



# *Nöyrä Puu*

Puurakentamisen peruskirja

DEMOS  
HELSINKI /

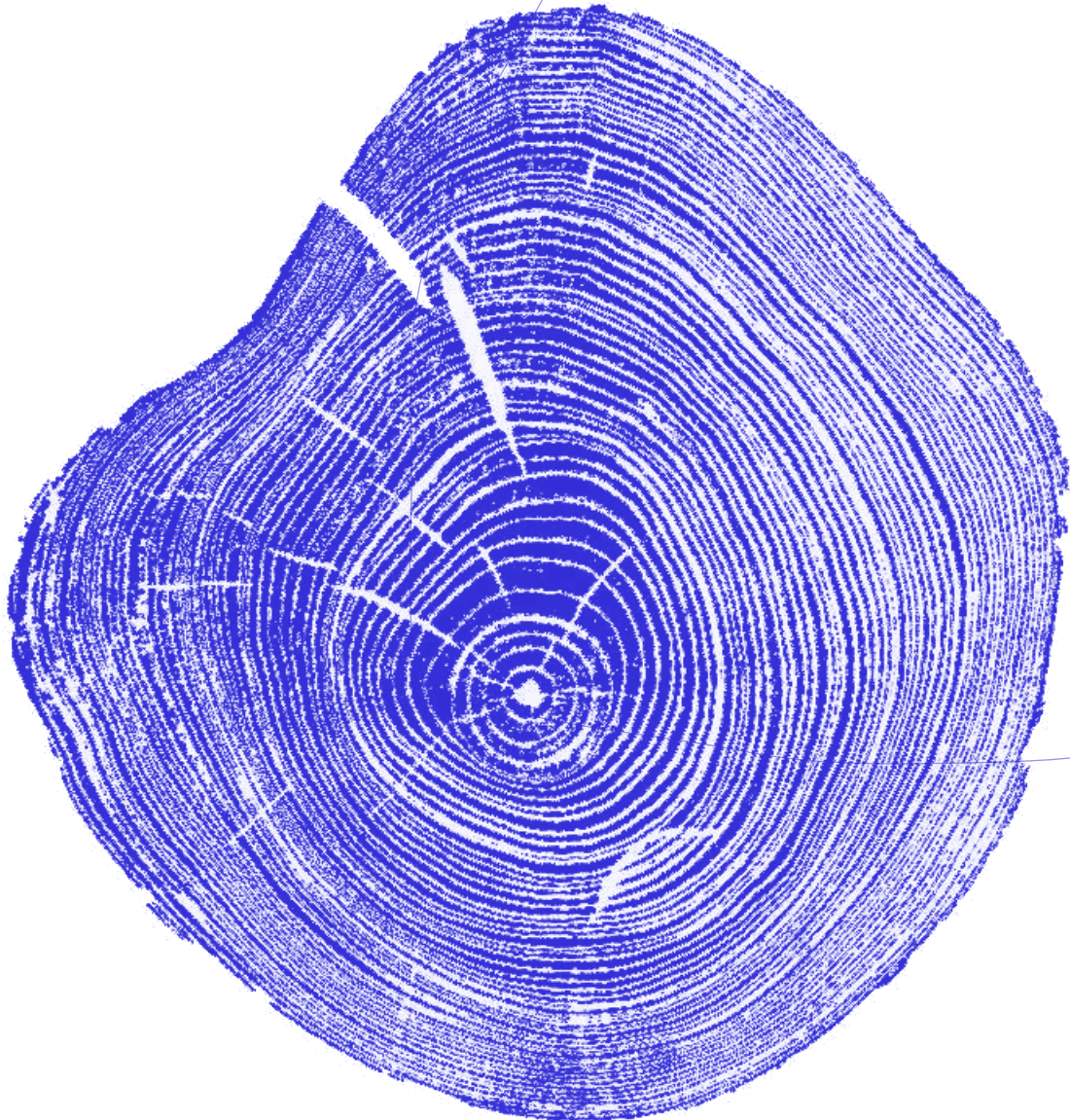
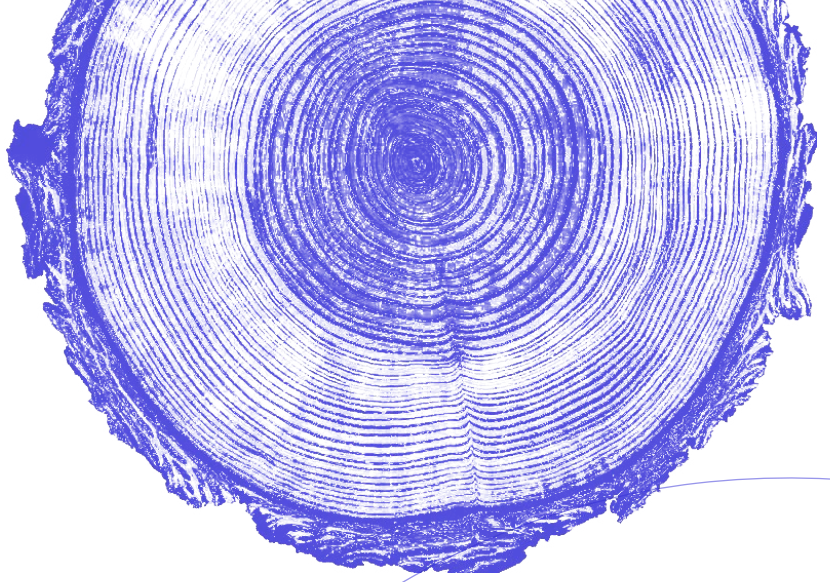
**Pitelet käsissäsi Nöyrä Puu -projektin puurakentamisen peruskirjaa.**

**Ilmastokriisin hillintä edellyttää tulevina vuosina monilla toimialoilla ennennäkemätöntä kehitystä, jossa aiemmat, päästöintensiiviset teknologiat korvataan uusilla, radikaalisti vähäpäästöisemmällä käytännöillä. Kyse on systeemisestä haasteesta, joka ei tapahdu vaihtamalla ratkaisu A ratkaisuun B. Sen sijaan tyypillisemmin kyse on murroksesta, jossa pelisäännöt (julkinen ohjaus, markkinat) muuttuvat, toimijakentällä osa vanhoista yrityksistä korvautuu uusilla ja arvoverkot jäsentyvät uuteen asentoon. Tällainen transformatiivinen muutos haastaa näinä vuosina monet yhteiskuntiemme järjestelmät: ilmastokriisin edetessä, väestön ikääntyessä, teknologian kehittyessä sekä muiden haasteiden kiihtyessä tarvitsemme uusia tapoja ratkoa ongelmia. Vuonna 2021 Demos Helsingin yhteistyössä professori Charles F. Sabelin kanssa julkaisemaan tutkimukseen perustuva Nöyrän ohjauksen malli auttaa ratkaisemaan näitä monimutkaisia yhteiskunnallisia haasteita.**

**Tarve vähentää nopeasti rakennusalan päästöjä puurakentamisen avulla on relevantti sovelluskohde nöyrän hallinnon lähestymistavalle. Teemaan liittyvät rakennusalan moninaiset intressit sekä pitkäaikaiset, päästöintensiivisiä materiaaleja tukevat standardit, normit ja käytännöt. Kaikkien rakennusmateriaalien osalta tehdään tällä hetkellä tärkeää työtä päästöjen vähentämiseksi, mutta puu tarjoaa välittömästi käytettävissä olevan vähähiilisen ratkaisun hiilipiikin hillitsemiseksi. Hiilipiikki on alati oleellisempi kysymys, jotta 1,5 asteen lämpenemisen rajan kanssa linjassa oleva hiilibudjetti ei karkaa liian kauas, ja jotta emme lisää kohtuuttomasti riskiä peruuttamattomien ja ilmastonmuutosta kiihdyttävien noidankehien vahvistamisesta. Puun potentiaali saadaan lunastettua ainoastaan kehittämällä markkinaa määrätietoisilla ja sektorit läpäisevillä toimilla.**



# *Sisältö*



<b>Kiitokset</b>	08
<b>Johdanto</b>	12
<b>Puurakentamisen potentiaali</b>	14
<b>Puurakentamisesta uusi normaali</b>	16
<b>Ohjaus</b>	18
<i>Kaavoitus</i>	21
<i>Tontinluovutus</i>	23
<i>Muu ohjaus</i>	25
<b>Kysyntä</b>	26
<i>Sijoittajakysyntä</i>	29
<i>Kuluttajakysyntä</i>	31
<i>Julkinen rakennuttaja ja ARA-rakentaminen</i>	33
<i>Rakennuttaja</i>	35
<b>Tarjonta</b>	36
<i>Vakiointi</i>	39
<i>Rakentamisen prosessi</i>	41
<i>Yhteistyö</i>	43
<i>Kestävän metsätalouden ehdoilla</i>	45
<b>Osaaminen ja tietopohja</b>	46
<i>Opetussuunnitelmat ja oppilaitokset</i>	49
<i>Elinikäinen oppiminen</i>	51
<i>Asenteet ja narratiivi</i>	53
<b>Yhteenveto</b>	54
<b>Miten tästä eteenpäin</b>	56
<b>Lähteet</b>	58

# Kiitokset

## ***Nöyrä puu -työryhmä (aakkosjärjestyksessä organisaation nimen perusteella):***

Matti Kuronen, Aalto-yliopisto (hankkeen alussa Bonava)  
Petri Suutarinen, Finreim  
Hannu Asikainen, Helsingin kaupunki  
Janni Backberg, Helsingin kaupunki  
Matti Kajansinkko, Helsingin kaupunki  
Rikhard Manninen, Helsingin kaupunki  
Outi Sääntti, Helsingin kaupunki  
Matti Mikkola, Puutuoteteollisuus  
Sauli Ylinen, Puutuoteteollisuus  
Hille Kaukonen, Skanska  
Ilkka Romo, Skanska  
Simo Haanpää, Uudenmaan liitto  
Pia Tynys, Uudenmaan liitto  
Heli Vauhkonen, Uudenmaan liitto  
Ari Laitinen, Woodcomp  
Jouni Lähtinen, Woodcomp  
Samuli Alppi, Ympäristöministeriö  
Petri Heino, Ympäristöministeriö  
Simon Le Roux, Ympäristöministeriö  
Pekka Kampman, Y-Säätiö  
Teija Ojankoski, Y-Säätiö (hankkeen alussa VAV)

Nöyrä puu -prosessi on ollut usean rakennetun ympäristön toimijan yhteisponnistus. Hankkeen valmistelu käynnistettiin kesällä 2021 Demos Helsingin ja kolmen ankkuritoimijan toimesta: ympäristöministeriön puurakentamisen ohjelma, Uudenmaan liitto ja Helsingin kaupunki. Hankkeen valmisteluvaiheessa tieto hankkeen käynnistämisestä lähetettiin kaikille merkittävimmille rakennusalan toimijoille. Mukaan valikoitui yhteensä yhdeksän toimijan joukko, jotka olivat kiinnostuneita oppimaan lisää puurakentamisen mahdollisuuksista:

***Ympäristöministeriö, Uudenmaanliitto,  
Helsingin kaupunki, Puutuoteteollisuus,  
Y-Säätiö, Bonava, Skanska, VAV ja Woodcomp.***

Hanke toteutettiin neljän roundtable-keskustelun sarjana noudatellen nöyrän hallinnon prosessia.

Roundtable-tilaisuuksiin kutsuttiin mukaan myös aihepiirin tutkijoita ja muita alan keskeisiä asiantuntijoita. Lisäksi hankkeen tuloksia vahvistettiin asiantuntija- ja sidosryhmähaastatteluin. Hankkeen lopputuloksena syntynyt puurakentamisen peruskirja on Demos Helsingin tuottama koonti työpajoissa ja haastatteluissa esiin nousseista haasteista ja ratkaisuehdotuksista. Nöyrä puu -työryhmällä on ollut mahdollisuus kommentoida hankkeen lopputuloksia. Demos Helsinki vastaa viime kädessä peruskirjan sisällöistä.

## ***Demos Helsingin projektitiimi:***

Veera Kivelä, Demos Helsinki  
Otto-Wille Koste, Demos Helsinki  
Aleksi Neuvonen, Demos Helsinki  
Henrik Suikkanen, Demos Helsinki

## ***Lisäksi haluamme kiittää:***

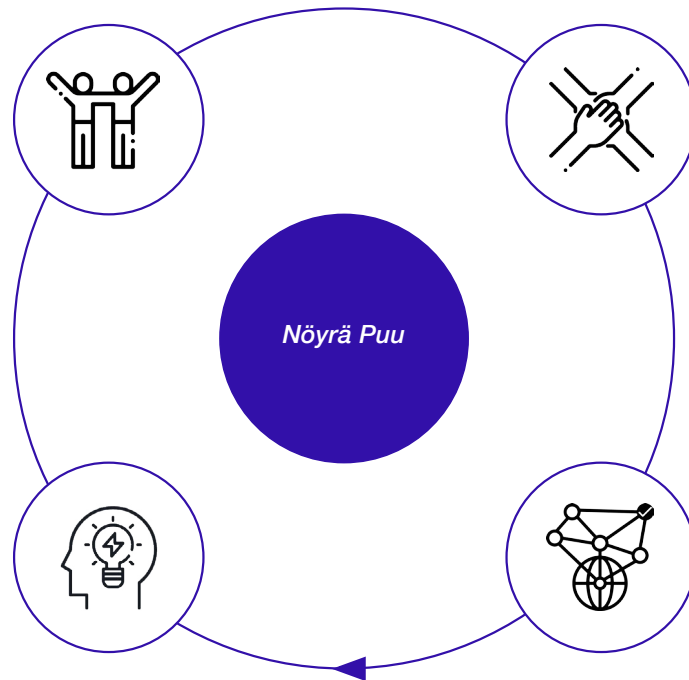
Seppo Junnila, Aalto-yliopisto  
Kari Toikka, (hankkeen alussa Elementti-Sampo)  
Antti Pyötsiä, ELO  
Anni Sinnemäki, Helsingin kaupunki  
Niina Nurminen, Ilmarinen  
Tommi Parikka, Kojamo  
Pia-Maria Thomssen, Metsäkeskus  
Petri Valkama, NREP  
Markku Norvasuo, Tampereen yliopisto



Fig. 1. Nöyrä Puu -prosessi.

**1. Obut konsensus**  
Kerätään puurakentamisen kannalta relevantti joukko toimijoita, joiden kanssa pyritään **ohueen konsensukseen** puurakentamisen ja asunnontuotannon kehystavoitteista.

**2. Hajautettu ongelmanratkaisu**  
Kehystavoitteiden saavuttamiseksi käynnistetään **hajautettu ongelmanratkaisu**: kerätään eri tasoisia innovaatioita ja ratkaisuja, jotka tekevät mahdolliseksi yhteiset tavoitteet.



**Kehystavoitteiden tarkentaminen** yhdessä tehdyn tiedonhankinnan jälkeen takaa paksumman konsensuksen seuraavalla kierroksella.

**4. Tavoitteiden päivittäminen**

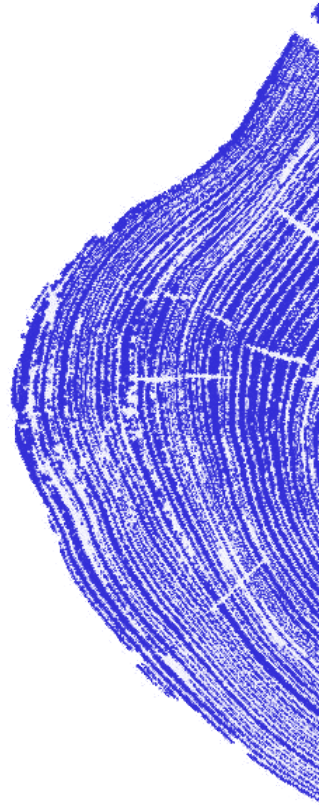
**Vertaisoppimisen mekaniikkaa** hyödyntäen varmennetaan eri sidosryhmien ajattelun yhteinen kehittyminen.

