

Elias Hurmekoski<sup>1</sup> ja Jaana Korhonen<sup>2</sup>

## Pitkän aikavälin katsaus puurakentamisen markkinoihin

---

Hurmekoski E., Korhonen J. (2017). Pitkän aikavälin katsaus puurakentamisen markkinoihin. Metsätieteen aikakauskirja 2017-7757. Tieteen tori. 7 s. <https://doi.org/10.14214/ma.7757>

**Yhteystiedot** <sup>1</sup>European Forest Institute, Bioeconomy Programme, Joensuu; <sup>2</sup>Helsingin yliopisto, Metsätieteiden laitos, Helsinki

**Sähköposti** [elias.hurmekoski@efi.int](mailto:elias.hurmekoski@efi.int)

**Hyväksytty** 2.8.2017

---

### Johdanto

Puurakentaminen on yksi niistä metsäteollisuuden osa-alueista, joiden odotetaan voimakkaasti kasvavan tulevaisuudessa. Yhdessä pakkauskartongin, markkinasellun, biopolttoaineiden, biokemikaalien ja tekstiilien kanssa puurakentamisen kasvu voisi osaltaan lieventää kommunikaatiopaperiteollisuuden hiipumisen taloudellisia seurauksia sekä edesauttaa Pariisin ilmastosovun velvoitteiden saavuttamista.

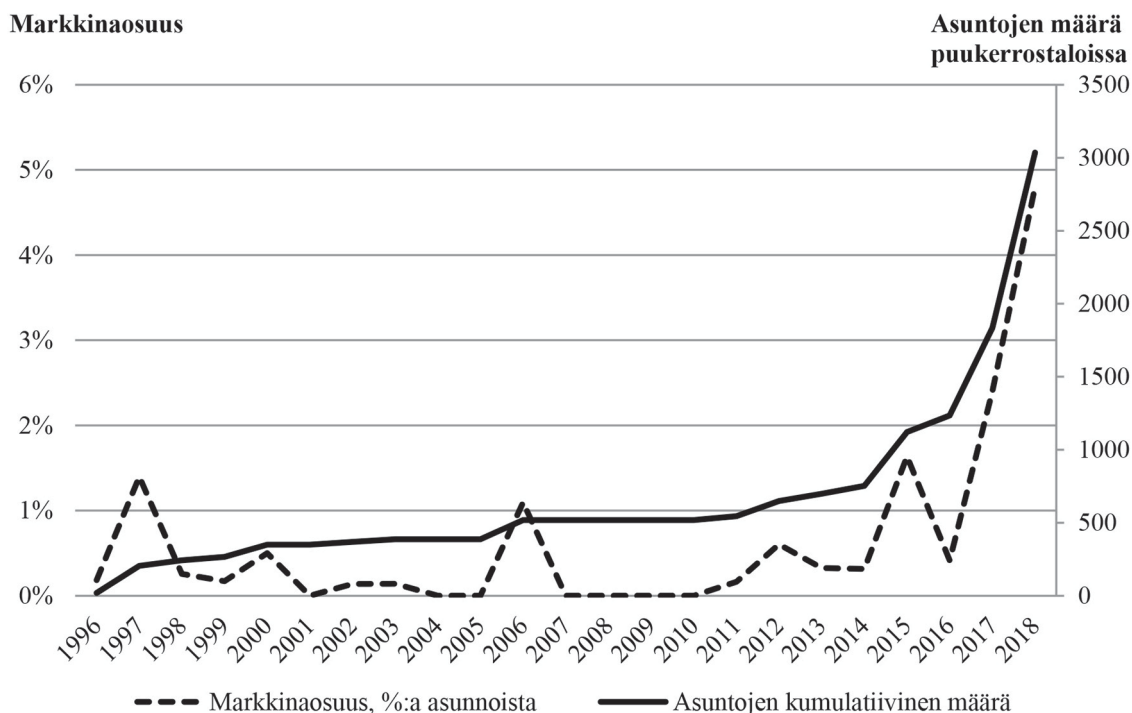
Tilastointi puun käytöstä rakentamisen eri segmenteissä on sirpaleista. Noin puolet kaikesta rakentamisesta on uudisrakentamista ja loput remontointia. Asuinrakentaminen muodostaa Euroopassa noin 75% kaikesta uudisrakentamisesta. Puuta käytetään rakenteissa, julkisivuissa, ovissa, ikkunoissa ja huonekaluissa, mutta paljon myös esimerkiksi betonimuoteissa ja rakennustelineissä. Infrastruktuurirakentamisen puolella puun käyttö on merkittävästi vähäisempää. Voidaan sanoa, että Suomessa puurakentamisella on ollut vakiintunut asema ainoastaan pientalo- ja vapaa-ajanrakentamisessa.

