

Betonin ja lasin materiaalivirrat Espoossa

Raportti

SPOLIA DESIGN OY JA RÖNKÄ CONSULTING OY

Betonin ja lasin materiaalivirrat Espoossa

Sisällys

Betonin ja lasin materiaalivirrat Espoossa	2
ESIPUHE.....	3
RAKENTAMISEN KIERTOTALOUDEN SANASTO	4
1. JOHDANTO.....	5
2. TAVOITTEET JA TYÖN TOTEUTUS	6
3. TIEDON HALLINTA.....	9
4. BETONIN JA LASIN MÄÄRÄT UUDISRAKENTAMISESSA	11
5. BETONIN JA LASIN MÄÄRÄT PURKAMISESSA	15
6. VAIKUTTAVUUDEN JA HYÖTYJEN ANALYYSI.....	16
7. LAINSÄÄDÄNNÖN REUNA-EHDOTUKSET.....	22
8. BETONIN JA LASIN MATERIAALIVIRRAAT- TYÖPAJAN TULOKSET	25
9. JOHTOPÄÄTÖKSET JA KEHITYSEHDOTUKSET.....	26
Lainatut lähteet	35

31.3.2023

ESIPUHE

Espoo on Suomen nopeimmin kasvava kaupunki. Viime vuonna väestön kasvu oli yli 8000 uutta espoolaista. Väestön kasvaessa myös rakentamisen määrä lisääntyy. Viime vuosina myönnettyjen rakennuslupien määrä sekä aloitetun rakennus- ja asuntotuotannon määrä on ollut ennätyslukemissa. Kestävä kasvu edellyttää rakentamisen kiertotalouteen siirtymistä, jotta luonnonvarojen käyttö ja negatiiviset ympäristövaikutukset pysyvät hallinnassa. Rakentamisen materiaalien kiertotalouden edistämiseen liittyy myös liiketoiminnallista potentiaalia kuten elementtien uudelleenkäyttö, sekundääristen raaka-aineiden hyödyntäminen ja rakennusjätteen vähentäminen.

Espoon tavoitteena on olla hiilineutraali vuoteen 2030 mennessä. Kaupunki on myös sitoutunut EU-tasoiseen Circular Cities Declaration -kiertotaloussitoumukseen, jonka kymmenen tavoitetta edistävät kaupungin kiertotalouden ja kestävän kehityksen toteutumista. Espoon tavoitteena on edistää vähäpäästöisten, älykkäiden ja kiertotalouden mukaisten kaupunkiratkaisujen käyttöönottoa. Espoo tavoittelee jätteettömyyttä ja materiaalien arvokkaan kierron lisäämistä niin kaupungin omassa toiminnassa kuin koko Espoo-yhteisössä.

Jotta erilaiset materiaalivirrat saadaan hiilineutraalista kiertämään ja synnytettyä tästä kannattavaa liiketoimintaa, tarvitaan tietoa hyödyntämiskelpoisista rakentamisen materiaaleista sekä niiden volyymeista, ominaisuuksista ja sijainnista. Tämän kartoituksen tavoitteena on rakentaa kokonaiskuva Espoon alueen betonin ja lasin materiaalivirroista sekä tarkastella valitun case-alueen betonin ja lasin materiaaliviroja kiertotalouden, ilmastopäästöjen ja liiketoiminnan kannalta. Samalla kehitetään tapaa rakentamisen materiaalivirtojen arviointiin sekä arvioinnin toistamiseen ajallisesti ja taloudellisesti järkevästi.

Espoossa 28.3.2023

Reetta Jänis
Kehittämispäällikkö, kaupunkikehitys ja kiertotalous
Kestävän kehityksen osaamiskeskus
Espoon kaupunki

31.3.2023

RAKENTAMISEN KIERTOTALOUDEN SANASTO

Kiertotalouden ja tämän tarjotun selvityksen avainsanastossa perustuu Green Building Council Finlandin vähähiilisyiden sanakirjaan.¹

Kierrätys (*Recycling*)

Kierrätyksellä tarkoitetaan jätteen hyödyntämistä materiaalina, jolloin jätejakeet toimitetaan jatkojalostettavaksi tai suoraan uusien tuotteiden valmistuksen raaka-aineeksi. Jätteen kierrätyksenä ei pidetä jätteen hyödyntämistä energiana eikä jätteen valmistamista polttoaineeksi tai maantäyttöön käytettäväksi aineeksi.

Materiaalitehokkuus (*Material efficiency*)

Materiaalitehokkuus on resurssitehokkuuden osa ja tarkoittaa tuotteiden ja palveluiden valmistamista mahdollisimman pienillä materiaalipanoksilla sivuvirtoja, uudelleenkäytettäviä osia ja kierrätettyä materiaalia ensisijaisesti hyödyntäen. Materiaalitehokkuus sisältää kaikki muutokset, jotka liittyvät pienenevään materiaalien tuottamiseen ja prosessointiin. Samalla tuotteen tai palvelun haitallisia ympäristövaikutuksia pyritään vähentämään koko sen elinkaaren aikana.

Materiaalipankki (*Material bank*)

Kiertotalouden näkökulmasta purettavat rakennukset ovat materiaalipankkeja, joista vapautuvat materiaalit käytetään uudelleen tai kierrätetään. Materiaalit ohjataan energiapoltoon, tai poistetaan kierrosta muilla tavoin, vain jos niitä ei voida hyödyntää millään muulla tavoin.

Purkutuote (*Demolition product*)

Ehjänä purettu rakennustuote. Purkutuote voidaan käyttää sellaisenaan, muunneltuna tai korjattuna uudelleen rakennustuotteena joko samassa tai muussa käyttötarkoituksessa, johon se sellaisenaan soveltuu.

Uudelleenkäytettävä rakennusosa ja -tuote (*Reusable building part and product*)

Rakennustuotteiden uudelleenkäytöllä tarkoitetaan purettavasta rakennuksesta vapautuvien rakennustuotteiden tai niiden osien käyttämistä uudelleen rakennustuotteena. Tiilen käyttö tiilenä on uudelleenkäyttöä, jos tiili murskataan niin kyse on tiilen kierrätyksestä materiaalina.

Uusiokäyttö / kierrätyskäyttö (*Reuse / circular use*)

Alkuperäisestä käyttötarkoituksestaan poistetun hyödykkeen materiaalien hyödyntäminen esimerkiksi toisen tuotteen valmistuksessa. Esimerkiksi metallipalkin sulattaminen toiseksi metalliesineeksi. Jätteiden kierrätys takaisin tuotannon raaka-aineeksi.

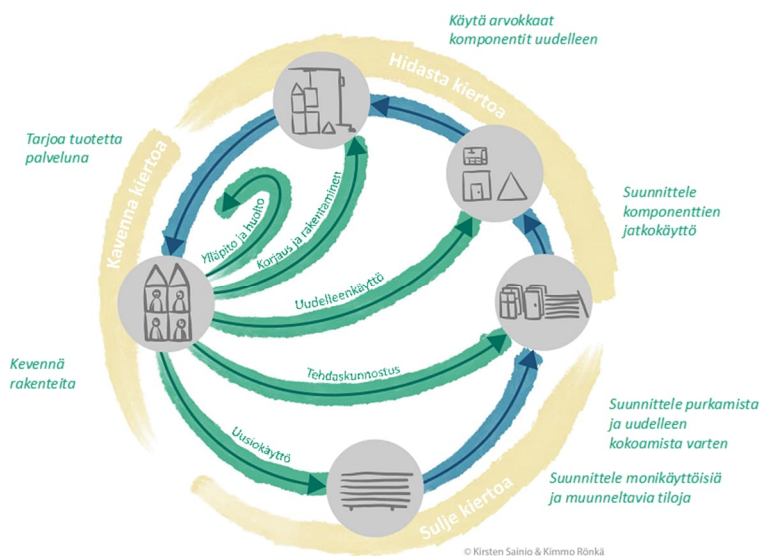
¹ Green Building Council Finland (2023), *Rakentamisen kiertotalouden sanakirja*

1. JOHDANTO

1.1 Rakennusmateriaalien kierron nykytilanne

Rakennusmateriaalien kiertojen tehostamisessa on paljon kehittävää. Tämä koskee sekä uudisrakentamista että purkamista. Rakennusalan toimintakulttuuri noudattaa suurelta osin totuttuja malleja, jossa rakentaminen rakennuspaikalla aloitetaan puunkaadoilla ja massanvaihoilla (rakentamattomat tontit) ja olemassa olevien rakennusten purkamisella (muutoskaava-alueet, joilla maankäyttö muuttuu ja tehostuu).

Siirtyminen suorasta taloudesta kiertotalouteen muuttaa radikaalisti rakennus- ja kiinteistöalan toimintakulttuuria ja myös liiketoimintamalleja. Kiertotaloudessa fokuksessa ovat erilaiset materiaalit, tuotteet ja niiden osakomponentit sekä niiden nykyinen ja tavoitteen mukainen kierto.



Kuva 1 Kiertotalouden virrat rakennus- ja kiinteistöalalla²

1.2 RAKKE-hanke edistää kestävän kasvun ekosysteemejä

Espoon kaupungin tavoitteena on olla maailman paras kehittämisalusta puhtaille ja älykkäille kaupunkiratkaisuille. Ratkaisupolku kestävän kasvun ekosysteemeihin (RAKKE) -projektissa Espoon kaupunki kehittää Uudenmaan digitaalisuuden ja vihreän siirtymän keskeisten kasvualojen ekosysteemejä yhdessä 100 yrityksen ja kehittäjätoimijan kanssa. Projektin tavoitteena on varmistaa, että Espoo ja Uusimaa ovat edelläkävijöitä kokonaisvaltaisessa kestävässä kehityksessä, hiilineutraalisuuden saavuttamisessa ja talouden elpymisessä. Projektin kautta luodaan pohjaa vaikuttavalle kehittämistoiminnalle älykaupungin, kiertotalouden, energian ja liikkumisen kokonaisuuksissa. 3

² Rönkä (2022), *Sata tarinaa kiertotaloudesta. Kiertotalouden mukainen rakentaminen ja eläminen Jätkäsaaren kiertotalouskorttelissa. Kierrätyspohjaiset puutuotteet ja -rakenteet Jätkäsaaren Kiertotalouskorttelissa. Osaraportti 7.*

³ Betonin ja lasin materiaalivirrat Espoossa. Hankinnan kuvaus, liite 1. Espoon kaupunki. 14.12.2022.

31.3.2023

Kiertotalouden osalta vahvistetaan ja edistetään merkittävien alueellisten materiaalivirtojen keräystä ja käsittelyä kiertotalouden mukaisesti, jotta materiaalien kierto saadaan ohjattua hiilineutraaliuden saavuttamisen kannalta arvokkaimpaan käyttöön.⁴

Espoon kaupungin tavoitteena on edistää vähäpäästöisten, älykkäiden ja kiertotalouden mukaisten kaupunkiratkaisujen käyttöönottoa. Painopisteinä on esimerkiksi lisätä toimenpiteitä, joilla edistetään rakennusten käyttöiän pidentämistä, muuntojoustavuutta, sekundäärinen raaka-aineiden hyödyntämistä, rakennusjätteen pienentämistä, purkujätteen hyödyntämistä ja jakamistalouden ratkaisuja. Espoo tavoittelee jätteenhävittämättömyyttä ja materiaalien arvokkaan kierron lisäämistä niin kaupungin omassa toiminnassa kuin Espoo-yhteisössä.⁵

2. TAVOITTEET JA TYÖN TOTEUTUS

2.1 Tavoitteet

Betonin ja lasinmateriaalivirrat Espoossa -hankkeen tarkoituksena oli *hahmottaa nykyiset materiaalikierrot sekä arvioida niissä kehitystarpeita*. Kartoituksen tavoitteena oli myös saada *kokonaiskuva Espoon alueen betonin ja lasin materiaalivirroista*. Lisäksi valittiin case-alueet, jonka betonin ja lasin materiaalivirtoja tarkastellaan kiertotalouden, ilmastopäästöjen ja liiketoiminnan kannalta. Hankkeessa haluttiin valita tarkasteluun kaupunginosa, jossa on käynnissä merkittävästi uutta rakentamista, kuten Kera, Finnoo, Soukka, Kivenlahti tai metron varren alueet. Case-tarkastelun tavoitteena oli konkretisoida *materiaalivirtoihin liittyviä kestäviä ratkaisuja, liiketoimintamahdollisuuksia ja pullonkauloja*.

Kartoituksen tuloksia käytetään Kestävä Espoo -ohjelman mittarina. Tulokset palvelevat sekä Espoon kaupungin tulevaa päätöksentekoa ja kehittämistoimia että alan yritysten ja yhteistyökumppaneiden kehittämistyötä kiertotalouden edistämisessä.

2.2 Tehtävän kuvaus

Tehtävässä kartoitettiin ja kuvattiin Suur-Espoonlahden ja Kaitaan alueiden uudis- ja korjausrakentamisen sekä purkamisen betonin ja lasin materiaalivirrat. Materiaalivirroista pyrittiin selvittämään uusio- ja uudelleenkäytönsuudet. Tästä kartoituksesta muodostui kokonaiskuva Espoon betonin ja lasin materiaalivirroista. Uudisrakentamisessa otettiin huomioon sekä talon- että infrarakentamisen materiaalivirrat.

