

Kiertotalouden rakennusmateriaalien markkinakatsaus 2019

**Esimerkkejä rakentamisen
uusiotuotteista ja
-materiaaleista**

Camilla Sederholm, Suomen ympäristökeskus



Sisällysluettelo

1) Terminologiaa.....	3
2) Markkinakatsauksen tarkoitus ja toteutus.....	4
3) Uusiomateriaalien merkitys rakennustuotteina.....	5
4) CE-merkki ja tekniset tuotearviointit.....	6
5) Eristemateriaalit.....	8
6) Levyt.....	12
7) Vaahtolasimurske, -laatat ja -elementit.....	14
8) Metallit (uusiokäyttö ja kierrätys).....	18
9) Betoni.....	21
10) Puu.....	28
11) Keraamiset ja lasiset laatat	35
12) Yhteenveto.....	36
Svensk sammanfattning	
English Summary	
13) Lähteet/Källor/References.....	42

1) Terminologiaa

- **Rakennustuote** tarkoittaa rakennuksen kiinteäksi osaksi tulevaa tuotetta, kuten betonielementtejä, ikkunoita, teräsrakenteita ja sahatavaraa. Suurimmat yksittäiset rakennusmateriaalien ympäristövaikutukset syntyvät rakennuksen päärakenteista.
- **Uusiotuote** tarkoittaa uusioraaka-aineesta eli kierrätetystä hyötyjätteestä valmistettua tuotetta. Esimerkiksi uusiolasituote on kierrätetystä lasista valmistettu uusi tuote. Kertaalleen valmistetun materiaalin työstämisen uudelleen raaka-aineeksi on todettu yleensä vievän vähemmän energiaa ja luonnonvaroja kuin uuden tuotteen valmistaminen neitseellisistä raaka-aineista.
- **Kierrätystuotteella** tarkoitetaan tuotetta, joka kierrätetään tuotteena tai materiaalina hyödyksi uuteen tarpeeseen esimerkiksi uudisrakennuskohteessa. Uusiotuote ja kierrätystuote -määritelmiä käytetään välillä sekaisin. Puhutaan esimerkiksi uusiotiilestä, vaikka kyse on kierrätetystä tiilestä. Pääasia toki on, että ymmärretään, mistä kunkin kohdalla on kyse. Tämän kartoituksen painopiste on talonrakentamisen uusiotuotteet.

2) Markkinakatsauksen tarkoitus ja toteutus

- Katsauksen tarkoituksena on esittää, millaisia uusiomateriaaleja sisältäviä tuotteita on tällä hetkellä markkinoilla. Katsaus ei siis ota kantaa tuotemerkkien paremmuuteen eikä anna suosituksia tiettyjen tuotteiden tai tuotemerkkien käytöstä. Kartoituksen tekijä ei vastaa valmistajien kotisivuillaan antamien tietojen oikeellisuudesta.
- Tämä kartoitus uusiotuotteiden esimerkeistä perustuu pääosiltaan rakennustuotteiden valmistajien ja jälleen myyjien kotisivujen tarkasteluun maaliskuussa 2019 sekä käytyihin vuoropuheluihin eri toimijoiden ja alan tutkijoiden kanssa. Kartoituksen yhteydessä on jossain määrin myös tarkasteltu rakennustuotteiden ympäristövaikutuksia koskevaa tutkimusta ja ajankohtaisia yhteiskunnallisia tavoitteita, jotka tukevat kiertotaloutta.
- Uusia uusiorakennustuotteita tulee markkinoille melko ripeään tahtiin, joten on tärkeää huomioida, että tämä kartoitus esittää ainoastaan esimerkkejä suuremmasta käynnissä olevasta kiertotalouden murrosvaiheesta.

3) Uusiomateriaalien merkitys rakennustuotteina (rakentamisessa)

- Suuri osa rakennuksessa käytetyistä materiaaleista on yleensä piilossa, mutta nämä piilotetut rakenteet ovat määrällisesti merkittäviä. Uudisrakentamisen energiatehokkuuden parantuessa ja energiatuotannon päästöjen vähentyessä rakennusmateriaalien hiilijalanjäljen merkitys kasvaa entisestään. (Ruuska, A., Häkkinen, T., Vares, S., Korhonen M-R., ja Myllymaa, T., 2013, Rakennusmateriaalien ympäristövaikutukset, Ympäristöministerin raportteja 8/2013). Rakennusmateriaalien elinkaaripäästöjen on todettu olevan suunnilleen yhtä suuret kuin rakennuksen lämmityksen elinkaaripäästöt.
- Suunnitteluvaiheessa on tärkeää huomioida rakennuksen muuntojoustavuus ja rakennusmateriaalien kestävyys pitkällä aikavälillä. Jos uutta rakennusta ei suunnitella pitkäaikaiseksi tietylle rakennuspaikalle, rakennuksen eri osia ja materiaaleja tulee voida kohtuullisen helposti siirtää uusiin kohteisiin, ns. purkusuunnittelu hyötykäyttöön (Design for Deconstruction and Re-use). (Kiertotalouskriteerit rakennetun ympäristön hankkeille, Green Building Council, 2019)
- Kiertotalouden näkökulmasta uusiotuotteiden käytöllä ja valinnalla rakentamisessa on tärkeä merkitys, sillä uusiotuotteilla voidaan sekä säästää luonnonvaroja että vähentää jätemääriä ja myös ilmastopäästöjä. Lisäksi uusiotuotteita valitsemalla vahvistetaan niiden tarjontaa ja markkinakehitystä. Uusiotuotteiden hyödyntämisen lisäksi on tärkeää huomioida rakennuksen elinkaarenaikainen ympäristökuormitus kokonaisuudessaan. Kierrätettyjen rakennustuotteiden ja uusiomateriaalien käytön tavoitteita sisältyy arkkitehtuuriin vaikuttavissa rakentamista koskevista järjestelmissä, kuten LEED, BREEM ja Pohjoismainen ympäristömerkki Joutsenen kriteereissä taloille

4) CE-merkki ja tekniset tuotearvioinnit

- Harmonisoitu tuotestandardi (hEN) on Eurooppalaisen standardisoimisjärjestön CENin laatima CE-merkintään johtava tuotestandardi. Se määrittää tuoteryhmäkohtaisesti tuotteilta selvitettävät ominaisuudet, valmistuksen laadunvalvonnan vaatimukset sekä CE-merkinnässä ilmoitettavat tiedot. Suomessa Suomen standardisoimisliitto vahvistaa ne SFS-EN-standardeiksi.
- Rakennustuotteiden CE-merkki ei yksinään ole osoitus vaatimustenmukaisuudesta. Tuotteen käytettävyys aiottuun rakennuskohteeseen on aina arvioitava erikseen aiotun käytön, paikallisten olosuhteiden ja kansallisten rakentamismääräysten vaatimusten perusteella.
- Yritysten on selvitettävä, kuuluvatko niiden valmistamat rakennustuotteet jonkin harmonisoidun tuotestandardin soveltamisalaan.
- Rakennustuoteasetusta koskevien harmonisoitujen tuotestandardien neuvontapalvelu kertoo, mitä harmonisoituja tuotestandardeja on olemassa ja mitkä tuotteet kuuluvat niiden soveltamisalaan: www.henhelpdesk.fi

Eurooppalaisia teknisiä arviointeja myöntää Suomessa VTT Expert Services Oy.

Vapaaehtoinen CE-merkintä

- Jos tuotteelle ei ole harmonisoitua tuotestandardia, CE-merkintä ei ole pakollinen, mutta se on mahdollinen. Tällaiselle tuotteelle valmistaja voi halutessaan hankkia vapaaehtoisen CE-merkinnän eurooppalaisen teknisen arvioinnin eli ETAn avulla. Tämä menetelmä on tarkoitettu erityisesti uusille innovatiivisille tuotteille, jollaisiksi luetaan myös kierrätetyt tuotteet.

Esimerkkejä

- Eräänä esimerkkinä vapaaehtoisille merkinnöille voi mainita puurakentamisen CLT (Cross Laminated Timber) -tuotteet. Tällä hetkellä CLT:lle on olemassa luonnos tuotestandardista, joka ei vielä pakota CE-merkintään, ennen kuin standardi on ratifioitu ja astunut voimaan (Toivanen, Timo, tuotantoinsinööri, Crosslam, 27.2.2019)
- Uusiotuotteilla CE-merkintä on huomattavasti yleisempi kuin kierrätetyillä ja esimerkit vapaaehtoisesti CE-merkityistä kierrätystuotteista ovat harvassa. Tanskan kierrätystiiliyritys Den Gamle Mursten AsP toimii kuitenkin yhtenä esimerkkinä.
 - Vuodesta 2018 uusi EN 1090-2 standardi on mahdollistanut sellaisten ainesosien käytön, jotka eivät ole CE-merkittyjä. Den gamle mursten:in kierrätystiileille myönnettiin CE-merkki vuonna 2018 (Hradil, Petr, 4.2.2019).
- On myös monia esimerkkejä uudelleenkäytöstä ilman CE-merkintää, koska ei ole yleistä yksimielisyyttä siitä, pitäisikö myös uudelleenkäytetyille tuotteille vaatia CE-merkki (siis siinä tapauksessa, että uudelle vastaavalle tuotteelle on CE-merkintään johtava tuotestandardi). Esimerkiksi Suomessa riippuu kunnasta myönnetäänkö tällaisille tuotteille tai materiaaleille rakennuslupa tai vaaditaanko mahdollisesti lisäkokeita (Hradil, P., 4.2.2019)

5) Eristemateriaalit

- Suomessa eristetuotteita on jo useita vuosikymmeniä valmistettu ja edelleen kehitetty kierrätetystä puukuidusta / sanomalehtipaperista tai kierrätyslasista. Rakennusteollisuus kierrättää myös mineraalivillan valmistuksessa syntyneet jättepalat puhallusvillan raaka-aineeksi.
- **Selluvillaa** valmistetaan uusiutuvasta luonnonvaroista hyödyntäen sellupohjaista raaka-ainetta, suurimmilta osin kierrätettyä sanomalehtipaperia. Puukuituperäinen eriste sitoo puussa olevan hiilen rakennukseen koko elinkaarensa ajaksi.
- **Mineraalivillaksi** kutsutaan sekä lasi- että kivivillaa, mutta näiden uusiomateriaalipotentialissa on ero. Lasivillan tuotantoon käytetään pääosiltaan kierrätettyä lasia mikä on helppo kierrättää. Kivivillan alkuperä on lähtökohtaisesti peräisin uusiutumattomista maaperän mineraalisista ainesosista.

