

# Kaupunkilaiset kilpailukykyisten hiilinielujen ja -varastojen rakentajina

UrbanCstock, VN/2909/2019

Loppuraportti 18.5.2021

Kirjoittanut Juudit Ottelin ja Seppo Junnila

## Sisällys

1. Tiivistelmä.....	2
2. Hankkeen tausta ja tavoitteet.....	3
3. Hankkeen osapuolet ja menetelmät.....	3
4. Hankkeen tulokset.....	3
5. Hankkeen vaikuttavuus/vaikutukset.....	7
6. Viestinnän toteutuminen ja tulokset.....	7
7. Tulosten kestävyys ja hyödyntäminen.....	9
8. Talousraportti.....	9
9. Suositukset tulevia hankkeita ja ohjelmia varten.....	9
10. Johtopäätökset.....	9

### 1. Tiivistelmä

Puurakentamisen merkitystä ilmastonmuutoksen hillinnässä voidaan tarkastella useilla tasoilla. Tässä tutkimushankkeessa valittiin kolme näkökulmaa, jotka kaikki liittyvät kaupunkien keskeiseen rooliin ilmastonmuutoksen hillinnässä: kuluttaja, kaupunkikehitys ja kiinteistöinvestoija. Tutkimushankkeen tavoitteena oli selvittää puurakentamisen ilmasto- ja talousvaikutuksia näistä kolmesta näkökulmasta. Hankkeen ensimmäisen osan eli kuluttajannäkökulman tulosten perusteella voidaan sanoa, että puutaloasukkaan hiilijalanjälki on keskimäärin 12% (950 CO<sub>2</sub>-ekv kg/v) pienempi kuin muissa rakennuksissa asuvien asukkaiden. Erityisen pieni hiilijalanjälki on kuluttajilla, jotka ovat investoineet uuteen puutaloon tai asuntoon puutalossa urbaanilla alueella. Hankkeen toisen eli kaupunkikehityksen näkökulmasta pystyttiin arvioimaan, että koko Euroopan tasolla puurakentaminen on vielä vähäistä. Sama pätee Suomen sisällä kasvavilla urbaaneilla kaupunkialueilla. Puurakennusten hiilivarastoa olisi mahdollista kuitenkin kasvattaa merkittävästi sekä yksittäisten rakennusten että koko kaupunkien tasolla. Tutkimuksessa arvioitiin, että Euroopassa puurakentaminen voisi lisääntyä jopa 55 CO<sub>2</sub> Mt asti vuositasolla, mikä yksistään kompensoisi noin puolet nykyisen sementtiteollisuuden päästöistä. Puurakentamista voitaisiin edistää mm. huomioimalla rakennusmateriaalien ilmastovaikutukset paremmin rakennusten ympäristösertifikaateissa ja sisällyttämällä päästöjen aiheuttamat kustannukset paremmin tuotteiden hintoihin (esim. hiiliverot, EU ETS). Tärkeänä havaintona tehtiin myös, että puurakentamisessa rakennustyyppi, koko tai käytetty teknologia eivät ole kovinkaan keskeisessä roolissa rakennuskohtaisen hiilivaraston kasvattamisessa, vaan huomio tulisi pääsääntöisesti kohdistaa käytetyn puun määrään. Tutkimuksen kolmannessa osiossa eli kiinteistösijoittaja näkökulmassa osoitettiin, että puurakenteisille asuinhuoneistoille on jo nykyään havaittavista korkeampia kauppahintoja asuntomarkkinoilla. Esimerkiksi Helsingissä puukerrostalojen huoneistoista ollaan valmiita maksamaan selvää noin 9% hintapremiötä.

## 2. Hankkeen tausta ja tavoitteet

Puurakentamisen merkitystä ilmastonmuutoksen hillinnässä voidaan tarkastella useilla tasoilla. Tässä tutkimushankkeessa valittiin kolme näkökulmaa, jotka kaikki liittyvät kaupunkien keskeiseen rooliin ilmastonmuutoksen hillinnässä: kuluttaja, kiinteistöinvestoija ja kaupunkikehitys. Tutkimushankkeen tavoitteena on selvittää:

1. Onko puurakentamisella toteutettuun kaupunginosaan muuttaminen kasvavilla kaupunkialueilla kuluttajan näkökulmasta panos-hyötysuhteeltaan kannattava ilmastoteko?
2. Miten puurakentamista pitäisi ohjata kaupungeissa kiinteistötalouden ja ilmastotavoitteiden näkökulmasta?

