

Circular Economy – A Game Changer for the Wood Building Industry /
Kiertotalous – uusia mahdollisuuksia puurakennusteollisuudelle

Hyvät käytännöt –raportti

Virpi Palomäki (toim.)

Tampereen yliopisto

8.4.2021

Sisällysluettelo

1. Johdanto

2. Kierrätys- ja sivuvirtamateriaalien käyttö rakentamisessa

2.1 Rakennusmateriaalien kierrätystä Tanskassa

2.2 Kunnianhimoisia tavoitteita Alankomaissa

3. Living lab ja Greenlab

3.1 Green Village Delftissä Alankomaissa

3.2 Greenlab Skive Tanskassa

3.3 Circularity City -projekti Tanskassa

4. Massiivipuurakentaminen elinkaarimallilla

4.1 Pudasjärven hirsikampuksen rakenneratkaisu

4.2 Pudasjärven hirsikampuksen elinkaarimallin odotettuja ja toteutuneita mittaustuloksia

5. Puurakentamisen erityispiirteitä

5.1 Hiilijalanjäljen arviointi rakennusmääräyksissä

5.2 E-lukua koskevat poikkeukset ja palomääräykset massiivipuurakennuksissa

5.3 Voiko puu parantaa rakennusten sisäilmaa ja energiatehokkuutta

5.4 Puun supervoimat ja hyvinvointiarvo

5.5 Puurakennusten akustisia erityispiirteitä ja askelääneneristys

5.6 Liitokset ja kiinnikkeet puurakentamisessa

6. Muunneltavuus ja monikäyttöisyys

6.1 Townhouse - muunneltava ja ekologinen kaupunkiasunto

6.2 Muunneltava Eco School -konsepti

6.3 Siirrettävät TeijoTila –moduulit

6.4 Sydänpuu-konsepti

6.5 Tampereen Vuoreksen ja Hiedanrannan alueiden kehittäminen

7. Alustat ja kauppapaikat

7.1 Netlet Oy

7.2 Verte Oy

7.3 Materiaalitori

8. Arviointi- ja laskentatyökalujen kehittäminen ja käyttö

8.1 Vihreän profiilin arviointityökalun kehittäminen

8.2 CE Wood -hankkeen työpajan arviointi kiertotalouden liiketoimintamallien toimivuudesta

8.3 Bionova Oy:n kehittämä elinkaarilaskentatyökalu

8.4 CE Wood -hankkeen seinärakenteiden hiilijalanjäljen vertailututkimus

8.5 Puu- ja betonirakenteisen koulun hiilijalanjäljen ja energiankulutuksen vertailu

9. Kestävän rakentamisen ohjaus ja lainsäädäntö

9.1 Sitran kiertotalouden tiekartta

9.2 Ympäristöministeriön kestävän rakentamisen ohjaus

9.3 CE Wood -hankkeen työpajan tuloksia kiertotalouden ratkaisujen käytöstä rakennusallalla

1. Johdanto

Tämä raportti on tehty osana *Kiertotalous – uusia mahdollisuuksia puurakennusteollisuudelle* -projektia, joka on Botnia Atlantica -ohjelman rahoittama Interreg-projekti. Suomesta projektissa ovat mukana Tampereen yliopisto sekä Seinäjoen ammattikorkeakoulu ja Novia ammattikorkeakoulu. Ruotsista mukana on Uumajan yliopisto. Tampereen yliopisto ja Seinäjoen ammattikorkeakoulu toteuttavat yhdessä työpakettia *'tekniset ratkaisut'*, jonka tuottama tämä raportti on.

Projektin tavoitteena on parantaa seudullisten yritysten kilpailukykyä kansainvälisillä markkinoilla edistämällä uusien verkostojen ja yritysekosysteemien syntymistä, sekä tukemalla menestykselliseksi todettujen kiertotalousmallien käyttöönottoa. Projektin päätavoitteena on tukea seuduilla toimivia pieniä ja keskisuuria yrityksiä niiden pyrkiessä ylittämään tavanomaisia kiertotalouteen siirtymisen esteitä.

Tähän raporttiin on koottu monipuolisesti puutuote- ja rakennusalan kiertotalouteen ja vähähiiliseen rakentamiseen liittyviä hyviä käytäntöjä sekä Euroopan kiertotalouden edelläkävijämaista että Suomesta. Raportissa on myös kappale Suomen uudistuvan rakennus- ja jätelainsäädännön myötä tulevista uusista ohjeista ja vaatimuksista sekä tuloksia tämän hankkeen aikana tehdyistä selvitystöistä. Tanskan ja Alankomaiden hyvät käytännöt perustuvat projektin opintomatalla saatuihin kokemuksiin. Suomea koskeva materiaali on koottu pääosin useiden eri asiantuntijatahojen seminaari- ja webinaariesityksistä.

2. Kierrätys- ja sivuvirtamateriaalien käyttö rakentamisessa

2.1 Rakennusmateriaalien kierrätystä Tanskassa

Kööpenhaminassa Ørestadissa on kaksi Lendager Groupin rakennuttamaa kerrostaloa, joissa pääosa rakennusmateriaaleista on kierrätettyjä. Käytettyjä ikkunoita, puumateriaalia, betonia ja tiiliseiniä on saatu uudelleen käyttöön vanhoista rakennuksista.

Käytettyjen ikkunoiden ja betonin kierrätystä

Kolmikerroksisessa, v. 2018 rakenteilla olleessa kerrostalossa on käytetty poikkeuksellisia rakennusmenetelmiä. Rakennuksen ikkunoista 75 % on käytettyjä, ja ne on saatu käytöstä poistuneista rakennuksista Pohjois-Tanskasta. Ikkunoista on koottu seinän kokoisia elementtejä, joista kahden ensimmäisen kerroksen julkisivu on tehty. Kolmannen kerroksen ulkoverhoilu ja rakennuksen lattiat on tehty paikallisen puualan yrityksen sivuvirtamateriaalista. Rakentamisessa on käytetty myös kierrätettyä betonia, jota on saatu 1400 tonnia Kööpenhaminan metrotyömaalta. (Palomäki ja Lehtisaari 2018)



Kuva 1. Upcycle Studios Ørestadissa Kööpenhaminan eteläisellä alueella, 75 % ikkunoista on peräisin käytöstä poistetuista rakennuksista. (Kuva Virpi Palomäki, CE Wood -projekti)

Tiiliseinien ja puun kierrätystä

Samalle asuinalueelle Ørestadissa on rakennettu myös tiiliverhoiltu viisikerroksinen kerrostalo 'Resource Rows', jossa ideana on ollut käyttää uudelleen käytöstä poistuneiden tiilirakennusten seiniä uusissa rakennuksissa. Seinäelementit on tehty leikkaamalla vanhoista tiilirakennuksista palasia ja asettelemalla ne teräskehikoihin, joita käytetään uuden rakennuksen seinäelementteinä. Elementit on koottu eri kokoisista ja värisistä palasista, mistä johtuen ne ovat poikkeuksellisen näköisiä. Tiiliosat oli leikattu Carlsbergin historiallisesta panimosta Kööpenhaminasta sekä vanhoista kouluista ja teollisuusrakennuksista ympäri Tanskaa.

Kerrostalossa on käytetty myös vanhasta Kööpenhaminan metroasemasta purettua puumateriaalia. Puujäte on käsitelty kauniiksi ja kestäväksi uudistuotannon rakennusmateriaaliksi. Kierrätettyä puuta käytetään ulkoverhoilussa ja sisätiloissa.



Kuva 2. Resource Rows -rakennuksessa on käytetty vanhojen purettavien rakennusten tiiliseiniä, jotka on leikattu moduuleiksi, ja niistä on koottu uusia seiniä. Myös vanhasta Kööpenhaminan metrorakennuksesta purettua puumateriaalia on uudelleenkäytetty. (Kuva Virpi Palomäki ja Paula Pihlaja, CE Wood -projekti)

2.2 Kunnianhimoisia tavoitteita Alankomaissa

Alankomaiden suunnitelmissa on siirtyä kokonaan kiertotalouteen vuoteen 2050 mennessä. Ensimmäinen välitavoite on vuonna 2030, jolloin puolet käytettävän raakamateriaalin määrästä on tarkoitus olla kierrätettyä.

Rakennusallalla jotkut kunnat käyttävät jo kiertotaloutta yhtenä kriteerinä julkisten hankkeiden kilpailuttamisessa. Kiertotalouden asteen mittaamisen tueksi rakennuksille otetaan käyttöön myös materiaalipassit, joiden tarkoituksena on parantaa raaka-aineiden liikkumisen seuranta rakennusallalla. Hollantilainen riippumaton tutkimusorganisaatio TNO tukee aktiivisesti johtavia tiedeinstituutteja, yrityksiä, paikallisia yhteisöjä ja yliopistoja kiertotalouden kehittämishankkeissa. Lisätietoja CE-kehityshankkeista TNO:n verkkosivuilta. (Palomäki ja Lehtisaari 2018)



Picture 3. TNO on testaamassa erilaisia kierrätetystä materiaalista tehtyjä seinäelementtejä. (Kuva Virpi Palomäki, CE Wood -project).

Laajamittaisia kehityshankkeita

Alankomaiden hallitus tukee kiertotalousstrategiaa vahvasti ja monet provinssit, kuten Friesland, Groningen ja Drenthe ovatkin käynnistäneet laajamittaisia kiertotaloushankkeita. Drentheniin kuuluvassa Assenin kaupungissa on käynnistymässä rakennushanke, jossa 100 asuinrakennusta on suunniteltu rakennettaviksi kokonaan kierrätetyistä materiaaleista. Rahoitus hankkeelle on jo saatu ja rakennustyöt käynnistyvät vuonna 2019.

Provinssien alueilla on jo pitkään tehty pohjatyötä valmistelemalla kiertotalouteen siirtymistä. Sekä Assenissa että Frieslandin suurimpien kaupunkien kouluissa annetaan opetusta kiertotaloudesta ja kestävästä kehityksestä jo ala-asteelta lähtien.

3. Living labs

3.1 Green Village Delftissä

Green Village on Delftin teknillisen yliopiston living lab -alue, joka toimii testialustana kaiken tyyppisille elinympäristöön liittyville innovaatioille ja tutkimuksille. Teemat vaihtelevat uusien materiaalien tutkimuksesta rakennuskomponentteihin ja sisätilojen suunnitteluun. Myös uusia palveluita, asennusratkaisuja, älytekniikan ratkaisuja ja jopa sähköverkkoja tutkitaan.



Kuva 4. Green Village -alue Delftissä (kuva Annika Glader, CE Wood -project)

Todelliset asukkaat ovat asuneet Green Village -alueen testitaloissa, mikä varmistaa, että innovaatioista on saatu palautetta todelliseen käyttöön ja kulutukseen perustuen. Green Villagessa asuvat ihmiset ovat osa Living Lab -testikenttää, joka muodostaa testausympäristön kaikenlaisille elinympäristöön liittyville innovaatioille.

Woodyshousing yrityksellä on testitaloja Green Villagessa, ja se tarjoaa asumisratkaisun, joka perustuu kiertotalouden mukaisen rakennusjärjestelmään, tekniikkaan ja yhteisöalustaan. WOODY on rakennuskehitysprosessin prototyyppi, josta saatujen kokemusten perusteella on tavoitteena aloittaa laaja tuotanto. Living Labissa olevan rakennuksen prototyypin avulla tuotetta arvioidaan ja pidetään yhteyttä loppukäyttäjiiin.



Kuvat 5-6. 5. WOODY on Woodyshousing yrityksen testirakennuksen prototyyppi 6. Prêt-à-Loger on kestävän kunnostamisen konsepti, jossa on älykäs kasvihuone -rakenne (picture by Virpi Palomäki, CE Wood -project)

Sustainer Homesilla on myös testitalo ”Office Lab” Green Villagessa. Office Lab on suunniteltu joustavaksi, mukautuvaksi ja modulaariseksi, jotta eri tarpeet voidaan helposti täyttää. Todelliset käyttäjät käyttävät toimistotilaa päivittäin varmistaen, että innovaatiosta saadaan kokemusta ja palautetta todelliseen käyttöön ja kulutukseen perustuen.

Prêt-à-Loger on kestävän kunnostamisen konsepti, jolla Delftin teknillinen yliopisto voitti kansainvälisen Solar Decathlon Europe 2014 -kilpailun. Niin kutsuttu ’toinen iho’ -konsepti yhdistää energiansäästötoimenpiteitä ja lisää samalla asuintilaa ’älykäs kasvihuone’ -rakenteella. Green Villagessa olevaa prototyyppiä käytetään tällä hetkellä konseptin jatkotutkimukseen ja uuden teknologian testipaikkana.

2.2 GreenLab Skive Tanskassa

Skiven kunta julkaisi strategisen tiekartan vuosille 2017-2020: ‘A business Park and Symbiosis Platform for Green Growth and Innovation’ heinäkuussa 2017. Tiekartassa esitetään joukko strategisia tavoitteita ja kootaan organisatorista, taloudellista ja teknologista tietoa yhdeksi kokonaisuudeksi.

Ajatuksena on luoda yrityspuisto, johon mahtuu yli 20 yritystä, jotka sijaitsevat puiston ytimen muodostavan keskusrakennuksen ympärillä. Keskusrakennus on yhteiskäytössä, ja siellä on koulutus- ja tutkimustiloja, esittelyalueita, näyttelytiloja ja kokoustiloja.