Hiljattain on otettu askeleita laajamittaisempaan puunkäyttöön myös kerrostalomarkkinoilla ja suuren mittakaavan julkisessa rakentamisessa. Merkittävänä ajurina on ollut vuoden 2011 Kataisen hallituksen linjaus tavoitella 10%:n markkinaosuutta puukerrostalomarkkinoilla silloisen hallituskauden loppuun mennessä (Kuva 1). Tavoite itsessään ei liene muutoksia aikaansaanut, mutta tavoitetta tukeva rakentamismääräysten uudelleenarviointi on nähtävästi antanut pontta suurten ja keskisuurien puutuoteyritysten tekemiin investointeihin teollisen esivalmistuksen jatkokehittämiseksi. Yhtenä huomion arvoisena kehityskohteenä ovat olleet tilaelementit. Investointien ja uusien kohteiden myötä kustannuksia on hiljalleen saatu painettua alas ensimmäisistä pilotti-kohteista. Samalla suuren mittakaavan puurakentamisen uskottavuutta nakertavat ennakkoluulot ovat alkaneet lieventyä.



**Kuva 1.** Hypoteesi puukerrostalorakentamisen yleistymiseen vaikuttaneista tekijöistä.

Mediassa on liikkunut ristiriitaisia tietoja puukerrostalojen markkinaosuuden kehittämisestä. Viimeisimmän aineiston mukaan näyttää kuitenkin siltä, ettei Kataisen hallituksen tavoitetta ole lähimainkaan saavutettu – tähän asti yli kaksikerroksisten puurakenteisten asuntorakennusten markkinaosuus on jäänyt korkeimmillaan kahteen prosenttiin, joka saavutettiin vuonna 2015. Vuonna 2018 osuuden odotetaan kuitenkin nousevan jo viiteen prosenttiin (Kuva 2).



**Kuva 2.** Puukerrostalorakentamisen markkinaosuuden kehitys Suomessa (Lähde: Puuinfo ja Tilastokeskus).

## Rakentaminen on vahvasti kulttuurisidonnaista

Kotimaan puunkäytön sekä metsäteollisuuden liiketoiminnan näkökulmasta kotimarkkinat ovat hyvin pienet. Lienee siis perusteltua katsoa, miltä näyttää puurakentamisen näkymät vientimarkkinoilla. Sellaista kokonaisuutta kuin “Euroopan rakennussektori” on kuitenkin vaikea hahmottaa ja analysoida pilkkomatta sitä yksittäisiin markkina-alueisiin ja -segmentteihin. Suomen kannalta tärkeät Euroopan markkinat voidaan jakaa karkeasti pohjoiseen, keskiseen ja läntiseen alueeseen, joista kullakin on omat erityispiirteensä: Pohjois-Euroopassa suositaan pitkälle esivalmistettuja osakokonaisuuksia. Sitä vastoin Keski-Euroopassa on yhä voimakkaasti vallassa paikalla rakentamisen perinne huolimatta tiettyjen tuoteosien pitkälle viedyn esivalmistamisen yleistymisestä. Länsi-Eurooppa on näiden kahden ääripään välimaastossa. Itä- ja Etelä-Eurooppa eivät hahmotu yhtä helposti tälle kartalle, mutta ne eivät toisaalta ole perinteisesti puuta rakentamisessa käyttäneitäkään.

Tilastoista on nähtävissä positiivinen riippuvuus puurakentamisen markkinaosuuden, sahatavaran ominaiskulutuksen ja metsävarojen välillä. Tämä selittyy pitkälti sillä, että 70% sahatavarasta käytetään jollakin tapaa rakentamiseen ja 70% metsänomistajien tuloista muodostuu tukkipuun myynnistä. Puurakentamisen markkinat näyttäisivätkin rajoittuvan alueisiin, joilla on mittavat yksityisomisteiset metsävarat ja siten yhteiskunnallisia ja kansantaloudellisia intressejä puuvarantojen hyödyntämiseen suuressa mittakaavassa. Esimerkiksi Etelä-Euroopassa on realistista odottaa puurakentamisen yleistyvän vain erittäin pitkällä aikavälillä ja mahdollisesti vähemmän näkyvällä tavalla kuten sementin lisäaineena.

