi seinien purkamisen ja uudelleenkäytön kokonaisina seinäelementteinä
(Huuhka, 2010).

Tilaelementtien käyttö on nykyään suosittua puurakentamisessa, joka mahdollistaa ko-
konaisen rakennuksen siirtämisen sitä purkamatta. Helsingin seudulle on rakennettu esi-
merkiksi päiväkotia, jotka on mahdollista siirtää kokonaisina. (Huuhka, 2010)

Hyväkuntoinen höylätty ja sahattu puutavara on aina mahdollista hyödyntää uudelleen
samankaltaiseen tai erilaiseen rakentamistarkoitukseen (Huuhka, 2010). Hyvin uudel-
leenkäyttöön soveltuvia rakennusosia ovat:

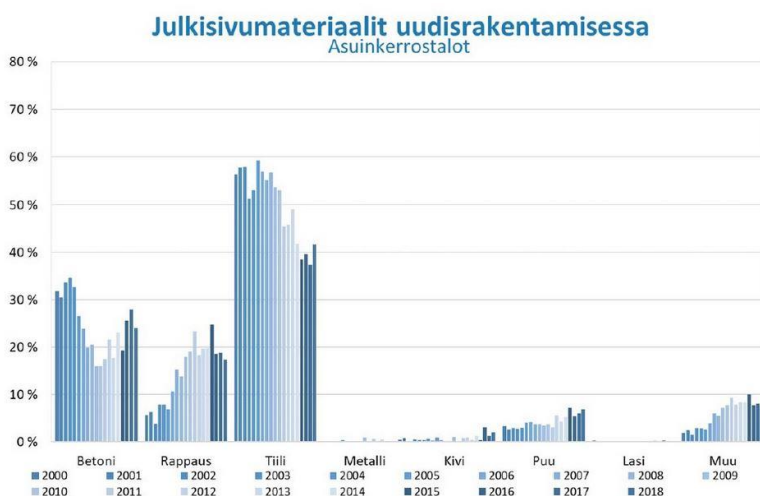
- hirret
- runkotolpat
- kattopalkit
- kattoristikot
- rakennuslevyt
- puuovet ja -ikkunat.

(Huuhka, 2010)

Puusta rakennusmateriaalina syntyy jätettä lähinnä hävikistä ja apumateriaaleista, kuten puisista pakkauksista ja muottilauoituuksesta. Mikäli puutavaraa ei ole muuten uudelleenkäyttökelpoista voidaan se kompostoida haketettuna, josta syntyy multaa. EU:n jätelainsäädännön jätteidenkäsittelyhierarkian mukainen neljäs käyttötarkoitus puulle on sen polttaminen energiaksi, ellei sitä ole käsitelty maaleilla, kyllästeillä tai liimoilla. (Huuhka, 2010)

Tiili

Vielä 1900-luvun alkupuolella kivirakennusten rungot tehtiin yleisesti tiilestä. Betonielementtien yleistyessä tiilen merkitys runkomateriaalina väheni, mutta julkisivuissa tiili on edelleen merkittävässä roolissa. Tiili on vielä tänäkin päivänä yleisin asuinkerrostaloissa käytetty julkisivumateriaali noin 60 prosentin osuudella. (Huuhka, 2010) Kuvasta 9 ilmenee tiilen ylivoimainen osuus julkisivumateriaalina, joka on ollut kuitenkin tasaisessa laskussa 2000-luvulla muiden julkisivumateriaalien suosion kasvaessa.



Kuva 9. Eri julkisivumateriaalien osuus asuinkerrostalojen julkisivuissa 2000-luvulla (Annala, 2019).

Tiilten purkaminen ja puhdistaminen on erittäin työvoimavaltaista, koska se tehdään pääsääntöisesti käsin, eikä siihen hyvin soveltuvia koneita ole keksitty. Purettaessa täystiilet säilyvät reikätiiliä paremmin ehjinä. Kattotiilien purkaminen ehjänä on helppoa, mikä tekee niiden uudelleenkäytöstä vaivatonta. (Huuhka, 2010)

Irrotetut tiilet sopivat uudelleenkäytettäväksi julkisivuissa tai väliseinissä. Patinoituneet tiilet kertovat omaa tarinaa niiden menneisyydestä, ja antavat esimerkiksi väliseinälle erityistä ilmettä. (Huuhka, 2010) Kuvassa 10 näkyy, kuinka puretun Tampereen vanhan veturitallin tiiliä hyödynnettiin uudelleen samalla työmaalla. Vanhoja tiiliä myytiin puhdistettuna kahden euron kappalehintaan. Uuden tiilen kappalehinta on noin 1,30 euroa. (Tanninen, 2013) Vanhojen tiilien hinnassa näkyy puhdistamisen lisäämät kustannukset sekä mahdollisesti kulttuurihistoriallinen arvo.



Kuva 10. Tampereen vanhan veturitallin purku (Viitanen, 2012).

Tiilien valmistaminen kuluttaa huomattavasti energiaa, sillä tiilet poltetaan korkeassa lämpötilassa, mikä tekee niiden kierrättämisestä ja uudelleenkäytöstä suositeltavaa (Huuhka, 2010).

Teräs

Rakennusten runkomateriaalina teräksen käyttö on verrattain uusi, joka on yleistynyt lähinnä teollisuus-, liike- ja toimistorakentamisessa. Teräksen kierrätettävyyden ja uudelleenkäyttöön ovat korkealla tasolla. Esivalmisteisuus ja muovattavuus helpottavat teräsrakenteiden kierrättämisen muokattuna tai uudelleenkäytön sellaisenaan. (Huuhka, 2010)

Pulttiliitokset helpottavat ja edistävät purettavuutta, mutta suurin etu teräksen uudelleenkäyttömahdollisuuksissa on, että rakenteiden uudelleenkokoaminen on mahdollista hitsiliitoksilla. Hitsi- ja pulttiliitokset mahdollistavat osien jatkamisen joissain tapauksissa. Osien lyhentäminen on myös mahdollista. Pilari-palkkirakenteisia halleja, jotka ovat koottu pulttiliitoksilla, on Suomessa siirretty paikasta toiseen. (Huuhka, 2010)

Julkisivukasettijärjestelmät, niiden osat ja mekaanisesti kiinnitetyt peltikatteet ovat helposti irrotettavissa ja uudelleenkäytettävissä. Purkuteräksen yleisin kierrätysmenetelmä on sulatus ja sen käyttö uusioraaka-aineena. Kyseisellä menetelmällä teräksestä saadaan hyödynnettyä noin 90–95 prosenttia. Teräksen valmistus malmista erottamalla kuluttaa paljon luonnonvaroja. Rautaromun kierrätys teräksen raaka-aineeksi vähentää energiankulutusta noin puoleen. (Huuhka, 2010) Kuvassa 11 näkyy, kuinka teräksisiä ratakiskoja on uudelleenkäytetty koivuistutusten suojaamiseen.



Kuva 11. Koivuistutuksia Helsingissä, Pasilan Konepajalla, joiden tuennassa on hyödynnetty vanhoja ratakiskoja (Pitkänen, 2020–2021).

Purkutyömailla teräsjätteen kierrätyksessä on vielä tehostamista, sillä teräsjätteen keräysaste on keskimääräistä alhaisempi (Huuhka, 2010).

Lasi

Lasi on hyvin vanha materiaali ja se on tunnettu jo tuhansia vuosia. Se valmistetaan pääosin uusiutumattomasta raaka-aineesta. Lasin valmistaminen kuluttaa huomattavasti energiaa ja aiheuttaa myös päästöjä. Lasi on kuitenkin kestävä ja pitkäikäinen materiaali, kun sitä käytetään oikein. (Huuhka, 2010, s. 51–53)

Lasi on verrattain haurasta materiaalia, ja se särkyy herkästi purkamisessa eikä sitä voi sellaisenaan korjata, mikä tekee lasin uudelleenkäytöstä harvinaista. Särkynyt lasi sopii kuitenkin kierrätettäväksi uusioraaka-aineeksi. Lasi on kestävä ja pitkäikäinen materiaali, kun sitä käytetään oikein. (Huuhka, 2010)

Ikkunalasista eli tasolasista voidaan valmistaa kierrättämällä uutta tasolasia. Erilaisten sulamislämpötilojen vuoksi, eri lasilaadut tulee kierrättää erikseen. Palo-ovissa käytetty palonsuojalasi ei ole kierrätettävää. (Ikkunawiki, 2021) Lasivillan raaka-aineesta 80 prosenttia on kierrätettyä, ja muista uusiolasituotteista poiketen ikkunalasitkin soveltuvat la-

sivillan valmistukseen. Keräyslasista voidaan valmistaa kierrättämällä esimerkiksi lasivil-
laa, lasilankkuja ja vaahtolasia. Murskattua lasia käytetään myös maantäytöissä. Ylei-
simpiä uudelleenkäytettäviä lasisia rakennusmateriaaleja ovat lasilankut, lasitiilet ja ik-
kunat. (Huuhka, 2010)

Eristeet

Eristeet sopivat hyvin uudelleenkäytettäviksi, mikäli ne ovat hyväkuntoisia ja kuivia. Uu-
siokäyttöön sopivat niin perinteiset kuin modernitkin eristeet. Eristeiden uudelleenkäyttö
on kuitenkin harvinaista, sillä niiden käyttöä saatetaan vierastaa home- ja mikrobiriskin
vuoksi. (Huuhka, 2010)

Suomalainen rakennusalan yritys on kehittänyt järjestelmän, jolla puhallusvilla voidaan
uudelleenkäyttää suoraan työmaalla. Kyseisellä tekniikalla puretut mineraalivillat on
mahdollista kierrättää puhallusvillan raaka-aineeksi. Kierrätyksestä syntyvä uusioeriste
käytetään puhallettavana rakennuksen yläpohjaeristeenä. 1.7.2013 alkaen CE-merkki
on ollut pakollinen kaikille mineraalipuhallusvilloille rakennuksissa. Kyseisellä tekniikalla
valmistetut tuotteet ovat saaneet VTT:n sertifikaatin ja CE-merkinnän. (Eko-expert,
2021)

Muovieristeistä ehjien EPS- eli styrox-eristelevyjen uudelleenkäyttö on mahdollista sel-
laisenaan tai kierrätys rouhittuna uuden eristeen valmistuksessa. Muovieristeiden kier-
rätys on kuitenkin vielä nykyään vähäistä. (Huuhka, 2010) Työmailla muovieristejätteen
kierrätys voidaan järjestää suursäkeillä, kuten kuvassa 12.



Kuva 12. Muovieristejätteen keräyssäkki työmaalla (L&T, 2020).

Rakennusalalla muovin kulutus on suurta. Euroopassa käytetystä muovista jopa 20 prosenttia kulutetaan rakennusalalla. Kun tiukentuvat energiatehokkuusvaatimukset lisäävät osaltaan muovieristeiden käyttöä alalla, tulisi muovieristeiden kierrätysmahdollisuuksiin kiinnittää erityistä huomiota. (Huuhka, 2010)

Nykyaikainen selluvilla valmistetaan 80-prosenttisesti keräyspaperista. Perinteiset puuja kasvipohjaiset eristeet ovat jätteenä maatuvia ja vaarattomia. Myös selluvilla on jätteenä maatuvaa, mutta sen sisältämä boori estää kasvien juurtumista. Sopivasti laimennettuna selluvillamulta toimii kuitenkin maanparannusaineena. (Huuhka, 2010)

Muovi

Rakentamisessa käytetään merkittäviä määriä muovia. Yleisimpiä rakentamisessa käytettyjä muovilaatuja ovat polyvinyylidikloridit, polypropeeni, polyeteeni, polystyreeni ja polyuretaani. Polyuretaani on kertamuovi ja muut kestumuoveja. (Huuhka, 2010)

Kestomuoveja voidaan kierrättää uusioraaka-aineeksi, mutta rakennusalalla niiden kierrättäminen on edelleen vähäistä. Purkutyömailla eri muovilaatujen tunnistaminen voi olla

vaikeaa, joka vähentää entisestään muovien saattamista kierrätettäväksi. Uusiotuotteilta edellytetään tiettyä raaka-aineen puhtautta, mikä myös osaltaan vähentää purku-muovien päätymistä uudelleenkäytettäväksi. Muovien uudelleenkäyttöä ja kierrätystä olisi mahdollista tehostaa ja helpottaa lisäämällä tietoa rakennuksessa käytetyistä muovituotteista. (Huuha, 2010)