Seuraavat tuotteet ovat eristemateriaalien uusiotuotteita (lista ei välttämättä ole täysin kattava):

- Isover- Saint Gobain:in lasivilla (CE-merkitty)
 - Valmistetaan pääasiassa kierrätyslasista ja myydään levyinä ja puhallusvillana (85% kierrätyslasia). Muut lasivillan perusraaka-aineet ovat kvartsihiekkä, sooda ja kalkkikivi.
- Knauf Oy:n puhalluslasivilla (CE-merkitty)
 - Valmistetaan 80% kierrätetyistä lasipulloista.
- Suomen Selluvilla-Eriste Oy:n Ekovilla
 - Valmistetaan pääosin kierrätetystä puukuidusta, hyödyntäen kierrätettyä sanomapaperijätettä. Ekovillaa on saatavilla levyinä sekä puhallusvillana, jotka molemmat ovat CE- ja M1-merkittyjä. (Käyttö Ekovilla-ilmatieveystuotteiden kanssa.)

Lämpö- ja äänieristeet

- Termex-Selluvillan valmistamisessa käytetään kierrätyspaperikuitua ja ekosertifioitua tuulivoimaa. Kaikki Termex-Eriste Oy:n käyttämä sähkö on EKOenergia -merkittyä. Termex Selluvillan kokonaishiilisisältö on negatiivinen, sillä se sitoo hiilidioksidia yli viisi kertaa enemmän kuin mitä sen valmistus tuottaa. Tuoteella on VTT:n hyväksyntä ja M1-luokitus (Termex, 2019, <https://www.termex.fi/ekologisuus/>)
- UltraTouch Recycled Denim Insulation -äänieristeen valmistamiseen on käytetty kotitalouksien kierrätettyjä farkkuja ja puuvillaa (80%) ja tuote on myös suunniteltu täysin uudelleenkierrätettäväksi. Tuotteella on useita laatu- ja terveysertifikaatteja (mm. LEED-järjestelmä, paloluokka A, astmatestattu, ei CE-merkkiä).
- Kingspan tarjoaa tehdasvalmistettuja lämpöeristettyjä seinä- ja kattoelementtejä. Energiatehokkaille QuadCore elementeille toimii yrityksen oma rakennusosien kierrätysysteemi. Synteettisiä eristemateriaaleja yritys mainostaa kierrättävänsä uusiin tuotteisiin. Tuotteen metallikuori toimitetaan metallikierrätykseen. Tuotteilla on 40 vuoden takuu. Tuotteiden energiasäästövaikutusten ja eristeen käyttöturvallisuuden ohella ei kotisivujen perusteella näytä olevan todisteita ympäristövaikutuksista laajemmin (Lähde: Kingspan, 2019: <https://www.kingspan.com/fi/fi-fi/tuotteet/eristetyt-paneelit/quadcore-jarjestelmat>)



Kuva: Recycled Denim Isolation, ULTRATOUCH™

Rakennuseristeiden kierrätys

Eko-Expert

- Ekoexpertin EkoCollect -menetelmä tarjoaa puhallusvillan imupakkaus- ja siirtopuhalluspalvelun sekä villalevyjen kuidutuksen puhallusvillaksi. Menetelmällä säästyy materiaalia ja vältetään purkujätettä.
 - Ko.menetelmät ovat hyödyllisiä esimerkiksi silloin, kun on tarve saada tilaa korjaustöiden ajaksi. Myös kokonaan purettava kohde voi olla tällainen, joskin kierrätysvillalle täytyy olla vastaanottaja valmiina.
- Villalevyjä voidaan kerätä tai kierrättää kohteessa. Ne voidaan työmaan välivarastoinnin kautta työntää EkoCollect-konttiin, joka rouhii ne puhallusvillaksi, josta ne ovat edelleen puhallettavissa. Välitön uusiokäyttö onnistuu kuidutinpuhaltimella, johon villalevyt työnnetään saman tien puhallusvillaksi.
- Eko-Expertin villaylijäämästä valmistamalla puhallusvillalla on VTT:n sertifikaatti.
- CE-merkki on pakollinen 1.7.2013 alkaen kaikille mineraalipuhallusvilloille rakennuksissa (Eko-Expert).

Finfoam

- Yrityksen mukaan kaikki sen työstöjäte ja sekundalevyt on aina kierrätetty takaisin raaka-aineeksi. Finfoam käynnistää muovieristeiden kierrätyksen työmailla yrityksen työmaa-muovikeräyssäkkien välityksellä. Aluksi kierrätys käynnistyy Etelä-Suomessa Helsingin, Tampereen ja Turun alueilla. Tarkoitus on kierrätystoiminnan laajentamista myös muille paikkakunnille (Finfoam tiedote 25.4.2019)
- Finfoamille kelpaa EPS-, XPS- ja PIR-eristeiden jäte riippumatta siitä, mikä yritys ne on valmistanut. Kierrätetty muovieristemateriaali hyödynnetään uuden keraamipohjaisen FF-SILENT -massan tekoon, jonne se rouhitaan täyteaineeksi ja toimii sekä ääneneristeenä että palosuojauksena.

6) Levyt

Kipsi- ja lastulevyt

- Aiemmin mainittujen eristetuotteiden lisäksi on myös puukuitueristeitä ja puukuidusta valmistettuja tuulensuojalevyjä. Ainakin osa puukuitutuotteista valmistetaan puuteollisuuden sivutuotteista.
- Yleisiä rakennuslevyjen valmistusmateriaaleja ovat joko puukuitu tai sitten puukuitu-sementti-puuliima-yhdistelmä.
- Pelkästään kierrätyskipsistä valmistettuja kipsilevyjä ei tehdä (Tollander, Max, Knauf Oy, s-viesti 5.4.2019), koska:
 - Kierrätyskipsilevyistä tulevaa kierrätyskipsiä ei saada riittävästi
 - Pelkästä kierrätyskipsilevyistä valmistettavaa kipsilevyä on hankala tehdä epäpuhtauksien takia (Tollander, Max, Knauf Oy, 5.4. 2019).
- Knaufin Suomessa valmistettavissa kipsilevyissä on n. 1-5 % kierrätyskipsilevyistä saatavaa kipsiä (riippuen saatavuudesta). Noin 80% kipsilevyn kipsistä on pääsääntöisesti voimalaitoksista saatavaa niin sanottua teollisuuskipsiä, jolla tarkoitetaan teollisuuden sivutuotetta, jota ei voida muuten käyttää. Loput noin 15% on neitseellistä kipsiä (Tollander, Max, 5.4. 2019).

Puulastulevyt

- Puulastulevyt voidaan valmistaa materiaalitehokkaasti ja toimivat hiilinieluna. Toisin kuin monissa muissa Euroopan maissa, Suomessa lastulevyn ja kuitulevyn valmistuksessa ei juuri ole hyödynnetty kierrätettyä jätettä (Veijola, 2011) mutta puuteollisuuden sivutuotteita sen sijaan käytetään.
- **Gyprocin** kipsilevyjen kipsiytimeen käytetään kierrätyskipsiä n. 15-30 % levytyypistä riippuen. Kierrätyskipsi tulee tehtaalte nk. työmaajätteenä (paloina/kaistoina), joka uusiokäsitellään omalla tehtaalla tuotantoon. Lisäksi kipsilevyissä käytetty pintakartonki valmistetaan keräyspaperista (Isorinne, Mauri, teknisen palvelun päällikkö, Saint-Gobain, viesti 8.4.2019).
- **Suomen Runkoleijonan** (Skano Group AS:n) Runkoleijona® ja Tuulileijona® -merkkisten puukuituisten tuulensuojalevyjen valmistusprosessissa käytetään puuteollisuuden sivutuotteena syntynyttä puupuraa ja -haketta. Skano Group ilmoittaa kotisivuillaan, että ympäristönsuojelu ja -hoito kuuluvat kiinteästi Skano Group AS:n toimintaan. Kuitulevytuotteiden valmistuksessa pyritään energiatehokkuuteen kaikilta osin: raaka-aineet ja energia käytetään mahdollisimman tehokkaasti. Myös materiaalin kierrätettävyyttä, mm. tuotteiden energiasisällön hyödynnettävyys, on tärkeää. Energiatehokkuus otetaan huomioon kaikessa tuote- ja prosessikehittämisessä (Suomen Tuulileijona, 2019, <http://www.tuulileijona.fi/fi/ymparisto/puhdasta-energiaa/energiatehokkuus-skano-group-as-lla>)
 - Suomen Runkoleijonan rakennuslevyt ovat M1-, CE- ja FSC-merkittyjä.