GreenLab-projektin idea on 'power-to-gas' -laitos, joka mahdollistaa tuulivoiman laajan muuntamisen energiaksi, joka varastoidaan kaasuna. Tämä tekee GreenLabista luonnollisen valinnan yrityksille, jotka ovat kiinnostuneita uusiutuvasta energiasta. GreenLab kutsuu alueelle myös yrityksiä, jotka pystyvät hyödyntämään ylimääräisen energian.

GreenLab Skive tukee Skiven kunnan liiketoiminta-, ilmasto-, energiapolitiikkaa. Kansallisella tasolla GreenLab Skive tukee Tanskan pyrkimyksiä luoda teollisia symbiooseja, jotka perustuvat Tanskan yrityshallinnon ja Keski-Tanskan alueen vihreän siirtymän aloitteeseen.



Kuva 7. GreenLab Skiven alue (Kuva Virpi Palomäki, CE Wood -project)

3.3 Circularity City projekti Tanskassa

Circularity City -projekti kokoaa toimijoita Keski-Tanskan alueelta yhteen suunnittelemaan tulevaisuuden kiertotalouskaupunkeja ja hyödyntämään kiertotalouden mukaista rakentamista ja suunnittelua kestävän liiketoiminnan kasvun vauhdittamiseksi. Kaupungit ovat avainasemassa kiertotalouteen siirtymisessä.

Kaupungeissa tapahtuu laajamittaisia muutoksia, koska monet ihmiset muuttavat kaupunkialueille, mikä vaikuttaa rakennettuun ympäristöön. Tämä tarjoaa uusia mahdollisuuksia kaupunkien uudelleenrakentamiseen siten, että kiertotalous otetaan huomioon kaikilla kaupunkielämän osa-alueilla ja kiertotalouteen siirtymistä kannustetaan rakennusallalla.

Circularity City on kaupunkien muutoksen ja kasvun moottori Keski-Tanskan alueella. Yhdessä voidaan kehittää uusia kaupunkiratkaisuja, joissa resurssit ja materiaalit suunnitellaan purettaviksi, ja muodostetaan

suljettuja kiertoja, mikä mahdollistaa materiaalien uudelleenkäytön ja kierrätyksen. Circularity City kokoaa yhteen ne yritykset ja kunnat, jotka haluavat ottaa johtoaseman kiertotalouden ratkaisujen kehittämisessä ja osoittaa, miten tulevaisuuden kiertotalouskaupungit rakennetaan.



Kuva 8. Alkuperäinen kuva julkaisussa 'Circularity City - Shaping Our Urban Future, Central Denmark Region'.



Kuva 9. PhD Torsten Sack-Nielsen VIA Centre of Research and Development – Building, Energy and Environment - organisaatiosta piti luennon Skiven vanhassa kaupungintalossa. (Kuva Lars Lindbergh, CE Wood -project)

3. Massiivipuurakentaminen elinkaarimallilla

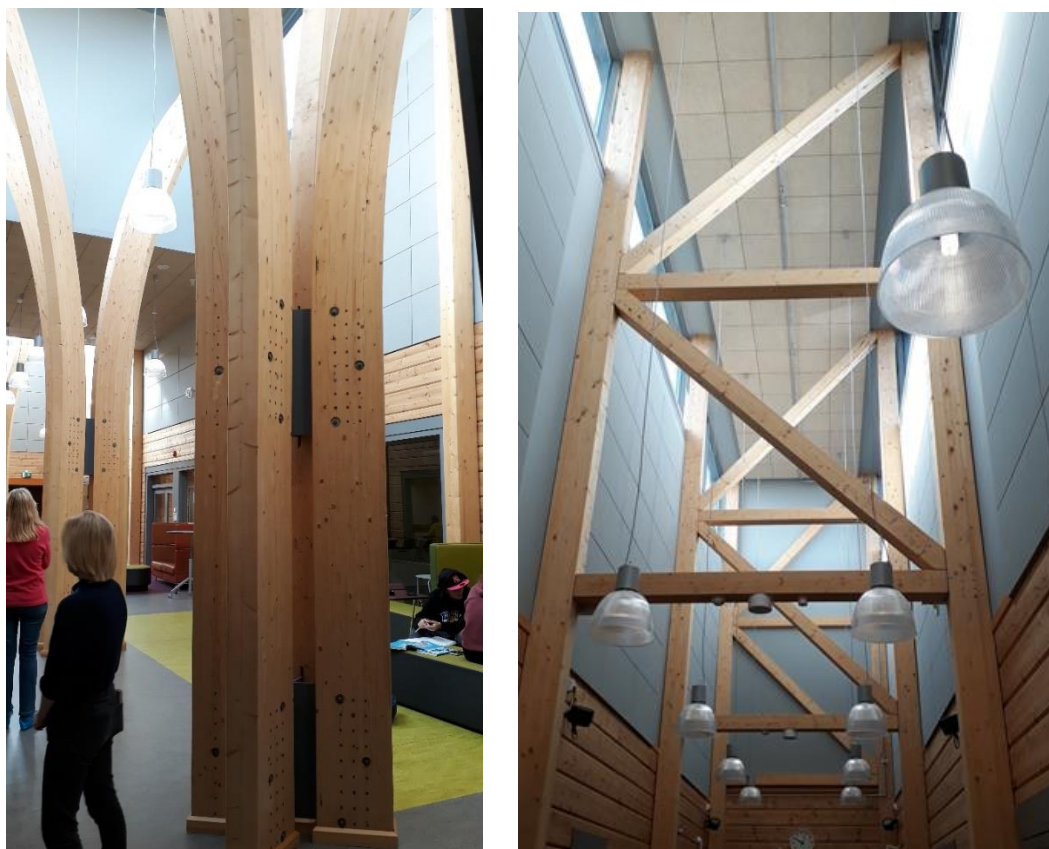
4.1 Pudasjärven hirsikampuksen rakenneratkaisuja

Pudasjärven kaupunki päätti koota eri kouluasteet ja niihin liittyvät muut palvelut yhteen paikkaan ja rakentaa uuden hirsirakenteisen kampuksen. Yksi puun käytön tavoite oli estää kosteus- ja sisäilman laatuongelmat, joita oli todettu aiemmissa koulurakennuksissa. Valinnassa huomioitiin myös ympäristöystävällisyys. Kampus toteutettiin elinkaariprojektina.

Rakennus koostuu neljästä osasta, joissa on kaksi siipeä. Yhden osan runko on teräsbetonia, koska väestönsuoja ja keittiötilat sijaitsevat siinä osassa. Tilat on jaettu riittävän pieniin kokonaisuuksiin, että lapset pystyvät hahmottamaan oman tilansa. Tavalliset luokahuoneet sijaitsevat kahdessa yksikerroksisessa osassa, peruskoulu yhdessä ja lukio toisessa. Kaksikerroksisten osien välissä on keskushalli, joka toimii myös koulun ruokalana.

Betonirunkoista osaa lukuun ottamatta rakennuksen kaikki seinät on tehty hirsistä: ulkoseinät ovat 275 mm ja väliseinät 275 mm, 205 mm ja 130 mm paksuisia lamellihirsiä. Sekä pääsalin että muiden tilojen kattoja tukevat eri muotoiset liimapuupylväät.

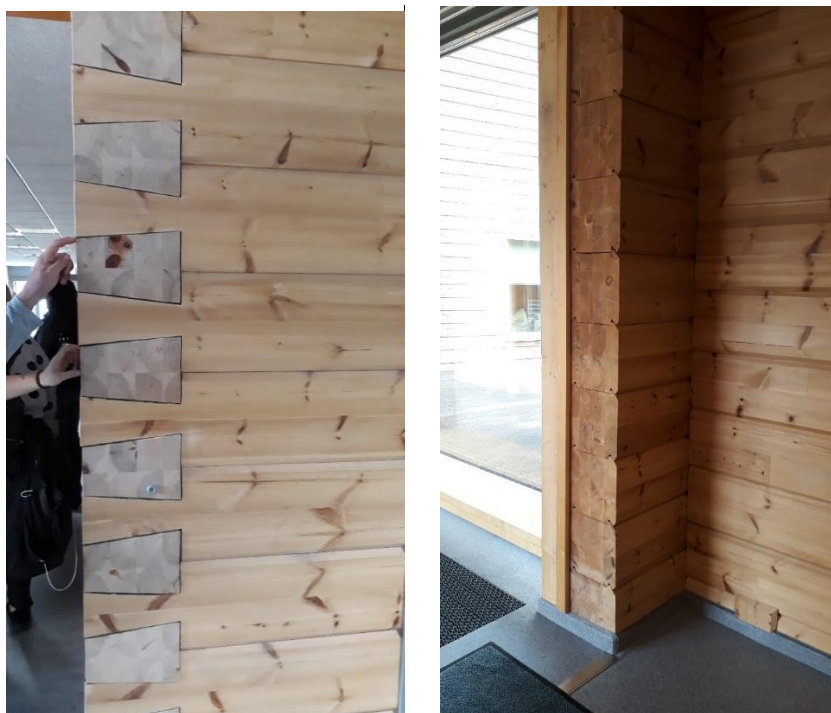




Kuvat 10-12. Hirsikampuksen katon tukirakenteita (kuvat Virpi Palomäki, CE Wood -projekti)

Yksikerroksisissa osissa luokkahuoneet ovat pieniä "hirsimökkejä", joissa on ikkunat ja ovet. Mökkien väliset tilat toimivat avoimina opetus- ja oppimistiloina. Ne saavat luonnonvaloa suurten kattoikkunoiden kautta. Osa opetustiloista saa luonnonvaloa lattiasta kattoon ulottuvista ikkunoista. Kaksikerroksisten osien väliset ikkunat tarjoavat valoa myös ensimmäisen kerroksen käytäville.

Erityinen haaste hirsirakennuksen suunnittelussa oli, miten puumateriaalin tuottamiin erityisominaisuuksiin voidaan vastata. Vaati paljon harkintaa, miten betonirakenteisia ja hirsirakenteisia osia yhdistävä katto ja niiden välinen käytävä käyttäytyisivät vuosien varrella, mutta lopulta löydettiin hyviä ratkaisuja. Suunnitteluprosessin aikana toinen haaste oli, miten paloturvallisuusmääräyksiä tulisi tulkita hirsirakenteisen koulurakennuksen suunnittelussa. Viranomaisten myönteinen asenne auttoi ratkaisemaan tämän ongelman. Välilattioissa ja pääsalin portaikkojen kaiteissa käytettiin ristilaminoituja puuelementtejä.



Kuvat 13-14. Hirsikampuksen nurkkaratkaisuja (kuvat Virpi Palomäki, CE Wood -projekti)

4.2 Hirsikampuksen elinkaarimallin odotettuja ja toteutuneita mittaustuloksia

YIT Talo Oy:n Ville Sormusen (2018) mukaan Pudasjärven hirsikampus on toteutettu elinkaarimallilla, jossa rakentajalla on vastuu osasta käytönaikaisista kustannuksista ja palveluista. Kampuksen elinkaarimallin palvelujakso on vv. 2016 – 2041, rakennuksen pinta-ala 9806 m² ja tilavuus 47826 m³. Energiatohokkuusluokka on B / 129 kWh/ (m²vuosi). Rakentajalla on kunnossapito- ja PTS-vastuut energian kulutuksesta (ei käyttövesi) sekä kiinteistön hoidosta ja siivouspalveluista.

Kaukolämmön elinkaarisopimuksen mukainen lupaus oli 1.293 MWh. Lupaus ei sisältänyt käyttöveden lämmitysenergiaa eikä keittiön kaukolämmönkulutusta. Vuonna 2017 mitattu toteuma oli 1.228 MWh / 25,7 kWh / m³ ja sääkorjattu 1.328 MWh / 27,8 kWh / m³ (toteumavuosi oli lämmitystarveluvultaan 3,6 % vertailukautta pienempi).

Sähkön kulutuksen elinkaarisopimuksen mukainen lupaus oli 408 MWh. Vuonna 2017 mitattu toteuma oli 747 MWh, josta kiinteistösähkön osuus oli 203 MWh ja valaistussähkön 205 MWh.

Sähkönkulutuskohteet:

- Valaistus 134 MWh / 18 %
- Ilmanvaihto 141 MWh / 19 %
- Muu kiinteistösähkö 82 MWh / 11 %
- Käyttäjäsähkö 74 MWh / 10 %
- Keittiön sähkönkulutus 313 MWh / 42 %

Hirsikampuksen sisäilmatutkimukset

Pudasjärven hirsikampukselta mitattiin sisäilman kaasumaisten yhdisteiden: VOC, formaldehydi ja ammoniakki pitoisuuksia. Tutkitut tilat valittiin edustavasti eri tyyppisistä tiloista eri puolilta rakennusta. VOC-mittauksia tehtiin yhteensä 21, formaldehydimittauksia 17 ja ammoniakkimittauksia 3.

Formaldehydin sisäilmapitoisuudet jäivät alle määräysrajan useimmissa mittauksissa. Tämä on epätavanomaista Suomessa. Hirsikampuksen mittaustulosten alhainen yleistaso johtuu kahdesta syystä: 1) rakennuksessa ei ole käytetty materiaaleja esim. liimoja, joista voisi vapautua merkittävästi formaldehydiä ja 2) ulkoilman formaldehydipitoisuus on Pudasjärvellä hyvin alhaisella tasolla.