3.3 Suunnittelu uudelleenkäyttöä ja kierrätystä varten

Kun rakennusosat ovat helposti irrotettavissa ja kunnostettavissa ovat ne myös helpompi uudelleenkäyttää. Rakennusten ja rakennusosien suunnittelu uudelleenkäyttöä varten vaatii suunnittelijalta laajaa tietoutta aiheesta. Jotta rakennuksen runko on mahdollista purkaa ja pystyttää, edellyttää se rungolta puhdasta esivalmistusratkaisua: runko on valmistettu betonista, teräksestä, puusta tai näiden yhdistelmistä ja liitokset ovat purettavia. Vaipan tulee olla rakennettu helposti irrotettavista komponenteista. Täydentävien rakenteiden toteutuksessa on käytettävä purkamisen ja uudelleenasennettävyyden mahdollistavaa kiinnitystekniikkaa. Uudelleenkäyttöön tähtäävässä suunnittelussa valitaan rakennusosia ja materiaaleja, joiden kierrätettävyys suunnitteluajankohdan tekniikalla ja lähiajan kehitysnäkymillä on järkevää. Uudelleenkäyttöä varten rakenteita koskevat rakennepiirustukset sekä materiaali- ja kuormitustiedot tulee olla dokumentoituna. (Sarja ym, 2013, s. 86–87)

Rakennusten kantavat rakenteet ovat yleensä massiivisia ja niihin on sitoutunut suuri määrä energiaa. Kyseiset rakenteet ovat yleensä käyttöältään pitkäikäisiä, joten niiden uudelleenkäyttö on perusteltua ja tehokas tapa edistää ekotehokkuutta sekä vähentää jätteen syntymistä. Samalla tuetaan nykyistä rakennus- ja purkujätettä koskevaa lainsäädäntöä. (Talja, 2014, s. 12–20)

Rakennuksen hallitun purun ja uudelleen pystyttämisen tai osien uudelleenkäytön helpottamiseksi on hyvä noudattaa tiettyjä yleisperiaatteita. Kantava runko, pintarakenteet sekä installaatiot tulee selkeästi eritellä erillisiksi rakenteiksi, ja niiden tulee olla erikseen purettavissa. Käytettävien rakennusosien tulee noudattaa yleisiä standardeja esimerkiksi koon suhteen ja olla rakenteeltaan mahdollisimman homogeenisia. (Sarja ym, 2001, s. 226)

Lisääntyneestä uudelleenkäytöstä ja uusiokäytöstä huolimatta, rakennusalalla on edelleen paljon parannettavaa. Arkkitehti- ja rakennesuunnittelun, uudelleenkäyttöä tukevan ohjeistuksen, lainsäädännön kehittäminen sekä liiketaloudellisten ja ekologisten hyötyjen osoittaminen esimerkkikohteiden avulla onkin alalla ensisijaisen tärkeää. (Talja, 2014, s. 12–20)

Rakennusten ja rakenneosien uudelleenkäytön tasot

Yhtenä rakennesuunnittelun tärkeimpinä tavoitteina tulee olla, että mahdollisimman suuri osa suunniteltavan rakennuksen rakenneosista ja materiaaleista voidaan rakennuksen myöhäisemmässä vaiheessa joko uudelleenkäyttää tai kierrättää uusiokäyttöön (Sarja ym, 2001, s. 226). Taulukossa 3 rakennusten ja rakenneosien uudelleenkäyttö on jaoteltu RIL 216-001 mukaisesti seitsemään tasoon.

Taulukko 3. Rakennusten ja rakenneosien uudelleenkäytön seitsemän tasoa (Sarja ym, 2001, s. 226).

- Taso 1. Koko rakennuksen muuttaminen ja kunnostaminen uuteen käyttöön.
- Taso 2. Koko rakennuksen purkaminen ja pystyttäminen toiseen paikkaan
- Taso 3. Rakennusosan käyttö sellaisenaan (esim. ikkuna karmeineen, uudelleenkäyttö)
- Taso 4. Rakennusosan käyttö osittain erittelyn jälkeen (esim. ikkunalasin uudelleenkäyttö)
- Taso 5. Rakennusosan ja materiaalin käyttö raaka-aineena (saman tuotteen tai muun tuotteen)
- Taso 6. Rakennusosan ja materiaalin käyttö "murskattuna" tai täyttömaana.
- Taso 7. Rakennusosan ja materiaalin käyttö energiatuotantoon polttoaineena.

Listauksesta käy ilmi RIL 216-001 mukaisten tasojen korreloivan EU:n jätelainsäädännön jätteidenkäsittelyhierarkian kanssa.

3.4 Kustannusvaikutukset

Jotta rakennusosat voidaan käyttää uudelleen, on ne purettava ehjänä. Purkuhanke, jossa ei tavoitella uudelleenkäyttöä vaan kohde puretaan tehokkaasti ja turvallisesti, on luonnollisesti nopeampaa verrattuna ehjänä purkamiseen. (Hradil ym., 2014, s. 60)

VTT:n tutkimuksen mukainen kierrätyskenaario, jossa kaikki materiaalit päätyvät ro-
muksi on periaatteessa kustannustehokkaampi, sillä ehjänä purkamisen arvioidaan kus-
tantavan kaksi kertaa enemmän kuin rakennuskustannukset ja neljä kertaa enemmän
rakennuksen hajottamiseen verrattuna. Lisäkustannuksia ehjänä purkamisesta muodos-
tuu jatkoprosessien seurauksena, kuten putsaus, lajittelu ja laaduntarkastukset. (Hradil
ym., 2014, s. 41–42)

Kun rakennukset suunnitellaan alusta alkaen rakennuksen purettavuus huomioiden, las-
kevat luonnollisesti rakennusosien ehjänä purkamisen kustannukset. Kun uudelleen-
käyttö ja kierrätettävyyden ovat huomioitu jo suunnitteluvaiheessa saavutetaan sillä kus-
tannussäästöjä sekä ympäristöhyötyjä (Talja, 2014, s. 12–20):

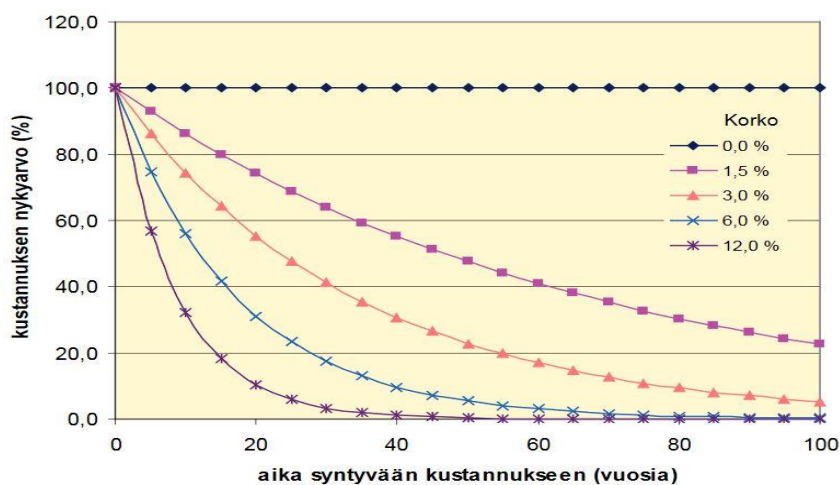
- Rakennuksen ja talotekniikan huollettavuus ja korjausmahdollisuudet pa-
ranevat ja tulevaisuuden korjauskustannukset pienenevät.
- Purkamiskustannukset pienenevät ja ympäristöhaitat vähenevät.
- Korjaukseen ja purkuun liittyvät taloudelliset riskit pienenevät.

(Talja, 2014, s. 12–20)

Päästöjen ja kaatopaikkajätteen määrän vähentäminen sekä siitä aiheutuvien kustan-
nusten vähentäminen ovat tärkeitä lähtökohtia suunniteltaessa rakennuksia uudelleen-
käytettäviksi. Tulevaisuudessa lainsäädännön asettamat vaatimukset kierrätykselle ja
rakennusjätteen määrällä ja verotukselle kasvavat, jolloin purkujätteiden kustannukset
voivat nousta suuriksi. (Talja, 2014, s. 12–20)

Rakennusosien ja materiaalien kierrättämisellä ja uudelleenkäytöllä saavutettavat kus-
tannushyödyt eivät välttämättä ole heti havaittavissa. Suunniteltaessa rakennuksia pit-
kän tähtäimen mukaan, siten että niistä on hyötyä vielä rakennuksen elinkaaren päässä
purku- ja kierrätysmahdollisuuksin, näkyvät edut ja säästöt vasta rakennuksen purkuvai-

heessa. Rakennusten mahdollinen pitkä käyttöikä vaikeuttaa taloudellisten etujen arvioimista. Rakennusten käyttöikä on usein 50–100 vuotta. Suunnitteluvaiheessa pitkäikäisten materiaalien käyttö, osien purettavuus ja materiaalien eroteltavuus lisäävät usein kustannuksia ja niiden taloudellisia hyötyjä voi olla hankala arvioida. (Talja, 2014, s. 12–20) Kuvassa 13 on havainnollistettu, kuinka kustannusten nykyarvon alenee mitä kauempana ne syntyvät ja mitä korkeampi diskonttaus korko on.



Kuva 13. Tulevaisuudessa syntyvän kustannuksen nykyarvo eri diskonttauskoroilla (Talja, 2014, s. 18).

Mikäli rakennuksen osat tai talotekniset osat ovat lyhytikäisiä, esimerkiksi 10–15 vuotta, ja niiden korjaus- tai uusimiskustannukset ovat suuret, paremmalla suunnittelulla saavutettavat säästöt ovat usein mahdollista osoittaa taloudellisesti kannattaviksi (Talja, 2014, s. 12–20).

4 Elementtirakentaminen Suomessa uusiokäytön lähtökohtana

Suomessa talonrakentaminen jatkui pitkään paikallarakentamisena. Betonielementtirakentaminen alkoi yleistyä 1950-luvulla. Aluksi elementtejä käytettiin lähinnä muihin rakennuksiin kuin asuinrakennuksiin. Ensimmäinen kokonainen elementtikerrostalo rakennettiin vuonna 1959. 1960-luvun alussa useat merkittävät rakennusliikkeet siirtyivät elementtirakentamiseen. Elementtirakentamisen alkuaikoina jokaisella elementtitehtaalla olivat omat elementtijärjestelmät, jotka perustuivat löyhästi ranskalaisten ja ruotsalaisten järjestelmiin. Eroavaisuuksia oli dimensioissa, liittorakenteissa ja muissa rakenteellisissa detaljeissa. Lamellilohkoisen rakennuksen runko muodostui poikkiseinärungosta, jossa poikkiseinät ovat kantavia ja pitkittäisseinät ovat kantamattomia. Ulkoseinät olivat betonisandwich-elementtejä ja lattiat kiinteitä betonilaattoja. (Huuha, Kaasalainen, Hakanen, Lahdensivu, 2015, s. 6–10) Taulukossa 4 on listattu tehdaskohtaisen betonielementtirakentamisen standardisoituja dimensioita.

Taulukko 4. Elementtirakennuksen rakennusosien dimensioita (Huuha, Kaasalainen, Hakanen, Lahdensivu, 2015, s. 6–10).

Rakennusosa tai rakenne	Dimensio(t), mm
Kerroskorkeus	2800
Huonekorkeus	2600–2640
Yhden huoneen seinäelementti, tyypillinen leveys	3000–3900
Kahden huoneen seinäelementti, tyypillinen leveys	6000–7200
Yhtenäinen betonilaatta, maksimi koko	3600 x 5400
Yhtenäinen betonilaatta, paksuus	160–200
Sandwich-elementin kantava osa, paksuus	150–160
Kantava väliseinä, paksuus	150–160

1960-luvun lopussa betoniteollisuus käynnisti tutkimushankkeen, jonka tavoitteena oli kehittää avoin betonielementtijärjestelmä nimeltä BES, betonielementtistandardi. Tavoitteena oli mahdollistaa eri valmistajien elementtien ja liitosten hyödyntäminen. Järjestel-

män kantavina rakenteina ovat väli- ja päätyseinät, välipohjana ontelolaatat ja ulkoseininä ei-kantavat sandwich-elementit. Järjestelmän merkittävä ero aiempaan oli kiinteiden betonilaattojen korvaaminen ontelolaatoilla. Esijännitetyt ontelolaatat mahdollistivat pidemmät jännevälit sekä vähensivät kantavien väliseinien tarvetta. Ensimmäiset BES-kerrostalot otettiin käyttöön 1971. Siitä lähtien BES-järjestelmää on käytetty asuintuotannon sekä liikerakennusten suunnittelussa ja rakentamisessa tähän päivään asti. Taulukossa 5 on listattu betonielementtirakennusten tuotannossa käytettyjä dimensioita vuodesta 1972 alkaen. (Huuhka, Kaasalainen, Hakanen, Lahdensivu, 2015, s. 6–10)

Taulukko 5. BES-järjestelmässä käytettyjen rakennusosien dimensioita. (Huuhka, Kaasalainen, Hakanen, Lahdensivu, 2015, s. 6–10)

