

Rakennusalan täyden palvelun tietotalo

Rakennustieto Oy edistää hyvää rakennustapaa ja tuottaa rakentamisesta luotettavaa tietoa. Puolueettoman ja asiakaslähtöisen Rakennustieto Oy:n tuotteet kattavat rakentamisen koko elinkaaren suunnittelusta ylläpitoon. Yhtiön omistaa Rakennustietosäätiö RTS.

Tutustu palveluihimme

> rakennustieto.fi/rk/palvelut

Rakentajain kalenterin artikkelit

Tämä artikkeli on julkaistu alun perin Rakentajain kalenterissa, jota ovat julkaisseet Rakennustietosäätiö RTS sr ja Rakennusmestarit ja -insinöörit AMK RKL ry.

Julkaisu oli rakennusalan ammattilaisten ja opiskelijoiden käsikirja, joka yhdisteli teoriaa ja käytäntöä sekä kannusti hyvään rakentamiseen. Artikkelin vasemmassa reunassa olevasta vesileimasta näkee ko. Rakentajain kalenterin vuosikerran.

> [Artikkeliarkisto, kokoelma vuosien 1997–2018 Rakentajain kalenterissa julkaistuja artikkeleita](#)

Betonirakentamisen kiertotalous

Jussi Mattila, dosentti

Toimitusjohtaja, Betoniteollisuus ry

jussi.mattila@rakennusteollisuus.fi

Taustaa

Kiertotaloudella tarkoitetaan teollisuuden ja yhteiskunnan materiaalivirtoja, jotka eivät kulje perinteiseen lineaariseen tapaan luonnonvaroista hyödykkeen kautta jätteeksi. Kiertotaloudessa kertaalleen palvelleet hyödykkeet pääsevät elinkaarensa päätyttyä uuteen käyttöön, parhaimmillaan joko suoraan sellaisenaan tai jatkojalostettuina kierrätys tuotteina. Tavoitteena on, että luonnosta käyttöön otetut materiaalit hyödynnetään nykyistä tarkemmin, jolloin voidaan paitsi säästää luonnonvaroja, myös vähentää syntyvän jätteen määrää.

Toisinaan kiertotalouden ajattelaa koskevan uusiutuvia luonnonvaroja. Itse asiassa monilla uusiutumattomiksi luokitelluilla luonnonvaroilla, kuten kiviainesten ja metallien kohdalla kiertotaloudella on jopa suurempi rooli. Monet uusiutumattomat luonnonvarat ovat nimittäin myös ”katoamattomia”. Esimerkiksi laadukas kiviaines ja siitä valmistettu betoni voidaan käyttää erilaisissa rakentamisen käyttötarkoituksissa lukemattomia kertoja uudelleen.

Rakentamisen kiertotalouden erityispiirteitä

Rakentamisen osuus yhdyskunnan materiaalivirroista on merkittävä. Rakentamisessa suurimman erän muodostavat kiviainekset, joita käytetään Suomessa noin 100 milj. tonnia vuosittain [1]. Määrä on kansainvälisesti vertailtuna suuri ja se johtuu maamme alhaisesta asukastiheydestä, pitkistä kuljetusmatkoista sekä roudan aiheuttamien haittojen torjumisesta.

Varsinaisista rakennusmateriaaleista käytetään eniten betonia, jota valmistetaan suhdanteesta riippuen noin 15 milj. tonnia vuosittain [1]. Betonin valmistukseen käytetään noin 1,5 milj. tonnia sementtiä ja noin 13 milj. tonnia kiviainesta. Luonnosta otettavasta kiviaineksestä noin 5 % käytetään betonin valmistukseen [1].

Talonnrakentamisessa tuotetaan Suomen vuositaisesta noin 100 milj. jätetonnista noin 1,5 % [2]. Kokonaisjättemäärästä yli 90 milj. tonnia on kiviainesta, josta lähes 70 milj. tonnia on peräisin kaivannaisteollisuudesta. Rakentamisen ylijäämäämat muodostavat noin 25 milj. tonnin erän. Tältä poh-

jalta voidaan todeta, että rakennustuotteiden kiertotaloudella ei ole merkittävää vaikutusta syntyvän jätteen määrään, vaan sen edut tulevat esiin luonnonvarojen säästeliään käytön kautta.

