

Kiertotalous toimii betonirakentamisessa

Sirkka Saarinen, toimittaja

Sementti- ja betonteollisuus on hyödyntänyt jo pitkään muiden teollisuuden alojen sivuvirtoja sekä kehittänyt kierrätyskäyttöä omille sivuvirroilleen. Kiertotalous toimii.

Rakentamisen materiaalivirroista suurimman erän muodostavat kiviainekset. Niitä käytetään Suomessa noin 100 miljoonaa tonnia vuodessa. Varsinaisista rakennusmateriaaleista käytetään eniten betonia, jota valmistetaan noin 15 miljoonaa tonnia vuodessa. Sen valmistukseen käytetään noin 1,5 miljoonaa tonnia sementtiä ja noin 13 miljoonaa tonnia kiviainesta. Luonnosta otettavasta kiviaineksestä noin 5 % käytetään betonin valmistukseen.

Pitkä käyttövaihe

Betonirakentamisen kiertotalouden kannalta hyvä perusta on tuotteiden erittäin pitkä elinkaari; lyhyimmilläänkin se on kymmeniä vuosia. Monet betonista valmistetut tuotteet ovat todennäköisesti käytössä vähintään 100 vuotta. Esimerkiksi 50 vuoden käyttöiälle suunniteltujen betonirakenteiden keskimääräinen todellinen tekninen käyttöikä ylittää 150 vuotta.

Betonirakenteen elinkaaren aikana tapahtuu kiertotalouteen liittyvä prosessi: betonin karbonatisoituminen. Betonin sisältämä sementtikivi sitoo ilmassa olevaa hiilidioksidia osaksi kemiallista rakennettaan. Ilmiö on periaatteessa käänteinen sementin poltolle.

Viimeisimpien tutkimusten mukaan noin neljännes kalkkikivestä vapautuneesta hiilidioksidista sitoutuu takaisin betoniin jo rakenteen normaalin elinkaaren aikana. Elinkaaren päätyttyä hiilidioksidin sitoutuminen nopeutuu. Suomen olemassa oleva betonirakennuskanta sitoo karbonatisoitumisen kautta välittömästi noin kolmasosan siitä hiilidioksidista, joka

vapautuu kalkkikivestä Suomen kahdessa sementtitehtaassa.

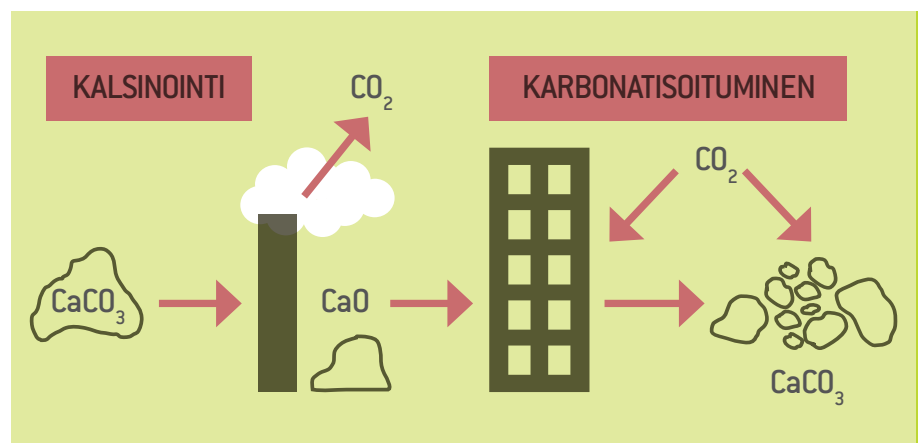
Uudelleenkäyttöä ja kierrätystä

Kiertotalouden keskeinen elementti on materiaalin hyödyntäminen alkuperäisen käyttötarkoituksen päätyttyä. Betonirakenteita ja -tuotteita uudelleenkäytetään ja materiaalia kierrätetään monin eri tavoin.

Betonisten rakennustuotteiden uudelleenkäyttö tuotteina joko samaan tai vastaavan tasoiseseen käyttötarkoitukseen tulee kysymykseen lähinnä silloin, kun tuotteet voidaan helposti irrottaa ehjinä. Betoniset päällystekivet ja muut betoniset ympäristötuotteet voidaan puolestaan käyttää useimmiten helposti uudelleen.

1 Betonista valmistetut rakennukset ja tuotteet ovat käytössä vähintään 100 vuotta, useimmiten enemmän. Kuvassa Senaatti-kiinteistöjen päärakennuksen aula Helsingissä. Rakennus on saneerattu ja laajennettu vanhaan juuresvarastorakennukseen.