Rakennusosa tai rakenne	Dimensio(t), mm
Kerroskorkeus	2800
Huonekorkeus	2500
Moduulimitta, kantavat rakenteet	1200
Moduulimitta, vierekkäiset rakenteet vaakasuunnassa	300
Moduulimitta, vierekkäiset rakenteet pystysuunnassa	100
Kantava seinäelementti, mahdollinen leveys	1200, 2400, 3600
Ei-kantava yhden huoneen seinäelementti, mahdollinen leveys	3000, 3300, 3600, 3900, 4200
Ei kantava kahden huoneen seinäelementti, mahdollinen leveys	6000, 6300, 6600, 6900, 7200
Ontelolaatta, leveys	1200
Ontelolaatta, maksimi pituus	13000
Ontelolaatta, paksuus	265
Sandwich-elementin kantava osa, paksuus	150
Kantava väliseinä, paksuus	180

Elementtien liitostavat vaikuttavat oleellisesti purkamisprosessiin. BES-rakennusten liitokset ovat juotettu, ja ne siirtävät puristusvoimia. Raudotteet lisäävät vetolujuutta liitoksissa. Alkuperäiset raudotteet voidaan käyttää uudelleen, mikäli juotokset avataan varovasti piikaten, ilman että raudotteet vahingoittuvat. Timanttisahalla leikkaaminen on myös mahdollista, mutta riskit raudotteiden vahingoittumisesta ja elementin lyhentymisestä ovat suuremmat. Jos raudotteet katkaistaan, täytyy uudet raudotteet juottaa elementtiin ennen osien juottamista yhteen. (Huuhka, Kaasalainen, Hakanen, Lahdensivu, 2015, s. 6–10)

2000-luvulla Suomessa kokemukset rakennuksen ehjänä purkamisesta ovat olleet kaksijakoisia. Asuinkerrostalon ehjänä purkamista tutkittiin vuonna 2000, mutta se todettiin liian työlääksi, jotta se olisi taloudellisesti kannattavaa. Toinen tutkimushanke suoritettiin vuosina 2008–2010 Raahessa. Hankkeessa tutkittiin ehjänä purkamista ja pienimuotoista rakennusosien uudelleenkäyttöä. Tulosten mukaan rakennuskustannuksissa säästettiin 36 prosenttia. (Huuhka, Kaasalainen, Hakanen, Lahdensivu, 2015, s. 6–10)

5 Maatullin ala-asteen koulu

Maatullin ala-asteen koulu sijaitsee Pohjois-Helsingissä Tapulikaupungissa, osoitteessa Kimnaasipolku 5, 00750 (Helsingin peruskoulut, 2021). Kuvassa 14 näkyy Maatullin ala-asteen koulu etupihalta katsottuna.



Kuva 14. Maatullin ala-asteen koulu. (Pitkänen, 2020-2021)

Koulurakennus on valmistunut vuonna 1980. Rakennus on osittain kaksikerroksinen ja sen ulkoseinät ovat kantavia betonisandwich-elementtejä. Julkisivut ovat verhoiltu punaisella tiililaatalla. Rakennuksen runko koostuu pääosin teräsbetonisista pilari-palkkirakenteista. Alapohjarakenteena on pääosin kantava ontelolaattarakenne. Väestönsuojatilojen alapohjana on maanvastainen teräsbetonilaatta. Rakennuksen alla on kauttaaltaan ryömintätila. Rakennuksessa on tasakatto, jonka vesikatteena on bitumihuopakate. Rakennuksessa on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto. Lämmitysmuotona on kaukolämpö. (Ramboll, 2020)

Maatullin ala-asteen koulun purkuhankkeen rakennuttaja on Helsingin kaupunki. Purkuhankkeen suunnittelusta ja tutkimuksista vastaa Ramboll Finland Oy, projektinjohdosta ja valvonnasta Ramboll CM Oy.

Opinnäytetyön osalta tutustuminen kohteeseen alkoi purkusuunnittelun/-kartoituksen kohdekäynnillä 14.10.2020. Kohdekäynnille osallistuivat Ramboll CM Oy:n ja Ramboll Finland Oy:n asiantuntijat, Jenni Merjankari Metropolian ammattikorkeakoulusta ja itse opinnäytetyön tekijä.

Kohdekäynnillä käytiin perusteellisesti läpi koulun yleiset sisätilat, luokkahuoneet, ruokala, puutyöluokka, liikuntasali, sekä kierrettiin ja havainnoitiin koulurakennusta ulkopuolelta. Kohdekäynnin tarkoituksena oli tutustua paikan päällä koulurakennukseen, ja dokumentoida rakennus mahdollisimman kattavasti valokuvaamalla.

5.1 Maatullin ala-asteella suoritettuja tutkimuksia

Koulurakennukseen on tehty vuosien aikana lukuisia tutkimuksia ja korjauksia, koska rakennuksen käyttäjät ovat kokeneet sisäilmanlaadun heikoksi. Oppilaiden vanhemmat ovat ilmoittaneet oppilaiden kärsivän esimerkiksi pääkivusta koulupäivien aikana. (Pihlajamaa, 2019)

Aikaisemmin kiinteistöön suoritettuja tutkimuksia:

- 2009 Haitta-ainekartoitus (Sisäilmainsinöörit Oy)
- 2009 Kosteus- ja rakennetekninen kuntotutkimus (Sisäilmainsinöörit Oy)
- 2009 Kattotutkimus (Sisäilmainsinöörit Oy)
- 2012 Ikkunoiden kuntotutkimus (A-Insinöörit Suunnittelu Oy)
- 2013 Julkisivujen kuntotutkimus (A-Insinöörit Suunnittelu Oy)
- 2014 LVIA-järjestelmien kuntotutkimukset (Asiantuntijapalvelut Lukkari Oy)
- 2014 Sisäilmaongelmien selvitys (Luokka 4) (Wise Group Finland Oy)
- 2014 Kiinteistön sähkö- ja telejärjestelmien kuntoarvio (Wise Group Finland Oy)
- 2014 Rakennetekniset tutkimukset ja tiiveystarkastelut, salaoja- ja kuivausrakenteiden tutkimukset (Wise Group Finland Oy)

- 2017 Kosteustekniset ja sisäilmaston kuntotutkimukset (Raksystems Insinööri Oy)
- Huoneilman radonpitoisuuden mittaus alfa jälki-ilmaisimen avulla (Suomen Radonhallinta Oy).

(Sitowise, 2019)

Sisäilmainsinööri Oy:n kuntotutkimus ajalta 2008–2009

Sisäilmainsinööri Oy:n Maatullin ala-asteella suorittamassa kuntotutkimuksessa, ajalta 15.12.2008-18.2.2009, todettiin sisääntuloaulassa mikrobiperäistä hajua, jonka lähteeksi paikannettiin liikuntasalin lattiarakenteessa olevat poikkeavat mikrobit. Paine-eromittauksen perusteella liikuntasalissa vallitsee ylipaine aulatilaa nähden. Rakennuksen ryömintätilassa on korkea ilman suhteellinen kosteus, avomaata sekä irtonaista eloperäistä materiaalia. Ryömintätilassa vallitsee ylipaine yläpuolisiin tiloihin nähden. Myös alakatot ovat osittain ylipaineisia sisätiloihin nähden. Peltisten alakattojen päällä on avonaista mineraalivillaa. IV-järjestelmässä on merkittäviä kuitulähteitä tuloilmapuolella. (Sisäilmainsinöörit, 2009)

Sisäilmainsinöörien silloiset suosittelemat korjaustoimenpiteet olivat ilmanvaihtojärjestelmän ja liikuntasalin lattiarakenteiden uusiminen, ryömintätilan sähköläpivientien ja ontelolaattaan johtavien reikien tiivistäminen, sekä ryömintätilan ilmanvaihtuvuuden parantaminen erillisen laitteiston avulla. (Sisäilmainsinöörit, 2009)

Sitowise Oy:n sisäilmatutkimus vuodelta 2019

Sitowise Oy suoritti Maatullin ala-asteella vuonna 2019 sisäilmatutkimuksen. Tutkimus suoritettiin, koska rakennuksen käyttäjillä oli esiintynyt vuodesta 2018 lähtien lisääntyvässä määrin sisäilmaongelmiin viittaavia oireita. Tutkimuksen kohteena olivat kiinteistön sisätilojen pintamateriaalit, jotka ovat pääsääntöisesti alkuperäisiä. (Sitowise, 2019)

Tutkimuksessa ala- ja välipohjarakenteiden pinnoitteena olevat muovimatot todettiin ikääntyneiksi. Viiltokoemittauksissa muovimattojen alta havaittiin koholla olevia kosteusarvoja sekä kemikaalimaista ja/tai pistävää hajua. Luokkahuoneista otetuista muovimat-

tojen näytepaloista mitattiin VOC-yhdisteet, joista todettiin viitearvot ylittäviä tai koho-neita määriä haihtuvia yhdisteitä. Suositellut korjaustoimenpiteet olivat kosteusvaurioitu-neiden alueiden muovimattojen uusiminen vaurioalueen yli. (Sitowise, 2019)

Myös ulkoseinien lämmöneristeen ja ikkunaliittymien lämmöneristeiden kuntoa tutkittiin laboratoriossa mikrobinäyttein. Osasta ikkunaliittymien materiaalinäytteistä paljastui viit-teitä kosteus- ja mikrobivaurioista. Näytteenoton yhteydessä ulkoseinien lämmöneris-teessä havaittiin aistinvaraisesti maakellarimaista hajua. Ikkunoiden ympärillä havaittiin aistinvaraisesti vesivuotojälkiä. (Sitowise, 2019)

Ulkokautta tehdyissä rakenneavauksissa havaittiin ilmayhteyden ja kapillaarisen kosteu-dennousun katkaisevan kerroksen puuttuminen sokkelihalkaisun lämmöneristeen ja ul-koseinän lämmöneristeen välillä. Rakennesuunnitelmien mukaan sokkelin ulkopinnasta puuttuu vedeneristys, mikä lisää osaltaan sokkelin kosteusrasitusta. (Sitowise, 2019)

5.2 Maatullin ala-asteen nykyinen tila

Marraskuussa vuonna 2019 alkoi luokkatilojen ja ruokalan ulkoseinien tiivistyskorjauk-set, jotka valmistuivat tammikuussa 2020. Ulkoseinien tiivistyskorjauksilla pyrittiin ehkäi-semään rakenteista ja maaperästä haitallisten epäpuhtauksien kulkeutuminen sisäil-maan. Luokkahuoneissa korjattiin vaurioituneet allaskaapit, tiivistettiin viemäriiliittymät sekä vaihdettiin muovimattoja vesivaurioalueilta. (Pihlajamaa, 2019)

Jätehuollon hierarkiassa ensimmäinen tavoite on aina vanhan rakennuksen korjaami-nen. Purkamista tulee harkita vasta, kun muita järkeviä vaihtoehtoja ei ole. Purkamista vaativia esimerkkejä voi olla tilanteet, joissa korjaamisen tai ylläpidon kustannukset ovat kestävämmät suhteutettuna niillä saatavaan hyötyyn ja palvelutasoon. Myös laajem-man alueen kehittäminen ympäristö- ja resurssimielessä kestävämpään suuntaan voi edellyttää yksittäisen rakennuksen purkamista. Kyseisessä tapauksessa päätöksenteon tulisi kuitenkin pohjautua kokonaisvaltaiseen elinkaariarviointiin, jossa on huomioitu kus-tannusten lisäksi sosiaali- ja ympäristövaikutukset sekä kulttuurihistorialliset seikat. (Ym-päristöministeriö, 2019, s. 13–14)

Maatullin ala-asteen koulun tapauksessa vanhaa rakennusta on korjattu vuosien saatossa useaan otteeseen. Oppilaiden vanhemmat ovat useasti ilmaisseet lastensa oireilevan vanhassa koulurakennuksessa sisäilmaongelmien vuoksi. Kuntotutkimukset ovat paljastaneet vanhasta koulurakennuksesta lukuisia puutteita ja käyttöhaittoja. Edellä mainittujen tekijöiden seurauksena vanha Maatullin ala-asteen koulu on päätetty purkaa ja rakentaa tilalle uudisrakennus palvelemaan koulun tarpeita. (STT, 2019) Tämänhetkisen suunnitelman mukaan uuden koulun rakentaminen alkaa 2022 keväällä, ja rakennuksen on tarkoitus olla valmis kesällä 2024 (Helsingin kaupunki, 2020).