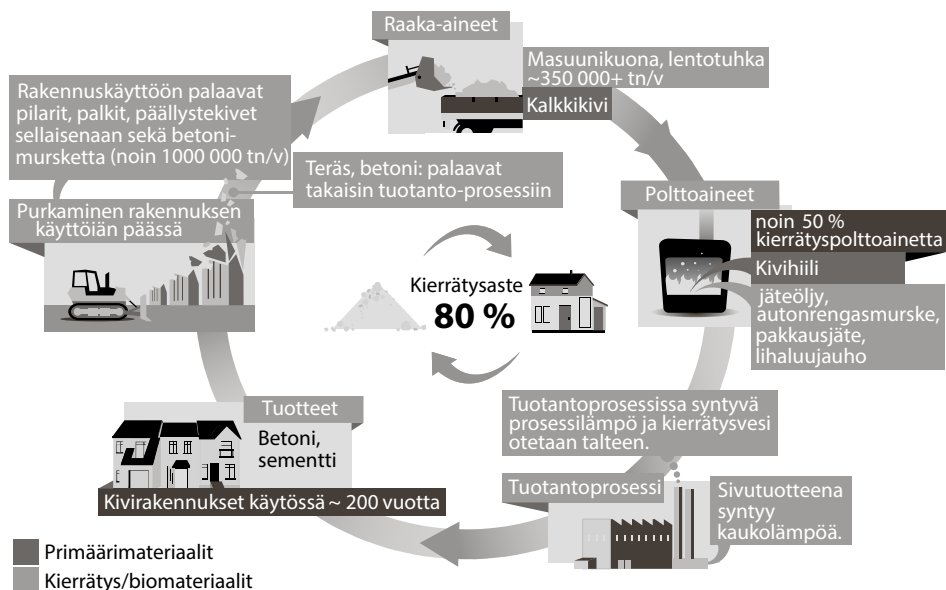
Rakennustuotteille ja aivan erityisesti betonituotteille on ominaista niiden poikkeuksellisen pitkä elinkaari. Useimpien betonirakennusten käyttöiäksi suunnitellaan 50 vuotta, mutta niiden todellinen käyttöikä tulee olemaan merkittävästi tätä pidempi, kuten tekstissä tuonnempana kerrotaan. Pitkän käyttöiän ansiosta rakennustuotteiden suunnittelussa huomion tulee olla painotetusti tuotteiden käyttöiän toteutumisesta ja käyttövaihkeen ominaisuuksissa.

Toisinaan esitetään, että rakennustuotteita tulisi kehittää siten, että niitä voitaisiin käyttää uudelleen alkuperäisessä käyttötarkoituksessaan. Esimerkkinä voi mainita vaikkapa rakennuksen seinäelementtien suunnittelun ja toteuttamisen niin, että ne on helppo irrottaa ja käyttää uuden rakennuksen seinäelementteinä. Vaikka ajatus kuulostaa hyvältä, liittyy asiaan useita negatiivisia näkökulmia.

Esimerkiksi jo käytössä olleen betonisen seinäelementin uudelleen käyttö edellyttäisi mitä todennäköisimmin sellaisten liitososien ja saumaratkaisujen käyttämistä, jotka aiheuttaisivat merkittäviä lisäkustannuksia ja joiden valmistaminen kuluttaisi runsaasti pitkälle jalostettuja luonnonvaroja, kuten ruostumatonta terästä. Myös tuotteen monien käyttöominaisuuksien, kuten asennettavuuden, rakenteellisen lujuuden ja äänen- ja paloneristävyyden ym. seikkojen suhteen jouduttaisiin todennäköisesti myös tekemään merkittäviä kompromisseja. Ehkä kuitenkin merkittäväntä on se, että uudissuunnitteluvaiheessa on lähes mahdotonta ennakoita, millaisia ominaisuuksia tuotteelta vaaditaan sen uudessa käyttökohteessa mahdollisesti noin 50–100 vuoden kuluttua. Hyvänä esimerkkinä tästä ovat ulkoseinien lämmöneristysvaatimukset, joiden muutokset estävät käytännössä vanhojen rakennustuotteiden uudelleen käytön uudiskohteissa.

