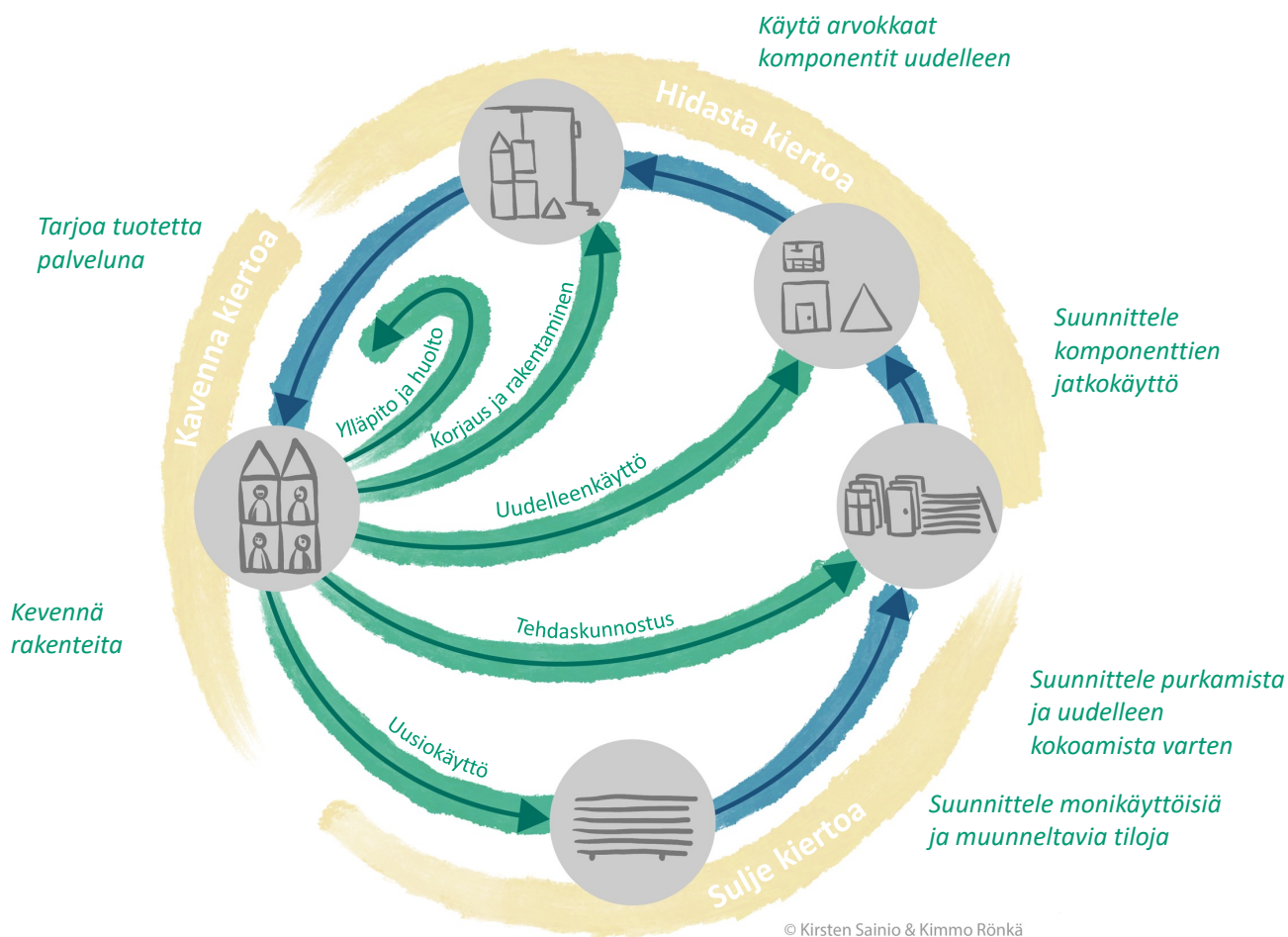


Sata tarinaa kiertotaloudesta

Kiertotalouden mukainen rakentaminen ja eläminen Jätkäsaaren Kiertotalouskorttelissa

Kierrätyspohjaiset puutuotteet ja -rakenteet Jätkäsaaren Kiertotalouskorttelissa. Osaraportti 7.



Kimmo Rönkä
Yrjö ja Hanna -säätio

SISÄLLYSLUETTELO

Alkusanat

Tiivistelmä

Abstract

1. Johdanto

- 1.1 Miksi siirtyminen kiertotalouteen on välttämätöntä?
- 1.2 Jätkäsaaren Kiertotalouskortteli kiertotalouden pilottina
- 1.3 Kierrätyspohjaiset puutuotteet ja rakenteet Jätkäsaaren kiertotalouskorttelissa -kehityshanka

2. Kiertotalous - uusi kestävämpi talousmalli

- 2.1 Kiertotalouden alkuvaiheet
- 2.2 Kiertotalouden edistäminen Suomessa
- 2.3 Kiertotalous innovatiivisena ekosysteeminä
- 2.4 Kiertotalouden uudet liiketoimintamallit
- 2.5 Kaupunki palveluna – City as a service

3. Kiertotalous suunnittelussa ja rakentamisessa

- 3.1 Kiertotalouden vaikutus suunnitteluun
- 3.3 Kiertotalouden toimijoiden keskinäisriippuvuus
- 3.3 Kiertotalousstrategioita

4. Kierrätyspohjaiset puutuotteet ja -rakenteet Jätkäsaaren Kiertotalouskorttelissa

- 4.1 Kiertotalous ja kiertotalouden mukainen suunnittelu rakennusalalla (raportti 1)
- 4.2 Kiertotalouden mahdollisuudet puurakentamisessa, kansainvälisiä esimerkkiratkaisuja (raportti 2)
- 4.3 Industrial timber construction in marine conditions (raportti 3)
- 4.4 Circular economy during construction. Study on the use of recycled materials in buildings and interiors in the UK (raportti 4)
- 4.5 Kiertotalous ja tuotehyväksyntä. Uudelleenkäytettävät lasijärjestelmät ja kierrätettävä puumateriaali (raportti 5)
- 4.6 Kiertotalouden mahdollisuuden puurakentamisessa (raportti 6)
- 4.7 Kiertotalouden pohjoismainen opintomatka (matkaraportti)

5. Pilottina Jätkäsaaren kiertotalouskortteli

- 5.1 Jätkäsaaren Kiertotalouskorttelin asemakaavalliset lähtökohdat
- 5.2 Kiertotalouden mukaisen yhteisöllisen kerrostalokorttelin konsepti
- 5.3 Tilallinen ja toiminnallinen toteutuskonsepti

6. Kiertotalouden edistämistrategia – Sata tarinaa kiertotaloudesta

- 6.1 Lähtökohdat
- 6.2 Esimerkkejä kiertotalouden tarinoista

7. Johtopäätökset ja suositukset

- 7.1 Kiertotalouden nykytilanne Suomessa
- 7.2 Kiertotalouteen siirtymisen esteet
- 7.3 Kohti kiertotaloutta – TOP10

Lähdeluettelo

Alkusanat

Idea kiertotalouskorttelista syntyi syksyllä 2018, jolloin tapasin ekorakentamisen konkarin, britti Pete Halsallin Helsingissä. Aloimme miettiä uudenlaisen yhteisöllisen asuinkorttelin konseptia, joka olisi lisäksi tehty uusiutuvasta materiaalista, puusta. Esittelimme idean Helsingin kaupungille talvella 2019, pääsimme kehityshankeidealla mukaan Helsingin kaupungin kehittyvä kerrostalo -ohjelmaan kesällä 2019 ja lopulta saimme tontin marraskuussa 2019 Helsingin Jätkäsaarella idean käytäntöön vientiä varten. Koronavuosi 2020 mutkisti suunnittelua, ja lopulta alkuvuodesta 2021 tonttivaraus siirtyi Yrjö ja Hanna -säätiölle. Samassa siirtyi myös vuotta aikaisemmin haettu ja saatu kehitysrahoitus YM:n Kasvua ja kehitystä puusta -tukiohjelmasta.

Kierrätyspohjaiset puutuotteet ja -rakenteet Kiertotalouskorttelissa -hanke käynnistyi maaliskuussa 2021 ja päättyi marraskuussa 2022. Kehityshankkeen ensimmäinen vaihe (3–9/2021) eteni hyvin ja projektisuunnitelman mukaisesti: samalla kun korttelin tilallista arkkitehtuuria määriteltiin, työstettiin konseptitasolla kiertotalousarkkitehtuurin parhaita kansainvälisiä esimerkkejä ja luotiin uutta puurakentamisen kiertotalousarkkitehtuuria. Hankkeessa tehtiin laaja kansainvälinen kirjallisuuskatsaus puurakentamisen ja kiertotalouden ratkaisuista.

Hankkeen eteneminen hidastui loppusyksyllä 2021 epävarman markkinatilanteen takia, ja lopulta kehityshankkeessa alusta asti mukana ollut puuelementtitoimittaja ja -urakoitsija vetäytyi rakentamishankkeesta. Käytännössä korttelin arkkitehti- ja muu suunnittelu pysähtyi kokonaan. Uutta korttelin toteuttajaurakoitsijaa etsittiin, ja lopulta mukaan otettiin myös betonirakentamisen vaihtoehto.

Kehityshankkeen kannalta suunnittelun pysähtyminen johti siihen, että muutimme toteutussuunnitelmaa enemmän eri materiaaleista riippumattomamman kiertotalouden suuntaan. Tämä suunnanmuutos oli myös perusteltu sen takia, että siirtyminen ns. suorasta taloudesta kiertotalouteen edellyttää koko suunnittelu- ja rakentamisprosessin uudelleen ajattelua. Ja tämän tulee olla myös materiaaliiriippumatonta – tosin oleellista on pyrkimys materiaali kierron huomattavaan parantamiseen.

Kehityshankkeessa valmistui kuusi osaraporttia ja pohjoismaisia esimerkkejä esittelevä matkaraportti. Tämä seitsemäs osaraportti, ns. projektin loppuraportti, kokoaa osaraporttien tulokset ja myös raamittaa kiertotaloutta laajemmin.

Matka kiertotalouden mukaiseen suunnitteluun ja rakentamiseen jatkuu. Toivon, että tästä raportista on hyötyä kaikille meille, jotka tätä matkaa kuljemme.

Helsingissä 16. joulukuuta 2022

Kimmo Rönkä
Kestävän tulevaisuuden ohjelmajohtaja
Yrjö ja Hanna -säätiö

Tiivistelmä / Abstract

Kierrätyspohjaiset puutuotteet ja -rakenteet Kiertotalouskorttelissa (VN/9241/2019) käynnistyi vuoden siirtymisen jälkeen maaliskuussa 2021 ja päättyi marraskuussa 2022. Kehityshanke tuotti osaamista ja ymmärrystä Jätkäsaareen vuosina 2021–2023 suunniteltavaan ja vuosina 2024–2025 rakennettavaan Jätkäsaaren Kiertotalouskortteliin.

Hankkeessa oli mukana konsortio, jonka jäseninä olivat korttelin rakennuttajat Yrjö ja Hanna -säätiö ja NAL Asunnot Oy, kiertotalousasiantuntija Spolia Design Oy, arkkitehtitoimistot ARK-house arkkitehdit Oy ja INARO Oy sekä kansainvälisiä kartoituksia tehnyt International_haus Limited. Konsortio muodosti hankkeen ohjausryhmän, johon kuuluivat myös ympäristöministeriö ja ARA.

Kehityshankkeessa valmistui kuusi osaraporttia ja seitsemäs yhteenvetomainen loppuraportti. Kaikki raportit on julkaistu toimijoiden verkkosivuilla. Osaraportit keskittyvät kiertotalouden mukaiseen arkkitehtuuriin (osaraportit 1,2 ja 6), kansainvälisiin kokemuksiin kiertotaloudesta ja puurakentamisesta (osaraportit 3 ja 4) ja rakennusmateriaalien uudelleenkäyttöön ja hyväksymismenettelyihin (osaraportti 5). Hankkeen loppuraportti (osaraportti 7) käy laajemmin läpi kiertotalouden lähtökohtia, liiketoimintamalleja sekä kuvaa hankkeessa kehitettyä kiertotalouskonseptia (Sata tarinaa kiertotaloudesta). Hankkeen toimijakonsortio osallistui 25.–27.10.2022 pohjoismaiseen opintomatkaan, jonka kokemusten pohjalta toteutui kiertotalouden soveltamista käsittelevä idearaportti.

Kehityshanke auttoi osapuolia sekä ymmärtämään kiertotalouden merkityksen osana uudisrakennushanketta. Tulevina vuosina tapahtuva muutos fossiilisia materiaaleja käyttävästä suorasta taloudesta hiilineutraaliin kiertotalouteen tulee muuttamaan alan liiketoimintamalleja, teollisen rakentamisen prosesseja, yritysten liiketoiminnan ekosysteemejä ja koko rakennus- ja kiinteistöalan toimintakulttuuria. Kehityshankkeen ansiosta konsortiossa mukana olleet rakennuttajat, arkkitehtitoimistot ja kiertotalouden asiantuntijayritys saivat kehityshankkeessa liiketoimintaansa vahvistavaa osaamista.

Kehityshanke tuotti osaamista, jota hyödynnettiin korttelin luonnossuunnittelussa. Keväällä 2023 toteutettavassa rakennussuunnittelussa tullaan soveltamaan hankkeessa kehitettyjä oppeja ja ajattelutapoja: materiaaleilta vaaditaan pitempiä elinkaaria sekä niiden huollettavuuteen, korjaukseen ja uusimiseen tullaan vaatimaan mietittyjä prosesseja. Hiilineutraalius mitataan hiilijalanjälki- ja hiilikädenjälkilaskennoilla. Korttelissa olevien tilojen monikäyttöisyys ja muunneltavuus ovat keskeisiä suunnitteluperiaatteita. Kehitetty Sata tarinaa kiertotaloudesta -toteutuskonsepti tulee ohjaamaan urakoitsijaa, rakennuttajia ja kiinteistönomistajia, materiaalitoimittajia ja palvelun tuottajia sekä myös korttelissa toimivia ja siellä asuvia erikäisiä helsinkiläisiä.

Kehityshankkeen käynnistyessä vuonna 2021 kiertotalous oli uutta sekä konsortion jäsenille että rakennus- ja kiinteistöalalla yleisemminkin. Vuoden 2022 aikana kiertotalouden ymmärrys alalla alkoi muotoutua, ja mediassa alettiin yhä laajemmin kirjoittaa rakennus- ja kiinteistöalan vihreästä siirtymästä sekä rakentamisen kiertotaloudesta. Myös rakennusmateriaalien uudelleenkäytöstä vastaavien viranomaisten pitkään torjuva ja ongelmia näkevä suhtautuminen muuttui, kun kesäkuussa 2022 ympäristöministeriö linjasi uudelleenkäytön mahdolliseksi.

Hankkeen päättyessä vuoden 2022 lopulla on todettava, että kehityshanke auttoi osapuolia sekä ymmärtämään kiertotalouden merkityksen osana uudisrakennushanketta. Tulevina vuosina tapahtuva muutos fossiilisia materiaaleja käyttävästä suorasta taloudesta hiilineutraaliin kiertotalouteen tulee olemaan iso muutos.

Abstract

Reused wood products and structures in the Circular Economy Block (VN/9241/2019) started after the transition of the year in March 2021 and ended in November 2022. The development project produced know-how and understanding for the Jätkäsaari Circular Economy Block will be planned in 2021-2023 and built in 2024-2025.

The project involved a consortium whose members included the developers of the block Yrjö ja Hanna Foundation and NAL Asunnot Oy, the circular economy specialist Spolia Design Oy, the architectural offices ARK-house arkkitehdit Oy and INARO Arkkitehdit Oy, as well as International_haus Limited, which carried out international studies. The consortium formed the steering group of the project, which also included the Ministry of the Environment and ARA.

In the development project, six partial reports and a seventh summary final report were completed. All reports are published on the operators' websites. The sub-reports focus on circular economy architecture (sub-reports 1, 2 and 6), international experiences with circular economy and wood construction (sub-reports 3 and 4) and reuse of building materials and approval procedures (sub-report 5). The project's final report (sub-report 7) goes through the starting points of the circular economy, business models and describes the circular economy concept developed in the project (One hundred stories about the circular economy).

The development project helped the parties to understand the importance of the circular economy as part of the new construction project. In the coming years, the change from a linear economy that uses fossil materials to a carbon-neutral circular economy will change the business models of the industry, the processes of industrial construction, the business ecosystems of companies and the operating culture of the entire construction and real estate industry. Thanks to the development project, the developers, architectural offices and circular economy specialist company that participated in the consortium gained know-how that would strengthen their business in the development project.

The development project produced know-how, which was used in the draft design of the block. The building design, which will be implemented in the spring of 2023, will utilize the lessons and ways of thinking developed in the project: longer life cycles will be required from the materials, and well-thought-out processes will be required for their maintainability, repair and renewal. Carbon neutrality will be measured with carbon footprint and carbon handprint calculations. The multi-purpose and adaptability of the spaces in the block are key design principles. The developed One Hundred Stories from the Circular Economy implementation concept will guide the contractor, developers and property owners, material suppliers, service providers as well as inhabitants.

When the development project started in 2021, the circular economy was new both to the members of the consortium and to the construction and real estate industry more generally. During 2022, the understanding of the circular economy in the sector began to take shape, and the media began to write more and more widely about the green transition of the construction and real estate industry and the circular economy of construction. The attitude of the authorities responsible for the reuse of construction materials, which had been rejecting and seeing problems for a long time, also changed when in June 2022 the Ministry of the Environment made reuse possible.

When the project ends at the end of 2022, it must be stated that the development project helped the parties to understand the importance of the circular economy as part of the new construction project. In the coming years, the change from a linear economy using fossil materials to a carbon-neutral circular economy will be a big change.

1. Johdanto

Ilmastonmuutos, luontokato ja sään ääri-ilmiöt ovat olleet viime vuosien suuria uutisaiheita. Ennätysellisen korkeat lämpötilat, tuhoa aiheuttavat tulvat sekä äärimmäiset kuivuudet ovat rasittaneet maita ja seutuja eri puolilla maapalloa. Nykyinen elämäntapamme ja myös tapamme rakentaa ja ylläpitää rakennuksia ovat ison murroksen edessä. Siirtyminen luonnonvaroja kuluttavasta ns. suorasta taloudesta luonnonvaroja kierrättävään kiertotalouteen on välttämätöntä, jotta ihmisen elämä maapallolla voidaan turvata myös tulevaisuudessa. Tässä luvussa käsitellään yleisellä tasolla, miksi ja miten siirtyminen kiertotalouteen on tapahtumassa.

1.1 Miksi siirtyminen kiertotalouteen on välttämätöntä?

Planetaarinen hätätila

Planeettamme luonnonvarat ovat rajalliset. Nykyinen talousjärjestelmämme, lineaaritalous, on pohjautunut luonnonvaroja käyttäviin neitseellisiin raaka-aineisiin. Lisäksi nykyiset teknologiat perustuvat fossiilisiin polttoaineisiin, joiden seurauksena ilmakehään kertyvä ja hitaasti (n. 400–1000 v.) poistuva hiilidioksidi kuumentaa ilmastoa vääjäämättömästi. Teollistumisen aikana ilmasto on lämmennyt jo 1,2 astetta, ja keikahduspisteenä arvioitu 1,5 asteen raja saavutetaan ilmeisesti jo vuoteen 2030 mennessä. Myös luonnon monimuotoisuus on vaarassa. Arvioidaan, että menossa oleva ns. kuudes sukupuuttoaalto vähentää lajien määrää jopa 75 %:lla.^{1 2}

Ihmisen aika maapallolla, holoseeni, alkoi noin 10.000 vuotta sitten ensimmäisten kansojen siirtyessä kiinteään asutukseen maanviljelyn myötä. Teollistuminen 1800-luvun alussa käynnisti menossa olevan aikakauden, antroposeenin, ja nyt tämän reilun 200 vuoden aikana maapallon väkiluku on kasvanut yhdestä miljardista kahdeksaan miljardiin.