2.3 Toteutus

Kartoitus perustui olemassa olevan tiedon keräämiseen tilastoista, kaavoituksesta sekä rakennusalan toimijoiden omista arkistoista. Eri lähteistä kerätyt tiedot jalostettiin tehtävän käyttötarkoituksen mukaiseksi. Tilaajan kanssa pidetyissä kokouksissa sovittiin reunaehdot

⁴ Betonin ja lasin materiaalivirrat Espoossa. Hankinnan kuvaus, liite 1. Espoon kaupunki. 14.12.2022.

⁵ Emt.

31.3.2023

materiaalivirtojen kartoitukselle Suur-Espoonlahden alueelta. Näistä määräärvioista luotiin kokonaiskuva betonin ja lasin materiaaliirroille Espoon alueella. Tämän jälkeen laskentaa kohdennettiin Kaitaan ja Finnoon metroasemien vaikutusalueelle.

2.4 Käytettyjen menetelmien kuvaus

Kartoitus tehtiin olemassa olevien uudisrakentamisen ja purkamisen dokumenttienlupalvelun, Espoon karttapalvelun, tilastojen ja tietokantojen avulla. Tiedon hankintaa tehtiin keräämällä tiedot manuaalisesti eri lähteistä. Kartoituksessa oli neljä päävaihetta; kertoimien määrittäminen, rakentamisen ja purkamisen määrien laskeminen sekä kertoimien avulla kokonaismäärien laskeminen. Kertoimet ja määrät syötettiin Excel- taulukoiin, joista tämän raportin tauluko on tulostettu.



Kuva 2 Menetelmäkuvaus

Kaupungeissa ja kunnissa tehdään viranomaispäätöksiä, joista tiedotetaan kaupungin nettisivuilla. Näiden viranomaispäätösten ja kaupungin karttapalvelujen kautta voidaan löytää purkamis- ja rakennuslupia, joita voidaan tilata rakennusvalvonnan arkistoon luettavaksi. Lupa-asiakirjoista voidaan laskea rakennuskohdekohtaisesti kokonaislaajuuksia. Tämä menetelmä todettiin varsin työlääksi.

Seuraavassa vaiheessa kokeiltiin menetelmää, jossa kaupungin työntekijä tulosti paikkatietojärjestelmästä hakusanoilla purkamislupatunnukset ja lisäksi rakennustunnukset,

31.3.2023

joihin sisältyi purkamista. Samalla taulukoihin tulostuivat myös kerrosalat ja rakennustyytit sekä tilavuudet. Ne rakentamislupatunnukset, joihin liittyy purkamista, kerrosalojen ja tilavuuksien määrät ovat erotuksia uudisrakennuksien ja purkamiskohteiden aloista ja tilavuuksista.

Työn aikana huomattiin, että **rakennusmateriaalien kierrätyksestä ei ole saatavilla täsmällistä tietoa, tieto on hajallaan eri tietojärjestelmissä tai tietoa ei ole ollenkaan kirjattu kaupungin tai valtion järjestelmiin.** Ongelmaksi tunnistettiin myös se tapa, jolla tieto on kirjattu ylös. Materiaalin määrä ja sen laatu saattaa olla pelkästään rakennusvalvonnan lupahakemuksien liiteasiakirjoina tai kaupunkisuunnittelun suunnitelmissa mainintana, paljonko esim. betonimurskaa tarvitaan ja maininta, mistä sitä voisi saada sillä hetkellä. Tarvetta tällaiselle tiedolle ei ennen ole ollut, mutta nyt kiertotalouden toteuttamiseen tarvitaan materiaaliveirrostieto, myös tulevista, ennakoituista materiaaliveirroista ja tietoa, mikä olisi kaikkien saatavilla. Yleisenä huomiona voidaan todeta, että tiedot eivät saisi olla rekisteröimisen takana vaan siten, että ne ovat avoimesti kaikkien niitä aidosti tarvitsevien saatavilla.

Kaupungeilla on käytössään paikkatietojärjestelmät. Paikkatietojärjestelmää käyttävät kaupungin toimijat, mm. rakennusvalvonnan työntekijät. Paikkatietojärjestelmän tieto koostuu kaupungin toimijoiden käytännön toimista ja niiden tiedoista ja tuloksista. Paikkatietojärjestelmä ei ole kokonaisuudeltaan yleisessä käytössä, vaan osa järjestelmästä on vain kaupungin työntekijöille tarkoitettu.

Espoon kaupungin paikkatietojärjestelmä on yhteydessä mm. Arska-karttatietojärjestelmään. Arska-tietojärjestelmä on yleisessä käytössä, josta voi osoitteen tai rakennustunnuksen avulla saada näkyville kohteen rakennus- ja muita suunnitelmia sekä rakennus- ja huoneistokortin. Rakennus- ja huoneistokortissa on myös rakennetun laajuustiedot ja julkisivu- ja runkomateriaalitieto.

Rakennus- ja huoneistotietoja ylläpitää Suomessa dvv.fi eli Digi- ja väestötietovirasto (ns. entinen maistraatti). Kaupungeille annetaan nk. selaaja- ja ylläpitoroolit, joilla kaupungin ko. nimetty toimija voi ylläpitää esim. Arska-karttapalvelun Rakennus- ja huoneistorekisterikortteja. Rakennus- ja huoneistorekisteri on siis paikkatietojärjestelmässä, mutta vain Arska-palvelun kautta tiedon tarvitsija saa tulostettu ko. kortin.

Kaupungin rekistereistä, eli paikkatietojärjestelmästä, saa puretuista rakennuksista tietoa vielä 1990-luvun kohteista, jos osaa määrittää esim. osoitteen puretusta rakennuksesta. Arska-karttapalvelua ja Espoon karttapalvelua vertailemalla voi löytyä purkukohteiden osoitteita. Ennen 1980-lukua purettujen kohteiden tiedot ovat jo hävinneet tai ne ovat häviämässä.

Paikkatietojärjestelmän toimintoja on yleisessä käytössä kuten karttapalvelun osat, joista voi etsiä mm. kohteen kiinteistö- ja lupatunnuksia ja selvittää alueen kaavoitusasioita. Karttapalvelussa on myös ilmakuvia, joita voi kaikki käyttäjät katsella ja käyttää. Espoon

31.3.2023

karttapalvelu on siis osa paikkatietojärjestelmää ja Arska-karttapalvelu oma järjestelmänsä. Espoon karttapalveluun saa ilmakuvia esille vuosilta 1950, 1969, 2017, 2019, 2021 HSY-alue ja 2021.

Purkamis- ja rakentamislupien liitteinä on asiakirjoja kuten Selvitys rakennus- ja purkujätteen käsittelystä. Tällä hetkellä Espoon kaupunki ei rekisteröi ilmoitettuja jätteitä ja määriä mihinkään, vaan ne jäävät paperisena tai pdf:nä lupien liitteiksi. Espoon kaupunki ei myöskään seuraa tai tilastoi jätteitä ja niiden määriä.

Rakennus- ja purkujätteet kuljetuksia varten tarvitaan jätteen siirtoasiakirjat. SIIRTO-rekisteriin toimitetaan 1.9.2022 alkaen laadittujen siirtoasiakirjojen tiedot. Tietojen toimittaminen on jätteen haltijan tai kotitaloudesta jätettä noudettaessa, jätteen kuljettajan vastuulla. Tiedot toimitetaan joko rajapinnan avulla sähköisistä siirtoasiakirjoista tai tuomalla tiedot asiointikäyttöliittymän kautta paperisista siirtoasiakirjoista¹. Käyttöliittymän osoite on siirtorekisteri.fi. Siirtoasiakirjoista löytyy jätteen käsittelyyn päätyvät betoni- ja lasimäärät. Uudelleenkäyttöön meneviä tuotteita ei kirjata siirtoasiakirjoihin, koska ne eivät ole jätettä. Uudelleenkäytön määriä ei myöskään raportoida keskitetysti, vaan määrät jäävät yleisesti urakoitsijoiden raportteihin ja projektien kirjanpitoon. Siirtorekisteri.fi -järjestelmään saa lukuoikeuksia, mutta tällä hetkellä jätemäärien raporttien määrätietoja ei voi järjestelmällisesti tai alueellisesti koostaa. Tulevaisuudessa järjestelmän kautta tulisi olla kerättävissä tiedot toteutuneista jätemääristä ja myös uudelleenkäytön osuus tulee saada järjestelmiin.

3. TIEDON HALLINTA

3.1 Tiedon hallinnan merkityksestä

Kartoituksen yksi tärkeimmistä osatehtävistä on kerätyn tiedon laadun arviointi ja kuinka tiedon laatua voidaan parantaa. Laadukkaalla ja luotettavalla tiedolla voidaan tehdä johtopäätöksiä materiaalivirtojen paremmasta hallinnasta, kiertotalouden edistämisestä ja liiketoiminnan kehittämisestä sekä löytää paremmin pullonkaulat, jotka estävät kestävä kehityksen toteutumisen.

Relevantin ja luotettavan tiedon tunnistaminen on tärkeää, koska vain osa syntyvästä ja kerätystä tiedosta on hyödynnettävissä ja osa on turhaa. Tiedon laadun määrittely ja jatkuva monitorointi on välttämätöntä, jotta johtopäätökset ja niiden perusteella tehtävät toimenpiteet olisivat oikeita.⁶

VTT:n raportissa *"Data kestävä kehityksen mukaisessa tuotantoketjun ohjauksessa"*, todetaan, että kestävä kehityksen datan osalta tuotantoketjuissa on haasteita ja kehittämistarpeita liittyen indikaattoreihin, datan keräämiseen, laatuun ja jakamiseen.

⁶ Tilastokeskus: Muistio Storgårds, Miettinen 8.6.2018.

Kestävän kehityksen datan tulee ohjata päätöksentekoa prosesseissa organisaation kaikilla tasoilla. Raportti tarkastelee metsäteollisuuden tuotantoketjun dataa mutta samat ongelmat, ja ratkaisujen pääperiaatteet toimivat kaupungin kestävän rakentamisen tiedonhallinnassa.⁷

Samassa julkaisussa päätellään, että tiedon olemassaolo, jakaminen, jäljittäminen ja todentaminen on tärkeä osa arvontuottoa. Tästä syystä datan on liikuttava molempiin suuntiin; palveluntuottajilta kaupungille ja kaupungilta markkinoille.⁸

Tiedon laatukriteerit voidaan *Tilastokeskuksen* ehdotuksen mukaan jakaa kolmeen luokkaan asettamalla kysymys mihin kriteeri antaa vastauksen; miten tieto kuvaa todellisuutta, miten tieto on kuvattu, miten tietoa voi käyttää.⁹



Kuva 3 Tiedon laatukriteereitä

3.2 Tiedon hallinta Espoossa

Materiaalivirtojen kartoituksen tietojen hankinnan perusteella voidaan todeta, että **Espoon kaupungin hallinnoima rakentamisen tieto on hajallaan, epätarkkaa, ei ole kattavaa ja koneluettavuus on osin puutteellista**. Rakennusten perustietoa ja suunnitelmia löytyy Espoon avoimista järjestelmistä, mutta tieto ei ole koneluettavassa muodossa vaan pääsääntöisesti pdf-formaatissa.

Uudisrakentamisen ja purkamisen määrien tiedon tilastoinnin osalta on suuri ero. Purkumäärät joudutaan erikseen pyytämään rakennusvalvonnasta ja poimimaan käsin Espoon tietokannasta, kun taas uudisrakentamisen määrät löytyvät julkisesta pääkaupunkiseudun tilastotietokannasta.

⁷ Rantala et al. (2022), *Data kestävän kehityksen mukaisessa tuotantoketjun ohjauksessa*

⁸ Emt.

⁹ Tarkemmin tiedon laatukriteereistä, kts: Tilastokeskus (n.d.), *Tiedon laatukriteerit*

Uudistuvat vaatimukset mm. rakennuslaista pakottavat kunnat ja kaupungit päivittämään tiedon hallinnan menettelyt. Espoo tavoitteet Pohjois-Euroopan vetovoimaisempana innovaatiokeskuksena ja Pohjoismaiden parhaana kasvuyritysten sijaintikaupunkina¹⁰, edellyttää myös datan hallinnan ja avoimuuden kehittämistä rakentamisen sektorilla. Kansallinen rakennetun ympäristön digitavoite, jonka on asettanut ympäristöministeriö; Suomessa on vuonna 2030 maailman parhaaseen tietoon perustuva, hyvinvointia luova ja kestävä elinympäristö¹¹. Tähän tavoitteeseen päästääksemme on rakentamisen tiedon jakaminen ja hyödyntäminen on saatava toimimaan paremmin.

Uudisrakentamisen tiedonhallinta tulee paranemaan uusien vaatimusten myötä mutta kiertotalouden kannalta tärkeää on parantaa datan määrää ja laatua olemassa olevan rakennuskannan osalta. Espoo voisi esim. kaavoitushankkeiden yhteydessä hankkia yksilöllistä tietoa alueen purettavien rakennusten materiaaleista ja jakaa tätä tietoa reaaliaikaisesti ja avoimesti palveluntuottajille. Tämän tiedon avulla toimijat voisivat suunnitella ja kehittää omaa liiketoimintaansa.

4. BETONIN JA LASIN MÄÄRÄT UUDISRAKENTAMISESSA

4.1 Kertoimen määrittäminen

Uudisrakentamisen materiaaliavirtojen kartoituksessa on käytetty materiaalikerrointa bruttoneliötä kohden (kg/brtm²). Rakennusosien massat on saatu eri rakennuskohteiden toteutusvaiheen määräluetteloista tai purkurakennusten purkukartoitusraporteista. Samoista dokumenteista on saatu rakennusten bruttoneliöt ja tilavuudet. Määräluetteloiden tiedot on saatu suoraan urakoitsijalta, joten ne ovat tarkkuudeltaan parempia kuin purkukartoitustiedot.