Mittaustuloksen perusteella rakennuksessa ei ole käytetty irtaimistoa tai materiaaleja, joista voisi vapautua merkittävästi formaldehydiä. Formaldehydiä syntyy myös terpeeniyhdisteiden reagoidessa otsonin kanssa, mutta hirsikampuksessa formaldehydiä ei syntynyt merkittävästi tälläkään mekanismilla.

Kaikissa tutkituissa tiloissa ammoniakkin pitoisuudet jäivät alle määräysrajan (noin $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Tutkimukset tehtiin lähtötilanteen varmistamiseksi sekä irtokalusteiden ja käyttäjäkunnan mahdollisten vaikutusten selvittämiseksi.

Hirsikampuksen käyttäjäkyselyn tuloksia

Toukokuussa 2018 tehtiin käyttäjäkysely koko henkilöstölle (90 kpl). Vastausprosentti oli ~31 %, arviointiasteikko 1-7.

- Keskiarvo 5,71 (edellinen 5,60)
- Tyytyväisyys kohteen sisälämpötilaan 5,0 (5,11)
- Tyytyväisyys kohteen valaistukseen 5,38 (5,72)
- Tyytyväisyys kohteen akustiikkaan 6,25 (6,0)
- Tyytyväisyys kohteen sisäilman laatuun 6,21 (5,56)

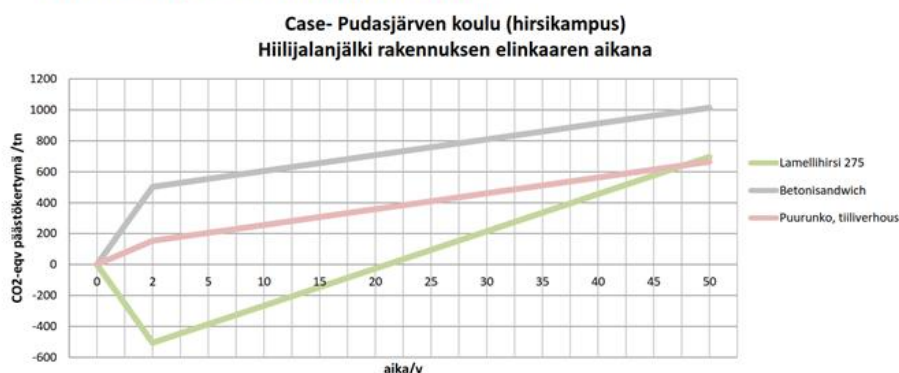
4. Puurakentamisen erityispiirteitä

5.1 Hiilijalanjäljen arviointi rakennusmääräyksissä

Hirsitaloteollisuus ry:n mukaan hiilijalanjäljen laskenta on tulossa Suomessa rakennusmääräyksiin viimeistään v. 2025 (Seppo Romppainen 2018). Sen jälkeen rakennuskohteista on tehtävä kokonaishiilijalanjäljen arviointi. Suomi on seuraamassa osassa EU-maista jo käytössä tai tulossa olevia malleja. Hollannissa CO₂-laskenta tuli pakolliseksi 2018 ja päästöillä on raja-arvot. Ranskassa on velvoite ympäristöselosteille ja CO₂-päästöjen rajat tulivat käyttöön v. 2020. Ruotsissa CO₂-päästöjen ilmoitusvelvollisuus tuli käyttöön v. 2020 ja myös Norjassa CO₂-laskenta on tulossa pakolliseksi kaikissa valtion rakennushankkeissa.

11

Materiaalivalinta on nopeavaikutteinen Hirsikampuksen hiilijalanjälki



Pudasjärven koulu sisältää 973 000 kiloa hirttä ja CLT-levyä. Tämä puumäärä on hiilinielu, johon on sitoutunut noin 430 henkilöauton (135g/km) vuosittaisen ajon (30 000km) tuottamat hiilidioksidipäästöt!



Kuva 15. Hirsikampuksen hiilijalanjälki Hirsitaloteollisuus ry:n Seppo Romppaisen seminaariesityksestä.

5.2 E-lukua koskevat poikkeukset ja palomääräykset massiivipuurakennuksissa

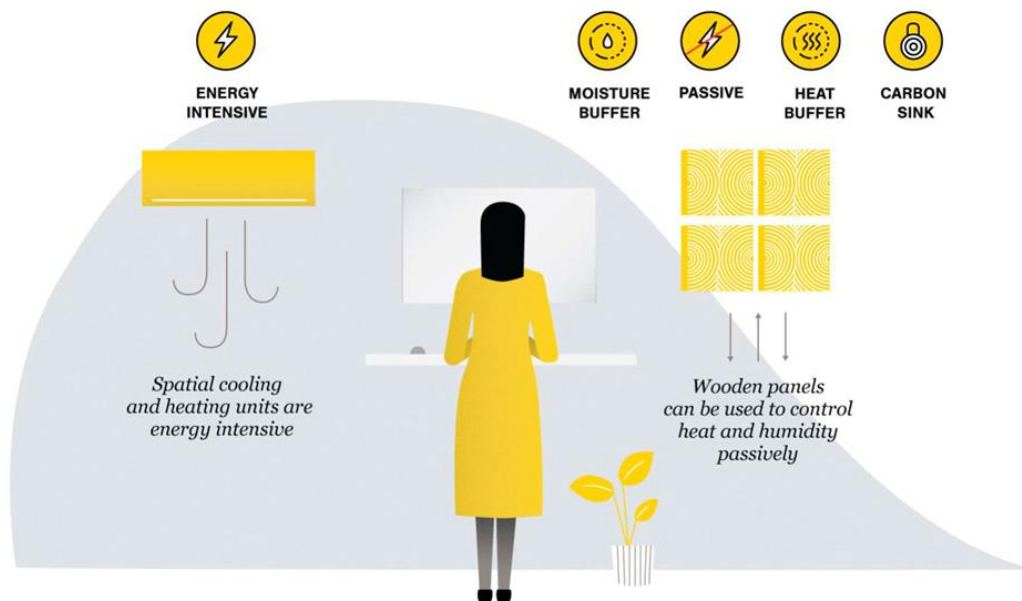
Massiivipuurakennuksissa on E-lukua koskevia poikkeuksia ja palomääräyksiä. Opetusrakennuksessa ja päiväkodissa E-luvun raja-arvo voidaan ylittää 5 kWh_E/(m²a), jos lämmitetyt nettoala on enintään 1000 m². Massiivipuurakennuksessa E-luvun raja-arvot voidaan ylittää 20 % erillisessä pientalossa ja ketjutalon osana olevassa rakennuksessa, jonka lämmitetty nettoala on 50-150 m², 15 % erillisessä pientalossa ja ketjutalon osana olevassa rakennuksessa, jonka lämmitetty nettoala on suurempi kuin 150 m² ja 10 % muissa käyttötarkoituksiluokissa. (Romppainen 2018)

Rivitaloissa ja asuinkerrostaloissa, joissa asuinkerroksia on enintään 2 kerroksessa voidaan edellä esitetyt E-luvun raja-arvot ylittää 5 kWhE/(m²a), kun rakennus on kytketty lämmitysjärjestelmään, jossa lämpö johdetaan rakennuksen ulkopuolisilla lämpöputkilla yhteisestä lämmönsiirtimestä tai lämmöntuottolaitteesta kolmeen tai useampaan rakennukseen.

Uudet palomääräykset sallivat entistä enemmän puuta pintoihin näkyviin myös kerrostaloissa. Lisäksi jatkossa myös puurunkoisia majoitus- ja hoitolaitosrakennuksia voidaan toteuttaa kahdeksankerroksisina. Muutoksen taustalla on puutuoteteollisuuden teettämien kansainvälisestikin merkittävien palokokeiden tulokset. Ympäristöministeriö on julkaissut uuden rakennusten paloturvallisuutta koskevan asetuksen. Asetus astui voimaan vuoden 2018 alusta ja korvasi entiset palomääräykset E1 ja sitä koskevan ohjeistuksen vuodelta 2011. Puun käytön kannalta asetuksessa on useita merkittäviä parannuksia. Puukerrostaloissa kantavien puurakenteiden sisäpintaa voidaan jättää suojaverhoamatta ja saada näin puupintaa näkyviin 20 % huoneiston seinä- ja kattopinnoista. Nostamalla kantavuusvaatimusta 90 minuuttiin puupintaa saadaan näkyviin jopa 80 %. Kantamattomat väliseinät ja lattiat voivat olla tämän lisäksi puupintaisia. (Romppainen 2018)

5.3 Voiko puu parantaa rakennusten sisäilmaa ja energiatehokkuutta?

Aalto-yliopiston Mark Hughesin (2018) mukaan puun materiaaliominaisuuksia voidaan käyttää sisäilman hallintaan ja energiatehokkuuden parantamiseen. Sen lisäksi, että puu on hyvä rakennusmateriaali, sillä on myös suhteellisen alhainen lämmönjohtavuus, kohtalaisen korkea lämpökapasiteetti ja se on hygroskooppinen materiaali.



Kuva 16.
Alkuperäinen
kuva on Mark
Hughesin
esityksestä VAIN
HYVIÄ SYITÄ –
seminaarista
Pudasjärvellä.

Puun ominaisuuksilla voidaan passiivisesti vaikuttaa tai hallita rakennuksen sisäilman laatua, mikä voi sitten vaikuttaa mukavuuteen ja terveyteen. Puun määrällä, paljaan pinnan sijainnilla ja määrällä, puulajilla ja sillä, onko pinta päällystetty vai ei, on tärkeä rooli vaikutuksen suuruuden määrittämisessä. Puun hygrotermiset ominaisuudet voivat vaikuttaa rakennuksen energiatehokkuuteen.

5.4 Puun supervoimat ja hyvinvointiarvo

Puulla on antibakteerisia ominaisuuksia, mikä johtuu puun sisältämistä uuteaineista, jotka ovat hyvin voimakkaasti antibakteerisia. Myös ligniinillä vaikutusta antibakteerisuuteen. Uuteaineiden poistaminen puusta heikentää pinnan antibakteerisuutta. Osa uuteaineista voi myös haihtua, hajota, kulua ajan myötä jne. pois puun pinnasta. Aineiden vähenemisen prosessit vaativat lisää tutkimusta. (Vainio-Kaila 2018)

Puun vaikutuksista ihmisten hyvinvointiin ja mitattaviin fysiologisiin muutoksiin on tehty kansainvälisiä tutkimuksia (Muilu-Mäkelä 2018). Toteutetussa tutkimuksessa verrattiin 20 koehenkilöä 60 min kestäväällä testillä perushuoneen ja erilaisten puusisustusten vaikutuksia koehenkilöihin. Eroja havaittiin tunteissa, kuten jännittyneisyys, elävyys ja masentuneisuus. Tilassa, jossa ei ollut puuta, koettiin enemmän väsymyksen tunteita. Väri, tuoksu ja valo koettiin miellyttävämmäksi puuhuoneissa. On myös tehty tutkimus, jossa verrattiin kipsilevyn ja kuusipaneelin vaikutuksia koehenkilöihin. Tutkimuksessa oli mukana 102 vapaaehtoista koehenkilöä. Puusisustus vaikutti myönteisesti tilastollisesti merkitsevästi kyselyn perusteella koehenkilöiden tunto-, kuulo- ja hajuaistiin perustuvaan arvioon. Tunnetilaa kuvaavissa testeissä puulla sisustetussa huoneessa oli enemmän positiivisia tunteita verrattuna maalattuun. Toisaalta toisen tutkimuksen mukaan puumateriaali yhdessä muun sisustusmateriaalin kanssa koettiin miellyttävämmäksi kuin pelkästään puulla sisustettu tai kokonaan muulla materiaalilla sisustettu (kuva 17).



Figure 1. Standard patient room with no wood.



Figure 2. Patient room with all wood.



Figure 3: Intermediate level of wood used.

Kuva 17. Tutkimushuoneet Muilu-Mäkelän esityksestä.

Myös Suomessa on alettu tutkia puun vaikutuksia ihmisen hyvinvointiin. Luken Finnish SuperWood 2017-2018 projektin tavoitteena oli rakentaa testausalusta, jossa tutkitaan, voidaanko puumateriaaleilla vaikuttaa ihmisen fysiologiseen kuormittumiseen ja palautumiseen työympäristössä. Tutkimuksissa on tarkoitus seurata fysiologisia parametreja: verenpaine, sydämen syketiheys, ihon sähkönjohtavuus, stressihormonit. Psykologista arviointia tehdään testaamalla tarkkaavaisuutta, kognitiivista kuormaa, luovuutta sekä tekemällä mielipidekyselyitä. Luken Wood for Good -tutkimushankkeesta ollaan saamassa suomalaista aineistoa puun hyvinvointivaikutuksista (Muilu-Mäkelä 2020). Itä-Suomen yliopisto, VTT Oy ja XAMK ovat myös tekemässä monitieteistä tutkimusta puupintojen puhdistettavuudesta ja antibakteerisuudesta (Paajanen 2020). Näistä tutkimuksista tullaan tulevaisuudessa saamaan tarkempaa tietoa puun käytön vaikutuksista.