Tutkimuksen työhypoteesit olivat:

”Kasvavilla kaupunkialueilla puuasuinalueelle muuttaminen on asukkaan näkökulmasta yksi merkittävimmistä ilmastoteoista, johon hän omilla kuluttajavalinnoilla voi vaikuttaa”

”Hiilinielujen ja -varastojen sekä korvautuvien päästöjen näkökulmasta kiinteistötaloudellisesti ohjattujen puualueiden rakentaminen on merkittävä ja kannattava ilmastoteko tavoitetason 2050 näkökulmasta”

Hankkeen tavoitteena oli kehittää hiilijalanjälkien ja hiilivarastojen state-of-the-art mallinnusta ja julkaista useita artikkeleita ympäristötieteen johtavan tason (JUFO  $\geq 2$ ) tieteellisissä lehdissä. Yhteiskunnallisena tavoitteena oli lisätä kaupunkien, kiinteistöalan sekä kuluttajien tietoisuutta puurakentamisen ilmastohyödyistä.

## 3. Hankkeen osapuolet ja menetelmät

Hankkeen toteutti pääosin Aalto-yliopiston kiinteistöliiketoiminnan tutkimusryhmä Prof. Seppo Junnilan johdolla. Lisäksi hankkeessa tehtiin tutkimusyhteistyötä Islannin yliopiston (Prof. Jukka Heinonen) ja Leidenin yliopiston (Assist. Prof. Bernhard Steubing) kanssa.

Hankkeessa käytettiin useita erilaisia tutkimusmenetelmiä, mutta painotus oli kvantitatiivisissa menetelmissä. Puurakentamisen ilmastovaikutuksia arvioitiin erilaisilla elinkaarimenetelmillä ja talousvaikutuksia hedonisella regressioanalyysillä. Kuluttajien hiilijalanjälkien vertailuun käytettiin myös regressioanalyysiä.

## 4. Hankkeen tulokset

Hanke saavutti asetetut päätavoitteet hyvin. Hankkeen aikana julkaistiin kolme tieteellistä artikkelia, ja neljäs on review prosessissa. Lisäksi valmistui yksi opinnäytetyö. Hankkeen tulokset ovat herättäneet kiinnostusta yleisötapahtumissa ja mediassa. Hankkeessa edistettiin merkittävästi puurakentamisen ilmastovaikutusten tieteellistä mallintamista, mikä luo hyvän pohjan jatkotutkimuksille.

## Tieteelliset julkaisut

- Amiri, A., Ottelin, J., Sorvari, J., & Junnila, S. (2020). Cities as carbon sinks—classification of wooden buildings. *Environmental Research Letters*, 15(9), 094076. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aba134>
- Amiri, A., Emami, N., Ottelin, J., Sorvari, J., Marteinsson, B., Heinonen, J., & Junnila, S. (2021). Embodied emissions of buildings-A forgotten factor in green building certificates. *Energy and Buildings*, 241, 110962. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2021.110962>
- Ottelin, J., Amiri, A., Steubing, B., & Junnila, S. (2021). Comparative carbon footprint analysis of residents of wooden and non-wooden houses in Finland. *Environmental Research Letters*, under review.
- Talvitie, I., Vimpäri, J., & Junnila, S. (2021). Economic feasibility of wood-based structures—improving urban carbon neutrality strategies. *Environmental Research: Infrastructure and Sustainability*. <https://doi.org/10.1088/2634-4505/abfe05>

## Opinnäytetyö

Talvitie, Ilmari. "Price premium for wooden dwellings? Wood-based structures as a tool to enable carbon neutrality for cities" . Diplomityö, Aalto-yliopisto.