Tulevaisuuden ennustamisessa menneiden tapahtumien ja rakenteiden pohjalta on ilmeiset puutteensa. Uusien teolliseen esivalmistamiseen pohjautuvien puurakentamistekniikoiden myötä vakiintuneet rakennustavat eivät väistämättä kykene pitkällä aikavälillä pitämään asemiaan. Argumentteja puolesta ja vastaan on lukuisia.

## Argumentit ja vasta-argumentit

Aloitetaan argumenteista, jotka puoltavat puurakentamisen markkinoiden ripeää yleistymistä. Yleisesti voidaan sanoa, että moderni teolliseen esivalmistukseen perustuva puutuoteosateollisuus kykenee vastaamaan useisiin rakentamissektorin pitkän aikavälin muutospaineesiin (Taulukko 1). Kenties keskeisin näistä on tuottavuuden kasvu. Puuhun perustuvalla esivalmistuksella varsinaiseen rakentamistyövaiheeseen kuluva aikaa saadaan leikattua kymmeniä prosentteja tai useita kuukausia lyhyemmäksi. Näin saadaan kustannussäästöjä sekä asunnot tai toimitilat tuottamaan aiemmin. Esivalmistesteiden elementtien asennus myös aiheuttaa vähemmän melua ja pölyhaittoja ympäröivälle asujaimistolle sekä vähentää väliaikaisten liikennejärjestelyjen tarvetta. Standardinomainen sisätiloissa tapahtuva elementtien kasaaminen voi myös parhaimmillaan parantaa rakentamisen laatua ja turvallisuutta. Puu itsessään uusiutuvana ja hiiltä sitovana materiaalina auttaa luonnollisesti pienentämään rakentamisen negatiivisia ympäristövaikutuksia.

Puulla on huomattu olevan mahdollisia myönteisiä vaikutuksia sisäilman laatuun ja ihmisten terveyteen, johtuen puupintojen kyvystä tasata huoneilman kosteutta, pehmeästä akustiikasta ja jopa stressiä lievittävästä ilmapiiristä. Joissakin tutkimuksissa on todettu esimerkiksi osittain puulla verhoillun luokkahuoneen oppilaiden sydämen lyöntitiheyden olevan keskimäärin alhaisempi kuin vastaavassa muunlaisessa tilassa. On arvailtu, että luonnonläheinen tai lämmin ilmapiiri saa tämän aikaiseksi, mutta erittäin vaikea sitä on tyhjentävästi selittää ottaen huomioon lukuisat subjektiiviset ja objektiiviset tekijät, jotka vaikuttavat ihmisten terveystiloihin ja jotka tulisi kyetä vastaavassa kokeessa parametrisoimaan. Vahvaa näyttöä puun mahdollisten terveyshyötyjen

**Taulukko 1.** Teollisen puurakentamisen etuja ja varjopuolia.

Edut	Varjopuolet
Teollinen esivalmistus	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uusiin menetelmiin liittyvät koetut riskit.</li> <li>• Tehokkuus vaatii paljon toistoa (prosessi ei jousta paljoa).</li> </ul>
Puu materiaalina	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Luontainen vaihtelu: oksat, kutistuminen, käyristyminen, halkeilu (tosin insinööripuutuotteet voivat vähentää näitä merkittävästi).</li> <li>• Puumateriaalin korkea hinta.</li> <li>• Pitkäaikaiskestävyys vaatii tiheän huoltovälän ja huolellista suunnittelua.</li> <li>• Vanhentuneet mielikuvat.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tuottavuus ja tehokkuus: rakennusaika (jopa 70% lyhyempi rakennusvaihe), alemmat kokonaiskustannukset, limittäiset ja rutiininomaiset työvaiheet.</li> <li>• Standardoidut olosuhteet: turvallisuus, mukavuus, kuivaketju.</li> <li>• Vähemmän häiriöitä rakennustyömaan ympäristölle.</li> <li>• Tehokas 3D-suunnittelu ja elementointi: tarkka aikataulutus, riskien hallinta.</li> <li>• Vähemmän rakennusjätettä työmaalla.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kevyt mutta kestävä materiaali (3–5 kertaa kevyempää kuin teräsbetoni).</li> <li>• Työstettävyyys ja asennustarkkuus (myös CNC-työstö).</li> <li>• Uusiutuva ja suhteessa vähän ympäristöä kuormittava materiaali (vähemmän hiilidioksidipäästöjä ja rakennusjätettä).</li> <li>• Sisäilman laatu: kosteuden tasaus, pehmeä akustiikka, stressiä lieventävä ilmapiiri.</li> <li>• Maanjäristyskestävyys.</li> <li>• Mahdollistaa puolilämpimät tilat.</li> <li>• Paloturvallisuus puukerrostaloissa (osittain nykyisten säädösten ansiosta).</li> </ul>