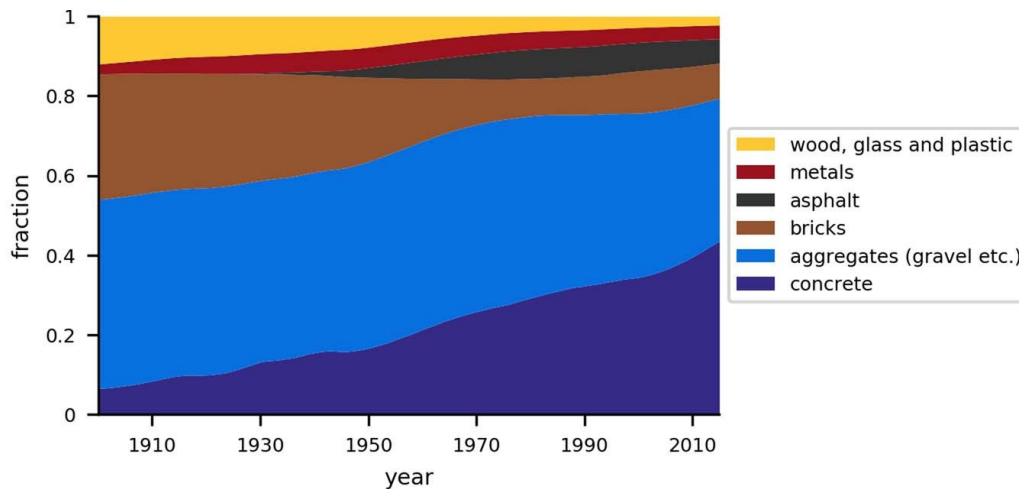
Maapallon antropogeeninen massa ylitti biomassan vuonna 2020

Vuonna 1900 maapallon ns. antropogeeninen massa (ihmisten tuottama maaperän aineksia käyttävä rakentaminen) oli noin 35 gigatonnia (ts. 35 miljoonaa tonnia). Samaan aikaan maapallon kokonaisbiomassa oli 1160 gigatonnia (ts. 1160 miljoonaa tonnia). Ihmisen toiminnasta johtuva massa on kaksinkertaistunut noin 20 vuoden välein. Vuonna 2020 (+- 6 v) antropogeeninen massa ylitti maapallolla olevan biomassan määrän. Keskimäärin jokaista ihmisten kohden maapallolla tuotetaan joka viikko antropogeenista massaa määrä, joka on suurempi kuin ihmisen ruumiin paino.³

¹ IPCC 2022: Global warming of 1,5 °C. WWW

² IPBES: Workshop Report on Biodiversity and Pandemics of the Intergovernmental Platform and Ecosystem Services. WWW

³ Elhacham, E., Ben-Uri, L., Grozovski, J. *et al.* Global human-made mass exceeds all living biomass. *Nature* **588**, 442–444 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41586-020-3010-5>



Kuva 1. Antropogeenisen massan suhteelliset osuudet vuodesta 1900 jaettuna materiaalityyppeihin.⁴

Maailmassa kulutetaan vuosittain valtava määrä betonia (n. 10 mrd m³), joka tarkoittaa yhtä kuutiometriä (1 m³ ts. 2500 kg) jokaista maapallon asukasta kohti. Maailman vuosittaisella betonituotannolla voitaisiin rakentaa poikkileikkaukseltaan 5*5 m² silta maasta kuuhan.⁵

Suomalaiset ylikuluttavat maapallon 3,5 kertaisesti

Maapallon ylikulutuspäivä on laskennallisesti se päivä, jolloin ihmisten ekologinen jalanjälki ylittää maapallon biokapasiteetin ts. kyvyn tuottaa uusiutuvia luonnonvaroja ja käsitellä fossiilisten polttoaineiden käytön aiheuttamia kasvihuonepäästöjä⁶. Maailman ylikulutuspäivä on ollut viime vuosina heinä-elokuun vaiheessa.

Suomi on ollut tässä vertailussa kyseenalaisella tavalla kärkir ryhmässä Qatarin, Luxemburgin, Kanadan, USA:n, Arabiemiirikuntien, Australian, Belgian ja Tanskan jälkeen. Suomessa maapallon ylikulutuspäivä vuonna 2022 oli 30.3.2022.⁷ Suomalaiset ylikuluttavat maapalloa yli 3,5 kertaisesti. Ylikuluttamisen taustalta löytyy harvaan asuttu maa, pitkät etäisyydet ja kylmästä ilmastosta johtuvat lämmityskulut.

Luonnon monimuotoisuuden väheneminen ja 6. sukupuuttoaalto

Teollistumisen, väestön kasvun ja sitä seuranneen luonnonvarojen käytön seurauksena myös luonnon monimuotoisuus on vähentynyt huomattavasti. Tutkijat ovat alkaneet puhua ihmisen aikaisesta ns. Holoseenikauden ns. 6. sukupuutosta, jonka seurauksena on monien eläin- ja kasvilajien joukkosukupuutto. Vastaavankokoinen luonnon sukupuutto tapahtui maapallolla 65 miljoonaa vuotta sitten, jolloin mm. dinosaurukset ja monet maa- ja merieläimet kuolivat sukupuuttoon maapalloon iskeytyneen meteoriitin takia.

Luonnonmonimuotoisuuden tärkeyden taloudessa ja hyvinvoinnissa nosti emeritusprofessori Partha Dasgupta, joka työryhmineen julkaisi keuhällä 2022 myös luontopääomaa korostavan ns. Dasguptan raportin⁸. Dasguptan mukaan ihminen ja talous ovat riippuvaisia luonnosta ja sen monimuotoisuudesta, ja tulevaisuudessa

⁴ Elhacham, Emily; Ben-Uri, Liad; Grozovski, Jonathan, Bar-On, Yinon M. & Milo, Ron (2020). Nature 588, 442-444.

⁵ Professori Jouni Punkki: Vähähiilinen betoni. Aalto-yliopisto. 31.11.2021. <https://betoni.com/wp-content/uploads/2021/12/Vahahiilinen-betoni-Jouni-Punkki-Aalto-Yliopisto.pdf>

⁶ <https://wwf.fi/uhat/ylikulutus/>

⁷ <https://www.overshootday.org/newsroom/country-overshoot-days/>

⁸ The Economics of Biodiversity: The Dasgupta Review – Full Report. 2022.

luontopääoman hallintaan tulisi suhtautua kuten muun varallisuuden hoitoon. Tarvitsemme suuria järjestelmätason muutoksia, jotta tulevaisuuden sukupolvien hyvinvointi varmistetaan.

Kiertotalous uuden talouden mallina

Kiertotalous on tuotu tähän kriisitilanteeseen uutena talouden mallina, jossa materiaaleja ja energiaa kuluttava taloudellinen toimintamme mahtuu maapallon kantokyvyn rajoihin. Kiertotalouden avulla voidaan vähentää luontokatoa ja samalla hidastaa ilmastonmuutosta.

Ihmisen ajan teollinen toiminta on perustunut ns. suoraan talouteen, jonka seurauksena olemme kuluttaneet valtavasti planeetan luonnonvaroja. Luonnosta on otettu materiaaleja kuten metalleja ja mineraaleja, joista on jalostettu ja valmistettu tuotteita, jotka yleensä melko lyhytaikaisen käytön jälkeen ovat muuttuneet turhiksi ja tarpeettomiksi, osin jätteiksi, jotka on viety elinkaaren päättymisen merkiksi kaatopaikalle. Koska luonnonvarat kuten öljy, hiekka ja metallit, ovat alkaneet ehtyä samalla, kun viimeisen 50 vuoden aikana hiilidioksidimäärä kasvoi ilmakehässä, on seuraavien vuosien ja vuosikymmenten aikana edessä valtava muutos teollisessa toiminnassa.



Kuva 2. Suorasta taloudesta kiertotalouteen.⁹

Kiertotalous muodostaa kestäväen talousjärjestelmän perustan. Kiertotaloudessa materiaalit pysyvät jatkuvassa kierrossa ja tämän takia arvonluonti perustuu materiaalien arvon säilymiseen. Kiertotalous uudistaa useimman toimialan liiketoimintamallit, koska tuotteen valmistajan vastuu jatkuu elinkaaren loppuun asti. Kiertotalous on talousmalli, jossa ei tuoteta jatkuvasti lisää tavaroita, vaan kulutus perustuu omistamisen sijaan palveluiden käyttämiseen: jakamiseen, vuokraamiseen ja kierrättämiseen. Siinä materiaaleihin sitoutunut arvo säilyy mahdollisimman pitkään yhteiskunnassa. Kiertotaloudessa talouskasvu ei ole riippuvainen luonnonvarojen kulutuksesta.¹⁰

Rakennetun ympäristön rooli

Rakennettu ympäristö on keskeisessä roolissa ekologisessa jälleenrakentamisessa. Rakennukset ja rakentaminen tuottavat noin kolmasosan ilmastopäästöistä ja kuluttavat jopa puolet maapallolla käytettävistä

⁹ <https://www.datadriveninvestor.com/2018/10/19/circular-economy-is-the-solution-for-a-sustainable-future>

¹⁰ Kiertotaloudesta lisää, ks. <https://www.sitra.fi/artikkelit/kolme-tyokalua-yrityksen-kiertotalouskunnan-mittaamiseen-ja-kehittamiseen/>

luonnonvaroista.¹¹ Rakentamisessa korostuu erityisesti kerrostaloissa käytettävä betoni sekä teräs: sementtiä käyttävä betoniteollisuus aiheuttaa 8 % ja terästeollisuus 7 % globaaleista hiilidioksidipäästöistä. Suomessa rakennusten energiankäyttö, uudisrakentaminen ja korjausrakentamisen kasvihuonepäästöt ovat noin 35 % Suomen kokonaispäästöistä.¹²

Nykyaikainen rakennusala käyttää 50 % kaikista Euroopassa kulutetuista materiaaleista, mikä muodostaa 36 % EU:n kokonaisjätteestä ja tuottaa 39 % maailmanlaajuisista energiaan liittyvistä kasvihuonekasvupäästöistä. Nämä laskelmat perustuvat siis vallitsevaan lineaaritalouteen, jonka mukaisesti louhimme, tuotamme, käytämme ja hävitämme rakennusmateriaaleja ja -resursseja. Koska rakennusteollisuus muodostaa noin 9 % Euroopan BKT:sta, tulee muutoksen lähteä paradigman muutoksesta. Kiertotalous on talousjärjestelmä, joka tukee kestävästä kehitystä siten, että resursseja turvataan myös tuleville sukupolville siten, että minimoidaan resurssipanokset ja -jätteet, päästöt ja tuotteiden energiavuodot.¹³

Myös kierrätykselle on Suomessa asetettu tavoitteita. Vuoden 2012 asetuksen mukaan 70 % rakennusjätteistä tulisi voida kierrättää tai hyödyntää uusiomateriaalina vuoteen 2020 mennessä. Tilastokeskuksen mukaan tällä hetkellä rakennusjätteistä otetaan talteen 54 %.

Rakennusmateriaalien uudelleenkäyttö on kuitenkin edennyt Suomessa hyvin hitaasti, koska viranomaiset ovat kesään 2022 mennessä perustaneet kantansa voimassaoleviin määräyksiin. Lähitulevaisuus näyttää kuitenkin kiertotalouden kannalta hyvältä. Ympäristöministeriön kesällä 2022 tekemän linjauksen¹⁴ mukaan rakennusmateriaalien uudelleenkäyttö on mahdollista, mutta siten että käytetään voimassaolevia kelpoisuusmenetelmiä.

Kohti regeneratiivista kaupunkien suunnittelua ja rakentamista

Rakennusalan merkittävän roolin takia on odotettavissa suuria muutoksia rakennusteollisuuden toiminnassa. On odotettavissa, että syntyy aivan uusia liiketoimintamalleja sitä mukaa, kun kiertotalouden uudet liiketoimintamallit omaksutaan. Tarvitaanko kokonaan uusia toimijoita, jotka tunkeutuvat markkinoille modernilla kiertotalouden mukaisella liiketoimintamallilla vai onnistuuko alan toimijat muuttamaan nykyisiä fossiilisiin materiaaleihin perustuvia toimintamallejaan?

On myös todennäköistä, että lyhytaikaisesta sijaintiin perustuvasta kiinteistösijoittamisesta siirrytään pitkäjänteisempiin omistamiseen malleihin, joissa huomioidaan myös rakennuksiin sitoutuneet materiaalit.

1.2 Jätkäsaaren Kiertotalouskortteli

Helsingin Jätkäsaaren suunnitellaan ja rakennetaan vuosina 2021–2025 yhteisöllinen kiertotalouskortteli, jonka rakennuttajia ovat Yrjö ja Hanna -säätiö sekä NAL Asunnot Oy. ARAn 40-vuotisella korkotuella rahoitettuun kortteliin tulee kolme erilaista asumisyhteisöä: asumisoikeusasumista perheille, vuokra-asumista ikäihmisille sekä nuorisoasumista alle 30-vuotiaille. Suunnittelusta vastaa kaksi helsinkiläistä arkkitehtitoimistoa, ARK-house arkkitehdit (Yrjö ja Hanna -säätiön osuus, tontti 1) ja INARO Arkkitehdit (NAL Asuntojen osuus, tontti 2).

¹¹ Huttunen, Eva (2021): Kiertotalous vie kohti kestävästä rakennettua ympäristöä. Kirjassa: Huttunen, Eva (toim.): Kiertotalous rakennetussa ympäristössä. Rakennustieto. 2021.

¹² Häkkinen, Tarja & Vares, Sirje (2018): Rakennusten kasvihuonepäästöjen ohjauksen vaikutusten arviointi. VTT Technology 324.

¹³ Çetin, Sultan; De Wolt, Catharine & Bocken, Nancy (2021): Circular Digital Built Environment: An Emerging Framework. CHARM.

¹⁴ <https://ym.fi/-/rakennustuotteiden-udelleenkaaytto-on-suomessa-mahdollista-rakennuspaikkakohtaista-varmentamista-kayttaen>

Jätkäsaaren Kiertotalouskortteli on mukana Kehittyvä kerrostalo -ohjelmassa kahdella kehitysteemalla: rakentamisen aikainen kiertotalous ja merellisissä olosuhteissa tapahtuva teollinen CLT-puurakentaminen. Kehityshankkeesta vastaa Yrjö ja Hanna -säätio.



Kuva 3. Ilmakuva v. 2021 Jätkäsaaren kiertotalouskorttelista, Ilmarts Oy.

1.3 Kierrätyspohjaiset puutuotteet ja -rakenteet Jätkäsaaren Kiertotalouskorttelissa -kehityshanke

Kiertotalouskortteli on ollut mukana ympäristöministeriön Kasvua ja kehitystä puusta-tukiohjelmassa, jonka osarahoittaman ”Kierrätyspohjaiset tuotteet ja rakenteet Kiertotalouskorttelissa” -hankkeen (3/2021-11/2022) avulla on voitu tutkia ja kehittää Kehittyvä kerrostalo -ohjelmassa olevia kehitysteemoja. Kehityshankkeessa olivat mukana seuraavat toimijat: Yrjö ja Hanna -säätio (päävastuu, tontin 1 rakennuttaja), NAL Asunnot Oy (tontin 2 rakennuttaja), Spolia Design Oy (kiertotalousasiantuntija), ARK-house arkkitehdit (tontin 1 arkkitehti) ja INARO (tontin 2 arkkitehti). Teollisesta puurakentamista vastannut JVR Plus Oy vetäytyi hankkeesta maaliskuussa 2022. Kehityshankkeeseen liittyy hankkeen myös alkuvaiheessa mukana olleen britti Pete Halsallin tekemät kaksi raporttia.

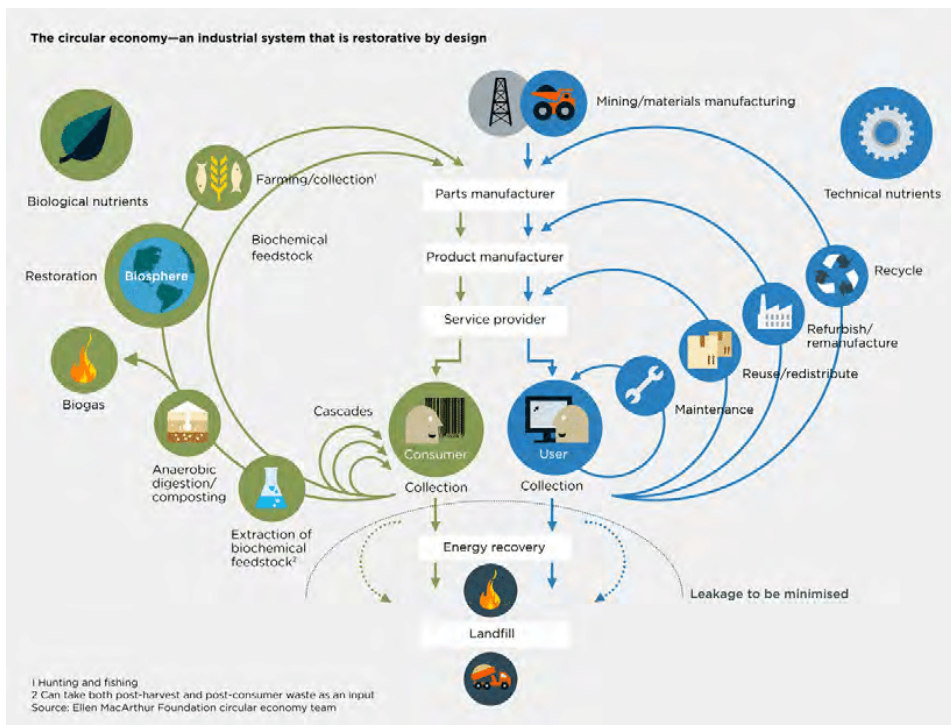
2. Kiertotalous – uusi kestävämpi talousmalli

Mistä kiertotaloudesta on kysymys ja miten se on kehittynyt viimeisen 10 vuoden aikana? Tässä luvussa kerrotaan myös, miten kiertotaloutta on edistetty Suomessa valtion tasolla ja mitä erityisesti rakennus- ja kiinteistöala on reagoanut muutostarpeeseen. Luvussa käsitellään myös kiertotalouden määritelmiä ja käsitteitä.

2.1 Kiertotalouden alkuvaiheet

Kiertotalous on vanha käsite ja myös perinteinen tapa asua ja elää luonnon kanssa tasapainoisesti. Ennen teollista vallankumousta materiaaleja käytettiin vain se määrä, minkä luonto tuotti. Rakennusmateriaaleja myös käytettiin uudelleen, mikäli rakennus siirrettiin tai se rakennettiin uudestaan.

Kiertotalous-käsitteen lanseerasi 1970-luvulla suomalainen tulevaisuudentutkija Pentti Malaska, ja käsite liittyi Rooman klubia huolettaneeseen luonnonvarojen liikakulutukseen¹⁵. Kiertotalous nousi uudestaan julkiseen keskusteluun 2010-luvulla, ja edelläkävijänä oli Ellen MacArthur -säätiö, jonka vuonna 2013 julkaisema ns. perhosmalli avasi kiertotalouden sisältöä. Mallissa raaka-aineet jaetaan biologisiin kiertoihin palautuviin, pääasiassa uusiutuviin, ja teknisiin kiertoihin palautuviin, pääasiassa uusiutuviin, materiaaleihin. 2000-luvulla alettiin myös kritisoida maapallon ylikulutusta, ja tähän kehitettiin ns. Cradle to cradle -malli (suom. kehdestä kehtoon). Tarkemmin kiertotalouden varhaisvaiheita on käsitelty Osaraportissa 1 (Suomela ja Lehto 2021).¹⁶



Kuva 4. Ellen MacArthur -säätiön (2013) kehittämä ns. perhoskaavio.¹⁷

¹⁵ Savolainen, Panu (2021). Kiertotalous on ikivanha juttu – perinteisen rakentamisen näkökulma. Teoksessa: Kiertotalous rakennetussa ympäristössä, Rakennustieto 2021.

¹⁶ Kiertotalouden lähtötilanteesta enemmän, ks. Osaraportti 1, Suomela & Lehto (2021).

¹⁷ Ellen MacArthur Foundation, 2013. *Towards the Circular Economy*. Saatavilla: <https://emf.thirdlight.com/link/x8ay372a3r11-k6775n/@/preview/1?o>

2.2 Kiertotalouden edistäminen Suomessa

Suomessa kiertotalouteen herättiin melko hitaasti, mutta toisaalta yksi toimija oli kansainvälinen edelläkävijä: Suomen itsenäisyyden juhlarahasto SITRA laati maailman ensimmäisen kiertotalouden kansallisen tiekartan jo vuonna 2015. Sitra järjesti ensimmäisen kansainvälisen World Circular Economy Forumin vuonna 2017, jonka jälkeen se on järjestetty vuosittain eri puolilla maailmaa.¹⁸

Sitra määrittelee kiertotalouden mm. seuraavasti¹⁹:

”Kiertotalous on talousmalli, jossa ei tuoteta jatkuvasti lisää tavaroita, vaan kulutus perustuu omistamisen sijaan palveluiden käyttämiseen: jakamiseen, vuokraamiseen ja kierrättämiseen. Siinä materiaaleihin sitoutunut arvo säilyy mahdollisimman pitkään yhteiskunnassa. Kiertotaloudessa talouskasvu ei ole riippuvainen luonnonvarojen kulutuksesta.”

Myös EU:ssa alettiin keskustella kiertotaloudesta ennen kuin aihe levisi Suomessa. Euroopan komissio (2015)²⁰ on määritellyt kiertotalouden seuraavasti:

”Kiertotalous on talousmalli, jossa tuotteiden, materiaalien ja resurssien arvo säilyy taloudessa mahdollisimman pitkään ja jossa jätteen syntyminen minimoidaan.”

