

# **Kiertotalous osana rakentamista**

Muuntojoustavan uudiskohteen rakentaminen

LAB-ammattikorkeakoulu

Rakennusmestari (AMK), rakennusalan työnjohto

2023

Laura Tikkanen

## Tiivistelmä

Tekijä Laura Tikkanen	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Valmistumisaika Kevät 2023
	Sivumäärä 26	
Työn nimi <b>Kiertotalous osana rakentamista</b> Muuntojoustavan uudiskohteen rakentaminen		
Tutkinto Rakennusmestari, AMK		
Toimeksiantaja organisaatio Rakennusliike Varkka Oy		
<b>Tiivistelmä</b> <p>Lähitulevaisuudessa rakennusalalla tullaan elämään murroksessa, kun nykyisistä kestävämmistä toimintamalleista siirrytään kohti kiertotaloutta. Kiertotalouden avulla rakennetun ympäristön toiminta pyritään toteuttamaan maapallon kantokyvyn rajoissa. Kiertotalouden tavoitteena on, että tuotteet ja materiaalit pysyisivät mahdollisimman kauan kierrossa säilyttäen arvonsa.</p> <p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia, mitä kiertotalous rakentamisessa tarkoittaa, sekä miten kiertotalous näkyy rakentamisen arvoketjussa. Työssä perehdyttiin rakentamisen ympäristövaikutuksiin, jotta ymmärrettiin kiertotalouden merkityksellisyys uutena toimintamallina. Työssä tutkittiin myös, millä keinoin kiertotalouden toteutumista edistetään rakennusalalla. Tietoperusta on koottu ajankohtaisimmasta kirjallisuudesta, tutkimuksista sekä haastatteleamalla kiertotalouden asiantuntijoita.</p> <p>Rakennuksen elinkaaren aikana kiertotaloutta voidaan toteuttaa monin eri tavoin. Opinnäytetyössä tutustuttiin rakennusliike Varkka Oy:n suunnittelemaan ja rakentamaan uudiskohteeseen, joka on rakennettu kiertotalous periaatteen mukaisesti muuntojoustavaksi. Muuntojoustavalla rakennuksella on suunnitteluvaiheessa määritelty useampi käyttötarkoitus, näin rakennuksen käyttöaste maksimoidaan resurssitehokkaasti.</p>		
Asiasanat kiertotalous, kiertotalous rakentamisessa, rakennuksen elinkaari, muuntojoustavuus		

## Abstract

Author(s) Laura Tikkanen	Type of Publication Thesis, UAS Number of Pages 26	Published Spring 2023
Title of Publication <b>Circular economy as part of construction</b> Construction of a flexible new site		
Name of Degree Batchelor of Construction Management, UAS		
Organization of the client Construction company, Varkka Oy		
<p>Abstract</p> <p>In the near future, the construction industry will undergo a transition, when operating models that are unsustainable for a long time will be moved towards a circular economy. Using the circular economy, the function of the built environment can be implemented within the limits of the earth's carrying capacity. The goal of the circular economy is for products and materials to remain in circulation for as long as possible while maintaining their value.</p> <p>The aim of the thesis was to investigate what the circular economy means in construction, and how the circular economy looks in the value chain of construction. The work focused on the environmental effects of construction in order to understand the importance of the circular economy as a new operating model. The work also investigated what means of promoting the implementation of the circular economy in the construction industry. The database is compiled from current literature, research and by interviewing the circular economy audit.</p> <p>During the life cycle of the building, the circular economy is implemented in many ways. In the thesis, we got to know the new site designed and built by the construction company Varkka Oy, which was built in accordance with the circular economy principle to be transformable. A flexible building has several uses defined in the design phase, here the utilization rate of the building is maximized in a resource-efficient way.</p>		
Keywords circular economy, circular economy in construction, building life-cycle, conversion flexibility		

## Sisällys

1	Johdanto.....	1
2	Rakentamisen ympäristövaikutukset.....	3
3	Rakennuksen elinkaari.....	6
4	Kiertotalous.....	10
4.1	Kiertotalous rakentamisessa.....	10
4.2	Kiertotalous rakennuksen elinkaaren eri vaiheissa.....	12
4.3	Kiertotalouden edistäminen rakentamisessa.....	16
5	Kiertotalous periaatteella rakentaminen .....	19
5.1	Kiertotaloudesta liiketoimintamalli .....	19
5.2	Yksi rakennus, useampi käyttötarkoitus .....	20
5.3	Käyttötarkoituksen muutos.....	23
6	Yhteenveto ja pohdinta .....	25
	Lähteet.....	27

## 1 Johdanto

Nykyinen lineaarinen talousjärjestelmämme perustuu käsitykselle, että luonnonvarat ovat hyödynnettävissä loputtomasti. Uusiutumattomista luonnonvaroista valmistetaan tuotteita, jotka hylätään jätteeksi niiden käyttötarkoituksen päätyttyä. Maapallon kantokyky ei tule kestämään materiaalien loputonta kulutusta, vaan ylikulutuksen myötä olemme ajautuneet elämään ekologisen kriisin aikaa. Ylikulutus on nähtävissä kolmen ydinongelman kautta: ilmastonmuutos, luonnon monimuotoisuuden hupeneminen sekä luonnonvarojen hupeneminen. (Huttunen 2021.)

Kiertotalous nähdään ratkaisuksi edellä mainittuun lineaaritalouden synnyttämään ongelmaan. Kiertotalous on käsitteenä tuore, mutta viime vuosien aikana enenevissä määrin noussut ihmisten tietoisuuden. Historian valossa kiertotalous ei kuitenkaan ole uusi ilmiö vaan enemmänkin unohdettu sellainen. Sen avulla pyritään korjaamaan nykyinen talousjärjestelmä kestäväksi kehityksen mukaiseksi, niin että se läpileikkaa koko tuotantosektorin. (Huttunen 2021.)

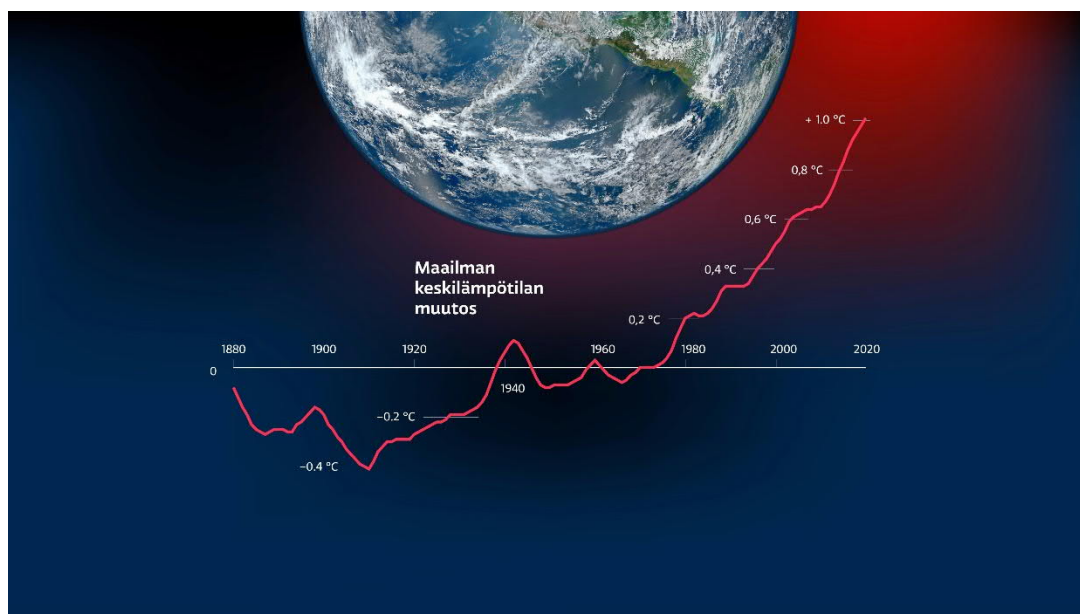
Rakennetun ympäristön merkitys on kiistaton, kun pyritään ekologisesti kestävään yhteiskuntaan. Kiinteistö- ja rakennusalaalla on suurena luonnonvarojen kuluttajana sekä kasvi- huonepäästöjen aiheuttajana merkittävä potentiaali vaikuttaa ympäristöön ja kansainvälisen ilmastotavoitteiden saavuttamiseen. Ympäristövaikutuksien lisäksi kiertotalouden toimintamalli on taloudellisesti kannattavampaa, sillä sen tavoite on säilyttää tuotteen arvo mahdollisimman kauan. Rakennusala tulee olemaan muutoksen edessä, kun paine ympäristövaikutuksien huomioimiseen lisääntyy, materiaalien saatavuus heikkenee sekä sääntely-ympäristöön tulee muutoksia. Kiertotalouteen siirtyminen on välttämätöntä koko rakennusalaalla. Kilpailuetua saavat ne toimijat, jotka siirtyvät ensimmäisinä uudenlaiseen toimintamalliin. (Sitra 2019.)

Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää, mitä kiertotalous rakentamisessa tarkoittaa sekä millä keinoin kiertotaloutta voidaan toteuttaa rakentamisen eri tuotantovaiheissa. Lisäksi opinnäytetyössä kartoitetaan, miten kiertotaloutta edistetään rakentamisessa. Työ on toteutettu yhteistyössä rakennusliike Varkka Oy:n kanssa, joka suunnittelee ja rakentaa muuntojoustavia kiinteistöjä kiertotalouskonseptilla. Opinnäytetyössä tutustumaan Varkka Oy:n rakentamaan Kariston Monitoimitaloon, joka on valmistettu palvelemaan kahta käyttötarkoitusta. Monitoimitalo on muunnettavissa helposti ensimmäisen käyttötarkoituksen tarpeen väistyttyä 16 asuinhuoneiston rivitaloksi. Opinnäytetyössä tutustutaan kohteen tarvearviointiin, suunnitteluun sekä muuntojoustaviin ratkaisuihin.

Opinnäytetyön teoreettisessa viitekehyksessä käsitellään rakentamisen ympäristövaikutuksia, kiertotaloutta rakentamisen uutena toimintamallina sekä syvennyttään muuntojoustavuuteen rakentamisen kiertotalouden yhtenä menetelmänä. Työn tietoperusta on koottu ajankohtaisimmasta kirjallisuudesta, toimeksiantajalta saadusta materiaalista sekä haastatteleamalla kehitysyhteistyö- ja ulkomaankauppaministeri Ville Skinnaria sekä Lassila & Tikanoja Oyj:n yhteiskuntasuhteista vastaavaa johtajaa Jorma Mikkosta.