7) Vaahtolasimurske, -laatat, -elementit, -eristeet

Vaahtolasi (Cell/skumglas / Foamglass)

- Vaahtolasimurske on kevytkiviainesta, jota valmistetaan kierrätetystä lasista. Lasi on helposti kierrätettävä materiaali, koska se voidaan kierrättää kokonaan uudelleen sellaisenaan tai uuden materiaalin valmistuksessa sekä myös eristysmateriaalina.
- Vaahtolasimurskeella on monia hyviä teknisiä ominaisuuksia talonrakentamisessa:
 - Se on hyvin kevyttä ja eristävää, mutta luonnonkiveä huomattavasti kevyempää sekä hyvin painekestävää.
 - Hyvät vedenjohtavuusominaisuudet .
 - Sopii rakennuksen lämpö- ja routaeristeeksi sekä perustusten kevennystyöteeksi.
 - Vaahtolasimurskeen hyvä asettuvuus ja kitkakulma takaavat tukevan alusrakenteen työmaalle.
 - Vaahtolasi pystytään puhaltamaan suoraan rakennuskohteeseen.
 - Ainoaksi ympäristöhaitaksi mainitaan tuotannon korkea lämpötilavaatimus (Ekobyggportalen.se)

Uusioaines Oy:n Foamit-vaahtolasimurske myydään neljässä eri raekoossa.

Tuotenimi: Foamit. Valmistaja Suomessa UUSIOAINES OY/ Ltd, Forssa, tuotteilla on CE-merkki. Hasapor AB on vastaava ruotsalainen vaahtolasimurskevalmistaja (skumglas) (EPD ympäristötuoteselostettu).



Kuva: Foamit-vaahtolasi, Uusioaines Oy

Vaahtolasilevyt ja lohkarit

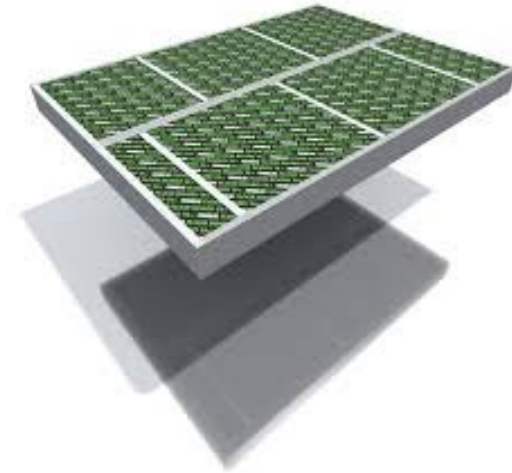
- Ruotsalainen Cellglas myy rakennusten vaahtolasilevyjä ja lohkarita.
- Valmistettu 100 % kierrätetystä ja puhdistetusta lasista, soveltuvat rakennusten perustuksiin.
- Tuotteiden ominaisuuksia markkinoidaan seuraavasti:
 - Hyvä lämmöneristekyky
 - Palonkestävä (korkein paloluokka A1)
 - Vesi- ja höyrytiivis
 - Radontiivis eriste
 - Erinomainen paineensietokyky kaikentyyppisille rakennuksille
 - Happo- ja kemikaalikestoinen
 - Mitta- / muotopysyväinen
 - Tuhoeläinvarma
 - Kaikki yllä mainitut ominaisuudet ovat ikään kestäviä!



Kuva: vaahtolasilohkare, www.cellglas.com

Vaahtolasielementit

- FOAMGLAS® Nordic AB tarjoaa koko ulkovaipan tehokkaat lämmöneristeet ja myös kantavat (jopa 9 m) rakenteet ruotsalaisen Koljern-tekniikalla.
- KOLJERN® byggelement (Owens Cornings): 75% uusiolasia (loput lasiraaka-ainetta) ja 10 % terästä.
- KOLJERN® katto- ja terassielementeillä (eristys-elementit ja itsekantavat elementit) on mahdollista säästää noin 50% rakennuksen sisäänvedetyn terassin korkeudesta.
- Koljern voidaan yhdistää melko vapaasti muihin julkisivumateriaaleihin.
- Soveltuu myös passiivienergiarakentamiseen.
- Koljern ilmoittaa kotisivuillaan, että he tarjoavat 50 vuoden laatutakuun rakennuselementin vaahtolasisisällölle.
- Koljernilla on vuodesta 2016 saakka ollut ETA-tyyppihyväksyntä Ruotsissa (ei CE-merkki).



Kuva: Owens Cornings, Koljern rakennuselementti

Vaahtolasilaatat ja -elementit

- Owens Corning FOAMGLAS® vaahto(solu)lasilevyt ja -lohkareet ovat epäorgaanisia solulasieristeitä.
- Owens Corningin FOAMGLAS® valmistetaan > 60 % kierrätetystä lasista, mm. autojen tuulilaseista sekä ikkunateollisuuden jätelasista. FOAMGLAS® ei sisällä CFC-, HCFC- tai HFA-yhdisteitä eikä muitakaan ympäristölle haitallisia aineita.
- FOAMGLAS®-tuotteet valmistetaan Tessenderlossa Belgissa ja Klásterečissä Tsekin tasavallassa.
- Esimerkiksi kattoelementtejä tasa- ja erikoiskattoihin
- Markkinoidaan myös FOAMGLAS® laattoja aurinkokeräinjärjestelmällä
- Suomen ulkopuolelta löytyy myös valmistajia myyvät muotoon valettuja vaahtolasieristeitä esimerkiksi putkieristeeksi, esimerkiksi Pittsburgh Corning's FOAMGLAS®.
- Vaahtolasi ei tuota haitallisia aineita ihmisille, luonnolle tai ilmakehälle valmistuksen, käytön tai hävittämisen aikana (Ekobyggportalen)



Austrup Faernley Museum, Oslo
Kuva: Foamglas Nordic, Owens Corning

8) Metallit

Metallien uusiokäyttö ja kierrätys

Primääriteräksen ja alumiinin valmistus aiheuttavat merkittäviä kasvihuonekaasupäästöjä. Metallien kierrätykseen sisältyykin huomattava luonnonvarojen säästöpotentiaali.

- Alumiinin tärkein valmistusmateriaali on bauksiitti, joka on luonnossa uusiutumaton. Bauksiitista voidaan hyödyntää myös rautaa ja kuparia.
- Metallien neitseelliseen valmistukseen liittyy kaivostoiminnalle tyypillisiä ympäristöhaittoja.
- Energiankulutus alumiinin kierrätyksen aikana on huomattavasti pienempi, vain noin 5 % ensisulatetun metallin tuotannossa tarvittavasta energiasta.
- Alumiini on painoltaan kevyttä ja periaatteessa alumiinia voidaan kierrättää ja käyttää loputtomasti (noin 98%) uusien tuotteiden valmistukseen, ilman että metallin laatu kärsii. Pieni osa metallista häviää kuitenkin kierrosta aina sulatuksen aikana.
- Teräsrakenteiden kierrättämisestä uusissa kohteissa löytyy maailmalta hyviä esimerkkejä. Norjan teräслиitto kartoitti vuonna 2018 teräsrakenteiden kierrätystä sekä ajankohtaisia pullonkauloja teräsrakenteiden uusiokäytön sertifiointinissa (Wahlström , M., et al. *Environmentally Sustainable Construction Products and Materials - Assessment of release and emissions*, Nordic Innovation Report 03/2014).

Alumiiniprofiilit

- Uusioalumiini (uudelleensulatettu metalli) muodostaa noin 25 % maailmassa käytettävästä alumiinista (Sapabuildingsystem.com), mutta se ei riitä vastaamaan kasvavaan maailmanlaajuiseen alumiinikysyntään (Alumeco).
- Alumiinisten rakennustuotteiden kierrätys on maailmalla suosittua ja alumiinin kierrätysaste on korkea, noin 96 % (Rakennusteollisuus).
- Kierrätetyn alumiinin määrän rakennustuotteissa on arvioitu olevan 50-85% (The Aluminium Association, 2019)
- PURSO mainostaa Greenlinea, joka on 100% kierrätettyä uusioalumiinia. Kierrätetystä alumiinista voi tehdä useita eri profiileja rakentamiseen ja muuhun teollisuuteen.
- Purso CE-merkittyjä rakennusjärjestelmiä, kuten lasi- ja alumiinijulkisivuja, ikkunoita- ja ovia, on mahdollista tehdä kierrätysalumiinista. Uusimpana tuoteperheenä Pursolla on ECO-ikkunat ja -ovet, jossa myös erittäin energiatehokas liukuovi, LK100eco.