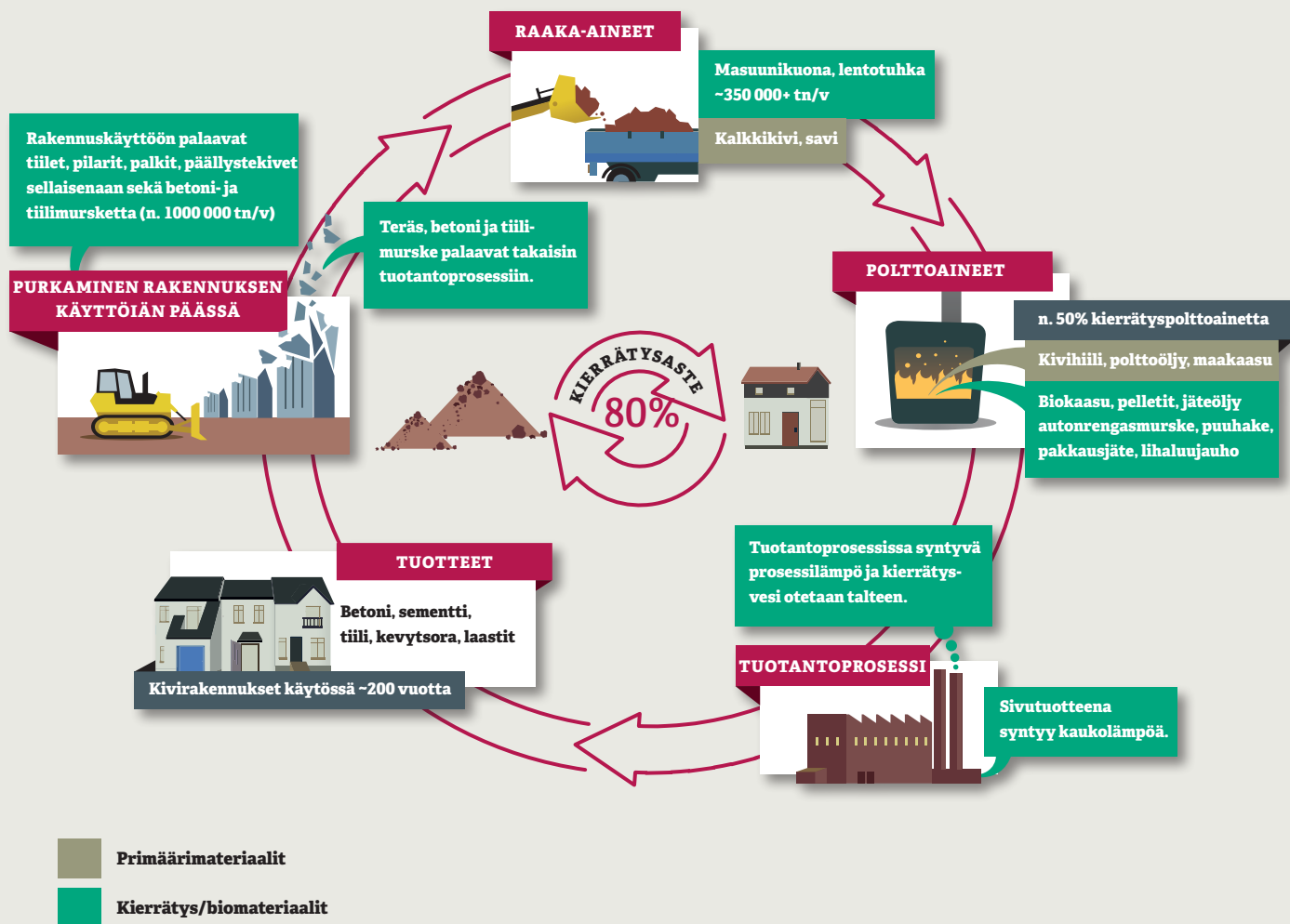
2 Kuvassa hiilidioksidin kierto betonin elinkaaren aikana. Sementin ja betonin valmistuksen hiilidioksidipäästöistä huomattava osa kompensoituu karbonatisoitumisen ansiosta betonin vanhetessa. Karbonatisoitumisen myötä kalkkikivestä sementin valmistuksessa vapautunut hiilidioksidi sitoutuu takaisin betoniin kalsiumkarbonaatiksi. Pohjoismaisen tutkimuksen mukaan betonista karbonatisoituu 20 ... 40 % rakennuksen 70-vuotisen käyttöiän aikana ja jopa 60... 80 %, jos betoni tämän jälkeen murskataan ja käytetään esimerkiksi tierakenteissa..