## 2 Rakentamisen ympäristövaikutukset

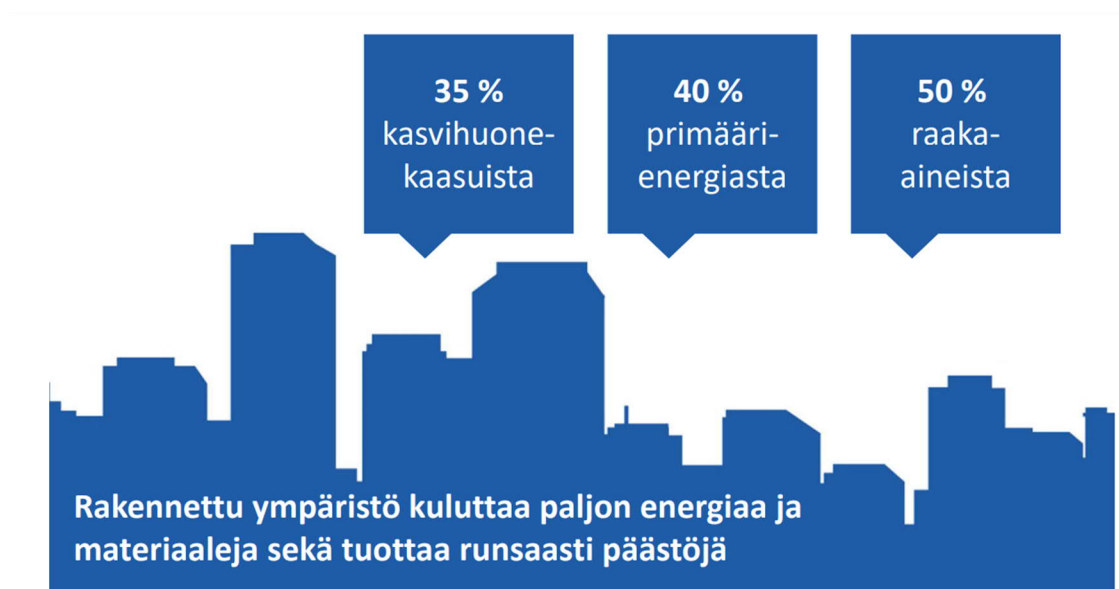
Maapallon väestö on kaksinkertaistunut tultaessa 1970-luvulta tähän päivään ja samassa ajassa maailman bruttokansantuote on nelinkertaistunut. Tämä on vaatinut runsaita määriä luonnonvaroja vauhdittamaan talouskasvua. (YK 2022.) Ilmastonlämpeneminen ja luonnon monimuotoisuuden nopeasti edennyt hupeneminen ovat akuuteimmat ympäristöhaitat, jotka ovat tulleet teollistumisen myötä. Kuvassa 1. esitetään maailman keskilämpötilan nousu vuosien 1980–2020 välillä. Emme pysty vaikuttamaan luonnon vastareaktioon, joka on seuraus ihmisten aiheuttamasta kuormituksesta. Pystymme kuitenkin vähentämään luonnon kuormitusta muuttamalla toimintatapojamme. Ilmastonlämpeneminen näyttäytyy konkreettisina muutoksina ilmastossa, kuten merenpinnan nousuna, äärimmäisinä helle- ja kuivuusjaksoina, metsäpaloina, runsaina sateina sekä jäätiköiden ja ikiroudan sulamisena. Lähivuosikymmenet tulevat olemaan ratkaisevia ilmaston lämpenemisen hillitsemisessä. Päästöjä tulee pienentää merkittävästi kaikilla tuotannonsektoreilla. Rakennusteollisuus on tulevaisuudessa tärkeässä roolissa. (Häkkinen & Kuittinen 2020.) YK:n ympäristöohjelma UNEP julkaisee vuosittain Emissions Gap Report -raportin, jossa se korostaa ilmastotoimien merkitystä päästöjen vähentämiseen. Raportin mukaan olennaisia ilmastotoimia tulee tehdä välittömästi, mikäli ilmaston lämpeneminen halutaan pitää kansainvälisesti sovituissa rajoissa. (YK 2022.)



Kuva 1. Maailman keskilämpötilan muutos (Eskonen 2021)

Kiinteistö- ja rakennusala tulee olemaan avainasemassa ilmastonmuutoksen hillitsemistä, sillä rakentamisella on merkittävät vaikutukset luontoon sekä ilmastoon. Rakennuksen elinkaaren jokaisella vaiheella on erilainen ympäristövaikutus. Vaikutuksia syntyy rakennusmateriaaleissa käytettävien raaka-aineiden louhinnasta ja hankinnasta. Raaka-aineiden hankinnan aikaiset ympäristövaikutukset eivät rajoitu pelkästään uusiutumattomien luonnonvarojen ehtymiseen, vaan vaikutuksia tulee myös hankinnan aikana käytetystä energian ja veden kulutuksesta. Vaikutukset jatkuvat, kun raaka-aineista tuotetaan rakennustarvikkeita, ja kun ne kuljetetaan työmaille rakennettavaksi. Rakennustuotteilla on myös vaikutus ihmisten terveyteen, esimerkiksi asennus- ja käyttövaiheessa erittyvien hiukkaspäästöjen myötä. Merkittävin vaikutus on kuitenkin rakennuksen käytön aikaisella energiankulutuksella, jota tarvitaan rakennuksen toiminnan ylläpitämiseen. Ympäristövaikutuksia tulee myös rakennuksen purkamisesta aiheutuvasta jätteestä. (Huttunen 2021; SYKLI a.)

Vaikka maapallon maa-alasta vain noin 1 % varsinaisten rakennusten peitossa, rakentaminen kuluttaa maailmanlaajuisesti planeettamme luonnonvaroista arviolta 40–50 %, luoden noin 35 % kasvihuonepäästöistä sekä 30 % jätteistä. Jalostamatonta energiaa eli ns. alkuperäistä energiaa, rakentaminen käyttää noin 40 %. Suomen energiankulutuksesta rakennusten osuus on 32 % sekä hiilidioksidipäästöistä 30 %. (Nousiainen 2019.) Kuvassa 2. on havainnollistettu rakennetun ympäristön ympäristövaikutuksia.



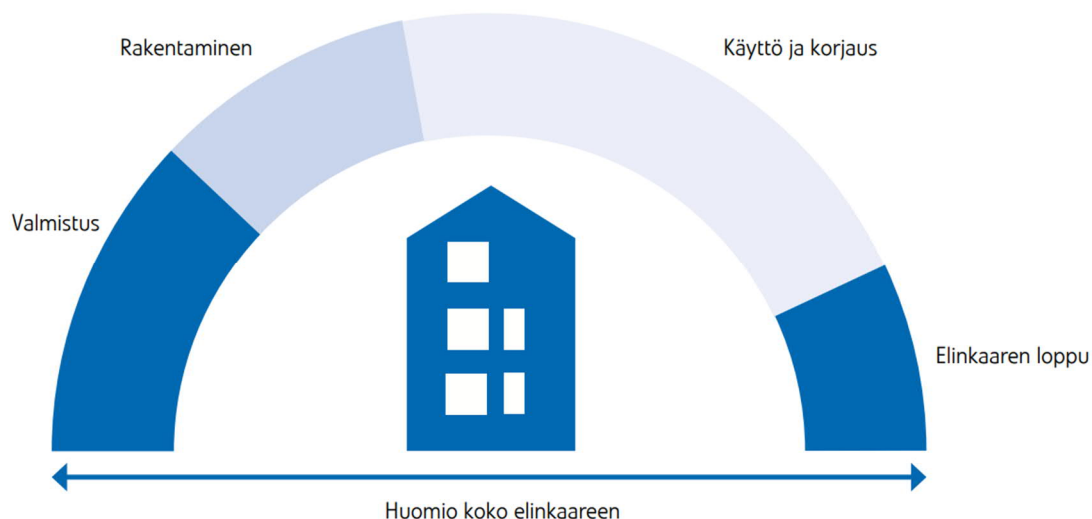
Kuva 2. Rakennusten ympäristövaikutukset (YM 2019)

Tähän mennessä rakentamisen ympäristöohjauksessa on keskitytty rakennusten käytön aikaiseen energiatehokkuuteen ja päästöjen vähentämiseen, suurimpien ilmastopäästöjen syntyessä juuri rakennuksien käytön aikana. Energiatehokkuussäädökset perustuvat EU:n rakennusten energiatehokkuusdirektiiviin, jonka muutos tuli voimaan vuonna 2018. Vähennettäessä rakennuksen hiilijalanjälkeä, eli rakennuksen aiheuttamia hiilidioksidipäästöjä, tulee huomio kuitenkin kiinnittää koko rakennuksen elinkaareen. Mukaan luetaan tällöin myös elinkaaren alku- sekä loppupää, jotka kattavat rakennusmateriaalien valmistuksen, rakennusvaiheen, jätteen syntymisen ehkäisyn sekä purkuvaiheen. Rakennuksen hiilijalanjäljen muodostavat rakennusmateriaalien valmistus 26 %, rakentaminen 4 %, korjaus 6 %, energian käyttö 63 % sekä purku 1 %. (Tiilikainen 2019.)

Rakennuksen elinkaaren aikaisista päästöistä, rakennusmateriaalien valmistus aiheuttaa elinkaaren alkupäähän ”hiilipiikin”. Rakennusmateriaaleihin sitoutuneiden päästöjen vuoksi, tulisi kehittää merkittäviä kompensatioita, jotta rakennusala tulisi hiilineutraali. Vuonna 2013 voimaan astuneessa rakennustuoteasetuksessa, jonka mukaan rakennuskohteessa tulee käyttää luonnonvaroja kestävästi, ympäristöystävällisiä raaka-aineita sekä varmistaa käytettävien osien ja materiaalien kierrätettävyys ja uusiokäyttö purkamisen jälkeen. (YM 2013.) Ilmastomuutoksen hillintä tuodaan osaksi rakentamisen lainsäädäntöä uudessa rakentamislaisissa. Tavoitteena on, että tulevaisuudessa rakennettaisiin vähähiilisesti, huomioiden ilmastohaitat- ja hyödyt koko rakennuksen elinkaaren ajan. (YM 2023.)

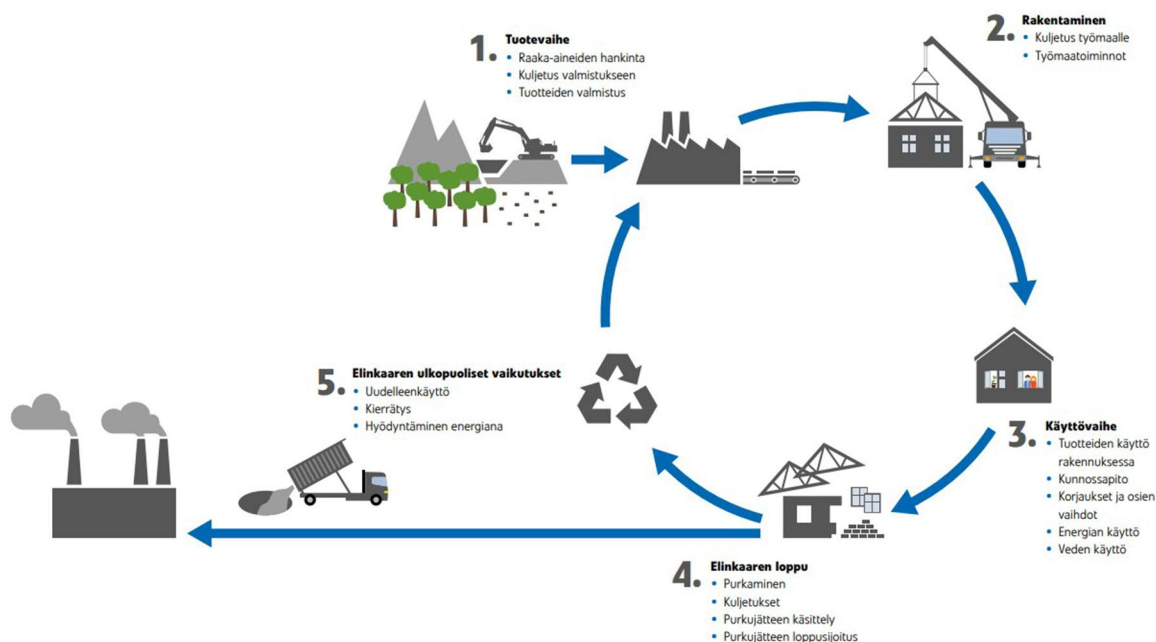
### 3 Rakennuksen elinkaari

Rakennuksen elinkaari on jakso, johon kuuluvat kaikki rakennuksen elinaikaiset vaiheet. Se kattaa raaka-aineiden ottamisen luonnosta, niiden muokkaamisen rakennusmateriaaleiksi, kuljetuksen työmaalle, rakennusvaiheen, käytön ja ylläpidon sekä korjauksen. Elinkaari päättyy rakennuksen purkuun sekä jätteen pois kuljetukseen, kunnes rakennuspaikka on palautettu luonnolliseen tilaansa. (Myyryläinen 2019.) Tavoitellessa kestävä kehityksen mukaisia ratkaisuja, tulee huomio kiinnittää rakennuksen koko elinkaareen, aina valmistuksesta elinkaaren loppuun (YM 2019). Kuvassa 3 on kuvattu rakennuksen elinkaaren eri vaiheet.