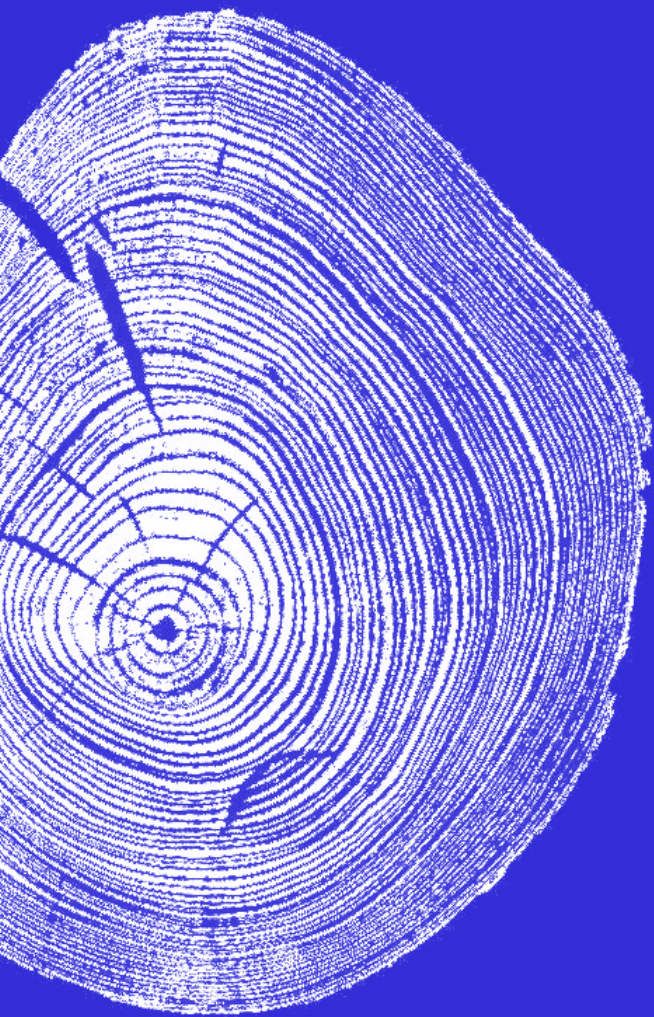
**3. Vertaisoppiminen**

# 7%

Suomen ilmastopäästöistä syntyy rakentamisesta.

Näistä päästöistä





70%

on peräisin rakennusmateriaaleista,  
pääosin teräksen ja betonin tuotannosta.



# Jobdanto

Ilmastopäästöjen vähentäminen rakentamisesta on yksi keskeisistä tavoitteista. Suomen ilmastopäästöistä 7% prosenttia syntyy rakentamisesta ja niistä 70% prosenttia on peräisin rakennusmateriaaleista, pääosin betonin ja teräksen tuotannosta.<sup>1</sup> Lupaukset päästöttömästä teräksestä ja betonista ovat tärkeitä, mutta tällä hetkellä vielä kyse on erikoistuotteista, jotka tyypillisesti myydään preemiolla<sup>2,3</sup>. Jos rakentamisen päästöjä halutaan vähentää nopeasti, emme voi odottaa näiden teknologioiden ison mittakaavan kaupallista skaalausta vuosikymmenen lopulle. Puurakentaminen on tehokas tapa vähentää rakentamisen päästöjä lyhyellä aikavälillä ja välttää 1,5 asteen tavoitetta uhkaava hiilipiikki.<sup>4</sup>

Ilmastopäästöjen vähentäminen rakentamisesta on yksi keskeisistä tavoitteista. Suomen ilmastopäästöistä 7% prosenttia syntyy rakentamisesta ja niistä 70% prosenttia on peräisin rakennusmateriaaleista, pääosin betonin ja teräksen tuotannosta.<sup>1</sup> Lupaukset päästöttömästä teräksestä ja betonista ovat tärkeitä, mutta tällä hetkellä vielä kyse on erikoistuotteista, jotka tyypillisesti myydään preemiolla<sup>2,3</sup>. Jos rakentamisen päästöjä halutaan vähentää nopeasti, emme voi odottaa näiden teknologioiden ison mittakaavan kaupallista skaalausta vuosikymmenen lopulle. Puurakentaminen on tehokas tapa vähentää rakentamisen päästöjä lyhyellä aikavälillä ja välttää 1,5 asteen tavoitetta uhkaava hiilipiikki.<sup>4</sup>

Ilmastopäästöjen vähentäminen rakentamisesta on yksi keskeisistä tavoitteista. Suomen ilmastopäästöistä 7% prosenttia syntyy rakentamisesta ja niistä 70% prosenttia on peräisin rakennusmateriaaleista, pääosin betonin ja teräksen tuotannosta.<sup>1</sup> Lupaukset päästöttömästä teräksestä ja betonista ovat tärkeitä, mutta tällä hetkellä vielä kyse on erikoistuotteista, jotka tyypillisesti myydään preemiolla<sup>2,3</sup>. Jos rakentamisen päästöjä halutaan vähentää nopeasti, emme voi odottaa näiden teknologioiden ison mittakaavan kaupallista skaalausta vuosikymmenen lopulle. Puurakentaminen on tehokas tapa vähentää rakentamisen päästöjä lyhyellä aikavälillä ja välttää 1,5 asteen tavoitetta uhkaava hiilipiikki.<sup>4</sup>

Ilmastopäästöjen vähentäminen rakentamisesta on yksi keskeisistä tavoitteista. Suomen ilmastopäästöistä 7% prosenttia syntyy rakentamisesta ja niistä 70% prosenttia on peräisin rakennusmateriaaleista, pääosin betonin ja teräksen tuotannosta.<sup>1</sup> Lupaukset päästöttömästä teräksestä ja betonista ovat tärkeitä, mutta tällä hetkellä vielä kyse on erikoistuotteista, jotka tyypillisesti myydään preemiolla<sup>2,3</sup>. Jos rakentamisen päästöjä halutaan vähentää nopeasti, emme voi odottaa näiden teknologioiden ison mittakaavan kaupallista skaalausta vuosikymmenen lopulle. Puurakentaminen on tehokas tapa vähentää rakentamisen päästöjä lyhyellä aikavälillä ja välttää 1,5 asteen tavoitetta uhkaava hiilipiikki.<sup>4</sup>

Ilmastopäästöjen vähentäminen rakentamisesta on yksi keskeisistä tavoitteista. Suomen ilmastopäästöistä 7% prosenttia syntyy rakentamisesta ja niistä 70% prosenttia on peräisin rakennusmateriaaleista, pääosin betonin ja teräksen tuotannosta.<sup>1</sup> Lupaukset päästöttömästä teräksestä ja betonista ovat tärkeitä, mutta tällä hetkellä vielä kyse on erikoistuotteista, jotka tyypillisesti myydään preemiolla<sup>2,3</sup>. Jos rakentamisen päästöjä halutaan vähentää nopeasti, emme voi odottaa näiden teknologioiden ison mittakaavan kaupallista skaalausta vuosikymmenen lopulle. Puurakentaminen on tehokas tapa vähentää rakentamisen päästöjä lyhyellä aikavälillä ja välttää 1,5 asteen tavoitetta uhkaava hiilipiikki.<sup>4</sup>

Tämä tarkoittaa, ettemme voi jatkaa rakentamista nykyisillä volyymeillä, ellei materiaalien hiilijalanjälki laske nopeasti. Tulevan 10 vuoden päästöjen merkitys on todella suuri: meillä on tarve synnyttää uutta, vähäpäästöisiä ja päästöttömiä ratkaisuja mahdollistavaa energia- ja liikenneinfrastruktuuria, mutta vaaditun uuden infran rakentaminen ei saisi aiheuttaa päästöjen kasvua. Samaan aikaan kaupungistuminen luo tarvetta rakentamiselle, joka tähän asti on perustunut pitkälti merkittäviä päästöjä tuottavien rakennusmateriaalien kasvavalle tuotannolle. Tämän takia puunkäytön lisääminen rakentamisessa on keskeinen osa ratkaisua, jolla pidämme rakentamisen päästöt hiilibudjetin rajoissa ja leikkaamme merkittävästi rakentamisen aikaista hiilipiikkiä.

Sekä valtakunnalliset, maakunnalliset että kaupunkien omat hiilineutraaliustavoitteet raamittavat vahvasti rakentamisen tulevaisuutta. Suomi tähtää valtiona hiilineutraaliksi vuoteen 2035 mennessä, Uusimaa sekä pääkaupunkiseudun kaupungit jo vuoteen 2030 mennessä. Näiden tavoitteiden toteutuminen edellyttää muun muassa puuttumista rakentamisen päästöihin, toimia kaavoituksessa ja tontinluovutuksessa, sekä lainsäädäntöä, joka ohjaa rakennusten koko elinkaaren mittaisia päästöjä ja edistää uusien ratkaisujen kehittymistä. Tällaisen lainsäädännön kehittäminen on nimetty tavoitteeksi myös nykyisessä Suomen hallitusohjelmassa.

Sanna Marinin hallituksen ohjelma tähtää puun käytön kaksinkertaistamiseen rakentamisessa hallituskauden aikana. Pidemmällä aikavälillä puurakentamisen lisäämistä ohjaa muun muassa tavoite nostaa julkisen puurakentamisen osuus nykyisestä 16 prosentista 46 prosenttiin vuoden 2025 loppuun mennessä.

Helsingin seudun asuntorakentaminen muodostaa volyymiltaan keskeisen osan koko Suomen rakentamisesta. Siksi suomalaisen rakentamisen päästöjen vähentämisen kannalta on tärkeää, että siirtymää kohti puurakentamista saadaan nopeutettua seudun asuntotuotannossa.

***Puurakentaminen on  
tehokas tapa vähentää  
rakentamisen päästöjä  
lyhyellä aikavälillä  
ja välttää 1,5 asteen  
tavoitetta uhkaava  
hiilipiikki.***

---

1. 'Vähähiilinen rakennusteollisuus 2035',  
Rakennusteollisuus, 2020 [URL]

2. 'Low Carbon Concrete Routemap -  
Setting the agenda for a path to net zero,'  
Low Carbon Concrete Group  
& The Green Construction Board, 2022.  
[URL]

3. 'Vähähiilinen betoni tulee vauhdilla,'  
Betoni-lehti, 04-2021 [URL]

4. Vähähiilisen puurakentamisen tiekartan  
(2020) mukaan uudisrakennuksen  
elinkaaren alun hiilipiikki saadaan  
pienennettyä puurungon avulla 30%  
betonirunkoon verrattuna. Koko  
uudisrakentamisen yhteenlaskettua  
hiilidioksidipäästöä voidaan pienentää  
nykyisillä puupohjaisilla ratkaisulla 7-11%.  
Lisäksi rakennuskannan  
hiilivarastopotentiaali tekee siitä entistä  
houkuttelevamman vaihtoehdon. [URL]

5. 'Hiilidioksidipäästöjen leikkauksia ei voi  
korvata muilla toimilla', Sitra 2018 [URL]

# *Puurakentamisen potentiaali*

**Puu on perinteinen rakennusmateriaali ja tärkeä osa kaupunkikuvaa. Puurakentamisen perinteet näkyvät puukaupunkikeskustoissamme, kirkoissa, omakotitaloissa ja kesämökeissä.**

Puu tuntuu tutulta ja lämpimältä. Tästä huolimatta materiaalin valjastaminen kerrostalorakentamiseen on ollut hidasta. Vaikka rakennusmateriaalivalintojen ympäristövaikutuksia on todennettu tutkimustuloksilla, on ekologisten materiaalien suosio yhä heikkoa.

Puu mahdollistaa merkittävät päästövähennykset rakennusalalle ja puurakennukset toimivat hiilinvarastoina. Lisäksi uudet puukerrostalot antavat lupauksen ekologisemmasta rakennusprosessista ja elinkaariajattelusta,<sup>6</sup> sillä ne on helpompi korjata ja materiaaleilla on korkea kierrätyspotentiaali.

Puurakentamiseen tuotantoprosessiin liittyy myös lupauksia tuottavuudesta ja nopeutumisesta. Rakennussektorin viime vuosikymmenten poikkeuksellisen hitaan tuottavuuskasvun korjaajana voisikin toimia puurakentamisen myötä kasvava esivalmistusaste. Tuotannon etupainoisuus, eli rakentamisvaiheiden siirtäminen pois työmailta tehtaisiin tekee rakentamisesta tehokkaampaa ja työmaista hiljaisia ja puhtaita. Puu on myös betonia kevyempää, eli isompien tuoteosien esivalmistus ja kuljetus on helpompaa. Kaupunkikuvalliset kysymykset ja puun mahdollistamat uudenlaiset kaupunkitilat, puun visuaalisuus ja kokemuksellisuus, sekä sen potentiaaliset terveysvaikutukset ovat erityisen tärkeitä kuluttajille, joiden rooli kestävän rakentamisen puolestapuhujina on merkittävä.



### ***Puun potentiaali:***

1. Hillitsee uudisrakentamisesta syntyvää hiilipiikkiä
2. Rakennukset toimivat pitkän aikavälin hiilivarastoina
3. Myönteiset terveysvaikutukset<sup>7</sup>, esteettisyys, kokemuksellisuus
4. Arkkitehtoniset ja rakennustekniset mahdollisuudet, esimerkiksi keveys mahdollistaa tehokkaan täydennysrakentamisen
5. Teolliseen esivalmistukseen perustuva puurakentaminen nopeuttaa rakennusprosessia, nostaa rakentamisen tuottavuutta ja laatua, vähentää kuljetuksia ja rakentaminen aiheuttaa häiriötä ympäristölle vähemmän ja lyhyemmän aikaa
6. Edistää reilua siirtymää avaa mahdollisuuksia elinkeinoelämälle ympäri Suomen

---

6. 'Possibilities of Timber Structural Members' Reuse,' Bról, J., Dawczyński, S., Adamczyk, K., 2015. [URL]

& 'Prolonging Life Cycles of Construction Materials and Combating Climate Change by Cascading: The Case of Reusing Timber in Finland,' Niu et al., 2021. [URL]

7. 'Wood in the Human Environment: Restorative Properties of Wood in the Built Indoor Environment,' Fell, 2010. [URL]

& 'Wood and Its Impact on Humans and Environment Quality in Health Care Facilities,' Kotradyova et al., 2019. [URL]

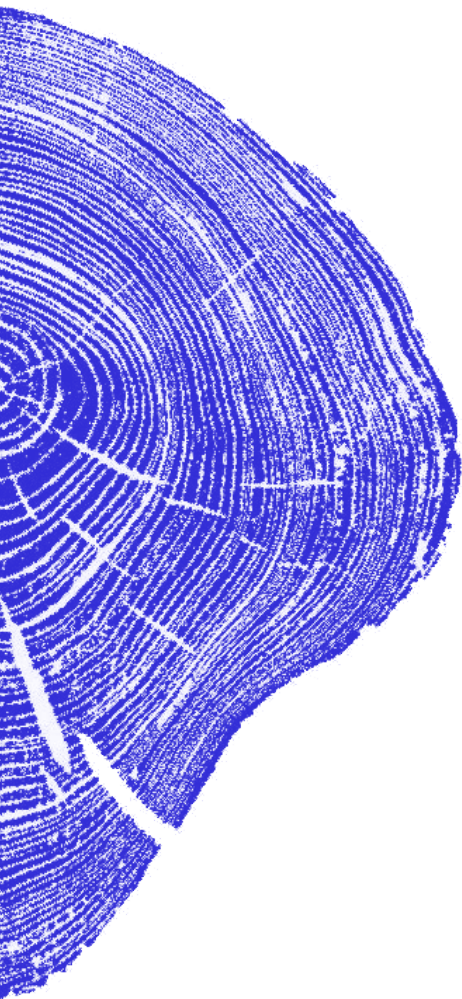
# *Puurakentamisesta uusi normaali:* **Valtavirtaistumisen haasteet**

**Jotta puurakentamisesta tulisi vuoteen 2030 mennessä kaupunkirakentamisen uusi normaali ja asunnosta puukerrostalossa ostajalle kiinnostava, on puurakentamisen potentiaalin lisäksi tunnistettava sen edistämistä vaikeuttavat moninaiset haasteet.**

Koska uudisrakentamisen päästöjä on vähennettävä, täytyy rakennusteollisuuden muuttaa merkittävästi nykyisiä käytäntöjään. Vaikka puun hyödyistä ollaan tietoisia, puukerrostaloja rakennetaan hyvin vähän. Potentiaalista huolimatta esimerkiksi regulaation tulkinnanvaraisuus, kehityksen lamauttavat polkuriippuvuudet, poliittinen ristiveto, monesti virheelliset uskomukset materiaalipulasta ja puurakentamisen kalleudesta hidastavat puukerrostalojen valtavirtaistumista.

Keskeinen muna-kana-tyylinen ongelma on, etteivät kunnat ja kaupungit uskalla kaavoittaa puurakentamista, koska niillä on pelko siitä, ettei toteuttajia ole tarpeeksi. Tämä johtaisi siihen, että asuntotuotantotavoitteet eivät täyttyisi, asuntotuotannon suhteellinen hintataso nousisi ja hankkeiden toteutukset venyisivät. Kaavoituksen vähyydestä johtuen selkeää kysyntäsignaalia ei synny, joten tuotantokapasiteetin lisääminen on tuntunut teollisuuden näkökulmasta turhan suurelta taloudelliselta riskiltä. Muutos on kuitenkin nopeaa, ja jo Nöyrä puu -prosessin aikana on ollut vahvoja merkkejä muna-kana-ongelman ratkaisemisesta sekä kysyntä- että tarjontapuolelta.