Rakennustuotteiden ilmastovaikutuksia on arvioitu CO2data.fi-palvelun avulla. Palvelusta vastaa Suomen ympäristökeskus SYKE ja palvelu on kaikille avointa ja maksutonta.¹²

Rakennustuotteiden määräärviossa on käytetty referenssikohteiden määräluetteloita tai purkukartoitusten määrä- ja pinta-alatietoja. Referenssikohteiden tiedot on saatu urakoitsijoilta ja rakennuttajilta. Referenssikohteet:

- 5 kpl asuinkerrostaloja rakennettu 2020–2021, hankinnan määräluettelot
- toimistotalo rakennettu 1980, purkukartoitus
- varistorakennus 1969–, purkukartoitus

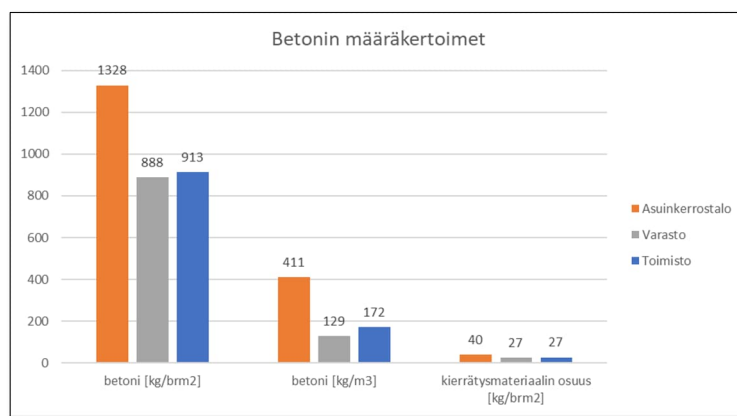
Neitseellisen materiaalin lisäksi on arvioitu betonin ja lasin valmistuksessa käytetty kierrätysmateriaalien osuutta co2data.fi-palvelun avulla. Betonirakenteissa kierrätysmateriaalien osuus on 5 %, joka on käytännössä peräisin rakenteissa käytetystä

¹⁰ Espoon kaupunki (n.d.), *Espoon visio: Espoo on taloudellisesti kestävä ja verotukseltaan kilpailukykyinen innovaatiopääkaupunki*.

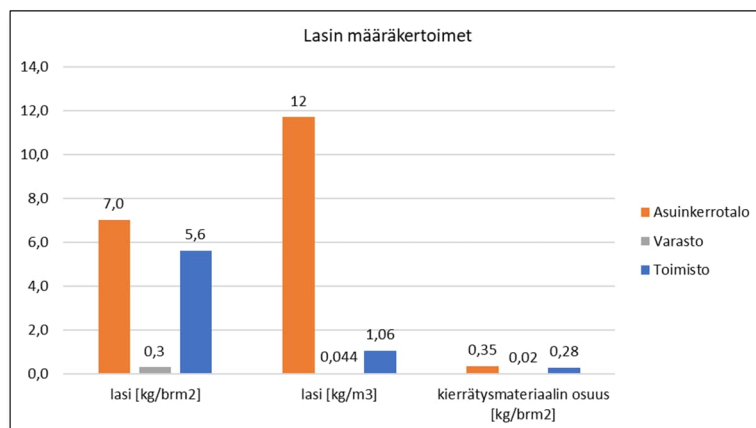
¹¹ Ympäristöministeriö a (n.d.), *Digitaalinen rakennettu ympäristö*

¹² Suomen ympäristökeskus (n.d.), *Rakentamisen ja infrarakentamisen päästötietokannat*

kierrätysmateriaalista valmistetusta raudoitteesta. Jonkun verran kierrätysosuutta tulee betonin sideaineista kuten lentotuhka ja masuunikuona. Tasolasissa kierrätysmateriaalin osuus on 5 %. Samassa tietolähteessä on ilmoitettu materiaalien elinkaarenjälkeinen skenaario, joka molempien kartoittavien materiaalien uudelleenkäytön mahdollisuus on 0 %. Kierrätettävyydessä betonin mahdolliseksi kierrätysprosentiksi elinkaaren jälkeen on arvioitu 80 % ja lasien 30%. Lasien osalta CO2data.fi tausta-aineistosta on luettavissa, että käytännössä kierrätysprosentit ovat 5–20 %:n välillä ja suurin osa päättyy maantäyttöihin.



Kuva 4 Betonin määräkertoimet



Kuva 5 Lasin määräkertoimet

4.2 Kokonaismäärät uudisrakentamisessa

Kartoitettavat rakennusalueet valittiin Espoon nykyisen kasvun kannalta merkittävimmät alueet, jotka sijoittuvat Länsimetron kehityskäytävän varrelle. Rakennustuotannon määrät otettiin vuoden 2021 tilastoinnista.

Materiaalimääriä on kartoitettu kolmessa Espoon tilastointialueen laajuudessa:

- 049 Espoo
- 049 4 Suur-Espoonlahti
- 049 44 Kaitaa

31.3.2023

Uudisrakentamisesta alueilta kerättiin seuraavat tiedot Helsingin seudun avoimesta tilastotietokannasta:

Taulukko 1 Rakennustuotannon tiedon hakumäärittelyt

Alue		Käyttötarkoitus	Toimepide	Yksikkö	
049 Espoo	05	4 Asuin kerrostalot (32,39)	Uudisrakennukset	Kerrosala	
	08	D Toimisto- ja hallintorakennukset	Uudisrakennukset	Kerrosala	
	09	E Liikenteen rakennukset	Uudisrakennukset	Kerrosala	
	13	J Teollisuusrakennukset	Uudisrakennukset	Kerrosala	
	14	K Varastorakennukset	Uudisrakennukset	Kerrosala	
		Käyttötarkoitus	Toimenpide	Yksikkö	Vuosi
049 Espoo	05	4 Asuin kerrostalot (32,39)	Uudisrakennukset	Kerrosala	2021
	08	D Toimisto- ja hallintorakennukset	Uudisrakennukset	Kerrosala	2021
	09	E Liikenteen rakennukset	Uudisrakennukset	Kerrosala	2021
	13	J Teollisuusrakennukset	Uudisrakennukset	Kerrosala	2021
	14	K Varastorakennukset	Uudisrakennukset	Kerrosala	2021

Taulukko 2 Rakennustuotanto 2021 kartoitusalueittain

Käyttötarkoitus	Rakennustuotanto [kem2] alueittain			
	Espoo	Suur-Espoonlahti	Kaitaa	
Asuin kerrostalot	347 892	48 358	5 582	
Toimisto ja hallinto	67 052	-	-	
Liikenteen rakennukset	40 062	4 913	1 347	
Teollisuusrakennukset	3 493	2 300	2 300	
Varastorakennukset	2 937	-	-	
YHTEENSÄ	461 436	55 571	9 229	

Kokonaismäärätietojen perusteella on arvioitu kokonaismäärät betonista ja lasista sekä laskettu näiden materiaalien hiilijalanjälki.

Taulukko 3 Betonimäärät alueittain

Käyttötarkoitus	Betonimäärät alueittain [tn]			
	Espoo	Suur-Espoonlahti	Kaitaa	
Asuin kerrostalot	461 991	64 218	7 413	
Toimisto ja hallinto	61 218	-	-	
Liikenteen rakennukset	36 577	4 486	1 230	
Teollisuusrakennukset	3 102	2 042	2 042	
Varastorakennukset	2 608	-	-	
YHTEENSÄ	565 496	70 746	10 685	

Taulukko 4 Lasin määrät alueittain

Käyttötarkoitus	Lasin määrät alueittain [tn]		
	Espoo	Suur-Espoonlahti	Kaitaa
Asuinkerrotalot	2 438	339	39
Toimisto ja hallinto	375	-	-
Liikenteen rakennukset	224	28	8
Teollisuusrakennukset	1,0	0,7	0,7
Varastorakennukset	0,9	-	-
YHTEENSÄ	3 039	368	48

Taulukko 5 Käytetyn betonin ja lasin hiilijalanjälki

Käyttötarkoitus	Hiilijalanjälki tnc02e		
	Espoo	Suur-Espoonlahti	Kaitaa
Asuinkerrotalot	86 751	12 034	1 389
Toimisto ja hallinto	11 545	-	-
Liikenteen rakennukset	6 898	846	232
Teollisuusrakennukset	560	369	369
Varastorakennukset	471	-	-
YHTEENSÄ	106 225	13 249	1 990

Infrarakentamisessa käytetään paljon betonia, kun kaavoitettuja alueita valmistellaan rakentamista varten mm. kaupungin katu-urakoissa. Savimailla joudutaan maaperää stabiloimaan, ja kadunrakentamisessa toteutetaan siltoja ja katuja. Infrarakentamisen määriä ei ole tilastoitu yhtenäisesti, joten niitä ei ole voitu huomioida materiaalivirtoihin. Poikkeuksena Espoon kaupungin muihin infrahankkeisiin Länsimetro Oy on Matinkylä-Kivenlahti metroprojektissa laatinut rakentamisen aikana ympäristöselonteon vuosittain, joissa on tilastoitu kaikki rakentamiseen tarvittut päämateriaalit ja jätemäärät.¹³

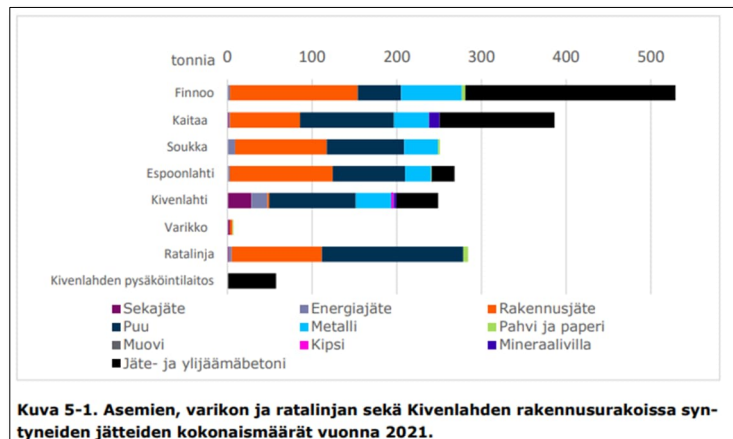
¹³ Länsimetro (n.d.), Ympäristöselonteko

Taulukko 6 Länsimetro-projektin merkittävimmät materiaalierät 2021

Taulukko 2-1: Vuoden 2021 aikana suurimmat rakentamiseen kulutetut merkittävimmät materiaalierät ja laitteet ilmoitettujen tietojen perusteella.

Materiaali	Kulutusmäärät	Käyttökohde/paikka
Betoni (sellaisenaan tai erilaisissa betonielementeissä)	700 m ³	Asemat, varikko, ratalinja
Sepeli	38 549 tonnia	Ratalinja
Runkomeluerteet	1 326 tonnia	Ratalinja
Kiskot ja teräsvaihteet	843 tonnia	Ratalinja
Sähkökaapelit	320 tonnia	Asemat
Asfaltti	30 tonnia	Asemat
Teräsrakenteet	25 tonnia	Asemat
IV-järjestelmät IV-kanavineen	17 tonnia	Asemat
Maalit	6 tonnia	Asemat, varikko
Lasiseinät	2 tonnia	Asemat
Vällovet (sis. Tavalliset vällovet ja lasiovet)	124 kappaletta	Asemat, varikko, ratalinja
Tiedonsiirron laitekaapit ja säätölaitteet (TSL)	11 kappaletta	Asemat, varikko, ratalinja
Hissit	9 kappaletta	Asemat, varikko
Liukuportaat	2 kappaletta	Asemat, varikko

Taulukko 7 Länsimetro-projektin jätemäärät 2021



5. BETONIN JA LASIN MÄÄRÄT PURKAMISESSA

Purkumäärät on laskettu Espoon rakennusvalvonnasta saaduista purku- ja uudisrakentamislupien yhteenvedotaulukoista. Yhteenvedotaulukoissa kerros- ja kokonaisalat kirjattu samoiksi, joten laajuudet voivat olla kumpaa pinta-alaa tahansa. Purkumäärissä ei ole huomioitu uudisrakennusluvuissa haettua purkulupaa, koska purkumääriä ei ole uudisrakennuslupiin yksilöity. Purkumäärät on kartoitettu Suur-Espoonlahden alueella ja purkamista oli tehty vain Kaitaalla. Muualla Suur-Espoonlahden alueella on purettu pientaloja, mutta niitä ei ole tässä tarkastelussa huomioitu. Purkuluvista ei käy ilmi, milloin purku on toteutunut, ja siksi purkumäärät on arvioitu vuosien 2019–2022 välillä saatujen purkulupien perusteella.