Kuva 3. Rakennuksen elinkaari (YM 2019)

Elinkaari alkaa raaka-aineiden hankinnalla. Raaka-aineet sisältävät esimerkiksi rautaa, malmia, kalkkikiveä, bauksiittia sekä raakaöljyä, josta ne jalostetaan rakennusmateriaaleissa hyödynnettävään muotoonsa, kuten teräkseksi, alumiiniksi, sementiksi ja muoviksi. (Ngwepe & Aigbavboa 2015). Rakentamisessa on pitkään kulutettu uusiutumattomia luonnonvaroja kestäättömällä tavalla ja pyrkimys onkin siirtyä resurssitehokkaampaan tapaan tuottaa materiaalia, joka tarkoittaa tehokasta raaka-aineiden, energian sekä veden kulu- tusta (Hakaste 2019). Kuvassa 4 on avattu, mitä elinkaaren eri vaiheet sisältävät.

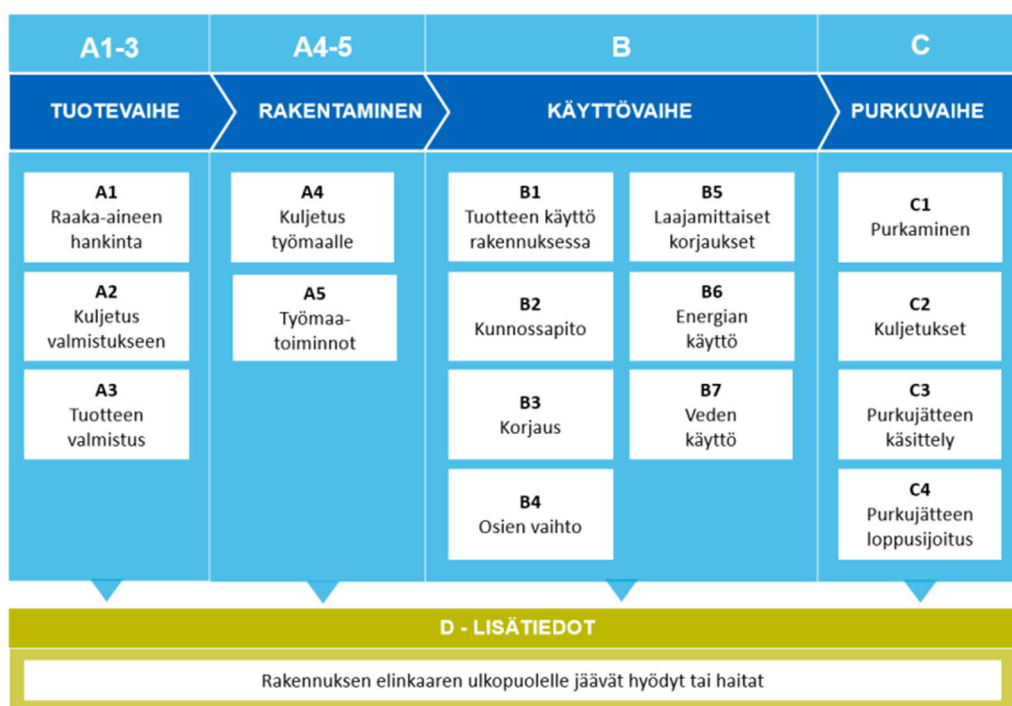


Kuva 4. Rakennuksen elinkaaren tyypilliset vaiheet (YM 2019)

Elinkaaren seuraavana vaiheena on rakentaminen, johon sisältyy rakennusmateriaalien kuljetukset työmaalle sekä muut työmaatoiminnot. Itse rakennusvaihe on vain pieni osa rakennuksen elinkaarta. Pisin aika elinkaaren jaksossa on rakennuksen käyttövaiheella, joka pitää sisällään tuotteiden käytön rakennuksessa, kunnossapidon ja korjauksen sekä energian ja veden kulutuksen. Elinkaaren viimeisenä vaiheena on purkuvaihe, jossa rakennus puretaan, purkujätteet kuljetetaan loppusijoitukseen tai käsiteltäväksi. (Myyryläinen 2019.)

Rakennuksilla on hyvin erilaiset elinkaaret, johon vaikuttavat niille suunniteltu käyttöikä sekä suunnitteluvaiheessa tehdyt päätökset. Rakennushankkeessa tilaaja määrittelee pitkälti rakennuksen tavoittelun käyttöiän, joka puolestaan ohjaa suunnittelun valintoja. Rakennuksen elinkaaren voi ajatella toiminnallisena sekä teknisenä elinkaarena. Toiminnallinen elinkaari tarkoittaa toiminnan pituutta, jota varten rakennus on rakennettu. Rakennus on myös tekninen tuote, joka vanhenee vuosien saatossa. Tekninen elinkaari perustuu rakennuksen fysikaalisiin ominaisuuksiin, kuten rakennusmateriaaleihin, rakennustapaan sekä teknisten järjestelmien käyttöikään. Teknisten järjestelmien käyttöikään taas vaikuttaa vahvasti koko rakennuksen ja sen järjestelmien huolto sekä kunnossapito. Rakennusten keskimääräinen teknillistaloudellinen ikä on 50–60 vuotta. Rakennusosia uusimalla voidaan elinikää jatkaa lähes loputtomasti. Rakennuksen sisä- ja ulkopinnat varusteineen sekä talotekniikka, on uusittava yleensä 20–50 vuoden välein. Rakennuksen rungolla on pisin käyttöikä, vaihdellen noin 100–1000 vuoden välillä, mutta sen kustannusosuus onkin vain 30 %. Rakennukset rakennetaan rahoitusmielessä arviolta 70 %: sesti aina 50–60 vuoden välein, mikäli rakennuksen käyttö halutaan mahdollistaa. (Myyryläinen 2019.)

Rakennuksen elinkaaren vaiheiden määritelmät ja niiden ympäristövaikutusten laskentamenetelmät on määritelty eurooppalaisen standardisointijärjestön CEN:n toimesta standardituotepaketissa Sustainability on Construction works. Tarkoituksena oli luoda yhtenäinen ja läpinäkyvä eurooppalainen linjaus, jonka tarkastelupohjana toimii koko rakennuksen elinkaari. Standardipaketti pohjautuu ISO 14040-standardisarjaan (*LCA= Life cycle assessment*). Standardipaketissa käsitellään kestävämpää rakentamista kolmen pääpilarin kautta; ympäristösuorituskyky, sosiaalisuus ja taloudellisuus. Elinkaaren eri vaiheiden määritelmät perustuvat CEN/TC350 standardipaketin EN 15804-standardiin, kuvassa 5 on avattu standardin mukaiset määritelmät elinkaaren vaiheille. (Rakennusteollisuus a; Bionova 2017)



Kuva 5. CEN/TC 350-standardi (Bionova 2017)

Elinkaariarviointi (*LCA eli Life Cycle Assessment*) on menetelmä, jonka avulla arvioidaan tuotteiden ja palveluiden luonnonvarojen kulutusta sekä ympäristövaikutuksia. Rakennus-alalla LCA menetelmää käytetään arvioitaessa rakennuksen ekologista kestävyyttä. Elinkaariarvioinnissa kiinnitetään huomio koko rakennuksen elinkaareen, se on sisällytetty myös useisiin kestävän rakentamisen sertifiointijärjestelmiin sekä se tulee olemaan yksi keskeinen osa-alue uudistuvassa Suomen maankäyttö- ja rakennuslaissa. (YM 2019.) Elinjaksokustannuslaskenta (*Life Cycle Costing, LCC*) yhdistettynä elinkaariarviointiin tarjoaa keinon eri suunnitteluvaihtoehtojen vaikutuksien osoittamiselle. Elinkaariarvioinnin

keskittyessä ekologisiin vaikutuksiin, keskittyy LCC suunnitteluvaihtoehtojen taloudellisiin vaikutuksiin. Se sisältää muun muassa tuotanto-omaisuuteen liittyvät kustannukset, joita ei huomioida elinkaariarvioinnissa. LCC sisältää myös työvoima- ja epäkäytettävyyuskustannukset sekä ympäristö- ja sosiaalikustannukset. Siinä arvioidaan myös kiertotalouden näkökulmasta elinkaaren aikaista kestävyyttä, korjattavuutta, huollettavuutta, tuotannon sivuvirtoja sekä kierrätettävyyttä kustannusmielessä. LCC:ta voidaan hyödyntää myös, kun halutaan pienentää kustannuksia koko arvoketjussa ja elinkaaren eri vaiheissa. LCC:n avulla voidaan visualisoida epävarmuustekijöitä ja sitä kautta vahvistaa organisaation strategista asemaa. LCC tarjoaa arvion elinkaaren aikaisista kustannusvaikutuksista. (VTT 2021.)

## 4 Kiertotalous

### 4.1 Kiertotalous rakentamisessa

Vaikka kiertotalous on rakennusosalalla aiheena hyvin ajankohtainen, moni yhdistää käsitteen edelleen pelkästään jätteiden kierrätykseen. Todellisuudessa kiertotalous on huomattavasti kierrätystä enemmän. (Mikkonen 2023.) Kiertotaloudesta odotetaan tulevan tulevaisuuden uusi talousmalli, jonka avulla hillitään ilmastonmuutosta, luonnonvarojen kulutusta, luontokatoa sekä luodaan uusia liiketoimintamalleja. Kiertotalouden periaate on, että tuotteet ja materiaalit pysyisivät käytössä mahdollisimman pitkään säilyttäen arvonsa. Tarkoitus ei ole jatkuvasti tuottaa lisää, vaan myös hyödyntää olemassa olevaa. Rakennusten kohdalla tämä tarkoittaa sitä, että mitä pidempään rakennus säilyttää arvonsa ja samanaikaisesti palvelee mahdollisimman suurta joukkoa ihmisiä, sitä paremmin kiertotalous toteutuu (Häkkinen & Kuittinen 2020.) Kiertotalouden keskustelun rajautuessa vain jätteisiin ja kierrätykseen, käsitellään vain pientä osaa kiertotaloutta. Jätteissä ei arvoa, vaan usein ne ovat kuulueriä. (Mikkonen 2023 haastattelu.) Kiertotalous on kierrättämisen lisäksi myös vuokrapalveluita, korjaamista sekä palvelullistamista. Kiertotalous tuottaa parhaimmillaan taloudellista hyvinvointia, huomioiden myös maapallon kantokyvyn. (Skinnari 2023; GBCF 2021.) Talouskasvu on perustunut 1970-luvulta lähtien luonnonvarojen tuhlaamiseen, mikä näkyy suoraan eliöstön sukupuuttoaaltona. Kiertotalouden avulla talouskasvu pyritään irrottamaan luonnonvarojen ylikulutuksesta eri tuotannonsektoreilla. (Sjöstedt 2018.)

Kiertotalouden konkretisoituminen vaatii yhteiskunnan eri toimijoilta uusia innovaatioita sekä tuttujen toimintatapojen muutosta. Tämä korostuu kiinteistö- ja rakennusosalalla, jossa kiertotalouspotentialiaali on merkittävä, alan suuren luonnonvarojen kulutuksen takia. (Huttunen 2021.) Avain asemassa ovat kunnat ja alueet suunnitellessaan yhdyskuntarakennetta tai tehdessään hankintoja. Työ- ja elinkeino- sekä ympäristöministeriön luotsaama Kiertotalouden green deal -sitoumus on vapaaehtoinen, johon osallistuu tällä hetkellä 80 toimijaa ympäri Suomen. Mukana ovat useita maakuntia, isoimpia kaupunkeja, yritys- ja toimialajärjestöjä, rakennusalan toimijoita sekä suurimmat metsäteollisuuden yritykset. Sitoumuksen tarkoituksena on tunnistaa merkittävimmät kiertotaloustoimet sekä sitoutua toteuttamaan näitä toimia kiertotalouden edistämiseksi. Sitoumuksen on tarkoitus valmistua vuoden 2023 aikana. (YM 2022.)

Kiertotalous rakentamisessa tarkoittaa uusien toimintamalleja rakennuksen koko elinkaaren jokaiseen vaiheeseen, niin rakennustuotteiden valmistukseen, suunnitteluun, rakentamiseen, käyttöön ja ylläpitoon, korjaukseen kuin purkamiseen. Uusiutumattomien raaka-aineiden käyttö minimoidaan ja vastapainoksi tuotteiden ja niiden osien uudelleenkäyttö maksimoidaan. Elinkaarensa loppu päässä raaka-aineet palautetaan kiertoon. (Huttunen 2021.)