puolesta on, mutta ei tiedetä, mikä osuus on esimerkiksi kulttuurisilla ja opituilla tekijöillä. Hyvin näkyvä puunkäyttö sisätiloissa voi myös saada aikaan joidenkin asukkaiden vieroksumaa mökki-mäistä ilmapiiriä.

Tiivistäen voidaan sanoa, että puurakentaminen vähentää rakentamisen keskeisiä ympäristövaikutuksia (hiilidioksidipäästöjä ja materiaalimenekkiä) sekä rakennusaikaa kymmenillä prosentilla verrattuna vastaavaan betonirunkoiseen taloon. Nämä ovat usein toistettuja argumentteja, joihin nojaamalla on helppo olettaa teollisen puurakentamisen yleistymisen olevan väistämätöntä. Näyttää kuitenkin siltä, etteivät kyseiset argumentit riitä vakuuttamaan rakennusprojektien keskeisistä päätöksistä vastaavia toimihenkilöitä, joiden silmissä kaikkiin uusiin toimintatapoihin sisältyy hallitsemattomia teknisiä tai taloudellisia riskejä. Koska viivästykset yhdessä osassa projektia voivat kertautua ja aiheuttaa merkittäviä tappioita sekä negatiivista julkisuutta, arvioidut riskit budjetoidaan projektin katteeseen, mikä luonnollisesti saa puurakentamisen näyttämään vähemmän otolliselta vaihtoehdolta. Asukkaan näkökulmasta asunnon houkuttelevuuteen vaikuttavat etenkin sijainti, koko ja luonnollisesti hinta. Runkomateriaaliin monet eivät kiinnitä mitään huomiota. Näkyvää puupintaa ei nykysäädösten mukaan voida seiniin jättääkään, joten asujan kannalta runkomateriaalilla on ainakin toistaiseksi vähän merkitystä.

Puun potentiaalisilla kilpailueduilla ei siis näyttäisi olevan yhtä paljoa painoarvoa kuin koetuilla riskeillä. Sen lisäksi on nimettävissä monia rakenteellisia tekijöitä, jotka haittaavat puurakentamisen yleistymistä. Rakentamissektori on muuttunut hitaasti verrattuna muihin toimialoihin. Vakiintuneet standardit, normit, asenteet, koulutusohjelmat ja ylipäänsä kulttuuri luovat polkuriippuvuutta. Myös metsä- ja rakentamissektorin yhtäältä pirstaleinen, mutta toisaalta monikansallisten yhtiöiden dominoima toimialarakenne on epäoptimaalinen puurakentamiseen erikoistumisen kannalta. Pienet puutuoteyhtiöt eivät ole kyllin uskottavia suurten rakennusliikkeiden partnereiksi liiketoiminnan kehittämisen ja projektien sujuvan läpiviennin kannalta, mutta suurille metsäyhtiöille puurakentamisen markkinat ovat liian pienet verrattuna globaaleihin sellu- ja paperimarkkinoihin.