Suomi aloitti kansallisen kiertotalouden ohjelman laatimisen vuonna 2020 osana uutta hallitusohjelmaa. Kansallinen kiertotalouden strateginen ohjelma (2021)²¹ määrittelee kiertotalouden seuraavasti:

”Kiertotaloudessa materiaaleja hyödynnetään tehokkaasti ja kestävästi ja ne pysyvät kierrossa pitkään ja turvallisesti. Tuotteita myös jaetaan, vuokrataan, korjataan ja kierrätetään. Palvelullistaminen on osa kiertotaloutta. Kiertotalous on uusi talouden toimintatapa, joka tuottaa taloudellista hyvinvointia maapallon kantokyvyn rajoissa. Se hyödyntää digitalisaatiota tehokkaasti ja uudistaa yhteiskunnan rakenteita ja toimintamalleja. Kiertotalous on keino vähentää luonnonvarojen käyttöä.”

Kiertotaloudesta alettiin keskustella myös rakennusallalla 2020-luvun alussa. Kiinteistö- ja rakentamisalan kasvuohjelmassa²² (2022) alalle määriteltiin seuraavat kehitystavoitteet:

”Suomen tavoitteena on olla kiertotalouden kärkimaa vuonna 2025, pysäyttää luonnon monimuotoisuuden köyhtyminen vuoteen 2030 mennessä sekä olla hiilineutraali vuoteen 2035 mennessä.”

¹⁸ <https://www.sitra.fi/hankkeet/wcef/>

¹⁹ <https://www.sitra.fi/artikkelit/mita-nama-kasitteet-tarkoittavat/>

²⁰ Euroopan komissio 2015: Kiertotaloutta koskeva EU:n toimintasuunnitelma.

²¹ https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/162654/VN_2021_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y

²² Kiinteistö- ja rakennusalan kasvuohjelma 2022. Kiinteistö- & rakentamisfoorumi. https://kirafoorumi.fi/wp-content/uploads/2022/02/KIRAfoorumi_Kasvuraportti_2022_FINAL.pdf

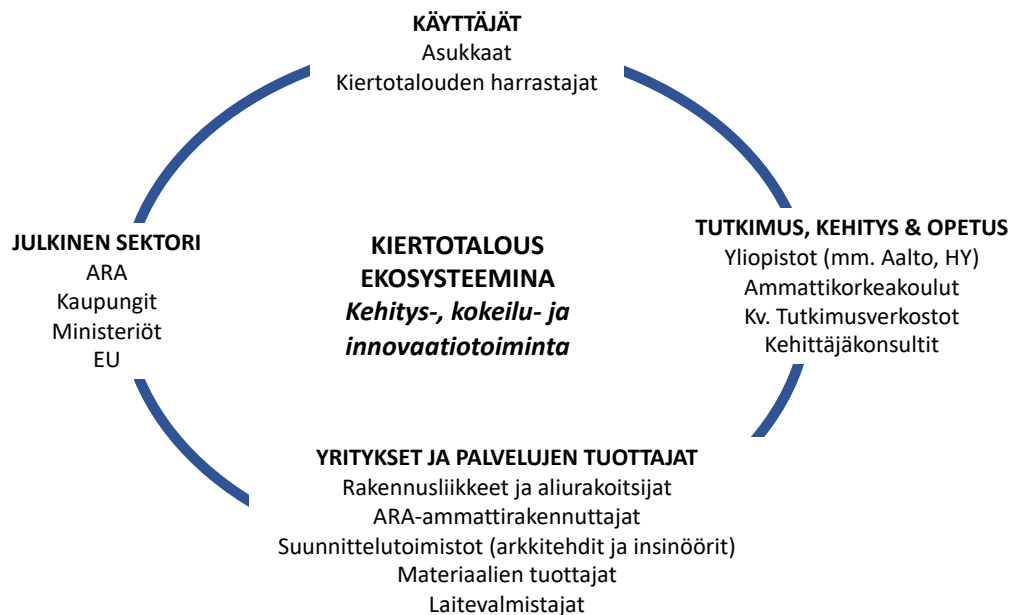
Kiinteistö- ja rakennusalan rooli on ratkaiseva, sillä rakennettu ympäristö on yksi suurimmista hiilidioksidipäästöjen tuottajista. KIRA-ala vastaa 35 % kaikesta energiankulutuksesta, minkä vuoksi energiasiirtymä on keskeinen osa alan uudistumista ja kasvua.²³

Myös Helsingin kaupungissa on herätty kiertotalouteen. Helsingin kaupunki kiristi hiilineutraaliustavoitetta vuodesta 2035 vuoteen 2030. Helsingin kaupunkistrategiassa 2021-2025 tavoitteena on Hiilineutraali Helsinki vuoteen 2030 mennessä²⁴. Osana tätä kunnianhimon tason nostamista Helsingin kaupunki käynnisti Helsingin kiertotalouden klusteriohjelman, jossa edistetään monella tasolla siirtymistä kiertotalouteen²⁵.

2.3 Kiertotalous innovatiivisena ekosysteeminä

Ekosysteemit ovat tiiviitä, dynaamisia ja itseohjautuvia verkostoja, joissa keskeistä on avoimuus, yhteistyö, vuorovaikutus, keskinäisriippuvuus, jatkuva oppiminen ja kyky mukautua muutoksiin.²⁶

Kiertotalouteen siirtymiseksi tarvitaan systeemisyttä, ja kiertotaloutta voidaan ajatella myös kehitys-, kokeilu- ja innovaatiotoiminnan kautta kiertotalouden ekosysteeminä.



Kuva 5. Kiertotalous ns. neloskierteen mukaisena ekosysteeminä.

Kiertotalouden ns. neloskierteen lähestymistavan ideana on se, että kehitys-, kokeilu- ja innovaatiotoimintaa tehdään ekosysteemitasoisesti. Mukana tulee olla julkisen sektorin (valtio ja kunnat), tutkimus-, kehitys- ja opetustoiminnan (yliopistot ja ammattikorkeakoulut), yritykset ja palvelujen tuottajat (laajasti eri alan yritykset) sekä myös käyttäjät (asukkaat ja harrastajat).

²³ Kiinteistö- ja rakennusalan kasvuojelma 2022. Kiinteistö- & rakentamisfoorumi. https://kirafoorumi.fi/wp-content/uploads/2022/02/KIRAfoorumi_Kasvuraportti_2022_FINAL.pdf

²⁴ <https://www.myhelsinki.fi/fi/valitse-vastuullisemmin/helsinki-hiilineutraaliksi>

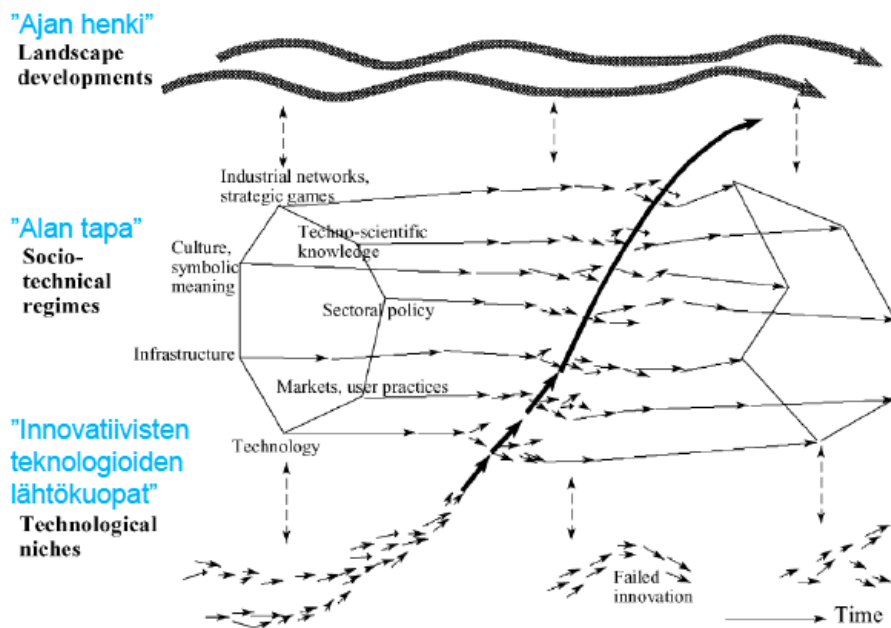
²⁵ <https://www.hel.fi/uutiset/fi/kaupunginkanslia/helsingista-kiertotalouden-suunnannayttaja>

²⁶ Kaihovaara, Härmälä & Salminen 2016: Mitä innovaatioekosysteemit ovat ja miten niitä voi kehittää?

Kiertotalous teollisuutta uudistavana lähestymistapana

Kiertotalouden yleistymisessä on kyse siitä, miten kiertotalouden mukaiset uudet innovaatiot omaksutaan. Uudet innovaatiot yleistyvät yleensä siten, että toteutetaan pilottiprojekti ja onnistuneen projektin tulokset levitetään valtavirtaan. Toisena tapana on kiristynvä lainsäädäntö tai muu regulaatio, joka muuttaa alan pelisääntöjä innovaatiota edistäväksi.

Satu Huuhka (2022) on analysoinut kiertotalouden leviämistä käyttämällä vieressä olevaa klassikkokuvaa Geels (2002). Huuhkan mukaan ”alan tapa” (voidaan myös sanoa ”maan tapa”) on hidastanut kiertotalouden periaatteiden siirtymistä rakentamisen käytäntöihin.



Kuva 6. Kiertotalouden innovaatioiden siirtyminen vallitseviin käytäntöihin. Satu Huuhkan (2022) edelleen kehittämä malli, joka perustuu Geels (2002) innovaatioteoreettiseen raamiin.²⁷

2.4 Kiertotalouden uudet liiketoimintamallit

Kiertotalous on ennen kaikkea uusi talousjärjestelmä, jonka periaatteet eivät noudata nykyistä ns. suoran talouden mallia. Suorassa taloudessa materiaalivirrat ovat vain raaka-aineita, joita käytetään tuotteiden valmistamisessa ja niiden jatkokäytöstä ei olla kiinnostuneita.

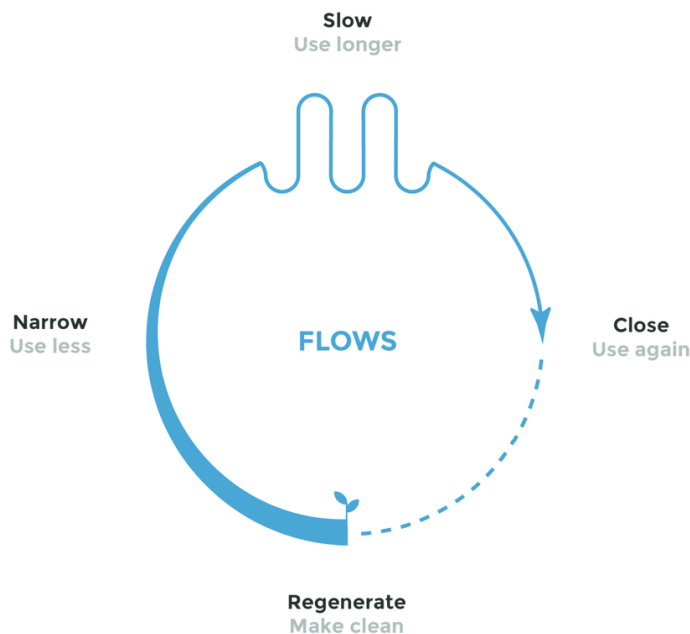
²⁷ Satu Huuhka (2022) Betonin kierrätysmahdollisuudet ja arkkitehtuuri. :<https://betoni.com/wp-content/uploads/2022/04/Betonin-kierratysmahdollisuudet-ja-arkkitehtuuri-Satu-Huuhka.pdf>

<https://sites.tuni.fi/corelab/uutiset/pukki-hanke-kiinnostus-puurakentamista-kohtaan-on-kasvussa/> Alkuperäinen kuvälähde: Geels, F. (2002). Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multi-level perspective and a case study. Research Policy 31: 1257–1274.

Kiertotalouden liiketoimintamallina on päinvastainen, koska kiertotaloudessa pitkä elinkaari on keskeinen: mitä pitempään tuote kestää, sitä säästeliäämmin se käyttää luonnonvaroja. Toisaalta tavoitteena on myös se, että resursseja halutaan säästää vähentämällä hukkaa ja jätettä. Lisäksi materiaaleja halutaan käyttää uudelleen korjattuina tai kunnostettuina. Oleellista on myös uudistaa materiaalin kierto myös kiinnittämällä huomiota luonnon monimuotoisuuteen.

Kiertotaloutta voidaan tarkastella **erilaisten strategioiden** avulla. Näitä kiertotalouden strategioita on neljä erilaista²⁸:

- Kierron kaventaminen (*narrowing the loop*): vähemmän resursseja tuotanto- ja suunnitteluprosessin tehokkuuden ansiosta.
- Kierron hidastuminen (*slowing the loop*): vähemmän käyttöä ja kulutusta tuotteen pitkän käyttöiän, tuotteen käyttöiän pidentämisen ja tarpeettoman kulutuksen välttämisen ansiosta.
- Kierron sulkeminen (*closing the loop*): materiaalien uudelleenkäyttö tai kulutuksen jälkeinen kierrätys
- Kierron uudistaminen (*regenerating the loop*): keskittyminen ympäristön (ja yhteiskunnan) jättämiseen aiempaa parempaan tilaan esimerkiksi parantamalla luonnon monimuotoisuutta.

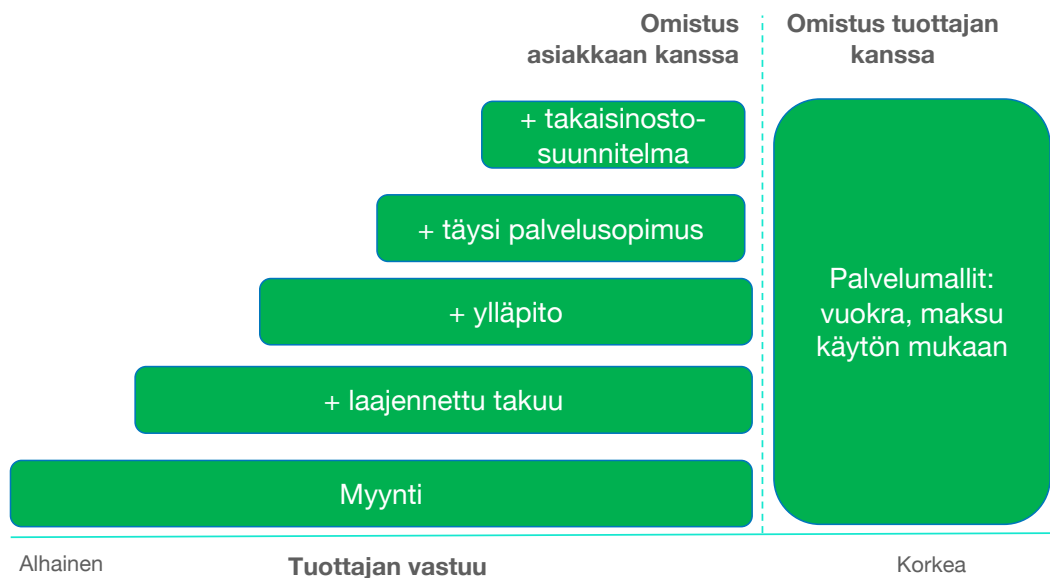


Kuva 7. Materiaalikierrat ja niiden eri vaihtoehdot kiertotalouden toteuttamisessa.²⁴

Kiertotalouden liiketoimintamallit

Oleellista on siis miettiä kiertotaloutta materiaalien kierron näkökulmasta. Samanaikaisesti on pohdittava, mikä voisi olla kunkin toimijan kannalta kestävin liiketoimintamalli. Tuotteen, laitteen, tilan tai ympäristön myynnin sijasta voidaan pohtia useita erilaisia vaihtoehtoisia tapoja jakaa omistusta ja vastuuta pitemmän aikavälin kuluessa.

²⁸ Çetin, Sultan; De Wolt, Catharine & Bocken, Nancy (2021): Circular Digital Built Environment: An Emerging Framework. CHARM.



alkuperäinen kuva: Smeets, 2019

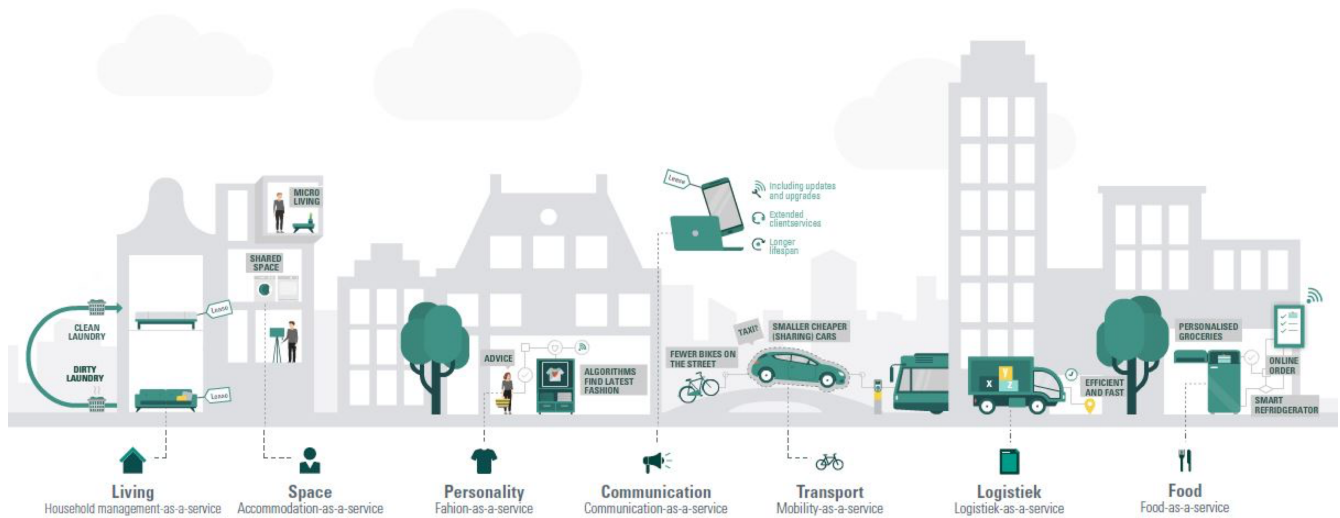
Kuva 8. Kiertotalouden liiketoimintamalli. Alkuperäinen kuva: Smeets (2019).

Oleellista on tuottajan vastuu, joka laajenee perinteisestä myynnistä laajennetun takuun, ylläpitovastuun, palvelusopimuksen ja myös takaisinostomahdollisuuden pohjalta. Kyse on myös erilaisista As a Service -palvelumalleista, joissa oleellista on käyttöön perustuva kuukausi- tai vuosiveloitus.

2.5 Kaupunki palveluna – City as a Service

Kiertotalous muuttaa siis monelta osin kertamyytävät tuotteet pitkäkestoisiksi palveluiksi. Kiertotalouden kestävyystavoitteet avaavat tietä erilaisille jakamistalouden (*sharing economy*) ratkaisuille.

Kiertotalouskaupungissa omistaminen muuttuu käyttämiseksi ja melkein kaikki kaupunkiin kuuluva toiminta voi olla palveluna. Kaupunki palveluna (*City as a Service*) koostuu asumisesta, elämisestä ja liikkumisesta aina yksilöiden omiin persoonallisiin valintoihin. Ohessa hollantilaisen pankin kehittämä kuva vuodelta 2018.



Kuva 9. Kaupunki palveluna – City as a Service.²⁹

Asuminen onkin muuttunut viime vuosien aikana entistä enemmän palvelutyypiseksi. Kaupunki palveluna - lähestymistavassa käsitteenä on asumisen sijasta eläminen (*living as a service*), ja elämistä tukevia palveluja ovat monet kerrostalon ja etenkin korttelin yhteiskäyttöiset palvelut. Tiloja ei omisteta turhaan, mutta niiden käyttö pyritään saamaan mahdollisimman tehokkaaksi.

²⁹ <https://insights.abnamro.nl/en/2018/06/city-as-a-service-1-out-of-3-dutch-consumers-believes-city-as-a-service-to-become-a-reality/>

3. Kiertotalous suunnittelussa ja rakentamisessa

Miten kiertotalous muuttaa suunnittelua ja rakentamista? Tämä luku perustuu lähinnä kehityshankkeen aikana perehdyttyihin uusiin kiertotalouden tutkimuksiin ja kehitystyöhön. Lähestymistapa on materiaaliiriippumaton.

3.1 Kiertotalouden vaikutus arkkitehtuuriin ja suunnitteluun

Kiertotalousarkkitehtuuria on käsitelty laajemmin hankkeen osaraporteissa 1, 2 ja 6, joissa kiertotalouteen ja etenkin arkkitehtuuriin liittyvää kehitystyötä on tehty konsortion arkkitehtitoimistoissa. Hankkeen kehitystyön tuloksia on esitelty seuraavassa luvussa 4. Ohessa joitakin pohdintoja siihen, miten systeemitasoisesti arkkitehtuuri muuttuu ja muuttaa ekosysteemin muita toimijoita ja heidän liiketoimintakonseptejaan.