Lähtökohta on, että rakennukset suunnitellaan pitkäikäisiksi, monikäyttöisiksi ja muunneltaviksi sekä niiden huolto ja korjaus tehdään helpoksi. Tämä edellyttää rakenteiden tiedonhallintaa. Tähän asti tiedonhallinta on palvellut lyhytaikaista tiedontarvetta, kuten rakennusvaihetta, saneerausta tai talotekniikan huoltoa ja käyttöä. Toimivan kiertotalouden kannalta tiedonhallinta tulee kattaa koskemaan koko elinkaarta. Materiaalivirtoja ei pystytä hyödyntämään tehokkaasti, jos valmistus- ja käyttötietoja ei tiedetä. Tietoa tulee jakaa vaivattomasti eri kohderyhmille ja keinoja tämän toteuttamiselle haetaan erityisesti digitaalisista apuvälineistä. (Somersalmi 2021.) Yhteiskunnan tarpeet muuttuvat nopeasti, joten rakennuksen elinkaaren aikaisten käyttötarpeiden ennakointi on yritettävä ennustaa vuosikymmeniksi eteenpäin. (GBCF 2021; Huttunen 2021.) Kuvassa 6 avataan kiertotaloutta rakentamisen eri vaiheissa.



Kuva 6. Kiertotalous rakennetussa ympäristössä (GBCF 2019)

Kun ajatellaan kiertotaloutta rakentamisessa, Lassila & Tikanoja Oy:n yhteiskuntavastuujohtaja Jorma Mikkonen kuvaa aihetta seuraavasti:

*”Suomen kansallisvarallisuudesta 70 % muodostuu rakennetusta ympäristöstä. Merkittävin arvo on rakennuksissa ja kaupungeissa. Kiinteistöillä pystytään tuottamaan arvoa ainoastaan 15 % bruttokansantuotteesta, joka tarkoittaa sitä, että kiinteistövarallisuus on huonossa hoidossa. Kun pureudutaan syvemmälle, kestävyys haasteet ovat tällä hetkellä suuria: luonnonvarojen kuluutus, materiaalihävikki, rakennusten alhainen käyttöaste, korjausvelka, sisäilmaongelmat, kosteusvauriot sekä alhainen energiatehokkuus aste. Tulisi pohdita, millä kiertotalous ratkaisuilla kiinteistöjen arvoa ylläpidetään sekä parannetaan. Kiertotalous on kiinteistöjenvarallisuuden kestävää hoitoa.”*

Jakamis- ja alustatalous ovat kiertotalouden ilmiö, jonka avulla rakennetun ympäristön resursseja käytetään viisaammin, tavoitellen mahdollisimman korkeita käyttöasteita. Kaupunkiympäristöt tarjoavat liikennejärjestelmän ja tiiviin yhdyskuntarakenteen myötä mahdollisuudet tilojen jakamiselle. Tehokas tilojen jakaminen vaatii myös toimivia digitaalisia työkaluja. Perinteisen mallin mukainen rakennus ei ole joustava, sillä on suuret ympäristövaikutukset, eristetyt kokonaisuudet. Rakennuksella on matala käyttöaste ja tilatehokkuus, suuret käyttökustannukset sekä korkean riskin sijoitukset. Verkostomallin rakennuksessa tilat ovat muuntuvia, dynaamisin tarpeisiin sopeutuvia, kustannustehokkaita ja ympäristöystävällisiä. Niissä on vähemmän korkean riskin sijoituksia ja enemmän sopivia tiloja, joiden myötä muodostuu elävämpiä ja tiiviimpiä yhteisöjä. (Somersalmi 2021.)

## 4.2 Kiertotalous rakennuksen elinkaaren eri vaiheissa

### **Rakennustuotteiden valmistus**

Kiertotaloustavoitteet toteutuvat varmemmin, kun ne otetaan osaksi toimintaa aikaisessa vaiheessa. Rakennustuotteiden valmistuksessa kiertotalous voidaan huomioida valmistamalla tuotteet kierrätetyistä materiaaleista sekä valmistuksessa käytettäviä raaka-aineita voidaan hyödyntää muiden toimialojen sivuvirroista, sillä kiertotalous ei tunne toimialarajoja. Tuotteet tulisi tehdä kestäviksi, korjattaviksi sekä huollettaviksi. (YM 2019.)

Materiaalitehokkuus on materiaalien harkittua ja oikea-aikaista käyttöä. Tavoite on, että rakennuksen eri osien elinkaaren aikainen toimivuus sekä ympäristövaikutukset ovat tasapainossa. Materiaalituntemus on osa kestävästä rakentamisesta, joten eri materiaaleja tulisi vertailla ja valita kohteeseen sopivin vaihtoehto. Vähähiilisyys saattaa myös lisätä materiaaltarpeita, sillä energiatehokkuus vaatimukset ovat kasvattaneet rakennepaksumuksia, ja samalla energiatehokkaassa rakennuksessa on enemmän talotekniikkaa. Muuntojoustavuus osaltaan lisää myös rakennusmateriaalien määriä rakennusvaiheessa. Vaikka edellä mainitut ratkaisut nostavat materiaaltarpeita, tilanne kompensoituu elinkaaren aikana. (Ala-Kotila & Häkkinen 2021.)

Materiaalivalmistajat kehittävät jatkuvasti vähäpäästöisempiä valmistusprosesseja, tuoden markkinoille kestäviä uusiomateriaaleja. On tärkeää tunnistaa mihin käyttöön materiaali kehitetään, mitä sille tapahtuu ensimmäisen käyttötarkoituksen jälkeen sekä miten materiaalit irrotetaan toisistaan käytön jälkeen. Materiaalien kiertotalouden toteutus painottuu elinkaaren alkupäähän, koska loppupäässä se olisi jo myöhäistä. Esimerkiksi teräksen valmistuksesta aiheutuviin päästöihin on odotettavissa merkittäviä vähennyksiä uuden vetypelkistystekniikan seurauksena. Betonin valmistuksessa on saavutettu jo päästöalennuksia, kun sementin valmistuksessa käytetyistä polttoaineista 40 % on uusiutuvia tai jätemateriaaleja. (Huttunen 2021.)

## **Suunnitteluvaihe**

Rakennuksen suunnitteluvaihe on merkittävässä roolissa, kun ajatellaan rakennuksen elinkaaren aikana aiheutuvia ympäristövaikutuksia, kustannuksia sekä kiinteistön arvoa. Suunnittelu- ja rakentamisvaiheessa tehdyt ratkaisut eivät ole käyttövaiheessa kovinkaan helppoja muutettavissa ilman korkeita kustannuksia. Panostamalla suunnitteluun, voidaan myös alentaa rakennuksen käyttökustannuksia, jotka ovat 60–80 % kokonaiskustannuksista. Kustannuksien ja ympäristövaikutusten tarkastelu tulee kohdistaa laajasti koko rakennuksen elinkaareen. (Euro 2019.)

Suunnittelun tueksi tarvitaan asiantuntijoiden materiaaliosaamisen hyödyntämistä, jotta saadaan luotua resurssiviisaita ja kiertotaloudenmukaisia ratkaisuja. Arvokkaiden raaka-aineiden säilymistä kierrossa pystytään tukemaan suunnittelemalla rakennuksia pitkäikäisiksi, muuntojoustaviksi tai helposti purettaviksi. Muuntojoustavuuden avulla maksimoidaan rakennuksen resurssit. Rakennukselle saadaan useampi käyttötarkoitus, kun sen tila- ja talotekniset ratkaisut ovat jo lähtökohtaisesti suunniteltu muunneltaviksi. (ROTI 2023; Lehto & Suomela 2021.) Kasvattamalla kiinteistön käyttöastetta tilojen ja tavaroiden

yhteiskäytöllä, vähennetään materiaalikulutuksen määrää. Esimerkiksi harrastustoiminnan järjestäminen ilta-aikaan koulun tiloissa, kun koulutoimintaa ei ole. (Mikkonen 2023.)

Aluesuunnittelussa tulisi kartoittaa täydennysrakentamisen mahdollisuuksia, kuten voidaan olemassa olevaa ympäristöä hyödyntää tiivistämällä alkuperäistä aluesuunnitelmaa. Alueidenkäytön ohjaus eli kaavoitus on keskeinen keino rakennetun ympäristön elinkaaren sääntelyyn. Maankäyttö- ja rakennuslain tavoitteena on luoda olosuhteet hyvälle elinympäristölle sekä edesauttaa ekologista, taloudellista, sosiaalista ja kulttuurillisesti kestävää kehitystä. Luonnonmonimuotoisuuden turvaaminen kaupunkiympäristössä on myös huomion arvoinen asia. (Huttunen 2021.)

## **Rakennusvaihe**

Rakennusvaiheessa tulisi tavoitella mahdollisimman korkeaa kierrätysastetta. Korkeakierrätysaste on ympäristöystävällistä, mutta myös hankkeen kannalta kustannustehokasta. Kustannustehokasta on myös hävikin minimoiminen suunnitelmallisella hankinnalla. Mahdollinen materiaalien ylijäämä tulisi lajitella ja ohjata uudelleen käyttöön. Keinoja kierrätyksen toteuttamiseen työmailla on tarjolla nykyään paljon. Mikkonen on huomionnut, että työmaiden kierrätystavoitteiden ja lajittelu vaatimuksien kiristyttyä on havaittavissa suuria eroja työmaiden välillä. Merkittävimmäksi syyksi Mikkonen näkee työmaan työnjohdon negatiivisen asenteen kierrätystä kohtaan, kierrätys koetaan usein haastavaksi toteuttaa. Samalla korostuu työnjohdon tiedon puute kierrätyksestä, joten asiakkaita perehdytetään aiheen äärelle. (Mikkonen 2023.) Kiertotalous voidaan tuoda osaksi rakennusvaihetta myös järjestyttämällä logistiikkaa, näin vähennetään liikennepäästöjä ja logistiikkakustannuksia (YM 2022).

## **Käyttö ja ylläpito**

Rakennettuun ympäristöön sitoutuu valtava määrä materiaalia, jonka vuoksi kiinteistöjen omistajiin kohdistuu paljon odotuksia kiertotalouden edistäjinä. Käyttövaiheen hiilijalanjälki koostuu rakennuksen energiankulutuksesta, kunnossapidosta, korjaamisesta sekä materiaalien vaihdosta. Koska kiertotalous on alettu käsittämään uutena taloudellisena viitekehysenä, eikä vain jätelainsäädännön kautta omistamiseen kytkeytyvänä osa alueena, on ymmärretty kiinteistön omistajien keskeinen rooli tavoitteiden saavuttamisessa. Rakennuksen ylläpito vaatii vastuunkantoa kiinteistöomistajalta koko rakennuksen elinkaaren ajan. Vastuun ajatellaan usein vähentyvän rakennuksen valmistumisen ja käyttöönoton myötä. Optimaalista olisikin laatia rakennukselle kiinteistöstrategia, joka tähtää kauas

tulevaisuuteen. (Myyryläinen 2019.) Rakennetun ympäristön kohdalla kiertotalouden tavoite on ylläpitää rakennuksen arvo mahdollisimman pitkään. Käyttäjien suosima ja aikaa kestävä rakennus säilyttää arvonsa parhaiten. (Somersalmi 2021.)

Kiinteistöjen ylläpitoon liittyvät palvelut nähdään usein kustannuksina, eikä kiinteistön arvoon vaikuttavana tekijänä. Ja koska hankinnan tavoitteena on minimoida kustannukset, tingitään lopulta huolto ja ylläpitopalveluista. Kustannusten minimoimisen sijaan tulisi fokus asettaa kiinteistön arvoa maksivoiviin ratkaisuihin. Kiinteistöhoitoalalla eletään asian tiimoilta murrosvaiheessa. Nimittäin haasteena on, miten osoitetaan ja mitataan asiakkaalle palveluiden kiinteistön arvoa nostattava vaikutus. Kiinteistöhoito tullaan ajattelemaan kustannusten kautta niin kauan, kunnes sen arvoa nostavaa vaikutusta ei pystytä konkreettisesti osoittamaan. (Mikkonen 2023.)