Ilman merkittävää suunnanmuutosta yritysten strategioissa tai ympäristöpolitiikassa ei suuria muutoksia puurakentamisen markkinoilla Euroopan tasolla ole odotettavissa. Taulukko 2 nimeää keskeisiä toimenpiteitä puurakentamisen vauhdittamiseksi. Tärkeää olisi jakaa uusiin toi-

**Taulukko 2.** Keskeisiä strategioita ja poliittisia toimia puurakentamisen vauhdittamiseksi.

Strategiat	Poliittiset toimet
Lyhyt aikaväli <ul style="list-style-type: none"> <li>• Riskejä jakavat urakointimallit: esim. allianssimalli.</li> <li>• Lisää vastuuta rakentamisen arvoketjussa: esim. yhteinen rakennuttajaliike tuoteosatoimittajille.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tarpeettomien ja vanhentuneiden rakennusmääräysten ja kustannusrasitteiden purku (tasapuoliset toimintaedellytykset).</li> <li>• Suora tuki (kaavoitus, julkiset hankinnat, yms.).</li> </ul>
Pitkä aikaväli <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kustannuskilpailu: standardisointi.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiukemmat ympäristönormit.</li> <li>• Hiilidioksidivero.</li> <li>• Uudet ja päivitettyt koulutus- ja T&amp;K-ohjelmat.</li> <li>• Kannustimet uuteen liiketoimintaan.</li> </ul>

mintatapoihin liittyviä riskejä eri toimijoiden kesken sekä ottaa huomioon rakentamisesta aiheutuvat negatiiviset ulkoisvaikutukset hinnoittelussa ja normeissa. Lisäksi puutuotealan yritykset voisivat esimerkiksi perustaa yhteisen puurakentamiseen erikoistuvan rakennuttajaliikkeen ja yhtiöittää suurissa firmoissa puurakentamisen omaksi liiketoimintayksikökseen. Asiantuntijat painottavat vahvasti myös koulutuksen roolia rakentamisen kulttuurin muuttamisen kannalta, tosin tuloksia tässä suhteessa voitaneen odottaa vain erittäin pitkällä aikavälillä. Lyhyellä aikavälillä puun ja muiden uusiutuvien rakennusmateriaalien yleistymistä voidaan edistää tehokkaasti esimerkiksi julkisilla hankinnoilla.

Ympäristötuoteselosteiden ja -sertifikaattien avulla voidaan saada jonkin verran positiivista huomiota, mutta puurakentamisen yleistymisen kannalta ratkaisevassa asemassa ne tuskin tulevat olemaan, elleivät ne ole sidoksissa nykyistä sitovampaan ympäristöpolitiikkaan. Vastaavasti joillakin markkinoilla voidaan saada kilpailuetua markkinoimalla puun kosteutta tasaavia, akustisia, antibakteerisia, visuaalisia ja muita toiminnallisia terveyttä ja hyvinvointia edistäviä ominaisuuksia.

## Puurakentamisen ympäristövaikutukset

Puutuotteiden ympäristöhyödyt tiivistyvät uusiutuvuuden lisäksi suoraan puun keveyteen. Rakenteissa käytettävän puumateriaalin ja betonin tilavuus voi olla likipitäen sama, mutta puun tiheys (n. 500 kg m<sup>-3</sup>) on alle kolmasosa betonin tiheydestä (n. 1850 kg m<sup>-3</sup>), joten puumateriaalia tarvitaan tonneissa ilmaistuna vähemmän. Koska rakennusmateriaalia kuluu vähemmän, myös aikanaan syntyvän rakennusjätteen määrä on vastaavasti pienempi.

Päästöjen kannalta mekanismi on hieman monimutkaisempi. Tonnia kohden laskettuna puutuotteiden valmistukseen tarvitaan enemmän energiaa kuin esimerkiksi betonin valmistukseen, sillä puun kuivaaminen vie paljon energiaa. Koska puuta kuitenkin tarvitaan merkittävästi vähemmän, myös absoluuttinen energian tarve jää pienemmäksi. Lisäksi puutuotteiden valmistukseen käytetty energia on pääosin sahatavaran sivutuotevirroista valmistettua bioenergiaa. Sivutuotevirroista tuotettu energia ja muut tuotteet korvaavat fossiilisia raaka-aineita. Lisätua tuo myös puurakenteisiin rakennuksen elinkaaren ajaksi sitoutunut hiili.