Yhtälöön vaikuttaa myös puurakentamiseen liittyvä osaamispula. Koska rakennusala on pitkälti projektivetoista, ja toimijoiden välinen kilpailu syvälle juurtunutta, on yhteinen oppiminen ja osaamisen jakaminen haastavaa.<sup>8</sup> Lisäksi osaavien tekijöiden – arkkitehtien, rakennesuunnittelijoiden ja rakennuttajien – vähäisyys, vaikeuttaa puun suosion kasvua.



Myös vanhat polkuriippuvuudet suosivat korkeapäästöisiä materiaaleja:

**Ohjauksen mekanismit:** Regulaatio ja ohjaus perustuu betonirakentamisen prosesseihin. Totutuista käytännöistä ei haluta luopua.<sup>9</sup>

**Kilpailukykyinen hinta ja tuotantokapasiteetti:** Puurakentamisen tuotantokapasiteetin riittävyys koetaan epävarmaksi. Tästä seuraa helposti itseään toteuttava uskomus.

**Hankintaprosessit ja yhtetistyö:** Hankintaprosessit perustuvat betonirakentamisen materiaaleihin ja prosesseihin. Eri toimijoiden välinen heikko dialogi tekee hankintaprosesseista epäselviä ja monet eivät pysty vastamaan sellaisenaan tarjouspyyntöihin.

**Tilaaajaosaaminen:** Puurakentamiseen perehtyneitä toimijoita on vähän.

**Tietotaito:** Puurakentamisen integroiminen korkeakoulujen opetussuunnitelmiin on ollut hidasta ja tietopohja on alalla epätasaista. Harva rakennusalalla johtavissa asemissa työskentelevä on saanut puurakentamisen opetusta.

Edellä tunnistettujen polkuriippuvuuksien pohjalta puurakentamisen edistämisen merkittävimmät haasteet on jaettu neljään haastekategoriaan:

**kysyntä,  
tarjonta,  
politiikka ja sääntely,  
osaaminen ja asenteet.**

Tunnistetut haastekategoriat perustuvat puurakentamisen ympärillä käytyyn keskusteluun sekä usein toistuviin oletuksiin puun heikkouksista.

Haastekategorioiden pohjalta Nöyrä puu -hankkeessa tunnistettiin joukko ratkaisuja, joilla puurakentamisen roolia kaupunkirakentamisessa ja erityisesti asuntotuotannossa voisi vakiinnuttaa. Mitään yksittäistä ihmelääkettä ei ole, vaan potentiaaliset ratkaisut ovat kirjo toisiinsa nivoutuneita toimia, jotka yhdessä vievät asioita tavoiteltuun suuntaan. Kysyntä on kaiken lähtökohta, mutta se syntyy ainoastaan, mikäli luottamusta löytyy riittävään tuotantokapasiteettiin, osaajien määrään ja asuntojen vakuus- ja jälleenmyyntiarvoon.

Tuotantokapasiteettiin puolestaan investoidaan, mikäli pitkän aikavälin kysyntään luotetaan. Kaavoituksen, tontinluovutuksen ja muun ohjauksen keinoin voidaan antaa kysyntäsignaaleja puurakentamiselle ja kouluttamalla systemaattisesti puurakentamisen osaajia varmistetaan, että hankkeille on suunnittelijat ja arkkitehdit.

Seuraavaksi peruskirjassa kuvataan kirjo Nöyrä puu -hankkeessa tunnistettuja haasteita ja ratkaisuja sekä maalataan tulevaisuuskuva kustakin osa-alueesta vuonna 2030.

---

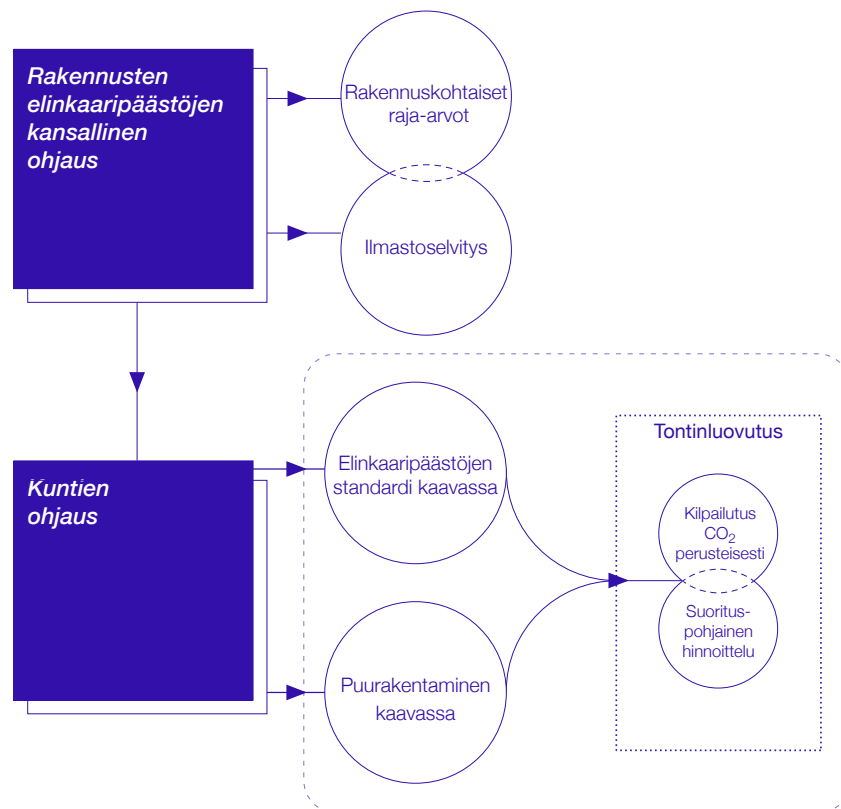
8. 'Bringing ecosystem thinking to sustainability-driven wooden construction business.' Viholainen et al., 2021 [URL] & 'Internal and external factors of competitiveness shaping the future of wooden multistorey construction in Finland and Sweden,' Toppinen et al., 2019 [URL]

9. 'The sociotechnical regime and Swedish contractor perceptions of structural frames,' Hemström et al., 2017. [URL]



# Ohjaus - kaavoituksella, tontinluovutuksella ja lainsäädännöllä vauhtia murrokseen.

Fig. 2. Ehdotus rakentamisen elinkaari päästöjen ohjauksen kokonaisuudesta. Kansallinen lainsäädäntö antaa jatkossa lähtökohdat rakennusten elinkaaren aikaisille ilmastopäästöille, joka vaikuttaa myös rakennusmateriaalien valintaan. Kunnilla on tämän lisäksi mahdollisuudet ohjata rakentamista kaavoituksessa ja tontinluovutuksessa kansallista tasoa kunnianbimoisemmaksi.



# Tavoite 1. Hiilibudjettiin perustuvat elinkaaritavoitteet ohjaavat kaikkien rakennushankkeiden päästöjä.

## *Tulevaisuuskuva 2030:*

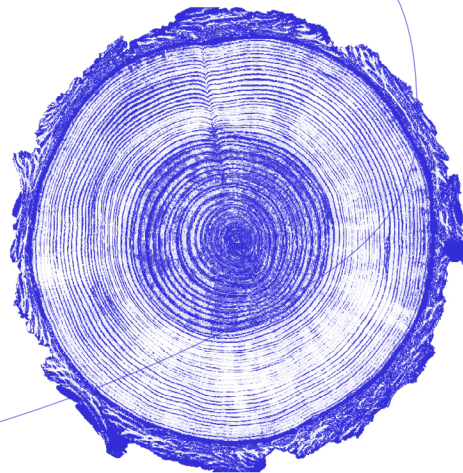
1,5 asteen tavoitteen kanssa linjassa olevat rakennusvaiheen ja elinkaaren päästötavoitteet ohjaavat jokaista rakennushanketta. Puurakentamiseen ohjataan soveltuvissa kohteissa myös kaavoituksella sekä tontinluovutuksen ehdoilla. Ennakoitavat lupaprosessit sekä johdonmukainen ohjaus kaavoituksessa ja palomääräyksissä tukevat rakentamisen päästövähennyksiä ja edistävät innovointia.

Puurakentaminen on jo tunnistettu olennaisena osana kaupunkien sekä valtiollisen tason hiilineutraaliustavoitteita. Tähän saakka rakentamisen ilmastotoimien painopiste on ollut rakennusten käytön aikaisen energiatehokkuuden ohjaamisessa. Koska energiatehokkuus paranee ja energia- ja lämmitysjärjestelmä muuttuu energia-alan nykyisten suunnitelmien mukaisesti hiilineutraaliksi, päästövähennysten painopisteen tulee siirtyä nykyistä nopeammin rakennusmateriaaleihin. Raporttia kirjoitettaessa tarve vähentää rakennusmateriaaleista syntyviä päästöjä ei vielä juurikaan näy rakennuslainsäädännössä, kaavamääräyksissä tai tontinluovutukseen liittyvissä vaatimuksissa tai kiinteistösijoittajien hiilineutraaliustavoitteissa. Näihin kaikkiin on kuitenkin odotettavissa muutoksia pian, jolloin oleellinen kysymys on ohjauksen kunnianhimon taso.

Rakentamisen käytännöt ovat muotoutuneet viimeisen puolen vuosisadan aikana betonirakentamisen ympärille. Näin syntyneet polkuriippuvuudet määrittävät uusien ratkaisujen hintalapun ja tekevät niistä tarpeettoman kalliita. Kun rakentamisen prosessit ovat vakiintuneita, ei totutuista käytännöistä haluta luopua. Jos regulaatio ei ohjaa riittäviin päästövähennyksiin, valitaan materiaali muunlaisin perustein.

Ohjauskeinojen tehokas käyttö antaa suunnan markkinalle ja on keskeinen puurakentamisen muna-kana-ongelman ratkaisussa. Hiilijalanjälkeen vaikutetaan tulevaisuudessa sekä kansallisen että kaupunkien tasolla tapahtuvan ohjauksen kautta. Tulevaisuudessa jokaiselta rakennushankkeelta tullaan vaatimaan sen elinkaaripäästöt esittävä ilmastaselvitys, joiden tulee alittaa eri rakennustyypeille määritellyt raja-arvot. Kunnat puolestaan voivat määrittää kaavoituksen kautta omat elinkaaripäästöjen vaatimukset sekä luoda muita kannusteita päästövähennyksiin esimerkiksi tontinluovutuksen kautta. Tämän rinnalla voidaan vauhdittaa puukerrostalorakentamisen markkinan kehitystä vaatimalla joko kaavassa tai tontinluovutusehdoissa puun käyttöä. Hiilibudjetissa pysymiseksi ja hiilipiikin välttämiseksi kuntien ohjaus onkin ensiarvoisen tärkeää, koska kansallinen ohjausmalli on todennäköisesti käytössä vasta vuonna 2025.

# Kaavoitus on kaupunkien keskeisiä tapoja ohjata kohti kestävämpää tulevaisuutta.



Rakennusten koko elinkaaren kattavia päästöjä, johon sisältyisivät myös rakennusmateriaalit, tai alueen kokonaishiilijalanjälkeä, johon sisältyisivät myös rakennusmateriaalien ja kasvillisuuden hiilinielut, ei ole vielä juurikaan ohjattu kaavoituksella. Riittävällä kaavavarannolla ja tontinluovutuksella on mahdollista antaa selkeä signaali markkinoille, että puurakentamiseen kannattaa panostaa. Tyypillisesti kaavoituksen kautta ei ole ohjattu julkisivua lukuunottamatta materiaaleja, mutta puurakentamisen osalta tämäkin vaihtoehto on noussut keskusteluun. Kaavaohjausta puoltaa ainakin:

- uuden puurakennusteknologian kilpailuaseman parantaminen väliaikaisesti ja markkinan luominen (vakiintuneella teknologialla pitkä etumatka),

- mahdollisuus huomioida puun ominaispiirteet heti alueen suunnittelusta saakka (edellytykset tuottavuus ym. hyötyihin),

- kaupunkikuvan ja asumisvaihtoehtojen monipuolistaminen (puun arkkitehtoniset-, terveys- ja muut arvot)

Toisaalta kaavaohjaukseen kohdistuu huolta, mikäli se suosii tiettyjä materiaaleja hiilijalanjäljen

ohjaamisen sijaan. Näin ollen, perusteltu lähestymistapa voisi olla, että määritellään tiukat (esim. puun päästötasoa vastaavat) hiilineutraaliusvaatimukset kaavaan, ja varsinaista materiaali-ohjausta sovelletaan tilanteisiin, missä puulla voidaan saavuttaa muitakin kuin ilmastohyötyjä. Tällaisia ovat esimerkiksi kaupunkikuvalliset, elinkeinohyödyt, rakentamisen kesto tai puurakentamisen keveyden soveltuvuus täydennysrakentamiseen tai tiettyyn kohteeseen.

Ohjattiin kaavalla puurakentamiseen tai ei, kaavoituksessa tulisi ainakin varmistua siitä, että puurakentamista ei tehdä kaavapäätöksillä turhaan haastavaksi. Vanhat kaavat tulisi tarkistaa ja uusissa ottaa huomioon puurakentamisen edellytyksiä. Esimerkiksi Metsäkeskus<sup>10</sup> on koonnut oppaan puurakentamisen edistämisestä ja ohjauksesta kaavoituksessa. Onkin suositeltavaa, että kaavoittajat ja puurakentajat lisäävät systemaattisesti dialogia, jotta ainakaan kaavoitus ei vahingossa vaikeuttaisi puurakentamista.



## ***Kaavoituskäytäntöihin liittyviä haastetta ratkaistavaksi:***

1. Kaavoitus ei ohjaa riittävän radikaaleihin päästövähennyksiin rakennuksen koko elinkaarella.
2. Kuntien välillä erilaisia kaavoituskäytäntöjä elinkaaripäästöjen raja-arvojen ja rakennusmateriaalien osalta.
3. Kunnilla huoli asuntorakentamisen kilpailun kaventumisesta ja hintojen noususta, jos vähäpäästöisillä materiaaleilla rakentamisen hallitsevia toimijoita ei ole riittävästi.
4. Nykyiset kaavaratkaisut suosivat totuttuja rakennusmenetelmiä ja voivat jopa johtaa puurakentamisen kannalta epäedullisiin ratkaisuihin.

## ***Miten tavoitteisiin päästään:***

***Hiilijalanjäljen raja-arvot kaavaan:*** Kunnat asettavat kaavoitukselle tiukat, yhtenevät, rakennuksen/alueen koko elinkaaren hiilijalanjälkeä ohjaavat raja-arvot, jotka ovat linjassa hiilineutraaliustavoitteiden kanssa ja huomioivat hiilipiikin.

***Todentava laskenta:*** Kunnat edellyttävät suunnitelmien lisäksi ns. todentavaa elinkaarilaskentaa rakennushankkeiden päättyessä, perustuen todellisiin rakennustuotteisiin ja prosesseihin.

***Hiilipiikki argumentiksi:*** Kunnat ja maakunnat muodostavat selkeät, yhteiset perustelut sille, minkä takia tulevan 10 vuoden aikaiset materiaalipäästöt ovat merkittävä tekijä ilmastokriisin ratkaisemiseksi ja millaisilla keinoilla puurakentamisen markkinan muodostumista edistetään (esim. asettamalla kaavoituksessa vähimmäiskiintiöt puurakentamiselle).

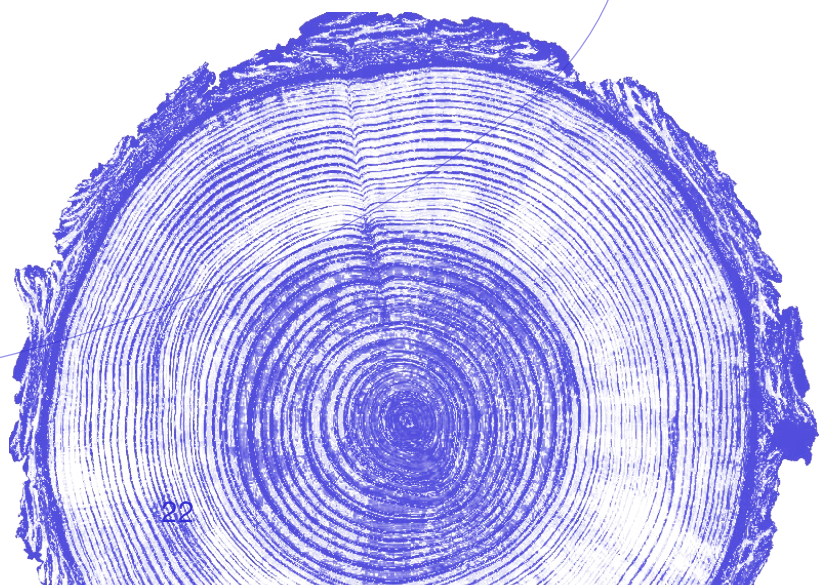
***Markkina-dialogi:*** Systemaattinen dialogi ja tiedontuotanto puurakentajien ja -toimittajien (esim. puutuoteteollisuus) sekä suurempien kaupunkien välillä puukerrostalorakentamisen kehittyvistä ratkaisuista ja niiden huomioimisesta kaavoituksessa.