Huollettavuudessa korostuu tiedonsaanti. Rakennuksen kaikki olennaiset tiedot tulee olla saatavilla koko elinkaaren ajan. Tiedot voidaan tallentaa esimerkiksi rakennuksen tietomalliin. Huollettavuuden kannalta on myös tärkeää, että talotekniikka on helposti saavutettavissa huoltoja sekä peruskorjauksia varten. (GBCF 2020.)

## **Purkuvaihe**

Hankkeeseen ryhtyvällä on suuri vaikutus kiertotalouden toteutumiseen purkuvaiheessa. Ennen hanketta on kannattavaa tehdä purkukartoitus, jonka avulla selvitetään, pystytäänkö purettavia rakennusosia hyödyntämään tai kierrättämään. Kartoituksessa selviää myös haitallisia aineita sisältävät materiaalit. Purku-urakkaan tulisi sisällyttää vaatimukset tekniselle työsuoritukselle, ympäristöhaittojen ehkäisemiselle sekä kierrättämiselle. Purkujätteet jäävät yleensä purku-urakoitsijan vastuulle, joka osaltaan hankkii jätteelle vastaanottajan. Espoossa ja Tampereella on tehty päätös, että kaupunkien omien rakennusten betoni- ja tiilijätteille osoitetaan kaupungin toimesta hyödyntämiskohteet. Ratkaisu on resurssiviisas, sillä kaupungit rakentavat usein samanaikaisesti laajoja infrakohteita, joissa betonimurskeella voidaan osittain korvata neitseellistä kiviaineista. Betonijätettä voidaan hyödyntää myös betonin valmistuksessa tai kohteissa, joissa sementti pääsee karbonatisoitumaan näin sitoen hiiltä ilmakehästä. Tulevaisuudessa on odotettavissa materiaalien korkeampi uudelleenkäyttöaste, kun materiaalien jälleenkäyttö ja purettavuus huomioidaan jo suunnitteluvaiheessa. (Lehtonen 2021.) Helppo purettavuus on vielä tällä hetkellä haastavaa, sillä purettavuutta ei ole huomioitu suunnittelussa. Epäsuotuista markkinatilanne selittävät osittain materiaalien päätymistä kaatopaikoille. Samoin luonnon raaka-aineiden alhaiset hinnat sekä alhaiset kaatopaikkamaksut. (Gervasio & Dimova 2018.)

Ympäristöministeriön purkukartoituksessa yleiseksi esteeksi rakennus- ja purkujätteiden uudelleenkäytölle ja kierrätykselle nähtiin epävarmuus materiaalien kelpoisuudesta. Haasteeksi koettiin vaatimustenmukaisuuden osoittaminen rakennusviranomaiselle. Purkumateriaaliselvitys antaa lähtökohdat uudelleenkäytettävien rakennusmateriaalien kelpoisuuden arviointiin. Uudelleenkäytettävien ja kierrätettävien rakennusmateriaalien hyväksyntään ei ole vielä kattavaa lainsäädäntöä, mutta EU:n rakennustuoteasetuksen uudistuksessa tämä tullaan huomioimaan. (Leskelä 2021.) Kiertotalouden toimintamallien avulla pyritään luomaan uusia työpaikkoja Euroopan rakennusalueelle vuoteen 2030 mennessä ja tärkeänä tekijänä nähdään kierrätysasteen nostaminen. (YM 2023.)

#### 4.3 Kiertotalouden edistäminen rakentamisessa

Kun tarkastellaan kiertotalouden edistämistä lainsäädännön keinoin, Suomen näkökulmasta tärkein viitekehys on Euroopan unionin lainsäädäntö sekä Suomen kansallinen lainsäädäntö. Keskeistä myös on, millä regulaatiolla kannustetaan investoimaan entistä kestävämpiin ratkaisuihin. Suomi on sitoutunut EU:n ympäristöpolitiikkaan, joka tähtää hiilineutraaliuteen. Suomi on myös sitoutunut Pariisin ilmastopöytäkirjaan, jonka tavoite on pitää maapallon lämpötilan nouseminen alle kahdessa asteessa suhteessa aikaan ennen teollistumista. Pariisin sopimus täydentää YK:n ilmastomuutoksen puitesopimusta, joka solmittiin vuonna 1992. Maailman tämänhetkinen tilanne, Covid-19-pandemian vaikutus, ruoka- ja energiakriisi sekä Ukrainan sota uhkaavat aiheuttaa sen, että tavoitteet karkaavat yhä kauemmaksi. Moni maa, erityisesti suurvallat toimivat intressipohjaisesti, ajatellen vain omaa etuaan. Tämä luo oman haasteensa, kun tavoitellaan hiilineutraaliutta. Suomessa on lähdetty luomaan lainsäädäntöä, joka kannustaa ja osittain pakottaa toimintaan, joilla yritykset saadaan järkevien ratkaisujen äärelle. Järkevä ratkaisu on myös taloudellisesti kannattavaa. (Skinnari 2023.)

Suomi on maailman ensimmäisiä maita, joka on asettanut tavoitteeksi vähentää luonnonvarojen kulutusta (GBCF 2021). Valtioneuvosto teki keväällä 2021 periaatepäätöksen kiertotalouden strategisesta ohjelmasta, jonka tavoitteena on tehdä kiertotaloudesta vuoteen 2035 mennessä talouden uusi perusta. Kehittämissyhteistyön- ja ulkomaankauppaministeri Ville Skinnarin mukaan Suomi johtaa esimerkillään muita maita, jotka vielä epäroivät. Tavoite on, että Suomi on kiertotalouden edelläkävijä. Kiertotalous on polttavin liiketoiminta-alue, ajatellen esimerkiksi kaivosteollisuutta, jossa mineraalit eivät tule riittämään, jos emme hyötyä käytä jo käytössä olevia. Kiertotalousohjelman visiona on ”Suomi 2035: Hiilineutraali kiertotalousyhteiskunta on menestyvän taloutemme perusta”. Vuonna 2035 kiertotalouden on tavoite olla hallitseva talousmuoto ja ekologinen kompensatio olisi osa arkea.

Ekologisessa kompensaatiossa luonnolle aiheutettu haitta hyvitetään luonnolle takaisin lisäämällä sen monimuotoisuutta. (YM 2022.) Tavoitteiden saavuttaminen edellyttää kestävämpää ja tehokkaampaa luonnonvarojen käyttämistä, esimerkiksi vähentämällä uusiutumattomien luonnonvarojen kulutusta ja lisäämällä uusiutuvien luonnonvarojen käyttöä. Merkittävänä saavutuksena Skinnari näkee vähähiiliseen yhteiskuntaan siirtymisen tiekarttojen kehittämisen. Työ- ja elinkeinoministeriön johdolla sekä hallituksen ilmastoenergiapolitiittisen ministerityöryhmän tuella kehitettiin toimialakohtaiset tiekartat yhteistyössä eri alojen toimijoiden kanssa. Tiekarttojen kehitystyön kannalta tärkeäksi tekijäksi Skinnari nostaa alan toimijoiden osallistumisen suunnitteluun, sillä osaavien ammattilaisten ja alansa asiantuntijoiden avulla taataan toiminnan laatu.

Eduskunta hyväksyi 1.3.2023 uuden rakentamislain, joka astuu voimaan 1.1.2025. Rakentamislain tavoitteena on hillitä ilmastonmuutosta, edistää kiertotaloutta sekä mahdollistaa rakentamisen tiedonsisällön digitalisaatiota. Rakennuksen ilmastaselvitys ja hiilijalanjäljen arviointimenetelmän säädökset ohjaavat kohti vähähiilisiä rakentamista. Rakennuksen hiilijalanjäljen ja -kädenjäljen arvioinnin tulee kattaa koko elinkaari, eivätkä ne saa ylittää käyttötarkoitukseluokittain määriteltyjä raja-arvoja. Uusi laki asettaa myös velvollisuuden laatia rakennukselle digitaalisesti luettavissa olevat käyttö- ja huolto-ohjeet sekä materiaaliluettelon. Lupaprosessi tulee perustumaan tietomalleihin ja rakennus- sekä toimenpidelupa tulevat korvautumaan rakentamisluvalla. (YM 2023.)

### **Kiertotalous edellyttää toimintatapojen muutosta ja osaamisen kehittämistä**

Siirtyminen kiertotalouteen vaatii laajempaa osaamisen kehittämistä sekä ymmärrystä aiheesta, jotta kaikilla olisi tarvittavat kiertotalouden edellyttämät taidot. Osaamisen kehittämisen ja uuden oppimisen kanssa käsikädessä kulkevat poisoppiminen nykyisistä kestävämmistä tavoista. Tämä vaatii puolestaan asennemuutosta. Ammattitaidon päivittämistä tullaan tarvitsemaan koko rakentamisen arvoketjussa. Sitra on rahoittanut noin neljällä miljoonalla eurolla kiertotalouskoulutuksen kehittämistä eri koulutusasteilla Suomessa. Kehityksessä on ollut mukana yli 50 oppilaitosta, koulutusorganisaatiota sekä yritystä. Modulaarisuus, kierrätettävyys ja energiatehokkaiden rakennusten suunnittelu, materiaali tuntemus sekä innovaatio osaaminen ovat kiertotalouden osaamisessa tarvittavia taitoja. Uudenlaisien innovaatioiden käyttöönotto ja omaksuminen edellyttävät niin rakennetun ympäristön ammattilaisten kuin myös käyttäjien toimintatapojen muutosta. Hankintamenettelyitä ja -kriteereitä tulisi kehittää, jotta muutosta kohti kiertotaloutta voidaan kehittää. Avainasemassa ovat tilaajat, jotka määrittelevät rakentamisen käyttötarpeet. Julkisilla hankinnoilla on merkittävä vaikutus muutoksen edistämisessä. (GBCF 2018; Sitra 2018.)

Kiertotalous tulee muuttamaan työelämää synnyttämällä uusia työpaikkoja, muuttaen vanhoja sekä poistamaan osan olemassa olevista toimenkuvista. Kiertotalous tulee asettamaan uudenlaisia vaatimuksia myös koulutukselle. Kestäväkehitys on sisällytetty opetus-suunnitelmiin jo vuosia, mutta tulevaisuudessa sen merkitys tulee korostumaan. Euroopan unionin alueella on odotettavissa alueellisia eroja siirryttäessä kiertotalouteen. Tähän vaikuttavat erot koulutustasoissa, investoinnin määrä tutkimukseen ja kehitykseen sekä sosio-ekonominen rakenne. (Sitra 2021.)

## 5 Kiertotalous periaatteella rakentaminen

### 5.1 Kiertotaloudesta liiketoimintamalli

Rakennuksiin kohdistuu ennen näkemättömiä paineita, kun kysyntä muuttuu nopeammin kuin rakennuksen tekninen käyttöikä. Kaupungeissa väestön osuus kasvaa, jonka vuoksi tarvitaan kestävämpää rakentamista. Esimerkiksi pääkaupunkiseudulla on merkittävä pula asunnoista, kun samaan aikaan toimistotiloja on tyhjiillään 12 %. Rakennuksilta vaaditaan nykyään enemmän joustavuutta, sopeutumiskykyä sekä resilienssiä pystyäkseen vastaamaan käyttäjien nopeasti muuttuviin tarpeisiin. (ROTI 2021.) Rakentamisessa on valitettavan paljon esimerkkejä lyhytnäköisyydestä, kun on rakennettu ja ajateltu, että rakennukselle on käyttöä pitkälle tulevaisuuteen. Tilanne onkin muuttunut jo muutamassa vuodessa nopeasti ja rakennus jää tarpeettomaksi. Tämä on varsin yleistä liikekiinteistöille, kun suunniteltu liiketoiminta ei toteudukaan halutulla tavalla. (Myyryläinen 2019.)