Rakennusten elinkaariominaisuudet korostuvat tulevaisuudessa

Tulevaisuudessa tullaan kiinnittämään aikaisempaa enemmän huomiota rakennusten elinkaariominaisuuksiin. Nykyistä lainsäädäntöä ollaan muuttamassa kiristyneiden ilmasto- ja ympäristövaatimusten takia. Hallituksen esityksessä (HE 121/2021) uudeksi kaavoitus- ja rakentamislainsäädäntöön sisältyy pykälä **rakennusten elinkaariominaisuuksista**:

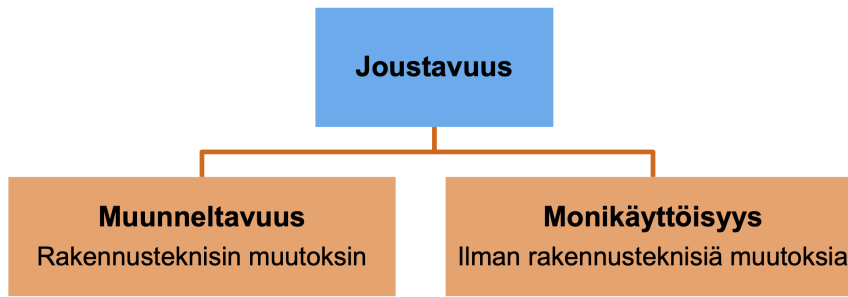
”Rakennushankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava, että rakennus suunnitellaan ja rakennetaan sen käyttötarkoituksen edellyttämällä tavalla materiaalihokkaasti elinkaariominaisuuksiltaan ekologiseksi sekä tavoitteelliselta tekniseltä käyttöikänsä pitkäikäiseksi. Erityisesti huomiota on kiinnitettävä pohjarakenteiden ja kantavien rakenteiden kestävyys- ja rakennusosien ja teknisten järjestelmien käyttöikänsä, käytettävyyteen, huollettavuuteen, korjattavuuteen ja vaihdettavuuteen sekä tilojen ja rakenteiden muunneltavuuteen. Rakennuksen on oltava hyödynnettävissä olevin osin purettavissa siten, että rakennusosia voidaan käyttää uudelleen tai hyödyntää materiaalina.”

Rakennusten joustavuudella tavoitellaan kykyä mukautua käyttötarkoituksen ja tapojen muutoksiin tai ulkoisten olosuhteiden muutoksiin, kuten ilmastonmuutokseen, ja niistä aiheutuviin tarpeisiin muuttaa rakennusta tai sen järjestelmiä.

Käytön aikainen joustavuus voi liittyä tilan muunneltavuuteen tai sen olemassa olevaan ominaisuuteen.

Muunneltavuus tarkoittaa, että tila saadaan muutettua uuteen tarkoitukseen sopivaksi rakennustöitä tekemällä rakenteita tai varustelua muuttaen. Joustavuus olemassa olevana ominaisuutena tarkoittaa, että tila sopeutuu useisiin tarkoituksiin sellaisenaan esimerkiksi kalustemuutoksien avulla tarvitsematta tehdä rakennustöitä.

Monikäyttöisyys tarkoittaa asunnon mukautumiskykyä muuttuviin tarpeisiin tekemättä rakennusteknisiä muutoksia ja muunneltavuus asunnon mukautumiskykyä rakennusteknisiä muutoksia tekemällä (kuva 1).



Kuva 10. Joustavuuden suhde muunneltavuuteen ja monikäyttöisyyteen. Lähde: Häkkinen & Tarpio 2021.

Rakennusteknisesti siis puhutaan muunneltavuudesta silloin, kun tavoiteltu muuntojoustavuus edellyttää rakennusteknisiä muutoksia. Jos pärjätään ilman rakennusteknisiä muutoksia, käytetään käsitettä monikäyttöisyys.

Muuntojoustavuudella tarkoitetaan asunnon kykyä vastata asukkaan tulevaisuudessa muuttuviin tarpeisiin. Aihetta on tutkittu arkkitehtuurissa viime aikoina paljon (mm. *Jyrki Tarpio 2015, Tarja Häkkinen & Jyrki Tarpio 2021, Tarja Häkkinen & Paula Ala-Kotila 2019, Anna Tervo 2020 ja Elisabeth Salmela 2021*), mutta viime vuosikymmenien asuntoarkkitehtuurissa muuntojoustavuus on jäänyt vähälle toteutukselle. Suunnittelujousto on toteutunut paremmin pientaloissa kuin kerrostaloissa, koska pientalorakentamisessa rakennushankkeen tilaaja on usein tuleva asukas ja siten esimerkiksi on onnistettu ratkaisemaan useamman sukupolven asuminen samalla tontilla. Perheasuminen edellyttää isompia asuntoja, mutta sen toteutuminen erilaisissa tilanteissa edellyttäisi myös erilaisia asuntoarkkitehtuurin ratkaisuja.

Jyrki Tarpio (2015) käsitteli laajassa väitöskirjassaan *”Joustavan asunnon tilalliset logiikat”* asuntojen suunnittelustrategiata. Anna Tervo (2021) tutki väitöskirjassaan *”Domestic Space for Solo Living – Changing Patterns in the Helsinki Metropolitan Area”* yksinasuvia ja yksiöiden toimivuutta erilaisissa tilanteissa. VTT:n tutkijat Tarja Häkkinen ja Paula Ala-Kotila VTT:stä tutkivat ympäristöministeriön rahoituksella monikäyttöisyyttä ja muunneltavuutta kestävässä rakentamisessa (Tarja Häkkinen & Paula Ala-Kotila 2019). *Elinkaariominaisuudet rakentamisen ohjauksessa* -tutkimusraportissa (Tarja Häkkinen & Jyrki Tarpio 2021) tutkijat lähestyivät muuntojoustavuutta rakennuksen elinkaariominaisuuksien näkökulmasta.^{30 31 32}

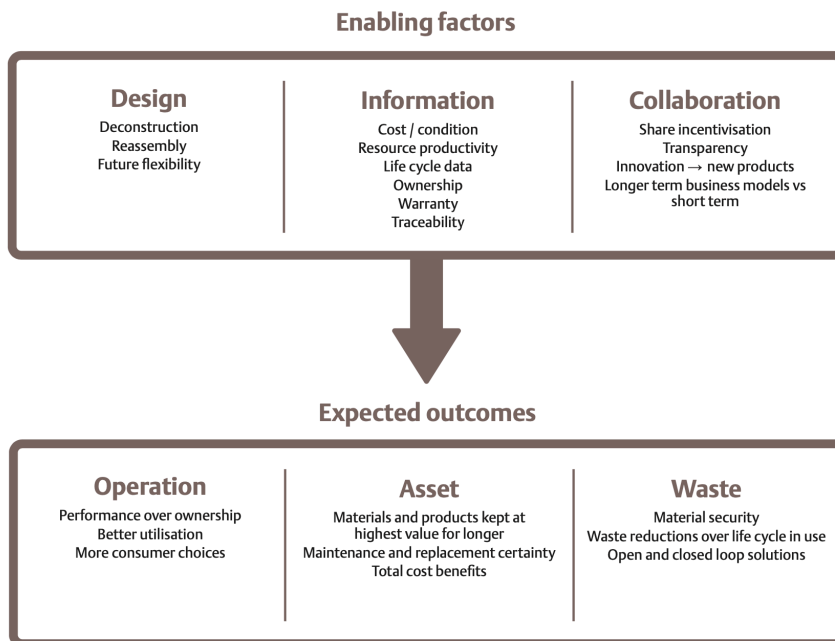
Kestävyys ja joustavuus

Kun arkkitehtuurissa siirrytään suorasta taloudesta kiertotalouteen, laajentuu suunnittelun näkökulma muunneltavuudesta ja monikäyttöisyydestä kestävyteen (rakenteiden elinkaari) ja joustavuuteen (purettavuus ja uudelleenkäytettävyys). Kansainvälinen ARUP konsulttitoimistossa on tehty kiinnostavaa kehitystyötä siitä, miten kiertotalous muuttaa rakennetun ympäristön toimijoiden liiketoimintamalleja.

³⁰ Häkkinen, Tarja & Tarpio, Jyrki (2021): Elinkaariominaisuuden rakentamisen ohjauksessa. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 46/2021.

³¹ Häkkinen, Tarja & Ala-Kotila, Paula 2019: Monikäyttöisyys ja muunneltavuus kestävässä rakentamisessa. VTT Technology 363.

³² Tervo, Anne (2021): Domestic Space for Solo Living - Changing patterns in the Helsinki Metropolitan Area, Finland. Aalto University publication series DOCTORAL DISSERTATIONS, 27/2021.



Kuva 11. Kiertotalouden mahdollistavat tekijät ja odotetut tuotokset ³³

Mahdollistavia tekijöitä ovat suunnittelu (purkaminen, uudelleen kokoaminen, tulevaisuuden joustavuus), informaatio (kustannus/kunto, resurssien tuottavuus, elinkaaridata, omistus, takuut, jäljitettävyys) ja yhteistyö (jakamisen kannusteet, läpinäkyvyys, innovaatio → uudet tuotteet, pitkän aikavälin bisnesmalli vs. lyhyen aikavälin bisnesmalli).

Odotettuja tuloksia ovat toiminta (suorituskyky suhteessa omistukseen, parempi käytettävyys, enemmän kuluttajien valintoja), omaisuusvarat (materiaalit ja tuotteet pidettynä korkeimmissa arvoissa pisimpään), kunnossapidon ja korvattavuuden varmuus, kokonaiskustannushyödyt ja jäte (materiaalien varmuus, jätteen vähentäminen elinkaaren aikana, avoimet ja kiertävät ratkaisut).

Kiertotalouden vaikutuksista rakennuksen arkkitehtuuriin ja ns. kiertotalousarkkitehtuuriin on käsitelty enemmän hankkeen osaraportissa 1 (Suomela & Lehto 2021 ja 2022).

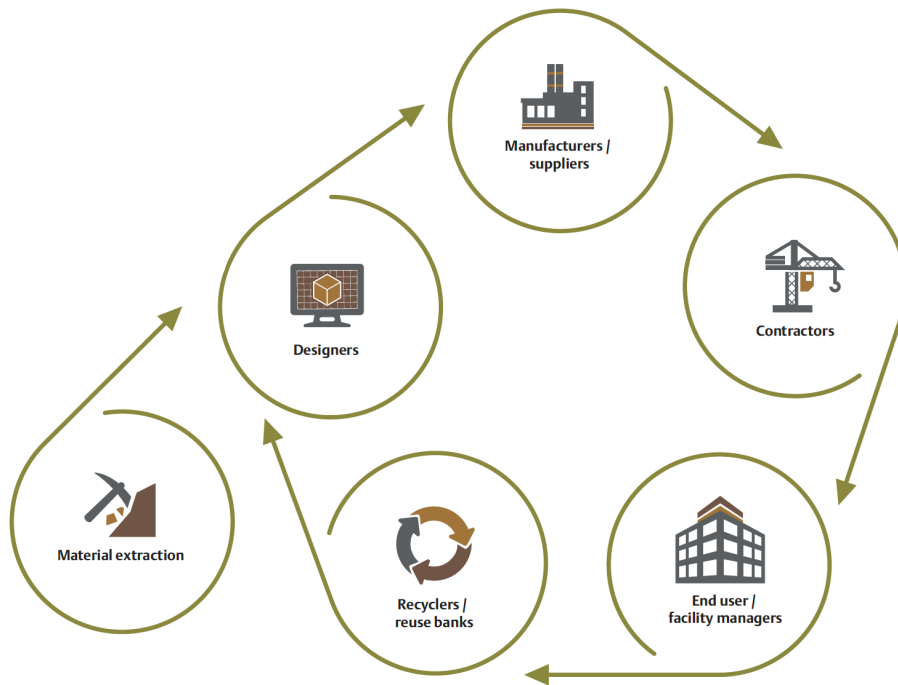
3.2 Kiertotalouden toimijoiden keskinäisriippuvuus

Siirtyminen suorasta taloudesta kiertotalouteen on vaativaa ja monimutkaista. Rakennus- ja kiinteistöalan toimijat ovat keskenään riippuvaisia (*dependence*), jonka takia tulisi edistää toimijoiden riippumattomuutta (*independence*). Todellisuudessa toimivat ovat keskinäisriippuvaisia (*interdependence*) ja yksi toimija ei voi siirtyä kiertotalouteen ilman että toiset jatkavat suorassa taloudesta.

Toimijoiden keskinäisriippuvuutta on avattu seuraavassa, kansainvälisen ARUP-toimiston tekemässä, kiertotalouden liiketoimintamalleihin perehtyneessä raportissa:

³³ Circular Business Models for the Built Environment. ARUP.

<https://www.arup.com/perspectives/publications/research/section/circular-business-models-for-the-built-environment>



Kuva 12. Kiertotalouden toimijat ja niiden keskinäinen riippuvuus ³⁴

Tavarantoimittajilla ja valmistajilla on mahdollisuus saada materiaalit talteen tuotteen elinkaaren lopussa, mikä mahdollistaa toisen tulonlähteen jälleenmyynnin tai uudelleenkäytön kautta. Omistuksen säilyttäminen tarjoaa sekä pitkän aikavälin tulovaroja, suojan raaka-aineiden hintojen nousulta ja materiaalipulalta sekä mahdollisuuden jatkaa vuorovaikutusta asiakkaiden kanssa. Suunnittelijoiden on tehtävä tiivistä yhteistyötä tuotteiden valmistajien ja toimittajien kanssa varmistaakseen, että rakennussuunnittelu mahdollistaa purkamisen ja muunneltavuuden. Purkuryitykset näkevät mahdollisuuden muuttaa liiketoimintamallejaan materiaalin uudelleenkäytön tarjoajiksi, jotka mahdollisesti tekevät yhteistyötä materiaalinpoimijoiden / tuottajien kanssa varmistaakseen jatkuvan materiaalin saatavuuden. Urakoitsijoiden on varmistettava, että käyttäjät, kiinteistöpäälliköt ja kehittäjät toteuttavat kiertotalousratkaisuja rakennuksen koko elinkaaren ajan. ³⁵

Jotta kiertotalouden mukaisia ratkaisuja toteutetaan rakentamisessa, se edellyttää materiaalien hankinnan, valmistuksen ja urakoitsijoiden välistä tiivistä yhteistyötä. Suunnittelijat ovat entistä tärkeämmässä roolissa.

Kiertotalousarkkitehtuuria on käsitelty tarkemmin osaraportissa 1 (Suomela, Miia & Lehto, Antti (2021).

³⁴ Circular Business Models for the Built Environment. ARUP.

<https://www.arup.com/perspectives/publications/research/section/circular-business-models-for-the-built-environment>

³⁵ Circular Business Models for the Built Environment. ARUP.

<https://www.arup.com/perspectives/publications/research/section/circular-business-models-for-the-built-environment>

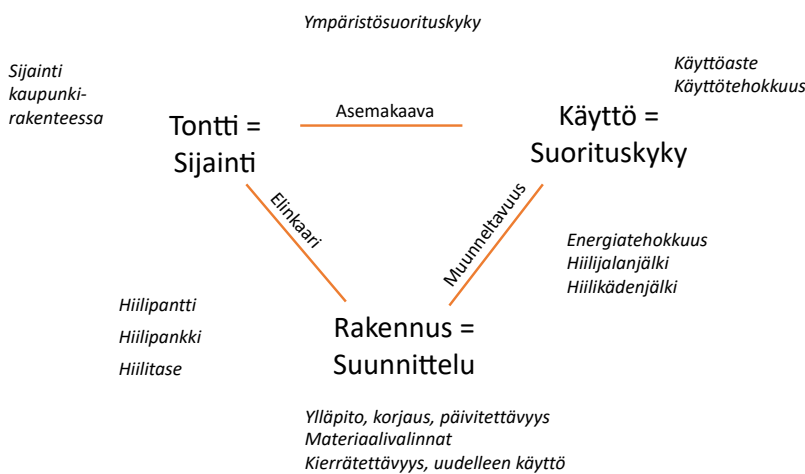
Sijainti, suorituskyky ja suunnittelu

Planetaarinen hätätilanne tulee haastamaan koko suunnittelu- ja rakentamisprosessimme aivan perustavalla tavalla.

Suoran talouden uudisrakentamisen kulttuurissa rakennuksille ja niiden lainoituksille on laskettu enintään 40 vuoden elinkaari. Rakennusten lainat pitäisi pystyä maksamaan kokonaan poissa tässä ajassa.

Kiinteistöalalla on ollut käytössä slogan ”sijainti, sijainti, sijainti” (*”location, location, location”*).

Kiertotaloudessa rakennusten elinkaari pitää määritellä joko hyvin pitkäksi tai määräaikaiseksi, jolloin rakennus ja sen osat ovat purettavia ja uudelleenkäytettäviä. Alla olevassa kuvassa tämä vanha slogan on purettu sanoiksi sijainti, suorituskyky ja suunnittelu:



Kuva 13. Sijainti, suorituskyky ja suunnittelu. Kiertotalouden suunnitteluparadigman muutos.

Kiertotaloudessa lähdetään edelleen sijainnista ts. millainen kaupunki, kunta tai kaupunginosa ja mikä sen sijainti on kaupunki- tai aluerakenteessa. Ratkaisut ovat erilaisia, jos rakennetaan Helsingin keskustan liepeille kuin että rakennetaan esimerkiksi Uudenkaupungin autotehtaan työntekijöille. Erilaisuus tulee elinkaaresta: Helsingin keskustaan todennäköisesti rakennetaan talo, jonka pitää kestää vähintään sata vuotta, kun taas Uuteenkaupunkiin rakennus suunnitellaan siten, että se on purettavissa ja siirrettävissä.

3.3 Rakentamisen kiertotalousstrategiat

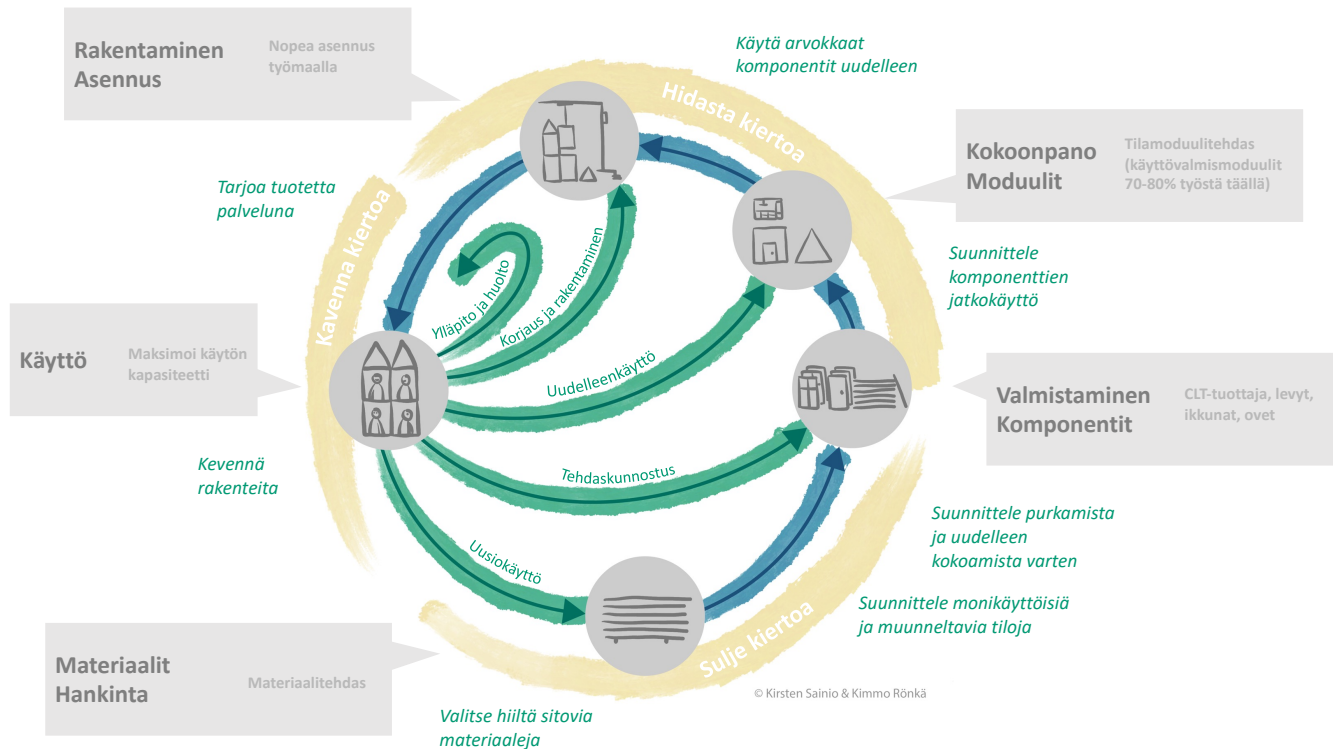
Kiertotaloudessa materiaalivirrat ja niiden määrittelyt ohjaavat suunnittelua. Tämän pohjalta voidaan määritellä erilaisia kiertotalousstrategioita myös rakentamisessa (ks. luku 2.3).