***Kuntien vertaisoppiminen:*** Eri kuntien puurakentamiseen liittyvien kaavoituskäytäntöjen kokoaminen ja jakaminen.

---

10. Lisää puurakentamisen edistämisestä ja ohjauksesta kaavoituksessa muun muassa Metsäkeskuksen (2020) oppaassa [URL]

**Kaavoituksen rinnalla toinen samoja tavoitteita edistävä, joskin juridisesti sitomattomampi ohjauskeino on tontinluovutusehdot.**



## ***Tontinluovutuskäytäntöihin liittyviä haasteita ratkaistavaksi:***

1. Tontinluovutus ei ohjaa vielä riittävällä kunnianhimolla päästöjä eikä sitä käytetä innovatiivisesti tukemaan uuden markkinan muodostumista.

## ***Miten tavoitteisiin päästään:***

***Tontinluovutus täydentämään:*** Kunnat ja muut maanomistajat täydentävät kaavojen asettamia elinkaaripäästöjen raja-arvoja ja tarvittaessa kirittävät hiilijalanjälkeä raja-arvoja pienemmäksi. Tontinluovutusehtojen avulla puukerrostalorakentaminen saadaan lisääntymään myös alueilla, joilla on jo vanha voimassa oleva kaava.

***Hiilijalanjälki kilpailukriteeriksi:*** Kunnat ja muut maanomistajat asettavat elinkaaren hiilijalanjälki oleelliseksi kilpailukriteeriksi kaikkiin tontinluovutuskilpailuihin (min 30% painoarvolla). Näin voidaan nopeuttaa elinkaaripäästöjen pienentymistä vielä kaavoituksen asettamista raja-arvoista pidemmälle.

***Suorituspohjainen (performance based) hinnoittelu:*** Kunnat kokeilevat tontin hinnan määräytymistä elinkaaripäästöjen mukaan Performance based -lähestymistavalla (käytännössä esim. tiettyjen maksujen palautus jos päästötavoite saavutetaan).

***Yhteenliittymät ja referenssivaatimukset realistisiksi:*** Kunnat helpottavat tonttien hakemista yhteenliittyminä ja suhteuttavat referenssivaatimukset markkinan kypsyyteen.<sup>11</sup>

---

11. Puurakentajat ovat tyypillisesti perinteisiin rakentajiin verrattuna pienempiä ja valmiita puurakennuskohteita on vähemmän.

# Puun edistämisen hitauteen vaikuttaa myös rakennuslainsäädäntö eri muodoissaan.

Esimerkiksi betonirakentamiseen verrattuna eri luokkaa olevat palomääräykset on tyypillisesti nostettu esiin korkeaa puurakentamista hidastavista tekijöistä, vaikka tämä on muuttumassa mm. paloturvallisuutta edistävien teknologisten harppausten myötä.<sup>12</sup>

Pelissäännöt rakennusten elinkaaripäästöihin liittyvästä ohjauksesta hakevat vielä muotoaan. Ympäristöministeriön vähähiilisen rakentamisen tiekartassa on esitetty, että rakennusmateriaalien päästöjä alettaisiin ohjata lainsäädännöllä 2020-luvun puoliväliin mennessä. Tämä asia etenee tällä hetkellä osana laajempaa rakentamislain uudistusta. Todellinen ohjausvaikutus voi näkyä vasta tämän vuosikymmenen jälkimmäisellä puoliskolla. Tämän, sekä kuntien omat hiilineutraaliustavoitteiden johdosta, toimet kaavoituksessa ja tontinluovutusehdoissa ovat lähivuosina keskeisessä roolissa rakentamisen hiilipiikin ehkäisemisen kannalta.

EU:n rahoitussektoria ohjaava vihreä taksonomia on merkittävä työkalu sijoittajien motivoimisessa vähäpäästöisiin ratkaisuihin. Rakentamisen osalta taksonomia ei kuitenkaan vielä ohjaa rakennusmateriaalien päästöjä.



## ***Rakentamisen ohjaukseen liittyviä haasteita ratkaistavaksi:***

1. Rakentamisen elinkaaren päästöjen ja hiilipiikin kansallinen ohjaus vasta tulossa (kunnianhimo ja yksityiskohdat vielä auki).<sup>13</sup>
2. Rakennusmateriaalien heikko huomiointi EU-taksonomiassa, kiinteistöalan yritysten päästötavoitteissa sekä kansainvälisissä vastuullisuusraportointisuosituksissa ja ilmastositoumuksissa.
3. Palomääräyksiin liittyvät tekniset vaatimukset: pakolliset sprinklerit ja pintojen suojaverhous kipsillä (“vyö ja henkselit”) nostavat puurakentamisen hintaa sekä lisäävät päästöjä ja jätettä.

## ***Miten tavoitteisiin päästään:***

***Kansallinen ohjaus:*** Hallitus määrittää kansallisen tavoitteen rakentamisen päästöille hiilibudjetin perusteella, hiilipiikki huomioiden, ja tuodaan tarvittava elinkaariohjaus kaikkiin rakennushankkeisiin mahdollisimman nopeasti.

***Rakennusvalvontojen yhteistyö:*** Rakennusvalvonnat yhtenäistävät tulkinnat yhteistyössä teollisuuden kanssa puukerrostalorakentamisen ratkaisuihin eri kuntien välillä.

***Seutukohtaiset sopimukset:*** Muodostetaan seutu- tai maakuntakohtaiset, toimialan vapaaehtoiset elinkaaripäästöjä vähentävät Green Deal -sopimukset (esim. kaupunkien, Rakennusteollisuus RT:n, Puutuoteteollisuuden ja RAKLL:n vetämänä), jotka voidaan kytkeä esim. MALPE-kehikkoon.

***Päästötietokannat ja sertifikaatti:*** Toimialajärjestöt ja viranomaiset jatkavat päästötietokantojen kehittämistä ja yhdenmukaistaminen luotettavan päästötiedon helpoksi saatavuudeksi ja käytettävyydeksi.<sup>14</sup>

---

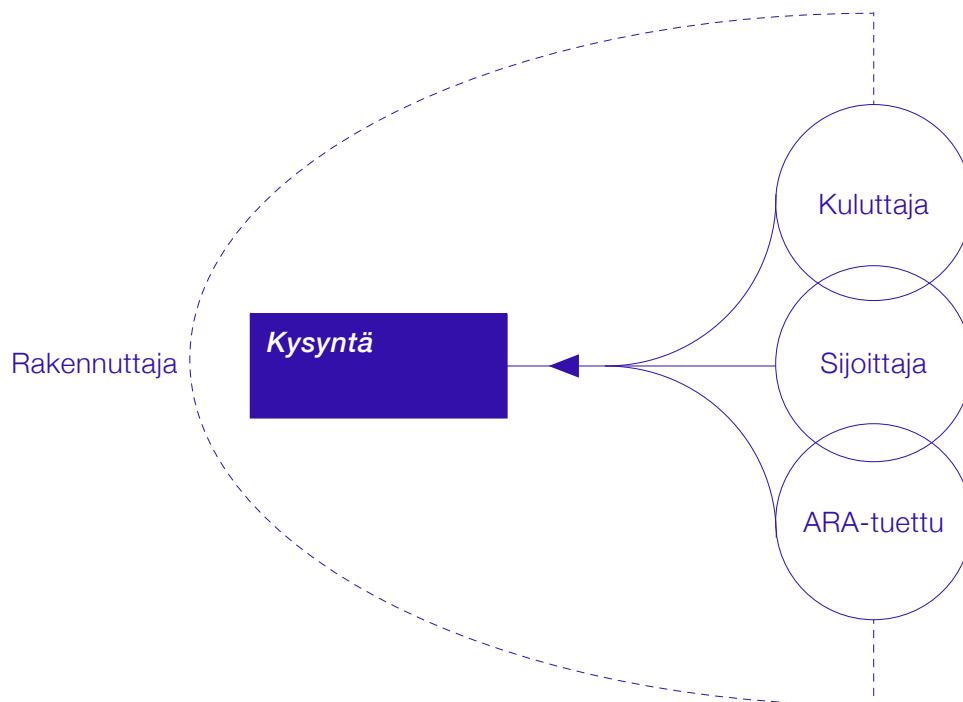
12. ‘Fire Resistance of Large-Scale Cross-Laminated Timber Panels’, Henek, V., Venkrbec, V., & Novotný, M, 2017. [URL]

13. Osana rakennuslain uudistusta ilmastaselvitys rakentamisen päästöjen elinkaariohjaus on tulossa osaksi rakennuslupahakemusta vuonna 2025. Raporttia kirjoittaessa lain yksityiskohdat (laskentamalli ja raja-arvot) eivät ole vielä varmuudella tiedossa. Lisää elinkaarimallin kehityksestä ja sen vaiheista [URL]

14. Esim. RAKLL:n ja Rakennusteollisuus RT:n omistaman Vastuu Groupin CO2 DataHub -projektissa pyritään parantamaan rakennusmateriaalien päästötietojen saatavuutta, oikeellisuutta, luotettavuutta ja käytettävyyttä alustatalouden menetelmin. Tämä voi vähentää jatkossa erillisten standardien tarvetta ilman viherpesun riskiä.

# *Kysyntä - kaikki uskaltavat kysyä puurakentamista.*

*Fig. 3. Puurakentamisen kysynnän ajurit.*



## Tavoite 2. 100% uudistuotannosta on päästöiltään vähintään puurakentamisen tasolla<sup>15</sup>

### *Tulevaisuuskuva 2030:*

Puurakentamisen hyödyt tunnetaan laajasti, myös kuluttajien keskuudessa. Sijoittajien näkökulmasta puurakentamisen riski ja tuotto ovat balanssissa ja he haluavat ostaa ja rakennuttaa puukerrostaloja. ARA sekä yleishyödyllistä asuntotuotantoa tekevät ovat kirittäneet kuntien ilmastotavoitteita sekä panostaneet määrätietoisesti puuhun ja auttaneet siten osaltaan markkinan kehitystä. Ilmastoviisaita valintoja tuetaan koko yhteiskunnan voimin insentiveillä ja tuottamalla markkinoille kestäviä vaihtoehtoja. Tämän kysyntäsignaalin seurauksena alan toimijat, mukaan lukien perinteiset rakennuttajat, ovat investoineet merkittävästi puurakentamisen kyvykkyyksien ja kapasiteetin kasvattamiseen sekä omien prosessien kehittämiseen puurakentamiseen soveltuvaksi.

Vahva signaali pitkän aikavälin kysynnästä luo edellytykset riittäviin puurakentamisen tuotantokapasiteetin investointeihin ja kehittämiseen. Ilmeinen vahva signaali on tiukkojen hiilineutraaliustavoitteiden edistäminen, mutta myös näkyvien esimerkkikohteiden edistäminen ARA-kohteissa sekä kaupungin toimesta, esimerkiksi kaavoituksen ja tontinluovutuksen kautta, tekee puuasumista ja -kaupunkitilaa tutuksi.

Nöyrä puu -prosessissa kysyntä pilkottiin neljään tarkempaan ajuriin:

*sijoituskysyntä,*

*kuluttajakysyntä,*

*julkisesti tuettu kysyntä (ARA)*

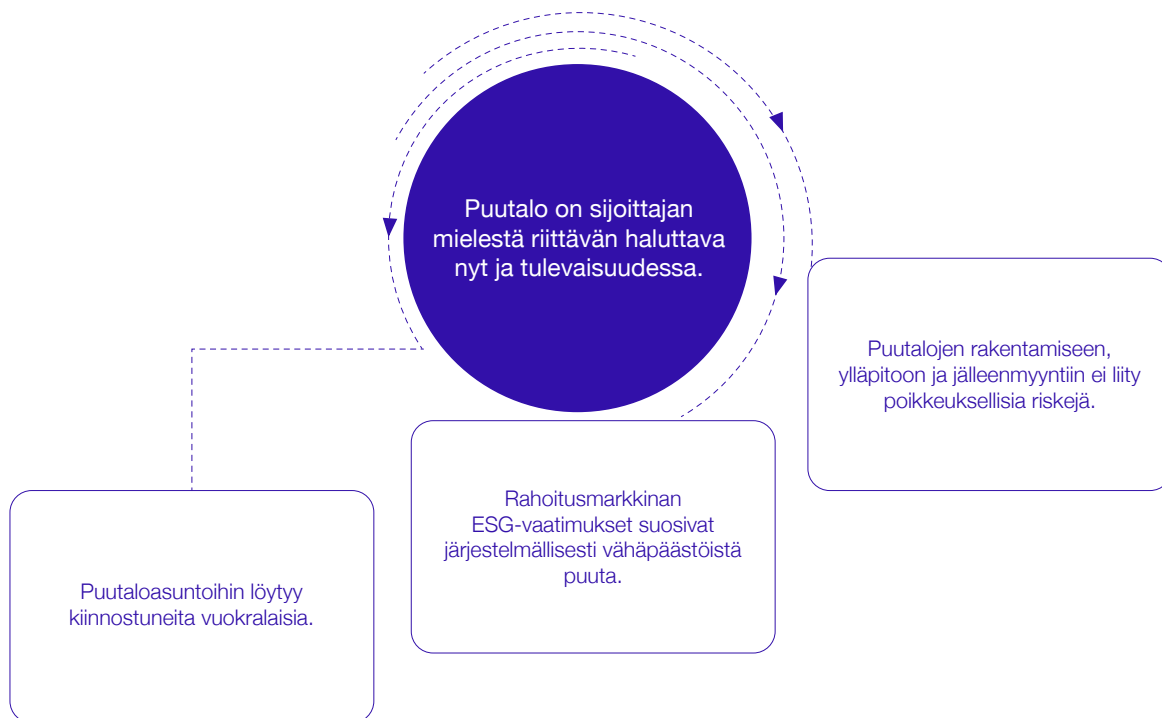
*sekä yksityisten rakennuttajien kysyntä.*

---

15. Esim. verrattuna CO2data.fi päästökertoimiin

# Sijoittaja ostaa tai rakennuttaa vuokrataksen kokonaisen talon tai merkittävän määrän asuntoja.

Fig. 4. Sijoittajakysynnän ajurit.



Sijoitushorisontista riippuen kohde voidaan myydä 5-10 vuoden päästä (erityisesti asuntorahastot<sup>16</sup>), tai mikäli sijoitushorisontti on hyvin pitkä, sijoitusstrategian muuttuessa (esim. eläkevakuutusyhtiöt). Sijoittajien kiinnostus puukerrostaloja kohtaan, tai vähintäänkin niiden hyväksyntä, on keskeinen osa puurakentamisen kysynnän lisäämistä.

Kaikissa tapauksissa, sijoittaja etsii pääomalleen parasta mahdollista tuottoa, huomioiden omat kestävyystavoitteensa, kuten hiilineutraaliustavoitteet, ESG- ja taksoniaraportoinnin. Tuotto puolestaan muodostuu kiinteistöstä saatavan tuoton (vuokratulot ja arvonnousu) sekä kustannusten

(rakentaminen ja operointi) erotuksesta. Sijoittajan näkökulmasta puukerrostalon rakennuttamiseen ja omistamiseen ei saa liittyä suurempia kustannuksia tai riskejä ja siitä saatavan tuoton (vuokra ja arvonnousu) on vähintään muun markkinan tasolla. Lisäksi vähähiilisistä materiaaleista tulisi saada nykyistä enemmän hyötyä rahoitusmarkkinoilla paremmista ulkoisen rahoituksen ehdoista johtuen (esim. ESG-raportoinnin ja EU-taksonomian kautta).



## ***Sijoittajakysyntään liittyviä haasteita ratkaistavaksi:***

1. Ei riittävän vahvaa indikaatiota vuokralaisen kasvavasta maksuhalukkuudesta.
2. Huoli rakennuttamisen ja operoinnin kustannuksista ja riskeistä.
3. EU:n kestävän rahoituksen taksonomia sekä ESG-standardit eivät ohjaa riittävästi kestäviin materiaalivalintoihin..