1



Kiven kiertotalous



3 Kiven kiertotalous -infograafi. Materiaalien parempi kierto tarkoittaa ympäristön kannalta kestävämpää toimintaa.

Käytöstä poistuvat betonirakenteet on yleensä järkevintä murskata, jolloin rauditus-teräs voidaan erotella uudelleensulatukseen ja betonimurske käyttää maarakennuskäyttöön.

Betonimurskeen käyttäminen maarakentamisessa on mielekästä myös siitä syystä, että betonimurske pohjainen kierrätyskiviaines korvaa itseään noin kolmanneksen suuremman määrän neitseellistä kiviainesta. Betonimurskeen sitoutuminen kosteissa olosuhteissa lisää sen kantavuutta. Siksi betonimurskeen hyödyntäminen teiden ja pysäköintialueiden rakentamisessa säästää merkittävän määrän luonnon kiviainesta, josta yli 90 %:a käytetään joka tapauksessa maarakentamiseen.

Murskattaessa myös betonin kyky sitoa ilman hiilidioksidia karbonatisoitumalla kasvaa merkittävästi. Betonirakenteen sisältä paljastuu runsaasti tuoretta hiilidioksidia nopeasti sitovaa emäksistä betonipintaa ja samalla myös hiilidioksidia sitova pinta-ala moninkertaistuu. Hiilidioksidin sitomisen kannalta on siis eduksi, mitä pienempään raekokoon betoni murskataan.

Betonimursketta kertyy Suomessa vuosittain noin miljoona tonnia, josta noin 80 %:a käytetään kierrätyskiviaineksen valmistamiseen.

4 Kierrätettävä kiviaines soveltuu erinomaisesti maanrakentamiseen. Esimerkiksi betonimurske on kovettumisensa ansiosta luonnonsoraa lujempaa, jolloin sama kantavuus saavutetaan jopa puolet ohuemmalla rakennekerroksella. Näin säästetään luonnonsoraa.

5 Betonijätteestä noin 80 % otetaan uusiokäyttöön. Betonielementtejä ja puhdistettuja tuotteita käytetään uudelleen myös rakentamisessa. Kierrätetyistä betonielementeistä on rakennettu Suomessa esimerkiksi autokatoksia ja huoltorakennuksia. Kuvassa murskasta betonista valmistettu kivikorirakenne Lontoon Olympiapuistossa.



4

5





6

Hiilijalanjälki pienemmäksi, tekniset ominaisuudet paremmaksi

Betonin ja betonituotteiden valmistuksessa on perinteisesti käytetty sementtiä korvaavana seosaineena kivihiilivoimalaitosten savukaasuista erotettua lentotuhkaa ja terästeollisuudessa syntyvää masuunikuonaa. Niillä voidaan sekä alentaa betonin hiilijalanjälkeä ja kustannuksia että vaikuttaa sen teknisiin ominaisuuksiin.

Esimerkiksi käyttämällä masuunikuonaa seosaineena voidaan parantaa betonin kloridintunkeutumismäärää ja mahdollistaa kovettumisen lämmönkehityksen hallinta niin, että massiiviset valut voidaan toteuttaa ilman lujuskatoa.

Kierrätyspohjaisia seosaineita käytetään vuosittain noin 350 000 tonnia. Lentotuhkan osuus on noin kolmannes ja masuunikuonan noin kaksi kolmannesta.

Biopolttoaineiden korvatta kivihiiltä tuhkan hyödyntämismahdollisuudet betonin valmistuksessa heikkenivät, koska ns. biotuhkat ovat kivihiilituhkia epähomogeenisempia ja niiden hiili- ja alkalipitoisuudet ovat huomattavasti korkeammat.

Hydrataatiolämpö hyödynnetään

Betonielementtitehtaiden lämmitystarpeesta merkittävä osa saadaan sementin kovettumi-

sen tuottamasta ns. hydrataatiolämmöstä. Samoin harkkoja ja päällystekiviä valmistavissa betonituotetehtaissa käytetään vain harvoin ostoenergiaa tuotteiden kovettumisolosuhteiden ylläpitämiseksi.

Betonin ja betonituotteiden valmistuksessa syntyy suhteellisen vähän sivuvirtoja. Merkittävin sivuvirta on ylijäämäbetoni, jota syntyy erilaisten elementtien ja muiden betonituotteiden valmistuksessa sekä työmailta kuormien ja pumppujen mukana palaavana ylijäämänä.

Ylijäämäbetonin annetaan normaalisti kovettua joko muotteihin valettuna tai kasoissa. Kovettunut betoni toimitetaan murskaukseen muun purkubetonin tapaan.