Materiaalikierto betonirakentamisessa

Kuten edellä todetaan, betonirakentaminen edustaa rakentamisessa merkittäviä materiaalivirtoja. Siksi on luonnollista, että sementti- ja betoniteolli-



Kuva 1. Betonirakentamisen kiertotalous.

suus on pyrkinyt hyödyntämään jo varsin pitkään muiden teollisuuden alojen sivuvirtoja ja kehittämään kierrätyskäyttöä omille sivuvirroilleen.

Seuraavaksi tarkastellaan betonirakentamisen materiaalivirtoja kiertotalouden näkökulmasta. Tarkastelu kattaa kuvan 1 mukaisesti betonisten rakennustuotteiden koko elinkaaren aina raaka-aineiden otosta ja valmistuksesta betonirakenteiden purkamiseen ja tuotteiden kierrätykseen tai uudelleenkäyttöön saakka (kuvaan sisältyy myös tiiliteollisuuden materiaalivirtoja).

Raaka-aineiden valmistus

Betonirakenne koostuu sementin ja veden muodostaman sideaineen sitomasta kiviaineksesta sekä useimmissa tapauksessa myös raudoituksesta, joka on lähes poikkeuksetta terästä.

Sementti

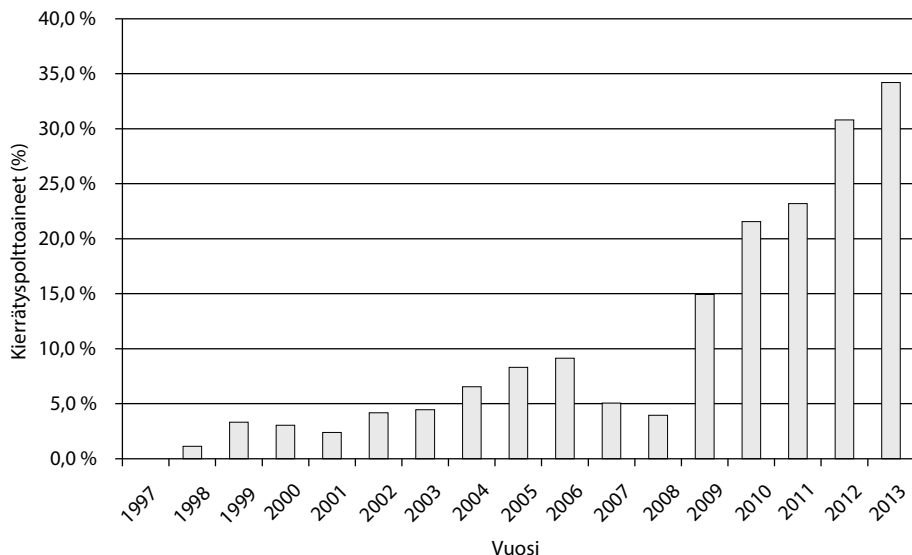
Betonin sideaineena käytetään ns. portlandsementtiä, joka valmistetaan kuumentamalla kalkkipitoista kiviainesta sementtiuunissa noin 1400 °C:n lämpötilaan. Prosessissa kiviaines sulaa ja sen komponentit reagoivat keskenään muodostaen ns. sementtiklinkkeriä. Siitä syntyy jauhamalla betonin sideainetta eli sementtiä.