Helsingin kaupunki rakentaa Puistolän Suuntimopuiston laidalle koulu- ja päiväkotirakennuksen, joka tulee toimimaan aluksi koulujen ja päiväkotien väistötilana. Työmaa käynnistyi loppusyksystä 2020 maanrakennustöillä. Rakennus toimii Maatullin ala-asteen väistötiloina, niin kauan kunnes uusi Maatullin ala-asteen koulurakennus on valmis. Väistötiloihin Maatullin ala-aste pääsee muuttamaan syksyn 2021 aikana. (Helsingin kaupunki, 2020)

5.3 Purkukartoitus ja purkutyöselostus

Koulurakennuksesta on laadittu purkukartoitus 9.12.2020 Ramboll Finland Oy:n toimesta. Kartoituksessa on esitetty osat ja laitteet, joilla on uudelleenkäyttöpotentiaalia. Rakennusosien uudelleenkäyttö ja irrotusmenetelmät tullaan määrittämään myöhemmässä vaiheessa uudelleenkäyttösuunnitelman yhteydessä. Purkutyöselostuksesta löytyy lause, jonka mukaan purku-urakan asiakirjoissa tulee huomioida rakennusosien uudelleenkäyttö uudelleenkäyttösuunnitelman mukaisesti. (Ramboll, 2020)

Purkujätteen määräärvio Maatullin ala-asteesta sisältää muun muassa betonia, tiiltä, ke-raamisia laattoja, kipsiä, puuta, metalleja, lasia, bitumia ja asfalttia, sekä rakennussekajätteisiin kuuluvat muovimatot, villaiset akustolevyt ja mineraalivillat. Pinnoittamaton ja pinnoitettu puu hyödynnetään lähtökohtaisesti energiana, sekajätteet loppusijoitetaan tai jatkolajitellaan teollisesti ja loput materiaalit hyödynnetään materiaalina. Koulurakennuksen purku-urakkaan kuuluvan purkumateriaalin hyödyntämistavoite on 70 prosenttia purkumateriaalin painosta, joka ei sisällä energiahyödynnettävää tai loppukäsiteltävää jä-tettä. (Ramboll, 2020) Taulukossa 6 on listattu purkujätteen määräärviot. Määräärvio pin-tamateriaalien osalta perustuu Rambollin suorittamaan kohdekäyntiin.

Taulukko 6. Purkujätteen määräarvio Maatullin ala-asteen koulusta (Ramboll, 2020).

Jätejake	tn tai m ²		Hyödyntäminen energiana	Hyödyntäminen materiaalina	Loppusijoitus/ jatkolajittelu teollisesti
Betoni	18500	tn		x	
Tiili	750	tn		x	
Keraaminen laatta	650	m ²		x	
Kipsi	10	tn		x	
Puu, pinnoittamat	10	tn	x		
Puu, pinnoitettu	10	tn	x		
Metalli	20	tn		x	
Metalli, kupari	4,5	tn		x	
Lasi	10	tn		x	
Bitumi	50	tn		x	
Asfaltti	900	tn		x	
Rakennussekajäte, sis.					x
muovimatto	4700	m ²			
akustolevyt (villa)	1000 / 7	m ² /tn			
mineraalivilla	50	tn			

Purkutyöselostuksessa on määritelty, että purku-urakoitsijan tulee laatia syntyneestä purkujätteestä ja materiaalista loppuraportti. Raportti laaditaan Helsingin kaupungin ohjeen X2 Purkujätteet -asiakirjan mukaisesti. Raportista tulee ilmetä muun muassa irroteut ja uudelleenkäyttöön ohjatut rakennusosat, materiaalit, irtaimisto sekä koneet ja laitteet siltä osin mitä oli purku-urakan alkamisessa. (Ramboll, 2020)

5.4 Maatullin koulun, päiväkodin ja leikkipuiston arkkitehtuurikilpailu

Helsingin kaupunki järjesti Maatullin ala-asteen koulun uudisrakennuksesta yleisen kaksivaiheisen arkkitehtuurikilpailun, jonka menettely oli avoin. Kilpailu järjestettiin yhteistyössä Suomen Arkkitehtiliiton kanssa, liiton sääntöjen mukaisesti. Yleisen arkkitehtuurikilpailun ensimmäinen vaihe järjestettiin 26.6.-21.9.2020, ja toinen vaihe välillä 1.11.2020-15.1.2021. Kilpailu toimi hankkeen pää- ja arkkitehtisuunnittelijan valintamennettelyinä. (Maatullin peruskoulu, päiväkotia ja leikkipuisto, 2021) Kilpailu ratkesi maaliskuussa 2021. Kilpailun ensimmäinen palkinto myönnettiin ehdotukselle nimeltä Metsäaukio. Arvostelupöytäkirjassa ehdotusta luonnehdittiin runollisen herkäksi. (Helsingin

kaupunki, 2021) Kuvassa 15 on arkkitehtuurikilpailun ensimmäisen palkinnon saanut ehdotus.



Kuva 15. Arkkitehtuurikilpailun voittajaehdoka. (Helsingin kaupunki, 2021)

Arkkitehtuurikilpailussa ei ollut mainintaa rakennusosien tai materiaalien uudelleenkäytöstä eikä kierrättämisestä. Opinnäytetyötä tehdessä heräsi kysymys; miksi HYPPY-hankkeeseen mukaan valitun koulun uudisrakennuksen arkkitehtuurikilpailussa ei kyseistä seikkaa ole huomioitu. Eikö Maatullin koulun uudisrakennuksen suunnittelussa ja toteutuksessa ole tavoitteena edistää kiertotaloutta? Myöskään ensimmäisen palkinnon saaneessa ehdotuksessa ei kierrätystä tai uudelleenkäyttöä ollut huomioitu.

6 Haastattelut

Haastattelukysymykset koskivat rakennusosien ja materiaalien uudelleenkäyttöä ja kierrättämistä, niiden kelpoisuuden todentamismenettelyä, kiertotalouden vaikutuksia hankkeelle, sekä haastateltavien mielipiteitä aiheesta.

Haastattelujen tulokset olivat pitkälti yhteneväiset. Haastateltavien mielipiteet ja näkemykset kiertotaloudesta, rakennusosien ja materiaalien uudelleenkäytöstä ja kierrättämisestä olivat keskenään linjassa, muutamia poikkeuksia lukuun ottamatta.

Haastateltavat arvioivat rakennusosien uudelleenkäytön ja siten ehjänä purkamisen hidastavan hanketta, sekä lisäävän kustannuksia. Tosin epäselväksi jäi potentiaaliset kustannussäästöt, joita on mahdollista saavuttaa saattamalla purettavia rakennusosia ja materiaaleja uudeelleenkäyttöön tai kierrätykseen. Osa haastateltavista otti huomioon, että myös sekajätelava toimitettuna jätteidenkäsittelykeskukseen on erittäin kallista, sekä jätejakeista, kuten metallista saatavan rahallisen hyödyn.

Kustannusvaikutuksista kysyttäessä haastateltava mainitsivat esimerkin purku-urakoiden eri toimintatavoista. Mikäli tilaajan intresseihin kuuluu rakennusosien tai materiaalien talteen ottaminen purettavasta kohteesta omaan käyttöön, on tilaajan mahdollista tehdä se omasta toimesta tai määrätä se sisältymään purku-urakkaan. Vaihtoehtoisesti mikäli tilaajalla ei ole käyttöä tai tahtoa materiaaleille ja rakennusosille, sisällytetään ne purkuurakan massoihin. Riippuen materiaaleista ja rakennusosista, voi sillä olla urakkahintaan negatiivisia tai positiivisia vaikutuksia. Esimerkiksi metalleista ja betonimurskeesta urakoitsija voi kierrätettynä saada rahallista hyötöä, jolloin urakkahinta voi muodostua tilaajalle edullisemmaksi. Toisaalta tietyt materiaalit voivat olla urakoitsijalle myös rasite. Kustannusten muodostuminen on riippuvainen massojen laadusta ja määrästä. Asian huomioimiseksi massojen ennakkokartoittaminen onkin ensisijaisen tärkeää.

Kuten haastateltavien arviot kustannusvaikutuksista, olivat arviot aikatauluvaikutuksista myös negatiiviset. Ehjänä purkamisen arvioitiin hidastavan huomattavasti purkuhanketta. Aikatauluvaikutukset erilaisten purkuhankkeiden suunnitteluun arvioitiin merkittäviksi. Kun normaalin purkuhankkeen suunnittelun arvioitiin vievän noin 1,5 kuukautta,

uudelleenkäyttöön tähtäävän purkuhankkeen suunnittelun arvioitiin vievän jopa kuusi kuukautta.

Kysyttäessä rakennusosien ja materiaalien uudelleenkäyttöä hidastavia tekijöitä, haasteita ja ongelmia lueteltiin monia, mutta ennen kaikkea kaksi asiaa toistuivat haastatetuissa; erilliset purku- ja uudishankkeet, sekä kustannus ja aikataulutietojen vähäinen saatavuus verrattuna uudisrakentamisen kustannustietoihin.

Nykyisin purku- ja uudishankkeet ovat lähes poikkeuksetta kaksi toisistaan erillistä hanketta, jolloin yhteisiä taloudellisia intressejä ei muodostu. Haastateltavien yksimielinen näkemys aiheesta oli, että rakennusosien uudelleenkäytön tehostamiseksi koordinoitua purku- ja uudishankkeiden välillä tulisi lisätä; molempien hankkeiden tulisi olla samalla suunnittelupöydällä, yhteisenä hankkeena alusta alkaen. Täten rakennusosien uudelleenkäyttöön liittyvät riskit, kiistat ja kustannukset, kuten esimerkiksi kelpoisuuksien osoittaminen, testit, tarkastukset, hyväksyttämiset sekä mahdollisuus epäkelvoista rakennusosista jakautuisivat ja hankkeiden yhteiset taloudelliset intressit olisivat selkeät. Haastateltava nosti esille mahdollisuuden kilpailuttaa purku- ja uudishanke esimerkiksi yhteisenä projektihoitourakkana.

Toinen haastateltavien esille nostama asia rakennusosien uudelleenkäyttöä hidastavista tekijöistä oli kustannus- ja aikataulutietojen vähäisyys ja puute. Hankkeen budjettia ja aikataulua laadittaessa tiedot ovat oleelliset. Uudisrakentamisen osalta tietoa on kerätty jo vuosikymmeniä, joiden avulla hankkeiden budjetit ja aikataulut voidaan laatia tarkasti. Uudelleenkäyttöön pyrkivissä hankkeissa yritykset joutuvat pitkälti selvittämään aikataulu- ja kustannustiedot alusta alkaen tai omista hankkeista kerätyillä tiedoilla, minkä osaltaan arvioitiin vähentävän rakennusliikkeiden kiinnostusta rakennusosien uudelleenkäytön edistämiseen. Mikäli tiedot olisivat saatavilla, olisi yritysten mahdollista tehdä tarkat kustannus- ja aikatauluarviot myös rakennusosien uudelleenkäyttöön pyrkivissä purkuhankkeissa. Haastateltava mainitsi yritysten haluttomuuden tai kyvyttömyyden ottaa riskiä kustannusten ennalta-arvaamattomasta noususta tai aikataulun viivästymisestä.

Myös seuraavat asiat koettiin ongelmallisina rakennusosien uudelleenkäytön suhteen:

- Rakennushankkeen kireät aikataulut ja halu säästää kustannuksissa ja ajassa.

- Rakennusosien uudelleenkäytön käytäntö on kehittämätön.
- Nykyinen lainsäädäntö ei tue riittävästi uudelleenkäyttöä.
- Suunnittelijaosaaminen kehittämistarve.

Haastateltavien näkemyksen mukaan rakennusosien uudelleenkäyttö samaan käyttötarkoitukseen tai sellaisenaan on hyvin vähäistä ja poikkeuksellista. Rakennusmateriaalien kierrätysasteen arvioitiin olevan noin 40–60 prosenttia. Euroopan unionin jätehuoltolain direktiivin 2008/98/EY mukaisen 70 prosentin kierrätysasteen toteutumista rakennus- ja purkujätteiden osalta epäiltiin.

Kysyttäessä haastateltavilta minkä rakennusmateriaalin kierrättämiseen ja uudelleenkäyttöön tulisi tulevaisuudessa panostaa: mainittiin toistuvasti betoni ja betonielementit. Betoni on käytetyin runkomateriaali ja sementinpoltto tuottaa runsaasti päästöjä. Lisämainintana todettiin Suomen koulurakennusten olevan pääosin pilari-palkki-ontelolaat-tarakenteisia. Myös liimapuu ja sahatavara mainittiin samasta syystä; ne ovat yleisesti käytettyjä runkomateriaaleja, ja ne omaavat suuren päästövähennyspotentiaalin. Haastateltavat huomioivat myös edellä mainittujen rakennusosien uudelleenkäytöstä seuraavat haasteet. Kyseiset rakennusosat ovat suurikokoisia, vaativat varastointitilaa ja kuljetuksia sekä tuotehyväksynnän ja erityisosaamista uudiskohteen suunnittelijalta. Esiin nostettiin myös ongelma muovien ja puun kierrättämisestä. Molemmat päätyvät useimmiten poltettavaksi ja siten hyödynnettäväksi energiantuotannossa. Metallien ja lasin kierrättämisen arvioitiin olevan hyvällä tolalla. Rakennusosien uudelleenkäytön suhteen ikkunoiden ja ovien uudelleenkäyttöä pidettiin markkinanäkökulmasta katsottuna helpompina.