## Julkaisujen englanninkieliset tiivistelmät

### Cities as carbon sinks—classification of wooden buildings

Although buildings produce a third of greenhouse gas emissions, it has been suggested that they might be one of the most cost-effective climate change mitigation solutions. Among building materials, wood not only produces fewer emissions according to life-cycle assessment but can also store carbon. This study aims to estimate the carbon storage potential of new European buildings between 2020 and 2040. While studies on this issue exist, they mainly present rough estimations or are based on a small number of case studies. To ensure a reliable estimation, 50 different case buildings were selected and reviewed. The carbon storage per m<sup>2</sup> of each case building was calculated and three types of wooden buildings were identified based on their carbon storage capacity. Finally, four European construction scenarios were generated based on the percentage of buildings constructed from wood and the type of wooden buildings. The annual captured CO<sub>2</sub> varied between 1 and 55 Mt, which is equivalent to between 1% and 47% of CO<sub>2</sub> emissions from the cement industry in Europe. This study finds that the carbon storage capacity of buildings is not significantly influenced by the type of building, the type of wood or the size of the building but rather by the number and the volume of wooden elements used in the structural and non-structural components of the building. It is recommended that policymakers aiming for carbon-neutral construction focus on the number of wooden elements in buildings rather than more general indicators, such as the amount of wood construction, or even detailed indirect indicators, such as building type, wood type or building size. A practical scenario is proposed for use by European decision-makers, and the role of wood in green building certification is discussed.

### Embodied emissions of buildings-A forgotten factor in green building certificates

The construction and use of buildings consume a significant proportion of global energy and natural resources. Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) is arguably the most international green building certification system and attempts to take actions to limit energy use of buildings and construct them sustainably. While there has been a wide range of research mainly focused on energy use and emission production during the operation phase of LEED-certified buildings, research on embodied emissions is rare. The aim of this study is to evaluate the efficiency of LEED regarding initial (pre-use) embodied emissions using life cycle assessment

(LCA). The study comprised several steps using a designed model. In the first step, three optional building material scenarios were defined (optimized concrete, hybrid concrete-wood, and wooden buildings) in addition to the base case concrete building located in Iceland. Second, an LCA was conducted for each scenario. Finally, the number of LEED points and the level of LEED certification was assessed for all studied scenarios. In addition, a comparison regarding embodied emissions consideration between LEED and Building Research Establishment Environmental Assessment Method (BREEAM) as mostly used green certificate was conducted in the discussion section. The LCA showed the lowest environmental impact for the wooden building followed by the hybrid concrete-wood building. In the LEED framework, wooden and hybrid scenarios obtained 14 and 8 points that were related to material selection. Among these points, only 3 (out of a total of 110 available points) were directly accredited to embodied emissions. The study recommends that the green building certificates increase the weight of sustainable construction materials since the significance of embodied emissions is substantially growing along with the current carbon neutrality goals. As most of the materials for building construction are imported into Iceland, this study is useful for locations similar to Iceland, while overall it is beneficial for the whole world regarding climate change mitigation.

Comparative carbon footprint analysis of residents of wooden and non-wooden houses in Finland  
Sustainable forest management and harvested wood products together can create a growing carbon sink by storing carbon in long-lived products. The role of wood products in climate change mitigation has been studied from several perspectives, but not yet from a consumer's view. In this study, we examine the impact of wooden housing on consumer carbon footprints in Finland. We use the 2016 Finnish Household Budget Survey and Exiobase 2015, a global multi-regional input-output model. The sample size is 3,700 households, of which 45% live in a wooden house. We find that residents of wooden houses have a 12(±3)% (950 kg CO<sub>2</sub>-eq/year) lower carbon footprint on average than residents of non-wooden houses, when income, household type, education of the main income provider, age of the house, owner-occupancy and urban zone are controlled in regression analysis. This is not fully explained by the impact of the construction material, which suggests that the residents of wooden houses may have some features in their lifestyles that lower their carbon footprints further. In addition, we find that an investment in a new wooden house in an urban area has a strong reducing impact on a consumer's carbon footprint, while investments in other types of housing have a weaker or no reducing impact. Our findings support wooden housing as a meaningful sustainable consumption choice.