Varkka Oy vastaa edellä mainittuun haasteeseen rakentamalla muuntojoustavia kiertokiinteistöjä. Varkka Oy:n kiertotalousmallissa rakennuksille määritellään suunnitteluvaiheessa useampi käyttötarkoitus, maksimoiden rakennuksen käyttöasteen ilman suurempaa korjausrakentamista. Samalla vähennetään myös uuden rakennettavan pinta-alan tarvetta. Käyttötarkoitus on vaihdettavissa vaivattomasti ja kustannustehokkaasti. Tämä mahdollistetaan, kun ensimmäisen käyttötarkoituksen rakennusvaiheessa huomioidaan seuraavan käyttötarkoituksen tarpeet, kuten talotekniikka ja paloturvallisuus. Rakennusmateriaalien valinnassa korostuvat vähähiilisyys ja kestävyys. Kiertotalous näkyy rakennuksen elinkaarren jokaisessa vaiheessa. Varkka Oy:n tavoitteena on, ettei tulevaisuuden kiinteistöjä suunnitella ja rakenneta vain yhtä käyttötarkoitusta palvelemaan. Esimerkiksi Varkka Oy:n rakentamat päiväkodit Lahden Ala-Tonttilaan sekä Espoon Pellakseen palvelevat hoivakoteina, kun varhaiskasvatustoiminnan tarve väistyy. (Varkka Oy 2023.)

Opinnäytetyössä tutustutaan Varkka Oy:n rakentamaan Kariston monitoimitaloon. Kohde sijaitsee Lahden Karistossa ja on valmistunut vuoden 2020 marraskuussa. Rakennus palvelee ensimmäisenä käyttötarkoituksenaan Kariston koulun sekä Lahden seurakunnan käyttäjiä. Monitoimitaloa pyritään käyttämään resurssitehokkaasti, järjestämällä tiloissa toimintaa päivittäin aamusta iltaan. Seuraavana käyttötarkoituksenaan rakennus tulee toimimaan asuinrivitalona. Rakennus on muunnettavissa helposti 16 asuinhuoneistoksi. (Varkka Oy 2023.)



Kuva 7. Kariston monitoimitalon julkisivu (Varkka Oy 2020)

## 5.2 Yksi rakennus, useampi käyttötarkoitus

Muuntojoustavuus määritellään kyvyksi muuttaa tai muokata tila palvelemaan tiettyä käyttötarkoitusta. Muunneltavuus on lähellä monikäyttöisyyttä, mutta muunneltavuudella varaudutaan erityisesti rakennuksen käyttötarkoituksen muutokseen, ei pelkästään tilojen monipuoliseen käyttöön. Termillä resilienssi taas kuvataan kykyä muuntautua tulevaisuuden tarpeisiin, vähentäen kustannuksia sekä jätteiden syntyä. Muutoksen huomioon ottamisesta tulisi luoda perusta suunnittelulle, sillä tulevaisuudessa rakennetun ympäristön tarpeet ja vaatimukset muuttuvat nopeasti. (Ala-Kotila & Häkkinen 2019.)

Muuntojoustavuuden myötä pohjaratkaisulle syntyy vaatimuksia. Suunnittelussa keskeistä on rakennesuunnittelu, jossa erityisesti kantavien rakenteiden tulee sallia muuntuvat sisätilaratkaisut. Rakenteellisesta näkökulmasta muunneltavuuden kannalta edullisia vaihtoehtoja ovat pitkät jännevälit sekä pilarirakenteet. (Ala-Kotila 2019.) Perinteisen suunnittelun lisäksi muuntojoustavassa rakennuksessa erityishuomiota on kiinnitettävä ikkunoiden sijoitteluun, kevyiden väliseinien rakenteeseen, siirrettävyyteen sekä helppoon purettavuuteen. Ääneneristystasot, tilakohtaiset lämpötilan sekä ilmanvaihdon säätömahdollisuudet ovat myös huomioitava. (Ala-Kotila & Häkkinen 2019.) Rakennuksen muuntojousto voidaan vaikuttaa kaikilla suunnittelun perusvalinnoilla, kuten rakennuksen asemoinnilla, tilojen rakenteella ja pinta-alalla, tilankäytön tehokkuudella sekä talotekniikan sijoittelulla. Rakennusten resurssituhlauksen vähentämisessä keskeinen tekijä on todellisten käyttöasteiden kohottaminen sekä pidemmän käyttöiän takaaminen. Tavoitellessa maksimaalista käyttöastetta, on tiedettävä käyttäjät sekä tulevat käyttötarkoitukset. (Ala-Kotila 2019.)

Lahden Karisto on alueena jatkuvasti kehittyvä asuinalue, joka on kasvanut vuodesta 2004 vajaassa 20 vuodessa 2850 asukkaan puukaupunkikyläksi. Alue on erityisesti lapsiperheiden suosiossa. Kariston tiiveys perustuu alkuvaiheen Moderni puukaupunki -malliin, jonka

ajateltiin olevan perusta pienkaupunkimaiselle yhteisöllisyydelle. Karisto tunnetaan yhteisöllisyydestään sekä tiivistä kaavoituksesta. Kaavoituksen tavoitteena on säilyttää alue pientalovaltaisena myös tulevaisuudessa. (Airas 2020.)

Kariston monitoimitalon suunnitteluvaiheessa arvioitiin alueen tulevaisuuden tilatarpeita sekä alueen ikäjakaumaa seuraavan kymmenen vuoden kuluttua. Tällä hetkellä Kariston alueella on suuri tarve koulu- ja varhaiskasvatustiloille, koska alueella eletään niin sanotusti ruuhkavuosia, mutta tarpeen arvioidaan muuttuvan lähitulevaisuudessa. Syntyvyyden laskeminen on ollut käynnissä viimeisen vuosi kymmenen. Vuonna 2018 Suomessa oli 20 % vähemmän lapsia kuin vuonna 2010. Syntyvyyden lasku on noussut keskeiseksi yhteiskunnalliseksi kysymykseksi Suomessa. (Murto 2019.) Väestönkasvunennusteen mukaan lähitulevaisuudessa väestölliset haasteet tulevat johtumaan ikärakenteen muutoksista, sillä alle 15-vuotiaiden sekä 15–64-vuotiaiden määrän odotetaan laskevan. Kun taas yli 65-vuotiaiden määrän ennustetaan kasvavan. (Aro, Aro, Honkala, Huttula, Mäkelä 2020.) Tarvearviointivaiheessa vahvistui ajatus siitä, että lähitulevaisuudessa kiinteistössä ei ole tarvetta koulutoiminnalle, kun alueen ala-asteikäinen väestö kasvaa. Monitoimitalon teknisen käyttötietä ollessa 50 vuotta, ja kun ensimmäisen käyttötarpeen keskimääräisen tarveajan arvioitiin olevan 10–15 vuotta, maksimoitiin rakennuksen käyttöaste suunnittelemalla sille myös toinen käyttötarkoitus. (Varkka Oy 2023.)

Kohteen tarvearviointia ohjasi ensimmäinen käyttötarve. Tilat suunniteltiin palvelemaan koulun ja seurakunnan käyttäjiä. Ensimmäisen käyttötarpeen jälkeen suunnittelussa huomio keskitettiin tulevaisuuteen ja sen eri skenaarioihin alueen tilatarpeista. Arvioitiin milloin tiloja vuonna 2030 tarvitaan sekä ketkä tiloja tulisivat käyttämään. Lopulta asuminen nousi ylivoimaisena käyttötarkoitustarpeena muiden edelle ja tilat päädyttiin hyödyntämään seuraavaksi 42–98 neliön rivitaloasuntoina. (Varkka 2023.) Kuvassa 8 Kariston monitoimitalo on kuvattuna ilmasta käsin.



Kuva 8. (Varkka Oy 2021)

Ympäristö asetti suurimmat vaatimukset monitoimitalon julkisivulle, sillä sen haluttiin sulautuvan Kariston puutalo miljööseen (Kuva 9). Koulujen ja päiväkotien julkisivuissa on totuttu arkkitehtuurisesti huomiota herättäviin ratkaisuihin, mutta monitoimitalon kohdalla päädyttiin maltilliseen rivitaloille ominaiseen ilmeeseen ja materiaaliksi valikoitui puu. Puu on uusiutuva luonnonvara, jonka käyttäminen vähentää rakentamisen hiilidioksidipäästöjä tukien samalla kotimaista työllistymistä (Metsäteollisuus 2021). Monitoimitalon piha-alue aidattiin ja varustettiin ensimmäisen käyttötarkoituksen tarpeiden mukaisesti. Aita-elementit voidaan hyödyntää myöhemmin myös asuinrivitalon kohdalla. (Varkka 2023.)

Projektin luonne oli monelle suunnittelijalle sekä urakoitsijalle uusi, joten suunnittelunohjaus korostui hankkeen aikana. Rakennuspiirustukset laadittiin kohteen molemmille käyttötarkoituksille. Seuraava käyttötarkoitus huomioitiin rakentamisvaiheessa mahdollisimman pitkälle. Rakenteisiin huomioitiin rakennusvaiheessa seuraavan käyttötarkoituksen LVIS-talotekniikka niin, että osa tekniikasta on käytössä jo monitoimitalossa ja osa odottaa käyttöönottoa varauksina rakenteissa. Rakennuksen yläpohjassa on esimerkiksi valmiina rivitaloasuntojen sähkökaapelivaraukset. Ilmanvaihtojärjestelmä on rakennettu niin, ettei sille tarvitse tehdä merkittäviä muutoksia. Yksi ilmanvaihtokone tulee muutostyön aikana vaihtaa asuntilan ilmanvaihtoon soveltuvaksi. Muutostyö käyttötarkoituksesta toiseen on toteutettavissa vaivattomasti ja sen tueksi Varkka Oy on luonut digitaalisessa muodossa olevan muutostyöoppaan. Muutostyöoppaassa rakennus on jaettu rakenteelliseen ja taloteknisiin osioihin. Jokaisen osion kohdalla ohjeistetaan, millä toimenpiteillä käyttötarkoituksen muutos toteutetaan. (Varkka 2023.)



Kuva 9. (Varkka Oy 2021)

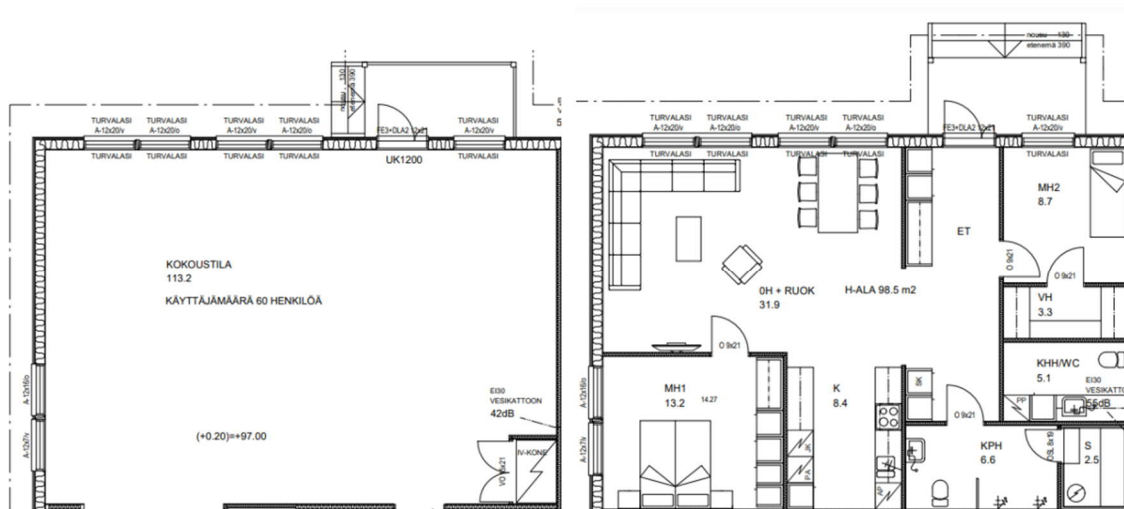
### 5.3 Käyttötarkoituksen muutos

Kariston monitoimitalossa runko on toteutettu pitkillä jänneväleillä. Ensimmäisessä käyttötarkoituksessaan tilat ovat pitkälti yhtenäisiä kokonaisuuksia, joka mahdollistaa tilojen joustavan muunnettavuuden. Lähtökohtaisesti avoimessa tilassa ei tarvitse purkaa seinärakenteita, vaan riittää kun rakennetaan tarvittavat väliseinät. Purkutöiltä ei välttyä, mutta ne on pyritty minimoimaan. Lähtökohtana muuntojoustavassa rakennuksessa pidetään, että merkittävä purkujätteen määrä on suunnitteluvirhe. Purettavat materiaalit koostuvat kalusteista ja lattioiden pintarakenteista. Kestävät ja lyhytikäiset materiaalit ovat pyritty erottamaan toisistaan niin, että niiden purettavuus ja kierrätettävyyden helpottuvat. Rakennuksen ja siinä käytettyjen materiaalien tiedonhallinta on tärkeää purettavuuden ja kierrätettävyyden kannalta. (Ala-Kotila 2019; Varkka 2023.)