Haastateltavat mainitsivat myös pilottihankkeita, joissa tutkitaan rakennusosien ja materiaalien uudelleenkäyttöä, sekä minkä osien ja materiaalien uudelleenkäyttöön olisi kannattavaa keskittyä.

Uudelleenkäytön ja kierrätysasteen parantamiseksi haastatteluissa toistuivat aikaisemmat tekijät; lainsäädännön kehittäminen, suunnittelijoiden lisäkoulutus, markkinaehtoisuus sekä työmaakäytännöt.

Haastateltavat arvioivat purkukartoituksen olevan vielä tänä päivänä harvinaista.

Suurimmat erot haastatteluissa ilmenivät kysyttäessä mielipidettä purkukartoituksesta. Mielenpide asiasta oli tosin yhteneväinen ja purkukartoitus koettiin positiiviseksi sekä sen hyvät puolet tiedostettiin. Haastatteluissa purkukartoituksen lisäarvo hankkeelle kyseenalaistettiin aiemmin mainittujen rakennusosien uudelleenkäytön ongelmien ja haasteiden vuoksi. Purkukartoituksesta huolimatta suuri osa kartoitettavasti materiaaleista ei päädy uudelleen käytettäväksi vaan kierrätykseen. Mikäli purkukartoituksen avulla rakennusosien uudelleenkäyttöä saataisiin tehostettua, toisi se suurempaa lisäarvoa.

Lisäksi haastatteluissa todettiin, että purkukartoitus tulisi toteuttaa aina hankekohtaisesti. Liian kattava purkukartoitus ei palvele tarkoitusta, jos tiedossa on jo rakennusmateriaalien ja -osien soveltumattomuus uudelleenkäytettäväksi. Silloin tärkeämpänä pidettiin materiaalimassojen tarkempaa selvitystä ja siten niiden kierrättämistä uusiokäyttöön.

Purkukartoituksesta kysyttäessä haastateltavien näkemyserot korostuivat uudelleenkäytön ja kierrättämisen osalta. Osa keskittyisi uudelleenkäyttöön, kun taas osa keskittyisi enemmän kierrättämisaspektiin.

Kysyttäessä rakennusalan toimijoita uudelleenkäytön ja kierrättämisen piirissä, mainittiin seuraavia:

- Lattiaratkaisujen tarjoaja
- villavalmistajat
- muutama ikkunavalmistaja
- alan johtava ympäristöpalvelujen tarjoaja
- muutamat startup-yritykset
- konsultit.

Yrityksen näkökulmasta haastateltavat nostivat ajan ja rahan tärkeysjärjestyksessä etusijalle ja ympäristövaikutukset viimeiseksi. Aika ja raha korreloivat keskenään; aika on rahaa ja raha on yrityksen kestävä liiketoiminnan kannalta tärkein tekijä.

Kysyttäessä samaa, mutta haastateltavan omasta mielestä, järjestys pysyi samana. Perusteluiksi mainittiin, että vaikka haastateltavat pitivät ympäristövaikutuksia tärkeinä omasta mielestään, ei rahallisesti kannattamaton toiminta ole kestävä. Esimerkkinä

mainittiin pilottihankkeet, joissa pyritään kehittämään ympäristöystävällisempiä toimintatapoja, jotka mahdollistavat taloudellisesti kestäväen liiketoiminnan ympäristövaikutukset huomioiden.

7 Mahdollisia kierrätys- ja uudelleenkäyttökohteita

Purettavassa koulurakennuksessa on Ramboll Finland Oy:n laatiman purkujätteen määrävion mukaan 10 tonnia lasia, josta suuri osa on käyttökelpoisia ikkunoita. Osa koulurakennuksen ikkunoista on uusittuja ja silmämääräisesti tarkasteltuna hyvässä kunnossa. Kuvassa 16 näkyy koulurakennuksen uusittuja ja vanhoja ikkunoita.



Kuva 16. Uusitut valkokarmiset ikkunat vasemmalla ja vanhat keltakarmiset oikealla (Pitkänen, 2020–2021).

Ikkunoista olisi esimerkiksi mahdollista rakentaa yksi, jos toinenkin kasvihuone uuden koulun pihalle tai katolle. Kasvihuone mahdollistaisi erinomaisesti havainnollistavien ja mahdollisesti myös innostavien opetusmetodien käyttämisen biologiantunneilla. Kuvassa 17 on Helsingin Vallilassa sijaitseva kasvihuone, jonka rakennusmateriaalina on käytetty vanhoja ikkunalaseja. Koulusta löytyy jo valmiiksi yrttien kasvatusastioita, joita voisi hyödyntää kasvihuoneessa. Kasvatusastiat näkyvät kuvassa 18.



Kuva 17. Vasemmalla Helsingin Vallilassa sijaitseva kasvihuone (kuvassa esiintyvä henkilö sensuroitu yksityisyyden suojaamiseksi) (Pitkänen, 2020–2021).

Kuva 18. Oikealla koulusta löytyviä yrttien kasvatusastioita (Pitkänen, 2020–2021).

Haastatteluissa kehoitettiin harkitsemaan ikkunalasien uudelleenkäyttöä samaan käyttötarkoitukseen. Vanhojen ikkunoiden ominaisuuksia on mahdollista parantaa esimerkiksi laminoimalla ikkunat. Mikäli vanhoissa ikkunoissa ei ole mikrobivaurioita tai vauriot ovat poistettavissa, olisi niitä mahdollista hyödyntää uuden koulurakennuksen ikkunoissa. Lisäksi uudelleenkäyttöideoiksi mainittiin vanhojen ikkunoiden käyttö tilanjakajina tai väliseinäinä.

Liikuntasalin päätyseinät ovat päällystetty puisilla rei'itetyillä akustiikkapaneeleilla. Mikäli akustiikkalevyjen reiät ovat riittävän suuret, sopisivat akustiikkapaneelit esimerkiksi hyönteishotellien ja mehiläislaatikoiden rakennusmateriaaliksi. Tarvittaessa paneelien reikiä on mahdollista suurentaa poraamalla. Akustiikkapaneelien suuri määrä tarjoaisi mahdollisuuden rakentaa monia hyönteishotelleja sekä mehiläislaatikoita. Toisaalta puisia akustiikkapaneeleita olisi mahdollista hyödyntää täysin samaan käyttötarkoitukseen. Kuvassa 19 näkyy liikuntasalin akustiikkapaneeleita.



Kuva 19. Liikuntasalin puisia rei'itettyjä akustiikkapaneeleita (Pitkänen, 2020–2021).

Mehiläislaatikoiden ja hyönteishotellien rakentaminen voisi olla yhteisöllistä toimintaa, joka tapahtuu koulun puutyöluokassa. Koululaisten mielestä olisi varmaankin mielekästä seurata eri hyönteislajien elämää, mitä voisi puolestaan hyödyntää biologianopetuksen yhteydessä. Ja mikä parasta, toiminnalla olisi suora vaikutus luonnon biodiversiteetin monimuotoistumiseen. Kuvassa 20 on kaksi erilaista mallia mehiläislaatikosta.



Kuva 20. Esimerkkejä mehiläislaatikoista ja hyönteishotelleista (Melliferopolis, 2021) ja (Pitkänen, 2020–2021).

Internetsivusto BEEHOME on kehittänyt suunnitteluohjelman mehiläislaatikoiden suunnittelua varten. Suunnitteluohjelmalla voidaan valita mehiläislaatikolle haluttu kerrosluku, korkeus ja kiinnitystapa, jonka jälkeen laatikosta tulostetaan kuva ja CAD-tiedosto, joiden mukaan mehiläislaatikko rakennetaan. Lisäksi ohjelmasta saa tulostettua kokoamis- ja huolto-ohjeet. (Beehome, 2021)

Koulun pihalla olevista puisista seinämistä voisi kehittää uuden koulun pihalle kiipeilyseinä. Vanhat seinämät ovat hyväkuntoisia, eikä niiden muuttaminen kiipeilyseinäksi vaatisi muuta kuin kiipeilyotteiden kiinnittämisen seinään asianmukaisin kiinnikkein. Kiipeilyseinien riittävä tuenta on myös varmistettava. Seinämät ovat sen verran matalia, ettei oppilaiden loukkaantumisriskikään ole korkea. Loukkaantumisriskiä voisi pienentää osaltaan asentamalla seinien läheisyyteen pehmustetun turva-alustan. Toinen vaihtoehto vanhojen puuseinämien uudelleenkäyttöön voisi olla esimerkiksi niiden muuttaminen piirustus- ja maalausseiniksi. Tämä vaihtoehto ei vaatisi muutoksia seinämiin, mutta vandalisointiriski on mahdollinen. Kuvassa 21 näkyy kaksi koulun pihalla olevaa puista seinämää.



Kuva 21. Koulun pihalla olevia puisia seinämiä (Pitkänen, 2020–2021).

Haastatteluissa pohdittiin vaihtoehtoja purettavan Maatullin ala-asteen koulun liikuntasalin pilarien ja palkkien uudelleenkäytölle. Vaihtoehtoja mainittiin neljä:

- Kun purettavat rakennusosat sijaitsevat sisätiloissa, kuten Maatullin ta-pauksessa pilarit ja palkit sijaitsevat, rakennusosat voidaan hyödyntää sel-laisenaan samaan käyttötarkoitukseen, kuten uuden liikuntasalin pilareina ja palkkeina.
- Sisätiloista purettuja pilareita ja palkkeja voidaan uudelleenkäyttää myös toiseen käyttötarkoitukseen, esimerkiksi ulkotiloissa pilareina ja palkkeina. Tällöin uudelleenkäytettävillä pilareilla ja palkeilla on vähemmän vaatimuk-sia, koska ulkotiloissa sisäilmatekijöitä ei tarvitse ottaa huomioon samalla tarkkuudella.
- Pilarit ja palkit on mahdollista kierrättää raaka-aineena.
- Viimeisenä vaihtoehtona pilareille ja palkeille ei ole käyttöä.

Kuvassa 22 näkyy Maatullin ala-asteen liikuntasalin pilareita ja palkkeja, joille etsittiin mahdollisia uudelleenkäyttökohteita.



Kuva 22. Maatullin ala-asteen koulun liikuntasalin pilareja ja palkkeja (kuvassa esiintyvät henkilöt sensuroitu yksityisyyden suojaamiseksi) (Pitkänen, 2020-2021).

Mikäli liikuntasalin pilareita ja palkkeja ei käytetä samaan käyttötarkoitukseen, saattaisi niiden hyödyntäminen olla mahdollista esimerkiksi uuden koulun pohjarakenteissa. Uudessa käyttötarkoituksessa myös fysikaaliset ja mekaaniset rasitukset muuttuvat, mikä on tärkeää ottaa huomioon rakennusosia uudelleen käytettäessä.

Vanhan koulurakennuksen alapohjarakenteena on pääosin kantavaontelolaattarakenne. Vanhat ontelolaatat eivät välttämättä täytä nykyisiä ääneneristysvaatimuksia. Mikäli ne täyttyvät ääneneristävyysvaatimukset koulurakennuksen osalta, on niiden uudelleenkäyttö samaan käyttötarkoitukseen mahdollista.

Pilareita ja palkkeja sekä ontelolaattoja voisi mahdollisesti uudelleenkäyttää myös kasvihuoneen perustuksissa ja alapohjanarakenteessa.

Vanhan koulurakennuksen ulkoseinät ovat kantavia betonisandwich-elementtejä, jotka on verhoiltu punaisella tiililaatalla. Mikäli vanhat elementit eivät ole kärsineet vaurioita, niiden ehjänä purkaminen ja hyödyntäminen uuden koulun ulkoseinässä toisi siihen näkyvän palan historiaa. Puretuilla elementeillä voisi myös luoda arkkitehtonisia vivahteita ulkoseinään, vaikkei kaikkia ulkoseiniä rakennettaisikaan sandwich-elementeistä.

Maatullin ala-asteen koulussa on monta teräsrunkoista sisääntulokatosta, jotka ovat vastaavia kuin kuvassa 23. Sisääntulokatoksia voisi hyödyntää lähes sellaisenaan, eikä niiden uudelleenkäyttö vaatisi suurta työpanosta. Katoksista voisi rakentaa uuden koulun pihalle esimerkiksi katokset pyöriensäilytyspaikalle. Toisaalta vanhat katokset voisi hyödyntää samaan käyttötarkoitukseen uudessa koulurakennuksessa.



Kuva 23. Yksi koulun sisääntulokatoksista (Pitkänen, 2020-2021).