Merkittävä osa sementin valmistamisen kasvihuonekaasupäästöistä syntyy kiviaineksen kuumentamiseen tarvittavan energian tuottamisesta. Perinteisesti energianlähteenä on käytetty jauhetta kivihiiltä, mutta nykyään käytetään runsaasti erilaisia hiilidioksidineutraaleja kierrätyspolttoaineita kuten pakkausteollisuuden jätettä, lihaluujauhoa, rengasmursketta ja niin edelleen. Kierrätyspolttoaineiden käyttöä rajoittaa käytännössä eniten niiden saatavuus. Sementin koostumus riippuu jossain määrin käytettävästä polttoaineesta. Siksi koostumukseltaan tasalaatuisia polttoainemateriaalia tulee olla tarjolla riittävän suurina erinä ja tasaisena virtana, että sitä pysytään hyödyntämään sementtiuunissa.

Suomalainen sementinvalmistaja Finnsementti Oy on ollut etulinjassa kierrätyspolttoaineiden hyödyntämisessä. Osin sen johdosta suomalainen sementtiteollisuus on kyennyt alentamaan kasvihuonekaasupäästöjään 27 % vuodesta 1990, kun muun eurooppalaisen sementtiteollisuuden kohdalla vastaava luku on 17 % [3].

Kuvassa 2 esitetään kierrätys- ja biopolttoaineiden osuutta suomalaisen sementin tuotannossa.

Tiettyjen sementtilaatuja valmistuksessa voidaan hyödyntää seosaineena masuunikuonaa, joka on terästeollisuuden hiilidioksidineutraalia sivuvirtaa. Tästä on esimerkkinä Finnsementti Oy:n Plus-ja



Kuva 2. Kierrätys- ja biopolttoaineiden osuus suomalaisen sementin tuotannossa [4].

SuperPlus-sementit, joiden valmistuksen hiilidioksidipäästöt ovat merkittävästi ns. perinteisiä sementtejä alhaisempia.

Suomalaissa sementtitehtaissa on huolehdittu energiatehokkuudesta jo kustannussyistä. Niissä käytetään uunista tulevan sementtiklikkerin jäähdytyksessä vapautuva lämpöenergia uuniin menevien raaka-aineiden esilämmittämiseen. Lisäksi hukkalämpöä ohjataan tehtaan tilojen lämmittämiseen sekä kaukolämmöksi, kuten tapahtuu Paraisten sementtitehtaalla.

Aika ajoin uutisoidaan myös mahdollisuudesta valmistaa täysin hiilidioksidivapaata sementtiä. Silloin sementin raaka-aineena käytetään 100 %:sta kierrätysmateriaalia, joka on lähes poikkeuksetta jotain polttoprosessin läpikäynyttä kiviainespohjaista sivuvirtaa, esimerkiksi terästeollisuuden masuunikuonaa tai keramiikkaa. Näihin raaka-aineisiin liittyy kuitenkin lähes poikkeuksetta merkittäviä riittävyyso ongelmia, sillä näitä materiaaleja on käytettävissä vain hyvin rajallinen, varsinaisen päätuotteen kuten teräksen tuotantoon kiinteästi sidottu määrä. Niiden tuottaminen omina materiaaleinaan ei olisi mielekästä, sillä se vastaisi prosessina käytännössä sementin valmistamista.

Kiviaines

Betonin massasta ja tilavuudesta valtaosan muodostaa kiviaines. Suomi on kiviainesten suhteen

erityisasemassa, koska geologiastamme johtuen meillä on sekä määrällisesti että laadullisesti erinomaiset kiviainesvarat. Korkealaatuisen kiviaineksen riittävyys ei ole betonirakentamisen suhteen ongelma edes pitkällä aikavälillä, koska käytännössä kaikki betonirakentamiseen käytetty kiviaines hyödynnetään lopulta uudelleen maarakennuskäytössä, mihin käytetään joka tapauksessa suoraan yli 90 % kaikesta rakentamiseen otettavasta neitseellisestä kiviaineksestä. Tätä asiaa on käsitelty yksityiskohtaisemmin myöhemmin, betonirakenteen elinkaaren päättä koskevassa osuudessa.