## ***Miten tavoitteeseen päästään:***

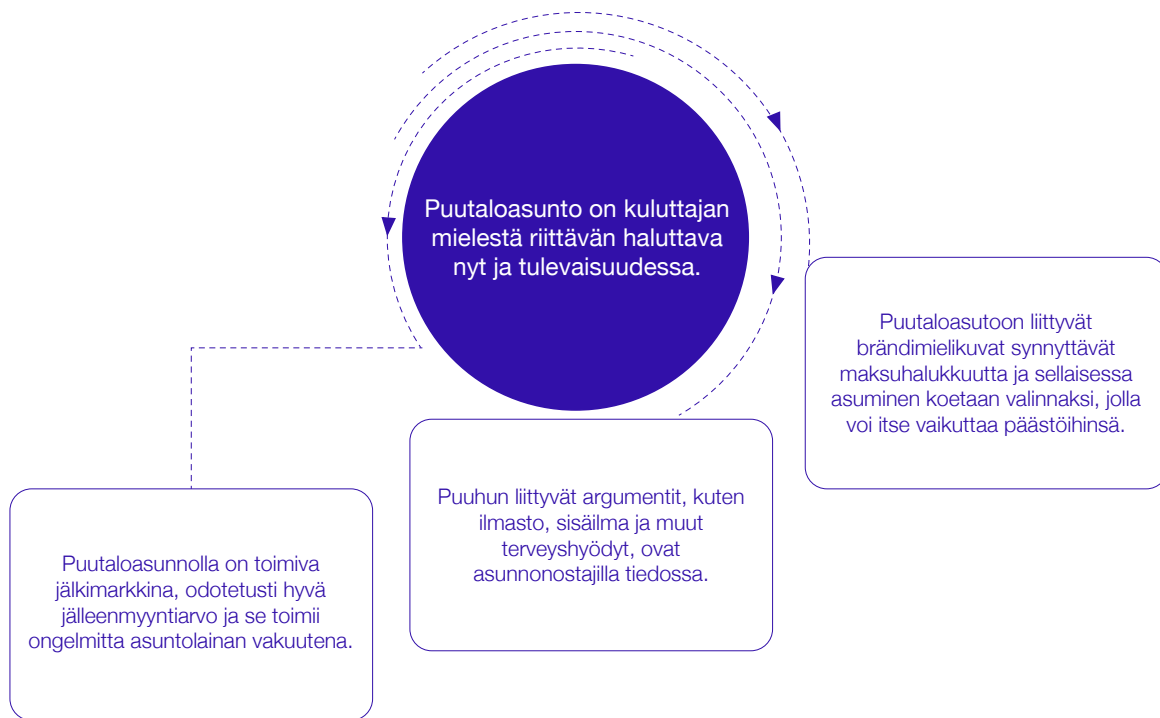
***Puurakentajien ja sijoittajien dialogi:*** Vahvistetaan dialogia tuotantovarmuuden, kustannusten, ylläpidon, ilmastovaikutuksen ja vastuiden kirkastamiseksi.

***Puurakentamiseen argumentit teräväksi sijoittajille:*** Puurakentajat ja kaupungit teroittavat argumentteja kiinteistösijoittajille puurakentamisen mahdollisuuksista, kuten hallitumpi tuotantoprosessi, nopeus, tulevaisuuden kustannuskilpailukyky, brändihyödyt sekä pääsy kiinni hyviin sijainteihin.

***Materiaalit vihreään taksonomiaan ja ESG:hen:*** Kiinteistösijoittajat, toimialajärjestöt ja poliitikot ottavat aloitteen elinkaaripäästöjen ohjauksen tuomisesta osaksi kestävän rahoituksen taksonomiaa ja uudistuvia ESG-standardeja. EU:n vihreä taksonomia pitäisi saada huomioimaan rakentamisen elinkaaripäästöt ja ohjaamaan näin myös materiaalivalintoja.

# Kuluttajat tekevät viime kädessä valinnan, minkä asunnon he ostavat tai vuokraavat.

Fig. 5. Kuluttajakysynnän ajurit.



Tämä heijastuu myös puukerrostalojen kysyntään: mikäli kuluttajat haluavat puukerrostaloasuntoja, on myös sijoittajien ja rakennuttajien intressi tuottaa niitä. Kuluttajalle, erityisesti piensijoittajille, huoneisto on aina myös sijoitus, joten valintaan vaikuttavat samat tekijät kuin ammattimaisille kiinteistösijoittajille: tuleva tuotto (vuokra ja arvonnousu) sekä kustannukset (vastike, ylläpito, remontit) ja muut riskit.

Tyypillisesti sijainti, huoneistotyyppi ja kunto ovat olleet kuluttajalle materiaalia merkittävämpiä tekijöitä asunnon valinnassa. Ekologisemman kuluttamisen trendi kuitenkin jatkaa nousuaan<sup>17</sup>, mikä oletettavasti tulee vaikuttamaan myös asumiseen liittyviin valintoihin. Muun muassa Aalto-yliopiston tuore tutkimus antaa orastavaa näyttöä kuluttajan kasvavasta

maksuhalukkuudesta puukerrostaloasuntoihin pääkaupunkiseudulla.<sup>18</sup> Puukerrostalojen kysyntä lisääntyy entisestään, mikäli siihen onnistutaan liittämään yhä positiivisempia status- ja brändiarvoja. Vähintäänkin, kuluttajilla tulee olle luotto siihen, että asunnon vakuus- ja jälleenmyyntiarvo, vuokrattavuus ja kustannukset ovat vähintään muun markkinan tasolla.

## ***Kuluttajakysyntään liittyviä haasteita ratkaistavaksi:***

1. Matala tietoisuus rakennusmateriaalien vaikutuksesta omaan hiiljalanjälkeen.
2. Mediasta saadut negatiiviset mielikuvat ja epäluulot puukerrostaloihin liittyen.
3. Kuluttajapreferenssien muutoksen vaikutus rakennuttajan valintoihin hidasta.

## ***Miten tavoitteeseen päästään:***

***Näkyvät esimerkkikohteet:*** Kaupungit sekä puurakentajat ja -rakennuttajat nostavat puukerrostaloasumisen profiilia ja trendikkyyttä tekemällä näkyviä esimerkkikohteita (esim. puualueet).

***Tietoa kuluttajille puun hyödyistä:*** Toimialajärjestöt, yliopistot ja media tuottavat ja levittää kuluttajille tietoa puukerrostalojen hyödyistä (mm. ilmasto, terveys, hyvinvointi).

***Päästöjen läptnäkyvyys:*** Rakennuttajat ja kiinteistönomistajat tuottavat kuluttajille regulaation vaatimukset ylittävää tietoa asumisen päästövaikutuksista.

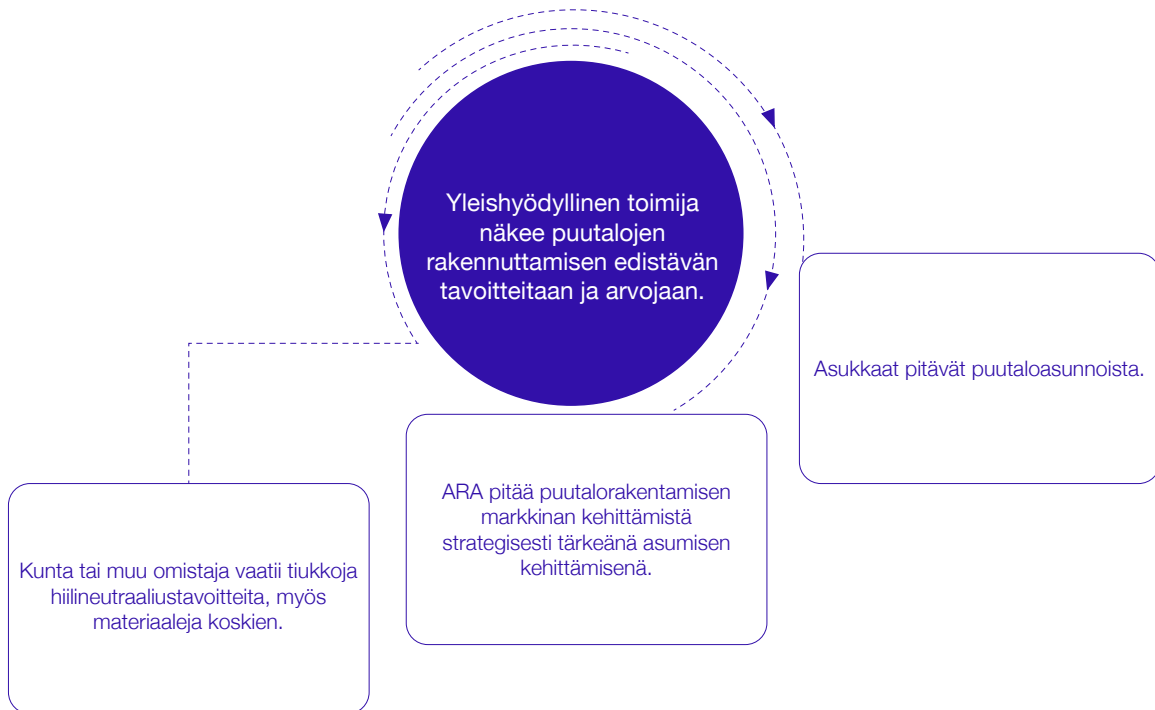
---

17. 'The Sustainability Imperative,' Lacey & Long, 2020. [URL]

18. 'Economic Feasibility of Wood-Based Structures - Improving Urban Carbon-Neutrality Strategies,' Talvitie, I., Vimpari, J., & Junnila, S., 2021. [URL]

# Yleishyödyllinen taho - kuten yleishyödyllinen- tai opiskelija-asuntosäätiö sekä kaupungin vuokrataloyhtiö - rakennuttaa taloja ARA:n tuella.

Fig. 6. Yleishyödyllisen rakennuttajan kysynnän ajurit.



Toimijat eivät maksimoi voittoa, vaan vuokraavat asuntoja tietyt kriteerit täyttävälle asukkaille markkinoita edullisemmin. ARA-rakennuttamisessa yhden talon ei välttämättä tarvitse olla itsessään kannattava, vaan vuokria tasataan asuntojen kesken. ARA kuitenkin määrittää rakentamisen maksimihinnan.

ARA-rakentamisella on tähän saakka ollut - ja voi olla jatkossakin - merkittävä rooli puurakentamisen markkinan synnyttämisessä. Säätiöillä ja kaupunkien vuokrataloyhtiöillä on mahdollista painottaa kevyemmän voitonmaksimointipaineen ansiosta strategiassaan kovan rahan toimijoita radikaalimmin rakennusten

ilmastovaikutusta, vaikka rahoitusmarkkinat tai kuluttajat eivät sitä vielä niin voimakkaasti vaatisi. ARA-toimijat ovat myös hyvin asemoituneita kirittämään yhteistyössä kuntien kanssa ilmastotavoitteita.



## ***Julkisesti tuettuun kysyntään liittyviä haasteita ratkaistavaksi:***

1. Huoli rakennuttamisen ja operoinnin kustannuksista ja riskeistä.
2. Huoli poliittisista riskeistä tai markkinan vääristämisestä puun priorisoinnissa.

## ***Miten tavoitteeseen päästään:***

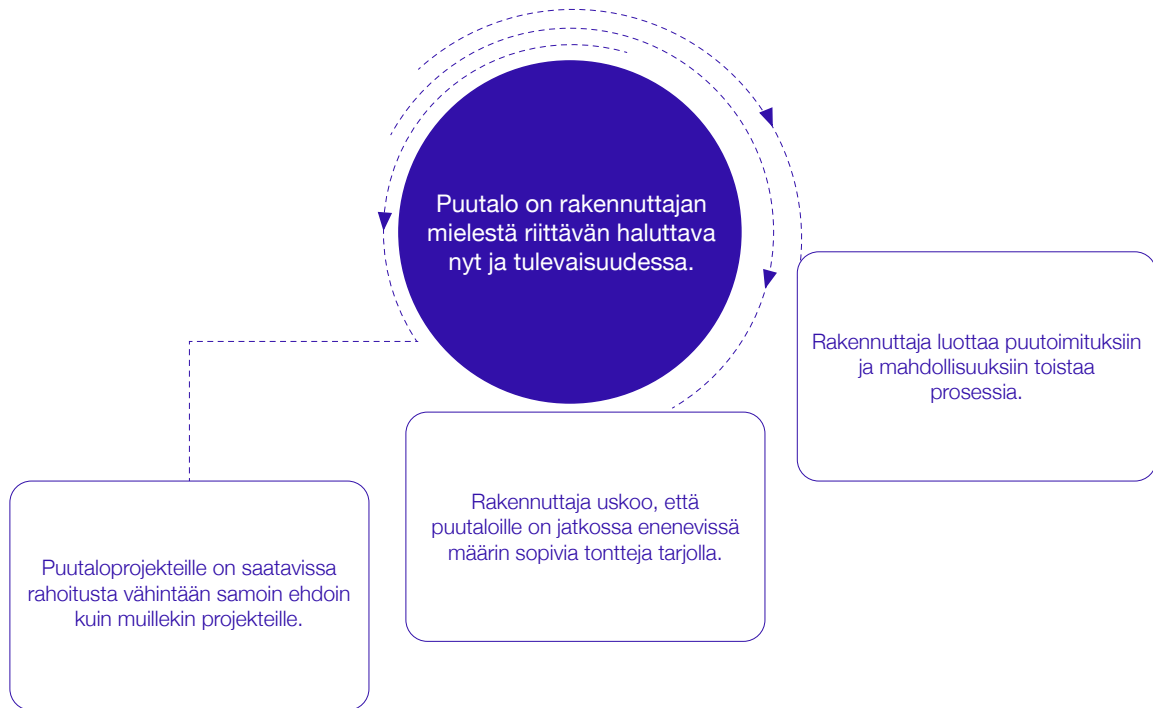
### ***Elinkaaren raja-arvojen määrittäminen yhdessä:***

ARAn ja kaupunkien yhteistyö tiukkojen asuntorakentamisen elinkaaripäästöjen raja-arvojen määrittämisessä.

***Puun normalisointi:*** ARA ja vuokrataloyhtiöt normalisoivat puutalossa asumista (esim. opiskelija-asunnot ensiasuntoina).

# Rakennuttajan rooli kysyntäverkossa on merkittävä.

Fig. 7. Yksityisen rakennuttajan kysynnän ajurit.



Rakennuttaja kantaa taloudellisen vastuun rakennusprojektista, tilaa suunnittelun sekä hakee rakennusluvan ja hallitsee tonttia, jolle uusi rakennus rakennetaan. Rakennuttaja kanavoii myös päätöksissään käsitystään markkinoiden muutoksesta, niin asukkaiden kuin sijoittajienkin näkökulmasta.

Rakennuttajan toimintamalli perustuu tyypillisesti toiston kautta syntyvään skaalaatuun. Toimintamallit ovat myös hioutuneet syvästi perinteisiin menetelmiin, ja puurakentamiseen liittyvän esivalmistusasteen nosto haastaa totuttua tekemisen tapaa. Kuitenkin, mikäli signaali kuluttajilta, sijoittajilta ja regulaattorilta on riittävän vahva, muttavat markkinaehtoisesti toimivat rakennuttajat ennemmin tai myöhemmin toimintamallejaan puurakentamiseen soveltuviksi.

Kuten sijoittajia, viimekädessä rakennuttajaa ohjaa rakennuksen tuoton ja kustannusten suhde. Jotta taloudellisesta yhtälöstä tulee toimiva, vaatii se sijoittajien ja kuluttajien kysyntäsignaalin lisäksi panostuksia rakennuttajilta omien kyvykkyyksien, kumppanuuksien ja toimintamallien kehittämiseen. Näin prosessit hioutuvat ja toiston sekä skaalan tarjoamat hyödyt tulevat näkyviin.