Taulukko 8 *Purkumäärät alueittain*

Käyttötarkoitus	Purkumäärät [kem2] alueittain	
	Suur-Espoonlahti	Kaitaa
Pientalot	7 176	2 554
Toimisto ja hallinto	-	-
Liikenteen rakennukset	-	-
Teollisuusrakennukset	22 252	22 252
Varastorakennukset	3 366	3 366
YHTEENSÄ	32 794	28 172

Taulukko 9 *Betonin ja lasin purkumäärät käyttötarkoituksen mukaan*

Käyttötarkoitus	Purkumäärät betoni ja lasi [tn] Kaitaa	
	Betoni	Lasi
Pientalot	-	-
Toimisto ja hallinto	-	-
Liikenteen rakennukset	-	-
Teollisuusrakennukset	19 760	6,7
Varastorakennukset	2 989	6,7
YHTEENSÄ	22 749	13

6. VAIKUTTAVUUDEN JA HYÖTYJEN ANALYYSI

6.1 Vaikuttavuuden ja hyötyjen arvioiminen

Miten kiertotalouteen siirtymisen vaikuttavuutta ja hyötyjä arvioidaan? Menossa olevan ilmastokriisin takia rakentamisen aiheuttamaa hiilipäästöä tulee vähentää. Kiertotalouden periaatteiden mukaisesti neitseellisten rakennusmateriaalien sijasta tulisi käyttää purkamisessa syntyvää tai muuten kierrätettäviä käyttökelpoisia materiaaleja. Myös materiaalien hukka tulisi olla mahdollisimman pieni samalla kun syntyvän jätteen määrä pitäisi saada minimiin.

Vaikuttavuutta ja hyötyjä mitataan ja arvioidaan hiilidioksidipäästöjen avulla. Seuraavaksi arvioidaan kiertotalouden vaikuttavuutta betoni- ja lasimateriaalien osalta.

6.2 Vaikuttavuuden arviointia – betoni

Vuoden 2021 tietona Suomessa syntyy vuosittain arviolta 1,5–2 milj.tn jätebetonia, josta puolet on purkubetonia ja toinen puoli tehtaiden ja työmaiden ylijäämäbetonia¹⁴. Rakentamisessa käytetään kiviaineksia noin 100 milj.tn vuodessa¹⁵, joten tästä määrästä purkubetonin osuus on n. 1 %.

¹⁴ Huurtomaa (2021), *Betonin uusi elämä*

¹⁵ Saarinen (2015), *Kiertotalous toimii betonirakentamisessa*, s.42

31.3.2023

Valmisbetonia valmistettiin Suomessa vuonna 2021 2 700 000 m³, elementtejä ml. pilarit ja palkit 80 000 m³, väliseinät 200 mm mukaan 160 000 m³, laatat 150 mm mukaan 420 000 m³, julkisivu- ja sisäkuorielementit 250 mm mukaan 270 000 m³, betonikivet 80 mm mukaan 144 000 m³. Yhteensä betonia 3 774 000 m³ eli n.9 000 000 tn. (RT Rakennusteollisuus, Betonin kuviot 2021) Ylijäämäbetonin osuus on n.10 % kokonaisvalmistuksesta.

Espoon osuutta Suomessa käytetyn betonin määrästä on mahdotonta määrittää tarkasti tässä kartoituksessa käytössä olevan aineiston perusteella. Arvio asettuu 15–20 % välille, kun valmisbetonista rakennuksissa käytettäväksi on arvioitu 10 %:n osuus, pihakiviä ei huomioida ja käytetään Espoon rakentamisen kokonaisbetonimäärää 565 500 tn.

Betonirakenteita puretaan tällä hetkellä hyvin yleisesti ns. murskaavalla purkamisella. Suomessa on tähän alalla toimivia yrityksiä, joilla on työhön tarvittava osaaminen ja kalusto. Lähivuosina purkubetonin hyödynnettävyys paranee tulevaisuudessa betonimurskan EEJ-menettelyn (Ei Enää Jätettä-status) myötä, mutta osaamista ja palveluja tarvitaan materiaalien ennakkokartoituksiin, laatututkimuksiin ja valvontaan. Materiaalien hyödyntämiselle pitää luoda selkeä polku, jossa jokainen osapuoli tietää ja tuntee omat vastuut ja velvollisuudet. Kierrätysmateriaalien tuottaminen ja käyttäminen vaatii osaamista, luotettavaa dokumentointia ja yhteistä tahtotilaa.

Purkubetonin hyödyntäminen perustuu pitkälti murskatun materiaalin hyödyntämiseen tien- ja kadunrakentamisessa. Purkubetonin hyödynnettävyydestä ja käytön helppoudesta on varmasti monenlaisia kokemuksia. Silti ainakaan julkisuudessa ei ole ollut esillä suurempia ongelmia purkubetonin käyttöön liittyen, joten tässä kartoituksessa on oletettu, että kaikelle purkubetonille löytyy jokin käyttökohde. Tarkoista käyttökohteista ja kuljetusmatkoista ei kuitenkaan ole tietoa ja viime kädessä hankkeiden tilaajat maksavat materiaalin hyödyntämiseen liittyvät kustannukset. Tavoitteena tulee olla, että kaikki purkubetoni hyödynnetään mahdollisimman korkean jalostusasteen tuotteina rakenteisiin eikä toissijaisiin läjityksiin ja maatäyttöihin. Tilaajan myönteinen vaikutus käyttökohteita etsittäessä vaikuttaa positiivisesti materiaalien kuljetusmatkoihin ja sitä kautta hiilipäästöihin.

Purkubetonilla on vaikea korvata yhtään suurempaa osuutta neitseellisestä kiviaineksesta rakentamisessa, muuta kuin kasvattamalla purkumääriä. Tämä ratkaisu ei ole suotava kehityssuunta. Betonimurskeen jalostusarvo ja arvokkaampia käyttötarkoituksia on mahdollista kehittää, kun kierrätysmateriaaleja voidaan käyttää tulevaisuudessa laatuluokan perusteella jopa rakennuksien sisäpuolisissa täytöissä ja rakenteissa.

Suurin kehityspotentiaali purettavien betonirakenteiden hyödyntämiselle löytyy uudelleenkäytöstä. Betonielementtien ja betonirakenteiden hyödyntäminen kokonaisena on teknisesti mahdollista, mutta selkeää prosessia eikä systemaattista liiketoimintaa elementtien uudelleenkäytölle vielä ole. Projektikohtaisesti Suomessa ja maailmalla onkin toteutettu betonielementtitalojen, liiketilojen ja hallien ehjänä purkuja. Tällä hetkellä Suomessa on käynnissä iso kansainvälinen ReCreate-tutkimushanke, jossa tehdään

tutkimusta ja käytännön pilottia ehjänä irrottamiseen¹⁶. Käynnissä on muutamia uudisrakennushankkeita, joissa on mukana betonielementtien uudelleenkäyttöä¹⁷. Näistä saadaan tuoretta tietoa betonielementtien ennakkotutkimuksiin ja viranomaiskäsittelyyn sekä käytännön menetelmäosaamista, miten elementit irrotetaan ehjänä ja miten ne asennetaan uudelleen.

Vaikuttavuuteen liittyy olennaisesti kierrätysmateriaalin hiili-intensiteetti ja mitä tuotetta se korvaa uudessa käytössä. Alla on esitettyä vertailua, jossa purkumateriaalista tehdään kierrätysmateriaalia tai jos sitä käytetään uudelleen sellaisenaan alkuperäisessä käyttötarkoituksessa. Kuljetusmatkoja ei ole huomioitu tarkastelussa CO2data.fi-sivustolta tunnuslukuja eri materiaalien CO2 tyypillisillä päästöillä (A1–A3). Betorocin arvot perustuvat Ruduksen toteuttamaan laskelmaan.

Taulukko 10 Kierrätysmateriaalien päästöarvoja

Materiaali	yksikkö	hiilipäästö
Kalliomurske	kg CO2e /kg	0,006
Betonimurske	kg CO2e /kg	-0,010 ¹⁾
Betoniväliseinä elementti 200 mm	kg CO2e /kg	0,15

Betonimursketta hyödyntämällä säästetään neitseellisen kiviaineksen käyttöä.

Hiilisäästönä hyöty luonnonkiviainekseen verrattuna on noin 3-kertainen, kun huomioidaan betonimurskeen karbonatisoituminen ajan saatossa. Hyötyjä on saatavilla myös, jos betonimurskeen tiivistymis- ja kovettumisominaisuudet voidaan ottaa huomioon rakennekerrospaksuuksia suunniteltaessa. Espoo on kasvava kaupunki, jossa rakennetaan teitä ja katuja koko ajan. Kun syntyvä ja käytettävät massat koordinoidaan systemaattisesti, on mahdollista saada merkittävää säästöä sekä kuljetuksissa että hiilipäästöissä.

Betonimurskeen hiilinegatiivisuudesta huolimatta betonirakenteiden uudelleenkäyttö on päästöjen näkökulmasta merkittävästi, jopa 15-kertaa kannattavampaa, jos uudelleenkäytöllä korvataan neitseellisistä materiaaleista valmistettu betonielementti ja lähes 8-kertaa kannattavampaa vähähiilisestä betonista valmistettuun elementtiin verrattuna¹⁸.

Betonirakenteiden uudelleenkäytön vaikuttavuus korostuu siinä, että neitseellisiä materiaaleja säästyy kiviaineksen lisäksi raudotteita ja sementtiä.

¹⁶ kts. lisää: ReCreate (n.d.), *Reusing precast concrete for a circular economy*; Tampereen yliopisto (n.d.), *ReCreate*

¹⁷ Kissanmaalle asuinkerrostalo, Pohjola Rakennus Oy

¹⁸ Parma Green -elementillä 60 % normaalia pienemmät päästöt kuin vakiotuotteilla: Parma (n.d.),

6.3 Hyötyjen tarkastelua – betoni

Murskatulla purkubetonilla on useita käyttökohteita, yleensä purkajan itsensä hankkimana. Hankkeissa saadaan parhaat hyödyt, jos purkukiinteistön tilaaja on mukana suunnittelemassa kierrätysmateriaalien jatkohyödyntämistä. Espoon kaupungin tapauksessa hyödyntämiskohteita betonimurskalle on käytännössä koko ajan joko alkamassa, käynnistymässä tai suunnitteilla. Tällöin hyödyntäminen on mahdollista tehdä tehokkaasti tarjonnan ja kysynnän aikataulullisen ja sijainnillisen yhteensopivuuden löydyttyä.

Suomessa betonimurskan käyttö valmisbetonin joukossa on vasta kasvussa. Tanskassa, jossa neitseellisen kiviaineksen saatavuus on jopa kriittistä, betonimurskaa hyödynnetään jo laajalti ja merkittävinä prosenttiosuuksina. Suomessa tuotetuissa tuotteissa enintään 30 % karkeita luonnonkiviaineksista on korvattavissa kierrätyskiviaineksella, rasisluokissa XC1 ja XC2. X0-luokassa sallittu korvaavuus on jopa 50 %, EN 206:2014 -standardin mukaan. Betonimassassa käytettävät kiviainekset ja myös kierrätyskiviainekset tuotetaan EN 12620 -standardin mukaisesti.

Suomessa ei ole erillistä veroa luonnonkiviainekselle, kuten esimerkiksi Ruotsissa tai Tanskassa, joka ohjaisi samaan tapaan käyttämään luonnonkiviaineksia korvaavia tuotteita. Betonimurskan käyttö valmisbetonissa laskee valmisbetonin lujuusluokkaa ja toisaalta lisää sementin tarvetta massassa, mikä osaltaan laimentaa kierrätysmateriaalista saatavaa hyötyä.

Kierrätysmateriaalin käyttö betonituotteissa voi monessa tapauksessa lyhentää kiviaineksien kuljettamiseen käytettyjä matkoja ja hyötyä on saatavissa tätä kautta.

Taulukko 11 Esimerkkejä käyttökohteista Espoossa:

Vuonna 2021 valmistuneessa **Espoonväylän** 1.vaiheen rakentamisessa mursketta käytettiin 35 000 tn, jolla säästettiin vastaavan verran neitseellisiä kiviaineksia ja CO₂ vähennys vastasi 3 milj.henkilöauton ajokilometriä.¹⁹

Kohde	säästö neitseellisen [tn]	co2 vähennys [tnco2e]
Espoonväylän 1-vaihe	35 000	210
Espoo vuosi 2021 kaikki	106 000	636

Länsiväylä Kivenlahti, kiertotien rakenteissa hyödynnetty kierrätysbetonia. Tarkka määrä ei ole tiedossa. Espoossa käytettiin kaupungin arvion mukaan vuonna 2021 kokonaisuudessaan n.106 000 tn betonimurskeita tien- ja kadunrakentamiseen.²⁰

¹⁹ Espoon kaupunki (2021), *Betonimurskeella päästösäästöjä Espoonväylän rakentamisessa*

²⁰ Lähde: Iina Kallio, Espoon kaupunki (KAKE)

Betonimurskaa tuotetaan sekä kiinteissä toimipaikoissa että paikallisesti isompien purkukohteiden yhteydessä erikseen haetuilla lyhytaikaisilla murskaus- ja ympäristöluvilla. Hyödynnettävyyden parantamiseksi kaupungin ja toimijoiden yhteistyötä tarvitaan väliaikaisten välivarastointipaikkojen suunnittelussa läheltä synty- tai hyödyntämisalueita. Samaa toimintamallia voidaan hyödyntää myös muiden maa- ja kiviaineksien kanssa.

Betonirakenteiden uudelleenkäyttöä varten tarvitaan tuotantotilaa ja välivarastointialueita. Betonielementtien käsittely ja kunnostus voidaan toteuttaa olemassa olevien tuotantolaitosten yhteydessä yhteistyössä elementtivalmistajien kanssa tai vaihtoehtoisesti toteuttaa erillinen tuotantotila uudelleenkäytettävälle tuotteille. Parhaimmillaan tällainen tuotantotila pystyy palvelemaan Espoon lisäksi lähialueen kuntia. Paikallisella toiminnalla vältetään raskaiden materiaalien pitkiä edestakaisia kuljetuksia. Siellä missä puretaan, myös yleensä rakennetaan. Tämä pätee varsinkin Suomen kasvukeskuksissa.