5.5 Puurakennusten akustisia erityispiirteitä ja askelääneneristys

Puusta ja puutuotteissa voidaan helposti tehdä ääntä heijastavia tasopintoja esimerkiksi puhetiloissa tai musiikkitiloissa, ääntä sirottavia pintoja esimerkiksi, musiikki- tai äänitystiloissa sekä ääntä absorboivia reikälevyjä. Puu on myös helppo yhdistää muihin akustiikkaratkaisuihin (Jokitulppo 2018).

Puun ja useiden puupohjaisten levyjen koinssidenssin rajataajuus on kuitenkin hankalalla alueella, joten puuta ei levymäisenä juuri voida käyttää ääntä eristävinä rakenteina. Puun tiheys on pienehkö, ja rakenteiden massa levymäisenä ei riitä massalain perusteella ääntä eristäväksi rakenteeksi. Seurauksena on, että puurakenteiden pitää olla kaksin- tai kolminkertaisia rakenteita ja sivutiesiirtymät on hallittava rakenteiden katkaisuin.

A-Insinöörien selvityksen mukaan välipohja ratkaisee pitkälti puurakentamisen kilpailukyvyyn, ja akustiikan osalta askelääneneristävyys on mitoittava tekijä. Selvitysten mukaan askelääneneristävyteen vaikuttavat merkittävimmät tekijät ovat alakatto ja alakaton kiinnitystapa, kantavan rakenteen kansilevyn massa, lattianpäällyste, ilmapölyn villatäytön määrä ja kelluva lattia. Vähäisiä vaikuttavia tekijöitä ovat vasojen k-jako, jänneväli, vasojen tyyppi sekä vasojen korkeus ja alakaton massa, jos levytys on kiinnitetty suoraan vasoihin. A-insinöörien tekemiä päätelmiä välipohjan askeläänieristyksestä (Jokitulppo 2018):

- Kelluva lattia ei ole välttämätön, vaan joustavasti ripustettu alakatto on tärkeämpi
- Kehitystyön tuloksena saatiin aikaan puuvälipohja, joka on akustisesti lähellä betonivälipohjaa
- Kehitetyn välipohjan lattianpäällysteinä voidaan käyttää samoja tuotteita kuin betonivälipohjan lattianpäällysteinä

5.6 Puurakentaminen - kiinnikkeet ja liittimet

Suunnittelutoimisto Toni Kekki (2019) on ollut suunnittelemassa mm. Jyväskylään rakennettuja palkittuja Puukuokka-puukerrostaloja. Talot on tehty moduuleista, ja Kekin mukaan näin saadaan tasaisempi laatu kuin työmaaolosuhteissa rakennettaessa. Hänen mukaansa moduuleista rakentaminen on teollinen prosessi – ei rakentamisprosessi. Laatu on helpompi valvoa mm. liitoksia, ilmatiiveyttä ja materiaalin laatua, koska moduulien esivalmistus on teollisessa prosessissa viety pitkälle.

Moduulit kiinnitetään toisiinsa yleensä vaaka- ja pystyliitoslevyillä, jotka voivat olla metallia tai puuta. Rakennuksessa, jossa on useampia kerroksia, moduulien kiinnittämisessä pitää olla sekä horisontaalisia että vertikaalisia levykiinnityksiä, koska rakennukseen kohdistuvat voimat pitää saada siirrettyä perustuksille kaikista moduuleista. Liitoksissa on mahdollista käyttää myös tappiratkaisuja. Liitoksien pitää olla 'löysiä', että ääneneristys saadaan toimimaan. Tähän käytetään kumieristeitä. Myös tärinäkumikaistoja tai kitkaeristeitä käytetään moduulien liitoksissa estämään tärinää.



Kuva 18. Esimerkki puurakenteiden kiinnityksestä Konepuristin Oy:n Antero Kujalan esityksestä Puurakentaminen – kiinnikkeet ja liittimet tapahtumapäivässä 29.10.2019 Ähtärissä. Kuvassa piiloon jääviä liitososia.

5. Muunneltavuus ja monikäyttöisyys

6.1 Townhouse - muunneltava ja ekologinen kaupunkiasunto

Marko Simsiö (2019) on suunnitellut Townhouse kaupunkiasunnon, jolla hän pääsi jaetulle ykkössijalle Hirsirakenteinen kaupunkiasunto –ideakilpailussa. Hirrestä rakennettu Townhouse yhdistää luontevasti modernin puurakentamisen, asumisviihtyvyyden, terveellisuuden ja ekologisuuden Suomessa uuteen asumisen tapaan. Townhouse konseptin ideana ovat viereisiin asuntoihin kytketyt, kaksi- tai kolmikerroksiset kaupunkimaiset pientalot, jotka sijaitsevat omalla tontillaan.

Simsiön mukaan 35 % kasvihuonepäästöistä Suomessa aiheutuu rakentamisesta ja rakennuksista, 40 % jätteen tuotosta Euroopassa aiheutuu rakennuksista ja purkamisesta ja 1 miljoona suomalaista altistuu huonolle sisäilmalle päivittäin.

Puurakentamisen hyötyjä Simsion mukaan ovat:

- terveellisyys: uusissa puurakennuksissa on vähemmän sisäilman ongelmia
- uusiutuva materiaali: sitoo hiilidioksidia, kierrätetään, bioenergian tuotto, uudet puut sitovat CO₂:ta
- puukerrostalon hiilijalanjälki 75% pienempi kuin betonitalon.

Toiveita puurakentamisen tulevaisuudelle:

- rakennetaan kestävästi, rakennusten elinkaari pidemmäksi
- rakennetaan laadukkaista materiaaleista ja yksinkertaisemmin
- rakennetaan ihmisiä varten: terveellisyys, laadukas arkkitehtuuri, uudenlaisia asumisen ratkaisuja

Asukkaiden tarpeet muuttuvat lasten kasvaessa ja asukkaiden ikääntyessä. Asunnon muunneltavuus mahdollistaa, että asunnossa voidaan asua mahdollisimman pitkään. Hirsi Townhousen kerrokset on jaettu kolmeen vyöhykkeeseen. Aputilat kuten kylpyhuoneet ovat keskellä talon runkoa ja varsinaiset käyttötilat ovat talon molemmissa päädyissä. Välipohjaa voidaan aukottaa, mikä mahdollistaa korkean tilan esimerkiksi olohuoneeseen.

Tiloja voi muuttaa eri käyttötarkoituksiin, koska ulkoseinät ovat talon kantava runko. Näin sisätilat voidaan jakaa kevyillä väliseinillä pienempiin tiloihin tai vaihtoehtoisesti jättää vaikka koko kerros avoimeksi tilaksi. Hissivaraus mahdollistaa ikääntyvien asukkaiden asumisen talossa mahdollisimman pitkään. Ensimmäisestä kerroksesta on mahdollista lohkaista osa erilliseksi asunnoksi, esimerkiksi isovanhemmalle tai teinille – tai omaksi tai vuokrattavaksi toimistotilaksi.

<https://www.honka.fi/fi/blog/2018/02/22/townhouse-uusi-tapa-rakentaa-kaupunkiasuntoja/>



*Kuva 19. Havainnekuva
Townhouse-talosta Marko
Simsiön 12.2.
esitysmateriaalista.*

6.2 Muunneltava Eco School -konsepti

Futudesign Oy on kehittänyt puun käyttöä kouluissa. Tutkimusten mukaan puusisustus voi parantaa opiskelijoiden keskittymistä. Esimerkiksi matemaattisissa tehtävissä tehtyjen virheiden lukumäärän on mitattu vähenevän, osoittaen keskittymisen parantuneen (Niemeläinen 2019).

Niemeläisen mukaan parhaimmillaan tavanomaiseen rakentamiseen verrattuna puurakennus vähentää rakennusaikatauluja, työmaan yleiskustannuksia ja taloudellisia hallintokustannuksia. Projektin lyhentynyt rakennusaika tuotantovaiheessa on yksi suurimmista puun kannustimista rakentamisessa. Jopa 30% nopeampi rakennusaika voidaan saavuttaa verrattuna työmaaintensiivisempiin vaihtoehtoihin. Muokattavuus ja tarkkuus modernia CNC-prosessointitekniikkaa käyttäen mahdollistaa räätälöitävien paneelien valmistuksen, mikä mahdollistaa joustavan, mutta kustannustehokkaan suunnittelun ja rakentamisen.

Niemeläinen kertoi Eco School konseptista, joka perustuu noin 600 m²:n koulumoduuliin, jonka kapasiteetti on noin 100–150 oppilasta tai 5-8 luokkaa. Moduuli on suunniteltu nykyaikaisen suomalaisen opetussuunnitelman mukaisesti, mutta on myös erittäin mukautettavissa erityyppisiin koulutustarpeisiin. Koulumoduulin runsas koko mahdollistaa samanaikaisen käytön eri ikäryhmille ja luokille, joilla on erilaiset oppimistarpeet. Avoimen oppimisympäristön versiossa on erikokoisia avoimia ja suljettuja oppimistiloja. Sijoittamalla suljetut ryhmätyötilat moduulin keskelle, tila jaetaan tarjoamaan enemmän vaihtoehtoja erilaisille oppimistilanteille.

6.3 Siirrettävät TeijoTila -moduulit

Teijo-Talot Oy valmistaa korkealaatuisia toimitiloja kaupalliselle ja julkiselle sektorille. Kestävyys, ympäristöystävällisyys ja energiatehokkuus ovat heidän yrityksensä arvoja. Sisäilman laatu, käytettyjen materiaalien turvallisuus ja ympäristöstä huolehtiminen ovat erittäin tärkeitä näkökohtia eri tilojen rakentamisessa. Teijo-Talot Oy tarjoaa avaimet käteen -ratkaisuja suunnittelusta toteutukseen ja maanrakennuksesta kokoonpanoon.

Teijo-Talot ottaa huomioon rakentamisen muuttuvat tarpeet ja uudistaa perinteisen rakentamisen siirrettävillä tilaratkaisuilla. Teijo-Talot valmistaa siirrettäviä rakennuksia ja tilaratkaisuja, kuten kouluja, päiväkoteja ja terveyskeskuksia sekä toimisto- ja tuotantorakennuksia. Purettavat ratkaisut mahdollistavat nopean rakentamisen ja vähäiset häiriöt rakennustyömaalla.



Kuva. 20. Moduulit siirretään perustuksineen. Kuva Teijo-Talot Oy

Betoniperusta on olennainen osa jokaista TeijoTila-moduulia. Moduulit ovat irrotettavissa perustuksen ja avattavien kiinnittimien avulla. Kaikki tilat toimitetaan täysin valmiina, mukaan lukien sähkö, putkisto ja sisustus. Esimerkiksi Järvenpään kaupunki osti 2100 m²: n koulun 288 opiskelijalle Teijo-Taloilta. Koulu sisältää 30 tilaelementtiä. (<https://www.teijotalot.fi/>)



Kuva. 21. Luokkahuoneiden lisäksi koulussa on tilava kaksikerroksinen korkea aula. Kuva Teijo-Talot Oy.

6.4 Sydänpuu-konsepti

Lakea Oy on kehittänyt sydänpuu-konseptia puukerrostalorakentamiseen. Lakea on puurakentamisen edelläkävijä ja panostaa erityisesti ekologisesti kestäväan ja vastuulliseen rakentamiseen. Yritys kehittää jatkuvasti teollisen puurakentamisen menetelmiä ja näkee puurakentamisen kansallisen ja kansainvälisen potentiaalin. Puumoduulirakentamiseen Lakea on kehittänyt oman Sydänpuu-konseptin, jolle on haettu patenttia. Konseptissa puurakenteiset tilamoduulit kootaan betonisten märkätilamoduulien ympärille. Konsepti säästää rakentamisen kustannuksia ja mahdollistaa asuntojen muunneltavuuden myöhemmin. Kosteat tilat on toteutettu kuivien tilojen tilaelementeistä erillisillä, ilman erillistä runkoa päällekkäin asetettavissa olevilla tilaelementeillä. (Mantila 2019)

Mantilan mukaan tulevaisuudessa ilmastopolitiikka ajaa energiatehokkaaseen ja hiilineutraalimpaan rakentamiseen. Erityisesti teollisen rakentamisen kehittämisen välttämättömyys tulee korostumaan rakennusalan kilpailukyvyyn kannalta.

6.5 Tampereen Vuoreksen ja Hiedenrannan alueiden kehittäminen

Tampereen kaupunki solmi vuoteen 2020 saakka kestävän yhteistyösopimuksen puurakentamisen edistämiseksi työ- ja elinkeinoministeriön, Tampereen teknillisen yliopiston, Tampereen ammattikorkeakoulun ja Luonnonvarakeskuksen kanssa. Kaupungin tavoitteena on kehittyä kansainvälisesti tunnetuksi puurakentamisen keskuksi. Vuoreksen alueella oleva Isokuusen alue on puurakentamisen edistämishjelman merkittävin aluekokonaisuus.

Isokuuseen on suunniteltu arkkitehtuuriltaan yhtenäistä puusta rakennettua aluetta, johon rakennetaan puukerrostaloja, uudenlaisia urbaaneja puusta toteutettuja pientalokonsepteja, omakoti- ja rivitaloja sekä puinen koulu- ja päiväkotirakennus. Lisäksi puuta käytetään infrarakentamisessa kuten tori-, silta-, puisto- ja piharakenteissa. Toteutuessaan alue on yksi suurimmista nykyaikaisista puukaupunkiympäristöistä Suomessa. Isokuusesta tavoitellaan myös hiilineutraalia aluetta, jossa energia- ja materiaalitehokkuus, energiajärjestelmät, elinkaariajattelu ja ekologiset elämäntavat otetaan huomioon suunnittelun alusta asti. Isokuusi profiloituu uudenlaisen teollisen puurakentamisen, uusiutuvan energian ja älykkäiden ratkaisujen mallialueena Suomessa.