## ***Rakennuttajavetoiseen kysyntään liittyviä haasteita ratkaistavaksi:***

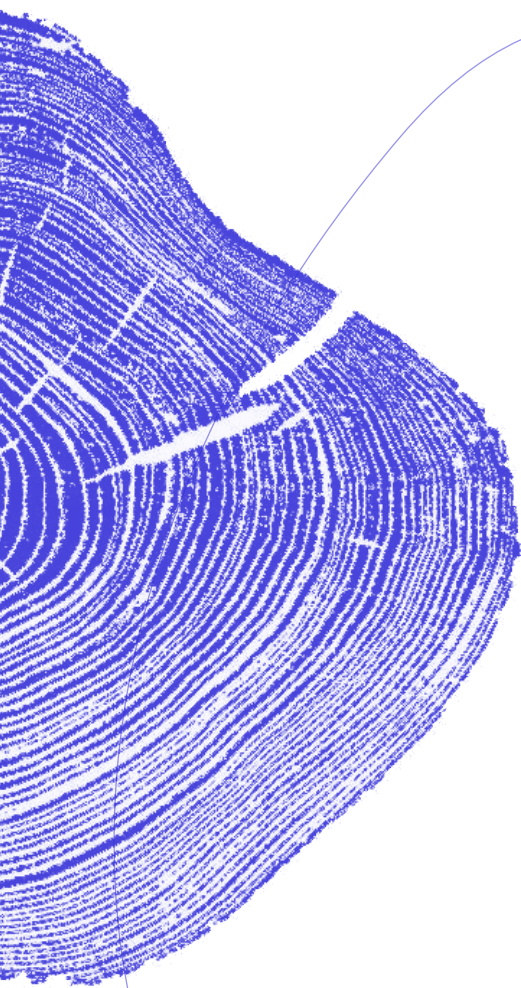
1. Kokemusta puukerrostalojen rakennusprosesseista on liian vähän ja prosessin muutos haastaa nykyisiä toimintamalleja.
2. Perinteisten rakennuttajien heikko kytkeytyminen puurakentamisen tuotantoketjuun ja sen toimijoihin.
3. Huoli toteutukseen liittyvistä epävarmuuksista ja taloudellisista riskeistä.
4. Ei riittävän vahvaa signaalia puurakentamisen tulevasta kysynnästä kunnilta tai rahoittajilta.

## ***Miten tavoitteeseen päästään:***

***Kuluttajamarkkinointi:*** Rakennuttajat ja sijoittajat rakentavat proaktiivisesti positiivista brändimielikuvaa puurakentamisen hyödyistä.

***Puurakentamiseen argumentit teräväksi rakennuttajille:*** Puurakentajat ja -toimittajat sekä kaupungit teroittavat argumentteja muillekin rakennuttajille puurakentamisen mahdollisuuksista, kuten hallitumpi tuotantoprosessi, nopeus, tulevaisuuden kustannuskilpailukyky, brändihyödyt sekä pääsy kiinni hyviin sijainteihin.

***Tarjonta - puuta tarjolla monien tarpeisiin.***





## Tavoite 3. Suomessa on kapasiteettia tuottaa vähintään kysyntää vastaava määrä puukerrostaloasuntoa vuodessa kilpailukykyiseen hintaan

### *Tulevaisuuskuva 2030:*

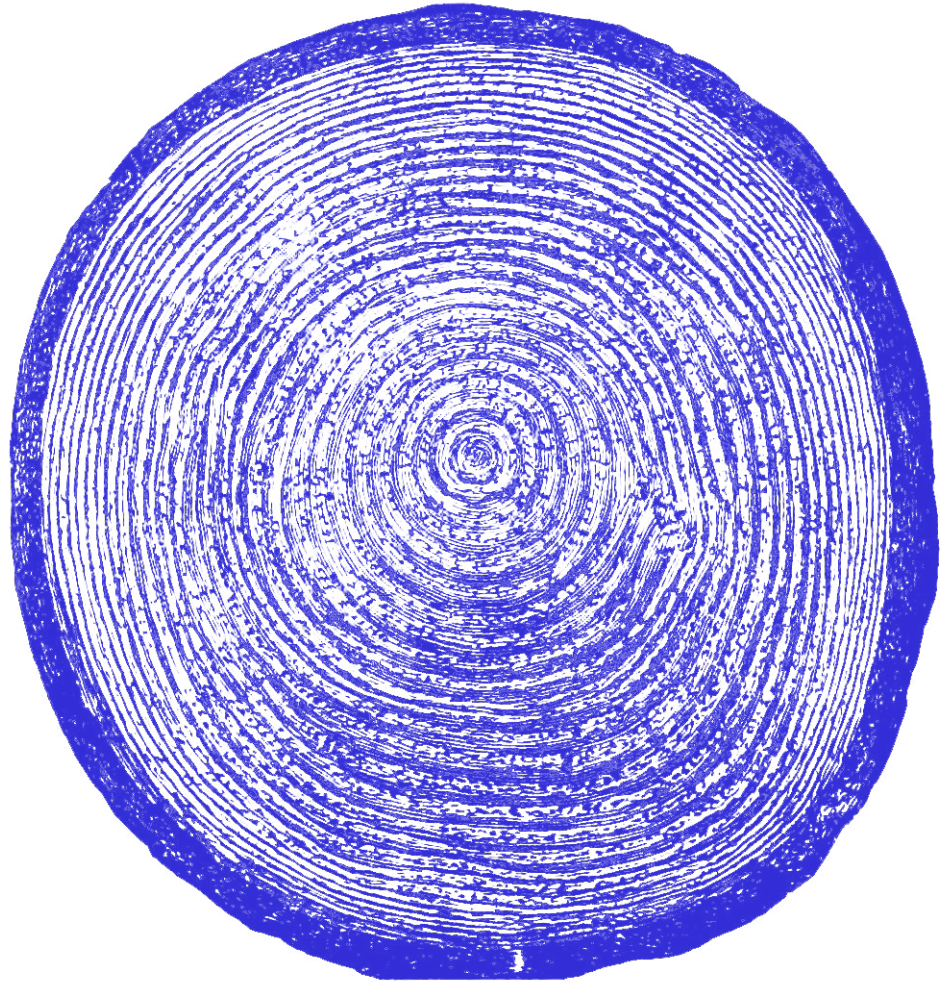
Alan toimijoilla - puutoimittajilla, rakennuttajilla, rakentajilla, suunnittelijoilla ja rahoittajilla - on jaettu visio ja motivaatio muuttaa toimintamallejaan puukerrostalorakentamiseen soveltuvaksi. Tiivis ja avoimuuteen perustuvan yhteistyön myötä tietyt rakennusosat, liitokset ja prosessivaiheet on vakioitu. Tilaajat ja tuottajat osaavat huomioida esivalmistusasteen noston suunnittelun alusta saakka. Näiden seurauksena niin tilaajat, tuottajat kuin kuluttajat pääsevät hyötymään selkeydestä, paranevasta tuottavuudesta, materiaalitehokkuudesta, puhtaudesta, nopeudesta, tuotantovarmuudesta ja edullisemmista hinnoista. Puurakennustuotannon lisääminen on tapahtunut kestävän metsätalouden ehdoilla, tarkoittaen hiilivarastojen ja monimuotoisuuden priorisointia päätöksenteossa.

Luottamus puurakentamisen tuotantokapasiteetin riittämiseen mahdollistaa sekä kaavoittajalle puukorttelien suunnittelun että sijoittajalle sekä muille rakennuttajille niiden tilaamisen. Puurakentamisen pitää myös olla hinnaltaan kilpailukykyistä.

Betonin ja teräksen pitkä taival on muovannut kaavoitusta, regulaatiota ja hankintaprosesseja niin, etteivät rakentamisen prosessi ja standardit tällä hetkellä tue kilpailukykyistä puurakentamisen edistämistä. Tiettyjen prosessien ja elementtien yhtenäistämällä sekä suunnittelemalla kaavoituksen ja rakentamisen prosessit puun ehdoilla, puurakentamisesta voi tulla kaupunkirakentamisen uusi normaali. Tämä edellyttää, että mukaan lähtevät nykyisten puurakentajien ohella myös nykyisen yrityskentän rakentajat, rakennuttajat ja rahoittajat.

Kaavoittajat, sijoittajat ja muut rakennuttajat edellyttävät riittävää varmuutta tuotantokapasiteetista. Puurakentamisen hinnan tulee myös olla kilpailukykyinen. Toimet riittävän tarjonnan varmistamiseksi jäsenettiin Nöyrä puu -prosessissa kolmeen alakategoriaan: *vakiointi*, *rakentamisen prosessi* sekä *yhteistyö*. Näiden lisäksi puurakentamisen tuotannon lisääminen tulee myös tapahtua kestävän metsätalouden ehdoilla, mitä käsitellään omana alaosiona.

**Rakennusosien, liitosten ja prosessivaiheiden vakiointi on oleellinen osa puurakentamisen potentiaalin saavuttamisessa.**



Järjestelmän ei välttämättä tarvitse olla kaiken kattava, vaan tiettyjen puuelementtien ja -moduulien mittojen, prosessivaiheiden sekä liitosten yhtenäistäminen siten, että tilaajien, suunnittelijoiden ja toteuttajien ei tarvitsisi nähdä eri rakenneratkaisujen aiheuttamaa suurta vaivaa - nykyisin eri puutoimittajien käytäntöjen huomioiminen vaatii ymmärrystä toimijoiden prosesseista, osista ja liitoksista sekä niiden eriävyyksistä. Puurakentamisen eri osa-alueiden vakiointi ja prosessien yhtenäistäminen edistää tilaajien ja tuottajien sujuvaa yhteistyötä ja riippumattomuutta, helpottaa tilaajien työtä sekä varmistaa tuottavuuskehityksen ja tuotantovarmuuden.

## **Vakiointiin liittyviä haasteita ratkaistavaksi:**

1. Yhteensopivuusongelmat läpi toimitusketjun  
- erityisesti liitokset ja prosessivaiheet - eivät tuo tuottavuuspotentiaalia esiin.

## **Miten tavoitteisiin päästään:**

### **Vakiointi- ja yhteensovittamistyön jatkaminen:**

Puurakentajat ja -toimittajat, suunnittelijat, rakennusliikkeet ja toimialajärjestöt jatkavat keskeisten rakennus-, liitos- ja prosessien vakiointi- ja yhteensovittamistyötä<sup>19</sup> ja PuuPESin käyttöönottoa soveltuvilta osin.

**Tietomallinnuksen kehittäminen:** Yliopistot, konsultit, puurakentajat ja -toimittajat sekä toimialajärjestöt jatkavat tietomallinnuksen kehittämistä (mm. suunnitteluohjelmien kehittäminen huomioimaan eri järjestelmät ja kustannustehokas mukautuminen valittuihin toimittajiin)<sup>20</sup> ja datan avaamista tutkimuksen ja tuotekehityksen tueksi.

**Yhteiset referenssipankit:** Puurakentajien, rakennuttajien ja kaupunkien väliset jaetut referenssipankit tukemaan tilaajaosaamisen kehittymistä.

19. Puutuoteteollisuuden puurakentamisen tuottavuusloikkahankkeessa on syntymässä vuoden 2022 aikana 14 vakioitavan kohdan lista sekä avoin vakiointikirjasto.

20. Esimerkiksi VTT:n vuonna 2021 julkaistussa "Tiekartta kohti tietomallinnettua puurakentamista" -raportissa [URL] tunnistetaan merkittävimmät kehittämistoimenpiteet puurakentamisen tietomalliohjauksessa: tuoteosien ja liitosten vakiointi, tietomallinnusprosessin määrittely, tiedon käyttötapausten vakiointi, tuotetiedon ja tietomalliohjeiden vakiointi, tietomallinnustyökalujen kehittäminen ja mallinnusohjeiden päivittäminen tukemaan puun ominaisuuksia, teollisessa valmistuksessa hyödynnettävien puun työstölaitteiden tiedonhallintapäivitys sekä toimijoiden tietomallinnusosaamisen kasvattaminen.

# Osa puurakentamisesta eroaa monessa kohtaa betonirakentamisesta ja vaatii muutoksia kaikilta toimijoilta, kaavoituksesta rakentamisen tuotantoketjuun.

Puurakentaminen mahdollistaa betonirakentamista laajemman esivalmistuksen, mikä rikkoo betonirakentamiseen tottuneiden rakennuttajien aiempia prosesseja. Modulaariset huoneet ja palapelin tavoin ladottavat seinät valmistuvat tehtaissa sisätiloissa. Kun esivalmistetut osat saapuvat työmaalle, tekevät ne työnjaosta nopeampaa, puhtaampaa ja turvallisempaa.

Tilaaajilla ja suunnittelijoilla tulee olla alusta saakka riittävä käsitys puurakentamisen erityispiirteistä. Suurelementtien tapauksessa on mahdollista nojata tiettyyn pisteeseen saakka perinteisiin prosesseihin, mutta tilaelementit muuttavat merkittävästi rakentamisen prosessia. Keskeisin muutos on rakentamisen etupainoisuuden lisääntyminen, joka pienentää urakoinnin osuutta ja vaikuttaa siten myös liikevaihtoon ja katteisiin.

Rakentamisen prosessin muutos vaatii koko toimijaverkoston uudistumista ja mukautumista. Siksi myös perintestien rakennusliikkeiden motivaatio muuttaa toimintamallejaan puurakentamiseen soveltuvaksi on oleellista murroksen kannalta. Toistot prosessissa, toimintamalleihin tottuminen ja uusien toimijoiden tuleminen markkinoille johtaa vääjäämättä myös suhteellisten kustannusten pienenemiseen.

## ***Rakentamisen prosessin liittyviä haastetta ratkaistavaksi:***

1. Oletus, että ainoastaan materiaali muuttuu betonista puuhun, jolloin sopivaa rakennusjärjestelmää ei huomioida suunnittelun alusta saakka.
2. Rakentamisen liiketoimintamallien ja arvon jakautumisen muutos on uhka monille nykyisille rakennusalan toimijoille.
3. Puurakentamisen prosessien omaksuminen vaatii kyvykkyyksiä, jota yrityksillä ei välttämättä nykyisellään ole.

## ***Miten tavoitteistuin päästään:***

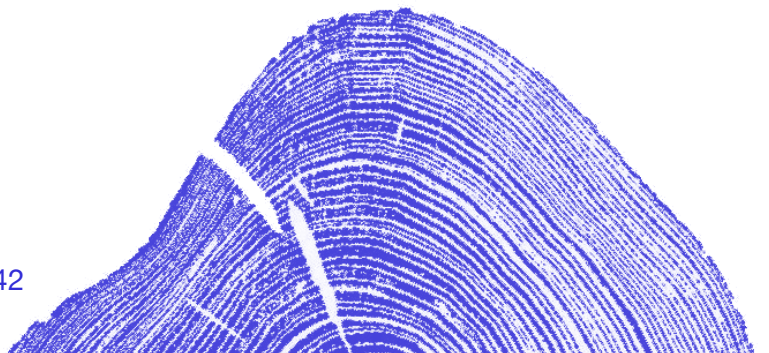
***Uudet toimintamallit:*** Rakennuttajat sekä puurakentajat ja -toimittajat kehittävät ja testaavat yhdessä uusia tuotanto- ja yhteistyömalleja, joiden avulla rakennuttajat pääsevät kiinni puurakentamisen hyötyihin (kuten tehokkuus).

***Tietoisuuden lisääminen prosessimuutoksista:*** Toimialajärjestöt ja oppilaitokset panostavat systemaattisesti tietoisuuden lisäämiseen prosessin, ja siten suunnittelu-, tilaaja ja toteutusosaamisen, muutoksista ja mahdollisuuksista systemaattisella viestinnällä ja koulutuksella.

**Puurakentamiseen erikoistuneet toimijat ovat olleet perinteisesti pieniä, minkä johdosta tilaajan näkökulmasta yksittäisen hankkeen toteuttamiseen voi liittyä liian suuria riskejä.**

Nyt kuitenkin ala kasvaa kovaa, jopa 60-80% vuosivauhdilla. Jotta tilaajien huolta tuotantokyvystä voidaan entisestään keventää, sekä referenssivaatimukseen pystytään vastaamaan, ovat uudenlaiset yhteistyöverkostot alan tulevaisuus. Monen toimijan turvaverkko varmistaa rakennusmateriaalin jatkuvan tuotannon ja jaettu tietotaito antaa edellytyksiä monimutkaisillekin toteutuksille.

Uudenlainen yhteistyö edellyttää, että alan toimijoilla on jaettu visio ja valmius avoimuuteen. Keskustelun avoimuus ja yhteistyö auttaisi toimijoita adaptoitumaan paremmin rakennusprosessissa tapahtuviin muutoksiin. Etupainoisen puurakentamisen suunnittelu- ja esivalmistusvaiheet, sekä työmaaprosessit vaativat paljon yhteistyötä. Puurakentamisen ekosysteemin luominen ja kumppanuusmallin hyödyntäminen luo varmuutta tuotantokapasiteetin kestävyydelle, sekä tarjoaa pienemmille puuvalmistajille tilaisuuden päästä projekteihin kiinni.<sup>21</sup>





## ***Yhteistyöhön liittyviä haasteita ratkaistavaksi:***

1. Perinteiset kilpailuasetelmat ja “suljetut järjestelmät” hidastavat kehitystä, myös hybridirakentamisen osalta.
2. Epärealistiset vaatimukset aiemmasta kokemuksesta estää pienempiä toimijoita pääsemästä kiinni hankkeisiin, rajaa toteuttajien määrää ja hidastaa siten markkinan syntymistä.