Oppilaiden ideoita

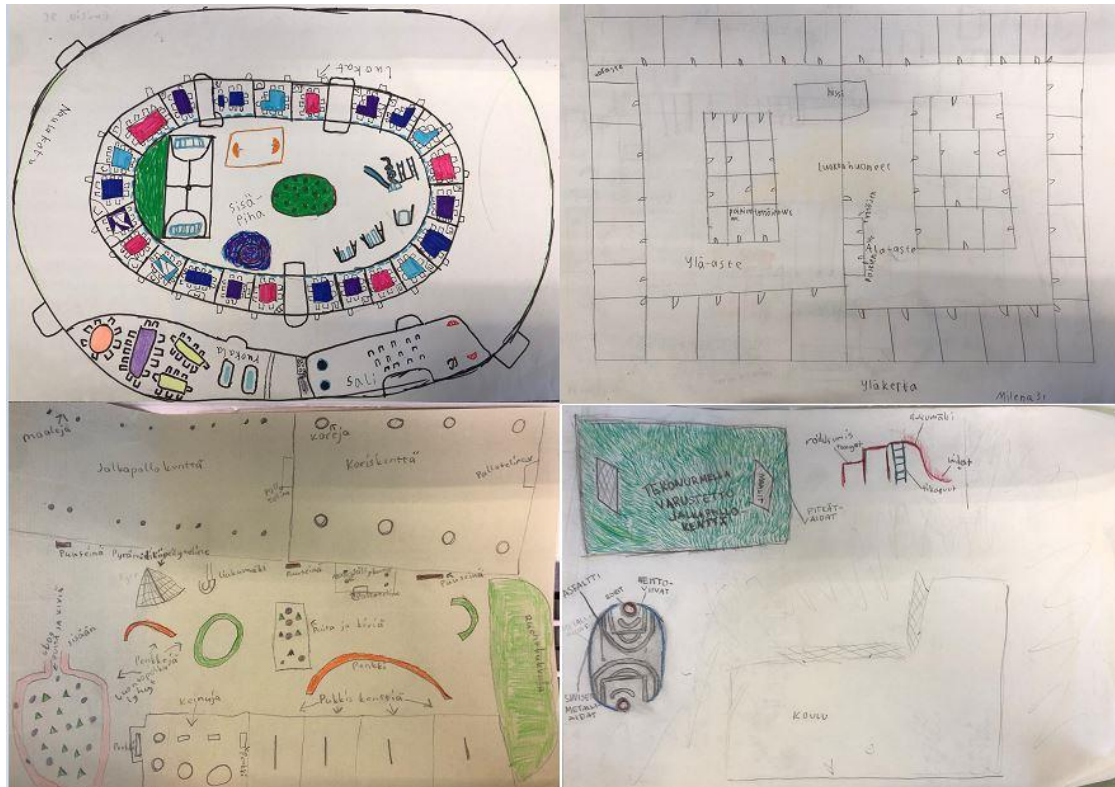
Maatullin ala-asteen koulun 3C-luokan oppilaat olivat saaneet kuvaamataidontunnilla tehtäväksi ideoida ja piirtää unelmien koulu. Oppilaiden ideoissa toistuivat leikki- ja pelimahdollisuudet; koripallo- ja jalkapallokentät, keinut, leikkilaineet, parkour-radat, hiekkalaatikot, liukumäet sekä pyörätelineet. Kuvissa 24, 25 ja 26 on oppilaiden piirustuksia unelmien koulusta. Ketkä olisivatkaan parempia ehdokkaita suunnittelemaan ja ideoimaan uutta koulurakennusta kuin itse käyttäjät?



Kuva 24. 3C-luokan oppilaiden piirustuksia.



Kuva 25. 3C-luokan oppilaiden piirustuksia



Kuva 26. 3C-luokan oppilaiden piirustuksia

Oppilaiden ideoissa pilareita ja palkkeja voisi mahdollisesti hyödyntää jalkapallo- tai koripallokentän aitoina tai istuin/levähdyspenkkeinä. Vanhan koulun pihalla on koripallokorit valmiina, jotka olisi mahdollista asentaa uudelle kentälle. Vanhasta koulurakennuksesta purettavat betoniset rakennusosat, joille ei muuten löydy käyttöä, voitaisiin hyödyntää murskeena piha- ja maarakentamisessa. Pilareita ja palkkeja sekä muita rakennusosia olisi mahdollista hyödyntää parkour-/esteradan este-elementteinä. Keinujen ja leikkilinjain ankkurointiin tarvittavissa perustuksiin voisi hyödyntää myös pilareita ja palkkeja, jos ne täyttävät tarkoitukseen vaadittavat vaatimukset.

7.1 Vaatimukset ja toimenpiteet uudelleenkäytettäville rakennusosille

Maankäyttö ja rakennuslain mukaan rakennushankkeeseen ryhtyvällä on vastuu huolehtia rakennuksen suunnittelun ja rakentamisen täyttävän muun muassa seuraavat vaatimukset:

- Lujuus- ja vakaus
- paloturvallisuus
- terveellisyys
- käyttöturvallisuus
- meluntorjunta ja ääniolosuhteet.

(Ympäristöministeriö, 2019, 1 §)

Haastatteluissa mainittiin, että rakennusosien uudelleenkäyttö on nykypäivänä vähäistä, eikä puretuille rakennusosille ole olemassa omaa tuotehyväksyntämenetelmää. Sen sijaan käytössä on rakennuspaikkakohtainen tuotehyväksyntämenetelmä. Alun perin menetelmää on käytetty, jos esimerkiksi käytettävällä rakennustuotteella ei ole sertifiointia. Tällöin rakennusvalvontaviranomaisella on valta hyväksyä kyseisen rakennustuotteen käyttö.

Mikäli pilareita ja palkkeja uudelleenkäytetään kuten seitsemännessä kappaleessa on esitetty, tulee hyväksyntäprosessi käydä läpi rakennusvalvontaviranomaisen kanssa. Tällöin rakennusvalvontatarkastaja todennäköisesti tulee vaatimaan testitulokset ja asiantuntijalausunnon, jossa todetaan rakennusosien soveltuvuus uuteen käyttötarkoitukseen. Pilareita ja palkkeja uudelleenkäytettäessä on niillä tietyt lujuus- ja vakausvaatimuksia, jotka vaihtelevat tulevan käyttötarkoituksen mukaisesti. Mikäli pilareita ja palkkeja käytetään sisätiloissa, tulee niiden täyttää myös tietyt terveellisyysvaatimukset. Vaatimukset tulee osoittaa luotettavalla tavalla, esimerkiksi asiantuntijalausunnoin tai alan tutkimuslaitosten testien, lausuntojen ja todistusten avulla, jotka todentavat rakennusosan kelpoisuuden käytettäväksi. Tällöin rakennusvalvontaviranomainen voi hyväksyä pilarien ja palkkien uudelleenkäytön.

Suunniteltaessa rakennusosien uudelleenkäyttöä tulee ottaa huomioon, että betonirakenteet, joita on alun perin käytetty sisätiloissa, eivät ne saa altistua alkuperäistä suunniteltua ankarammalle rasitukselle (Lahdensivu ym, 2015, s. 73).

Ajansaatossa betonielementtirakentamista ohjaavat normit ja ohjeet ovat ehtineet muuttua useasti. Rakenteiden kantavuuden kannalta keskeisiä tekijöitä ovat rakenteille suunnitellut hyötykuormat sekä erilaiset lumikuormat Suomen eri osissa. Rakennusosia uudelleen käytettäessä kuormitukset ja rakenteiden kapasiteetit ovat tarkistettava aina tapauskohtaisesti ja tarvittaessa suunniteltava vahvistukset. (Lahdensivu ym, 2015, s. 73).

8 Tulokset & pohdintaa

Nykyiset toimintamallit rakennusalalla eivät tue riittävästi rakennusosien uudelleenkäytön edistämistä. Rakennusmateriaalien kierrätysaste on parantunut lainsäädännön myötä, mutta miksi purkaa ja kierrättää kunnossa olevia rakennusosia, kun uudelleenkäyttökin olisi mahdollista?

Vielä nykyään purku- ja uudishankkeet ovat usein kaksi erillistä hanketta. Kun uudisrakennus on suunniteltu, ei ole tehokasta tai tarkoituksenmukaista enää siinä vaiheessa alkaa etsimään siihen sopivia uudelleenkäytettäviä rakennusosia. Molempien hankkeiden tulisi olla samalla suunnittelupöydällä alusta alkaen, jolloin hankkeilla olisivat yhteiset taloudelliset intressit ja riskit jakaantuisivat. Esimerkiksi purku- ja uudishankkeen kilpailuttaminen projektinjohtourakkana olisi yksi mahdollisuus.

Suomessa on ollut käytössä BES-järjestelmä 1970-luvulta lähtien, jonka ansiosta betonielementit ja liitosdetaljit ovat standardisoitu. BES-järjestelmän standardimitoitettuja elementtejä olisi mahdollista hyödyntää rakennusosien uudelleenkäytössä. Suomessa suuri osa 1960- ja 70-lukujen kerrostaloista on betonielementtirakenteisia. Kuten myös monet aikakauden koulurakennuksista. Suomen kyseisen aikakauden kerrostaloista noin 40 prosenttia alkaa olla asuinkelvottomia. Sama ilmiö vaivaa myös monia koulurakennuksia, joten purettavia rakennuksia riittänee tulevaisuudessa, ja siten myös rakennusosia uudelleenkäytettäväksi.

BES-järjestelmän hienoudesta ja hyödyistä huolimatta, Suomessa ei ole käytössä aitoa moduulistandardimitoitussuunnittelujärjestelmää. Esimerkiksi ikkunoiden, ovien ja elementtien koot vaihtelevat, mikä hankaloittaa osaltaan rakennusosien uudelleenkäyttöä ilman tarkoituksenmukaista suunnitteluprosessia. Rakennusosat eivät automaattisesti ole yhteensopivia, vaan asia tulisi huomioida suunnitteluprosessissa riittävän aikaisessa vaiheessa tai vaihtoehtoisesti rakennusosien uudelleenkäyttö tulisi olla suunnittelun lähtökohtana.

Tapaus Maatullin ala-asteen koulu

Rakennusosien ja materiaalien kierrättäminen ja uudelleenkäyttö Maatullin ala-asteen tapauksessa, kuten esimerkiksi ikkunoiden uudelleenkäyttäminen kasvihuoneen rakennusosina on mahdollista. Se olisi hauska ja positiivinen idea, sekä luultavasti käyttäjille mieluinen lisä uuteen koulurakennukseen. Kuitenkin rakennusosien uudelleenkäyttö niin pienessä mittakaavassa ei ole lopullinen vastaus rakennusosien uudelleenkäytön ja kierrättämisen edistämiseksi. Ikkunat ovat vain murto-osa kaikista rakennusosista. Kierrättämisessä ja uudelleenkäytössä fokus olisikin hyvä kiinnittää suuremman mittakaavan uudelleenkäyttöön. Esimerkiksi betonisten rakennusosien ja materiaalien saattamisella uudelleenkäytettäväksi tai kierrätettäväksi olisi mahdollista saavuttaa merkittäviä ympäristö- ja ilmastovaikutuksia, sillä betoniteollisuus tuottaa huomattavan osan maailman kasvihuonepäästöistä sekä kuluttaa paljon energiaa. Asiaa puoltaa myös se, että purkutyömailla syntyvästä jätteestä noin 80 prosenttia on betonia. Edellä mainittujen lisäksi murskattu betoni sitoo hiilidioksidia karbonatisoitumisreaktion johdosta.

Maatullin koulun uudishanke tarjoaisi loistavan tilaisuuden tutkia rakennusosien uudelleenkäyttöä, sekä siitä seuraavia ympäristö-, aikataulu- ja kustannusvaikutuksia. Ymmärtääkseni tämä ei kuitenkaan uudishankkeessa toteudu. Uudisrakennuksesta järjestettiin arkkitehtuurikilpailu, jossa purettavan koulun rakennusosien uudelleenkäyttöä ei otettu huomioon. Maatullin ala-asteen koulun purkuhanke sekä uudisrakennushanke tarjoaisivat oivan tilaisuuden yhdistää hankkeet samalle suunnittelupöydälle alusta alkaen. Tällöin molempien hankkeiden taloudelliset intressit yhdistyisivät. Rakennusosien ja materiaalien kierrätyksestä tulisi suoraa säästöä rakennusosien ja materiaalien osalta. Samalla voitaisiin tutkia rakennusosien ehjänä purkamisen kustannus- ja aikatauluvaiikutuksia, ja näin olleen tuottaa uutta tietoa alalle.

Purku- ja uudisprojekti toteutetaan samalla tontilla, molemmat peräjälkeen. Tällöin vältytään ylimääräisiltä kuljetuskustannuksilta, ja pitkiltä varastointiajoilta. Rakennusalue sijaitsee väljästi rakennetulla alueella, mikä tarjoaisi mahdollisuuden uudelleenkäytettävien rakennusosien ja materiaalien välivarastointiin.