6.4 Vaikuttavuuden arviointia – lasi

Lasi on erittäin energiasäästävien tuotteiden valmistaja. Toisaalta lasin ominaisuudet säilyvät ajan saatossa lähes muuttumattomina, joka puoltaa sen pitkäaikaista hyödyntämistä. Purkukohteiden lasijätämääristä ei löydy tarkkoja tietoja. Lasimäärien arvioinnissa voidaan peilata uudiskohteen lasimääriin kertoimella, joka on arvio ikkunoiden U-arvovaatimusten muuttumisesta keskimääräisestä rakennuksesta nykyhetkeen. Kierrätyslasiä kuljetetaan myös Suomesta ulkomaille ja ulkomailta Suomeen. Esimerkiksi vaahtolasin raaka-ainetta ei riitä Suomessa kattamaan koko tuotannon tarvetta. Suomessa ei toisaalta ole lasipurkkien ja pullojen eikä tasolasin valmistusta, joten näihin tuotteisiin erotellut raaka-ainejakeet kuljetetaan Suomesta pois.

Kuten seuraavassa päästöarvoja kuvaavassa listauksesta on havaittavissa, on lasin hyödyntäminen sellaisenaan erittäin kannattava vaihtoehto, koska kaikki kierrätyslasiin käsittely- ja hyödyntämis muodot vaativat runsaasti energiaa ja uuden lasin valmistus kuluttaa lisäksi luonnonvaroja.

Taulukko 12 Lasin päästöarvoja

Materiaali	kgCO ₂ e/kg	kierrätysmateriaalia %
tasolasi	1,2	5
laminoitu lasi	1,7	
karkaistu lasi	1,6	
Lasivillaeriste (60kg/m ³)	1,0	50
vaahtolasimurske	0,3	98

6.5 Hyötyjen arviointia – lasi

Lasit eivät kierrä purkukohteista hyötykäyttöön vielä riittävän tehokkaasti. Vaikka uusi jätelainsäädäntö edellyttää tiettyjen materiaalien, myös lasin, erilliskeräystä, varsinkaan kokonaispurkua sisältävissä kohteissa tämä ei toteudu. Lasi on pohjimmiltaan kiviaineksinen tuote, eikä sen murskaaminen betonien sekaan ole ollut varsinaisesti kiellettyä.

Lasin uudelleenkäytön vähäisyyttä on perusteltu lasien erilliskeräyksen hitaudella, kalleudella ja ikkunoiden irrotuksen jälkeisellä rakennuksen kuorisuojauksen heikkenemisellä. **Purkulaisien kierrätysasteen nostaminen edellyttää siksi selkeitä ja vahvoja kirjauksia urakka-asiakirjoihin, työn laadun valvontaa sekä tarkempaa raportointivelvollisuutta.** Purkuhankintojen tilaajien vaatimustason nostaminen kannustaa purkualaa myös uusiin innovaatioihin tuotteiden erilliskeräyksessä. Esimerkiksi vaahtolasin valmistuksen raaka-aineet tulevat pääasiassa palautuspullojärjestelmän ja lasinkeräysjärjestelmien kautta. Työmailta tulevaa purkulasia tulee vain vähän²¹.

Saneeraustyömailla ja energiatehokkuutta parantavilla työmailla (erityisesti isot työmaat) lasien kierrätys on jo lähes normaalia toimintaa, ja useampikin toimija tarjoaa palveluja lasien poisnottoon. Tällöin lasit käsitellään laitoksissa, joissa karmit ja lasit irrotetaan toisistaan ja eri lasijakeet lajitellaan uusiokäyttöä varten.

Myös laminoitua lasia voidaan kierrättää. Useammallakin lasien kierrättäjällä on varsin tehokkaat menetelmät laminoitujen lasien kierrätykseen ja laminoidunkin lasin toimittaminen kierrätykseen on halvempaa kuin sekajätteeseen laittaminen. Lasien lajittelu sorttiasemilla on hyvin vaikeaa, ja siksi lasit pitää kerätä erikseen hallitusti joko syntypaikalla tai erillisissä käsittelylaitoksissa.

Suomessa ei valmisteta teollisesti tasolasia eikä lasipurkkeja. Merkittävä osa kierrätyslasista lähtee ulkomaille uusiokäyttöön ja palaa Suomeen uusina tuotteina. Suomessa kierrätyslasia hyödynnetään mm. vaahtolasin valmistuksessa Forssassa sekä Isoverin lasivillaeristeissä. Vaahtolasissa kierrätysmateriaalin osuus on jopa 98 % ja lasivillassa yli 80 %²².

Lasi on erittäin hyvin kierrätettävä materiaali. Ennakkolajittelulla on mahdollista säästää merkittävästi lasin jättekuluissa, ja normaaleissa ikkunoissa käytetystä tasolasista jopa voidaan maksaa, jos lasi on puhdasta ja tasalaatuista. Karkaistujen ja laminoitujen lasien jätehinnat vaihtelevat 50–150 €/tn välillä.

²¹ Foamit Oy:n edustaja 7.3.2023

²² Uusioaines Oy (n.d.), *Foamit vaahtolasi*; Saint-Gobain Isover (n.d.), *Ekologisuus ja kierrätys*

Laisien uudelleenkäytössä ulkoikkunoiden kiristyvät U-arvovaatimukset luovat oman haasteen täysimääräiselle hyödyntämiselle. Ikkunoita voidaan hyödyntää kevyemmän vaatimuksen kohteissa kuten puolilämpimät tilat, vapaa-ajan asunnot ja teollisuuslaitokset. Uudemmat ikkunat ja lämpölasirakenteet täyttävät mahdollisesti voimassa olevat määräykset

Uudelleenkäytössä suurin potentiaali on uusimpien toimistolasirakenteiden ja lasiseinäjärjestelmien käytössä. Lasirakenteet ovat pääsääntöisesti jälkiasenteisia, jolloin niiden irrottaminen ja uudelleen asennus onnistuvat hyvin. Moniin lasijärjestelmiin löytyy uusia osia kuten peitelistoja, kiinnitysprofiileja ja liukuoven kiskorakenteita. Toimistojen lasirakenteet ovat pitkälti nykyvaatimusten mukaisia turvalaseja, joko karkaistua tai laminoitua lasia.

Parvekelasitukset ovat monissa kohteissa jälkiasennettuja ja mahdollisesti hyvinkin uusia suhteessa rakennukseen. Parvekelasituksia on mahdollista hyödyntää joko samaan käyttöön tai kevyemmän vaatimustason kohteissa, huomioiden turvamääräykset. Energiatehokkuusvaatimukset voivat tulevaisuudessa kiristyä ja aiheuttaa jopa ikkunoiden kuntoon nähden ennenaikaisia vaihtoja. Suomen oloihin valmistetut ikkunat alittavat etelämpänä olevien EU-maiden energiavaatimukset, joten uutta liiketoimintaa voi syntyä toimittamalla ikkunoita muihin maihin uudelleenkäytettäväksi²³

Tuotteiden parempaan hyödyntämiseen tarvitaan uutta liiketoimintaa, uusia arvoketjuja ja yhteistyötä. Uusien ja kunnianhimoisten kokeiluhankkeiden avulla voidaan testata uusia liiketoimintamalleja, joissa materiaalit pysyvät mahdollisimman korkealla hyödyntämisasteikolla. Kokeilut luovat uutta osaamista käytettäväksi skaalautuvassa liiketoiminnassa.

Monissa vanhemmissa rakennuksissa on saatettu tehdä energiankulutusta tehostavia toimenpiteitä elinkaaren aikana, jolloin purkuun päätyessään rakennukset ikkunat saattavat olla hyvinkin uusia. Etenkin 2000-luvun ikkunoiden vaatimukset ja laatu ovat korkealla tasolla, ja nämä kohteet on huomioitava purkukartoituksia tehtäessä ja uudelleenkäyttöä suunniteltaessa.

7. LAINSÄÄDÄNNÖN REUNA-EHDOKSIA

7.1 Nykyinen lainsäädäntö

Kiertotalouden toteuttamista rakentamisesta ohjaa sama lainsäädäntö ja ohjeistukset kuin rakentamista muutenkin. EU-tasolla rakennusmateriaalien käyttöä ja valmistusta ohjaa rakennustuoteasetus. Kansallisesti rakentaminen kuuluu maankäyttö- ja rakennuslain piiriin.

²³ Glass for Europe (n.d.), *Minimum performance requirements for window replacement in the residential sector*

31.3.2023

Jätelaissa- ja asetuksessa määritellään materiaalien käsittely tilanteissa, joissa materiaalia jää rakentamisessa yli tai sitä syntyy purettaessa vanhoja rakennuksia.

Jätehierarkia ja etusijajärjestys ovat kiertotalouden perusta, jossa jätteen määrän vähentäminen on ensisijainen tavoite. Tämän jälkeen tulee jätteen hyödyntäminen mahdollisimman korkean jalostusasteen tuotteena valmisteltuna uudelleenkäyttöön ja kolmantena kierrätys.

Euroopan unionin asetukset ovat suoraan sovellettavaa lainsäädäntöä eli niitä sovelletaan sellaisenaan EU:n jäsenmaissa. Rakennustuotteisiin liittyvä keskeinen EU-säädös on ns. **EU:n rakennustuoteasetus**, joka tuli voimaan kokonaisuudessaan 1.7.2013. Rakennustuoteasetuksessa säädetään, kuinka rakennustuotteen ominaisuuksista kerrotaan ja millä edellytyksillä rakennustuotteet voidaan CE-merkitä.

Rakennustuoteasetuksen tavoitteena on tarkkojen ja luotettavien tietojen saanti rakennustuotteiden suoritustasoista ja ominaisuuksista yhteisellä eurooppalaisella tavalla. Asetus selkeyttää CE-merkinnän käyttöä. Lisäksi asetuksen tavoitteena on rakennustuotteiden vapaa liikkuvuus ja kaupanesteiden poistamiseen EU:n sisämarkkinoilla.

EU:n rakennustuoteasetus koskee niitä rakennustuotteita, joille on harmonisoitu tuotestandardi tai jolle valmistaja on hakenut eurooppalaisen teknisen arvioinnin (ETA).

Kesällä 2022 ympäristöministeriö julkaisi Policy Brief 20:2022 Rakennusosien uudelleenkäytön edellytykset Suomessa. Tämän perusteella rakennusosien uudelleenkäyttöä voidaan toteuttaa ilman CE-merkintää rakennuspaikkakohtaisella varmentamisella. Rakennuspaikkakohtainen varmentaminen tehdään rakennushankkeen ryhtyvän johdolla ja päätöksen tekee rakennusvalvontaviranomainen rakennuslupakohtaisesti.²⁴

Betonimursketta voidaan käyttää Valtioneuvoston MARA-asetuksen (eräiden jätteiden hyödyntäminen maanrakentamisessa 843/2017) mukaan ilman ympäristönsuojelulain (527/2014) mukaista ympäristölupaa, jolloin murskeen käytöstä tulee tehdä ilmoitus ELY-keskukseen.²⁵

EEJ eli ei enää jätettä -menettely on vapaaehtoinen menettely arvioinnissa, jossa on esitetty arviointiperusteet, joilla betonimurskeen jätteeksi luokittelu loppuu. Valtioneuvoston asetus (466/2022) betonimurskeen jätteeksi luokittelun päättymisen arviointiperusteista Betonimurskeen CE-merkintään käytetään kiviainesstandardia, joka velvoittaa valmistajaa tuotannon laadunhallintaan.²⁶

²⁴ Zhu & Tähtinen (2022), *Policy Brief 2022:20 Rakennusosien uudelleenkäytön edellytykset Suomessa*

²⁵ Ympäristöministeriö b (n.d.), *Ilmoitus jätteiden hyödyntämisestä maanrakentamisessa*

²⁶ Valtioneuvosto (2022), *Valtioneuvoston asetus YM/2022/37: Valtioneuvoston asetus betonimurskeen jätteeksi luokittelun päättymisen arviointiperusteista*

Myös EEJ- tai CE-merkityn betonimurskeen käyttö on syytä merkitä kierrätysmateriaalien käyttökohteet määrineen ELY:n ja kaupungin omiin tietojärjestelmiin. Betonin murskaustoimintaa varten tulee hakea ympäristönsuojelulain (527/2014) 27 §:ssä tarkoitettu ympäristölupa betonijätteen murskaustoiminnalle. Kiinteän betoniaseman ja betonituotetehtaan betonijätteen murskauksesta säädetään ympäristönsuojeluvuatuimuksesta annetun valtioneuvoston asetuksen (858/2018) nojalla. Materiaalien välivarastointia varten tarvitaan myös kunnan tai kaupungin ympäristöviranomaisen lupa.

7.2 Lainsäädännön kehitystarpeet tulevaisuudessa

Uusi rakentamislaki tulee voimaan 1.1.2025. Kiertotalouden ja materiaalivirtojen hallinnan on odotettavissa mm. seuraavia muutoksia:

- purkukartoitus velvoittavaksi kaikissa purkukohteissa
- materiaalipassi
- materiaaliseloste
- hiilijalanjäljen laskenta
- digitalisointi

Nämä lakimuutokset tulevat ohjaamaan rakentamista kiertotalouteen mutta yksin rakennuslaki ei mahdollista muutosta vaan siihen tarvitaan myös kuntien ohjausta mm. kaavoituksella ja maankäytön sopimuksilla.