Ympäristöministeriön asetuksen rakennusten paloturvallisuudesta 848/2017 mukaan rakennus on jaettava palo-osastoihin, jotta rajoitetaan palon ja savun leviämistä, turvataan poistuminen rakennuksesta sekä helpotetaan pelastus- ja sammutustoimia. Asetuksessa on määritelty vaatimuksen palo-osastoinnille rakennuksen pinta-alan, käyttötarkoituksen ja kerroksisuuden perusteella. Monitoimitalo toimii ensimmäisenä käyttötarkoituksenaan asetuksen määritelmän mukaan kokoontumis- ja liiketilana sekä työpaikkatilana, ja seuraavana käyttötarkoituksenaan asuinrakennuksena. Asuinrakennuksissa palo-osastointi tulee

toteuttaa huoneistoittain, kun taas kokoontumis- ja liiketiloissa palo-osastointi määritellään kerrosten ja pinta-alan perusteella. Kariston monitoimitalossa rivitalo asuntojen palo-osastointi on huomioitu jo rakennusvaiheessa, huoneistokohtaiset palo-osastoinnit ovat pitkälti valmiina. Käyttötarkoituksen muutostyön aikana palo-osastointi tulee vain täydentää jaettaessa opetustilat huoneistoiksi. Opetustilojen välillä on tällä hetkellä oviaukkoja, joista osa ummistetaan huoneistojen välisiksi paloseiniksi. Kuvassa 10 on nähtävissä, miten monitoimitalon 60 hengen kokoustila muuttuu 98,5 m<sup>2</sup> saunalliseksi asuinhuoneistoksi. (Varkka 2023.)

Seuraavan käyttötarkoituksen lämpö-, vesi- ja viemärijärjestelmät ovat huomioitu pitkälle rakenteissa jo ensimmäisen käyttötarkoituksen rakennusvaiheessa. Rakenteissa on viemäri- ja lattiakaivot asennettuina asuntojen tarpeiden mukaisesti. Esimerkiksi wc-istuimien viemäröinnit ovat lattiapintojen alla varauksina. Osa monitoimitalon lattiakaivoista ja wc-istuimista jää pois käytöstä asuntojen käyttöönoton muutostyössä. Nämä tulpataan ja jätetään varauksiksi rakenteisiin. Vastaavasti rakenteissa valmiina olevat varaukset otetaan esiin ja saatetaan käyttöön muutostyön aikana. (Varkka 2023.)



Kuva 10. Kokoustilan muutos asuinhuoneistoksi (Varkka Oy 2023)

Kokoustilasta asuinhuoneistoksi suoritettavassa muutostyössä lisätään kevyitä väliseiniä sekä väliovia, joiden sijainnit ovat määritelty valmiissa mittapiirroksissa. Tarvittavat pinnat, kuten lattiamateriaalit uusitaan ja märkätiloihin tehdään vedeneristykset sekä tilat kalustetaan. Ilmanvaihdon osalta asuinkäyttöön ylimääräiset tulo- ja poistoventtiilit tulpataan sekä ilmamäärät säädetään tilojen käyttötarkoituksen mukaisiksi. Varkka Oy:n liikesalaisuuden vuoksi opinnäytetyössä ei tuoda ilmi yksityiskohtaisempia tietoja rakennuksen muuntojous- tavista ratkaisuista. (Varkka 2023.)

## 6 Yhteenveto ja pohdinta

Suomalainen tiedeyhteisö on luonut yhteistyössä tutkimuseettisen neuvottelukunnan (TENK) kanssa tutkimuseettisen ohjeen hyvästä tieteellisestä käytännöstä. Ohjeen tarkoituksena on edesauttaa hyvää tieteellistä käytäntöä ja samanaikaisesti varmistaa, että loukausepäilyihin puututaan nopeasti asianmukaisella tavalla. (TENK 2023.)

Opinnäytetyö on laadittu noudattaen rehellisyyttä ja huolellisuutta tiedonhankinnassa. Tiedonhankinta työhön on tehty eettisesti kestäviä tiedonhankintamenetelmiä käyttäen, hyödyntäen luotettavia ja ajankohtaisimpia lähteitä. Opinnäytetyötä varten suoritettut haastattelut eivät olleet ennalta strukturoituja vaan luonteeltaan avoimia yksilöhaastatteluita, jotka suoritettiin Teams-sovelluksen välityksellä. Haastatteluissa keskustelu eteni kiertotalouden ympärillä avoimesti. Haastattelut nauhoitettiin haastateltavien luvalla. Heille kerrottiin mihin haastattelua tullaan käyttämään, miten nauhoite säilytetään sekä hävitetään käytön jälkeen. Työssä on kunnioitettu muiden aiheen ympärillä työskennelleiden tutkijoiden työtä ja heidän töihinsä on viitattu asianmukaisella tavalla.

Rakennettu ympäristö on avainasemassa kiertotalouden toteuttamisessa tulevaisuudessa. Sen sijaan että keskitytään yksittäisten rakennusten elinkaareen, voisi kiertotalouden ottaa tavoitteeksi kokonaisia alueita suunniteltaessa. Selvää kuitenkin on, että kiertotaloudesta on tulossa uusi toimintamalli, joka vaatii laaja-alaista yhteistyötä ja toimintatapojen muutosta, jotta kestävä kehitys tavoitteet saavutetaan. Mari Pantsar toteaa ympäristöministeriölle tekemässään selvityksessä *Elinkeinoelämä ja luonnonmonimuotoisuus* (2023), Suomen olevan hyvässä asemassa valtavirtaistamassa kiertotalouden toimintamalleja, sillä Suomessa on lähdetty skaalaamaan kiertotalouden liiketoimintamalleja sekä kartoittamaan tarvittavia ohjauskeinoja. Olemme kuitenkin vasta alussa kiertotalouden edistämisessä. Tarvitaan laaja-alaista järjestelmämuutosta, sillä merkittävä osa teollisuuden perustasta on luotu ja ylläpidetään lineaarisen talousmallin mukaisesti. Tarvitaan ohjauskeinoja, joiden avulla luonnon varojen käyttöä vähennetään. Lainsäädäntö on tärkeässä roolissa tässä, sillä yritysten ja vapaaehtoisten toiminnalla muutokset eivät tapahdu riittävän nopeasti. Pantsarin selvityksessä käy ilmi, että kiertotalouden vauhdittaminen saa kannatusta eri yritys- ja puoluekentän toimijoilta.

Kiertotalous tulee muuttamaan rakennusalaan, luoden uudenlaisia työpaikkoja ja muuttaen vanhoja. Sen myötä syntyy myös tarve uudenlaisille palveluille, jotka liittyvät rakennusten ylläpitoon, huoltoon ja korjaukseen, sillä kiinnostus rakennusten käyttöä pidentämiseen, arvon säilyttämiseen, materiaali- ja energiatehokkuuteen ovat lisääntyneet. Mikäli modulaarisuus lisääntyy rakentamisessa, rakennustyö voisi siirtyä vielä enemmän tehtaille. (Sitra 2021) Tulevaisuuden rakentamisessa tavoite on, ettei tarvittaisi kestävä kehityksen

johtajia tai ympäristövastaavia, vaan kiertotaloudesta tulisi osa jokaisen rakennusalan toimijan ammatillisuutta. Kiertotalous näkyisi päivittäisessä päätöksen teossa ja työn laadussa. (Karhu & Pajunen 2021.)

Kiertotalouteen siirtymisen edessä on haasteita, jotka on ylitettävä ennen kuin kiertotaloudesta tulee vallitseva toimintapa. Haasteita on sääntelyssä, nykyinen lainsäädäntö ja säädökset ovat melko jäykkiä, mutta niiden muutostyö on aloitettu. (Haaspuro a.) EU tasolla säädökset ovat jäsenmaiden välillä hyvin erilaiset, esimerkiksi puurakentamisen suhteen, jonka vuoksi liiketoimintamallit eivät skaalaudu, eikä niitä pystytä monistamaan (Skinnari 2023). Kiertotalouden asiantuntijuutta ja osaamista tarvitaan lisää, joka hidastaa omalta osaltaan kiertotalouteen siirtymistä. Taloudellisesta näkökulmasta katsottuna kiertotalousratkaisujen kannattavuus epäilyttää monia. (Haaspuro a.) Vaikka ympäristökysymykset koetaan tärkeiksi, on toimijoita, joiden liikkeelle panon määrittelevät viime kädessä taloudellinen kannattavuus ja pakottavuus. Kiertotalouden edistäminen vaatii mielestäni niin kannusteita kuin pakotteita, mutta ennen kaikkea näen yritysten yhteistyön tärkeäksi tekijäksi. Kiertotalous menetelmällä toimijat ovat edelläkävijöitä ja suunnannäyttäjiä. Hughesin ym. mukaan (2021) edelläkävijöiden työssä korostuvan tällä hetkellä avoimuus ja konkreettisen tiedon tuottaminen sekä kattavan näytön osoittaminen, niin asiakkaille kuin sijoittajille. Heille tulee kyetä osoittamaan kiertotalouden hyödyt. World Economic Forum (WEF) mukaan uudet yritykset, jotka tähtäävät voittojen lisäksi myös sosiaaliseen kannattavuuteen, on hieman yli 40 % suurempi todennäköisyys lyödä itsensä läpi markkinoilla, kuin perinteisellä voittoa tavoittelevalla alkavalla yrityksellä. Menestystekijöinä nähdään ekologisuus sekä sosiaalinen kestävyys. Oli toiminnan liikkeelle panevana tekijänä sitten kestävä kehitys tai liiketoimintamahdollisuudet, kiertotalous on välttämätöntä ja suunta kohti sitä on otettu.

## Lähteet

Airas, P. 2020. Karisto laajenee. Lahden kaupunki. Viitattu: 19.2.2023 Saatavissa:

<https://www.lahti.fi/blogi/karisto-laajenee/>

Ala-Kotila, P. 2019. Muuntojoustavuudella kohti kestäväää rakentamista. Rakennustekniikka. Viitattu 25.2.2023 Saatavissa: <https://www.ril.fi/fi/rakennustekniikka/teemat/muuntojoustavuudella-kohti-kestavaa-rakentamista.html>

Ala-Kotila & P. Häkkinen, T. 2019. Monikäyttöisyys ja muunneltavuus kestävässä rakentamisessa. VTT. Viitattu 24.2.2023. Saatavissa: <https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/technology/2019/T363.pdf>

Bionova Oy. 2017. tiekartta rakennuksen elinkaaren hiilijalanjäljen huomioimiseksi rakentamisen ohjauksessa. Viitattu 4.3.2023 Saatavissa:

[https://ym.fi/documents/1410903/38439968/Tiekartta-rakennuksen-elinkaaren-hiilijalanjaljen-huomioonottamiseksi-rakentamisen-ohjauksessa-4B3172BC\\_4F20\\_43AB\\_AA62\\_A09DA890AE6D-129197.pdf/1f3642e1-5d58-8265-40c1-337deeab782d/Tiekartta-rakennuksen-elinkaaren-hiilijalanjaljen-huomioonottamiseksi-rakentamisen-ohjauksessa-4B3172BC\\_4F20\\_43AB\\_AA62\\_A09DA890AE6D-129197.pdf?t=1603260760602](https://ym.fi/documents/1410903/38439968/Tiekartta-rakennuksen-elinkaaren-hiilijalanjaljen-huomioonottamiseksi-rakentamisen-ohjauksessa-4B3172BC_4F20_43AB_AA62_A09DA890AE6D-129197.pdf/1f3642e1-5d58-8265-40c1-337deeab782d/Tiekartta-rakennuksen-elinkaaren-hiilijalanjaljen-huomioonottamiseksi-rakentamisen-ohjauksessa-4B3172BC_4F20_43AB_AA62_A09DA890AE6D-129197.pdf?t=1603260760602)

Eskonen, H. 2021. Ilmaston lämpenemisen kriittiset hetket. Yle. Viitattu 18.3.2023.