Kustannusvaikutukset

Rakennustuotannon jätteiden käsittelystä syntyy yrityksille monesti kuluja, minkä luulisi ohjaavan rakennusalalla toimiville yrityksii panostamaan kierrättämiseen ja uudelleenkäyttöön. Metallien kierrätysaste alalla, joista yritys voi saada kierrättämällä tuloja, onkin suhteellisen korkea muihin rakennusjätteisiin ja materiaaleihin verrattuna. Teräksestä kierrätetään noin 90–95 prosenttia, mikä on suuri määrä verrattuna moneen muuhun rakennusmateriaalin. Suuri kierrätysaste teräksen osalta kertoo onnistuneesti järjestäytystä metallien kierrättämisestä. Kuten useasti muissakin tapauksissa, ovat motiiveina luultavasti eurot ja dollarit. Mikäli metallien kierrättämisellä ei olisi positiivisia kustannusvaikutuksia, tuskin rakennusalatoimijoilla olisi samanlaisia intressejä metallien kierrättämiseen.

Rakennusmateriaalien ja -jätteiden kierrätysaste korreloi tekniikan ja teknologian kehittymisen kanssa. Mitä enemmän esimerkiksi muoveista voidaan hyödyntää ja jatkojalostaa uudelleenkäyttöön sopivaksi, sitä enemmän muoviakin luultavasti tullaan kierrättämään. Kierrätysmuovin suuri saatavuus takaa sille halvan hinnan uusioraaka-aineena, joka ohjaa yrityksiä kehittämään ja käyttämään sitä uusien tai miksei jo olemassa olevien tuotteiden materiaalina.

9 Yhteenveto

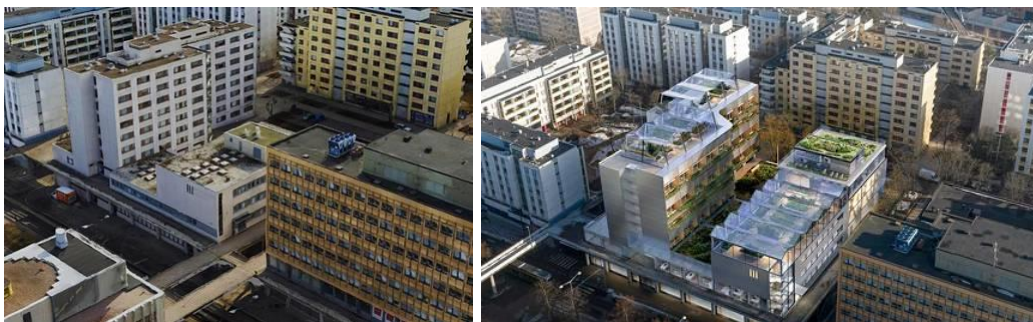
Rakennusosien uudelleenkäyttö on vielä nykyään kaikilla materiaaleilla vähäistä. Selkeiden ohjeiden ja hyväksyntäprosessin puuttuminen tekee rakennusosien uudelleenkäytöstä haastavaa ja hidastaa osaltaan rakennusosien uudelleenkäytön tehostumista. Rakennusosien tulee täyttää ajantasaiset vaatimukset.

Nykyisellään pelkästään positiiviset ympäristö- ja ilmastovaikutukset eivät riitä motiiviksi rakennusosien ja materiaalien uudelleenkäytön edistämiseksi, kun markkinataloudessa raha on se mikä määrää. Tulevaisuudessa kiertotalouden tukemiseksi rakennus- alalla tarvitaan lakeihin ja säädöksiin muutoksia sekä positiivisia kannustimia niitä tuke- maan. Tieto-taito kehittyy jatkuvasti, jolloin syntyy uutta teknologiaa ja tekniikkaa, jotka mahdollistavat ympäristöystävällisemmän ja tehokkaamman rakentamisen. Vanhojen ja uusien rakentajien, insinöörien ja arkkitehtien kouluttaminen ovat tulevaisuuden kehityk- sessä ratkaisevassa asemassa. Edellä mainittujen lisäksi syvälle juurtuneiden negatii- visten ajattelutapojen on muututtava. Uutta työvoimaa saapuu alalle jatkuvasti, ja kenties ajatusmaailma alalla ottaa askeleen vihreämpään ja samalla kestävämpään suuntaan.

Vuoden 2001 RIL Rakenteiden elinkaaritekniikka-kirjassa on esitetty suunnitteluperiaat- teita, joiden avulla rakennusosat voidaan, rakennusta purettaessa tehokkaammin ja hel- pommin uudelleenkäyttää. Nykyisin purettavien rakennusten kohdalle uudelleenkäyttö on vielä harvinaista, mutta mahdollisesti tulevaisuudessa, mikäli 2000-luvun rakennukset ovat suunniteltu RIL Rakenteiden elinkaaritekniikka-kirjassa esitettyjen suunnitteluperi- aatteiden mukaisesti, ehkäpä rakennusosien uudelleenkäyttö tulee lisääntymään, kun 2000-luvulla valmistuneita rakennuksia puretaan.

Maailmalla rakennusosien uudelleenkäyttö on yleisempää, kuin Suomessa. Esimerkiksi Berliinissä on toteutettu onnistuneesti useita hankkeita rakennusosia uudelleenkäyttä- mällä, mutta ehkäpä tulevaisuus tuo muutoksen mukanaan. Opinnäytetyön loppuhetkillä Helsingin sanomista löytyi artikkeli Itä-Pasilassa sijaitsevasta purkutuomion saaneesta korttelista.

Kortteli yritetään kuitenkin pelastaa poikkeuksellisella hankkeella. Rakennusalan konsulttiyhtiö on suunnitellut saneeraavansa purettavan korttelin käsittävät kaksi kerrostaloa. Suunnitelman mukaan rakennusten julkisivut puretaan ja uusitaan, mutta betoniset rungot pyritään säästämään 90 prosenttisesti. (Paananen, 2021) Kuvissa 27 kyseinen rakennus on nykyisessä tilassa ja kuvassa 28 näkyy perspektiivikuva suunnitellusta saneerauksesta.



Kuva 27. Vasemmalla, Itä-Pasilassa sijaitseva purkutuomion saanut rakennus (Paananen, 2021).

Kuva 28. Oikealle, suunnitellun saneerauksen perspektiivikuva (Paananen, 2021).

Artikkeli on positiivinen uutinen, ja liittyy olennaisesti opinnäytetyössä tutkittuihin aiheisiin. Rakennusten käyttötarkoituksen muuttuessa ja jäädessä vanhanaikaiseksi, rakennuksia tullaan jatkossa enenevässä määrin purkamaan uuden tieltä tai muuntokorjamaan. Ehkäpä tämä on tilaisuus, jossa rakennusosien uudelleenkäyttö nostaa suosioitaan.

10 Lähdeluettelo

- 1 Aineistopankki. (23.10.2019). Helsingin kaupungin aineistopankki. Viitattu 24.1.2021. Haettu osoitteesta <https://aineistopankki.hel.fi//JCr8NnFVmtNQ/f/gnws>
- 2 Annila, P. (2019). Julkisivumarkkinat muutoksessa. *Betoni*, 3, s. 110.
- 3 Arkkitehtipalvelut. (24.6.2020). Suunnittelukilpailua koskeva ilmoitus. Viitattu 28.1.2021. Haettu osoitteesta <https://ted.europa.eu/udl?uri=TED:NO-TICE:297083-2020:TEXT:FI:HTML>
- 4 Bee home. (3.3.2021). Design your Bee Home. Haettu osoitteesta <https://www.beehome.design/design>
- 5 Betoni. (24.2.2021). Tietoa betonista. Haettu osoitteesta <https://betoni.com/tietoa-betonista/perustietopaketti/ominaisuudet-ja-edut/>
- 6 Ecobio. (2.10.2018). KeKri. Viitattu 27.1.2021. Haettu osoitteesta <https://ecobio.fi/kekri-eli-kestavan-rakentamisen-kriteerit/>
- 7 Eko-Expert. (23.2.2021). Rakennuseristeiden kierrätys ja uusiokäyttö. Haettu osoitteesta <https://www.eko-expert.com/rakennuseristeiden-kierratys-ja-uusiokaytto>
- 8 Euroopan parlamentti & neuvosto (2011). Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EU) N:o 305/2011. *Euroopan unionin virallinen lehti*, L 88, s. 32. Haettu osoitteesta <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32011R0305&from=FI>
- 9 Euroopan parlamentti & neuvosto (2008). Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EY) N:o 765/2008. *Euroopan unionin virallinen lehti*, L 218, s. 14, 46. Haettu osoitteesta <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008R0765&from=SV>
- 10 Euroopan parlamentti & neuvosto H.-G. (2008). Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2008/98/EY. *Euroopan unionin virallinen lehti*, L 312, s. 10. Haettu osoitteesta <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008L0098&from=IT>
- 11 Helsingin peruskoulut. (28.1.2021). Maatullin ala-asteen koulu. Haettu osoitteesta <https://www.hel.fi/peruskoulut/fi/koulut/maatullin-ala-aste/>
- 12 Helsingin kaupunki. (31.10.2018). Hernesaaren Merihallin purku-urakka alkaa. Viitattu 17.2.2021. Haettu osoitteesta

<https://www.hel.fi/uutiset/fi/kaupunginkanslia/hernesaaren-merihallin-purku-urakka-alkaa>

- 13 Helsingin kaupunki. (5.11.2020). Maatullin koulun, päiväkodin ja leikkipuiston arkkitehtuurikilpailussa kolme ehdotusta jatkoon. Viitattu 25.2.2021. Haettu osoitteesta <https://www.hel.fi/uutiset/fi/kaupunkiymparisto/maatullin-koulun-paivakodin-ja-leikkipuiston-rakennuksesta-arkkitehtuurikilpailu>
- 14 Helsingin kaupunki. (31.8.2020). Suuntimopuiston koulun ja päiväkodin työmaa käynnistyy syksyllä. Viitattu 28.1.2021. Haettu osoitteesta <https://www.hel.fi/uutiset/fi/kaupunkiymparisto/suuntimopuiston-koulun-ja-paivakodin-rakentaminen-alkaa>
- 15 Helsingin kaupunki. (6.5.2021). Arvostelupöytäkirja. Haettu osoitteesta <https://www.safa.fi/wp-content/uploads/2021/03/MAATULLI-Arvostelupoytakirja.pdf>
- 16 Helsingin kaupunki. (2018). *Hiilineutraali Helsinki 2035 -toimenpideohjelma* (päivitetty 30.1.2019) (Keskushallinnon julkaisu). Haettu osoitteesta <https://www.hel.fi/static/liitteet/kaupunkiymparisto/julkaisut/julkaisut/HNH-2035-toimenpideohjelma.pdf>
- 17 Hradil, P., Talja, A., Wahlström, M., Huuhka, S., Lahdensivu, J., Pikkuvirta, J. (2014). *Re-use of structural elements: Environmentally efficient recovery of building components* (VTT:n sähköinen julkaisu). Haettu osoitteesta <https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/technology/2014/T200.pdf>
- 18 Hradil, P., Wahlström, M., Teittinen, T., Lehtonen, K. (2019). *Purkukartoitus – opas laatijalle* (Ympäristöministeriön julkaisu 2019:30). Haettu osoitteesta https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161883/YM_2019_30.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- 19 Huuhka, S., Kaasalainen, T., Hakanen, J.K., Lahdensivu, J. (2015). *Reusing concrete panels from buildings for building: Potential in Finnish 1970s mass housing* (tutkimusaineisto, Tampere University of Technology, School of Architecture). Haettu osoitteesta <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0921344915300124?via%3Dihub>
- 20 Huuhka, S. (2010). Kertakäyttötaloudesta kierrätysrakentamiseen. *Uusiouutiset*, Vol. 21, s. 18-21. Haettu osoitteesta https://uusiouutiset.fi/wp-content/uploads/2010/11/uu20107_s18-21.pdf
- 21 Huuhka, S. (2010). *Kierrätys arkkitehtuurissa: Betonielementtien ja muiden rakennusosien uudelleenkäyttö uudisrakentamisessa ja lähiöiden energiatehokkaassa korjaus- ja täydennysrakentamisessa* (diplomityö, Tampereen teknillinen yliopisto, arkkitehtuurin koulutusohjelma). Haettavissa osoitteesta <https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/123456789/6547/huuhka.pdf?sequence=3>