Kuva: Purso Oy

Kierrätetty tiili ja uusiotiilituotteet

- Vuonna 2018 voimaan astunut EN 1090-2 -standardi mahdollistaa sellaisten ainesosien käytön, jotka eivät ole CE-merkittyjä. Siksi uudelleenkäytetyt terästuotteet voidaan CE-merkitä (Petr Hradil, VTT, e-viesti maaliskuu 2019).
- Vuonna 2018 myös tanskan kierrätystiiliyritys *Den Gamle Mursten ApS*:lle myönnettiin CE-merkki ETA:n avulla, eli vapaaehtoisen CE-merkinnän Tanskan teknisen arvioinnin myötä. (Petr Hradil, VTT, e-viesti maaliskuu 2019).
- Yritys myy vanhoista rakennuksista purettuja tiiliä ja tiiliseinämoduuleja uudisrakentamiseen (ulko- tai sisäkäyttöön) sekä vanhojen tiilten kuoria / osia ja koottuja uusiokoristetiili-seinäelementtejä sisustustarkoitukseen.



Kuva: Julkisivu kierrätetyistä tiileistä, Den Gamle Mursten ApS

9) Betoni

- Betoni koostuu runkoaineesta, sementistä ja vedestä sekä mahdollisista lisä- ja seosaineista. Runkoaine on rakeista kiveä. Sementti saa veden kanssa aikaan kovettumiseen vaadittavan kemiallisen reaktion. Sementin valinnalla ja erilaisilla lisäaineilla vaikutetaan betonin ominaisuuksiin (Wikipedia, 2019)
- Betonin valmistus kuluttaa paljon uusiutumattomia luonnonvaroja ja sementtiosuuden takia myös paljon energiaa. Noin 90% betoninvalmistuksen hiilidioksidipäästöistä tulee betonin sideaineen sementin valmistuksesta.
- Ratkaisut, joilla pystytään pienentämään betonivalmistuksen ympäristökuormaa ovat tärkeitä. Purkubetonin murskeen hyödyntäminen uusiobetonin valmistuksessa on järkevää ja suositeltavaa siitä näkökulmasta, että betoni saadaan tällöin uusiomateriaalina takaisin kiertoon. (Nieminen, A-M, *Murskatun betonin hyödyntäminen uusiokiviaineksena betonissa*, 2017).
- Uusiobetoni on yleisnimi tuotteelle, jolla tarkoitetaan käytetyn betonin mursketta betonin uudisvalmistuksessa.
- Purkubetonimurske voi sisältää laajan kirjon ei-toivottuja sivuaineita, kuten muoveja, eristevillaa, asbestia, orgaanisia aineita. Se voi myös erota kemiallisesti ns. puhtaasta betonista.
- On huomioitava, että uusiokiviaineksella on korkeampi vedenimukyky ja alhaisempi tiheys. Alkuperäisen lähdemateriaalin laadun lisäksi useita muita seikkoja on otettava huomioon uusiobetonin valmistuksessa. Uusiobetonista on mahdollista saada laadukasta rakennusmateriaalia myös korkeamman vaatimustason betonien valmistuksessa, mutta tämä edellyttää betonimurskeen lajittelua laatuluokituksen perusteella. (Nieminen, A-M, *Murskatun betonin hyödyntäminen uusiokiviaineksena betonissa*, 2017).

Betonin karbonatisoituminen

- Betonin karbonatisoitumisen (hiilensidontaprosessin) etuja ja mahdollisuuksia tutkitaan (mm Rakennusteollisuuden toimesta).
- Karbonatisaatio on vain tietyssä ympäristössä (ilma + kosteus) toimiva hyvin hidas prosessi (Walhström , M., VTT, keskustelu 12.4.2019).
- Karbonatisoituminen eroaa hiilidioksidin varastoitumisesta puuhun siinä, että karbonatisoitumisen kohdalla hiilidioksidin sitoutuminen materiaaliin edellyttäisi rakennuksen purkamista, sillä murskaus parantaa betonin karbonatisoitumista (Veijola, 2011).
- Sekä kiertotaloutta että karbonatisoitumista ajatellen voi olla järkevää hyödyntää luonnonkiven sijaan purkubetonimursketta erilaisiin maanpäällisiin maisemoiviin ulkorakennelmiin, esimerkiksi ns. betonikivihäkkeihin. Samoin pihakiveykseen voi olla järkevää hyödyntää uusiobetonia luonnonkiven sijasta.



Kuva: Kivikori, Rudus Oy

Uusiobetoni ja betonin CE-merkintä

- Betonimurskeen käyttö uusiobetonissa vähentää luonnon uusiutumattomien kiviainesten tarvetta, mutta ei poista uusiobetonin valmistuksen suurta energiankulutusta ja päästöjä, jotka aiheutuvat sementin valmistuksesta. Juuri sementin tarve kasvaa uusiobetonin valmistuksessa, minkä vuoksi uusiobetonin hiilijalanjäljen on todettu olevan tavanomaista betonia jopa hieman suurempi (Veijola, 2011).
- Suomessa sementtiteollisuus on pystynyt vähentämään päästöjä keskimäärin 27% verrattuna vuoden 1990 tasoon, 17% verrattuna Euroopan keskitasoon (Yle, 30.6.2016).
- Uusiobetonin kierrätysaste Suomessa ylittää 80% (lopun poistetaan kierrosta haitallisten sivuaineiden takia).
- Ainakin Belgiassa ja Hollannissa on rakennustuotemääräyksiä muutettu siten, että ne sallivat 20-30 % uusiobetoniosuuden normibetonissa (Wahlström, M., 12.4.2019)
- Pääosalla betonielementeistä (mm. ontelolaatat, pilarit, palkit, seinäelementit, paalut, jne.) on pakolliseen CE-merkintään johtava harmonisoitu tuotestandardi (Antti Koponen, Rakennusteollisuus, 12.4.2019)
- Muutama poikkeustapa on, kuten massiivibetonilaattaelementit, joille harmonisoidun tuotestandardin laadinta on vasta nyt käynnistymässä). Valmisbetonilla (toimitetaan työmaalle pumpattavaksi kohteeseen) ei ole CE-merkintään johtavaa harmonisoitua tuotestandardia, vaan betonille pätee kansallinen tekninen hyväksyntä. Maat päättävät itse betonin vaatimuksista (A. Koponen 12.4.2019).
- Betonin ja tiilen kierrätyksen lopputuotteena on esim. Ruduksen kehittämä Betoroc-murske, joka on CE-merkitty tuote (Rudus, 2019, <https://www.rudus.fi/tuotteet/kierratys/betoroc-murske-luonnonkiveakin-parempi>).
- Rudus mainostaa kotisivuillaan myös uusiobetonisia pihalaattoja.

Betonielementtien uusiokäytöstä ja Vihreä betoni

- Purkubetonirakenteiden hyödyntämistä on tutkittu mm. Tampereen yliopistolla (Huuhka, Satu)
- Saksassa on toteutettu muutamia betonielementtien uusiokäytön lisäkohteita, mutta Suomessa tai tieteellisellä saralla ei toistaiseksi ole tapahtunut merkittävää edistystä (Huuhka, Satu, e-viesti 29.3.2019).
- Edellytetäänkö sitten uudelleenkäytettäviltä betonielementeiltä CE-merkintää? Yhden tulkinnan mukaan irrotetut elementit ovat tulleet markkinoille niiden alkuperäisenä valmistamisajankohtana, jolloin merkintää ei edellytettäisi. Mikään toimija ei kuitenkaan tällä hetkellä irrota elementtejä teollisesti myyntiä varten, vaan kyse on aina enemmän tai vähemmän kokeellisesta rakentamisesta. (Satu Huuhka, TUT, e-viesti 29.3.2019, Wahlström, Margaretha, 2014)
- Vihreä betoni on Ruduksen tuotenimi betonille, jolla on pienempi hiilijalanjälki. Sen valmistuksessa ollaan osittain korvattu Portlandin sementtiä muilla sidosaineilla, kuten lentotuhkalla ja masuunikuonalla, jotka ovat peräisin teollisuuden sivuvirroista. Myös mm. polttamattomalla, neutraalisella kalkkikiviaineksella voidaan osittain korvata sementtiä. Portlandin sementtiä tarvitaan vihreän betonin valmistuksessa edelleen, mutta pienemmissä määrissä (noin 5% betonista).
- Ns. vihreän betonin tyypillisiä käyttökohteita ovat tavalliset perustukset ja sisätiloissa olevat rakenteet (Rudus, 2019, www.rudus.fi/tuotteet/betoni/vihrea-betoni)
- Ruduksen ns. vihreä betoni valmistetaan Finnsementin vähäpäästöisestä Plussementistä, jonka tuotannossa vapautuvat hiilidioksidipäästöt ovat noin 10 % vähäisemmät kuin perinteisillä sementeillä. Lisäksi betoniresepti säädetään kuhunkin tarkoitukseen mahdollisimman hyvin soveltuvaksi ja mahdollisimman vähän hiilipäästöjä sisältäväksi erilaisin betoniteknologisin toimenpitein, esimerkiksi lisäaineita käyttämällä. (Betoni, 4/2012, https://betoni.com/wp-content/uploads/2015/09/BET1204_54-55.pdf)

Hamppubetoni / eng: Lime-hemp concrete (LHC) /sve: Hampakalk/Hampabetong)

- Hamppu-kalkkikomposiitti, eli Hamppubetoni on seos hampun päistäreitä, rakennuskalkkia ja vettä. Veden kuivuttua pois, jäljelle jää ajan myötä aina vaan kovemmaksi ja vahvemmaksi muuttuva rakenne. Tämä johtuu siitä että hampun selluloosa ja kalkki reagoivat keskenään ja tapahtuu mineralisoituminen eli materiaali petrifioituu, käytännössä aines muuttuu ajan myötä kiveksi joka hengittää ja eristää hyvin ääntä ja lämpöä. Rakennuskohteesta riippuen, päistäreiden ja kalkin suhdetta muutetaan tarpeen mukaan (Lähde: Orgonisaatio, 2019, <http://www.orgonisaatio.fi/index.php/talot-rakentaminen/hempcrete-hamppubetoni>)
- Hamppubetoni, perustuu vanhoihin ja historian saatossa toimiviksi ja terveellisiksi havaittuihin rakennusmateriaaleihin. Se tarjoaa nollaenergiataloille ja passiivitaloille ekologisen ja terveellisen vaihtoehdon mm. seinä rakenteeksi. (Lähde: HempRefine Oy, 2019, <http://www.hemprefine.fi/tuotteet/hamppubetoni>)
- Hamppubetonin pääasiallinen rakenne on hampun päistäre, eli hamppukasvin kuitukerroksen sisäpuolella oleva puumainen, hyvin selluloosapitoinen aines joka on varsinaisen kuituteollisuuden sivutuote (Lähde: Orgonisaatio, 2019).