Teräs

Terästä on kierrätetty jo hyvin pitkään, koska teräsrömpölle on ollut markkinahinta jo useita vuosikymmeniä. Teräksen kierrätyskäyttö koskee erityisesti betonirakentamista, sillä Suomessa käytetään pääosin romupohjaista betoniterästä.

Betonin valmistus ja betonituotteet

Betonin ja betonituotteiden valmistuksessa on perinteisesti käytetty sementtiä korvaavana seosaineena merkittävä määrä kivihiilivoimalaitosten savukaasuista erotettua lentotuhkaa ja terästeollisuudessa syntyvää masuunikuonaa. Molemmat materiaalit ovat käytännössä sulanutta piipitoista kiviainesta, joka kovettuu yhdessä sementin kans-

sa toimiessaan. Siksi näiden seosaineiden käytöllä voidaan paitsi alentaa betonin hiilijalanjälkeä ja kustannuksia, myös vaikuttaa sen teknisiin ominaisuuksiin. Esimerkiksi käyttämällä masuunikuonaa seosaineena voidaan parantaa betonin kloridintunkeutumisvastusta ja mahdollistaa kovettumisen lämmönkehityksen hallinta niin, että massiiviset valut voidaan toteuttaa ilman lujuskatkoa.

Kierrätyspohjaisia seosaineita käytetään vuosittain noin 350 000 tonnia, josta lentotuhkan osuus on noin kolmannes ja masuunikuonan noin kaksi kolmannesta [1].

Tulevaisuudessa kivihiilen korvautuessa enenevässä määrin biopolttoaineilla tuhkan hyödyntämismahdollisuudet betonin valmistuksessa heikkenevät merkittävästi, koska ns. biotuhkat ovat kivihiilituhkia epähomogeenisempia ja niiden hiili- ja alkalipitoisuudet ovat huomattavasti korkeammat.

Betonelementtitehtaissa sementin kovettumisen tuottama ns. hydrataatiolämpö vastaa merkittävästä osasta rakennusten lämmitystarvetta. Samoin harkkoja ja päällystekiviä valmistavissa betonituotetehtaissa käytetään vain harvoin ostoenergiaa tuotteiden kovettumisolosuhteiden ylläpitämiseksi. Tuotteiden kovettaminen hoidetaan lämmöneristetyissä kammioissa, joissa pelkkä sementin hydrataatiolämpö riittää nostamaan lämpötilan sopivaksi.

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

Ylijäämäbetonia ei yleensä hyödynnetä uuden betonin valmistuksessa, koska se tulisi ensin pesuseulaa alkuperäisin jakeisiinsa. Ylijäämäbetonin annetaan sen sijaan normaalisti kovettua joko muotteihin valettuna tai kasoissa. Kovettunut betoni toimitetaan murskaukseen muun purkubetonin tapaan, mitä käsitellään myöhemmin.

Toinen huomionarvoinen ylijäämä muodostuu myllyjen ja betoninkuljetusautojen ja pumppujen pesussa syntyvästä vedestä ja lietteestä. 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 altaiden pohjalle kertyvä liete ja kiviaines poistetaan aika ajoin kierrätykseen muun ylijäämäbetonin ohessa.

Muuta materiaalihukkaa syntyy lähinnä elementtien valmistuksessa. Metallihukkaa, kuten raudoi-

tusterästen ja verkkojen paloja toimitetaan sula- tukseen ja käytetään uudelleen. Lämmöneristeiden hukkapalat palautuvat yleensä eristetehtaalle. Useilla tehtailla on käytössään mineraalivillahukkaa var- ten koneita, jotka repivät hukkapalat puhallusvillak- si. Näin hukkapalat menevät pienempään tilaan ja syntynyttä puhallusvillaa voidaan käyttää yläpohji- en lisälämmöneristämiseen. Muilta osin elementin- valmistuksessa syntyvä jäte on lähinnä elementeissä käytettyjen tarvikkeiden pakkausjätettä, joka ohja- taan soveltuvin osin energiantuotantoon.