- 22 HYPPY. (27.1.2021). Rakennusosat ja materiaalit kiertoon. Haettu osoitteesta <https://www.metropolia.fi/fi/tutkimus-kehitys-ja-innovaatiot/hankkeet/hyppy-rakennusosat-ja-materiaalit-kiertoon-kokeiluilla-uutta-liiketoimintaa>
- 23 Ikkunawiki. (22.2.2021). Kierrätettävyys. Haettu osoitteesta <https://www.ikkunawiki.fi/talous-ja-ymparisto/ikkunoiden-kierratys/>
- 24 Joutsenmerkki. (27.1.2021). Rakentaminen. Haettu osoitteesta <https://joutsenmerkki.fi/teemat/rakentaminen/>
- 25 Koivisto, M. (2020). Lendager Group käytti kierrätysmateriaaleja 20 huoneiston kaupunkirivitalon rakentamisessa Kööpenhaminassa. *Betoni*, 3, s. 27-32.
- 26 Kuntarahoitus. (29.1.2021). Kuntarahoituksen vastuullisuuden periaatteet. Haettu osoitteesta <https://www.kuntarahoitus.fi/tietoa-meista/vastuullisuus/>
- 27 Kuntarahoitus. (29.1.2021). Tietoa meistä. Haettu osoitteesta <https://www.kuntarahoitus.fi/tietoa-meista/>
- 28 Kuntarahoitus. (29.1.2021). Vihreä rahoitus. Haettu osoitteesta <https://www.kuntarahoitus.fi/palvelut/vihrea-rahoitus/>
- 29 Kuntarahoitus. (2019). Vihreän rahoituksen vaikuttavuusraportti, s. 26. Haettu osoitteesta <https://www.kuntarahoitus.fi/app/uploads/2020/03/2019-Kuntarahoitus-Vihrea%CC%88n-rahoituksen-vaikuttavuusraportti.pdf>
- 30 Kuntarahoitus. (21.5.2019). Vihreän rahoituksen viitekehys, s. 3. Viitattu 31.3.2021. Haettu osoitteesta <https://www.kuntarahoitus.fi/app/uploads/2020/01/Vihre%C3%A4n-rahoituksen-viitekehys-21.5.2019.pdf>
- 31 Lahdensivu, J., Huuhka, S., Annila, P., Pikkuvirta J., Köllö, A., Pakkala, T. (2015). *Betonielementtien uudelleenkäyttömahdollisuudet* (tutkimusraportti 162, Tampereen teknillinen yliopisto, rakennetekniikka). Haettu osoitteesta <https://docplayer.fi/3971559-Betonielementtien-uudelleenkayttomahdollisuudet.html>
- 32 L&T. (13.2.2020). Muovieristejäte kiertoon ja raaka-aineeksi. Viitattu 23.2.2021. Haettu osoitteesta <https://lassikko.lt.fi/muovieristejate-kiertoon-ja-raaka-aineeksi-lt-ja-finfoam-auttavat-yhdessa-kohti-kierratystavoitetta>
- 33 Lehtinen, E. (Lokakuu 2013). Kestävä kehitys rakennusalalla. Viitattu 20.1.2021. Haettu osoitteesta <https://docplayer.fi/2003947-Kestava-kehitys-rakennusalalla.html>

- 34 Leiwo, H. (Elokuu 2017). Nuoripari etsi unelmiensa perinnetaloa. *Yle Uutiset*. Viitattu 24.2.2021. Haettu osoitteesta <https://yle.fi/uutiset/3-9753704>
- 35 Lounais-Suomen jätehuolto. (21.1.2021). Vastaanottomaksut suurille jäte-erille 1.1.2021 alkaen. Haettu osoitteesta <https://www.lsjh.fi/wp-content/uploads/suurerahinnasto-2021-fin.pdf>
- 36 Maatullin peruskoulu, päiväkoti ja leikkipuisto. (28.1.2021). Yleinen kaksivaiheinen arkkitehtuurikilpailu. Haettu osoitteesta <https://www.maatullinkoulu.fi/>
- 37 Melliferopolis. (3.3.2021). Hexa-Hives. Haettu osoitteesta <https://melliferopolis.net/>
- 38 Paananen, V. (Huhtikuu 2021). Kaupunki | Rakentaminen. Helsingin sanomat. Viitattu 7.5.2021. Haettu osoitteesta <https://www.hs.fi/kaupunki/art-2000007919907.html>
- 39 Peduzzi, P. (2014). *Sand, rarer than one thinks*. (publication of UNEP Global Environmental Alert Services. Haettu osoitteesta https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/8665/GEAS_Mar2014_Sand_Mining.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- 40 Pihlajamaa, P. (Lokakuu 2019). Maatullin koulun korjaus jatkuu ennen purkua. *Koillis-Helsingin lähtietieto*. Haettu osoitteesta <https://www.lahitieto.fi/2019/10/30/maatullin-koulun-korjaus-jatkuu-ennen-purkua/>
- 41 Pitkänen, M. (2020-2021). Kohdekäynnin valokuvia & oman valokuva-arkiston valokuvia.
- 42 Projektiutiset. (Marraskuu 2019). Lahden Kestobetoni laajeni Helsingistä tuotuun telakkahalliin. Haettu osoitteesta <https://www.projektiutiset.fi/lahden-kestobetoni-laajeni-helsingista-tuotuun-telakkahalliin/>
- 43 Pursimo, J. (2015). *Selvitys elinkaarikustannuslaskennasta julkisissa hankinnoissa* (selvitystyö SYKE:lle). Haettu osoitteesta https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjyqvKI9f_uAhVRA-xAIHWlBdQUQFjAAegQIAhAD&url=https%3A%2F%2Fwww.syke.fi%2Fdownload%2Fnoname%2F%257BDA0418FC-25B4-42D8-9E8C-D012326D365B%257D%2F114853&usq=AOvVaw3DtkGLtCIBjxWjIV4ra52b
- 44 Rakennus ja laatumittaus (12.3.2021). Asbesti- ja haitta-ainekartoitus. Haettu osoitteesta <https://raklamit.fi/asbesti-haitta-ainekartoitus/>

- 45 Rakennusteollisuus. (22.1.2021). Jätedirektiivi ja jätelainsäädäntö. Haettu osoitteesta <https://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoa-alasta/Ilmasto-ymparisto-ja-energia/Rakentamisen-materiaalitehokkuus/Jatedirektiivi-ja-lainsaadannon-kokonaisuudistus/>
- 46 RAKLI. (29.1.2021). Elinkaariajattelu on vastuullista. Haettu osoitteesta <https://www.rakli.fi/rakentamisen-laatu-ja-tuottavuus/rakennetun-ympariston-elinkaari/>
- 47 Ramboll Finland Oy. (2020). Purkutyöselostus.
- 48 Ramboll Finland Oy. (2020). Purkukartoitus.
- 49 Sarja, A., Saari, M., Pirinen, A., Leino, P., Åström, G., Nieminen, J., Leppänen, P., Junnila, S., Luotojärvi, T., Moksén, P. (2001). *Rakenteiden elinkaaritekniikka*. Helsinki.
- 50 Sarja, A., Åström, G., Kerkkänen, E., Pulakka, S., Vuorinen, P., Peltokorpi, M. (2013). *Rakenteiden ja rakennusten elinkaaren hallinta*. Tampere.
- 51 Sisäilmainsinöörit. (2009). *Kosteus- ja rakennustekninen kuntotutkimus*.
- 52 Sitowise. (2019). *Sisäilmatutkimus*.
- 53 SITRA. (Maaliskuu 2019). Suomen kiertotalouden tiekartta 2.0. Viitattu 13.3.2021. Haettu osoitteesta <https://media.sitra.fi/2019/03/12220104/kiertotalouden-tiekartta-tiivistelma-fi.pdf>
- 54 STT viestintäpalvelut. (Elokuu 2019). Maatullin ala-asteen koulurakennus tarvitsee uusia korjauksia. Viitattu 28.1.2021. Haettu osoitteesta <https://www.sttinfo.fi/tiedote/maatullin-ala-asteen-koulurakennus-tarvitsee-uusia-korjauksia?publisherId=60577852&releaseId=69863211>
- 55 Talja, A. (2014). *Rakennuselementtien uudelleenkäyttö: Rakennusten suunnittelu uudelleenkäyttöä ja kierrätystä varten* (Tutkimusraportti, VTT). Haettu osoitteesta <https://www.vttresearch.com/sites/default/files/julkaisut/muut/2014/VTT-R-00736-14.pdf>
- 56 Tanninen, J. (2013). Veturitallin tiilet kaupan. *Yle uutiset*. Viitattu 22.3.2021. Haettu osoitteesta <https://yle.fi/uutiset/3-6738015>
- 57 Tupala, T. (Tammikuu 2020). Onko rakennusjätteen 70 % kierrätystavoite mahdollista saavuttaa?. Viitattu 27.1.2021. Haettu osoitteesta <https://las-sikko.lt.fi/onko-rakennusjätteen-kierratystavoite-mahdollista-saavuttaa>

- 58 Uusiouutiset. (Syyskuu 2020). Rakennusosien uudelleenkäyttö. Viitattu 28.2.2021. Haettu osoitteesta <https://www.uusiouutiset.fi/rakennusosien-uudelleenkaytto/>
- 59 Valtioneuvoston kanslia. (24.2.2021). Kestävä kehitys. Haettu osoitteesta <https://kestavakehitys.fi/kestava-kehitys>
- 60 Viitanen, H. (22.11.2012). Tampereen Tornihotelli ja veturitallien purkaminen [blogikirjoitus]. Haettu 22.3.2021. Haettu osoitteesta <http://jossain.org/2012/11/tampereen-tornihotelli-ja-veturitallien-purkaminen/>
- 61 Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu (2013). Elinkaariajattelu. Viitattu 29.1.2021 Haettu osoitteesta https://www.ymparisto.fi/fi-fi/kulutus_ja_tuotanto/re-surssitehokkuus/elinkaariajattelu
- 62 Ympäristöministeriö. (25.2.2021). CE-merkintä. Haettu osoitteesta <https://ym.fi/ce-merkinta>
- 63 Ympäristöministeriö. (2012). Valtioneuvoston asetus jätteistä. Haettu osoitteesta <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2012/20120179>
- 64 Ympäristöministeriö. (29.1.2021). Johdatus rakennusten elinkaariarviointiin. Haettu osoitteesta https://elinkaarilaskenta.fi/wp-content/uploads/sites/6/2019/08/johdatus_rakennusten_elinkaariarviointiin.pdf
- 65 Ympäristöministeriö. (2019). *Kiertotalous julkisissa purkuhankkeissa: Hankinta-opas* (Ympäristöministeriön julkaisu). Haettu osoitteesta https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161882/YM_2019_31.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- 66 Ympäristöministeriö. (2019). Maankäyttö- ja rakennuslaki 5.2.1999/132. Haettu osoitteesta <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132>
- 67 Ympäristöministeriö. (2020). Suomen pitkän aikavälin korjausrakentamisen strategia 2020-2050 (Rakennusten energiatehokkuusdirektiivin (2010/31/EU), muutettuna direktiivillä 2018/844/EU, artiklan 2a mukainen ilmoitus). Haettu osoitteesta https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjSjZC6o7zwAhVOEncKHUj_AVAQFjACegQIA-xAD&url=https%3A%2F%2Fwww.ym.fi%2Fdownload%2Fno-name%2F%257B242AE19E-F497-4A38-8DF2-95556530BA53%257D%2F156573&usq=AOvVaw3UdOU_gh89oqiT6KiNUnS0
- 68 Ympäristöministeriö. (2017). Valtioneuvoston asetus eräiden jätteiden hyödyntämisestä. Haettu osoitteesta <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170843>

Haastattelukysymykset opinnäytetyön tutkimusosuuteen

Rakennusosien ja materiaalien kierrätys ja uudelleenkäyttö

Hankekohtaisetkysymykset:

1. Miten kiertotalous on huomioitu hankesuunnittelussa?
2. Miten kiertotalous on huomioitu purku-urakan tarjousasiakirjoissa?
3. Miten kiertotalous on huomioitu arkkitehtuurikilpailussa?
4. Miten lajitteleva purkaminen vaikuttaa hankkeeseen?
 - a. ajallisesti
 - b. taloudellisesti
 - c. ympäristövaikutukset
5. Mitä kustannusvaikutuksia uudelleenkäyttö ja kierrätys tuovat hankkeelle?
6. Mitä vaikutuksia uudelleenkäytöllä ja kierrätyksellä on ajallisesti hankkeeseen?
7. Ideoita uudelleenkäyttökohteiksi?
8. Muuta?

Yleiset kysymykset:

1. Mitä vaatimuksia uudelleenkäytettäville rakennusosille ja -materiaaleille on?
2. Mitä arvioisit: montako prosenttia rakennusmateriaaleista ja -osista päätyy kierrätyksen kautta uusiokäyttöön/ uudelleenkäytettäväksi?
3. Mitkä tekijät hidastavat/ estävät rakennusosien ja -materiaalien päätymistä kiertoon tai uudelleenkäytettäväksi?
4. Minkä rakennusosien/ rakennusmateriaalien uudelleenkäyttöön ja kierrätykseen tulisi panostaa tulevaisuudessa?
5. Mikä parantaisi/helpottaisi uudelleenkäyttöä- ja kierrätystä alalla?
6. Mitä arvioisit, kuinka monessa hankkeessa tehdään purkukartoitus (%)?
7. Mielenpide purkukartoituksesta?
8. Mitä toimijoita tiedät, jotka toimivat uudelleenkäytön piirissä rakennusalalla?
9. Aseta seuraavat kohdat tärkeysjärjestykseen yrityksen näkökulmasta:
 - a. aika
 - b. raha
 - c. ympäristövaikutukset
10. Aseta seuraavat kohdat mielestäsi tärkeysjärjestykseen:
 - a. aika
 - b. raha
 - c. ympäristövaikutukset