Tampereen kannalta tärkeitä aiheita ovat:

- Perhemuotojen moninaisuus
- Muuntojoustavuus ja asunnon tilallisten ominaisuuksien säätelyn järjestelmät
- Yhteisöllisyys ja uudella tavalla sosiaaliset ympäristöt
- Digitalisaation ja jakamistalouden vaikutus asumiseen, älykäs rakennettu ympäristö
- Työn ja asumisen sovittaminen yhteen, "uusi urbaani työ"
- Typologinen monimuotoisuus

Ratkaisut, joissa perheasunnoista saa vähäisin muutoksin erotettua pienemmän sivuasunnon, parantavat niiden käytettävyyttä elinkaaren aikana ja mahdollistavat sen, ettei elämäntilanteen muuttuessa tarvitsisi

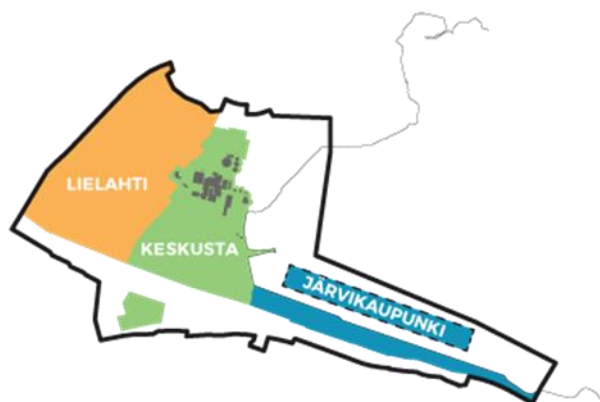
muuttaa pois asunnosta tai ainakaan korttelista. Tavoitteena on luoda yhteisöllinen, pikkukaupunkimainen kortteli. Houkuttelevat yhteistilat ja yhteiset piha-alueet muodostavat puitteet eri-ikäisten ja eri elämäntilanteissa olevien asukkaiden kohtaamiseen, tutustumiseen ja yhdessä tekemiseen. Lisäksi laadukkaat yhteistilat tuovat lisäarvoa asumiseen; yhteistiloissa voi olla esimerkiksi varusteita, joiden hankkiminen jokaiseen asuntoon olisi liian kallista. Yhteiskäytössä voi olla myös esimerkiksi työtiloja.



Kuva 22. Vuoreksen puukerrostalot havainnekuvassa

Hiedanrannan alue

Tulevaisuuden Hiedanrannassa on koteja 25 000 asukkaalle ja työpaikkoja 10 000 tekijälle. Yhdessä Lielahden kanssa se tulee muodostamaan läntisen Tampereen vetovoimaisen keskuksen, jossa on hyvä asua, tehdä töitä ja viettää vapaa-aikaa. Hiedanrannassa kukoistavat uudet ideat, kokeilut ja kaupunkikulttuuri. Kestävät ja älykkäät ratkaisut helpottavat alueen asukkaiden arkea. Tuleva rantakaupunginosa on sujuvan raitiotietmatkan ja hyvien yhteyksien päässä keskustasta.



Kuva 23. Tuleva Hiedanrannan kaupunginosa koostuu kolmesta osa-alueesta: keskustasta, Järvikaupungista ja uudesta Lielahdesta. Koko alueelle tavoitellaan koteja 25 000 asukkaalle ja työpaikkoja 10 000 tekijälle.
<https://www.tampere.fi/asuminen-ja-ymparisto/kaupunkisuunnittelu-ja-rakentamishankkeet/hiedanranta/suunnittelu.html>

Hiedanranta toimii kehittämisen alustana älykkyyttä ja kestävyyttä sekä kiertotalouden ratkaisuja edistävillä kokeiluilla ja hankkeilla. Yhteistyötä tehdään kaupunkilaisten, yritysten, tutkimuslaitosten ja muiden organisaatioiden kanssa. Hiedanranta toimii jo rakentuessaan kehitys- ja liiketoiminta-alustana lukuisille energiaan liittyville hankkeille, kokeiluilla ja yritystoiminnoille. Tavoitteena on, että Hiedanrantaan luodaan oma digitaalinen energiamarkkina ja alue on uudenlainen kestävä ja älykäs energialiiketoimintaympäristö. Alueen energiantuotanto perustuu uusiutuviin energialähteisiin. Meneillään on mm. uusi energian sitomiskokeilu, jossa lämpö sidotaan hiekkapatjaan, josta sitä voidaan vapauttaa vähitellen käyttöön. Myös perustuspaaluihin liitettävää lämpöenergiankeräysjärjestelmää on tarkoitus hyödyntää asuinalueen rakentamisessa.

Tulevaisuuden Hiedanrannan kaupunginosassa tavoitellaan luonnon monimuotoisuutta lisäävää ja ilmastonmuutoksen aiheuttamia riskejä torjuvaa sinivihreää infrastruktuuria. Ratkaisuihin hyödynnetään luonnon omia prosesseja ja nähdään vesi riskin sijaan resurssina. Esimerkkejä sinivihreästä infrastruktuurista ovat viherkatot, läpäisevät pinnat, sadevesien ohjaus katupuiden kasvualustaan, kaupunkiviljely ja hulevesialtaat ja -uomat. Kaupunkiviljelyyn liittyen alueella on menossa kasvatuskokeiluja, joissa yrtejä tai mm. mansikoita viljellään pystyasennossa olevissa 'kasvatusputkissa' täysin keinovalolla. Alueelle on myös perustettu viljelypalstoja ja rakennettu minikasvihuoneita, joissa asukkaat voivat kasvattaa omia tuotteitaan.

<https://www.tampere.fi/asuminen-ja-ymparisto/kaupunkisuunnittelu-ja-rakentamishankkeet/hiedanranta/innovaatioiden-hiedanranta.html>

6. Alustat ja kauppapaikat

7.1 Netlet Oy

Netlet Oy <https://www.netlet.fi/> on kiinnostava esimerkki uudesta avauksesta rakennusosalalla. Yrityksen liikeidea koostuu kahdesta eri toiminnasta:

Raksanouto on rakennusalan ammattilaisille kehitetty palvelukonsepti, jolla halutaan helpottaa työmaiden painetta suoriutua jatkuvasti kiristyvistä työmaiden jätehuollon vaatimuksista. Työmaan käyttökelpoiset ylijäämät noudetaan veloitusetta. Raksanoudon avulla vältetään kelvon materiaalin hävittämiseltä jätelavojen kautta ja saavutetaan suoria säästöjä työmaan jäte- ja logistiikkakustannuksissa.

Rakennusoutlet.com on rakennusliikkeiden käyttökelpoisten ylijäämämateriaalien ulosmyyntikanava. Konsepti käsittää sekä verkkokaupan (www.rakennusoutlet.com) että varastomyymlän, joka sijaitsee tällä hetkellä Vantaalla.

7.2 Verte Oy

Verte Oy koordinoi bio- ja kiertotalouden yritysalueen ECO3 –Platformin kehittämistä Nokialla. Nokian kaupunki omistaa yritysalueen, johon kootaan eri tyyppisiä kiertotalouden ratkaisuja toteuttavia yrityksiä <https://www.verte.fi/>, <https://kolmenkulma.fi/> ECO3-yritysalue on valittu Kiertotalouden markkinat -kategorian voittajaksi valtakunnallisessa Kuntien kiertotalouden kiinnostavimmat teot –kilpailussa.

Platform-palvelut kattavat mm. seuraavat palvelut:

- Hankitaan uusia bio- ja kiertotalouden ja vesitalouden yrityksiä ja juurrutetaan ne alueelle.
- Kehitetään, hankitaan ja innovoidaan ECO3-teknologiayritysten demonstraatio- ja pilottiympäristöjä yritysten ja tutkimuslaitosten kanssa.
- Tunnistetaan kansallinen ja kansainvälinen markkinakysyntä ja liitetään se osaksi alueen yritysten liiketoimintaa, näkyvyyttä ja arvoketjuja.

7.3 Materiaalitori

Materiaalitori on tarkoitettu yritysten ja organisaatioiden jätteiden ja tuotannon sivuvirtojen ammattimaiseen vaihdantaan. Materiaalitorissa voi myös etsiä ja tarjota näihin liittyviä palveluja, kuten jätehuolto- ja asiantuntijapalveluja. Materiaalitorin käyttäminen on maksutonta ja avointa alan toimijoille. Materiaalitori on ympäristöministeriön ja Motivan perustama digitaalinen palvelu.

Vuoden 2020 alusta alkaen jätteen haltijan on etsittävä Materiaalitorissa jätteelleen markkinaehtoista jätehuoltopalvelua, ennen kuin voi pyytää palvelua kunnalta markkinapuutteen vuoksi. Yksityisen palvelutarjonnan puute on edellytys kunnan toissijaiselle jätehuoltopalvelulle ja sen selvittämiseksi jätteen haltijan on tehtävä ilmoitus tarvitsemastaan jätehuoltopalvelusta Materiaalitoriin. Toissijaista palvelua voi pyytää kunnan jätelaitokselta, jos kohtuullista markkinaehtoista palvelua ei löydy 14 vuorokauden kuluessa ilmoituksen jättämisestä.

Materiaalitorin käyttövelvoite ei koske vuotuista alle 2 000 euron arvoista kunnan toissijaista jätehuoltopalvelua tai tilanteita, joissa jätehuoltopalvelua tarvitaan nopeasti ennalta arvaamattoman kiireen vuoksi. Julkiset jätteen haltijat eli hankintayksiköt tulevat velvoitteen piiriin vuoden 2021 alusta.

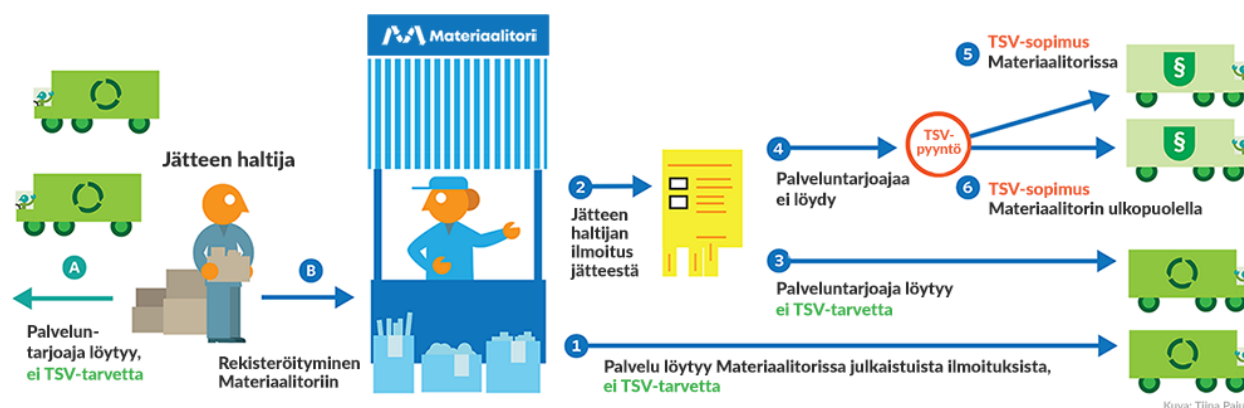


Fig. 24. Kaaviokuva materiaalitorin toiminnasta www.materiaalitori.fi

Materiaalitori vauhdittaa kiertotaloutta ja lisää läpinäkyvyyttä

Kiertotaloudessa pyritään maksimoimaan materiaalien ja niiden arvon säilyminen kierrossa mahdollisimman pitkään. Kierrätysmateriaaleja käyttämällä voidaan vähentää luonnonvarojen kulutusta. Materiaalitorin keskeinen tavoite on edistää jätteiden ja sivuvirtojen hyötykäyttöä ja kiertotaloutta tarjoamalla alan toimijoille kohtaamispaikka, jossa kierrätysmateriaalien tarjoajat ja tarvitsijat voivat löytää toisensa. Tällaisten teollisten symbioosien syntyminen on edellytys materiaalien kierrolle. Materiaalitorin avulla pyritään keräämään Suomessa syntyvät materiaalivirrat näkyvämmiksi yhteen paikkaan, jotta niiden ympärille syntyisi uusia hyödyntämistapoja ja materiaalit päätyisivät yhä enemmän hyötykäyttöön. Tällaisten kierrätysmarkkinoiden kehittyminen on avain sille, että myös kierrätysmateriaalien arvo kasvaa. Kierrätysmateriaalit tulisi nähdä yhä enemmän arvokkaina raaka-aineina, jotta ne pysyisivät kierrossa mahdollisimman pitkään.