Käyttövaihe

Kuten jo edellä todetaan, betonirakentamisen kier- totalouden kannalta on merkittävää se, että tuot- teiden elinkaari on hyvin pitkä. Lyhyimmilläänkin puhutaan kymmenistä vuosista. Vaikka nykymuo- toista betonia onkin valmistettu vasta noin 150 vuoden ajan, on nähtävissä, että monet betonista valmistetut tuotteet ovat todennäköisesti käytössä vähintään 100 vuotta, ja usein vielä tätäkin pidem- pään. Esimerkiksi rakennusten rungoissa ja perus- tuksissa betonirakenteen tekninen käyttöikä on ra- jattoman pitkä.

Mitä tulee betonisten rakennustuotteiden las- kennalliseen käyttöikäsuunnitteluun, on hyvä huo- mata, että niiden todelliset elinkaaret ovat yleensä monin verroin pidempiä kuin niin sanottu suunnit- telukäyttöikä [5]. Tämä johtuu siitä, että vain hy- vin pienen osan tarkasteltavista rakenteista, yleen- sä laskennallisesti 5 %, sallitaan alittavan asetetun suunnittelukäyttöiän. Siksi joka toinen rakenneosa saavuttaa yli kolminkertaisen suunnittelukäyttö- ikänsä. Lähes 50 vuoden käyttöiälle suunnittelujen betonirakenteiden keskimääräinen todellinen tek- ninen käyttöikä ylittää lähes 150 vuoteen.

Elinkaaren pituuden suhteen on syytä muis- taa se, että käyttöikää ei läheskään aina rajoita ra- kenneosan tai rakennuksen tekninen kunto ja siitä seuraava uusimistarve, vaan usein syynä on käyt- tötarpeen muuttuminen tai rakennuksen vanhanai- kaistuminen, taikka edellä mainitut yhdessä.

Betonirunkoiset rakennukset ovat tässä suhtees- sa erityisen toimivia, sillä niiden lujuus ja muokatta- vuus mahdollistavat usein rakennuksen käyttötär- koituksen helpon muuttamisen. Tämä edesauttaa merkittävästi rakennuksen elinkaaren jatkamis- ta uudessa käyttötarkoituksessa, jolloin vältetään paitsi merkittävän purkujätemäärän syntyminen, myös säästetään korvaavaan rakennukseen tarvit- tavat luonnonvarat. Merkityksetöntä ei ole myös- kään se, että monilla vanhoilla rakennuksilla on myös huomattava kulttuurihistoriallinen ja kaupun- kikuullinen arvo, joka voidaan säilyttää uudelleen käytön avulla.



Kuva 3. Betonimurskeen käyttöä maarakennuksessa.

Myös betonirakenteen elinkaaren aikana tapahtuu kiertotalouteen liittyvä prosessi, nimittäin betonin karbonatisoituminen. Siinä betonin sisältämä sementtikivi sitoo ilmassa olevaa hiilidioksidia osaksi kemiallista rakennettaan. Ilmiö on periaatteessa käänteinen sementin poltolle. Kun sementtiä poltettaessa kalkkikiven sisältämä hiilidioksidi vapautettiin ilmakehään, kovettuneen betonin päästessä kosketuksiin ilman kanssa hiilidioksidi tunkeutuu takaisin betoniin ja alkaa muuttamaan betonin sisältämää kalsiumhydroksidia takaisin kalkkikiveksi.

Karbonatisoitumisilmiö tapahtuu kaikilla betonirakenteiden ilmaa vastaan olevilla pinnoilla. Koska karbonatisoitumisen yltäminen raudoitukseen saakka saattaa aiheuttaa terästen korroosion käynnistymisen, betonin karbonatisoitumisnopeutta on pyritty monissa käyttökohteissa rajoittamaan eri keinoin. Tästä huolimatta viimeisimpien tutkimusten mukaan noin neljännes kalkkikivestä vapautuneesta hiilidioksidista sitoutuu takaisin betoniin jo rakenteen normaalin elinkaaren aikana [6]. Elinkaaren päätyttyä hiilidioksidin sitoutuminen nopeutuu.