Rakentamisesta aiheutuvat CO<sub>2</sub>-päästöt muodostavat noin 5% EU:n kokonaispäästöistä. Kun muistetaan, että puurakenteinen talo voi tuottaa muutamia kymmeniä prosentteja vähemmän hiilidioksidipäästöjä kuin vastaava teräsbetonirunkoinen talo, huomataan ettei puurakentamisella tule olemaan ratkaisevaa ilmastovaikutusta EU:n tasolla. Yksi tapa nähdä asia on, että Pariisin ilmastopöytäkirjan toteuttamiseksi kaikki voitava on tehtävä, mistä syystä puurakentamisenkaan merkitystä ei tule vähätellä. Toinen ilmeinen johtopäätös on, että ratkaisevinta rakentamisen ympäristövaikutusten kannalta tulee olemaan yleisimpien rakennusmateriaalien ympäristöhaittojen

vähentäminen sekä rakennusten energiatehokkuuden parantaminen ja niissä käytetyn energian korvaaminen uusiutuvilla energialähteillä.

Kilpailevia rakentamisen innovaatioita on lukuisia, esimerkkinä kiinalainen yritys Winsun, joka kertoo pystyvänsä tulostamaan 20 taloa vuorokaudessa osittain kierrätetystä betonista. Sementin tuotannon päästöjä kyettäisiin vähentämään kymmenillä prosenteilla tai jopa lähes kokonaan, jos kalsinointiprosessi saataisiin kustannustehokkaasti korvattua esimerkiksi alkaliaktivoinnilla. Toistaiseksi tämän kaltaiset innovaatiot eivät ole herättäneet rakentamisalan kiinnostusta suuressa mittakaavassa, luultavasti koska niiden käyttöönottoon ei yksinkertaisesti ole riittäviä kannustimia. On kuitenkin tärkeä huomata, että puurakentamisen ympäristöhyödyt riippuvat olennaisesti siitä, mihin puuta verrataan. Pitkällä aikavälillä voidaan odottaa puun etumatkan kaventuvan tässä suhteessa, mikä on toki ilmaston kannalta toivottavaa.

Jos ei puurakentaminen tuo ratkaisevia ilmastohyötyjä, ei sen merkittävä lisääntyminen merkitsisi kovin suurta uhkaa puuresurssien riittävyydellekään. Nykyistä kaksi kertaa suurempi volyyymi eli 20%:n markkinaosuus kaikesta rakennustuotannosta EU:ssa merkitsisi noin 50 miljoonan kuutiometrin vuosittaisia hakkuita, jos puolet tästä määrästä olisi insinööripuutuotteita. Suuri osa tästäkin puunkäytöstä ohjautuu sivutuotevirtoina massa-, kemikaali- ja energiateollisuuteen.

Rakentamista pohdittiin äskettäin myös maailman ensimmäisessä kansainvälisessä kiertotalousforumissa Helsingissä. Yksi keskeinen sanoma oli, että tulevaisuudessa investoijat haluavat nähdä rakennukset yhä enemmän kierrätettävänä omaisuuseränä ja vähemmän purettavana rakennelmana. Tämä lisää suunnittelun merkitystä. Puun keveydestä ja verrattain helposta muokattavuudesta on luotava tarina, joka vetoaa tulevaisuuden kiertotalousasiantuntijoihin: puun täytyy näyttäytyä houkuttelevana materiaalina luodessa uusia rakentamisen konsepteja. Esimerkiksi terästeollisuus on profiloitunut itseään kiertotalouden edelläkävijäksi, mikä voi luoda kovin yksipuolista kuvaa kiertotalouden mahdollisuuksista.

## **Puurakentamisella voi olla kokoaan suurempi merkitys**

Puurakentamisen kasvusta on selviä merkkejä. CLT:n (Cross Laminated Timber) tuotannon kasvuvauhti Euroopassa on ollut 15% vuosiluokkaa. Näin merkittävä kasvuvauhti määräytyy pääosin muiden tekijöiden kuin rakennusaktiivisuuden tai talouskasvun mukaan, mikä on selvä osoitus rakennemurroksesta puutuotemarkkinoilla. Suhteellista muutosta arvioitaessa on toki otettava huomioon, että kantaluku on verrattain pieni. CLT:n maailmanlaajuinen vuosituotanto on noin miljoona kuutiota, eli noin sadasosa sahatavaran vuosituotannosta Euroopassa.