Economic feasibility of wood-based structures—improving urban carbon neutrality strategies  
Countries and cities alike have set carbon neutrality goals to the near future. Urban areas are experiencing an increased demand for new housing developments, and buildings are responsible for one third of all greenhouse gas emissions. The relative share of construction emissions is increasing as energy production is de-carbonizing. Wooden structures have showcased potential in substantially decreasing these emissions. However, for the construction industry to utilize environmentally friendly products, the cost efficiency needs to be determined. Prior research does not present conclusive results regarding the construction costs or value of wooden buildings. This study aims to determine the economic feasibility of wood-based structures in housing. We approach this by estimating the effect of wood on Finnish dwelling prices through hedonic regression analyses. Dwelling prices are analysed with transaction data from the Helsinki metropolitan area. It is provided by the Central Federation of Finnish Real Estate Agencies. The data represents occurred transactions between 1999 and 2018. The study discovers that a wooden structure has a positive price effect in the Helsinki metropolitan region suggesting an economically feasible opportunity to create low carbon urban housing. In the city of Helsinki, the effect is statistically significant (+8.85%) whereas no significance is found in either Espoo or Vantaa. The results suggest that in Helsinki, a direct financial benefit exists for both the city and private developers. For other cities, the study encourages to increase the consumption of wood due to its environmental properties. The study implies that wooden construction is an economically feasible solution in mitigating climate change. As this may provoke an increased demand for wood in construction, further research should be conducted to analyse its effects on the economy and the environment.

## Price premium for wooden dwellings? Wood-based structures as a tool to enable carbon neutrality for cities

Countries and cities alike have set carbon neutrality goals to the near future. In addition, urban areas are experiencing an increased demand for housing. Buildings are responsible for one third of all urban greenhouse gas emissions, and the relative emission share of construction is increasing. Wooden structures have presented capabilities in substantially decreasing these emissions. For the construction industry to utilize wooden products the cost efficiency needs to be determined. Prior research does not present conclusive results regarding the costs of wooden construction.

The aim of this thesis is to determine the economic feasibility of wood-based structures by conducting a hedonic regression analysis of Finnish dwelling prices. The regression analyses are calculated using a stepwise-approach - independent variables are excluded on a 95% -confidence interval. Key emphasis is set on how wood affects dwelling prices. No such prior research is found.

Dwelling prices are analysed through transaction data provided by the Central Federation of Finnish Real Estate Agencies. The data represents occurred transactions in Finland between 1999-2018. However, this research allocates the data to three datasets based on their built year; dwellings constructed between 1) 1990-2020, 2) 2000-2020, and 3) 2010-2020. The regression analyses are conducted separately for apartment building, semi-detached, and detached dwellings for six of the largest cities in Finland. These cities are Helsinki, Espoo, Vantaa, Turku, Tampere, and Oulu.

The thesis discovers that a wooden structure has a statistically significant positive effect on apartment building dwelling prices in Helsinki (-8,4%). The effect is consistently insignificant when determining apartment building dwelling prices in all other locations. This thesis further presents that a wooden structure has a statistically significant negative effect (-7,3%) on detached dwelling prices in all cities but Tampere. Wood conveys no statistical significance for semi-detached dwellings in any city.

The results for apartment building dwellings in Helsinki suggest a direct financial benefit for both the city and developers to increase the use of wood in construction. On the other hand, the results indicating no price difference should encourage cities to promote the use of wood in construction due to the material's established environmental properties. The results for detached dwellings are not surprising. They derive from a standardized production line of single-family homes which, in Finland, are more frequently constructed of wood. The implications of this study may provoke an increased demand for wood in construction. Therefore, further research should be conducted to analyse the impact an increased demand of wood will have on the Finnish economy and the environment. Furthermore, to make wood more customary in construction this research suggests educational facilities to increase knowledge on the material's capabilities in e.g. mitigating climate change.

## Yhteenveto julkaisujen tuloksista Suomeksi

- Kirjallisuuden mukaan rakennusten hiilivarasto vaihtelee välillä 100-300 CO<sub>2</sub> kg/brutto-m<sup>2</sup> riippuen puuosien määrästä ja koosta (ei niinkään rakennustyyppistä)
- Euroopassa puurakennusten osuus uudisrakennuksista on vain noin 5%, eli kasvupotentiaali on suuri
- Tutkittujen skenaarioiden mukaan puurakennusten hiilivarasto voisi kasvaa suurimmillaan 55 CO<sub>2</sub> Mt/v, jos puurakentamisen määrä olisi 80% uudisrakentamisesta ja puurakennusten hiilivarasto korkealla tasolla (300 CO<sub>2</sub> kg/brutto-m<sup>2</sup>). 55 CO<sub>2</sub> Mt/v vastaa noin puolta (47%) sementtiteollisuuden tämän hetkisiä kokonaispäästöjä Euroopassa.
- Ilmastovaikutusten kannalta on tärkeää, että metsien hiilinielu pysyy vakaana (ei pienene) hakkuiden vuoksi. Jos puurakentamista kasvatetaan merkittävästi, metsien hiilinieluista on huolehdittava, esimerkiksi metsittämällä uusia alueita, intensiivisemmällä metsien hoidolla,

puuntuotannon sivu- ja jätevirtojen hyödyntämisellä komposiittimateriaaleiksi, sekä puumateriaalien kierrätyksen kehittämisellä, siten että puumateriaali hyödynnettäisiin useita kertoja materiaalina (cascading) ennen sen päätymistä polttoon.