Hamppubetoni toimii kestävästi

- Hamppubetonia käyttämällä saavutetaan yksinkertaisempia rakenteita ja toimii rakennus- ja eristemateriaalina (Lähde: Lahtinen, Antti, 2014. Hamppubetoni rakennusmateriaalina).
- Massiivisena rakenteena hamppubetoni sitoo paljon lämpöä ja luovuttaa sitä tarvittaessa.
- Hamppubetoni on hengittävä materiaali ja eristää hyvin ääntä. Kosteus ei tiivisty rakenteisiin, eivätkä nämä ole alttiita homeelle.
- Suhteellisen vastikään sitä on alettu hyödyntämään uudelleen rakentamisessa. Hamppubetonista rakennusmateriaalina on tutkittu viime vuosina mm Ruotsissa ja Suomessa mm Turun ammattikorkeakoulussa.



Kuva: Noora Norokytö

Hamppubetonin suosio kasvaa

- Suomalaisen tutkimusten perusteella käy ilmi, että hamppu-kalkkikomposiittia olisi mahdollista tuottaa Suomesta saatavilla raaka-aineilla. Erilaisten seosten valmistamisen huomattiin olevan helppoa, eikä materiaalin käsittely vaadi erikoistaitoja. Kosteusteknisesti hamppukalkkikomposiitin huomattiin toimivan hyvin Suomen ilmastossa, eikä tutkitussa rakenteessa todettu laskennallisesti olevan homehtumisen mahdollisuutta (Lähde: Miinin, Joona & Nuutinen, Tommi 2014. *Hamppu-kalkkikomposiitin valmistus Suomalaisista raaka-aineista ja sen kosteustekninen toiminta seinärakenteena*).
- Ruotsalainen tutkimus osoitti että LHC, jossa on enemmän hamppua seoksessa yhdessä sementtirakenteen kanssa, soveltuu paremmin käytettäväksi kylmässä ja märässä ilmastossa (Strandberg-de Bruijn, Paulien, 2012. *Material Properties and Full-Scale Rain Exposure of Lime-Hemp Concrete Walls*, Lund University).
- Kuituhampun viljelypinta-ala kasvoi Suomessa vuoden 2015 lukemasta, 227 hehtaaria, vuoteen 2017 lähes sadalla hehtaarilla jolloin pinta-ala oli 312 hehtaaria.
- Suomalainen HempRefine Oy ilmoittaa kehittäneensä ensimmäisenä maailmassa teollisen mittaluokan kuidutuslinjan, jota voidaan siirtää maantieliikenteessä moduuleina (HempRefine Oy, 2019)
- NCC :n on rakentanut hampusta varastoja ja heillä on kiinnostus hamppurakentamiseen, mutta eivät itse kehitä tuotteita (Kaupunkimedia Aamuset, 7.2. 2018)
- Esimerkiksi Vantaan Opaali talon ulkovarastojen rakentamiseen (2014-2015) on käytetty hamppubetonia. Hamppubetonin kantavuus osoittautui tässä kohteessa riittämättömäksi suureen kerrostalon rakentamiseen (Eriksson Annukka, Kiertotalous – rakentamisen esimerkkejä, Helsingin Kaupunki, 6.3.2019)

10) Puu

Puu on Suomen luonnossa uusiutuva ja kestävä rakennusmateriaali, joka myös edistää hyvinvointia

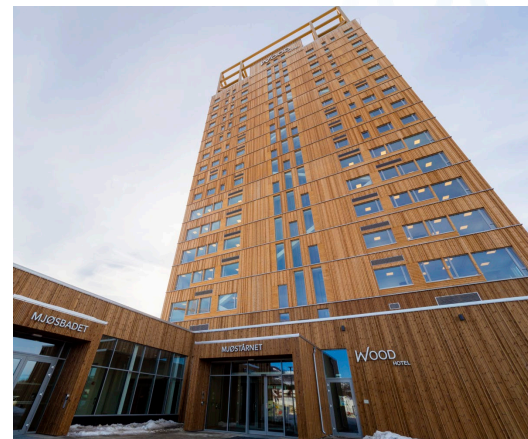
- Pienempi hiilenjalanjälki rakennukselle
- Puu itsessään toimii lämpöeristeenä
- Puu tasapainottaa sisäilman kosteuden
- Puumateriaaleilla on nopeampi rakentamisvaihe ja kilpailukykyiset hinnat
- Puun käyttö kantavissa rakenteissa voi auttaa vähentämään materiaalin tuotannon päästöjä 35 - 85 prosenttia (*Bård S. Solem*, ympäristöneuvoja ja arkkitehti, Moelven Industrier ASA, uutiskirje 26.9.2018).
- VTT:n arvion mukaan puurakenteeseen sitoutuneet päästöt ovat noin 40% pienemmät kuin vastaavaan betonirakenteeseen (Sankelo, Paula, SYKE, keskustelu, huhtikuu 2019)



Kuva: Jussi Tiainen, Pilketalo, Rovaniemi, Puuinfo Oy

Puurakentamisen hyödyt ja esimerkit

- Puun käyttäminen rakennusmateriaalina vähentää uusiutumattomien materiaalien käyttöä.
- Puulla voidaan korvata sellaisia materiaaleja, joiden valmistuksen aiheuttamat ympäristöhaitat ovat suuremmat.
- Massiivipuulementtejä hyödyntämällä voidaan rakentaa ilman erillistä lämpöeristettä ja julkisivurappausta. Tämä säästää turhilta materiaalihankinnoilta.
- CLT- ja LVL-elementeillä on massiivisuutensa vuoksi erinomainen paloturvallisuus. Käsittelemätön massiivipuu luo oman palonkestävän pinnan (Puuopas julkisille hankkijoille, 2017, Moelven, kotisivuja, 2019)
- Puurakentamista edistetään Suomessa osana kestäväää kehitystä, biotaloutta ja fossiilitaloudesta luopumista sekä ilmastomuutoksen torjuntaa (Puuopas julkisille hankkijoille, 2017).
- Muun muassa Norjassa ollaan rakennettu useita korkeita puutaloja. Maaliskuussa 2019 avattu Oslon 18-kerroksinen Mjøstårnet (kuvassa) on valmistumishetkellään maailman korkein puurakennus (85,4 m). Sen lattiaelementeissä on käytetty Metsä Woodin kevyitä ja rakentamista nopeuttavia Kerto® LVL -tuotteita. Sekä Mjøstårnetin runko että julkisivut ovat puusta (Green Building Council). Osassa rakennuksesta on myös käytetty betonia.



Kuva: Mjøstårnet, MoelvenLimtreAS

Puurakentamisen terveyshyödyistä

- Mjøstårnet rakennettiin tiukkojen paloturvallisuusmääräysten mukaisesti ja julistettiin Norjan teknisen palkinnon voittajaksi rakennuskategoriassa 2018 (Moelven, <https://www.moelven.com/mjostarnet/press-release/>)
- Eri tutkimuksissa on aivan viime vuosina todettu puisten sisäpintojen moninaisia myönteisiä terveysvaikutuksia ihmiseen. (Wood2New projekti 2015-2016).
- Puurakenteisten ja puulla sisustettujen sisätilojen on todettu vaikuttavan myönteisesti alentaen mm. stressin oireita, sykettä ja verenpainetta. (Wood2 New Projekti, 2014-2016)
- Puulla ja puupinnoilla on myös antibakteerisia ominaisuuksia.
- Viime vuosina onkin sisäoppilaitosten, koulujen ja päiväkotien lisäksi myös eri terveyspalvelurakennusten sisäpintojen rakentaminen puusta yleistynyt useassa maassa.
- Pohjois-Ranskan Nord-Pas-de-Calais:ssa valmistui vuonna 2016 psykiatrinen sairaala, joka on suureksi osaksi puusta. Kaksikerroksinen sairaala on suuruudeltaan noin 4500 rakennusneliömetriä. Rakennuksessa käytettiin tehdasvalmistettuja puupaneleita ja mineraalieristettä.
- Yleensä puurunkoiset rakennukset suoriutuvat paremmin kvantitatiivisissa elinkaariarvioissa kuin vaihtoehtoiset rakenteelliset ratkaisut. Näiden ja tutkittujen terveysvaikutustulosten perusteella on päätelty, että hoitorakennuksissa puun käyttö on suositeltavaa sekä sosiaalisen että ympäristöllisen kestävyysperusteella (Cronhjort, Y., Verma I., Wood2New projekti, WP5: Wooden Spaces).