Materiaalivirtoja voidaan kaventaa (narrow), jolloin oleellista on käyttää materiaalia vähemmän. Materiaalin kiertoa voidaan myös hidastaa (slow), jolloin tuotteita ja niissä olevia materiaaleja käytetään pitempään. Tietyissä materiaaleissa kierto voidaan sulkea (close), jolloin materiaalia voidaan käyttää uudestaan ja uudestaan. Joissakin tapauksissa materiaalivirtoja voidaan uudistaa (regenerate), jolloin materiaali vaihtuu mahdollisesti fossiilisesta uusiutuvaan tai prosessi muuten muuttuu puhtaammaksi.

Miten nämä neljä strategiaa voisivat vaikuttaa kiinteistö- ja rakennusalalla? Osa muutoksesta kuuluu perinteiseen kestäväan rakentamiseen (esim. suunnittele monikäyttöisiä ja muunneltavia tiloja), mutta osa haastaa nykyiset liiketoimintamallit (esim. tarjoa tuotetta palveluna).

Kiertotalous muuttaa suunnittelun kertasuunnittelusta purettavuuden suunnitteluksi (design for dis- and reassembly ts. suunnittele purkamista ja uudelleen kokoamista varten).

Seuraava kuvan idea perustuu Cetinin (2021) luomaan kuvaan (ks. luku 2.3), mutta se on sovellettu rakennus- ja kiinteistöalalle.



Kuva 14. Kiertotalouden virrat rakennus- ja kiinteistöalalla.

Kuvassa käyttö ts. asuminen on keskipisteessä; oleellista on säännöllinen kiinteistön ylläpito ja tarpeellinen huolto. Seuraava kaari koskee korjausta ja rakentamista, ja toimenpiteiden jälkeen rakennus palaa jälleen käyttöön. Kun rakennuksessa olevat laitteet ja komponentit vanhenevat, ne menevät joko uudelleenkäyttöön ja tai tehdaskunnostuksen sekä niihin liittyvien siihen liittyvien hyväksymismenettelyn jälkeen kautta takaisin käyttöön.

Kun uutta kiinteistöä suunnitellaan ja rakennetaan, tulee suunnittelijoiden ja toimijoiden sitoutua kiertotalouden mukaiseen jatkuvaan kiertoon. Talo suunnitellaan helposti korjattavaksi, päivitettäväksi ja mahdollisesti myös eri tavalla purettavaksi.

3.4 Johtopäätöksiä kiertotalouteen siirtymisen esteistä ja mahdollisuuksista

Miten kiertotalous muuttaa suunnittelua ja rakentamista. Oheinen luku perustuu pääasiassa kansainvälisen ARUP-toimiston tekemiin arvioihin, mutta se antaa myös ajatteluperustaa tulevassa luvussa esiteltäviin kehityshankkeen näkemyksiin.³⁶

Tarvitaan pitkäaikaista ajattelua

Rakennusala toimii silloissa, ja jokainen sidosryhmä ajaa omia etujaan yhteistyön sijaan. Esimerkiksi spekulatiivisessa rakennusskenaariossa rakennuttaja pyrkii myymään rakennuksen mahdollisimman nopeasti, mikä saattaa estää heitä investoimasta korkealaatuisiin materiaaleihin ja suunnittelemasta pitkäikäisyyttä. Jos rakennuttaja kuitenkin säilyttäisi rakennuksen materiaalin omistusoikeuden, olisi suurempi kannustin harkita pidempää aikaväliä. Tämän mahdollistamiseksi tarvitaan uusia sopimus- ja kumppanuusmuotoja. Infrastruktuuriprojekteissa pätee päinvastoin, jolloin asiakas yleensä pitää omaisuutta pitkiä aikoja. Tällä hetkellä ei ole olemassa lainsäädäntöä, joka määrää rakennuksen käyttöikää koskevia standardeja. Rakennusten pitkäikäisyyttä tukeva sääntely olisi tärkeä keino puuttua resurssirajoituksiin ja kasvavaan väestönkehitykseen.

Suunnittele uudelleenrakentamista varten

Rakennuksia pitää suunnitella moniulotteisesti: ylläpidon, uudelleenkäytön tai palautukseen tarkoitettujen komponenttien suunnittelusta aina tilojen suunnitteluun, jossa otetaan huomioon rakennuksen uudelleenkäyttömahdollisuudet. Purkamisen suunnittelun ohella kierto-omaisuuden sosiaalinen arvo tulee ottaa huomioon suunnittelun varhaisessa vaiheessa.

Arvoketjun uudet innovaatiot

Ratkaisut kehittyvät arvoketjussa, kun kiertotalouden vaatimukset yleistyvät. Sopimukset ja hankintatapamme muuttuvat heti, kun opimme kannustamaan arvoketjua. Samalla kun tilaajien kiertotalousvaatimukset kasvavat ja syntyy kiertotalouteen kysyntää, innovaatioita on integroitava rakennusprosessiin, joka on historiallisesti suosinut perinteisten ja vakiintuneiden tekniikoiden käyttöä uuden teknologian hyödyntämisen sijaan. Pilottiprojektit voisivat auttaa voittamaan mahdollisen skeptisismän ja tarjoavat oppia liiketoiminnan kehittämiseksi edelleen.

Joustavuus vs. kestävyys

Vaikka vanhat materiaalit voidaan käyttää uudelleen tai kierrättää joustavasti, huoltotyöt ja logistiset prosessit kuluttavat energiaa ja resursseja. Tämä asettaa dilemman rakennuksen joustavuuden ja kestävyuden välille. Kestävät rakennukset rakennetaan kestävänsä, kun taas kiertotalouden joustavat rakennukset mahdollistaisivat purkamisen ja uudelleenkäytön. Tasapainon löytäminen näiden kahden elementin välillä on ratkaisevan tärkeää.

Yhteistyön rooli

Tiedon jakaminen ja yhteistyö koko kehitystyön elinkaaren ajan ovat avainasemassa, jotta kiertotalouden suunnittelun, rakentamisen ja ylläpidon innovaatioista tulee vakiokäytäntö. Tämä saavutetaan vain koko arvoketjun kattavalla yhteistyöllä, joka mahdollistaa kiertotalouden uudet liiketoimintamallit rakennetussa ympäristössä ja siten lopulta nostaa myös omaisuuden arvoa.

³⁶ Circular Business Models for the Built Environment. ARUP.

<https://www.arup.com/perspectives/publications/research/section/circular-business-models-for-the-built-environment>

Hyödynnä uusia tuotannon ja kulutuksen malleja

Ihannetapauksessa materiaalia käytetään mahdollisimman vähän kustannustehokkuuden optimoimiseksi ja luonnonvarojen talteenoton ja ympäristön vahingoittumisen minimoimiseksi. Rakennusprosessin realiteetteja tarkasteltaessa huomattava määrä rakennustyömaille toimitettua materiaalia menee kuitenkin hukkaan. Tämä materiaalihukkaa voitaisiin välttää ottamalla huomioon esivalmistus. Kiertotalous vaatii muutoksia läpi arvoketjujen, tuotesuunnittelusta uusiin liiketoiminta- ja markkinamalleihin, uusista tavoista muuttaa jätteet resurssiksi uusiin kuluttajakäyttämismuotoihin. Kiertotalous vaatii muutoksia läpi arvoketjujen, tuotesuunnittelusta uusiin liiketoiminta- ja markkinamalleihin, uusista tavoista muuttaa jätteet resurssiksi ja lopulta uusiin kuluttajakäyttämismuotoihin asti.

4. Kierrätyspohjaiset puutuotteet ja -rakenteet Jätkäsaaren Kiertotalouskorttelissa

Tässä luvussa esitellään lyhyesti kehityshankkeessa toteutetut osaraportit. Näkökulma osaraporteissa on puurakentaminen ja puumateriaalien käyttö, mutta hankkeessa on myös käsitelty muita materiaaleja parhaiden käytäntöjen löytämiseksi. Kehityshankkeessa on tehty myös melko laaja kirjallisuustutkimus.

Kierrätyspohjaiset puutuotteet ja -rakenteet Jätkäsaaren Kiertotalouskorttelissa -kehityshankkeessa valmistui yhteensä seitsemän raporttia, joissa käsiteltiin kiertotaloutta ja sen aiheuttamaa muutosta rakennusosalalla. Puumateriaalin lisäksi kiertotaloutta on käsitelty myös materiaaliriippumattomasti, koska suurin muutos koskee alan siirtymisestä ns. suorasta taloudesta kiertotalouteen, jossa puulla uusiutuvana materiaalina on merkittävä rooli.

Hankkeen raportit ovat:

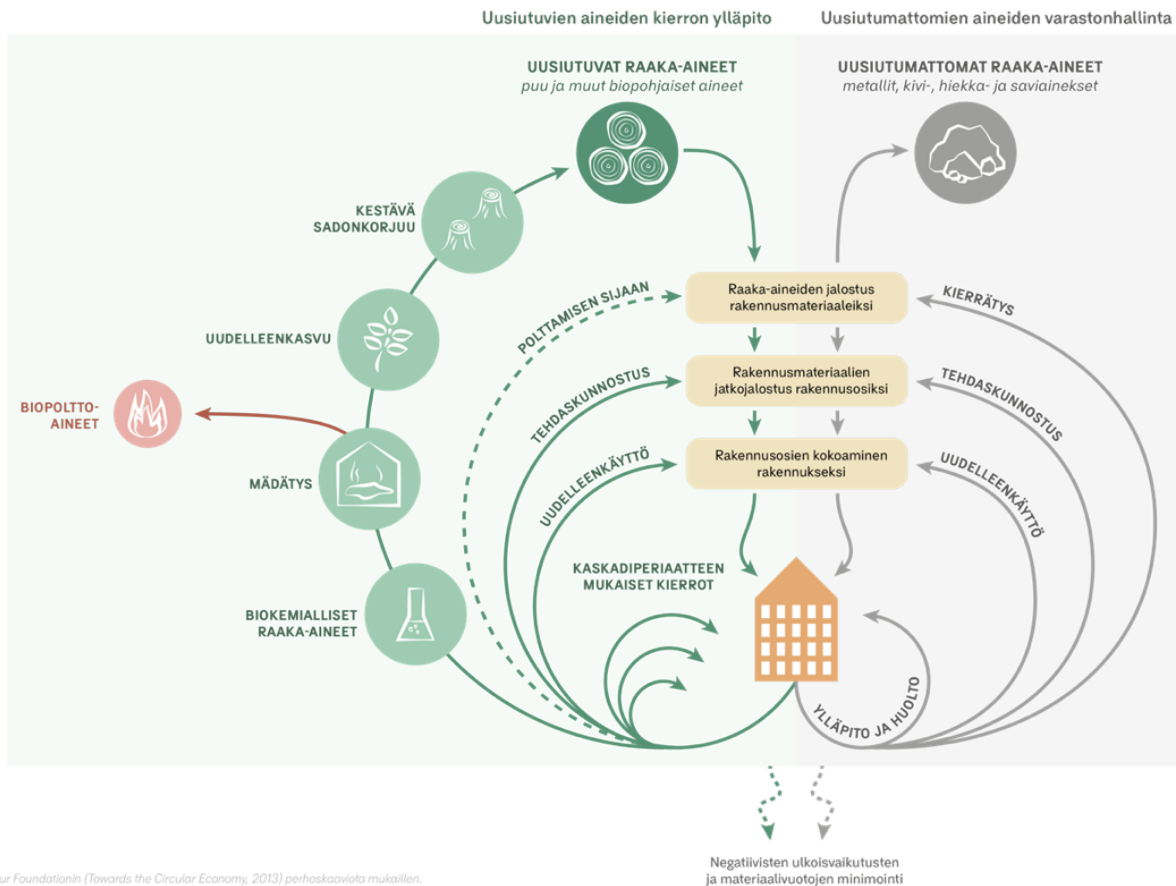
- *Miia Suomela & Antti Lehto: Kiertotalous ja kiertotalouden mukainen suunnittelu rakennusosalalla. INARO. 2021. Osaraportti 1.*
- *Jieun Bae, Pentti Kareoja & Jukka Salonen: Puurakentamisen kiertotaloutta demostroivia kansainvälisiä esimerkkiratkaisuja. ARK-house Arkkitehdit. 2021. Osaraportti 2.*
- *Pete Halsall: Circular economy during construction. International_haus Limited. 2021. Osaraportti 3*
- *Pete Halsall: Industrial timber construction in marine conditions. International_haus Limited. 2021. Osaraportti 4.*
- *Petri Salmi & Anne-Marie Mäntylä: Kiertotalouskortteli – rakennusosien uudelleenkäyttö, case lasirakenteet. Spolia Design. 2022. Osaraportti 5.*
- *Miia Suomela, Antti Lehto & Hanna Mattila: Kiertotalouden mahdollisuudet puurakentamisessa. INARO. Osaraportti 6. 2022.*
- *Kimmo Rönkä. Sata tarinaa kiertotaloudesta. Kiertotalouden mukainen rakentaminen ja eläminen*
- *Jätkäsaaren Kiertotalouskorttelissa. Kehityshankkeen loppuraportti. Yrjö ja Hanna -säätio. Osaraportti 7. 2022.*
- *Jukka Salonen: Kiertotalouden pohjoismainen opintomatka. Kööpenhamina – Göteborg – Oslo 25.–27.10.2022. ARK-house arkkitehdit. Matkaraportti. 2022.*

Seuraavissa luvuissa on lyhyesti käsitelty jokainen osaraportti ja sen keskeiset tulokset.

4.1 Kiertotalous ja kiertotalouden mukainen suunnittelu rakennusosalalla (raportti 1)

Raportissa on selvitetty kiertotalouden ratkaisuja puurakentamisessa ja toteuttamaan niitä käytännössä Jätkäsaaren suunniteltavan asuinkorttelin suunnittelussa ja rakentamisessa. Raportin tarkoituksena oli myös auttaa projektitiimiä asettamaan tavoitteet kiertotalouden edistämiseksi korttelin suunnittelussa sekä ottamaan kiertotalous huomioon suunnittelun alusta lähtien.

Kiertotalous on perinteisesti jaettu uusiutuviin ja uusiutumattomiin materiaaleihin. Uusiutuvia materiaaleja ovat biologisiin kiertoihin perustuvat materiaalit kuten erilaiset puupohjaiset tuotteet. Uusiutumattomia materiaaleja ovat maaperästä kaivamalla tuotetut materiaalit kuten sora, betoni ja teräs. Kiertotalouden ns. perhoskuvion lanseerasi Ellen MacArthur –säätio vuonna 2013.



thur-Foundationin (Towards the Circular Economy, 2013) perhoskaaviota mukaillen.

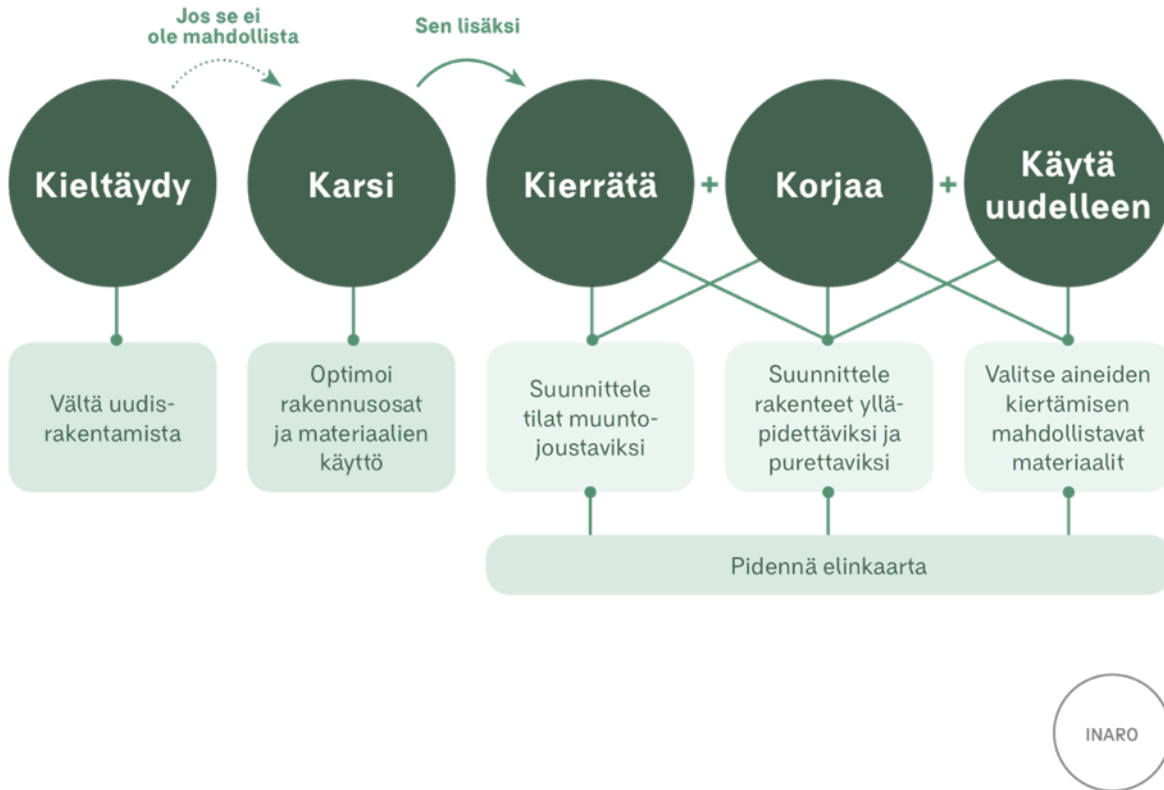
Kuva 15. Kiertotalouden perhoskuvio³⁷

Kiertotalous tulee muuttamaan rakentamisen hierarkioita. Ensimmäisenä pitäisi aina etsiä vaihtoehtoa uudisrakentamisella – tarvitaanko uutta rakennusta vai voitaisiinko tilojen käytön tehostamisella tai hyödyntämällä olemassa olevia rakennuksia?

Muutos on iso rakennusalalle, jonka liikeideana on rakentaa lisää uusia rakennuksia. Sen sijaan muutos on pienempi sellaisille ARA-rakennuttajille, joiden tavoitteena on rakennusten pitkäaikainen omistaminen ja asuntojen vuokraaminen. Uudisrakentamisen sijasta uusia ARA-asuntoja voidaan tuottaa myös korjaamalla olemassa olevia rakennuksia.

³⁷ Suomela, Miia & Lehto, Antti (2021). Kiertotalous ja kiertotalouden mukainen suunnittelu rakennusalalla. INARO.

Rakennusalan kiertotaloushierarkia



Kuva 16. Kiertotalouden imperatiivien hierarkia ja niitä toteuttavat suunnittelustrategiat rakennusalalla.³⁸

Seuraavassa taulukossa suunnittelustrategiat (kieltäydy – karsi – kierrätä – korjaa – käytä uudelleen) on purettu yksityiskohtaisesti rakennuksen osiin (tontti – rakenne – ulkovaippa – tekniikka – kevyet rakenneosat – materiaalivirrat).

Suunnittelustrategiat löytyvät täsmällisesti avattuina osaraportissa 1.

³⁸ Suomela, Miia & Lehto, Antti (2021). Kiertotalous ja kiertotalouden mukainen suunnittelu rakennusalalla. INARO.