- Rakennusten ympäristösertifikaatit, kuten LEED ja BREEAM, eivät tällä hetkellä huomioi rakennusmateriaalien ympäristövaikutuksia kovin kattavasti, vaan keskittyvät rakennusten energiatehokkuuteen. Rakennusmateriaalien osuus rakennusten elinkaarisista päästöistä on kuitenkin kasvussa, koska energiasektorilla on tapahtumassa kestävyysmurros. Sertifikaatteja pitäisi kehittää tästä näkökulmasta, jotta ne edistäisivät puun ja muiden vähähiilisten materiaalien käyttöä paremmin.
- Puutaloasukkailla on keskimäärin 12% (950 CO<sub>2</sub>-ekv kg/v) pienempi hiilijalanjälki kuin muiden talojen asukkailla, kun tulot, koulutus, kotitalouden koko, talon ikä ja omistajuus (vuokra- vai omistusasunto) sekä kaupunkivyöhyke vakioidaan. Rakennusmateriaali yksin selittää noin puolet tästä erosta. Tämän lisäksi puutaloasukkailla muita kestäviä piirteitä kulutuksessaan (esim. pienemmät energiankulutuksen ja matkustelun päästöt), mikä kasvattaa eroa.
- Investointi uuteen taloon tai asuntoon aiheuttaa kulutuksen ponnahdusilmion: investointi vähentää muuta kulutusta ja siitä aiheutuvia päästöjä. Toisaalta rakentaminen aiheuttaa merkittävän hiilipiikin rakennusvuonna. Puutalon aiheuttama hiilipiikki on matalampi kuin muiden rakennusten. Analyysimme mukaan investointi uuteen puutaloon sellaisella alueella, missä on jatkuvaa kysyntää uudisrakentamiselle, on ilmastonäkökulmasta erityisen suositeltavaa. Alueilla, missä ei ole kysyntää uudisrakentamiselle, on päästöjen näkökulmasta parempi ostaa vanha talo tai asunto.
- Aiemmat tutkimukset ovat antaneet ristiriitaisia tuloksia puurakentamisen vaikutuksesta asuntojen hintoihin. Analyysimme mukaan kerrostalojen puurakenteilla on positiivinen hintavaikutus Helsingissä (+8.85%). Espoossa, Vantaalla, Tampereella, Turussa ja Oulussa vaikutus ei ole tilastollisesti merkittävä. Tulos antaa viitettä, että puurakentamisella on hintapreemio ainakin kaikkein urbaaneimmilla alueilla. Puurakentaminen on siten kiinteistöomistajan ja -kehittäjän näkökulmasta taloudellisesti kannattava tapa hillitä ilmastonmuutosta.

## 5. Hankkeen vaikuttavuus/vaikutukset

Hanke on tuonut merkittävää lisätietoa puurakentamisen ilmasto- ja taloushyödyistä, mikä edistää puurakentamista Suomessa ja Euroopassa. Päätöksentekijät saavat hankkeen tuloksista tieteellistä tukea puurakentamisen edistämiseen. Ympäristötietoiset kuluttajat saavat myös uutta tietoa päätöksenteon tueksi. Hanke on myös poikinnut lukuisia uusia kotimaisia ja kansainvälisiä hanke-ehdotuksia.

## 6. Viestinnän toteutuminen ja tulokset

Tutkimushankkeen viestinnässä onnistuttiin erinomaisesti. Lehdistötiedotteet tutkimustuloksista levisivät sekä kotimaisessa että kansainvälisessä mediassa odotettua paremmin. Lisäksi kiinnostavat tutkimustulokset johtivat kutsuihin useisiin esiintymis- ja keskustelutilaisuuksiin. Viestinnän kohderymänä ovat olleet KIRA-ala, kunnat ja kaupungit sekä kuluttajat ja asukkaat.