Saatavissa: <https://yle.fi/a/3-12113578>

Euro, K. 2019. Rakennuksen elinkaari saatava pidemmäksi. Tikkanen, T (toim.) Viitattu 26.2.2023 Saatavissa: <https://www.rakennamme.fi/rakennuttaminen/rakennusten-elinkaari-saatava-pidemmaksi/>

Gervasio, H & Dimova, S. 2018. Model for Life Cycle Assessment (LCA) of buildings. Viitattu 26.2.2023 Saatavissa: [file:///C:/Users/LauraTikkanen/Downloads/report\\_d1\\_online\\_final.pdf](file:///C:/Users/LauraTikkanen/Downloads/report_d1_online_final.pdf)

Green Building Council Finland. s.a. Näin suunnittelet kiertotalousrakennuksen. Viitattu: 15.2.2023 Saatavissa: <https://figbc.fi/wp-content/uploads/sites/4/2021/03/figbc-ktk-08-uusi-rakennus.pdf>

Haaspuro, T. a. Rakentamisen kiertotalouden haasteita. HSY. Viitattu 15.2.2023 Saatavissa: <https://www.hsy.fi/ilmanlaatu-ja-ilmasto/rakentamisen-kiertotalouden-haasteet/>

Hakaste, H. 2019. Kiertotalous rakentamisen ohjauksessa. Ympäristöministeriö. Viitattu 24.2.2023 Saatavissa: <https://web.novia.fi/assets/CE-wood/190509/Hakaste190509-Kiertotalous-rakentamisen-ohjauksessa.pdf>

Hanski, J. Räikkönen, M. Vatanen, S. 2021. Integroidun elinkaariarvioinnin (LCA) ja elinjakso-kustannuslaskennan (LCC) hyödyntäminen kiertotalouden suunnittelussa. Viitattu 26.2.2023. Saatavissa: <https://www.vttresearch.com/fi/uutiset-ja-tarinat/integroidun-elin-kaariarvioinnin-lca-ja-elinjaksokustannuslaskennan-lcc>

Hughes, M. Kohonen, R. 2021. Mikä yhdistää menestyviä kiertotalousratkaisuja? Sitra. Viitattu 5.3.2023 Saatavissa: <https://www.sitra.fi/artikkelit/mika-yhdistaa-menestyvia-kierto-talousratkaisuja/>

Karhu, J. Pajunen, N. 2021. Reittejä hiilineutraaliin kiertotalousyhteiskuntaan. Kiertotalous rakennetussa ympäristössä. Huttunen, E. (toim.) Viitattu 4.3.2023

Kiertotalous Sprintti. Green Building Council Finland. Sitra. 2018. Näin rakennamme kiertotaloutta. Green Building Council Finland (toim.) Viitattu 22.2.2023 Saatavissa: [https://figbc.fi/wp-content/uploads/sites/4/2018/05/GBC\\_Kiertotalous-KIRA-alalla-7tavoi-tetta-210518.pdf](https://figbc.fi/wp-content/uploads/sites/4/2018/05/GBC_Kiertotalous-KIRA-alalla-7tavoi-tetta-210518.pdf)

Lehto, A. Suomela, M. 2021. Kiertotalous ja kiertotalouden mukainen suunnittelu rakennus-alalla. INARO. Viitattu 27.2.2023 Saatavissa: [https://yrjojahanna.fi/wp-content/uploads/2023/01/Kiertotalous-ja-kiertotalouden-mukainen-suunnittelu-rakennusalalla-INARO-raportti-1\\_2021-.pdf](https://yrjojahanna.fi/wp-content/uploads/2023/01/Kiertotalous-ja-kiertotalouden-mukainen-suunnittelu-rakennusalalla-INARO-raportti-1_2021-.pdf)

Lehtonen, K. 2021. Purkuhankkeen toteutus kiertotaloutta tukien. Kiertotalous rakenne-tussa ympäristössä. Huttunen, E. (toim.) Viitattu 17.2.2023

Leskelä, J. 2021. Onko uudelleen käytettävä rakennustuote kelvollinen? Rakennuslehti. Viitattu 15.2.2023 Saatavissa: <https://www.rakennuslehti.fi/blogit/onko-uudelleenkaytettava-rakennustuote-kelvollinen/>

Metsäteollisuus. 2021. Puu on oivallinen rakennusmateriaali. Artikkelit. Viitattu 5.3.2023 Saatavissa: <https://www.metsateollisuus.fi/uutishuone/puu-on-oivallinen-rakennusmateriaali>

Murto, R. 2019. Uuden hallituksen suurin haaste on syntyvyys- ”Mitä korkeampi koulutus, sitä todennäköisemmin henkilöllä on lapsia.” Viitattu 10.2.2023 Saatavissa: <https://www.kaleva.fi/uuden-hallituksen-suurin-haaste-on-syntyvyys-mita/1716396>

Ngwepe, L. Aigbavboa, C. 2015. A theoretical review of building life cycle stages and their related environmental impacts. University of Johannesburg. Viitattu 4.3.2023. Saatavissa: <https://core.ac.uk/download/pdf/54198925.pdf>

Nousiainen, M. 2019. Rakentamisen ympäristövaikutukset. Green Building Council Finland. Viitattu 12.2.2023 Saatavissa: <https://www.eduskunta.fi/FI/vaski/JulkaisuMetatieto/Documents/EDK-2019-AK-267112.pdf>

Opetushallitus. 2020. Rakennusalan ja talotekniikan perustutkinnoissa kiertotalousajattelu vahvistuu. Viitattu 11.2.2023. Saatavissa: <https://www.oph.fi/fi/uutiset/2020/rakennusalan-ja-talotekniikan-perustutkinnoissa-kiertotalousajattelu-vahvistuu>

Pantsar, M. 2023. Elinkeinoelämä ja luonnon monimuotoisuus. Ympäristöministeriö. Viitattu 4.3.2023. Saatavissa: [https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/164665/YM\\_2023\\_6.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/164665/YM_2023_6.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Rakennusteollisuus. s.a. Viitattu 1.3.2023. Saatavissa: <https://www.rt.fi/Tietoa-alasta/Ilmasto-ymparisto-ja-energia/Kestava-rakentaminen/Rakennuksen-elinkaari/>

Rakennusteollisuus. s.a. Kestävän rakentamisen standardit luovat yhdenmukaiset pelisäännöt. Viitattu 5.3.2023. Saatavissa: <https://www.rt.fi/Tietoa-alasta/Ilmasto-ymparisto-ja-energia/Rakentaminen-ja-vaaralliset-aineet/CENCT-350-Kestava-rakentaminen/>

Rakennetun omaisuuden tila. 2021. Kestävä rakennettu ympäristö on edellytys elinvoimaiselle yhteiskunnalle ja hyvälle arjelle. Viitattu 22.3.2023 Saatavissa [https://www.ril.fi/media/2021/vaikuttaminen/roti2021\\_low.pdf](https://www.ril.fi/media/2021/vaikuttaminen/roti2021_low.pdf)

Sitra. 2020. Mille väestölle? Viitattu 26.2.2023 Saatavissa: <https://www.sitra.fi/app/uploads/2020/06/mille-vaestolle.pdf>

Sitra. 2021. Kiertotalouden vaikutukset työhön ja osaamiseen. Viitattu 4.3.2023 Saatavissa: <https://www.sitra.fi/app/uploads/2021/03/sitra-kiertotalouden-vaikutukset-tyohon-ja-osamiseen-v3.pdf>

Somersalmi, M. 2021. Miten kiertotalous muuttaa kiinteistön omistamista? Kiertotalous rakennetussa ympäristössä. Huttunen, E. (toim.) Viitattu 1.3.2023

Suomen ympäristöopisto SYKLI. s.a. Rakentamisen ympäristövaikutukset. Viitattu: 15.2.2023 Saatavissa: <https://www.ymparistoosaava.fi/rakennusala/index.php?k=22800>

Tiilikainen, K. 2019. Kohti vähähiilistä rakentamista. Ympäristöministeriö. Viitattu 5.3.2023. Saatavissa: [https://www.rt.fi/globalassets/toimialat/tuoteteollisuus/rm-jaosto/tiilikainen\\_20190130.pdf](https://www.rt.fi/globalassets/toimialat/tuoteteollisuus/rm-jaosto/tiilikainen_20190130.pdf)

Tutkimuseettinen neuvottelukunta (TENK). 2023. Hyvä tieteellinen käytäntö (HTK). Viitattu 5.3.2023 Saatavissa: <https://tenk.fi/fi/tiedevilppi/hyva-tieteellinen-kaytanto-htk>

Työ- ja elinkeinoministeriö. 2019. Vähähiiliset tiekartat 2035. Viitattu 21.2.2023 Saatavissa: <https://tem.fi/tiekartat>

United Nation Environment Programme. 2022. The Closing Window. Emission Gap Report 2022. Viitattu 13.2.2023 Saatavissa: [file:///C:/Users/LauraTikkanen/Downloads/EGR2022%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/LauraTikkanen/Downloads/EGR2022%20(1).pdf)

Ympäristöministeriön asetus rakennuksen paloturvallisuudesta. 848/2017. Viitattu 24.2.2023 Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170848#Lidm45053757547760>

Ympäristöministeriö. 2023. Eduskunta hyväksyi rakentamisen päästöjä pienentävät ja digitalisaatiota edistävät lait. Viitattu 19.3.2023. Saatavissa: <https://ym.fi/-/eduskunta-hyvaksyi-rakentamisen-paastoja-pienentavat-ja-digitalisaatiota-edistavat-lait>

Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu. 2019. Rakennusmateriaalien ympäristövaikutukset ja materiaalitehokkuus. Viitattu 4.3.2023. Saatavissa: <https://www.ymparisto.fi/fi-fi/rakentaminen/rakennuksen-energia-ja-ekotehokkuus/rakennusmateriaalien-ymparistovaikutukset-ja-materiaalitehokkuus>

Ympäristöministeriö. 2021. Purkaa vai korjata? Ympäristöministeriön julkaisut. Viitattu: 17.2.2023 Saatavissa: [https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/162862/YM\\_2021\\_9.pdf?sequence=4&isAllowed=y](https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/162862/YM_2021_9.pdf?sequence=4&isAllowed=y)

Ympäristöministeriö. 2022. Parempi ympäristö tuleville sukupolville. Viitattu 12.2.2023 Saatavissa: <https://ym.fi/documents/1410903/132424356/YM-strategia-2035-0509-FI.pdf/50b5e9e7-fa3a-bce5-7559-d59fe840291d/YM-strategia-2035-0509-FI.pdf?t=1662373012732>

Ympäristöministeriö. 2023. Pariisin ilmast sopimus. Viitattu 22.2.2023. Saatavissa: <https://ym.fi/pariisin-ilmastosopimus>

Ympäristöministeriö. 2022. 80 toimijaa alkaa tavoitella kiertotalouden edelläkävijyyttä. Viitattu 25.2.2023. Saatavissa: <https://ym.fi/-/lahes-80-toimijaa-alkaa-tavoitella-kiertotalouden-edellakavijyytta>

Ympäristöministeriö. 2023. Vähähiilinen rakentaminen. Viitattu: 5.2.2023 Saatavissa: <https://ym.fi/vahahiilinen-rakentaminen>

## Haastattelut

Skinnari, V. 2023. Kehitys- ja ulkomaankauppaministeri. Valtioneuvosto. Haastattelu 2.2.2023

Mikkonen, J. 2023. Yhteiskuntasuhdejohtaja. Lassila & Tikanoja Oyj. Haastattelu 7.2.2023

Varkka, J. 2023. Toimitusjohtaja. Varkka Oy. Haastattelu. 19.2.2023.