Puurakentamisen esimerkkejä Suomesta

- Myös Suomessa ollaan usealla paikkakunnalla herätty isomman mittakaavan puurakentamisen hyötyihin julkisissa hankkeissa.
- Kohteita löytyy jo ympäri Suomen ja yleisesti koulu- ja päiväkotihankkeiden kohdalla. Esimerkkejä näistä ovat Hoiskon rakentama Laukaan koulu ja Vaasan innovaatiokeskus, kuntoutuskoti Laulurastas Lapualla, ja tulevat Alajärven kehitysvammaisten asumisyksikkö sekä puukerrostalo Konsulintorni Kirkkonummella (Yle, 24.8.2018).
- Sipoon jäähalli rakennettiin jo vuonna 2009 puusta, mm. CLT-tekniikkaa hyödyntäen.
- Vantaan Kivistöön valmistui 2015 rakennusliike Reposen valmistama, tuolloin pinta-alaltaan Euroopan suurin puukerrostalo.
- Rovaniemen kaupunki on kaavoittanut puurakenteisen kampusalueen, jonka innoittajana on toiminut kiertotalous. Kaavassa määrätään, että uudet rakennukset ja lisärakentaminen tulee tehdä pääsääntöisesti puusta. Kumppanuuskaavassa mahdollistetaan muun muassa sadan asunnon kahdeksankerroksisen puurakenteisen opiskelijakerrostalon, yliopiston lisärakennuksen ja kahden liikerakennuksen rakentaminen (www.sitra.fi, 2018)
- Kainuussa ollaan toteuttamassa sairaalahanketta, jossa on tarkoitus ainakin osittain hyödyntää puuta.
- Vuonna 2020 järjestettävillä Tuusulan Asuntomessuilla esitellään puukerrostalorakentamista ja Cubesta Oy:n toteuttamana yhdeksän puukerrostalon kortteli. Cubesta on aiemmin rakentanut puurakenteisia pienkerrostaloja Espooseen ja puukerrostalon Järvenpäähän vuonna 2018.

CLT- ja LVL-rakentamistekniikan edut kiertotalousnäkökulmasta

- CLT- eli ristiinlaminoidut liimapuulevyt (Cross Laminated Timber) sekä LVL (Laminated Veneer Lumber) ovat esivalmistettuja ja tehtaalla valmiiksi aukotettuja rakennustuotteita. Työmaalla niistä rakentaminen on huomattavan nopeaa ja siten myös kustannustehokasta.
- CLT-levy valmistetaan kolmesta tai useammasta liimapuukerroksesta päällekkäin liimaamalla. CLT-levyä voidaan käyttää rakennuksen kantavina seinä-, katto- ja välipohjaelementteinä ja niitä yleensä myös yhdistetään esimerkiksi betoniseen pohjarakenteeseen.
- Rakennuksen elinkaaren lopussa puurakenteet on helppo purkaa ja kierrättää (Veijola, 2011)
- Puurakennuselementtien valmistajia löytyy Suomesta useita.
- CE-merkinnälle toistaiseksi ei ole ratifioitua tuotestandardia CLT:lle vaan valmistajilla on tätä odottaessa ja sen sijaan kansallinen VTT:n tuotehyväksyntä (Timo Toivanen, tuotantoinsinööri, Crosslam, sähköpostiviesti 27.2.2019)
- Ainakin osalla puurakennuselementeistä on M1-merkki.

Puumuovikomposiitit

Puumuovikomposiitti (Wood Plastic Compounds, WPC) on puukuidun ja muovin yhdistelmä. Se voi sisältää myös lisäaineita. Sen raaka-aineena voidaan käyttää mm. jättepuuta, kierrätyspaperia ja metsäteollisuuden sivutuotteita sekä kierrätysmuovia. Valmistajat eivät kuitenkaan aina tiedota kotisivuillaan, mistä muovi on peräisin. Puukuitujen osuus raaka-aineesta vaihtelee 20–90 %:n välillä. Tuotteita markkinoidaan yleensä pitkäkestoisiksi ja huoltovapaiksi.

- Puumuovikomposiitista voidaan valmistaa esimerkiksi terassilautoja, lattialaattoja ja julkisivupaneeleita. Ominaisuuksiltaan se korvaa mm. kyllästettyä puuta ja lasikuitua. Sen valmistuksen on kuitenkin arvioitu aiheuttavan enemmän kasvihuonekaasupäästöjä kuin painekyllästetyn puun valmistus. Puumuovikomposiitin käytöllä vältetään painekyllästysaineen haitalliset vaikutukset (Veijola 2011). Toisaalta nykyaikaisen lämpökäsittelyn avulla puutuotteidenkin osalta vältetään haitallisten aineiden käyttämiseltä elinkaaren aikana.
- Lämpöpuukomposiitti LunaComp Deck: Piharakentamiseen, yli 60% uusiomateriaalia. Sisältää 65% lämpöpuukuitua ja 20% Fortumin CIRCO polypropeenin -kierrätysmuovia (ei CE-merkkiä).
- Ecowood -puumuovikomposiittituotteet: Terassilaudat valmistetaan 60% bambukuidusta, 30% HDPE (polypropyleeni) kierrätetyistä muovipusseista ja PET-pulloista, 10% lisäaineita (UV-suoja ja homeenestoaineita) (www.ecowood.se).

Muovikomposiitit

- Suomalainen Durat on polyesteripohjainen massiivimateriaali (solid surface), joka sisältää noin 30% uusiomuovia ja on 100%:sti kierrätettävissä. <https://www.durat.fi/koti/>
- Durat kestää kovaakin kulutusta, kemikaaleja ja kosteutta. Sen väitetään olevan pitkäikäinen materiaali, jonka pinta voidaan tarvittaessa uudistaa kevyesti hiomalla.
- Duratin Zero Waste Bistro -sarja on vuoden 2019 Frame Awards -palkinnon voittaja kategoriassa kestävä kehitys (muotoilija: Linda Bergroth).
- Durat on M1-päästöluokiteltu materiaali ja Duratilla on 15 vuoden takuu.
- Durat-tuotteita on esimerkiksi keittiö- ja kylpyhuonekalusteet, pesualtaat ja ammeet, tuolit sekä penkkitasot.
- Myös puun ja muovin yhdistelmäkalusteita

11) Keraamiset ja lasiset laatat

- Floor Gres'in Eco tech -sarja on keraaminen teollisuustuote, jonka tuotannossa hyödynnetään muussa keraamisen tuotannon sivutuotetta, keraamisia palasia ja jauhoa.
- Eco tech -sarja tarjoaa 2 väri vaihtoehtoa: Eco light and Eco dark sekä Eco light mosaiikki ja Eco dark mosaiikki.
- Tuotteilla on EU:n ympäristömerkki ja CE-merkki
- The Greenhouse Effect -niminen yritys tarjoaa lasimosaiikki-seinälaattoja kierrätetystä lasista (ei CE-merkkiä).



Kuva: @Florim Ceramiche – collezione Ecotech 1.0 di Floor Gres

12) Yhteenveto

- CE-merkintä on pakollinen vain sellaisille rakennustuotteille, joille on olemassa harmonisoitu tuotestandardi.
- Sekä uusiotuote että kierrätetty tuote on mahdollista CE-merkitä vapaaehtoisella menettelyllä.
- Kierrätetyt tuotteet (valmistettu ennen vuotta 2013 kun rakennustuoteasetus astui voimaan) joiden tuotekategoriolla on olemassa harmonisoitu tuotestandardi, jäisivät nykytulkinnan mukaan CE-merkintäpakotteen ulkopuolelle. Kierrätystuotteelle voi myyjä tai valmistaja niin halutessaan hakea CE-merkinnän vapaaehtoismenetelmän kautta, teknisen lupaprosessin myötä. Kierrätetty tiili on esimerkki tästä.
- Markkinoilla on useita CE-merkittyjä uusiotuotteita eri materiaali- ja tuotekategorioissa. Tarjonta näyttää kuitenkin toistaiseksi olevan suhteellisen rajoitettua monen tuotekategorian kohdalla.
- Tämän selvityksen mukaan perinteiset selluvillaiset sekä mineraalivillaiset lämpöeristeet näyttäisivät edelleen muodostavan suurimman uusiotuotteiden valikoiman Suomessa.
- Toinen merkittävä uusiotuotekategoria on uusiolasista valmistetut vaahtolasituotteet . Vaahtolasimurskeen käyttötarkoituksia ovat rakennusten lämpö- ja routaeristeenä sekä perustusten kevennystäytteenä toimiminen. Vaahtolasisia rakennuselementtejä voidaan käyttää koko talon ulkovaipan rakentamiseen ja eristeeksi, ja myös parveke- sekä kattosovelluksia löytyy.
- Kartoituksessa löytyi 100 % uusioalumiinista valmistettuja kehyksiä ikkunoille, oville ja muulle julkisivuille (julkisivuihin ja sisäkäyttöön).