7. Arviointi- ja laskentatyökalujen kehittäminen ja käyttö

8.1 Vihreän profiilin arviointityökalun kehittäminen

Kiertotalouden liiketoimintamahdollisuuksien arviointiin on kehitetty erilaisia työkaluja. VTT Oy kehitti ja testasi Etelä-Pohjanmaan alueella toimivan CESME-hankkeen toimeksiannosta vihreän profiilin arviointityökalua. Tavoitteena oli luoda toimintamalli työkalun soveltamiseksi ja siten edistää alueen yritysten siirtymistä vihreään talouteen. Työkalua testattiin alueen yrityksissä yhdessä elinkeinotoimen toimijoiden kanssa.

Työkalu tarjoaa:

- Erilaisia tapoja arvioida liiketoimintaa kiertotalouden näkökulmasta
- Tietoa ympäristön ja sosiaalisten vaikutusten kannalta kestävämmästä toiminnasta ja kiertotalouden mahdollisuuksista
- Edistää yritysten siirtymistä kiertotalouteen

Työkalujen käytön tavoitteena on:

- Auttaa ymmärtämään arvonluontia kiertotaloudessa, vastuullista liiketoimintaa sekä havainnollistamaan kiertotalouden tarjoamia uusia mahdollisuuksia
- Arvioida kiertotalouden vaikutuksia liiketoimintaan sekä kiertotalouden tarjoamia uusia liiketoimintamahdollisuuksia esim. uusia tuotteita tai palveluita
- Auttaa huomioimaan kiertotalous paremmin nykyisissä toimintatavoissa, tuotteissa tai palveluissa.

Työkalujen avulla tuetaan uusien toimijaverkostojen syntyä esim. teolliset symbioosit sekä toimijoiden/toimialojen rajapinnoissa syntyvää kiertotalousyhteistyötä sekä tuotetaan toimijakohtaista tietoa jäte- ja sivuvirroista, niiden mahdollisuuksista sekä yrityksistä ja muista toimintaan linkittyvistä toimijoista

8.2 CE Wood -hankkeen työpajan arviointia kiertotalouden liiketoimintamallien toimivuudesta

CE Wood -hanke järjesti virtuaalisen työpajan syyskuussa 2020, jossa Maria Anttilainen VTT Oy:stä esitteli arviointityökalussa käytettyjä kiertotalouden liiketoimintamalleja. Työpajan yhteydessä kysyttiin osallistujilta, mitkä kiertotalouden liiketoimintamallit sopisivat parhaiten puutuote- ja rakennusallalle.

What are the most potential business models of circular economy in the fields of wood products and wood construction? 21

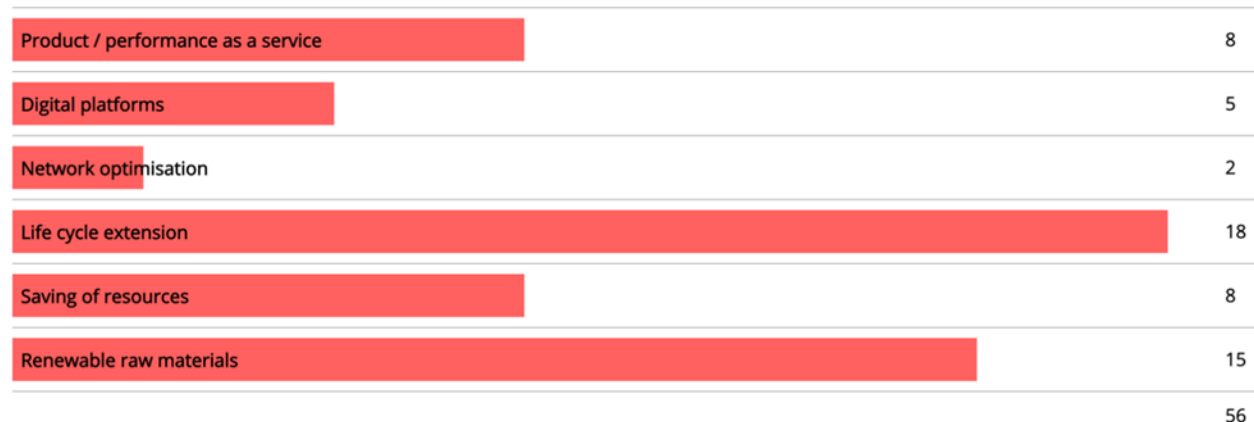


Fig. 25. Tuotteiden ja rakennusten elinkaaren pidentäminen nousi osallistujien mielestä tärkeimmäksi kiertotalouden liiketoimintamalliksi. Toiseksi tärkeimpänä pidettiin uusiutuvien materiaalien käyttöä.

8.3 Bionova Ltd

Bionova Ltd on kehittänyt elinkaarilaskentamenetelmän One Click LCA -ohjelman, joka noudattaa ympäristöministeriön suunnitelmaa vähähiilisyysarvioinnista. Siinä erotellaan elinkaaren eri vaiheet raaka-aineiden hankinnasta ja rakennusmateriaalien tuotannosta purkuvaiheeseen saakka. (Bionova 2020)

Ympäristöministeriön kehittämässä laskentamenetelmässä <https://elinkaarilaskenta.fi/> hiilijalanjälki ja hiilikädenjälki lasketaan ja raportoidaan erikseen. Hiilijalanjäljellä tarkoitetaan kielteisiä ilmastovaikutuksia, jotka syntyvät rakennushankkeen seurauksena. Hiilikädenjäljellä tarkoitetaan myönteisiä ilmastovaikutuksia, joita ei syntyisi ilman hanketta. Esimerkiksi kierrätysmateriaalien käytön vaikutukset ja puupohjaiset hiilivarastot kuuluvat hiilikädenjäljen arviointiin.

EN elinkaaren vaiheet, YM:n vähähiilisyys arviointimenetelmä

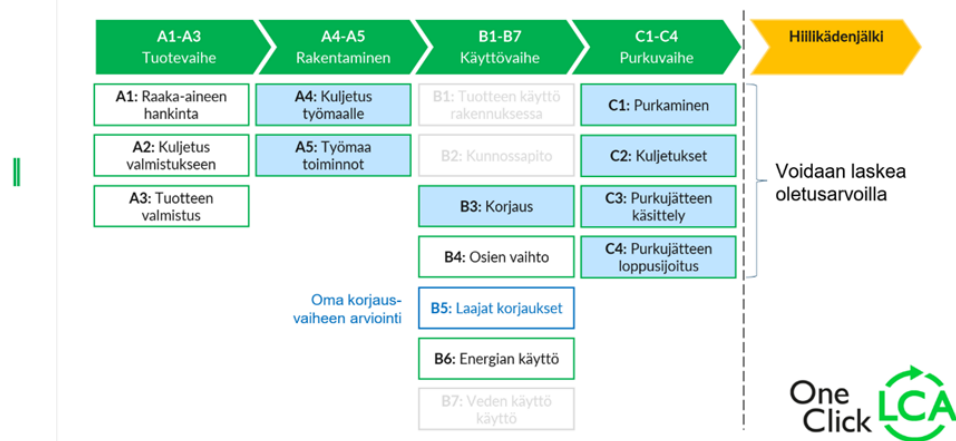
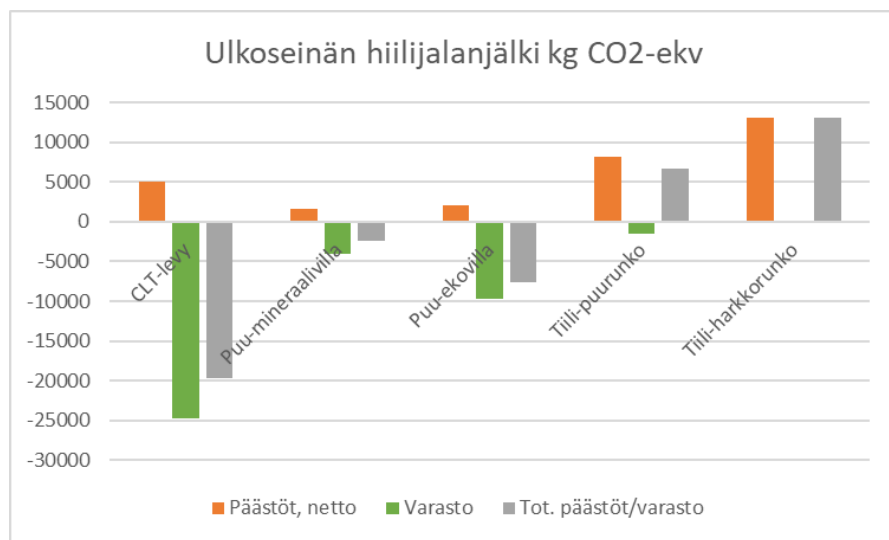


Fig. 26. Kaaviokuva One Click LCA ohjelman vaiheista (6.2.2020 työpajan esitys)

8.4 CE Wood -hankkeen seinärakenteiden hiilijalanjäljen vertailututkimus

CE Wood -hankkeessa tehdyssä selvityksessä verrattiin erilaisten ulkoseinärakenteiden aiheuttamaa hiilijalanjälkeä keskenään. Eristeiden vaikutusta verrattiin laskemalla mineraalivillan ja ekovillan vaikutukset ja vertaamalla niitä keskenään. (Palomäki 2018)



Kuva 27. Vertailu CLT-levyseinän, puuverhoillun puurunkoisen mineraalivillalla eristetyn ja ekovillalla eristetyn sekä tiiliverhoillun puurunkoisen ja tiiliverhoillun harkkorunkoisen talon ulkoseinien hiilijalanjäljen muodostumisesta.

Puuverhoillut puurunkoiset ja CLT-levystä valmistetut ulkoseinät aiheuttavat pienimmät päästöt. Sekä sahatavaran että massiivipuun käyttö rakentamisessa tuottaa vähemmän päästöjä verrattuna muihin materiaaleihin. Eristeenä käytettävän ekovillan hiilivarastovaikutus kokonaishiilijalanjälkeen verrattuna mineraalivillaan on huomattava. Ylipäänsä puumateriaalin toimiminen pitkäaikaisena hiilivarastona (hiilikädenjälki) kaikissa puurakenteisissa seinissä on merkittävä hiilinielu.

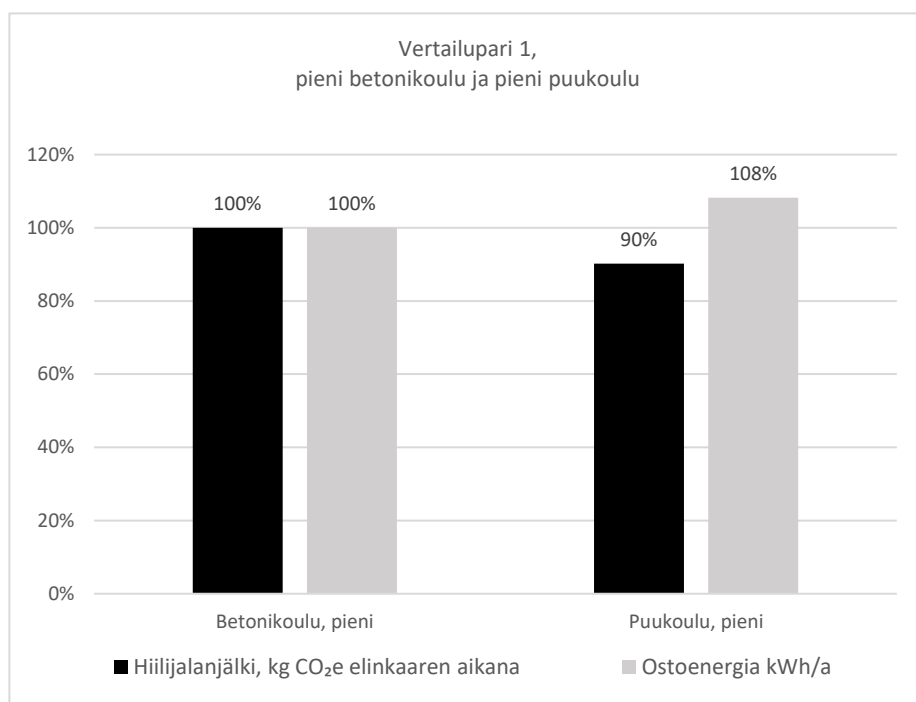
8.5 Puu- ja betonirakenteisen koulun hiilijalanjäljen ja energiankulutuksen vertailu

CE Wood -hankkeessa tehtiin Bionova Oy:n One Click LCA laskentamenetelmää käyttäen puu- ja betonirakenteisen koulun hiilijalanjäljen ja energiankulutuksen vertailu, joka oli osa ympäristöministeriön Tampereen yliopistolta tilaamaa Purkuko-tutkimushanketta (Huuhka ym. 2021). Hiilijalanjäljen laskentaan sisällytettiin kaikki elinkaaren vaiheet: tuotevaihe, rakentaminen, käyttövaihe ja elinkaaren loppu. Varsinainen hiilijalanjälkilaskenta on tehty käyttäen 50 vuoden tarkastelujaksoa. Laskenta huomioi sekä käytön aikaisen energiankulutuksen että käytettyjen materiaalien hiilijalanjäljen (kgCO_2e) koko tarkastelujakson aikana. Materiaalien päästötiedot on valittu ohjelman sisältämistä päästötietokannoista vastaamaan mahdollisimman hyvin Suomessa yleisesti käytössä olevia ratkaisuja. (Moisio ja Huuhka 2021)