## ***Miten tavoitteisiin päästään:***

### ***Dialogisarja puun ominaisuuksista:***

Toimiajajärjestöt, puurakentajat ja -toimittajat sekä yliopistot tuottavat yhdessä kysynnän kannalta tärkeimmille sidosryhmille - kaupungeille, vuokratyöyhtiöille, rakennuttajille ja sijoittajille - dialogisarjan, mikä tuottaa tietoa mm. puurakentamisen tuotantovarmuudesta, ylläpidosta, ilmastovaikutuksista, vastuista, kustannuksista ja muista oleellisista kysymyksistä.

***Avointen järjestelmien kehittäminen:*** Systemaattiset foorumit, esim. toimialajärjestöjen ja yritysten järjestämänä, avointen järjestelmien kehittämiseksi, sekä puurakentajien ja -toimittajien keskuudessa, että myös yhteistyössä betoni- ja teräsrakentajien kanssa tehokkaan hybridirakentamisen mahdollistamiseksi.

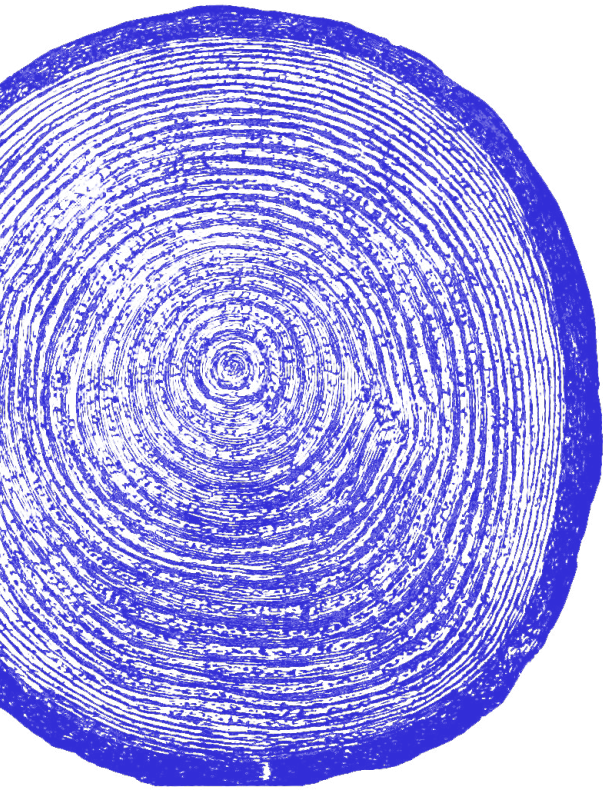
### ***Puurakentamisen ekosysteemin kehittäminen:***

Tuetaan puurakentamisen ekosysteemin muodostumista, missä mukana eri kokoisia yrityksiä, kuntia, julkisia elinkeinotoimijoita, oppilaitoksia ja tutkimusorganisaatioita, mikä auttaa vahvistamaan puurakentamisen tarjontaa, match-makingia, pienempien toimijoiden kilpailukykyä sekä tuottaa tutkimusta tukevaa tietoa.

***Puurakentamisen materiaalipankki:*** Ekosysteemin pohjalta kootaan laadukas materiaalipankki, jossa on dokumentoituna laaja joukko toteutettuja puukerrostalokohteita ja niitä koskevaa tutkimusta; Materiaalipankki auttaa kuntia omia puurakentamisen ja kaavoituksen kohteita ja mm. rakennuttajia tuotekehityksessään.

21. 'Bringing ecosystem thinking to sustainability-driven wooden construction business.' Viholainen et al., 2021 [URL]

# Metsätalous on koko puutuotantoketjun ensimmäinen linkki.



Kun asetetaan tavoitteita puurakentamisen lisäämiselle, on ensiarvoisen tärkeää ottaa materiaalin alkuperä ja kiertokulku huomioon. Puurakentaminen voi lunastaa paikkansa ekologisesti parhaana rakennusmateriaalina ainoastaan, jos se tapahtuu kestävän metsätalouden ehdoilla ja sillä on varmuudella positiivinen ympäristövaikutus.

Suomessa tuotetaan vuodessa 10,9 miljoonaa kuutiota sahatavaraa, josta 8,3 miljoonaa kuutiota menee vientituotteeksi. Kunnianhimoisimpienkin puurakentamisen tavoitteiden toteutuminen tarkoittaisi arviolta 0,7 miljoonan kuutiometrin sahatavaran käytön lisäystä, joka vastaa siis noin 6,5% Suomessa nykyisin tuotetusta sahatavarasta.<sup>22</sup> Vaikka puun tarve Suomessa ei kasva valtavasti, on oltava kuitenkin tarkkana sen positiivisista vaikutuksista, jotta puun arvolupaus ekologisesti parhaana rakennusmateriaalina pitää.

Kaksi oleellista seikkaa puurakentamisen lisäämisessä kestäväällä tavalla on sen vaikutus hiilinieluihin ja -varastoihin sekä luonnon monimuotoisuuteen.

Hiilinielu- ja -varastovaikutuksessa oleellista on, miten metsästä otettu puu kasvaa takaisin sekä mitä puutuotteelle tapahtuu puutavaran tullessa käyttöikänsä päähän.<sup>23</sup> Mikäli rakennuksen puumäärää vastaava määrä hiiltä sitovaa metsää

kasvaa takaisin metsään<sup>24</sup>, on vaikutus vähintään neutraali, vaikka puu poltettaisiin rakennuskäytön jälkeen energiapuuna.<sup>25</sup> Mikäli puu uusiokäytetään ja vastaava määrä hiilivarastoa kasvaa metsään, on sen vaikutus positiivinen. Vaikka uusiokäyttöä ei tapahtuisi, tai metsä ei kasvaisi takaisin, niin ainakaan puurakentaminen ei aiheuta terästä ja betonia vastaavaa hiilipiikkiä, vaan lykkää hiilidioksidin vapautumista ilmakehään.

Metsien monimuotoisuuden säilymisessä tärkeimmät aspektit ovat riittävästä lahoppuun - tuhansien lajien kodin - määrästä varmistuminen sekä metsien pirstoutumisen välttäminen. Riittävän kunnianhimoisessa ohjauksessa monimuotoisuuden turvaamiseksi otetaan vasta ensiaskeleita; Vaikka ohjauskeinoja on (metsäerifiointi, metsäohjelma jne.), lahoppuun määrän riittävä turvaaminen perustuu pitkälti yhä metsänomistajien vapaaehtoisuuteen. Toisaalta myös metsän pirstoutumista raivauksien, rakentamisen ja infran johdosta tulisi välttää tai vaihtoehtoisesti löytää mahdollisuuksia kompensoida aiheutettua vahinkoa toisaalla. Ekologinen kompensointi on kuitenkin hiilivarastojen palauttamista haastavampaa, sillä on vaikeaa luoda menetetyin ekosysteemin kaltainen, saman määräinen ekologinen arvo uudelleen.

## ***Yhteistyöhön liittyviä haasteita ratkaistavaksi:***

1. Huoli puurakentamisen lisäämisen vaikutuksista hakkuisiin ja hiilivarastoihin.
2. Huoli puurakentamisen lisäämisen vaikutuksista luonnon monimuotoisuuteen.
3. Ei riittävää motivaatiota metsänomistajien keskuudessa olemassa olevien talousmetsien täyden sahatavarapotentiaalin saavuttamiseen esim. ensiharvennuksilla.

## ***Miten tavoitteisiin päästään:***

### ***Metsän monimuotoisuuden vaalminen:***

Tiedeperustainen lainsäädäntö ja toimialan vapaaehtoiset sopimukset metsän pirstoutumisen estämiseksi ja riittävän lahopuun määrän varmistamiseksi.

***Aktiiviseen metsänhoitoon kannustaminen:*** Nuoren metsän ensiharvennuksien edesauttaminen, joka auttaa tukkipuun muotoutumisessa; Näin nykymetsän olemassa oleva potentiaali saadaan hyödynnettyä, eikä hakkuualueita tarvitse laajentaa, vaikka sahatavaran kysyntä kasvaa.

***Puurakenteiden kiertotalousmarkkinoiden kehittäminen:*** Edellytysten luominen puurakennustuotteiden kiertotalousmarkkinoiden syntymiselle mm. edistämällä vakiointia, kehittämällä tietomallinnusta (mitä rakennuksiin alunperin laitettu), hyödyntämällä kierrätettyjä rakennusosia omassa tuotannossa sekä edistämällä lainsäädäntöä, joka ei vaikeuta rakennustuotteiden uudelleenkäyttöä.

***Ekologinen kompensoinnin toimintamallien kehittäminen:*** Valtio, kaupunki ja toimialajärjestöt kehittävät standardeja ja vaatimuksia rakennushankkeita varten hävitetyn monimuotoisuuden ekologisesta kompensaatiosta.

***Hiilinielujen ja -varastojen hinnoittelumekanismit:*** Sekä EU- että kansallisen lainsäädännön kehittäminen hiilinielujen todellisten vaikutusten hinnoittelumekanismien kehittämiseksi (esim. EU:n päästökaupan laajentaminen<sup>26</sup> ja/tai kansallisten kompensatiomarkkinoiden ja maankäyttömuutosmaksujen kehittäminen<sup>27</sup>).

---

22. Puutuoteteollisuus (2021), Puun käyttöä lisäämällä voidaan leikata rakentamisen hiilidioksidipäästöjä [URL]

23. Metsäsertifiointi kertoo vastuullisesta metsien käytöstä ja hoidosta, ja Suomessa PEFC ja FSC metsänhoidon vaatimukset päivitetään säännöllisesti. Suomen metsistä noin 90 prosenttia on PEFC-sertifioituja ja 10 prosenttia FSC-sertifioituja.

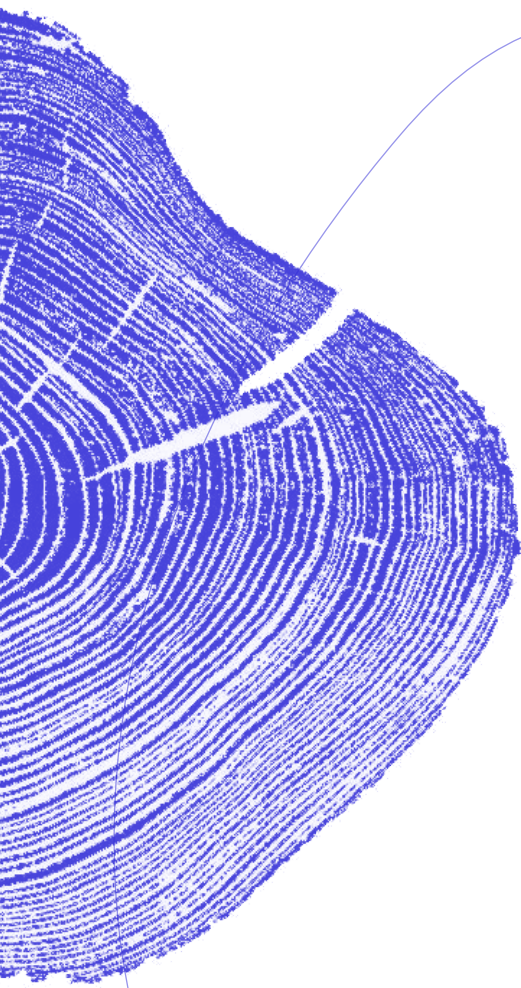
24. Metsäkeskuksen asiantuntijahaastattelun perusteella metsän hiilivarasto palautuu arviolta 15 vuodessa, mikä on merkittävästi lyhyempi aika kuin rakennuksen odotettu elinkaari. Näin ollen, puurakennuksen hiilinieluvaikutus on todennäköisesti pitkään positiivinen, tai vähintäänkin neutraali.

25. Myös kotimaisen sahatavaran tuotannon kasvaessa, voidaan ylimääräinen hake hyödyntää energiapuuna ja vähentää siten tuonnin tarvetta.

26. Ks. Euractivessa vuonna 2020 julkaistua keskustelua aiheesta [URL]

27. 'Selvitys rakentamisen maankäyttömuutosmaksusta,' Timonen, 2020. [URL]

# *Osaaminen ja tietopohja - riittävästi osaajia palvelemaan uutta normaalia*



## Tavoite 4. 100% rakennusalan koulutuksesta pitää sisällään ymmärryksen puurakentamisen perusteista

### *Tulevaisuuskuva 2030:*

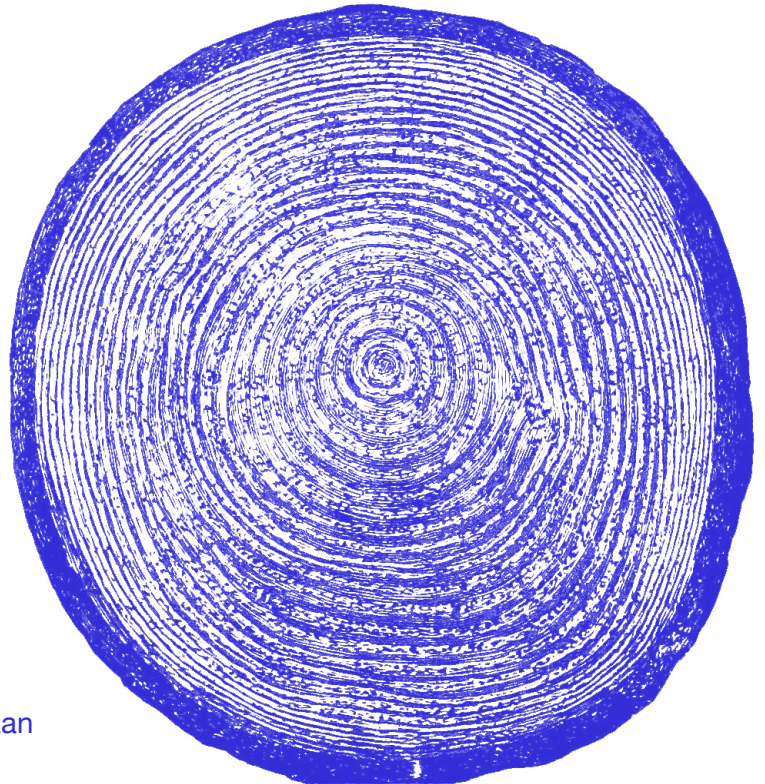
Puukerrostalorakentamisen ratkaisut kuuluvat kaikkien rakentamisen ammattilaisten perusosaamiseen ja yrityksissä on monipuolisesti puurakentamisen osaamista. Puurakentamiseen liittyvää tutkimustietoa ja käytännön ratkaisuja on avoimesti tarjolla paljon. Täydennyskoulutukset ja elinikäinen oppiminen on mahdollistettu koulutuslaitosten, työnantajien ja ammattiliittojen hyvällä yhteistyöllä. Skeptisyys ja epäselvä informaatio on väistynyt ja puurakentamisen hyötyihin, mahdollisuuksiin ja haasteisiin suhtaudutaan faktapohjaisesti. Onnistuneet puukohteet ovat osaltaan lisänneet puurakentamisen näkyvyyttä kaupungeissa. Puukerrostalorakentaminen symboloi sekä rakennusalan murrosta että kaupunkien siirtymää hiilineutraaliuteen.

Monet Nöyrä puu -peruskirjaan kirjatut ratkaisut ohjaukseen, kysyntään ja tuotantoon liittyen edellyttävät riittävää puurakentamiseen syventyneiden kaavoittajien, arkkitehtien, rakennuttajien sekä rakennussunnittelijoiden määrää. Oikean tiedon leviäminen on hidasta, sillä nykyinen puurakentamiseen liittyvä osaamis pohja on liian kapeaa, eikä riittävän vahvaa keskusteluyhteyttä tutkijoiden ja tekijöiden välillä ole luotu. Rakennusalan projektiluonteisuus tekee oppimisesta ja uusien materiaalien jakamisesta vaikeaa. Ihan kaikki, niin rakennusalan toimijat, rahoittajat kuin potentiaaliset asukkaat, hyötyisivät laadukkaasta ja tasapainoisesta informaatiosta puurakennusten osalta ja osaamis pohja kiihdyttäisi rakennusalaa radikaalisti muuttavaa innovointia.

Nöyrä Puu -prosessissa Osaaminen jaettiin kolmeen alakategoriaan: *opetus suunnitelmat ja oppilaitokset, elinikäinen oppiminen* sekä *asenteet*. Lisäksi rakentamisen narratiivin muutos on voimakas väline edesauttaa kaikkia puurakentamisen kannalta oleellisia osa-alueita.