## Tutkimushanke mediassa (poimintoja)

Helsingin Sanomat 11.11.2020: Tutkimus: Puurakennukset voisivat niellä liki puolet sementtiteollisuuden päästöistä Euroopassa

<https://www.hs.fi/tiede/art-2000007610580.html>

Maaseudun tulevaisuus 2.11.2020: Puurakentaminen voisi niellä lähes puolet Euroopan sementtiteollisuuden hiilipäästöistä

<https://www.maaseuduntulevaisuus.fi/metsa/artikkeli-1.1230738>

Tiede 12.11.2020: Puurakennuksista saisi huomattavan hiilivaraston

<https://www.tiede.fi/artikkeli/uutiset/puurakennuksista-saisi-huomattavan-hiilivaraston>

Independent (UK) 3.11.2020: Climate crisis: Cities made of wood could store huge amounts of carbon and cut construction emissions, study suggests

<https://www.independent.co.uk/climate-change/news/wood-buildings-concrete-cement-emissions-b1563762.html>

Forest.fi 27.11.2020: Building with wood in urban areas could offset almost half the carbon emissions of Europe's cement industry

<https://forest.fi/article/building-with-wood-in-urban-areas-could-offset-almost-half-the-carbon-emissions-of-europes-cement-industry/#5feb12c7>

Rakennuslehti 12.5.2021: Puukerrostalon asunnolla tekee Helsingissä paremman tilin – hintaero betoniseen liki 9,0 prosenttia, <https://www.rakennuslehti.fi/2021/05/puukerrostalon-asunnolla-tekee-helsingissa-pareman-tilin-hintaero-betoniseen-likki-90-prosenttia/>

Kauppalehti 12.5.2021: Tutkimus: Puutalosta ollaan valmiita maksamaan jopa kymmenys preemiota,

<https://www.kauppalehti.fi/uutiset/tutkimus-puutalosta-olla-an-valmiita-maksamaan-jopa-kymmenys-preemiota/de327bbc-7d2f-4ab3-8344-c2c89202ef16>

## Esitykset avoimissa ja kutsuvierastilaisuuksissa

- 8.5.2021 The New European Bauhaus – Eurooppapäivän paneelikeskustelu (suora lähetys)
- 5.5.2021 "Carbon-smart Urban Landscape / New European Bauhaus - Nordic co-design theme event" (tallenne: <https://www.webcasting.fi/aalto/sabAJDBB/>)
- 12.3.2021 "Aalto Sustainability Talks: Sustainable wood construction" (tallenne: <https://www.youtube.com/watch?v=wF9rbdWWdDY&t=857s>)
- 18.2.2021 "Voiko kulutusta kaavoittaa", ORSI round table
- Puurakentamisen ilmastohyötyjä ja hankkeen alustavia tuloksia esiteltiin YIT:lle järjestetyssä "Carbon neutral leader" -koulutuksessa
- 4.3.2020, "Carbon Neutral City of Vantaa", City Planning Practices
- 27.11.2019, "Kiinteistö- ja rakentamisan liiketoiminta muuttuvassa ympäristössä", Kiinteistö- ja rakennusalan Executive MBA
- 21.11.2019, "Päästöjen vai kustannusten optimi, vai voiko molemmat saada?", RIL-Summit 2019: Rakentaminen talouden ja hiilineutraalisuuden veturina vai vedettävänä?
- 12.11.2019, "Omistaakko vai ei omistaa – siinäpä vasta pulma kestäväälle kaupunkiasumiselle", YIT - Kestävät kaupunkiympäristöt 2019 -tapahtuma
- 7.11.2019, "Hiilineutraali kaupunki", HIRSITALOTEOLLISUUS RY:N SYYSSEMINAARI 2019

## 7. Tulosten kestävyys ja hyödyntäminen

Tulokset antavat konkreettisia lukuja päätöksenteon tueksi. Tutkimuksen mukaan puurakentaminen tuottaa merkittäviä ilmastohyötyjä ja mahdollisesti myös taloushyötyjä. Kiinnostus puurakentamista kohtaan on selvästi kasvussa sekä Suomessa että kansainvälisesti. Suomella ja suomalaisilla kunnilla ja yrityksillä on erinomainen mahdollisuus profiloitua puurakentamisen edelläkävijöiksi, mikä voi tuoda merkittäviä taloudellisia hyötyjä ilmastohyötyjen lisäksi.