Vaikka hiilidioksidin sitoutuminen takaisin betoniin on hidas prosessi, se tulee merkitykselliseksi, koska hiilidioksidia sitoutuu jatkuvasti takaisin

kaikkiin ilman kanssa kosketuksissa oleviin betonirakenteisiin. Karkeasti voidaan arvioida, että Suomen olemassa oleva betonirakennuskanta sitoo karbonatisoitumisen kautta välittömästi noin kolmasosan siitä hiilidioksidista, joka vapautuu kalkkikivestä Suomen kahdessa sementtitehtaassa. Näin tarkasteltuna karbonatisoitumisen merkitys hiilidioksidin sitojana saa merkityksellisen mittasuhteen.

Elinkaaren pää

Kiertotalouden keskeinen elementti on materiaalin hyödyntäminen sen jälkeen, kun sen alkuperäinen käyttötarkoitus on päättynyt. Betonirakenteiden tuotteiden uudelleenkäyttöä ja materiaalikierätyksiä voidaan toteuttaa monin eri tavoin.

Betonisten rakennustuotteiden uudelleenkäyttö tuotteina joko samaan tai vastaavan tasoiseen käyttötarkoitukseen tulee kysymykseen lähinnä silloin, kun tuotteet voidaan helposti irrottaa ehjinä. Tällainen tilanne on lähinnä hallimaisissa rakennuksissa, jotka voidaan yleensä purkaa siirrettäväksi. Rakennusosat voidaan silloin käyttää joko samanlaisen rakennuksen uudelleen kokoamiseen tai uudenlaisen rakennuksen osina. Myös betoniset päällystekivet

ja muut betoniset ympäristötuotteet voidaan usein helposti käyttää uudelleen.

Useimmat betonirakenteet ovat valmistettu siten, että niissä ei ole rakennusosien helpon irrottamisen mahdollistavia avattavia saumoja. Esimerkiksi elementtirakenteissa kerrostaloissa ja vastaavissa rakennuksissa elementtien irrottaminen ehjinä tai lähes ehjinä onnistuu yleensä vain timanttisahaamalla, joka nostaa purkamisen kustannuksia merkittävästi. Lisäksi purkamisen kannalta merkittävä ongelma on se, että elementeissä ei ole niiden turvalliseen nostamiseen tarvittavia nostolenkkejä tms. enää jäljellä. Lisäksi etenkin asuntorakentamisessa vaatimustason jatkuva kohoaminen mm. rakenteiden lämmön- ja ääneneristykseen suhteen tekee vanhojen rakennusosien hyödyntämisen käytännössä mahdottomaksi muussa kuin tois- arvoisessa rakentamisessa.

Esimerkkejä purettujen rakennusosien uudelleenkäytöstä voi löytää mm. lähteestä [7], jossa on esitelty Messukeskuksen käyttöön rakennetun betonirunkoisen hallin uudelleenkäyttöä autoliikkeenä Turussa ja rakennusosien uudelleenkäyttöä selvittäneestä Tampereen teknillisen yliopiston ja VTT:n tutkimuksesta [8].

Useimmissa tapauksissa käytöstä poistuvat betonirakenteet on järkevintä murskata, jolloin raudotusteräs voidaan erotella uudelleensulatukseen ja betonimurske käyttää maarakennuskäyttöön. Menettely on perusteltua usealta näkökannalta.

Betonimursketta ei ole Suomessa perusteltua käyttää uuden betonin valmistukseen, vaikka se teknisesti olisikin mahdollista. Betonimurskeesta valmistetun kierrätyskiviaineksen laadunvaihtelu ja erityisesti sen vedenimu häiritsevät betonin lujuuden ja työstettävyyden hallintaa ja heikentävät pumpattavuutta. Tämän johdosta kierrätyskiviaineksesta valmistettuun betoniin joudutaan käyttämään enemmän sementtiä kuin neitseellisestä kiviaineksesta valmistettuun. Siten kierrätyskiviaineksen käyttö ei johda luonnonvarojen todelliseen säästöön.