- Lisäksi löytyi laattavalmistaja, joka valmistaa uusiokeraamisia laattoja laattateollisuuden sivutuotteista, ja löytyi myös mm muovi- ja puumuovikomposiittituotteita.
- Uusiobetonin sovelluksia ja sen hiilensidontaprosessia on tutkittu ja tutkitaan eri projekteissa. Uusiobetonin käyttö soveltuvissa kohteissa ja sen edelleen kehittäminen on suositeltavaa. Vielä ei kuitenkaan ole näyttöä siitä, että uusiobetoni soveltuisi rakennusten vaativimpiin kestävyyskohteisiin.
- Betonimurskeen laajempi käyttö maapäällisiin ulkorakennelmiin on suotavaa luonnonkiveä korvaavaan hyödyn ja myös mahdollisen betonimurskeen hiilensidontakyvyn takia.
- Puu on Suomen luonnossa uusiutuva, kestävä rakennusmateriaali kaikkii rakennuksiin. Puulla on eri tutkimuksissa todettu olevan myönteisiä terveysvaikutuksia ihmisiin. Muun muassa näistä syistä on järkevää vakavasti harkita puun potentiaali kiertotalouden keskeisenä rakennusmateriaalina myös julkisessa rakentamisessa.
- Myös hamppubetoni on pääosiltaan uusiutuva rakennusmateriaali ja tarjoaa puurunkoisena kestävän ja mielenkiintoisen vaihtoehdon ainakin kevytrakentamisessa.
- Puuteollisuuden sivutuotteita käytetään Suomessa ainakin osittain puukuiturakennuslevyinä sekä mahdollisesti myös puukomposiittituotteena ulkokäyttöön.
- Tässä kartoituksessa on keskitytty teollisesti valmistettuihin rakennustuotteisiin ja julkisten hankkijoiden laatuvaatimukseen talonrakentamisen suhteen.

Sammanfattning

- CE-märkningen är obligatorisk för byggvaror framställda efter den 1.7.2013 och för vilka det finns en harmoniserad produktstandard. Byggvaror för återbruk är möjliga att certifieras med CE märkning på frivillig basis och med stöd av tekniskt godkännande på basen av ETA. Till byggvaror räknas produkter för byggnaders fasta delar (så som grunden, sågat virke, fönster, fasader).
- Enligt en rådande tolkning är produkter (byggda före 2013 när byggproduktförordningen trädde i kraft) för återbruk, och som faller under en produktkategori med en harmoniserad produktstandard, uteslutna från krav på CE-märkning i dagens läge.
- För återbruksprodukter kan tillverkaren frivilligt ansöka om CE-märkning genom teknisk utvärdering. Det existerar idag ett sådant exempel; Återvunnet tegel (Den gamle mursten).
- Det finns till salu en hel del CE-märkta byggvaror framställda av återvunna material inom olika material- och produktkategorier. Utbudet ser ändå tillsvidare ut att vara relativt begränsat inom de flesta produktkategorier där dessa förekommer.
- Utbudet av byggprodukter tillverkade av återvunnet material är stort bland våra mera traditionella mineralulls- och motsvarande cellulosa baserade isoleringsmaterial.
- En betydande kategori återvunna byggvaror är också så kallade cell (eller skum)glasprodukter framställda av återvunnet glas. Cellglas finns till salu både som cellglaskross för isolering av grunder, mellanskikt och dylikt, och även formpressad isolering. Cellglaselement för konstruktion av hela huset inklusive tak och balkongelement finns också.
- Studien fann aluminiumramar som tillverkas av 100% återvunnen aluminium för fönster, dörrar och motsvarande glasfasader

- Studien fann också en mellaneuropeisk tillverkare av kakelplattor som framställs av rester från kakelproduktionsprocesserna, liksom också plast- och trä-plast kompositprodukter.
- Gällande betong så har det gjorts och pågår studier gällande a) utvecklandet av metoder för att utnyttja restbetong i tillverkningen av ny betong också för krävande hållfasthetsändamål b) betongens karbonatisering och dennas betydelse som kolsänka. Det anses viktigt att vidareutveckla nybetongens användningsändamål. Det finns emellertid ännu inte några garantier för att återvunnet betongkross är lämpligt för mera krävande hållbarhetsändamål.
- För att spara naturstensresurser, och eventuellt även med tanke på karbonatiseringens betydelse, kan man rekommendera ett utvidgat bruk av nybetongkross för olika slags konstruktioner ovanom markytan (i kontakt med luften) så som nätstensmurar.
- Trä är ett i naturen förnybart och mycket hållbart byggnadsmaterial med goda förutsättningar för återbruk. Trä har i flera studier konstaterats vara gynnsamt för människans hälsa. Det finns goda skäl till att begrunda trä som ett byggnadsmaterial centralt för den cirkulära ekonomin. Även hampabetong är ett till största delen förnybart, hållbart alternativt åtminstone för lättare konstruktioner.
- Skogindustrins sidoprodukter utnyttjas åtminstone delvis i produktionen av olika träfiberskivor och möjligtvis delvis även till en del träplastkompositprodukter.
- Den här studien har fokuserat på industritillverkade byggvaror och med tanke på offentliga upphandlares kvalitetsförväntningar gällande husbyggnation i Finland. Undersökningens syfte är inte att rangordna varumärken eller gynna någon tillverkares produkter. Undersökaren ansvarar inte för att information som är hämtad från tillverkarna hemsida stämmer.

Summary in English

- The CE marking is compulsory for construction products produced after 1.7.2013, and for which there is a harmonized product standard. Construction materials for reuse can be certified with CE marking on a voluntary basis, and with the support of technical verification on the basis of ETA. Construction products include products for buildings' fixed parts (e.g. foundation, sawn timber, windows, facades).
- According to a prevailing interpretation, products (built before 2013 when the construction product regulation came into force) for reuse, falling under a product category with a harmonized product standard, are excluded from requirements for CE marking today. For reusable construction products, there exist one example of voluntary CE marking today: recycled bricks.
- There is a variety of commercial CE marked construction products made from recycled materials in different material and product categories. The range though is still relatively limited in most product categories where these occur.
- The range of construction products made of recycled material is large among traditional Finnish mineral wool and similar cellulose based insulation materials.
- A significant category of recycled construction products is foam glass made of recycled glass. Foam glass is available for sale both as foam glass crush (also form pressed foam glass) for insulation of foundations etc. and also as isolating construction elements for the entire building, roofs and balconies included.

- The study found aluminum frames manufactured from 100% recycled aluminum for windows, doors and similar glass facades. The study also found tile plates made from leftover tile residues in production processes, and also plastic- and wood-plastic composite products.
- Studies has been done / are ongoing regarding a) the development of methods for utilizing returned concrete in the manufacture of new concrete, and b) the carbonation of concrete and its potential as a carbon sink. It is considered important to further develop the use of returned concrete into new concrete. However, there is still not evidence that recycled concrete is suitable for highly demanding construction purposes.
- To save natural stone resources, and also because of the possible carbonation of concrete, it can be recommended to expand the use of recycled concrete crush for different landscaping constructions above the ground surface.
- Wood is renewable in the Nordic nature, very durable for construction and with good potential for reuse. In several recent studies, wood has been found to be beneficial to human health. There are good reasons for considering wood as a construction material central for the circular economy approach. Wood industry side products are at least partly used for wood fiber boards and maybe partly also in some of the wooden-plastic composite products.
- Also Hemp Concrete is a largely renewable, durable alternative or at least for lighter construction designs.
- This study has focused on industrially manufactured construction products and with regard to the quality expectations of public procurers regarding house construction in Finland.
- The survey does not rank the superiority of brands, and does not favor the products of any manufacturer. The surveyor is not responsible for the accuracy of the information provided by the manufacturers on their website.

13) Lähteet/Källor/ References

- Alhola , Katriina ja Kaljonen, Minna *Kestävät julkiset hankinnat – nykytila ja kehittämisehdotuksia* , YM, 2017
- Alumeco, 2019. www.alumeco.se
- Aluminium Association, www.aluminium.org
- Anpe Oy:n kotisivuja
- Augustin, S., Fell, D., 2015, *Wood as a restorative material in healthcare environments*:
<http://www.woodworks.org/wp-content/uploads/Wood-Restorative-Material-Healthcare-Environments.pdf>
- Betoni, 4/2012, https://betoni.com/wp-content/uploads/2015/09/BET1204_54-55.pdf
- Cellglas Sweden AB, www.cellglas.com
- CE merkinnästä : www.henhelpdesk.fi
- Cliphut:in kotisivuja
- CLT elementti Sampo: <https://www.elementtisampo.fi/puurakentaminen/>
- CLT Plant, <http://www.cltplant.com/>
- Crosslam, www.crosslam.fi
- Ecowood Scandinavia AB:n kotisivuja
- Ekobyggportalen <http://www.ekobyggportalen.se/byggmaterial/cellglas>
- Eko-expert Oy:n kotisivut
- Eriksson Annukka; *Kiertotalous –Talonrakentamisen esimerkkitaupauksia*, PP esitys, Helsingin Kaupungin Ympäristötoimi, 03/2019
- Euroopan komission kotisivuja