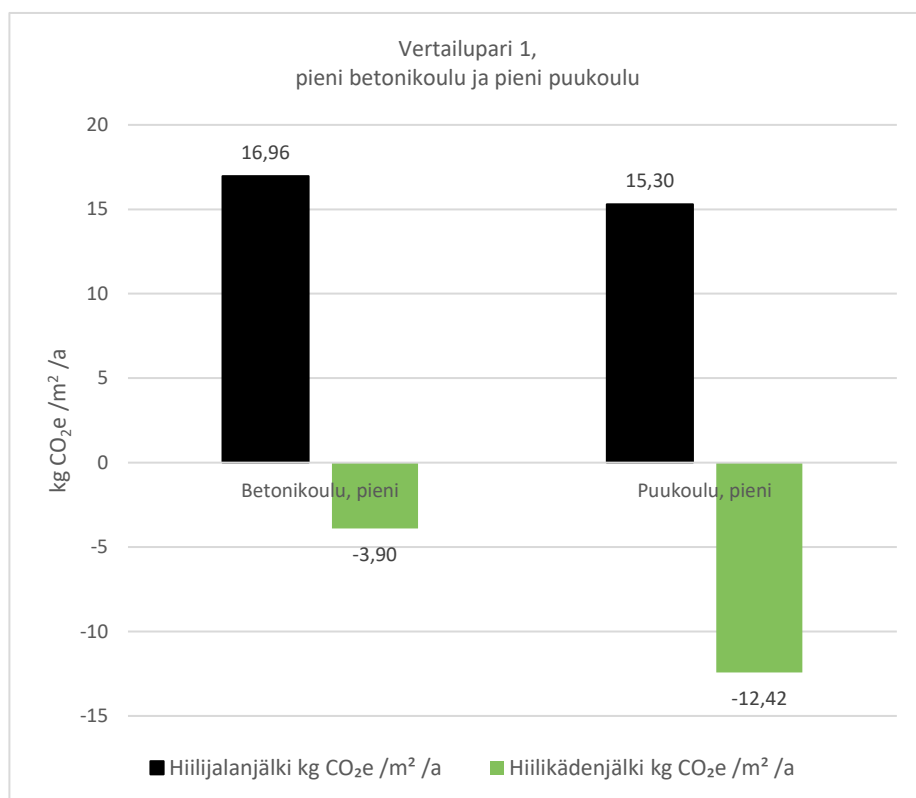
Tapaustutkimuksessa käytettyjen koulurakennusten esikuvana on toiminut Tampereella sijaitsevan Tesoman koulun uudisrakennus. Laskentaa varten Tesoman koulun geometriasta on muodostettu kaksi eri koulurakennusta, iso versio sekä pienennetty laskentaversio. Molempien tapausten rakennetyyppejä tarkistettiin vastaamaan tyypillisiä, yleisesti käytössä olevia rakenteita.

Betonikoulun rakenteet ovat toteutuneesta Tesoman koulusta. Puukoulun rakenteet on valittu CLT Finland Oy:n toteuttamien kohteiden CLT -rakennetyypeistä, yhdessä yrityksen asiantuntijoiden kanssa. Puukoulussa rakennetyypit vaihdettiin puurakenteisiksi vain niiltä osin, kun se on perusteltua ja mahdollista ilman alkuperäisen suunnitelman muokkausta. Kantavat rakenteet, kuten ulkoseinät, pilarit ja palkit sekä välipohjat ja yläpohjat toteutettiin puisina, CLT – tai liimapuurakenteisina. Väliseinistä teräsrankarunkoiset kipsilevyväliseinät on korvattu puurakenteisilla CLT väliseinillä. Muut väliseinät, kuten betoniset kantavat porraskuilut, märkätilojen kalkkihiekkamuuratut seinät sekä ulkotasojen kantavat seinät pidettiin ennallaan.

Hiilijalanjälkilaskennan tulokset muodostuvat eritellyistä energialaskennan tuloksista sekä koko elinkaaren hiilijalanjälkilaskennan tuloksista. Tuloksista on eritelty myös hiilikädenjälki, joka muodostuu vertailussa materiaalien uudelleenkäytöstä sekä rakennusmateriaaleihin sitoutuneesta eloperäisestä hiilestä. Pienen puukoulun energiatehokkuus (E-luku) on heikompempi kuin pienen betonikoulun. Puukoulun E-luku on 5 % suurempi ja ostoenergiankulutus 8 % suurempi kuin betonikoululla. Tämä johtuu pääosin puurakennuksen heikommista ulkoseinän U-arvoista. Paremmasta energiatehokkuudesta huolimatta pienen betonikoulun kokonaishiilijalanjälki on 50 vuoden arviointijaksolla noin 10 % suurempi kuin puukoululla.



Kuva 28. Pienen betonikoulun kokonaishiilijalanjälki on 50 vuoden arviointijaksolla noin 10 % suurempi kuin puukoululla.



Kuva 29. Pienen puukoulun hiilikädenjälki on merkittävästi suurempi kuin pienen betonikoulun.

9. Kestävän rakentamisen ohjaus ja lainsäädäntö

9.1 Sitran kiertotalouden tiekartta

Sitra julkaisi Suomen kiertotalouden tiekartan v. 2016. Kierrolla kärkeen – Suomen tiekartta kiertotalouteen 2016-2025 näyttää askeleet kestäväan menestykseen. Sitran arvion mukaan kiertotalous toisi vuosittain 2–3 miljardin vuosittaisen arvonlisän vuoteen 2030 mennessä. Rooman klubi arvioi, että uusia työpaikkoja syntyisi yli 75 000. Kansallinen kiertotalouden tiekartta tehtiin Sitran johdolla yhteistyössä ympäristöministeriön, maa- ja metsätalousministeriön, työ- ja elinkeinoministeriön, elinkeinoelämän ja muiden merkittävien sidosryhmien kanssa.

Tiekartassa painottuvat konkreettiset toimet kasvun, investointien ja viennin näkökulmasta. Toimet jakautuvat viiteen ryhmään, jotka perustuvat jo olemassa oleviin Suomen vahvuuksiin. Ryhmät ovat 1) kestävä ruokajärjestelmä, 2) metsäperäiset kierrot, 3) tekniset kierrot, 4) liikkuminen ja logistiikka sekä 5) yhteiset toimenpiteet. <https://www.sitra.fi/artikkelit/kierrolla-karkeen-suomen-tiekartta-kiertotalouteen-2016-2025/>. Maaliskuussa 2019 Sitra julkaisi tiekartan päivitetyn version – kiertotalouden tiekartta 2.0:n. Tiekartta 2.0:ssa ratkaisut päivitettiin uudelle tasolle sekä tarkennettiin visiota ja strategisia tavoitteita.

Muutos kiertotalouteen edellyttää koko yhteiskunnan läpi ulottuvia strategisia tavoitteita, jotka tiekartta esittelee. Kartta kuvaa tarkemmin eri yhteiskunnan sektoreiden kiertotalouden visiot ja listaa ne konkreettiset, kansantalouden muutokseen tarvittavat toimenpiteet, joiden edistämiseen suomalaiset toimijat ovat jo sitoutuneet. Lisäksi tiekartta esittelee tarvittavia, toistaiseksi puuttuvia toimenpiteitä.

1. Kilpailukyvyyn ja elinvoiman perusta uusiksi: Tavoitteemme on kehittää taloutta niin, että kiertotalouden ratkaisut nostetaan Suomessa kilpailukyvyyn ja talouden kasvustrategian keskiöön.
2. Siirrytään vähähiiliseen energiaan: Kiertotaloudessa hyvinvointimme tuottamiseen tarvitaan edelleen energiaa. Sen on oltava kestävästi tuotettua uusiutuvaa ja vähähiilistä. Lisäksi energian tehokasta käyttöä on pystyttävä edistämään.
3. Luonnonvaroihin suhtaudutaan niukkuutena: Luonnonvarojen ja materiaalien prosessointi sekä tuotteiden valmistus aiheuttavat globaaleista ilmastopäästöistä merkittävän osan.
4. Arjen päätöksistä käyttövoimaa muutokselle: Talouden peli ei nytkähdä seuraavalle, kiertotalouden mukaiselle tasolle ilman meidän kaikkien arjessa tekemiä valintojamme. Jopa lähes 70 prosenttia Suomen ilmastopäästöistä liittyy asumiseen, liikkumiseen ja ruokaan.

Yritykset

Yritykset muuttavat tapaansa toimia ja ansaintamallejaan. Entisestä tavasta tehdä tulosta siirrytään kiertotalouden mukaisiin liiketoimintamalleihin. Ne mahdollistavat materiaalien tarkemman hyödyntämisen ja syvemmät asiakassuhteet – rahanarvoinen liiketoiminta perustuu kiertotalouteen. Kiertotalouden mukainen liiketoiminta voidaan jaotella viiteen eri liiketoimintamalliin, jotka ovat: 1) uusiutuvuus, 2) jakamislustat, 3) tuote palveluna, 4) tuote-elinkaaren pidentäminen sekä 5) resurssitehokkuus ja kierrätys.

Hallinto ja lainsäädäntö

Kiertotalous sisällytetään valtionhallinnon rakenteisiin. Kiertotalous on digitalisaatioon verrattavissa oleva ilmiö, joka vaatii hallinnonalojen ja -tasojen rajat ylittävää lähestymistapaa. Erillinen käsittely yhdellä sektorilla ei riitä, vaan kaikki hallinnonalat on saatava pelaamaan kiertotalouden peliä.

Hallinnollisen ohjauksen toteuttaminen kiertotalouden edistämiseksi on vasta alkutekijöissään, ja lainsäädäntöä ja ohjausta ei ole tähän saakka tarkasteltu yhtenä kokonaisuutena. Kiertotalouden lainsäädännöllisten esteiden poistamiseksi on tehty Suomessa työtä erityisesti rakennusteollisuuteen liittyen. Työtä on kuitenkin vielä jäljellä muun muassa teollisuuslaitosten jättemateriaalien hyödyntämiseen liittyen.

Eri teollisuudenalojen osalta on tunnistettavissa sekä kiertotaloutta hidastavaa että voimaan tullessaan edistävää sääntelyä. Esimerkiksi rakennusteollisuudessa rakennustuotelainsäädäntö vaatii CE-merkittyjä tuotteita käytettävän tietyissä rakennusten osissa. Toisaalta EU-tasolla on tavoite, että vuoteen 2020 mennessä 70 prosenttia rakennus- ja purkujätteestä kierrätettäisiin. Vuosikymmeniä vanhoista rakennuksista purkuvaiheessa saatavia tuotteita ei ole CE-merkitty, mikä vaikeuttaa purkutavaran hyödyntämistä rakentamisessa.

9.2 Ympäristöministeriön kestävä rakentamisen ohjaus

Suomessa rakentamisen energiatehokkuus on ollut vahvasti rakentamisen ohjauksen kärkenä. Tulevaisuudessa ohjaus tulee muuttumaan siten, että rakennetun ympäristön ohjaus tulee tukemaan EU:n ilmastotavoitteita.

- Yhdyskuntarakenteiden ilmastovaikutukset ohjaavat kaavoitusta
- Uudisrakentamisen energiavaatimukset tulevat olemaan lähes nollaenergiatasoa
- Energiatehokkuuden parantaminen olemassa olevassa rakennuskannassa jatkuu
- Maankäyttö- ja rakennuslainsäädäntö uudistuu

Jatkossa ohjaus tulee kohdistumaan laajemmin rakennuksen koko elinkaareen. Vuoteen 2025 mennessä siirrytään rakennuksen elinkaaren hiilijalanjäljen sääntelyyn uudisrakentamisessa. Rakennusten vähähiilisyydelle tulee mahdollisesti ensimmäisessä vaiheessa ilmoitusvelvollisuus ja sen jälkeen raja-arvot ennen vuotta 2025. (Kuittinen 2019)

YM on julkaissut sivuillaan laskentamenetelmän, joka voi käyttää rakennuksen elinkaarilaskentaan, mikäli kaupallista laskentaohjelmaa ei ole käytössä. Laskentaohjelma löytyy sivulta <https://elinkaarilaskenta.fi/>. Matti Kuittinen (2020) on ohjannut rakennuksen hiilijalanjäljen laskentatyökalun kehittämistyötä ympäristöministeriössä. Laskentatyökalulla voi arvioida sekä hiilijalanjäljen ja -kädenjäljen muodostumisesta. Laskennassa raja-arvot koskevat maanpäällisiä rakenteita ja talotekniikkaa, käytetään 75 v. ikää ja huomioidaan rakennuksen koko elinkaaren ilmastovaikutukset. Hiilijalanjälki ja hiilikädenjälki, joka tarkoittaa mm. hiilivarastoja ja hiilinieluja, on laskennassa erotettu toisistaan. Laskentamenetelmiä tulee olemaan useampia: yksinkertaistettu malli, jossa käytetään osittain taulukkoarvoja, tarkka laskentamalli sekä peruskorjauksen hiilijalanjäljen laskenta. Esimerkiksi kerrostalon hiilijalanjäljestä muodostuu 63 % energian

käytöstä ja 37 % elinkaaren muista vaiheista, josta rakennustarvikkeiden osuus on 26 %. Loppu muodostuu rakentamisesta ja korjauksista.