Taulukko 1. Kiertotalouden suunnittelustrategiat rakennusalalla.³⁹

	Kieltäydy	Karsi	Käytä uudelleen • Korjaa • Kierrätä		
Kiertotalouden mukaiset suunnitteluratkaisut rakentamisessa					
	Uudisrakentamisen välttäminen	Rakennusosien optimointi	Elinkaaren pidentäminen		
	Yleiset periaatteet	Yleiset periaatteet	Muuntojoustavuus	Ylläpidettävyyden ja purettavuus	Materiaalivalinnat
	<ul style="list-style-type: none"> uudisrakentamista vain, kun tilatarvetta ei voida täyttää käyttämällä tai korjaamalla olemassa olevaa tilaa 	<ul style="list-style-type: none"> muotojen ja mittojen optimointi (muutokerroin) rakennusosien, -elementtien tai -moduulien esivalmistus materiaaliluhkan vähentäminen 	<ul style="list-style-type: none"> muunneltavuus monikäyttöisyys 	<ul style="list-style-type: none"> standardoidut liitokset helppo pääsy järjestelmiin ja liitoksiin rakennekerrosten keskinäinen riippumattomuus modulaarisuus yksiaineisuus 	<ul style="list-style-type: none"> biologisiin ja teknisiin kiertoihin palaavat materiaalit haitattomat materiaalit paikalliset materiaalit kulutusta kestävä materiaalit uusiomateriaalit vanhat rakennusosat, tarvittaessa kunnostettuina rajoite neitseellisten materiaalien käytölle
Tontti	<ul style="list-style-type: none"> maa- ja kallioperän sekä olevan kasvillisuuden ja vesiekosysteemien säilyttäminen vanhojen rakenteiden hyödyntäminen 	<ul style="list-style-type: none"> pihan suunnittelu materiaaleja ja rakenteita säästäten ja optimoiden 	<ul style="list-style-type: none"> rakennetun pihan alueen monikäyttöisyys 	<ul style="list-style-type: none"> hankalasti ylläpidettävien ja purettavien rakenteiden ja rakennekerrosten välttäminen maanalaissa ja päällisissä rakenteissa 	<ul style="list-style-type: none"> pihan rakennusmateriaalien ja rakenteiden kierrätettävyys kierrätysmaiden ja olevan kasvillisuuden käyttö viherrakentamisessa
Rakenne	<ul style="list-style-type: none"> ei rakentamista huonoihin perustusolosuhteisiin vanhojen perustusten hyödyntäminen vanhan kantavan rungon säilyttäminen ja kunnostaminen vanhan rakennuksen korottaminen 	<ul style="list-style-type: none"> tonttitehokkuus (käytetään valittu rakennusala riittävän tehokkaasti) rakennetaan hyvin perustusolosuhteisiin (vältetään paalutusta ja stabilointia) materiaalin kokonaistarpeen minimoiminen suhteessa valittuun rakennejärjestelmään 	<ul style="list-style-type: none"> rakennetun järjestelmän ja osastojako huonekorkeus jännevälit mahdollisen pysäköintitilan monikäyttöisyys 	<ul style="list-style-type: none"> purettavat perustukset (esim. luonnonkiviperustus) ulos maasta vedettävät perustukset rakennusosien liitokset rakennusosien uudelleenkierto (rakennus- ja tilaelementit) 	<ul style="list-style-type: none"> rakennetaan hyvin perustusolosuhteisiin (vältetään paalutusta ja stabilointia) vähähiilinen materiaali (suurin volyyymi) rakennusosien uudelleenkierto (rakennus- ja tilaelementit, tilaelementit)
Ulkovaippa	<ul style="list-style-type: none"> vanhan julkisivun kunnostaminen uuden rakentamisen sijaan 	<ul style="list-style-type: none"> aukotuksen määrä ja sijainti julkisivussa suhteessa ilmansuuntiin (luonnonvalo, näkyvät, ylikuumeneminen, ikkunoiden tekniset ominaisuudet) vedenohjausjärjestelmät tukemaan sadevesien talteenottoa 	<ul style="list-style-type: none"> aukotuksen koko ja sijoitus julkisivussa suhteessa huonealaan mahdollisuus avata / sulkea aukotusta käyttötarkoituksen muuttuessa 	<ul style="list-style-type: none"> irrotettavat julkisivumateriaalit / -komponentit ikkunoiden ja ovien huollettavuus (esim. listaikkunat) ikkunoiden ja ovien kiinnitys ja tiivistys kansipihilla käytetään huomiointimateriaaleja piharakenteissa 	<ul style="list-style-type: none"> säärasitukseen sopivat materiaalit purkumateriaalien uudelleenkierto julkisivuissa kasvikattojen kasvillisuus rakennuksen alle jäävältä alueelta
Tekniikka	<ul style="list-style-type: none"> passiivinen aurinkoenergia painovoimainen ilmanvaihto tekniikan päivittäminen uusimien sijaan 	<ul style="list-style-type: none"> rakenteellinen aurinkosuojaus jäädytyksen sijaan uusiutuvat energianlähteet energiatehokkuus 	<ul style="list-style-type: none"> mitoitus erilaisiin toimintoihin tilavaraukset mahdollisiin muutoksiin liittyvävaraukset 	<ul style="list-style-type: none"> pintavedot kotelointien purettavuus tekniikan järjestelmien keskinäinen riippumattomuus 	<ul style="list-style-type: none"> kierrätettäviksi sopivat järjestelmät
Kevyet rakennusosat	<ul style="list-style-type: none"> olemassa olevien tilojen muokkaaminen uuteen käyttötarkoitukseen 	<ul style="list-style-type: none"> talopesula huoneisto-kohtaisten pyykkipesukonevarustusten sijaan talosauna huoneistosauvojen sijaan taloyhtiön / korttelin yhteiset vierashuone(et) ja työhuone(et) pihan varustelutaso lähiviheralueet huomioiden 	<ul style="list-style-type: none"> huonejako neutraalimitoitus suuret tilat, jotka mahdollistavat monta eri toimintaa samanaikaisesti modulaariset keittiöt 	<ul style="list-style-type: none"> väliseinien liitokset lattiamateriaalin jatkumisen seinien alla esteettinen ylläpidettävyyden (esim. mahdollisuus maalata uudelleen) modulaariset ja uudelleenkierrätettävät rakennusosat 	<ul style="list-style-type: none"> kiintokalusteiden uudelleenkierto
Kierto- ja jakamistaloutta käytön aikana tukevat suunnitteluratkaisut					
	Kuluttamisesta kieltäytyminen	Jakaminen omistamisen sijaan	Tilojen monikäyttöisyys	Käyttöön pidentäminen	Hukan vähentäminen
Materiaalivirrat	<ul style="list-style-type: none"> Asukkaan vastuulla, mutta voidaan tukea tarjoamalla vaihtoehtoja omistamiselle 	<ul style="list-style-type: none"> hyvin varusteltu yhteiskeittiö yhteiskäyttöpyörät yhteiskäyttöautot "kirjasto", josta asukkaat voivat lainata tavaroita ilman omistamisen tarvetta yhteisöviljely ja satoa tuottavat kasvit pihalla 	<ul style="list-style-type: none"> monta eri toimintaa tukeva kalustus monikäyttöiset, eri käyttötarkoituksia palvelevat huonekalut rakenteisiin integroidut / helposti siirrettävät / kokoon taittavat huonekalut tilan jakamisen mahdollistaminen siirtoseinillä 	<ul style="list-style-type: none"> kierrätyshuone, jossa asukkaiden tavarat voivat vaihtaa omistajaa pajattila, jossa asukkaat voivat korjata, kunnostaa ja tuunata tavaroitaan 	<ul style="list-style-type: none"> toimivat ja monipuoliset jätteiden lajittelumahdollisuudet korttelissa kattavat lajitteluohjeet asukkaille korttelin oma komposti ja sen hyödyntäminen mm. laatikkoviljelyssä sadevesien talteenottojärjestelmä kasvillisuudelle

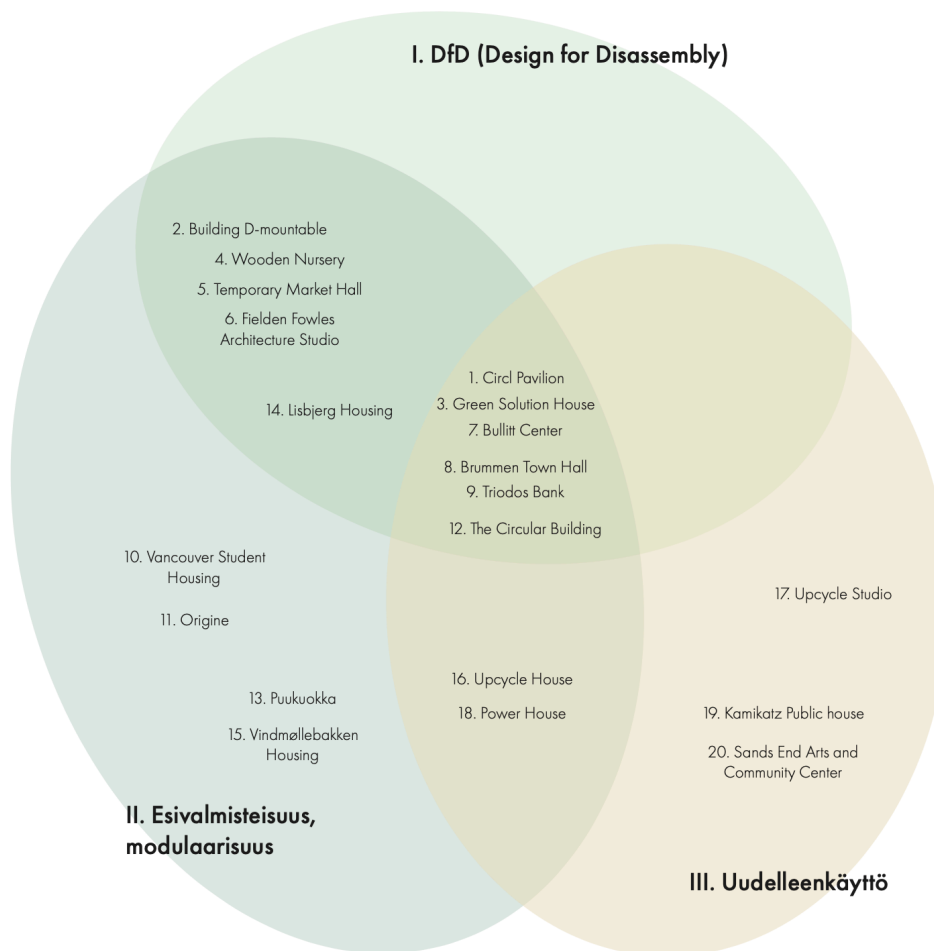
³⁹ Suomela, Miia & Lehto, Antti (2021). Kiertotalous ja kiertotalouden mukainen suunnittelu rakennusalalla. INARO.

4.2 Kiertotalouden mahdollisuudet puurakentamisessa, kansainvälisiä esimerkkiratkaisuja (raportti 2)

Raportissa on esitelty kansainvälisiä toteutettuja esimerkkejä kiertotalouden ratkaisuista. Tarkoituksena oli selvittää, miten laajasti kiertotalouden periaatteet näkyvät nykyrakentamisessa ja erityisesti puuarkkitehtuurissa.

Kirjallisuusraportissa luotiin kolmijakoinen luokittelu, jotka kertovat puurakentamisen suunnittelustrategioista. Strategiat ovat purettavuuden suunnittelu (DfD, design for disassembly), esivalmistus ja modulaarisuus sekä uudelleenkäyttö.

Raportissa on esitelty 20 erilaista puurakentamisen toteutusta eri puolilta maailmaa (ks. osaraportti 2).



Kuva 17. Erilaiset suunnittelustrategiat.⁴⁰

4.3 Industrial timber construction in marine conditions (raportti 3)

⁴⁰ Jieun Bae, Pentti Kareoja & Jukka Salonen: Puurakentamisen kiertotaloutta demostroivia kansainvälisiä esimerkkiratkaisuja. ARK-house Arkkitehdit. 2021. Osaraportti 2.

Raportin on tehnyt britti ekologisen rakentamisen konkari Pete Halsall, joka oli myös mukana Kiertotalouskorttelin konseptin alkuvaiheessa.

Raportissa on esitetty yhteenveto CLT:n käyttämisestä rakentamisessa. UK:ssa CLT-rakentamisessa on kokemusta lähes 20 vuoden ajalta, ja tähän mennessä on toteutettu yli 600 CLT-rakennusta.

Pete Halsallin mukaan CLT-teollisuus on aliarvioinut CLT:n kosteusriskit ja niiden vesivaurioriskit. Hän ehdottaa, että haastavimpien meri-ilmastojen rakentamisessa tulisi tehdä eurooppalaista yhteistyötä.

Osaraportissa esitetään kahdeksan johtopäätöstä CLT-rakentamisesta:

1. Suunnittele tulevaisuuden ilmastoon – v. 2064

Jos rakennuksen elinkaari on 80 vuotta, niin mitoitetaan talon rakenteet ja tilat v. 2064 pohjalta.

2. Toteuta yksityiskohtainen kosteusmallinnus WUFI-analyysillä

Tulee tehdä yksityiskohtainen kosteusmallinnus, jotta rakennuksen kosteus-, home- ja sienivahinkojen riskit voidaan määrittää.

3. Rakenna CLT-sääsuoja sekä rakentamisen aikainen sääsuoja

Sekä ARA että Ruotsi ja USA/TallWood Institute suosittelevat rakentamisen aikaista sääsuojaa.

4. Tunnista keskeiset kosteusriskialueet ja laadi suunnitelma riskien mittaamiseksi

CLT-rakentamisen riskit ovat suurimmat märissä tiloissa: kylpyhuoneet, pesulat, saunat, huoltokaapit sekä tasakattoalueet. Myös ulkoseinien ja kattojen yksityiskohdissa tulee olla huolellisia.

5. CLT-rakenteiden liitoskohdat tulee tehdä korroosion kestäviksi

Jätkäsaaren merellisessä ympäristössä suolainen meri-ilma on riski, johon tulee varautua sinkityllä tai ruostumattomalla teräkselle.

6. Laatikaa yksityiskohtainen QA/QC-suunnitelma

Yksityiskohtainen laadunvarmistus ja -tarkastussuunnitelma tulee laatia erityisesti kosteusriskien hallitsemiseksi.

7. Hyödyntäkää rakennushanketta CLT-rakennuksen tutkimus- ja kehityshankkeena

Sijoittakaa kosteusantureita CLT-rakenteisiin, jotta kosteustasojen muutoksia voidaan seurata pidemmän ajan kuluessa.

8. Laatikaa korttelille huolto- ja ylläpitoperiaatteet

UK:ssa kerrostaloja huolletaan ja ylläpidetään kurinalaisesti. Yhtenä keinona on laatia yksityiskohtainen huolto-opas, jonka avulla rakennuksen tärkeimpiä riskipaikkoja seurataan. Säännöllisiä tarkastuksia tulee tehdä vähintään 2 kertaa vuodessa. Myös asukkaiden omaa vastuuta tulisi erillisen CLT-rakennuskäsikirjan avulla.

4.4 Circular economy during construction. Study on the use of recycled materials in buildings and interiors in the UK (raportti 4)

Raportti käsittelee kierrätettyjen rakennusmateriaalien uudelleenkäyttöä. Tarkasteltavina materiaaleina ovat betoni, kiviaines, tiilet, puuverhous, rakenneteräs, rakennepuu ja lattiapinnat.

Kiertotaloudella Brittien saarilla on pitkä historia. Vuosien 410–1441 kaikki Englannin tiilirakennukset rakennettiin käyttämällä uudelleen roomalaisten raunioiden tiiliä. Kun roomalaiset lähtivät Brittein saarilta vuonna 410 jKr, he veivät hiilenvalmistustietonsa ja -taitonsa mukanaan, ja paikallinen valmistus palasi Englantiin vasta vuonna 1441, kun flaamilaiset tiilenvalmistajat tulivat saarille.

Kiertotalouteen siirtyminen on kulttuurinen ja järjestelmällinen muutos, joka liittyy siihen, miten rakennusmateriaalit nähdään missä tahansa asemassa tai muodossa; pohjimmiltaan ne ovat tärkeitä kaupungin resursseja ja omaisuutta nykyajalle ja jälkipolville.

Suosituksia kiertotalouden toteuttamiseksi:

1. Tutustukaa purkutyömaakohteisiin sekä purkufirmoihin selvittääksenne, millaisia materiaaleja on saatavilla.
2. Aikataulutakaa menossa olevat purkuhankkeet yhdessä Helsingin kaupungin kanssa ja selvittääkää, millaisia materiaaleja tällaisista hankkeista voitaisiin saada.
3. Järjestäkää konsepti- ja suunnittelusessio, jotta arkkitehdit ja rakennesuunnittelijat voivat tunnistaa tarvittavat materiaalmäärät ja niiden suorituskyvyvaatimukset.
4. Määrittäkää budjetti kiertotalousprosessille. Budjettiin kuuluu kaikki suunnittelukulut ja materiaalien kartoitus, varastointi ja uudelleen työstämisen kustannukset.
5. Selvittäkää uudelleenkäytettävien materiaalien mahdolliset esteet yhdessä rakennusvalvonnan kanssa. Järjestäkää aiheesta seminaari yhdessä alan toimijoiden kanssa.
6. Koska CLT-massiivipuurakenne voi olla altis kosteusvaurioille, ei suositella uudelleenkäytettäviä materiaaleja julkisivuun. Uudelleenkäytettävät materiaalit sopivat sen sijasta yhteispihan ja kellarikerroksen betonirakenteisiin tiloihin.
7. Pohjakerroksen yhteistiloissa voidaan käyttää uudelleenkäytettäviä puulattioita, jotka antavat lämpimän ja korkealaatuisen tunnelman. Myös puupaneeleissa ja seinäverhouksissa voidaan käyttää uudelleenkäytettäviä materiaaleja.
8. Rakenteellisten teräsrakenteiden uudelleenkäyttö: kellarikerroksen varastoalueen väliseininä, toissijaisesti teräsrakenteena kaikille tiilimuurauksille.
9. Uudelleenkäyttö tulee tallentaa historiana ja tarinoina: mikä rakennus ja missä se sijaitti. Ne inspiroivat ihmisiä ja luovat muistojen arkistoja.
10. Laatikka kattava rakennusjätteiden hoitosuunnitelma (construction waste management plan). Kerätkää dataa.
11. Rekrytoikaa hyviä ihmisiä projektitiimiin. Uudelleenkäytön koordinaattori olisi hyvä resurssi hankkeessa.
12. Kiertotalouskortteli-hanke kannattaa liittää osaksi Helsingin kaupungin kiertotalouden eri ohjelmia sekä synergian että mahdollisten lisäresurssien takia.

2.5 Kiertotalouskortteli – rakennusosien uudelleenkäyttö: Kiertotalous ja tuotehyväksyntä; Uudelleenkäytettävät lasijärjestelmät ja kierrätettävä puumateriaali (raportti 5)

Kiertotalousasiantuntija Spolia Design Oy on vastannut kehityshankkeesta materiaalien uudelleenkäytöstä ja tarvittavista tuotehyväksynnän prosesseista. Tehdyssä raportissa⁴¹ on kerrottu, miten kiertotaloutta toteutetaan käytännössä ja käyty myös äpi esimerkinomaisesti uudelleenkäytettäviä lasijärjestelmiä ja kierrätettäviä puumateriaaleja.

Kiertotaloudessa on käytössä paljon erilaisia termejä, joiden käyttö ja sisältö ei ole vielä kaikilta osin vakiintunut. Osaraportissa käytettiin edelleen uudelleenkäytetty termiä, vaikka rakennustuoteasetuksen päivityksen yhteydessä on otettu käyttöön termi Used, käytetty, kun kerrotaan esim. uudelleenkäytettävästä tai kierrätettävästä materiaalista. Used-termiä on käytetty Rakennustuoteasetuksen 305/2011 päivityksen lausuntokierroksella.

Ympäristönsuojelu ja rakentaminen yhdistyvät kiertotalouden toteuttamisessa. Ympäristönsuojelu on ollut aina osa rakentamista esim. jätteiden tuotannossa tai saastuneiden maa-ainesten käsittelyissä (Maankäyttö- ja rakennuslaki MRL). Rakentamisessa ei rakennustuotteiden ja -tuotejärjestelmien tuotehyväksyntätoimet kuitenkaan muutu. Rakenteet ja materiaalit varmennetaan käyttötarkoituksiinsa soveltuvilla arviointiperusteilla ja tuotehyväksyntämenetelmillä.

2.6 Kiertotalouden mahdollisuuden puurakentamisessa (raportti 6)

Raportti on jatko-osa osaraportin 1 puurakentamista erityisesti suunnittelun ja arkkitehtuurin näkökulmalle. Tässä raportissa⁴² käsitellään puurakentamisen erityiskysymyksiä kiertotaloudessa ja esitellään erilaisia ratkaisuvaihtoehtoja.

Kierrätyspuun käyttö on ollut vähäistä, mutta onneksi viime vuosina kehitystyötä on alettu tehdä puun uudelleenkäytön ja kierrätyksen edistämiseksi. Toistaiseksi suurin osa puujätteestä poltetaan energiaksi, eli puun kiertotalouden erilaisille ratkaisuille on suuri tarve.