Myös myllyjen ja betoninkuljetusautojen ja pumppujen pesussa syntyvästä vedestä ja lietteestä syntyy ylijäämäbetonia. Nykyään yhä useammalla betonitehtaalla on käytössä suljettu tai lähes suljettu pesuvesien kiertojärjestelmä.

Myllyjen pesuvesiä käytetään sekoitusvesinä betonin valmistuksessa. Muun kaluston, kuten kuljetusautojen pesusta kertyneet vedet selkeytetään ja käytetään yhä uudelleen kaluston pesuun. Vain altain pohjalle kertyvä liete ja kiviaines poistetaan kierrätykseen muun ylijäämäbetonin ohessa.

Materiaalihukat uudelleenkäyttöön

Muuta materiaalihukkaa syntyy lähinnä elementtien valmistuksessa. Metallihukkaa, kuten raudoitusterästen ja verkkojen paloja sulatetaan ja käytetään uudelleen. Lämmöneristeiden hukkapalat palautuvat yleensä eristetehtaalte. Useilla tehtailla on käytössään mineraalivillahukkaa varten koneita, jotka repivät hukkapalat puhallusvillaksi. Hukkapalat menevät pienempään tilaan ja syntyneitä puhallusvillaa voidaan käyttää yläpohjien lisälämmöneristämiseen.

Elementeissä käytettyjen tarvikkeiden pakkausjäte ohjataan soveltuvin osin energiantuotantoon.

6 Betonirakenteiden purkujäte on helposti ja turvallisesti kierrätettävää. Lajitteleva purkuteknikka on kehittänyt, joten materiaalit saadaan tehokkaasti monipuoliseen uusiokäyttöön. Purkuaineiden puhdistus varmistetaan kuitenkin sen seassa mahdollisesti olevien muiden materiaalien ja pintoitteiden takia



7

"VTT Kemiantekniikan yksikön vielä keskeneräisen tutkimuksen saatavilla olevien tulosten mukaan varastoitaessa 0–45 mm raekoon betonimursketta kasassa yhden vuoden ajan sementin valmistuksessa kalkkikivestä vapautuneesta hiilidioksidista palautuu betoniin vähintään 40 % ja enintään 50 %. Edelleen saman tutkimuksen mukaan betonimurskeen oltua loppukäytössään tien rakenteessa vastaavat luvut ovat 50 % ja 66 %. Betonin kierrätykäyttö murskeena maarakentamisessa tukee siis merkittävästi myös ilmastonmuutoksen torjuntaa sitomalla ilmasta huomattavan määrän hiilidioksidia", kertoo Jussi Mattila, rakenteiden elinkaaritekniikan dosentti.

7 Betonin murskaus käynnissä. Betonimurskeen laatua seurataan jatkuvasti. Murskausasemat sijaitsevat lähellä purettavia kohteita ja kierrätysmursketta käyttäviä asiakkaita. Näin kuljetus- ja materiaalikustannukset pysyvät kurissa. On hyvä muistaa, että betonimurske sitoo itseensä ilman hiilidioksidia jopa 66 %.

Circular economy works in concrete construction

Circular economy works in cement and concrete industries. They have already for a long time taken advantage of the residual flows of other industries and developed reuse applications for their own residual flows.

The lifecycle of concrete structures is extremely long. Many products made from concrete will probably be in use for at least 100 years.

A process related to circular economy occurs also during the lifecycle of a concrete structure through the carbonation of concrete. The cement paste contained in concrete absorbs carbon dioxide from the air into its own chemical structure. About one fourth of the carbon dioxide released from limestone is absorbed back into concrete already during the normal lifecycle of the struc-

ture. At the end of the lifecycle, the absorption of carbon dioxide occurs at a higher rate.

In Finland, about one third of the carbon dioxide released from limestone in the two Finnish cement plants is immediately absorbed into the existing concrete buildings through carbonation.

A key element of circular economy is the utilisation of material after it is no longer used for its original purpose of use. Products made from concrete are reused and the material recycled in many different ways.

Concrete building products are primarily reused in new applications when they can be easily dismantled without being broken. Concrete paving stones and other environmental products are usually easy to be reused.

In most cases the best recycling method for concrete structures that have reached the end of their lifecycle is to crush them. Reinforcing components can then be separated for remelting and the crushed concrete can be used in land construction. In Finland, the amount of concrete crushed every year is about one million tons, and 80% of it is utilised in the production of recycled stone material.

The amount of virgin stone material that can be replaced is about one third larger than the required amount of recycled stone material based on crushed concrete. Crushing also increases the ability of concrete to absorb airborne carbon dioxide through carbonation.