Kuittisen (2020) mukaan rakennusmateriaalit vaikuttavat rakennuksen hiilijalanjäljen muodostumiseen, ja ympäristöministeriö onkin kokoamassa tietokantaa rakennusmateriaalien valmistuksen aiheuttamista tyypillisistä päästöistä. Näitä tietoja voi käyttää hiilijalanjäljen laskennassa, mikäli tuotteiden valmistajakohtaisia tietoja ei ole käytettävissä. Tyypillisesti puumateriaalien hiilijalanjälki on pieni, ja puu toimii myös hiilivarastona, joka huomioidaan hiilikädenjälkeä laskettaessa. Hiilikädenjälki tarkoittaa asumisen ja rakennusmateriaalien myönteisiä ilmastovaikutuksia. Hiilineutraaliin rakentamiseen pyrittäessä tavoitellaan hiilijalanjäljen ja hiilikädenjäljen tasapainoa. Hiilineutraali termiä ei ole kuitenkaan määritelty tarkasti, ja sitä ollaan parhaillaan määrittelemässä, että erityyppisten rakennusten ja rakentamisen vertailu olisi mahdollista

Kiertotalouden periaatteiden huomioiminen rakentamisessa

Ympäristöministeriö pyrkii edistämään kiertotalouden periaatteiden huomioimista rakennuksen koko elinkaaren aikana. EU:ssa tavoitteena oli rakennusmateriaalien 70 % kierrätysaste v. 2020 mennessä. Tähän tavoitteeseen ei olla päästy. Euroopassa keskimäärin 50 % rakennusten purkumateriaalista saadaan kierrätettyä. Suomessa on päästy n. 25 - 35 %:iin.

Rakennusmateriaalien kierrätyksessä korostuu erityisesti:

- Rakennuksen elinkaaren loppupää: purkaminen ja purkujätteen hyödyntäminen
- Suunnitteluvaihe: muuntojoustavuus, monikäyttöisyys, miten rakennus on purettavissa ja osat hyödynnettävissä
- Jakamistalous

Rakennus- ja purkujätteellä on jo v. 2011 lainsäädännön mukaan ilmoitusvelvoite, mutta purkamisen rooli tulee korostumaan jatkossa. Purkaminen tulee suunnitelmallisemmaksi ja ohjatummaksi ja materiaalien kierrätys tullaan huomioimaan paremmin. Sähköisiä kauppapaikkoja on kehitetty vauhdittamaan kierrätystä mm. Motivan ja YM:n yhteinen materiaalitori.fi -palvelu, jossa jätteen haltijan on tarjottava purkumateriaaleja markkinaehtoisesti, ennen kuin voi pyytää palvelua kunnalta markkinapuutteen vuoksi.

Rakentamisen haasteet Suomessa ja EU:ssa:

- Kierrätettyjen materiaalien ja komponenttien laadun varmistaminen uusissa rakennuksissa
- Materiaalien kysyntä ja tarjonta
- Kierrätys, uudelleenkäyttö ja joustavuus uuden rakennuksen suunnittelussa
- Riittämätön rakennusmateriaalien/purkumateriaalien tilastointi
- Rakennusmuovien ympäristövaikutusten vähentäminen

9.3 CE Wood -hankkeen työpajan tuloksia kiertotalouden ratkaisujen käytöstä rakennusalalla

CE Wood -hanke järjesti virtuaalisen työpajan syyskuussa 2020. Työpajassa kysyttiin osallistujilta, mitkä ovat vaikuttavimpia tekijöitä, jotka edistävät kiertotalouden toteutumista rakennusalalla. Alla olevasta kuvasta näkyy eri kierrätysvaihtoehtojen tärkeys työpajan osallistujien näkökulmasta.

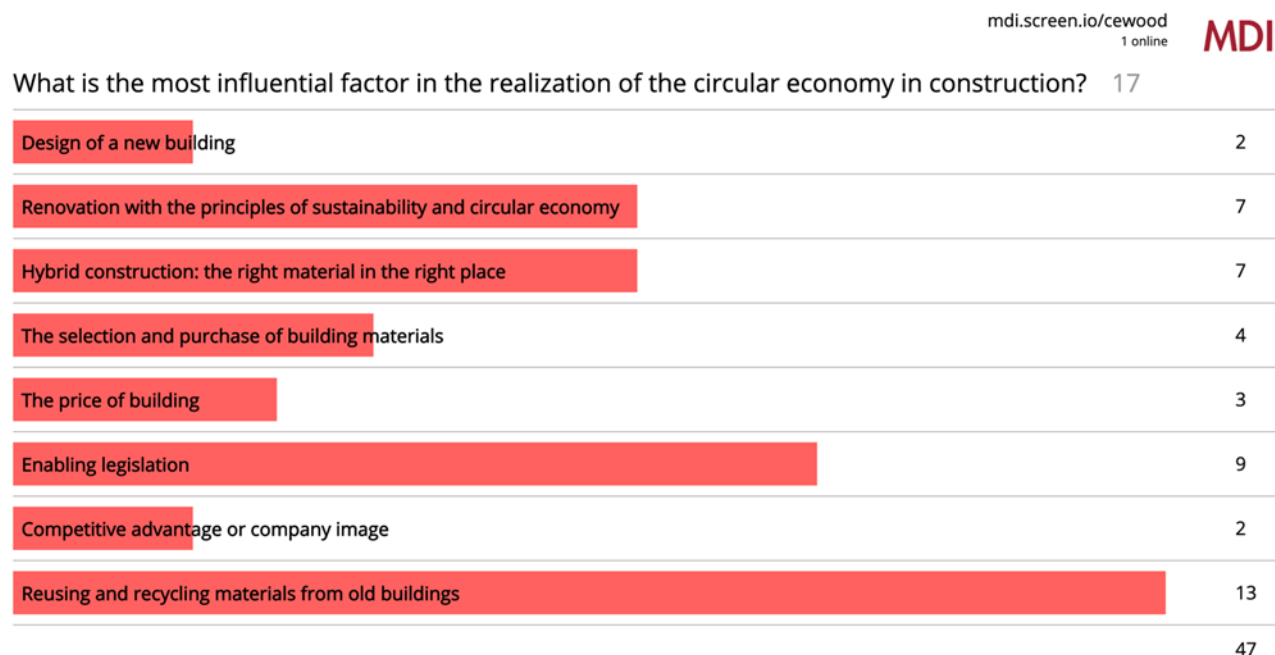


Fig 30. Työpajan osallistajat näkivät, että vanhojen rakennusmateriaalien uudelleen käyttö ja kierrättäminen ovat vaikuttavimpia tekijöitä kiertotalouden edistämässä rakennusalalla. Toiseksi nousi mahdollistava lainsäädäntö.

Lähdemateriaaleja:

Bionova Ltd (2020) One Click LCA laskentamenetelmä. Esitys 6.2.2020 pidetyssä YM:n järjestämässä työpajassa.

Huuhka, S., Vainio, T., Moisio, M., Lampinen, E., Knuutinen, M., Bashmakov, S., Köliö, A., Lahdensivu, J., Ala-Kotila, P. & Lahdenperä, P. (2021). Purkaa vai korjata? Hiilijalanjälkivaikutukset, elinkaarikustannukset ja ohjauskeinot (Ympäristöministeriön julkaisuja 2021:9). Helsinki: Ympäristöministeriö.
<http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-361-221-1>

Hughes, M. (2018) Can wood improve the indoor environment and energy-efficiency of buildings? Esitys VAIN HYVIÄ SYITÄ 2 seminaarissa Pudasjärvellä 28.-29.8.2018. <https://www.pudasjarvi.fi/kaupunki-info/projektit-ja-hankkeet/moderni-hirsikaupunki/vain-hyviae-syitae-seminaari-2/puhujat-ja-esitykset>

Jokitulppo, J. (2018) Puurakennusten akustisia erityispiirteitä, Puurakenteiden askelääneneristys. Esitykset VAIN HYVIÄ SYITÄ 2 seminaarissa Pudasjärvellä 28.-29.8.2018.
<https://www.pudasjarvi.fi/kaupunki-info/projektit-ja-hankkeet/moderni-hirsikaupunki/vain-hyviae-syitae-seminaari-2/puhujat-ja-esitykset>

Kekki, T. Toni (2019) Esitys Puurakentaminen – kiinnikkeet ja liittimet tapahtumapäivä 29.10. 2019 Ähtärissä.

Kuittinen, M. (Toim.). (2019). Rakennuksen vähähiilisyyden arviointimenetelmä (Ympäristöministeriön julkaisuja 2019:22). Helsinki: Ympäristöministeriö. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-361-029-3>

Kuittinen, M. (2020) Esitys Hiilibudjetointi tulee - rakennuksen vähähiilisyyden arviointi 27.5.2020 Suomen Metsäkeskuksen webinaarissa.

Mantila, T. (2019) Esitys Ilmastoviisasta rakentamista -seminaarissa 24.10.2019 Seinäjoella.

Moisio, M ja Huuhka, S. (2021) Betonikoulun ja puukoulun vertailu – tarkasteluja hiilijalanjäljen näkökulmasta. Kiertotalous – uusia mahdollisuuksia puurakennusteollisuudelle – CE Wood -projektin raportti. Tampereen yliopisto. 22 s. <https://www.novia.fi/cewood/project-reports>

Muilu-Mäkelä, R (2018) Puun hyvinvointiarvo. Esitys VAIN HYVIÄ SYITÄ 2 seminaarissa Pudasjärvellä 28.-29.8.2018. <https://www.pudasjarvi.fi/kaupunki-info/projektit-ja-hankkeet/moderni-hirsikaupunki/vain-hyviae-syitae-seminaari-2/puhujat-ja-esitykset>

Muilu-Mäkelä, R. (2020) Wood for Good. Esitys Tuloksia puun terveysvaikutuksia koskevista tutkimushankkeista Puutuoteteollisuus ry:n webinaarissa 19.11.2020.
<https://www.youtube.com/watch?v=kmPA7PWN63A&feature=youtu.be>

Niemeläinen, A. (2019) Esitys Ilmastoviisasta rakentamista -seminaarissa 24.10.2019 Seinäjoella.

Paajanen, O. (2020) Puupintojen puhdistettavuus ja antibakteerisuus. Esitys Tuloksia puun terveysvaikutuksia koskevista tutkimushankkeista Puutuoteteollisuus ry:n webinaarissa 19.11.2020.
<https://www.youtube.com/watch?v=kmPA7PWN63A&feature=youtu.be>

Palomäki, V. (2018) Selvitys ulkoseinien hiilijalanjäljen muodostumisesta. Kiertotalous – uusia mahdollisuuksia puurakennusteollisuudelle – CE Wood -projektin raportti. Tampereen teknillinen yliopisto. 6 s.

Palomäki, V ja Lehtisaari, P. (2018) Kiertotaloutta Alankomaissa ja Tanskassa – voiko näinkin rakentaa? Seinäjoen yliopistokeskuksen tiedotuslehti 2/2018.

Romppainen, S. (2018) Hiilijalanjäljen arviointi tulossa rakennusmääräyksiin, E-lukua koskevat poikkeukset ja uudet palomääräykset massiivipuorakennuksissa. Esitykset VAIN HYVIÄ SYITÄ 2 seminaarissa Pudasjärvellä 28.-29.8.2018. <https://www.pudasjarvi.fi/kaupunki-info/projektit-ja-hankkeet/moderni-hirsikaupunki/vain-hyviae-syitae-seminaari-2/puhujat-ja-esitykset>

Simsiö, M. (2019). Townhouse - muunneltava ja ekologinen kaupunkiasunto. Esitys Puhutaan Metsästä – seminaarissa 12.2.2019. <https://www.metsakeskus.fi/puhutaan-metsasta-etela-pohjanmaa>
<https://www.honka.fi/fi/blog/2018/02/22/townhouse-uusi-tapa-rakentaa-kaupunkiasuntoja/>

Sormunen, V. (2018) Hirsikampuksen elinkaarimallin odotettuja ja toteutuneita mittaustuloksia. Esitys VAIN HYVIÄ SYITÄ 2 seminaarissa Pudasjärvellä 28.-29.8.2018. <https://www.pudasjarvi.fi/kaupunki-info/projektit-ja-hankkeet/moderni-hirsikaupunki/vain-hyviae-syitae-seminaari-2/puhujat-ja-esitykset>

Vainio-Kaila, T. (2018) Puun supervoimat - Uuteaineiden vaikutus puun antibakteerisuuteen. Esitys VAIN HYVIÄ SYITÄ 2 seminaarissa Pudasjärvellä 28.-29.8.2018. <https://www.pudasjarvi.fi/kaupunki-info/projektit-ja-hankkeet/moderni-hirsikaupunki/vain-hyviae-syitae-seminaari-2/puhujat-ja-esitykset>

<https://www.thegreenvillage.org/projects/living-lab>

<https://www.thegreenvillage.org/projects/office-lab>

<https://www.thegreenvillage.org/projects/pr%C3%AAt-%C3%A0-loger>

<https://www.tampere.fi/asuminen-ja-ymparisto/kaupunkisuunnittelu-ja-rakentamishankkeet/hiedanranta/innovaatioiden-hiedanranta.html>

<https://www.teijotalot.fi/>

<https://www.verte.fi/>, <https://kolmenkulma.fi/>

<https://www.netlet.fi/>

<https://www.materiaalitori.fi>

<https://elinkaarilaskenta.fi/>

<https://www.sitra.fi/artikkelit/kierrolla-karkeen-suomen-tiekartta-kiertotalouteen-2016-2025/>