Lainsäädäntö ohjaa kestävää materiaalien käyttöä tutkimuksen ja asiantuntijalausuntojen kautta. Maanrakentamista varten tuleva kierrätysmateriaalin tulee olla määriteltujen raja-arvojen mukaisia. Ilman laboratoriotutkimuksia ja asiantuntijoiden lausuntoja tällä hetkellä ei ole mahdollista osoittaa materiaalien kelpoisuutta.

Esimerkkinä on vuonna 2018 tehdyn *Purettavien rakenteiden hyötykäyttökelpoisuuslausunnon* tuloksissa asetetut raja-arvot on alitettu ainakin 7,5–25 -kertaisesti. Tutkimukset ja asiantuntijatyö on arvokasta mutta voi olla esteenä kierrätysmateriaalin käytölle. Tavoitteena pitää edelleen olla terveellisyys ja turvallisuus mutta kierrätysmateriaalien osalta pitäisi päästä tilanteeseen, jossa purkurakennukset luokitellaan käyttötarkoituksen mukaan kierrätettäväksi esim. maanrakentamisessa ilman mittavia tutkimuksia.

Taulukko 13 Tutkimustuloksia betonimurskasta

Parametri	KOK1 (alapohjat, välipohjat)	KOK2 (ulkoseinät)	Pohjarakenne	Yksikkö
Naftaleeni	<0,20	<0,20	5	mg/kg
PAH-yhdisteet ¹	<3	<3	30	mg/kg
PCB-yhdisteet ²	<0,07	<0,07	1	mg/kg
Öljyhiilivedyt C ₁₀ -C ₄₀	<40	<40	300	mg/kg

31.3.2023

8. BETONIN JA LASIN MATERIAALIVIRRAT- TYÖPAJAN TULOKSET

Työpaja *"Betonin ja lasin materiaalivirrat Espoossa"* järjestettiin Espoon Kerassa 8.3.2023 klo 13:30-15:30. Paikalla oli 15 osallistujaa, jotka edustivat laajasti kiertotalouden julkisia ja yksityisiä toimijoita. Työpajassa esiteltiin hankkeen tämänhetkisiä tuloksia, joiden pohjalta pyrittiin tunnistamaan kiertotalouden yleistymisen esteitä ja muita haasteita.

Ensimmäisen ryhmätyön aiheena oli betonin ja lasin materiaalivirrat, erityisesti tietoon liittyvien virtojen nykytilanne v. 2023. Ryhmätyön tulokset on esitetty liitteessä.

Kiteytettynä nykytilanteesta voidaan todeta seuraavaa:

- Purkukartoitusten avulla ei ole riittävän tarkkaa tietoa purettavista materiaaleista ja erityisesti niiden uudelleenkäyttömahdollisuuksista. Nykytilanteessa betonimurskeen markkinat toimivat, erityisesti metallien kierrätys on jo globaalia liiketoimintaa.
- Painopistettä tulee siirtää materiaalien purkamisesta rakennustuotteiden ja -materiaalien uudelleenkäyttöön, ja samalla uudelleenkäytön vastuita tulee selkeyttää.
- Purkudatan laatua tulee parantaa (samalla siirtyä pois lomakkeista).
- Purkukartoituksia tulee laajentaa siten, että keskitytään sisältöön ja tuotettavaan laatuun, ja samalla kartoitustiedot tulee tuottaa laajempaan käyttöön.
- Kiertotalouden edistämiseksi tulee käsitteistöä uusia. Purkamisen sijasta tulisi puhua ehjänä irrottamisesta. Tulisiko purkukartoituksen sijasta alkaa puhua uudelleenkäyttökartoituksesta?

Ratkaisuina esitettiin mm. seuraavia ehdotuksia:

- Nykyiset datankeruumenetelmät ovat epäselviä ja epäluotettavia. On tilanteita, joissa materiaalit ja niissä oleva data voidaan jopa hukata. Tiedon keruu tulee pikaisesti tietokantaistaa ja luoda kattavat ja yleiset menetelmät purkudatan keruulle. Kiertotaloudessa ei katsota kuntarajoja, siksi tarvitaan maakuntatason yhteistyötä, esimerkiksi Uudenmaan rakennustuotevarikkojen verkoston luomiseksi.
- Uudelleenkäyttövakuutus (vakuutusyhtiöiden uusi toimintamalli), jossa vakuutusyhtiö vakuuttaa uudelleenkäytettävät materiaalit liiketoimintariskin vähentämiseksi.
- Purku-urakoitsijan ja rakennusurakoitsijan urakoiden niputtaminen yhteen, joka kannustaisi alusta asti laadukkaaseen lopputulokseen johtavaan yhteistyöhön. Tähän tarvittaisiin uusi sopimusmalli.

Toisessa ryhmätyössä materiaalien virtausta lähestyttiin tavoitevuodesta 2030 käsin.

Arvioitiin tunnistettuja haasteita ja pullonkauloja sekä niille ratkaisuja seuraavasti:

- Vuonna 2030 valtakunnan tasolla oli luotu selkeät ja kattavat toimintamallit, tiedonhallinta, tuotetiedot ja materiaalikirjastot.
- Ilmastonmuutoksen etenemisen vaikutuksesta rakennus- ja kiinteistöalalla kulttuuri muuttui vanhaa arvostavammaksi.
- Datan käyttö yleistyi sitä mukaa, kun toimijat alkoivat tuottaa dataa ja hyödyntää dataa.
- Kiertotalouden valtavirtaistuminen aiheutti liiketoiminnan murroksen, ja alalla toimivat yritykset muuttivat omia liiketoimintamallejaan. Esimerkiksi rakennusmateriaalien valmistajat alkoivat ostaa takaisin materiaalejaan ja toivat niitä markkinoille takaisin tehdaskunnostettuina. Uudelleenkäytettävät materiaalit

ja tuotteet hankittiin samoista hankintakanavista kuin neitseelliset materiaalit ja tuotteet.

- Kaavoituksessa tapahtui myös regulaation vähentämistä siten, että rakennusten käyttötarkoituksen muutokset olivat joustavampia.
- Muutos tapahtui myös arkkitehtien ja suunnittelijoiden asenteissa; kiertotalouden mukainen suunnittelu ja kiertotalousarkkitehtuuri yleistyi

9. JOHTOPÄÄTÖKSET JA KEHITYSEHDOTUKSET

9.1 Kiertotalouden nykytilanne Suomessa ja Espoossa

Valtioneuvosto teki periaatepäätöksen kiertotalouden strategisesta ohjelmasta keväällä 2021. Ohjelman tavoitteena on luoda kiertotaloudesta talouden uusi perusta vuoteen 2035 mennessä ja Suomesta kiertotalouden kansainvälinen edelläkävijä.²⁷

Materiaalien kiertotalousaste on tällä hetkellä 7 % eli alle EU-keskiarvon 11,7 %²⁸. Tavoite kaksinkertaistaa materiaalien kiertotalousaste vuoteen 2035 mennessä on kunnianhimoinen, ja siksi työ kiertotalouteen siirtymiseksi on aloitettava ripeästi monella tasolla. Kaupungeissa ja maakunnissa onkin perustettu omia kiertotalousohjelmiaan (mm. Helsingin kiertotalousklusteri²⁹, Uudenmaan kiertotalouslaakso³⁰).

Myös Espoon kaupunki on asettanut tavoitteita kiertotalouteen siirtymiseksi. Nopeasti kasvavassa Espoossa rakennetaan – ja myös puretaan – paljon, joten kiertotalouteen siirtymisen haasteet ovat ajankohtaisia juuri Espoossa. Tämä kartoitus on osa työtä kiertotalouteen siirtymisen edistämiseksi, ja kartoituksessa on pyritty saamaan kokonaiskuva Espoon alueella syntyvistä betonin ja lasin materiaalivirroista.

9.2 Betonin ja lasin materiaalivirrat Espoossa

Betonin ja lasin materiaalivirtoja koskeva kartoitus Espoossa tehtiin helmi-maaliskuussa 2023 pääosin arkistotyönä. Kartoitus perustui olemassa olevan tiedon keräämiseen tilastoista, kaavoituksesta sekä rakennusalan toimijoiden omista arkistoista. Eri lähteistä kerätyt tiedot jalostettiin tehtävän käyttötarkoituksen mukaiseksi. Tilaajan kanssa pidetyissä kokouksissa sovittiin reunaehdot materiaalivirtojen kartoitukselle Suur-Espoonlahden alueelta. Näistä määräärvioista luotiin kokonaiskuva betonin ja lasin materiaalivirroille Espoon alueella. Tämän jälkeen laskentaa kohdennettiin Kaitaan ja Finnoon metroasemien vaikutusalueelle.

Kartoituksen aikana huomattiin, että **rakennusmateriaalien kierrätyksestä ei ole saatavilla täsmällistä tietoa, tieto on hajallaan eri tietojärjestelmissä tai tietoa ei ole**

²⁷ Valtioneuvosto (2021), Valtioneuvoston periaatepäätös YM/2021/17: Valtioneuvoston periaatepäätös kiertotalouden strategisesta ohjelmasta

²⁸ Kiertotalous-Suomi (n.d.), Kiertotalous-Suomi on osaamisen ja tiedon solmukohta

²⁹ Helsingin kaupunki: Testbed Helsinki (n.d.), Kiertotalous

³⁰ Uudenmaan kiertotalouslaakso (n.d.), Uudenmaan kiertotalouslaakso

31.3.2023

ollenkaan kirjattu kaupungin tai valtion järjestelmiin. Lisäksi, vaikka kaupungeilla on käytössään paikkatietojärjestelmät, niin kierrätysmateriaalitietoja tarvitsevilla tahoilla ei ole pääsyä näihin järjestelmiin.

Jatkossa sekä kiertotaloudessa laajemmin, että Espoon kaupungin omassa toiminnassa, on selkeämmin ymmärrettävä **tiedon hallinta** osana systemaattista toimintaa.

Kiertotaloudessa on tärkeää pystyä analysoimaan materiaalivirtoja, ja se onnistuu vain täsmällisellä, paikkaan sidotulla tiedolla. Tehdyn kartoituksen pohjalta on todettava, että tietoa toki kerätään, mutta se tallennetaan lomakkeille, joille ei ole mietitty jatkokäyttöä.

Ensimmäisessä vaiheessa kartoitettiin **betonin ja lasin määriä uudisrakentamisessa**. Määrät arvioitiin materiaalikertoimien avulla. Rakennustuotteiden ja -palvelujen ilmastovaikutuksia arvioitiin CO2data.fi-palvelun avulla.

Espoossa rakennetaan paljon, ja se näkyy myös etenkin käytettävän betonin määrässä. Betonia kuluu kartoitetuissa rakennuskohteissa vuonna 2021 arviolta 565 496 tonnia ja infrarakentamisen kokonaismääriä ei ollut käytettävissä. Lasia käytetään vastaavasti kartoitetuissa rakennuskohteissa arviolta 3 039 tonnia.

Lisäksi betonin ja lasin määriä arvioitiin Länsimetron kehityskäytävän varrelta kolmella tilastointialueella (049 Espoo, 049 9 Suur-Espoonlahti ja 049 44 Kaitaa). Suur-Espoonlahden osuus koko Espoon betonin käytöstä oli noin 12,5 %, josta Kaitaalla käytettiin 15,1 %. Lasia arvioitiin käytettävän Suur-Espoonlahdessa 12,1 % Espoossa käytetyistä. Kaitaalla käytettiin 13,0 % Suur-Espoonlahdessa käytetystä lasista.

Seuraavaksi arvioitiin **betonin ja lasin määriä** purkamisessa. Liike- ja teollisuusrakennusten purkamista toteutui Suur-Espoonlahden alueella vain Kaitaalla vuosina 2019–2022. Pientaloja purettiin myös muualla Suur-Espoonlahdessa. Kaitaalla arvioitiin purkubetonin määräksi 22 749 tn. Tämä on yli kaksinkertainen määrä siitä mitä arviotiin, että Kaitaalla on käytetty betonia uudisrakentamiseen vuonna 2021 (10 685 tn). Lasia purettiin arviolta Kaitaalla 13 tn, joka on 27 % 2021 uudisrakentamisen määrästä, 48 tonnista. Tämä johtunee siitä, että puretut rakennukset olivat noin 80-luvun toimisto- ja varastorakennuksia, joissa lasia ei ole niin paljon kuin nykyasuinkerrostaloissa (suuret ikkunat ja parvekkeet).

Miten vaikuttavaa kiertotalous on tällä hetkellä ja millaisia hyötyjä kiertotaloudesta voidaan saavuttaa? Vaikuttavuutta voidaan arvioida arvioimalla kierrätys- ja uusiokäytettävien materiaalien osuutta uudisrakentamisessa. Ilmastovaikutuksia voidaan arvioida pienentyneen hiilijalanjäljen avulla.

Kartoituksessa arvioitiin kierrätysbetonin määriä ja osuutta Espoon uudisrakentamisessa. Tehdyn arvion mukaan kierrätysmateriaalien osuus betonirakenteissa on noin 28 300 tn (5 %) kaikesta kartoitetussa rakentamisessa Espoossa. Betonirakenteissa kierrätysmateriaalia on pääosin raudoituksessa.