- Finnfoam, tiedote 25.4.2019, <https://www.finnfoam.fi/uutiset/kiertotalousratkaisu-finnfoamilta-ff-kierratysakeilla-kerataan-muovieristejatteet-uusiokayttoon/>
- Flor Gres:in kotisivuja www.florim.com
- Future Build Norge <https://www.futurebuilt.no/English> <https://byggalliansen.no/aktuelt/publikasjoner/gronn-materialguide/>
- Green Building Council Finland, 2018; *Näin rakennamme kiertotaloutta - 7 tavoitetta kiertotalouden toteutumiseksi KIRA-alalla*, GBC Finland ja Sitra, 2018
- Hoisko Oy:n kotisivut
- Heino P., Toivonen J.; Ympäristöministeriön tiedote 12.9.2018: [Tutkimus: Puukerrostalojen määrän odotetaan tuplaantuvan vuosina 2018-2020](#)
- Hemprefinen kotisivuja , 2019; <http://www.hemprefine.fi/tuotteet/hamppubetoni>
- Hradil P., Talja, A., Wahlström, M., Huuhka S., Lahdensivu J., Pikkuvirta, J., 2014, *Re-use of structural elements : Environmentally efficient recovery of building components*
- Høibye, L., Sand, H., 2018, *Circular economy in the Nordic construction sector - Identification and assessment of potential policy instruments that can accelerate a transition toward a circular economy*, Nordiska Ministerrådet, 2018
- Isover, www.eristaminen.fi
- Joutsenmerkin kriteerit rakennuksille <https://joutsenmerkki.fi/kriteerit/089-talot-pientalot-kerrostalot-koulu-ja-paivakotirakennukset-3/>
- Kingspan, 2019, www.kingspan.com/fi/fi-fi/tuotteet/eristetyt-paneelit/quadcore-jarjestelmat
- Kortesoja, A., Bröckl M., Jonsson, H., Kontiokari V., 2018, *Nordic Best Practice relevant for UNEP 10YFP on Sustainable Buildings and Construction and Sustainable Food Systems*, Nordiska Ministerrådet

- Kuittinen, Matti, Le Roux, Simon; *Vihreä julkinen rakentaminen* – hankintaopas, YM, 2017
<http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/80653>
- Käydyt keskustelut: Alhola, Katriina, SYKE, Cronhjort, Yrsa, VTT, Dahlbo, Helena, SYKE, Hradil, Petr; VTT, Huuhka, Satu; TUT, Isorinne, Mauri Saint-Gobain, Johansson, Jens, Upphandlingsmyndigheten, Judl, Jachym, SYKE, Koponen, Antti, Rakennusteollisuus, Kuittinen, Matti, YM, Linjama, Jarmo, SYKE, Mattila, Jussi, Betoniteollisuus, Mattila, Tuomas, SYKE, Nissinen, Ari, SYKE, Salmenperä, Hanna, SYKE, Salo, Hanna, SYKE, Salonen, Satu; Helsingin Kaupunki, Sankelo, Paula, SYKE, Toivanen, Timo, Crosslam, Tollander, Max, Knauf Oy, Varis, Sirje, VTT, Wahlström, Margareta, VTT.
- Köylyjärvi Emilia, 2014; *Vahtolasimurskeen käyttö maa- ja pohjarakentamisessa*, Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä, 14/2014
- Lahtinen, Antti, 2014. Hamppubetoni rakennusmateriaalina, opinnäytetyö, Seinäjoen ammattikorkeakoulu, 2014.
- Luna wood:in kotisivuja www.lunawood.com
- Material District, www.materialdistrict.com
- Mayo Joseph, Blomgren Hans-Erik; *Wood: concrete of the 21st century - Using a regional material to cut carbon emissions, build sustainably, and create a carbon neutral city*,
<http://www.seattle.gov/dpd/Blog/Wood%20Concrete%20of%2021st%20Century.pdf>
- Metsä Wood:in kotisivuja
- Miinin, Joona & Nuutinen, Tommi, 2014. *Hamppu-kalkkikomposiitin valmistus suomalaisista raaka-aineista ja sen kosteustekninen toiminta seinäarakenteena*, Karelia-ammattikorkeakoulu (Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu)
- Moelven Industrier ASA, *Mjøstårnet: A Sustainable Pilot Project*, Pressrelease, 26.9.2018;
<https://www.moelven.com/news/news-archive2/2018/mjostarnet-a-sustainable-pilot-project/>
- Nieminen Anna-Maria, 2016, *Uutta betonia vanhaa hyödyntäen*, Vahnen Rakennusfysiikka, 2016

- Nieminen Anna Maria, 2015, *Murskatun betonin hyödyntäminen uusiokiviaineksena betonissa*
- Owens Corning, kotisivuja vaahtolasista
- Organisaatio, kotisivuja hamppubetonista, 2019, <http://www.organisaatio.fi/index.php/talot-rakentaminen/hempcrete-hamppubetoni>
- Pekkala J., Uusioaines Oy, Rakennustieto, Vaahtolasimurske rakentamisessa
<https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK140402.pdf>
- Prix national de la construction bois :n kotisivuja <http://www.prixnational-boisconstruction.org/les-laureats-aux-prix/laureats-2018>
- Pulkkinen K., 2016, *Purkumateriaalit – kiertotalouden pommi*, Kemian Lehti nro 6/2016
- Puuinfo: <https://www.puuinfo.fi/puutieto/puurakentaminen>
- *Puu opas julkisiin hankintoihin, Puu lehden erikoisnumero*, Puuteollisuus, 2017 : http://puutuoteteollisuus.fi/wp/wp-content/uploads/2017/02/Julkkis_sivuihin_LOW.pdf
- Purso Building Systems, kotisivut <https://pursobuilding.fi/fi/tuotteet/purso-greenline/>
- Rakennusteollisuuden kotisivuja
- Rudus, kotisivut, huhtikuu 2019
- Ruuska, A., Häkkinen, T., Vares, S., Korhonen M-R., ja Myllymaa, T., 2013, *Rakennusmateriaalien ympäristövaikutukset*, Ympäristöministerin raportteja 8/2013
- Järvinen, L., Sinervo, R., Laita, S., ja Määttä, M. (Deloitte), *Kriittinen siirto, Suomen kiertotalouden tiekartta 2.0*, Sitra, 2019: <https://www.sitra.fi/hankkeet/kriittinen-siirto-kiertotalouden-tiekartta-2/>

- Stora Enso <http://www.clt.info/fi/>
- Strandberg-de Bruijn, Paulien, 2012. *Material Properties and Full-Scale Rain Exposure of Lime-Hemp Concrete Walls*, Lund University.
- Sapabuildingsystem, 2019, www.sapabuildingsystem.com
- Suomen Asuntomessujen kotisivuja
- Suomen Selluvilla eriste Oy:n kotisivuja
- Suomen Uusioaines Oy:n kotisivuja
- Suomen Tuulileijona Oy :n kotisivut <http://www.tuulileijona.fi/fi/ymparisto/puhdasta-energiaa/energiatehokkuus-skano-group-as-lla>
- Tanskan kierrätystiiliyrittäjä *Den gamle mursten*: <http://en.gamlemursten.dk/>
- Teknologiaoikeus r.y:n Alumiinituotteet toimialaryhmä , 2013, *Rakenna tulevaisuutta varten – Rakenna alumiinista*, Alliance for Aluminium Germany - Austria – Switzerlandin esitteen Suomen kielen käännös
- Termex, 2019. <https://www.termex.fi/>
- Timberpoint, 2019. <http://www.timberpoint.fi>
- Tuokkola, Toni, 2012 *Kierrätystuotteiden hyödyntäminen rakentamisessa*, Oulun seudun ammattikorkeakoulu.
- UltraTouch Recycled Denim Insulation <http://www.bondedlogic.com/ultratouch-denim-insulation/>
- Vaahtolasilevyt, Cellglas: <https://cellglas.com/>
- Vaahtolasimurskeen käyttö maa- ja pohjarakentamisessa (Emilia Köylyjärvi) https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf8/lts_2014-14_vaahtolasimurskeen_web.pdf

- Veijola, Päivi, 2011, *Kierrätysmateriaalien käyttö rakentamisessa*, Tampereen teknillinen yliopisto
- *Vihreä betoni voi puolittaa betonin hiilidioksidipäästöt*, artikkeli, *Betoni* 4/2012
- Wahlström M. 2014; *Sustainability of construction materials and products – CE marking, EPD tools, quality issues*, ReUse workshop, VTT.
- Wahlström, M., Laine-Ylijoki, J., Järnström, H., Kaartinen, T., Erlandsson, M., Palm Cousins, A., Wik, O., Suer, P., Oberender, A., Hjelmar, O., Birgisdottir, H., Butera, S., Fruergaard Astrup, T. & Andreas Jørgensen. (2014). *Environmentally Sustainable Construction Products and Materials - Assessment of release and emissions*. NORDIC INNOVATION REPORT 2014:03 // MARCH 2014, http://www.nordicinnovation.org/Global/Publications/Reports/2014/Environmentally%20Sustainable%20Construction%20Products%20and%20Materials_Final_report.pdf
- Wiedenoja E., Myhre, K., Kilvær, L., 2018, *Ombrug av stål og tilknyttede byggmaterialer*, Norsk stålforbund http://www.stalforbund.no/uploads/source/files/products/Ombruksrapporten_utgave_1.1.pdf
- Wood2New – projektin (2014-2016) raportit : <http://www.wood2new.org/>
- Ympäristöministeriön kotisivuja CE merkinnästä <https://www.ym.fi/fi-FI/haku?n=25247&d=1&s=CE+merkint%c3%a4>
- Ympäristöteollisuuden kotisivuja, www.ytpliitto.fi