Vastaavasti puurakentamisen suora merkitys Suomen metsäteollisuudelle ei ole verrattavissa massa- ja paperiteollisuuteen. Esimerkiksi Stora Enson investointi LVL:n (Laminated Veneer Lumber) tuotantoon ja Crosslam Kuhmon investointi CLT:n tuotantoon olivat yhteensä muutaman kymmenen miljoonan euron luokkaa ja puunkäyttö täydellä kapasiteetilla muutama satatuhatta kuutiota. Tämä on varsin vähän verrattuna äskettäisiin sellu- ja biopolttoaineinvestointeihin. Äänekosken ja potentiaalisten vastaavien kuitupuun käyttöä lisäävien investointien myötä tukkia joudutaan myös prosessoimaan tulevina vuosina merkittävästi lisää. Sahojen kannattavuus voinee puurakentamisen yleistymisen sijaan kuitenkin parantua ennemmin investoimalla sivutuotevirtojen jatkojalostamiseen.

Toisin kuin paperiteollisuuden tuotteiden kohdalla, puurakentamisella on nähty jalansijaa lähinnä niillä alueilla, joissa yksityisomisteista metsää on väestön kokoon suhteutettuna paljon. Jää nähtäväksi, voisiko tämä sidos murtua joko tiukentuvien ympäristönormien tai uuden liiketoiminnan kautta. Toisaalta, maailmalla puurakentamiseen liittyvien innovaatioiden esille tuomisessa ollaan jossakin määrin menty pilvenpiirtäjä rakentaminen edellä, vaikka markkinavolyymin ja

ympäristönäkökohtien kannalta merkityksellisempi segmentti on alle kymmenkerroksiset rakennukset. Pilvenpiirtäjämäiset puukerrostalot voivat toki harvinaisuutensa ja uutuusarvonsa vuoksi toimia “lippulaivoina” ja tarjota näin ollen epäsuoraa vetoapua kaikenlaiselle puurakentamiselle ja miksei biotaloudelle yleisemminkin, mutta suoraa hyötyä kyseisistä hankkeista ei suuren volyymin markkinoiden kehittymisen näkökulmasta nähtävästi ole.

Myös rakentamissektorin kannalta puurakentamisen varsinaista markkinaosuutta tärkeämpi vaikutus näyttäisi lopulta olevan epäsuora, nimittäin kilpailun lisääminen vakiintuneilla markkinoilla. Kasvava kilpailu toisi mukanaan lisää vaihtoehtoja, ajaisi kustannuksia alas, parantaisi laatua ja parhaimmillaan myös auttaisi pienentämään rakentamisen valtavaa ympäristöjalanjälkeä. Kilpailua ei tässä yhteydessä tulisi mieltää ainoastaan perinteisenä puu vastaan muut materiaalit-asetelmana. Päinvastoin, sekä menestyvän liiketoiminnan että ympäristövaikutusten minimoimisen kannalta olisi tärkeää jättää tilaa eri sektoreiden väliselle yhteistyölle ja hybridirakentamiselle.

## Kiitokset

Hurmekoski kiittää rahoituksesta Suomen Akatemian Strategisen Tutkimuksen Neuvoston FORBIO-projektia (nro. 14970). Korhonen kiittää rahoituksesta Suomen Akatemian FORESCOF- ja ORBIT-projekteja (Nro. 278363, 307480).

## Kirjallisuutta

- Antikainen R., Dalhammar C., Hildén M., Judl J., Jääskeläinen T., Kautto P., Koskela S., Kuisma M., Lazarevic D., Mäenpää I., Ovaska J.-P., Peck P., Rodhe H., Temmes A., Thidell Å. (2017). Renewal of forest based manufacturing towards a sustainable circular bioeconomy. Reports of the Finnish Environment Institute 13/2017. <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/186080>.
- Hurmekoski E. (2016). Long-term outlook for wood construction in Europe. *Dissertationes Forestales* 211. <https://doi.org/10.14214/df.211>.
- Pacheco-Torgal F., Labrincha J. (2013). The future of construction materials research and the seventh UN Millennium Development Goal: a few insights. *Construction and Building Materials* 40: 729–737. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2012.11.007>.
- Ramage M.H., Burrige H., Busse-Wicher M., Fereday G., Reynolds T., Shah D.U., Wu G., Yu L., Fleming P., Densley-Tingley D. (2017). The wood from the trees: the use of timber in construction. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 68(1): 333–359. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.09.107>.
- Sathre R., Gustavsson L. (2009). A state-of-the-art review of energy and climate effects of wood product substitution. Växjö University, Report No. 57. URN: [urn:nbn:se:lnu:diva-15725](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:se:lnu:diva-15725).