Arviota betonin kierrätyksestä ja vaikuttavuudesta:

- Betonin murskaukseen on käytössä olevaa teknologiaa ja osaamista, joten

betonimurskeelle on jo nyt olemassa olevat markkinat.

- Purkubetonin markkinat kehittyvät edelleen EEJ-menettelyn käyttöönoton pohjalta.
- Koska Espoossa rakennetaan paljon, niin purkubetonin osuutta ei voi kasvattaa muuten kuin kasvattamalla purkumääriä.
- Uudelleenkäytettävien betonielementtien (pilarit, palkit, ontelolaatat) markkinoiden on kasvettava voimakkaasti, jotta siirtyminen kiertotalouteen tapahtuisi. Tämä edellyttää myös uudelleenkäytettävän betonimateriaalin hyväksymis- ja käyttöönottomenetelmien vakioimista.

Arviota lasimateriaalin kierrätyksestä ja vaikuttavuudesta

- **Lasi on erittäin hyvin kierrätettävä materiaali ja paremmilla lajitteluprosesseilla lasimateriaalista olisi mahdollista saada tulojakin.** Tällä hetkellä kierrätyslasimateriaalia hyödynnetään tehokkaasti sekä vaahtolasina (kierrätyslasin osuus jopa 98 %) ja lasivillana (kierrätyslasin osuus lähes 70 %). Puhtaimmat kierrätyslasijakeet toimitetaan Eurooppaan uuden tasolasin ja lasipakkausten valmistukseen.
- **Uudelleenkäytössä suurin potentiaali on uusimpien toimistolasirakenteiden ja lasiseinäjärjestelmien käytössä.** Nämä järjestelmä ovat yleensä jälkiasennettuja, jolloin niiden irrottaminen on helppoa. Lasirakenteet ovat olleet lisäksi sisätiloissa ja olleet ilmastorasitukseltaan kevyissä olosuhteissa. Ikkunoiden uudelleenkäyttöä haittaa Suomen tiukat U-arvovaatimukset, ja siksi uudelleenkäytettynä ulkoikkunat eivät täytä Suomen kiristyneitä vaatimuksia asuinrakentamisessa. Uudelleenkäytettäviä ikkunoita voidaan hyödyntää kevyemmän U-arvovaatimuksien rakennuksissa kuten vapaa-ajan asunnoissa ja teollisuusrakennuksissa. Toisaalta tässä on myös tilaa luoville uusille arkkitehtuuriratkaisuille, joita esimerkiksi käytettiin Kööpenhaminan kiertotalouspilotissa, jossa julkisivun ikkunoita laitettiin kahdet päällekkäin.³¹
- **Tuotteiden parempaan hyödyntämiseen tarvitaan uutta liiketoimintaa, uusia arvoketjuja ja yhteistyötä.** Uusien ja kunnianhimoisten kokeiluhankkeiden avulla voidaan testata uusia liiketoimintamalleja, joissa materiaalit pysyvät mahdollisimman korkealla hyödyntämisasteikolla. Kokeilut luovat uutta osaamista käytettäväksi skaalautuvassa liiketoiminnassa.

9.3 Esteet ja rajoitteet kiertotalouden yleistymisessä

Suurimpana esteenä kiertotalouteen siirtymisessä ovat nykyiset käytännöt, prosessit ja rakentamisen kulttuuri, jotka kaikki edelleen noudattavat ns. suoran talouden malleja. Kiertotalouteen siirtymiseksi tarvitaan systeemitasoista muutosta, jossa vielä ollaan alkuvaiheessa.

³¹ Lendager (n.d.), *Upcycle Studios*; Lendager (n.d.), *Resource Rows*

31.3.2023

Kiertotalouden tavoitteista ja toimenpiteistä, joilla niihin päästään, pitää olla eri organisaatiotasot läpäisevä toimintamalli. Tällä hetkellä kiertotalouden ratkaisuihin on havaittavissa projektikohtaisuutta ja henkilöitymistä tiettyihin organisaatioiden vastuuhenkilöihin.

Tiedon keruuta korostetaan kautta linjan, olennaista on tunnistaa markkinan tarvitsema tieto ja tarjota tähän pääsy. Tiedonkeruuseen ja tiedon tarjoamiseen pitää luoda näkymä, jolla on jatkuvuutta.

Suurimpina esteinä ja rajoitteina kiertotalouteen siirtymisessä ovat:

- puuttuvat käytänteet ja osaaminen
- vapaaehtoisuus (ts. lainsäädäntö ja määräykset eivät pakota), pysytään mukavuusalueella
- kiinteistösijoittajien lyhytkatseisuus rakennusosien elinkaariominaisuuksiin ja niiden ylläpitoon

Ratkaisuna kiertotalouteen siirtymisessä ja esteiden ja rajoitteiden poistamisessa ovat:

- konkreettiset vaatimukset julkisiin rakennushankkeiden toteutukselle
- lainsäätäjän ja viranomaisten kiertotaloutta tukevat tulkinnat, ohjeistus ja kannusteet, tarvitaan selkeä viesti ja näkymä toimintaympäristöön, jotta alalle uskalletaan investoida
- kokeiluhankkeiden määrän ja laajuuden kasvattaminen
- kokeiluhankkeiden oppien ja kokemusten jakaminen
- tutkitun tiedon ajantasainen jakaminen avoimesti, myös kansainväliset opit käyttöön ("kiertotalouskirjeenvaihtaja")

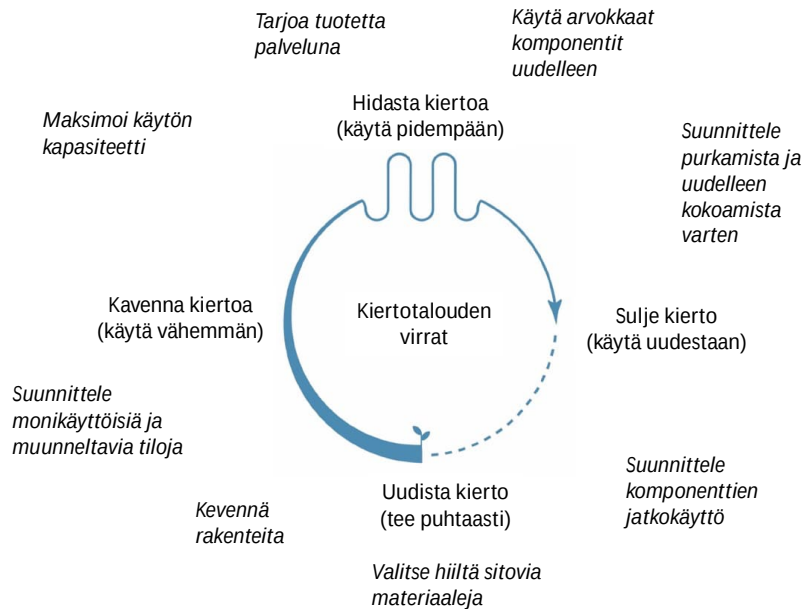
9.4 Kohti kestäväää rakentamista ja uusia liiketoimintamalleja

Kestävillä ratkaisuilla tarkoitetaan tässä sellaisia ratkaisuja, jotka toteuttavat kaupungin hiilineutraalisuustavoitteita ja tukevat kestäväen kehityksen eri osa-alueita.

Projektikohtaisista toteutuksista siirrytään kohti vallitsevia toimintatapoja. Kestävissä ratkaisuissa ei tyydytä alalla vallitseviin minimiratkaisuihin, vaan toteutetaan järjestelmällisesti yhteisesti sovittuja kehittämistoimenpiteitä, ja kokeiluista viedään toimivat ratkaisut osaksi seuraavia hankkeita.

Materiaalivirtojen hallinnassa korostuu yhteistyö alueen julkisten toimijoiden ja markkinassa toimivien toimijoiden kesken. Ratkaisuissa haetaan oppeja naapurikunnista ja -kaupungeista, ja toimintaa kehitetään ylläalueellisten toimijoiden kanssa. Esimerkiksi HSY:llä on maa-aineisten hallintaan oleva järjestelmä, johon Espoo on suunnitellut liittyvänsä. Kierrätysmateriaalien hallintaan ja niiden käytön kehittämiseen tarvitaan vastuutahot kaupungin organisaatioon. Massakoordinaattori voi olla tällainen henkilö maa- ja kierrätyskiviainesten, kuten betonimurske, hallinnassa. Lasien ja muiden materiaalien osalta kierrätyksen järjestäminen on pitkälti markkinassa toimivien kierrätystoimijoiden ja jätteenkäsittelijöiden vastuulla. Ymmärrystä käytössä olevista ratkaisuista ja materiaalien hyödyntämisestä voidaan kerryttää toteuttamalla kaupungin omissa hankkeissa kiertotalouden mukaisia toimia systemaattisesti ja määrältään sekä laadultaan kasvavasti. Uudelleenkäytön kehittämisessä tarvitaan kansallisia kehitys- ja kokeiluhankkeita, mutta myös kansainvälistä osaamista ja oppia.

Siirtyminen materiaaleja tuhlailevasta suorasta taloudesta materiaaleja kierrättävään kiertotalouteen muuttaa rakentamisen roolia kertakäyttöisestä tekemisestä, eräänlaisesta kertarakentamisesta pitkäjänteiseen ylläpitoon, huoltoon ja korjaamiseen ns. jatkuvaan rakentamiseen. Tämä näkyy myös alan liiketoimintamallien muutoksina (ks. kuvan ulompi kehä).

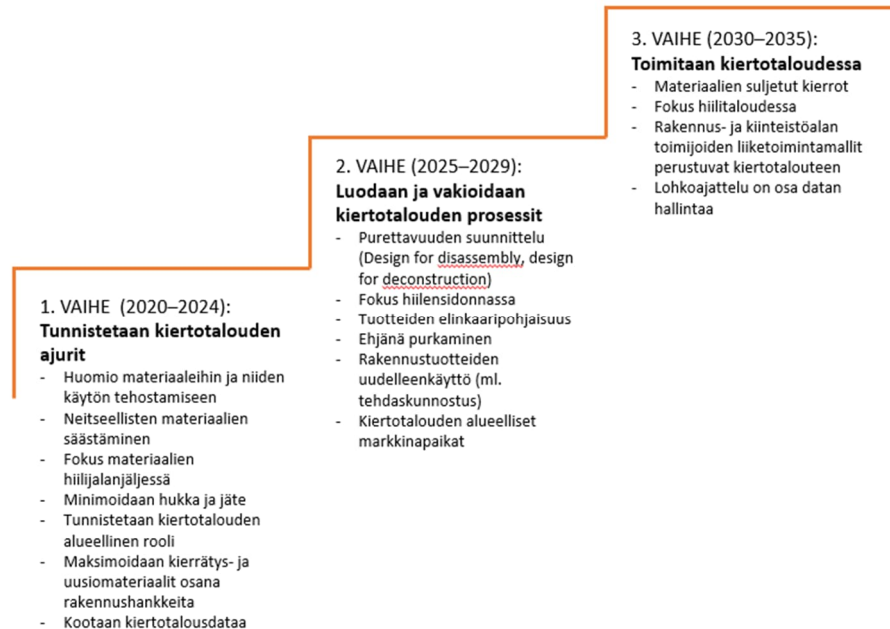


Kuva 6 Kiertotalouden virrat ja niiden vaikutus kiinteistö- ja rakennusallalle³²

Kiertotalouden virtoja voidaan uudistaa neljällä tavalla: materiaalin kiertoa kavennetaan (käytä vähemmän), sitä voidaan hidastaa (käytä pidempään), kierto voidaan sulkea (käytä uudestaan) ja kiertoa voidaan myös uudistaa (tee puhtaasti).

Miten suorasta taloudesta siirrytään kiertotalouteen? Voidaan nähdä selvästi kolme vaihetta, joiden kunkin täytyy toteutua ennen kuin siirrytään seuraavaan vaiheeseen.

³² Rönkä & Salmi (2022), *Puheenvuoro: Myös ARA-tuotannossa on siirryttävä kiertotalouteen*. Kuvan alkuperäinen lähde: Çetin, De Wolf & Bocken (2021), *Circular Digital Built Environment: An Emerging Framework*.



Kuva 7 Kiertotalouden siirtymän vaiheet

Nykytilanteessa on tärkeää tunnistaa kiertotalouden ajurit (drivers) ts. tekijät, joiden vaikutuksesta voidaan alkaa siirtää rakennus- ja kiinteistöalaa kiertotalouteen. Toisessa vaiheessa (n. 2025–2029) tulee luoda ja vakioida kiertotalouden prosessit ts. uudistaa rakennus- ja kiinteistöalan prosessit kiertotalouden mukaisiksi. Kolmannessa vaiheessa (n. 2030–2035) on rakennus- ja kiinteistöalan jo toimittava kiertotaloudessa kiertotalouden periaatteiden mukaisesti.