Asiaan vaikuttaa myös merkittävästi se, että Suomessa on suhteellisen helposti saatavilla korkealaatuista kiviainesta. Monet betonin käyttökohteista ovat myös sellaisia, että betoniin ei voida sallia joutuvan mitään joko betonin tai loppukäyttäjän kannalta haitallisia ainesosia, joita vanhoista purkukohteista tulevassa betonissa saattaa esiintyä.

Betonimurskeen käyttäminen maarakentamisessa on mielekästä myös siitä syystä, että betonimurskepohjainen kierrätyskiviaines korvaa itseään noin kolmanneksen suuremman määrän neitseellistä kiviainesta, koska betonimurskeen sitoutuminen kosteissa olosuhteissa lisää sen kantavuutta. Siksi betonimurskeen hyödyntäminen teiden ja py-

säköintialueiden rakentamisessa säästää merkittävän määrän luonnon kiviainesta, josta yli 90 % käytetään joka tapauksessa maarakentamiseen.

Murskaamisen myötä 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.

VTT Kemiantekniikan yksikön vielä keskeneräisen tutkimuksen [5] 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 kierrätyskäyttö murskeena maarakentamisessa tu-



Kuva 4. Kierrätysbetonin käyttöä ympäristörakentamisessa Lontoon olympiapaistossa.

kee siis merkittävästi myös ilmastonmuutoksen torjuntaa sitomalla ilmasta huomattavan määrän hiilidioksidia.

Periaatteessa betonimursketta voitaisiin käyttää jalostettuna ympäristörakentamisessa esimerkiksi kuvan 4 tapaan, jolloin betonin hiilidioksidinsitomiskyky säilyisi erinomaisena. Toistaiseksi Suomen jätelainsäädäntö kuitenkin estää muun kuin neitseellisen betonituotteen käyttämisen näkyvillä.

Betonimursketta kertyy Suomessa vuosittain noin 1 miljoonaa tonnia, josta noin 80 % käytetään kierrätyskiviaineksen valmistamiseen [9]. Pääkaupunkiseudun kuntien laatima ohje betonimurskeen maarakennuskäytöstä on löydettävissä lähteestä [10].

Lähteet

- [1] Rakennusteollisuus RT ry:n tilasto
- [2] Jätetilasto 2013, Tilastokeskus
- [3] Euroopan sementinvalmistajien järjestön Cembureau'n tilasto
- [4] Finnsementti Oy:n ympäristöseloste 2013
- [5] Betoninormit BY50, Suomen Betoniyhdistys ry, 2014
- [6] Betoroc-murskeen karbonatisoitumistutkimus, VTT Kemiantekniikka (keskeneräinen)
- [7] Betonielementtien uudelleenkäyttömahdollisuudet, TTY tutkimusraportti 162
- [8] Betoni-lehti 4/95, Suomen Betonitieto Oy
- [9] Rudus Oy:n tilasto
- [10] <http://www.hel.fi/static/hkr/julkaisut/ohjeet/betonimurske.pdf>

KorjausRYL ja TalotekniikkaRYL

KorjausRYL-hankkeessa luodaan koko kiinteistö- ja rakentamisalaa palveleva, korjausrakentamisen yleiset laatuvaatimukset määrittävä työkalu.

TalotekniikkaRYL-hankkeessa päivitetään talotekniikan rakentamisen yleiset laatuvaatimukset ajan tasalle.

Hankkeet ovat käynnissä ja niiden tulokset alkavat näkyä vuoden 2016 aikana!

Tutustu RYL-käsikirjoihin ja hankkeisiin:
www.rakennustieto.fi/ryl



RAKENNUSTIETO 