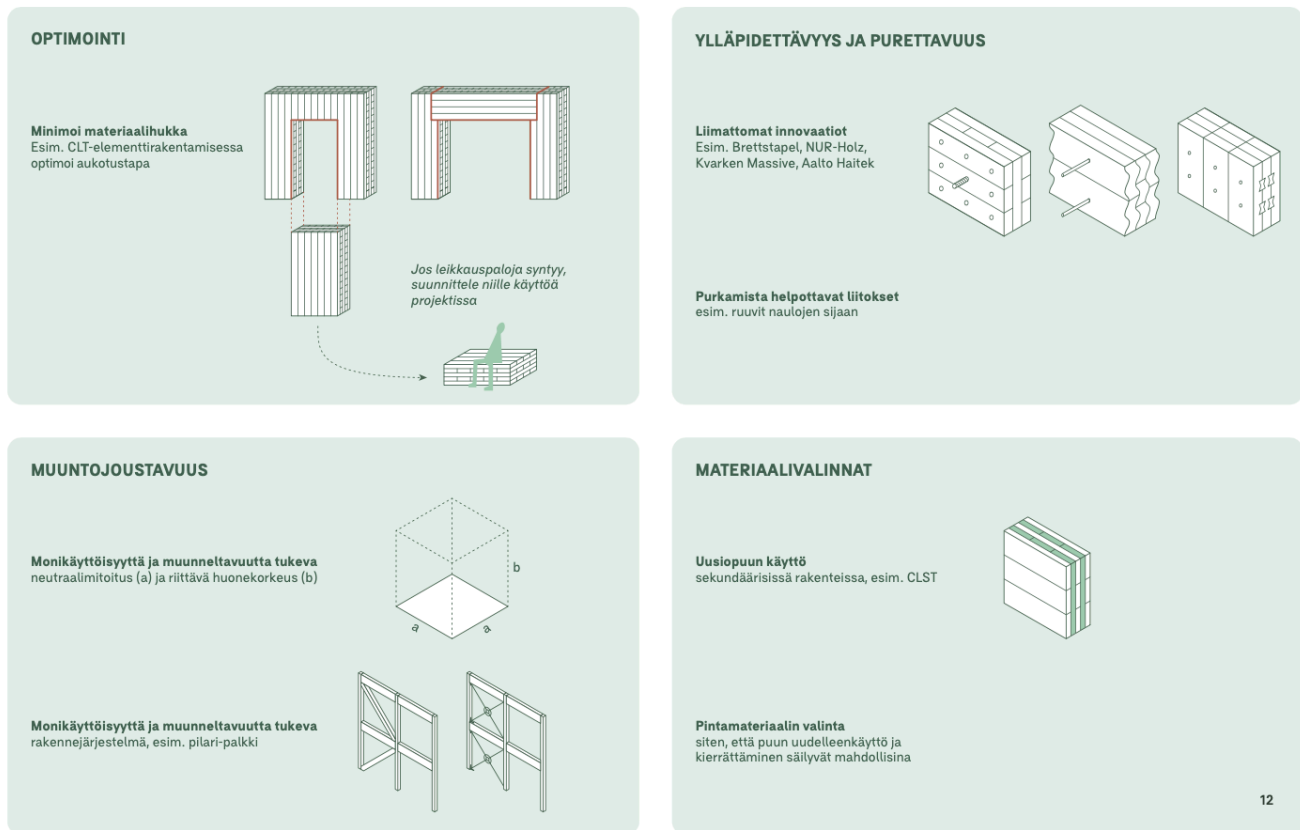
Kiinnostavana uutena avauksena on ns. CLST (cross-laminated secondary timber), jossa on löydetty puun uudelleenkäyttöä edistäviä ratkaisuja. CLST:n lujuusominaisuudet säilyvät, mikäli kierrätyspuuta on vain joka toinen kerros CLT-levyssä.

Puun käytön periaatteita ovat materiaalin optimointi (hukan ja jätteen vähentäminen), muuntojoustavuus (pitkä elinkaari edellyttää tiloilta muunneltavuutta ja monikäyttöisyyttä), ylläpidettävyyys ja purettavuus (uudelleenkäyttö) ja materiaalivalinnat (uusiopuun käyttöä ja terveelliset materiaalin käsittelytavat).

⁴¹ Mäntylä, Anne-Marie & Salmi, Petri 2022: Kiertotalous ja tuotehyväksyntä. Uudelleenkäytettävät lasijärjestelmät ja kierrätettävä puumateriaali. Spolia Design Oy.

⁴² Suomela, Miia; Lehto, Antti & Mattila, Hanna 2022: Jätksäaren kiertotalouskortteli. Kiertotalouden mahdollisuudet puurakentamisessa. INARO Arkkitehdit Oy.

Kiertotalouden suunnittelustrategiat puurakentamisessa



12

Kuva 18. Kiertotalouden suunnittelustrategiat puurakentamisessa.

2.7 Kiertotalouden pohjoismainen opintomatka (matkaraportti)

Jätkäsaaren kiertotalouskorttelin konsortio (Ilkka Murto ja Kimmo Rönkä/Yrjö ja Hanna -säätio, Jukka Salonen/ARK house arkkitehdit ja Hanna Mattila/INARO) osallistui Helsingin kaupungin kiertotalousklusterin järjestämään Kööpenhamina-Göteborg-Oslo -opintomatkalle 25.-27.10.2022. Opintomatkan kokemusten pohjalta ARK house (Jukka Salonen) teki kiertotalouden soveltamista käsittelevän idearaportin.

Opintomatalla tutustuttiin Kööpenhaminassa, Göteborgissa ja Oslossa oleviin kiertotalouden esimerkkirakennuksiin. Matkaraportissa on esitelty sekä nämä pilottikohteet että nostettu esille ideoita kiertotalouden toteuttamiseksi Jätkäsaaren Kiertotalouskorttelissa.

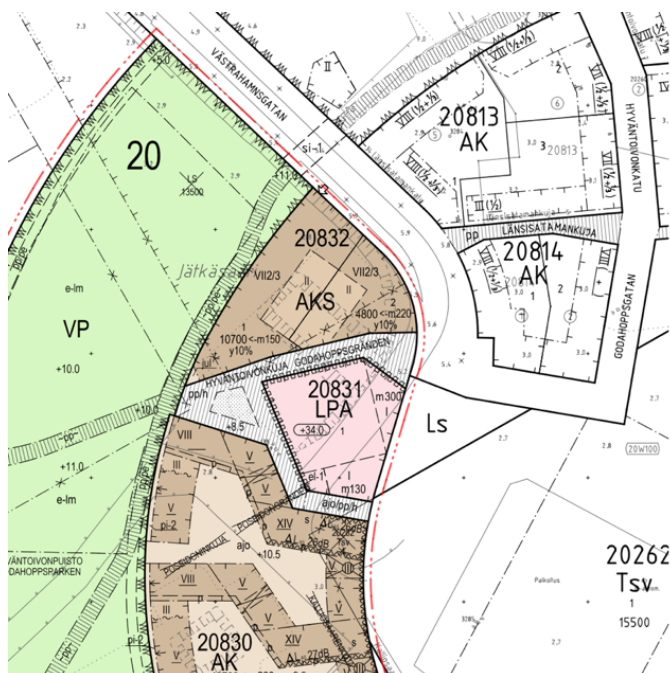
Pohjoismaissa ollaan melko samanlaisissa tilanteissa; kiertotaloutta halutaan edistää mutta kiertotalouteen siirtymiseksi tarvitaan konkreettisia rakennushankkeita. Vain siten voidaan muuttaa vakiintuneita tapoja rakennusalalla.

5. Pilottina Jätkäsaaren kiertotalouskortteli

Kehityshanke liittyy läheisesti Jätkäsaaren toteutettavaan kerrostalokortteliin. Tässä luvussa esitellään konseptuaalinen suunnitelma kiertotalouden toteuttamiseksi osana rakennushankkeen suunnittelua, rakentamista, käyttöä, ylläpitoa ja myös asukkaiden elämää. Ehdotus jäi keskeneräiseksi, koska hankkeen toteutuminen pysähtyi talven ja kevään 2022 aikana. Luvussa 6 esitelty ”Sata tarinaa kiertotaloudesta” on kuitenkin mahdollinen lähestymistapa, jota voidaan soveltaa rakennushankkeen myöhemmissä vaiheissa.

5.1 Jätkäsaaren Kiertotalouskorttelin asemakaavalliset lähtökohdat

Jätkäsaaren Kiertotalouskortteli sijaitsee Hyväntoivonpuiston ja Länsisatamankadun risteyksessä. Kortteli on alueen viimeinen rakentamaton alue. Asemakaavassa alue on merkitty AKS-alueeksi, joka kuitenkin voidaan toteuttaa tavanomaisena kerrostalorakentamisena (AK). Korttelin kokonaisrakennusoikeus on n. 15.000 kerrosneliometriä, josta yhteiskäyttöisten tilojen osuus pitää olla vähintään 10 %.



Kuva 19. Alueen asemakaava (kortteli 20832/AKS).

Korttelissa tontin 1 toteuttaja on Yrjö ja Hanna -säätio ja tontin 2 toteuttaja NAL Asunnot Oy. Yrjö ja Hanna -säätion arkkitehtina on ARK house arkkitehdit Oy (pääsuunnittelija Pentti Kareoja ja projektiarkkitehti Jukka Salonen) ja NAL Asunnot Oy:n arkkitehtina on INARO Arkkitehdit Oy (pääsuunnittelijana Antti Lehto ja projektiarkkitehti Hanna Mattila). Nämä molemmat arkkitehtitoimistot ovat osallistuneet myös kehitystyöhön siten, että INARO (Suomela & Lehto) on toteuttanut osaraportit 1 ja 6 sekä ARK house arkkitehdit osaraportin 2 (Bae, Kareoja & Salonen).

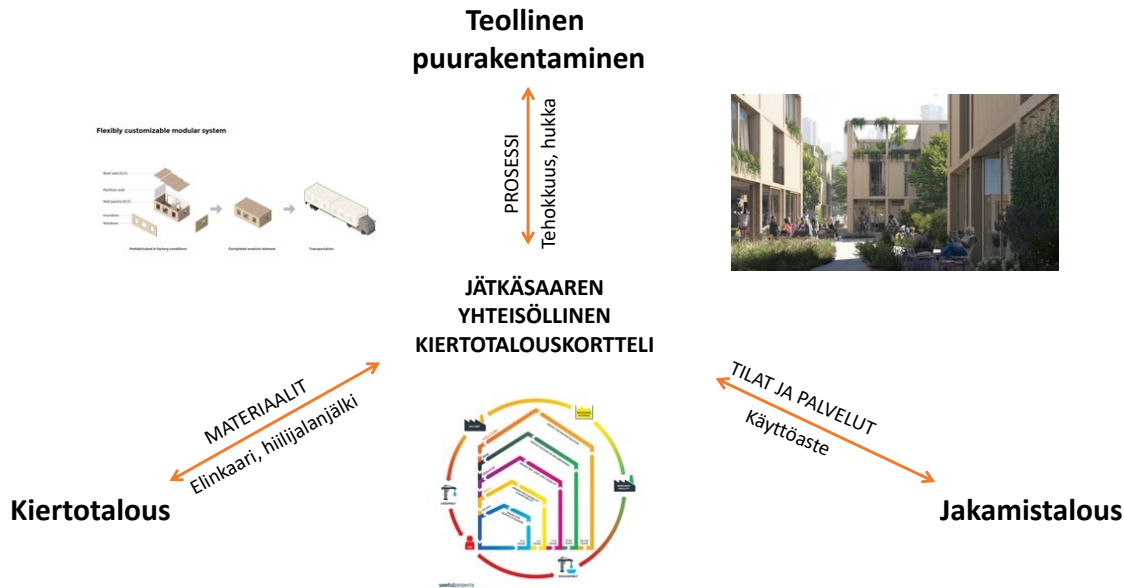
5.2 Kiertotalouden mukaisen yhteisöllisen kerrostalokorttelin konsepti

Jätkäsaaren yhteisöllisessä kiertotalouskorttelissa haluttiin yhdistää teollinen puurakentaminen, kiertotalous ja jakamistalous. Teollisessa puurakentamisessa oleellista on prosessin kehittäminen kiertotalouden mukaiseksi

ts. hukkaa ja jätettä syntyy mahdollisimman vähän, samoin työstä haluttiin siirtää mahdollisimman paljon siirtää työmaalta tehtaaseen. Ajatuksena oli se, että säältä suojatussa ja vakioidusti toistuvassa tehdasympäristössä kiertotalous ts. materiaalien kestävämpi kiertotalous on paremmin hallinnassa kuin sään armolla olevassa, aina erilaisessa työmaaympäristössä.

Kiertotalous on etenkin materiaalien hallintaa, pidempää elinkaarta, uudelleenkäytettävyyttä sekä mitattavaa hiilitasetta.

Jakamistalous keskittyy korttelin asukkaisiin ja siellä toimiviin. Tavoitteena on se, että tilat suunnitellaan toimiviksi, jaettaviksi, jolloin tilojen käyttöasteet saadaan mitatusti korkealle tasolle.



Kuva 20. Kiertotalouskortteli yhdistää kiertotalouden, teollisen puurakentamisen ja jakamistalouden.

5.3 Tilallinen ja toiminnallinen toteutuskonsepti

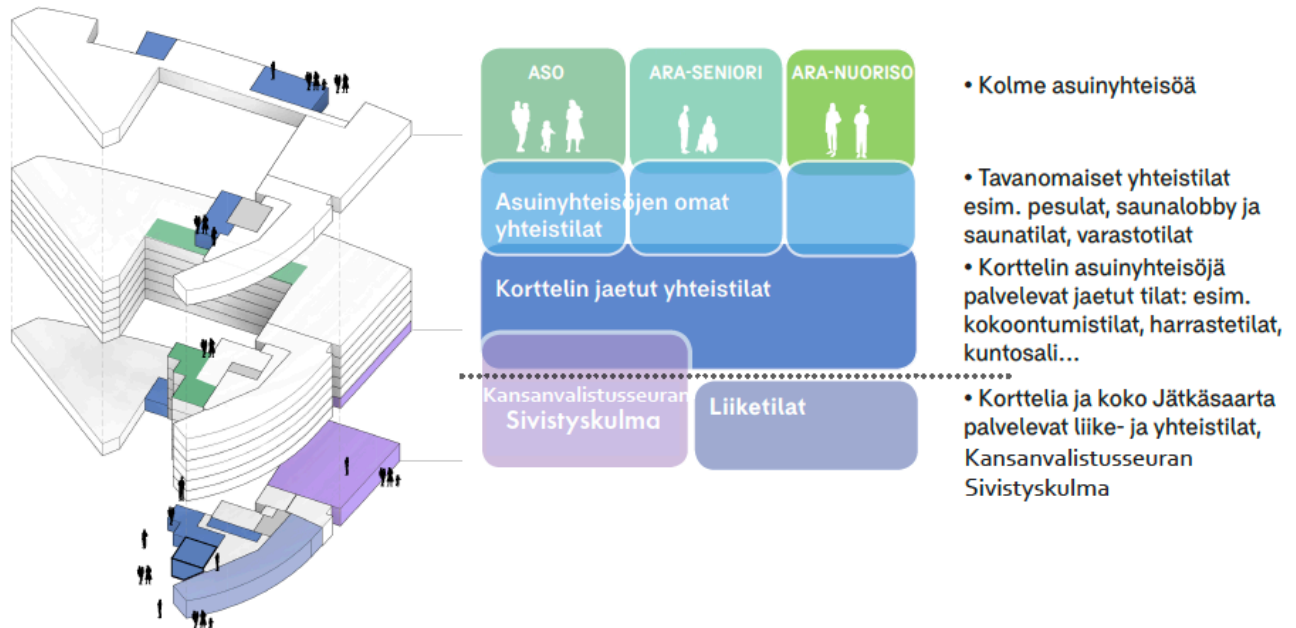
Korttelin asemakaava edellytti poikkeuksellisen suurta yhteistilan määrää (10 % kokonaisrakennusoikeudesta). Tämän takia alusta asti oli selvää, että korttelin toteutumiseksi tulee löytää konseptiin sopiva yhteistyökumppani. Kesän 2021 aikana käytyjen neuvottelujen pohjalta marraskuussa 2021 tehtiin aiesopimus Kansanvalistusseuran kanssa Sivistyskulma-konseptin ja Etelä-Helsingin kansalaisopiston tilavarauksien toteuttamisesta.⁴³

Korttelin konsepti perustuu neljään, eri tasoihin yhteiskäyttöisiin tiloihin ja palveluihin: taloyhteisön omiin tiloihin, korttelin yhteisiin, Sivistyskulman tiloihin ja korttelin liiketiloihin.

Jokaisella asuinyhteisöllä on omat pesulat (pohjakerros) sekä saunatilat ja niihin liittyvät yhteistilat (kattokerros). Sen lisäksi jokaisella rakennuksella on omat, jo asemakaavankin vaatimat varastotilat. Korttelitasolla yhteisiä ja jaettavia ovat yhteiskäyttöiset tilat kuten kuntosali sekä erilaiset harrastetilat kuten korjauspaja ja kuntosali. Kansanvalistusseuran tiloihin kuuluu kansalaisopiston opetustiloja, iso

⁴³ <https://kansanvalistusseura.fi/ajankohtaista/jatkasaaren-rakennetaan-elinikaisen-oppimisen-kiertotalouskortteli-ja-kansalaisoppimisen-keskus-sivistyskulma/>

yhteiskäyttöinen päätila (ns. Sivistyskulma) sekä erilaisia opetustiloja. Neljäntenä tasona ovat liiketilat, joita on Länsisatamankadun varressa sekä Hyväntoivonpuiston varrella (kahvilatila). Kortteliin kuuluu myös kellari, johon on sijoitettava asemakaavan edellyttämät autopaikat.



Kuva 21. Jätkäsaaren kiertotalouskorttelin tilakonsepti ja sen jakautuminen eri yhteisöjen kesken.

Kiertotalouden kannalta on keskeistä se, että tilaa ei suunnitella turhaan ja ne tilat, jotka suunnitellaan, niille varmistetaan mahdollisimman suuri käyttö. Kiertotalouden idea edellyttää tilojen monikäyttöisyyttä ja se edellyttää taas erilaisten tilan käyttäjien tarpeista lähtevää digitaalista tilojen kalenteri-, varaus- ja maksatusjärjestelmää.

Kiertotalouskorttelin idea vahvistuisi entisestään, jos korttelin liiketiloihin saataisiin kiertotalouteen sitoutuvia vuokralaisia kiertotalouden mukaisilla liiketoimintakonsepteillaan. Esimerkiksi korttelin kahvila-ravintolan konsepti voisi perustua planetaariseen ruokavalioon ja toiminnassa voitaisiin hyödyntää myös Jätkäsaaren alueen kaupoissa syntyvää hukkaa.

6. Sata tarinaa kiertotaloudesta

Miten kiertotalous toteutuu korttelissa? Miten systeemitasoinen muutos saadaan aikaiseksi? Koska rakennushankkeen toteutumisessa on ollut viivästyksiä ja lopullista urakoitsijaa ei ollut valittu tätä raporttia kirjoitettaessa (elo-marraskuu 2022), päädyttiin konseptiin ”Sata tarinaa kiertotaloudesta”. Sen tarkoituksena on visualisoida, mistä kiertotaloudesta on kysymys ja miten eri suunnittelijat, urakoitsijat, aliurakoitsijat, materiaali- ja laitetoimittajat, palveluntuottajat sekä rakennuttajat voivat osaltaan edistää kiertotaloutta. Tässä luvussa on esimerkinomaisesti kuvattu sitä, miten kiertotaloutta voidaan konkreettisesti edistää rakennus- ja kiinteistöalalla.

6.1 Kokonaiskonsepti

”Sata tarinaa kiertotaloudesta” -konsepti on jaettu kymmeneen osaan, joista jokainen on edelleen jaettu kymmeneen osaan. Koska lopullinen toteutussuunnittelu ei ole vielä käynnistynyt, on kysymys ideatason esimerkinomaisesta listasta. Kiertotaloudesimerkkien laatimisessa on osallistunut myös kehityshankkeen kiertotalousasiantuntija Petri Salmi Spolia Design Oy:stä.

1-9	KIERTOTALOUS – UUSI TALOUSJÄRJESTELMÄ
10-19	JÄTKÄSAAREN KIERTOTALOUKORTTELI – KONSEPTI JA SEN OSAT
20-29	KIERTOTALOUSARKKITEHTUURI
30-39	KIERTOTALOUSRAKENTAMINEN
40-49	KIERRÄTYSASTEEN KASVATTAMINEN
50-59	RAKENNUSMATERIAALIEN UUDELLEENKÄYTTÖ
60-69	SISUSTAMINEN JA KALUSTAMINEN
70-79	DIGITAALISUUS, MENETELMÄT JA MITTAAMINEN
80-89	JAKAMISTALOUS
90-99	KIERTOTALOUSELÄMÄÄ JÄTKÄSAARESSA

6.2 Esimerkkejä kiertotalouden tarinoista

Luvussa esitellään esimerkinomaisesti sitä, miten kiertotalous voidaan ottaa huomioon suunnittelussa, rakentamisessa, sisustamisessa ja kalustamisessa.

Huom! Luku on kesken ja täydentyy syyskuun aikana.

1-9 KIERTOTALOUS – UUSI TALOUSJÄRJESTELMÄ

3 Cradle to cradle™ Kiertotalouteen kehitetty tuotesertifiointiprosessi (ei tulla toteuttamaan tässä korttelissa).

3



Cradle to cradle™ Kiertotalouteen kehitetty tuotesertifiointiprosessi (ei tulla toteuttamaan tässä korttelissa).


10-19 JÄTKÄSAAREN KIERTOTALOUSKORTTELI – KONSEPTI JA SEN OSAT

- 10 Neljän tasoiset yhteisölliset tilat: yhtiökohtaiset (katto), korttelikohtaiset (pesula), kansalaisopistotilat (sivistyskulma), jakamistalouteen liittyvät liiketilat (liiketilat)
- 14 Planetaarisen ruokavalion hukkaa hyödyntävä kahvila-ravintola.

20-29 KIERTOTALOUSARKKITEHTUURI

- 22 Design for Disassembly. Purettavuuden suunnittelu.
- 27 Liitokset.