Uutta liiketoimintaa syntyy ja kasvaa jo olemassa olevan liiketoiminnan ympärille ja tueksi. Kiertotaloudessa on suuri mahdollisuus myös täysin uudelle liiketoiminnalle, joista ensimmäisiä selkeitä merkkejä on jo nähtävissä esim. sementtiä korvaavien tuotteiden kehittymisenä, hiilensidonnassa ja kierrätysmateriaaliosuuksien kasvuna. Tulevaisuuden kannattavaa liiketoimintaa tulevat olemaan:

- Uusiomateriaalien ja -tuotteiden kehittäminen ja valmistaminen
- Materiaalien keräys- ja lajittelumenetelmien ja -laitteiden kehittäminen ja valmistaminen
- Datan kerääminen, rikastaminen, hyödyntäminen
- Materiaalien uudelleenkäytön prosessin eri vaiheet:
 - o Ennakkotutkimukset
 - o Materiaalikartoitukset
 - o Ehjänä irrottaminen
 - o Tehdaskunnostus
 - o Välivarastointi
 - o Suunnittelutehtävät
- Myynnin ja markkinoinnin tehtävät, kotimaa ja kansainväliset markkinat

- Sopimusjuridiikka

Tähän mennessä kiertotalous rakentamisessa on voimakkaasti painottunut strategiatyöhön, konsultoinnin eri muotoihin, selvitys- ja kehityshankkeissa tehtyyn tiedon keräämiseen ja konkretian valmisteluun. Seuraava vaihe kiertotaloudessa tulee olla toimijoiden konkreettiset tuotokset, joissa strateginen vaikuttavuus realisoituu.

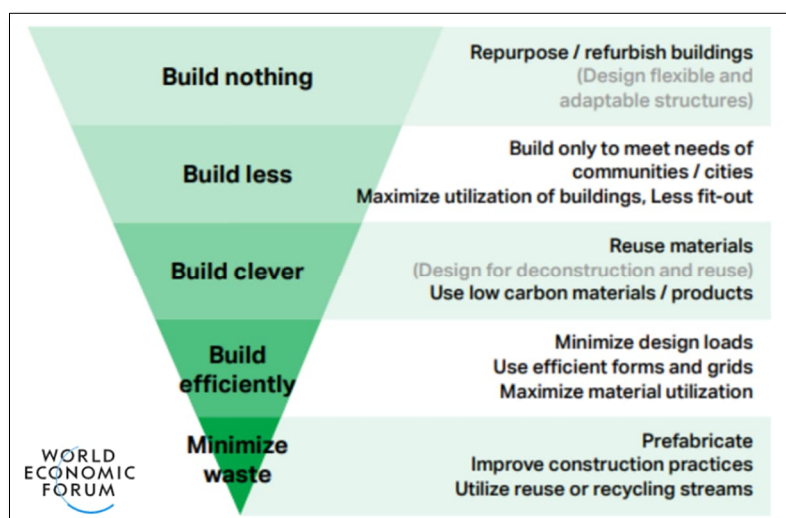
9.5 Rakentamisen materiaa livirrat 2030

Espoon kaupungin tavoitteena on olla hiilineutraali vuonna 2030. Tähän tavoitteeseen pääseminen edellyttää rakentamisen osalta nopeita ja merkityksellisiä toimia.

Nykyinen vauhti hiilineutraalisuuteen ei tule riittämään. Jos kiertotalouden mukainen rakentamisen ohjaus otetaan konkreettisesti käyttöön, tiedon hallintaa kehitetään ja kehityshankkeiden opit siirretään kaikille toimijoille, niin tavoitteeseen on mahdollisuus päästä.

Materiaa livirtojen osalta on kaksi mahdollista skenaariota. Ensimmäisessä skenaariossa rakentamisen asenteet, ohjaus ja toiminta pysyy ennallaan ja esim. purkubetoni käytetään vain infrarakentamisen tiepohjiin. Merkitys tavoitteen saavuttamiseen on vähäinen.

Toisessa vaihtoehdossa otetaan uudet menettelyt, selkeät ja merkitykselliset kriteerit käyttöön ja niitä vaaditaan kaikilta rakentamisen osapuolilta. Tässä skenaariossa kaikkien on muutettava asennettaan ja aloitettava toimimaan kestävän kehityksen periaatteiden mukaan. Jos Espoossa aloitetaan rakentamisen systemaattinen muuttaminen kiertotalouteen, materiaa livirrat saadaan kiertoon yli 50 %:sti vuoteen 2030 mennessä. Toimenpiteitä, joita on otettava heti käyttöön tavoitteen saavuttamiseksi, ovat; purkamista vähennetään viisaalla maankäytön suunnittelulla, rakennusten käyttötarkoitusta voidaan muuttaa sujuvasti sekä uudelleenkäyttöön ohjataan kannustein ja sanktioin.



Kuva 8 Rakentamisen hierarkia

31.3.2023

Materiaalivirtojen paremman hallinnan ja kiertotalouden kehittämisen näkökulmasta
ehdotamme seuraavia jatkotoimenpiteitä:

- kehitetään materiaalivirtojen selvittämistä mm. kertoimien tarkkuuden parantamiselle
- olemassa olevan rakennuskannan inventointi kaava-alueilta, joihin on tulossa purkamista
- laaditaan tiedon hallinnasta, laadusta, seurannasta ja avoimuudesta ohjeistus huomioiden tuleva lainsäädäntö
- pilotoidaan paremman materiaalikierron rakentamista esim. Kiviruukissa

Lainatut lähteet

- Çetin, S. D.;& Bocken, N. (2021). Circular Digital Built Environment: An Emerging Framework. *Sustainability*, vol.13(11). Noudettu osoitteesta <https://doi.org/10.3390/su13116348>
- Espoon kaupunki. (3. 12 2021). *Betonimurskeella päästösäästöjä Espoonväylän rakentamisessa*. Haettu 2023. 5 26 osoitteesta <https://www.espoo.fi/fi/uutiset/2021/12/betonimurskeella-paastosaastoja-espoonvaylan-rakentamisessa>
- Espoon kaupunki. (7. 4 2022). *Ohjelmasuunnitelma: Kestävä Espoo kehitysohjelma*. Noudettu osoitteesta <https://espoo.oncloudos.com/kokous/2022628-7-125188.PDF>
- Espoon kaupunki. (n.d.). *Espoon visio: Espoo on taloudellisesti kestävä ja verotukseltaan kilpailukykyinen innovaatiopääkaupunki*. Haettu 25. 5 2023 osoitteesta <https://www.espoo.fi/fi/espoo-kaupunki/espoo-tarina#4-espoo-on-kansainvlisesti-vetovoimainen-yrittjyys--ja-innovaatiopkaupunki-25680>
- Glass for Europe. (n.d.). *Minimum performance requirements for window replacement in the residential sector*. Haettu 25. 5 2023 osoitteesta <https://glassforeurope.com/minimum-performance-requirements-for-windows/>
- Green Building Council Finland. (3. 5 2023). *Rakentamisen kiertotalouden sanakirja*. Noudettu osoitteesta <https://figbc.fi/wp-content/uploads/sites/4/2023/05/Rakentamisen-kiertotalouden-sanakirja.pdf>
- Helsingin kaupunki: Testbed Helsinki. (n.d.). *Kiertotalous*. Haettu 25. 5 2023 osoitteesta <https://testbed.hel.fi/kiertotalous/>
- Huurtomaa, S. (2. 6 2021). *Betonin uusi elämä*. XAMK. Haettu 25. 5 2023 osoitteesta <https://read.xamk.fi/2021/metsa-ymparisto-ja-energia/betonin-uusi-elama/>
- Kiertotalous-Suomi. (n.d.). *Kiertotalous-Suomi on osaamisen ja tiedon solmukohta*. Haettu 25. 5 2023 osoitteesta <https://kiertotaloussuomi.fi/>
- Lendager. (n.d.). *Resource Rows*. Haettu 25. 5 2023 osoitteesta <https://lendager.com/project/resource-rows/>
- Lendager. (n.d.). *Upcycle Studios*. Haettu 25. 5 2023 osoitteesta <https://lendager.com/project/upcycle-studios/>
- Länsimetro. (n.d.). *Ympäristöselonteko*. Haettu 25. 5 2023 osoitteesta <https://www.lansimetro.fi/tietoa-meista/historia/nain-rakensimme-kakkosvaiheen/ymparisto/ymparistonselonteko/>
- Parma. (n.d.). *Parma Green*. Haettu 25. 5 2023 osoitteesta <https://parma.fi/vastuullisuus/parma-green/>
- Rantala, T.;Wessberg, N.;Kivikytö-Reponen, P.;Heiskanen, M.;Kääriäinen, J.;Valkokari, P.;& Nyblom, J. (2022). *Data kestävän kehityksen mukaisessa tuotantoketjun ohjauksessa*. VTT Technology 411. Noudettu osoitteesta <https://publications.vtt.fi/pdf/technology/2022/T411.pdf>
- ReCreate. (n.d.). *Reusing precast concrete for a circular economy*. Noudettu osoitteesta <https://recreate-project.eu/>
- Rönkä, K. (14. 12 2022). *Sata tarinaa kiertotaloudesta. Kiertotalouden mukainen rakentaminen ja eläminen Jätkäsaaren kiertotalouskorttelissa. Kierrätyspohjaiset puutuotteet ja -rakenteet Jätkäsaaren Kiertotalouskorttelissa. Osaportti 7*. Noudettu osoitteesta https://yrjojahanna.fi/wp-content/uploads/2023/01/Jatkasaaren-kiertotalouskortteli.-Sata-tarinaa-kiertotaloudesta.-Loppuraportti_7.-Yrjo-ja-Hanna-saatio-2022-1.pdf
- Rönkä, K.;& Salmi, P. (27. 9 2022). *Puheenvuoro: Myös ARA-tuotannossa on siirryttävä kiertotalouteen*. Noudettu osoitteesta Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus: <https://www.ara.fi/fi->

31.3.2023

- FI/Tietopankki/ARAviesti/ARAviestin_verkkoartikkelit/PUHEENVUORO_Myos_ARAtuo
tannossa_on_siirr(63887)
- Saarinen, S. (2015). Kiertotalous toimii betonirakentamisessa. *Betoni*, 3, 42. Noudettu osoitteesta
https://betoni.com/wp-content/uploads/2015/10/BET1503_42-47.pdf
- Saint-Gobain Isover. (n.d.). *Ekologisuus ja kierrätys*. Haettu 25. 5 2023 osoitteesta
<https://www.isover.fi/ekologisuus-ja-kierratys#124>
- Suomen ympäristökeskus. (n.d.). *Rakentamisen ja infrarakentamisen päästötietokannat*. Haettu 25.
5 2023 osoitteesta <https://co2data.fi/>
- Tampereen yliopisto. (n.d.). *ReCreate*. Noudettu osoitteesta <https://www.tuni.fi/fi/tutkimus/recreate>
- Tilastokeskus. (n.d.). *Tiedon laatukriteerit*. Haettu 25. 5 2023 osoitteesta [https://stat.fi/org/tiedon-
laatukehikko/tiedon-laatukriteerit.html](https://stat.fi/org/tiedon-laatukehikko/tiedon-laatukriteerit.html)
- Uudenmaan kiertotalouslaakso. (n.d.). *Uudenmaan kiertotalouslaakso*. Haettu 26. 5 2023
osoitteesta <https://kiertotalouslaakso.fi/>
- Uusioaines Oy. (n.d.). *Foamit vaahtolasi*. Haettu 25. 5 2023 osoitteesta [https://foamit.fi/wp-
content/uploads/2019/06/Foamit-EPD.pdf](https://foamit.fi/wp-content/uploads/2019/06/Foamit-EPD.pdf)
- Valtioneuvosto. (8. 4 2021). *Valtioneuvoston periaatepäätös YM/2021/17: Valtioneuvoston
periaatepäätös kiertotalouden strategisesta ohjelmasta*. Haettu 25. 5 2023 osoitteesta
<https://valtioneuvosto.fi/paatokset/paatos?decisionId=0900908f8071a6e1>
- Valtioneuvosto. (16. 6 2022). *Valtioneuvoston asetus YM/2022/37: Valtioneuvoston asetus
betonimurskeen jätteeksi luokittelun päättymisen arviointiperusteista*. Noudettu osoitteesta
<https://valtioneuvosto.fi/paatokset/paatos?decisionId=0900908f807b9b13>
- Ympäristöministeriö a. (n.d.). *Digitaalinen rakennettu ympäristö*. Haettu 25. 5 2023 osoitteesta
<https://ym.fi/digitaalinen-rakennettu-ymparisto>
- Ympäristöministeriö b. (n.d.). *Ilmoitus jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa*. Haettu 25. 5
2023 osoitteesta [https://www.ymparisto.fi/fi/luvat-ja-velvoitteet/ysln-kertaluonteiset-
ilmoitusmenettelyt/jatteiden-hyodyntyminen-maarakentamisessa](https://www.ymparisto.fi/fi/luvat-ja-velvoitteet/ysln-kertaluonteiset-ilmoitusmenettelyt/jatteiden-hyodyntyminen-maarakentamisessa)
- Zhu, Y.;& Tähtinen, K. (2022). *Policy Brief 2022:20 Rakennusosien uudelleenkäytön edellytykset
Suomessa*. Valtioneuvoston selvitys ja tutkimustoiminta. Haettu 25. 5 2023 osoitteesta
[https://tietokayttoon.fi/documents/113169639/113170760/20-2022-
Rakennusosien+uudelleenka%C3%A4yt%C3%B6n+edellytykset+Suomessa.pdf/97a2a7cf-
287a-b56d-384d-054332b23387/20-2022-
Rakennusosien+uudelleenka%C3%A4yt%C3%B6n+edellytykset+Suomessa.pdf?version=1.0
&t=1](https://tietokayttoon.fi/documents/113169639/113170760/20-2022-Rakennusosien+uudelleenka%C3%A4yt%C3%B6n+edellytykset+Suomessa.pdf/97a2a7cf-287a-b56d-384d-054332b23387/20-2022-Rakennusosien+uudelleenka%C3%A4yt%C3%B6n+edellytykset+Suomessa.pdf?version=1.0&t=1)