Tärkein riski puurakentamisen merkittävään kasvattamiseen liittyy metsien hiilinieluihin. Ilmastonäkökulmasta vuosittaisen hiilinielun kutistuminen olisi haitallista. Jos puurakentamista kasvatetaan merkittävästi, metsien hiilinieluista on huolehdittava, esimerkiksi metsittämällä uusia alueita, intensiivisemmällä metsien hoidolla, puuntuotannon sivu- ja jätevirtojen hyödyntämisellä komposiittimateriaaleiksi, sekä puumateriaalien kierrätyksen kehittämällä, siten että puumateriaali hyödynnettäisiin useita kertoja materiaalina (cascading) ennen sen päätymistä polttoon.

Tutkimus tuotti useita ehdotuksia ohjauskeinoiksi:

- Materiaalit pitäisi huomioida paremmin rakennusten ympäristösertifikaateissa
- Materiaalien hiili-intensiivisyys pitäisi näkyä niiden hinnassa (esim. hiiliverot, EU Emission Trading System, ETS), koska muuten hiili-intensiiviset tuotteet saavat kohtuuttoman kilpailuedun aiheuttamiinsa haittoihin nähden
- Tutkimuksessa tuotettu puurakentamisen tiekartta osoitti hiilivarastopotentiaalain Euroopassa. Vastaavia tiekarttoja voitaisiin tuottaa myös paikallisesti tukemaan paikallista päätöksentekoa ja hiilineutraalisuustavoitteita.
- Tutkimuksessa löytynyt puurakentamisen hintapreemio itsessään kannustaa rakennuttajia ja sijoittajia suosimaan puurakentamista

## 8. Talousraportti

Hanke sai koronan aiheuttamien viivytysten vuoksi neljä kuukautta lisäaikaa (30.4.2021 asti), mihin mennessä budjetti on käytetty. Hanke ei ylittänyt budjettia.

## 9. Suositukset tulevia hankkeita ja ohjelmia varten

Kiitämme joustavuudesta hankkeen kestossa ja suosittelemme sitä myös jatkossa. Tutkimusryhmillä on useita hankkeita yhtä aikaa, mikä hankaloittaa toisinaan työtuntien allokoitua yksittäisille hankkeille tietynä ajankohtana.

## 10. Johtopäätökset

Tutkimuksessa tarkasteltiin puurakentamisen ilmasto- ja talousvaikutuksia kuluttajan, KIRA-sektorin ja kaupunkikehityksen näkökulmasta. Päättökysymykset olivat:

1. Onko puurakentamisella toteutettuun kaupunginosaan muuttaminen kasvavilla kaupunkialueilla kuluttajan näkökulmasta panos-hyötysuhteeltaan kannattava ilmastoteko?

2. Miten puurakentamista pitäisi ohjata kaupungeissa kiinteistötalouden ja ilmastotavoitteiden näkökulmasta?

Tulosten perusteella puutaloasukkaan hiilijalanjälki on keskimäärin 12% pienempi kuin muiden asukkaiden. Erityisen pieni hiilijalanjälki on kuluttajilla, jotka ovat investoineet uuteen puutaloon tai asuntoon puutalossa urbaanilla alueella. Vaikuttaa myös siltä, että kuluttajat ovat valmiita maksamaan hintapreemiota puutalo-asumisesta verrattuna muihin asumismuotoihin.

Puurakentamista tulisi kasvattaa juuri urbaaneilla (kasvavilla) alueilla, missä se on toistaiseksi vähäistä. Tutkimuksessa tehty skenaarioanalyysi näytti, että puurakentamisen hiilivarastopotentiaali on merkittävä Euroopassa. Puurakentamista voitaisiin edistää mm. huomioimalla rakennusmateriaalien ilmastovaikutukset paremmin rakennusten ympäristösertifikaateissa ja sisällyttämällä päästöjen aiheuttamat kustannukset paremmin tuotteiden hintoihin (esim. hiiliverot, EU ETS). Puurakentamiselle on kuitenkin taloudellisia kannustimia (hintapremio) jo nykytilanteessa.