30-39 KIERTOTALOUSRAKENTAMINEN

- 32  Uudelleenkäytettävät ontelolaatat. Ontelolaatat valmistetaan jännitettynä rakenteena liukuvaluna ja katkaistaan valupedillä oikeaan mittaansa, kun valun lujuus on riittävä. Valmistusmenetelmän takia uudelleenkäytettäviä ontelolaattoja on mahdollista lyhentää haluttuun mittaan ilman, että ontelolaatan ominaisuudet kärsivät. Ontelolaatat sijaitsevat rakennuksessa ala- ja välipohjissa ja ovat olosuhteiden puolesta lämpimissä ja puolilämpimissä kuivissa tiloissa. Uudelleenkäyttö on mahdollista, kun ontelolaatat irrotetaan huolellisesti timanttileikkaamalla purkukohteesta, niihin on asennettu uudet nostopaikat ja materiaalin ominaisuudet testattu. Ontelolaattojen ääneneristysvaatimukset ovat vuosien saatossa kasvaneet, joten vanhat laatat soveltuvat parhaiten alapohjaan. Välipohjiin niiden rakennetyyppiin tulee suunnitella lisäeristävyyttä. Ontelolaattatehtailta jää myös jonkun verran hukkaa uudistuotannossa. Hukkapaljon hyödyntäminen vakiomittaisina 1m, 2m tai 3m tulee kysymykseen, kun mitoista sovitaan toimittajien kanssa etukäteen. Hukkapätkät on mahdollista myös CE-merkitä muiden ontelolaattojen tavoin, kun kohde on tiedossa.
- 36 Uudelleenkäytettävien tuotteiden rakennuspaikkakohtainen varmentaminen on tapa, jolla tuotteet voidaan kelpoistaa osaksi uudisrakennuskohdetta. Rakennuspaikkakohtainen varmentaminen edellyttää yhteistyötä rakennusvalvontaviranomaisen kanssa ja viranomaisen kanssa sovitaan, millä tavalla tuotteiden ominaisuudet varmennetaan ja esitetään.
- 38 Rakennus- ja purkujätettä on mahdollista hyödyntää uusien rakennustuotteiden valmistuksessa, kun niiden käsittelyssä noudatetaan jätelainsäädäntöä, ympäristöviranomaisen ohjeistusta ja tuotteen käsittelyyn on haettu ympäristölupa. Kerran jätteeksi luokitellulle materiaalille on mahdollista hakea Ei enää jätettä- statusta (EEJ). Luokittelun päättymisen jälkeen tuotteen ominaisuudet uudeksi rakennustuotteeksi arvioidaan tuotehyväksynnässä.

40-49 KIERRÄTYSASTEEN KASVATTAMINEN

- 42 Kierrätyspuun hyödyntäminen rakenteissa, rakennus- ja purkutyömailta tuleva puumateriaali on mahdollista tuottaa uusiksi rakennustuotteiksi. Esimerkiksi hiillyttämällä käsiteltyä puuta on mahdollista käyttää piha-alueen kulkureiteissä, piharakennuksissa ja julkisivuissa.
- 44 Kipsin kierrätysasteen nosto 20 %:sta 40 %:iin. Kipsilevyjen valmistajat käyttävät kierrätysmateriaalia jo nyt uusissa tuotteissa. Teknisesti uusi kipsilevy on tehtävissä lähes kokonaan kierrätyskipsistä, mutta soveltuvan raaka-aineen saaminen on pullonkaula. Markkinoille tarvitaan lisää osaamista ja soveltuvaa kalustoa työmailta ja purkukohteista tulevan kipsilevyjen käsittelyyn, jolla raaka-aine olisi jo tehtaalle viedessä mahdollisimman soveltuvaa. Tehtaalla on käytössä laitteistot, jolla raaka-aine jatkojalostetaan tehokkaasti levynvalmistusprosessiin sopivaksi. Purettavien kipsilevyjen pintapahvit, maali- ja pinnoitekerrokset yms. puhtaan kipsin lisänä olevat materiaalit hidastavat hyödyntämistä. Kipsilevyn hyödyntämisen kehittämiseen tarvitaan selkeät toimintatavat, jolla materiaalit saadaan tehokkaasti uusiokäyttöön, se edellyttää toiminta- ja keräystapojen kehittämistä jätteen syntypaikalla ja käsittelyn kehittämistä tehtaalla. Työtä tulee edistää yhdessä alan toimijoiden kesken. Tavoite on, että korttelin rakentamisen hetkellä nyt reilun 20 %:n kierrätysaste on saatu nostettua 40 %:iin.
- 46 Muovimatto kierrätysmuovimatosta. Muovimaton ja karvapintaisen pala- tai kokolattiamaton materiaalit ovat matosta riippuen kierrätettävissä uusien tuotteiden raaka-aineeksi. Materiaalin valmistaja tutkii purettavien kohteiden mattolaatujen sopivuuden uusien materiaalien raaka-aineiksi. Hyvälaatuisia palamattoja voidaan pestä ja puhdistaa, mikä mahdollistaa mattojen uudelleenkäytön sellaisenaan.

50-59 RAKENNUSMATERIAALIEN UUELLEENKÄYTTÖ

- 53 Betonirakenteiden uudelleenkäyttö on mahdollista, kun etukäteen selvitetään betonirakenteen ominaisuudet ja soveltuvuus uusikohteen vaatimuksiin. Uudelleenkäyttö edellyttää ominaisuuksien tutkimista, suunnittelijan lausuntoa ominaisuuksista sekä huolellista työsuunnittelua sekä irrotuksen että asennuksen osalta. Betonirakenteiden käyttäminen uudiskohteessa edellyttää tuotteiden rakennuspaikkakohtaista varmentamista ja yhteistyö rakennuslupaviranomaisen kanssa tulee aloittaa heti hankkeen suunnitteluvaiheessa.
- 54 Betonipilarit ja -palkit. Betonisten pilari- ja palkkirakenteiden raudoitteet ja rakenne edellyttävät pääsääntöisesti rakennneosien käyttämistä sellaisenaan ilman, että niiden mittoja muutetaan. Pilari- ja palkkirakenteiden kiinnitykset soveltuvat ehjänä irrottamiseen, koska yleisin kiinnitystapa on pultti-mutteri-liitos, jossa elementtien saumat on valettu tai saumattu. Uudelleenkäyttö edellyttää osien mitta- ja kantavuustiedon toimittamista osaksi uudiskohteen suunnittelua.
- 55 Betoniväliseinäelementit soveltuvat uudelleenkäyttöön hyvin. Etenkin kantamattomat väliseinäelementit, jotka tulevat sisätiloihin kevyimpään rasisluokkaan X0, on mahdollista hyödyntää parhaiten. Väliseinäelementit on mahdollista modifioida sopivan kokoisiksi, rakentaa niihin uudet kiinnitysosat ja liittää seinälinja uusien elementtien välityksellä muuhun runkorakenteeseen.
- 57 Lasirakenteiden uudelleenkäyttö on mahdollista, kun selvitetään purettujen lasirakenteiden ominaisuudet ja vastaavuus uudiskohteen vaatimuksiin. Yleisesti ottaen lasi säilyttää ominaisuutensa hyvin, joten lasirakenteen hyödyntäminen onnistuu yleensä erinomaisesti.

Monessa tapauksessa lasirakenteen ovat asennettu omana työvaiheenaan, jolloin kiinnitykset ovat jälkikiinnityksiä, jotka ovat myös irrotettavissa siististi. Varsinkin toimistorakennuksien saneerauksissa ja puruissa, jopa vain muutaman vuoden ikäistä lasirakennetta on menossa jätteeksi. Monilla lasirakenteilla on myös CE-merkintä, joten ominaisuudet ovat tarkkaan tiedossa. Lasirakenteiden irrotus, kuljetus ja asentaminen tulee suunnitella etukäteen hyvin, jotta rakenteen säilyvät ehjänä. Lasirakenteiden hyödyntäminen uudiskohteessa mahdollistuu suunnittelemalla lasirakenteiden aukot riittävän väljiksi, jotta saatavilla olevien lasiratkaisujen kanssa on riittävästi toleranssia. Yleiset mitat lasirakenteissa on korkeuden puolesta 2,1–2,9 m väliltä ja yksittäiset lasit ovat yleisesti 0,8–1,3 m leveitä. Asennuksessa voidaan huomioida valmistajan kiinnitysdetaljit, kun alkuperäinen valmistaja on tiedossa.

58 Uudelleenkäytön up-circle -tuotteet, joissa käytetylle tuotteelle löydetään uutta käyttöä eri käyttötarkoituksessa, muokattuna, tuunattuna tai paranneltuna.

60-69 SISUSTAMINEN JA KALUSTAMINEN

67 Kansalaisopiston huonekalut. Vuodelta 1983 olevat kunnostetut tuolit.

70-79 DIGITAALISUUS, MENETELMÄT JA MITTAAMINEN

78 Tilojen digitaalinen kalenteri-, varaus-, maksamis- ja lukitsemisjärjestelmä.

80-89 JAKAMISTALOUS

82 Lastenlelut kierrätysluoneessa. Korttelin lelulainaamo.

86 Yhteiskäyttöautojen valikoima. Vaihtoehtona se, että palvelun tarjoaja on kortteliyhtiö (kiihteistönomistajat yhdessä) tai palvelun tarjoaa joku palveluntuottaja.

87 Yhteiskäyttöiset sähkötoimiset taakkapyörät.

90-99 KIERTOTALOUSELÄMÄÄ JÄTKÄSAARESSA

93 Harrastusmatkat yhteiskäyttöautolla. Nuuksion kalliokiipeily pari kertaa kuussa

7. Johtopäätöksiä

Luvussa esitetään johtopäätökset ja suositukset kiertotalouden edistämiseksi.

7.1 Kiertotalouden nykytilanne Suomessa

Kiertotalous on nousemassa myös kiinteistö- ja rakennusalan tietoisuuteen, mutta kiertotalouden edistyminen käytännön tasolla on vielä vähäistä. Yleisesti ottaen, Suomessa rakennetaan tällä hetkellä samalla tavalla kuin viime vuosikymmenellä eli noudattaen suoran talouden suunnittelu-, rakentamis- ja ylläpitokäytäntöjä.

Materiaali- ja tuoteteollisuus on kiertotaloudessa rakennus- ja kiinteistöalaa huomattavasti pidemmällä, koska materiaali- ja tuoteteollisuuden yritykset ovat lähtökohtaisesti kansainvälisiä ja niiden materiaalit ja tuotteet kilpailevat kansainvälisillä markkinoilla.

Kiertotalouden käytäntöön viemiseksi tarvitaan kunnianhimoisia esimerkkikohteita. Osaamista, suunnittelijoita ja toimijoita, voitaisiin hakea myös Tanskasta, Norjasta ja Hollannista.

On Suomessakin kiertotaloutta haluttu tukea. Kiertotalouden edistämiseksi on käynnistetty ohjelmia, joista läheisin on keväällä 2021 käynnistetty Helsingin kiertotalouden klusteriohjelma. Ensimmäisiä pilottialueita on suunniteltu Helsingin Lauttasaareen, jossa tosin kiertotalouden kehittäminen on enemmänkin pyrkimystä purkumateriaalin parempaan käyttöön kuin kiertotalouden mukaista suunnittelua ja rakentamista.

Puurakentamisessa kiertotalous on kenties vielä enemmän alkutekijöissä. Suomessa, jossa on neitseellistä puumateriaalia saatavilla ja se on hinnaltaan ollut edullista, on hyväkin puumateriaali jäänyt käyttämättä uudelleen. Ylimäärä on toki käytetty, mutta se on mennyt polttolaitoksille lämmöntuotannon raaka-aineeksi.

Luonnonmonimuotoisuuden korostaminen on edistänyt myös puun parempaa käyttöä. Kiinnostus puumateriaalin kierrätykseen on kasvanut parin viime vuoden aikana. Uusia tutkimus- ja kehityshankkeita on käynnistymässä kierrätyspuun kehittämiseksi.

7.2 Kiertotalouteen siirtymisen esteet

Kiertotalouteen siirtymistä on hidastaneet useantyyppiset esteet ja käytännöt, jotka voidaan erotella mm. seuraavasti:

- Tekniset esteet. Kiertotalouden mukainen käsitteistö ja käytännöt ovat suurelle osalle suunnittelijoita ja rakentajia hyvin epäselviä. Rakennusmateriaalien CE-merkinnän käytäntöjä ei tunneta. Jätteen määrittelmä on epäselvä. Rakennusmateriaalien kelpoistusmenetelmiä ei tunneta.
- Taloudelliset esteet. Kiertotalouden mukaisten materiaalien käyttöä on pidetty kalliimpuna kuin neitseellisten materiaalien käyttö. Tämä perustelu on todennäköisesti vanhenemassa sitä mukaa, kun uudelleenkäytettäviä rakennusmateriaaleja tulee markkinoille.
- Hallinnolliset esteet. Vielä kesään 2022 asti viranomaiset eivät hyväksyneet rakennusmateriaalien uudelleenkäyttöä, mutta ympäristöministeriön linjauksen jälkeen – kelpoisuusmenettelyjä noudattaen – rakennusmateriaalien uudelleenkäyttö on ollut mahdollista.
- Kulttuuriset esteet. Suurimpana syynä kiertotalouden hitaalle etenemiselle ovat rakennus- ja kiinteistöalan toimijoiden kulttuuriset esteet. Vaikka on tiedostettu kiertotalouteen siirtymisen tärkeys, ei kiertotaloutta ole edistetty – koska muutkaan toimijat eivät ole sitä tehneet.

7.3 Kohti kiertotaloutta – TOP10

Millaisilla askelilla rakennus- ja kiinteistöalalla Suomessa voidaan siirtyä kohti kiertotaloutta? Ohessa kymmen askelta kohti kiertotaloutta:

1. Kiertotalouden voi aloittaa pienesti. Jokaisella teolla, tilauksella ja suunnitteluratkaisulla voi edistää kiertotaloutta.
2. Kiertotalous on kestävämpiä ratkaisuja. Kiertotaloutta on edistää tuotteita, laitteita ja materiaaleja, joiden elinkaari on vaihtoehtoja pidempi.
3. Kiertotalous on kulttuuria. Kiertotalouden avulla voidaan muistuttaa eletystä ajasta, koska vanhat materiaalit pitävät sisällään useita tarinoita. Kiertotaloudessa voi yhdistää eri aikakausia. Kiertotalouden mukainen suunnittelu mahdollistaa uudenlaisten sisältöjen tuomisen arkkitehtuurissa.
4. Kiertotalous tuo arkkitehtuuriin lisää kestävyttä. Muunneltavuuden ja monikäyttöisyyden lisäksi on valittava kestävyuden ja joustavuuden välillä. Onko rakennuksen elinkaari 200-vuotinen vai 20-vuotinen?
5. Kiertotalous edellyttää parempaa yhteistyötä suunnittelussa, rakentamisessa, käytössä, huollossa ja korjaamisessa. Kiertotalous edellyttää syvää yhteistyötä ekosysteemissä, jotta keskinäisriippuvuuden avulla löydetään verkostossa parhaat ratkaisut.
6. Kiertotalouden parhaat ratkaisut on vielä keksimättä. Innosta ja kannusta omaa suunnittelu- ja rakentamistiimiäsi sekä alihankintaverkostoasi jakamaan oppeja, kokemuksia ja käytäntöjä. Tavoitteena on se, että kehitämme kiertotalouteen uusia parannuksia ja myös toimintaa mullistavia innovaatioita.
7. Kiertotaloudessa saat sitä mitä tilaat. Rakennushankkeeseen ryhtyvä, rakennuttaja ja rakennuksen omistaja päättää, miten kestäviä ratkaisuja valitaan.
8. Kiertotalous uudistaa liiketoiminnan siten, että tuotteiden sijasta ostetaan pidempiaikaista käyttöä. Tuotteen omistaja voi säilyä samana koko tuotteen elinkaaren ajan.
9. Kiertotalous muuttaa alan toimintakulttuuria kertarakentamisesta jatkuvaksi rakentamiseksi. Muuta toimintasi ideologiaa suunnittelijana, rakennuttajana, urakoitsijana tai alihankkijana siten, että teet kestävämpiä ratkaisuja, mietit myös seuraavan ja sitä seuraavan asukkaan tarpeita ja myös rakennuksen tulevia korjauksia ja parannuksia.
10. Aloita kiertotalous tänään.

Lähdeluettelo

Kirjalliset lähteet:

- Çetin, Sultan; De Wolt, Catharine & Bocken, Nancy (2021): Circular Digital Built Environment: An Emerging Framework. CHARM.
- The Economics of Biodiversity: The Dasgupta Review – Full Report. 2022.
- Elhacham, E., Ben-Uri, L., Grozovski, J. *et al.* Global human-made mass exceeds all living biomass. *Nature* **588**, 442–444 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41586-020-3010-5>
- Ellen MacArthur Foundation, 2013. *Towards the Circular Economy*. Saatavilla: <https://emf.thirdlight.com/link/x8ay372a3r11-k6775n/@/preview/1?o>
- Euroopan komissio 2015: Kiertotaloutta koskeva EU:n toimintasuunnitelma. https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/162654/VN_2021_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Geels, F. (2002). Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multi-level perspective and a case study. *Research Policy* 31: 1257–1274
- Circular Business Models for the Built Environment. ARUP. <https://www.arup.com/perspectives/publications/research/section/circular-business-models-for-the-built-environment>
- Huttunen, Eva (2021): Kiertotalous vie kohti kestäväää rakennettua ympäristöä. Kirjassa: Huttunen, Eva (toim.): Kaihovaara, Härmälä & Salminen 2016: Mitä innovaatioekosysteemit ovat ja miten niitä voi kehittää? Kiertotalous rakennetussa ympäristössä. Rakennustieto. 2021.
- Huuhka, Satu (2022) Betonin kierrätysmahdollisuudet ja arkkitehtuuri. <https://betoni.com/wp-content/uploads/2022/04/Betonin-kierrätysmahdollisuudet-ja-arkkitehtuuri-Satu-Huuhka.pdf>
- Häkkinen, Tarja & Vares, Sirje (2018): Rakennusten kasvihuonepäästöjen ohjauksen vaikutusten arviointi. VTT Technology 324.
- Häkkinen, Tarja & Tarpio, Jyrki (2021): Elinkaariominaisuuden rakentamisen ohjauksessa. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 46/2021.
- Häkkinen, Tarja & Ala-Kotila, Paula 2019: Monikäyttöisyys ja muunneltavuus kestävässä rakentamisessa. VTT Technology 363.
- Kiinteistö- ja rakennusalan kasvuohjelma 2022. Kiinteistö- & rakentamisfoorumi.
- Konietzko, J., Bocken, N.M.P., Hultink, E.J. 2020. Circular ecosystem innovation: An initial set of principles. *Journal of Cleaner Production*. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119942>
- Lyytikäinen, Joonas; Pousi, Anu & Pohjola, Moona (2020): Muovien käytön vähentäminen asuntorakentamishankkeissa. Premico, Lujatalo, ARA, ympäristöministeriö ja Kuntarahoitus.
- IPCC 2022: Global warming of 1,5 °C. <https://www.ipcc.ch/sr15/>
- IPBES: Workshop Report on Biodiversity and Pandemics of the Intergovernmental Plattform and Ecosystem Services. <https://www.unep.org/resources/report/ipbes-workshop-report-biodiversity-and-pandemics>
- Punkki, Jouni: Vähähiilinen betoni. Aalto-yliopisto. 31.11.2021. <https://betoni.com/wp-content/uploads/2021/12/Vahahiilinen-betoni-Jouni-Punkki-Aalto-Yliopisto.pdf>
- Kansallinen kiertotalouden strateginen ohjelma. 2021. Valtioneuvoston julkaisuja 2021:1
- Savolainen, Panu (2021). Kiertotalous on ikivanha juttu – perinteisen rakentamisen näkökulma. Teoksessa: Kiertotalous rakennetussa ympäristössä, Rakennustieto 2021.
- Tervo, Anne (2021): Domestic Space for Solo Living - Changing patterns in the Helsinki Metropolitan Area, Finland. Aalto University publication series DOCTORAL DISSERTATIONS, 27/2021.

Www-sivut:

<https://insights.abnamro.nl/en/2018/06/city-as-a-service-1-out-of-3-dutch-consumers-believes-city-as-a-service-to-become-a-reality/>

<https://kansanvalistusseura.fi/ajankohtaista/jatkasaareen-rakennetaan-elinikaisen-oppimisen-kiertotalouskortteli-ja-kansalaisoppimisen-keskus-sivistyskulma/>

<https://sites.tuni.fi/corelab/uutiset/pukki-hanke-kiinnostus-puurakentamista-kohtaan-on-kasvussa/>

<https://www.myhelsinki.fi/fi/valitse-vastuullisemmin/helsinki-hiilineutraaliksi>

<https://www.hel.fi/uutiset/fi/kaupunginkanslia/helsingista-kiertotalouden-suunnannayttaja>

https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/162654/VN_2021_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y

<https://www.sitra.fi/hankkeet/wcef/>

<https://www.sitra.fi/artikkelit/mita-nama-kasitteet-tarkoittavat/>

<https://ym.fi/-/rakennustuotteiden-uudelleenkayttö-on-suomessa-mahdollista-rakennuspaikkakohtaista-varmentamista-kayttaen>

<https://www.datadriveninvestor.com/2018/10/19/circular-economy-is-the-solution-for-a-sustainable-future>

<https://www.sitra.fi/artikkelit/kolme-tyokalua-yrityksen-kiertotalouskunnan-mittamiseen-ja-kehittamiseen/>

<https://wwf.fi/uhat/ylikulutus/>

<https://www.overshootday.org/newsroom/country-overshoot-days/>