**Nykyisin rakentamisen ammattilaisten  
koulutusjärjestelmä on pitkälti  
rakentunut betonirakentamisen ympärille.  
Tämä kaipaisi muutosta, mikäli halutaan  
varmistua suunnittelijoiden ja rakentajien  
riittävästä määrästä.**



Alalla on ymmärrettävä, ettei ilmastotavoitteita saavuteta eikä hiilipiikkiä vältetä ilman puurakentamista, mikäli asuntotuotantoa halutaan jatkaa nykyiseen malliin.

Puurakentamisen myötä uudistuvien prosessien, teknologioiden ja toimintatapojen laajempi leviäminen edellyttää, että puun merkitystä tehostetaan korkeakoulujen opetussuunnitelmissa ja täydennyskoulutuksissa. Puukerrostalorakentamiseen liittyvä suunnittelu-, arkkitehtuuri-, kaavoitus-, urakointi ja muu osaaminen tulee integroida osaksi kaikkia rakentamiseen liittyviä koulutusohjelmia ja -tasoja.

Korkeakoulujen merkitys on myös dialogin edistäjänä on merkittävä. Tutkimusprojektien rahoittaminen on olennainen osa osaamisen lisäämistä ja oikean tiedon leviämistä. Lisäksi kaupunkisuunnittelijoiden ja tutkijoiden välisen kommunikaatioyhteyden parantaminen tekee uuden tiedon leviämisestä sujuvampaa.<sup>28</sup>

Aiemmista hankkeista ja tutkimuksesta saatu tieto pitää saada leviämään tehokkaasti. Oppilaitoksilla on tässä merkittävä rooli.



## ***Opetussuunnitelmiin ja oppilaitoksiin liittyviä haasteita ratkaistavaksi:***

1. Puurakentamisen prosesseihin syventyneitä arkkitehteja, rakennuttajia sekä rakennesuunnittelijoita on vähän ja he ovat usein keskittyneet puurakentamiseen keskittyneisiin yrityksiin.
2. Rakentamisen ammattilaisten koulutusohjelmat ovat muodostuneet betonirakentamisen ympärille.

## ***Miten tavoitteisiin päästään:***

***Puurakentaminen osaksi rakentamisen ammattilaisten perusvalmiuksia:*** Oppilaitokset kautta linjan tuovat opetussuunnitelmissa puurakentamisen opetusta, mm. tuomalla kursseille puurakentamisen harjoitustyökohteet kaikille rakentamisen ammattilaisille.

***Alueellinen yhteistyö:*** Varmistetaan puurakentamisen eri toimijoiden kuten kuntien, suunnittelijoiden ja oppilaitosten yhteistyö harjoittelupaikkojen sekä mentoroinnin aikaansaamiseksi.

***TKI-panostusten kasvattaminen:*** Maakuntaliitot, innovaatiopolitiikka ja yritykset panostavat puurakentamisen tuotekehitykseen ja skaalaamiseen.

***Tutkimusprojektien rahoittaminen:*** Näyttöön perustuvan tiedon kerääminen ja kommunikointi.

---

28. 'Consumer's perceptions on the properties of wood affecting their willingness to live in and prejudices against houses made of timber,' Lähtinen et al., 2019 [URL]

# Vastuut ja työnjako muuttuvat työmailla uusien puurakentamisen innovaatioiden myötä, kun suuri osa rakentamisen vaiheista siirtyy tehtaisiin.

Pitkään alalla toimineiden ammattilaisten kyky adaptoitua puun tuomiin uusiin haasteisiin, prosesseihin ja teknologioihin vaatii täydennyskoulutusmahdollisuuksia. Myös tilaajaosaamiseen panostaminen on tärkeää.

Tarvitaan koulutuksia, joissa ajankohtaisen ymmärryksen tuntemus syvenisi ja jonka avulla vahvistettaisiin dialogia alan muiden toimijoiden kanssa. Esimerkiksi eri tahojen yhteistyönä järjestämien kurssien tai luentosarjojen avulla voitaisiin jakaa tietotaitoa, sekä vahvistaa ja tasapäistää alan osaamispohjaa. Koulutuslaitosten, työnantajien ja ammattiliittojen hyvällä yhteistyöllä mahdollistetaan elinikäinen oppiminen, ja näin edesautetaan sen kehittyminen läpi rakentamisen ekosysteemin. Täydennyskoulutus auttaa myös osaltaan tuomaan alan eri toimijoita lähemmäs toisiaan.<sup>29</sup> Elinikäinen oppiminen edesauttaa osaamisen kehittymistä läpi rakentamisen ekosysteemin,

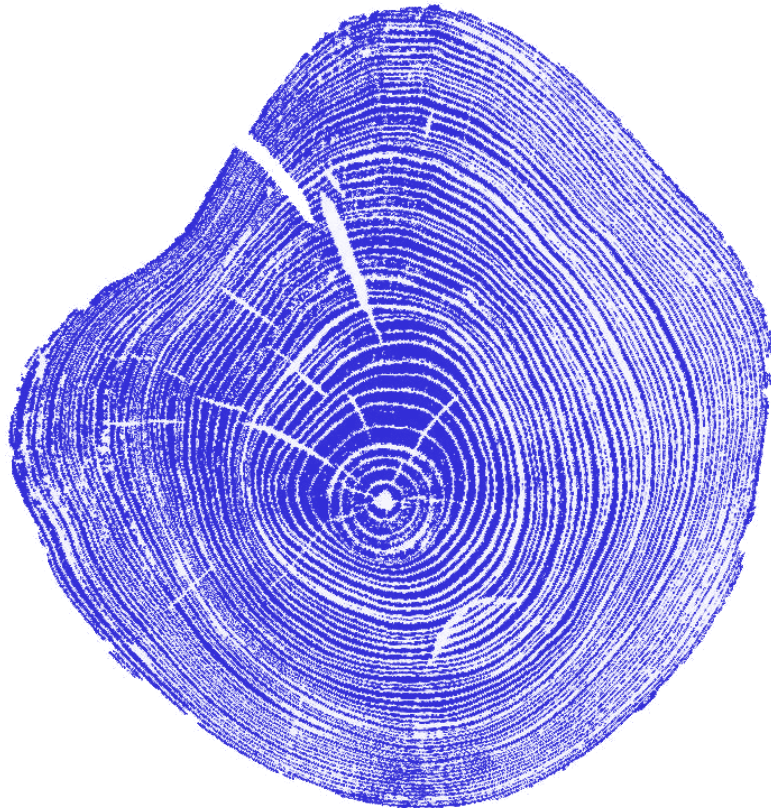
## ***Elinikäiseen oppimiseen liittyviä haasteita ratkaistavaksi:***

1. Puun myötä muuttuvat rakennus- ja hankintaprosessit vaativat uudenlaista osaamista pitkään alalla toimineilta.
2. Rakennusalan projektiluonteisuus tekee oppimisesta ja uusien materiaalien leviämisestä hidasta.

## ***Miten tavoitteisiin päästään:***

***Täydennys- ja aikutuskoulutukset:*** Yritykset, oppilaitokset, ammattiliitot ja julkiset tahot järjestävät ja tekevät näkyväksi monialaisia koulutuksia, joissa osaajat eri puolilta rakentamisen arverkkoa kohtaavat ja omaksuvat monipuolisen ymmärryksen puurakentamisesta.

***Elinikäisen oppimisen ohjelma:*** Alan yritysten yhteistyössä toteutettava puurakentamisen elinikäisen oppimisen ohjelman.



---

29. Esimerkiksi ohjatakseen puurakentamista kohti radikaalimpaa innovointia, Skotlannissa perustettu Mass Timber Academy tarjoaa opastusta ja kursseja niin opiskelijoille kuin rakennusalalla toimiville ammattilaisille.

# Puurakentamiseen liittyy yhä paljon virheellisiä negatiivisia mielikuvia ja myyttejä.

Ne hidastavat puurakentamisen laajentumista estävien polkuriippuvuuksien määrätietoista purkamista. Ymmärryksen lisääminen puurakentamisen keskeisestä merkityksestä rakentamisen transformaatioissa hiilineutraaliksi on hyvin oleellista.

Kestävää metsätaloutta, energiatehokkuuskysymyksiä, paloturvallisuutta ja mahdollisia akustiikkaongelmia käytetään usein aseina puurakentamista vastaan. Puun mahdollisuuksista viestivää tietoa tarvitaan niin kuluttajille, sijoittajille, kaavoittajille kuin rakentajille. Esimerkiksi puurakenteisten opiskelija-asuntojen myötä, materiaali tulee tutuksi asukkaille heti nuoresta saakka. Muidenkin kuin ilmastohyötyjen painottaminen viestinnässä vetoaa myös moniin kohderyhmiin. Lähtinen et al. (2019) tutkimuksen mukaan suomalaisten näkemykset puun hyödyistä jakautuu karkeasti kahteen:

- 1) ekologiaa ja fysio-tekniisiä ominaisuuksia painottaviin<sup>30</sup> ja
- 2) estetiikkaa ja hyvinvointivaikutuksia painottaviin.

Jälkimmäiselle hyötyargumentit voivat liittyä muun muassa ilmanlaatuun, mielialaan, terveyteen, arkkitehtuuriin ja puurakennuksen tunnelmaan.

Puun monikäyttöisyyden ja mahdollisuuksien esittely onnistuneiden uudiskohteiden kautta valaa luottamusta ja positiivisia mielikuvia materiaalin potentiaalista. Vaikka akateeminen osaaminen ja tietotaito ovat tärkeitä ohjauskeinoja kohti vihreämpiä rakennusprosesseja, tekevät konkreettiset esimerkit puusta helpommin lähestyttävää.

## ***Asenteisiin ja narratiiviin liittyviä haasteita ratkaistavaksi:***

1. Puukerrostalorakentamiseen liitetään mielikuvia kalleudesta ja rakentamisen prosessiin liittyvistä riskeistä.
2. Betonirakentamisessa vahvat rakennuttajien ja elementtiteollisuuden yhteistyösuhteet, jotka tuovat ennustettavuutta. Puurakentamisen on vaikea haastaa tätä polkuriippuvuutta.
3. Puu ja betoni laitetaan usein julkisessa keskustelussa kilpailuasemaan, johon liittyy myös negatiivisilla mielikuvilla lobbaamista.
4. Puurakentamisen hyötyjä ja alan kehitystä todentava tutkimustieto on levinnyt hitaasti eikä ole pystynyt kumoamaan monia virheellisiä uskomuksia.

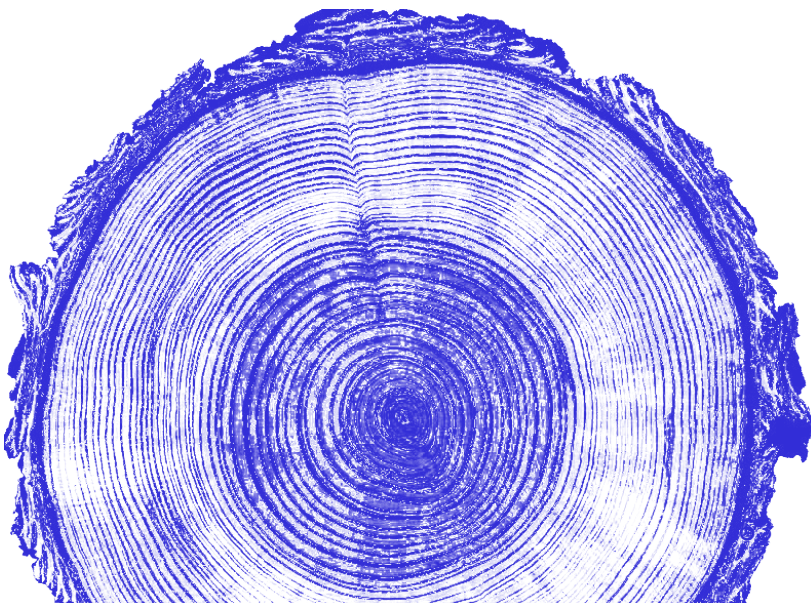
## ***Miten tavoitteisiin päästään:***

### ***Puurakentamisen tutkimuksen viestintä:***

Resursoidaan puurakentamista koskevan tutkimuksen viestintää ja yhteiskunnallista vuorovaikutusta ja parannetaan näin riippumattoman tiedon saatavuutta.

### ***Tutkimuksen kohteiden laajentaminen:***

Puurakentamisen ilmastohyötyjen rinnalla resursoidaan entisestään tutkimusta ja viestintää puurakennusten muista hyödyistä (ilmanlaatu, mieliala, terveys, estetiikka, kokemuksellisuus).



---

30. 'Consumers' perceptions on the properties of wood affecting their willingness to live in and prejudices against houses made of timber,' Lähtinen et al., 2019. [URL]



# Yhteenveto

Suomalaisessa kaupunkirakentamisessa ollaan suuren murroksen kynnyksellä: Hiilineutraalisuustavoitteet ja päästöintensiivisistä rakennusmateriaaleista syntyvän hiilipiikin välttäminen edellyttävät merkittävää ja nopeaa muutosta rakentamisen tavassa. Tähän ohjaa myös vuoteen 2025 mennessä voimaan tuleva rakentamisen elinkaaripäästöjen säätely, joka toteutuu niin kansallisen lainsäädännön kuin kuntien kaavoituksenkin muodossa.

Tämän seurauksena puurakentamisesta tulee kaupunkirakentamisen uusi normaali 2020-luvun aikana. Kaikki kaupunkirakentaminen ei muutu puurakentamiseksi, mutta puurakentaminen asettaa standardin: kun tavoitteena on vähentää radikaalisti päästöjä, luo vähäpäästöisin tarjolla oleva rakennusmateriaali perustason tulevalle rakentamiselle. Vähäpäästöinen betoni ja teräs kehittyvät mutta luultavasti rakentamisen elinkaaripäästöjen pudottaminen tapahtuu pitkälle 2030-luvulle puun osuutta rakentamisessa lisäämällä.

Tämä muutos edellyttää uudenlaista dialogia ja yhteiskehittämistä koko rakennus- ja kiinteistöalalta. Siirtyminen uuteen rakentamiseen tapaann, pois hyvin koetelluista ja hiotuista betonielementtirakentamisen standardeista ja prosesseista, näyttäytyy useimmille rakennuttajille tarpeettomana riskinä. Nöyrä puu -prosessi on kehittänyt keinoja, joilla rakennusalan toimijat voivat yhdessä nopeuttaa ja helpottaa siirtymää vähäpäästöiseen rakentamiseen ja kääntää siihen liittyvät riskit mahdollisuuksiksi.

Nöyrä puu on jäsentänyt eri ohjauskeinojen roolia vähäpäästöisen rakentamisen edistämässä. Kuntien kaavoitusta raamittavat pian rakennusten elinkaaripäästöstandardit, joiden rinnalla puukerrostalomarkkinan kehitystä on mahdollista ohjata suoraan puurakentamista edellyttävillä kaavamerkinnöillä ja päästönormeja pidemmälle kirittävillä tontinluovutusehdoilla.

Puukerrostalorakentamisen kysyntää on tärkeää vahvistaa muutenkin kuin ohjauksen kautta. Sijoittajakysynnän luomisessa avainasemassa on löytää keinoja, joilla sijoittajat saavat vähäpäästöisten materiaalien hyödyntämisestä tulevaisuudessa selkeitä hyötyjä esim. ESG-standardien ja taksonomian kautta. Rakennuttajien pitää vahvistaa yhteistyötä ja kehittämistyötä puurakentajien ja -toimittajien kanssa. Tämän kautta ymmärrys puurakentamisen ratkaisuista ja niiden tarjoamista hyödyistä parane, kyky kilpailuttaa ja tilata puurakentamishankkeita parane. ARA:lla ja kuntien omalla asuntotuotannolla on tärkeä rooli puukerrostalomarkkinan synnyttämisessä.

Puurakentamisen kasvun esteenä on ollut muna-kana-ongelma: Rakennuttajat eivät uskalla ryhtyä puukerrostalohankkeisiin, koska puuelementtejä valmistavat yritykset ovat verrattain pieniä ja niiden toimitusvarmuus epävarma. Puurakentajat ja -toimittajat ovat puolestaan jääneet suhteellisen pieniksi, koska niiden tuotteiden kysyntä on ollut epävarmaa. Nyt kun puukerrostalorakentaminen on lähtenyt kasvuun, olisi kyettävä luomaan vakioituja tuotteita ja helpottaa näin suunnittelijoiden, rakennuttajien ja rakentajien työtä puukerrostalotuotannon skaalaamisessa ja siten sen täyden potentiaalin saavuttamisessa.

Kaikki tämä edellyttää yhä laajempaa yhteistyötä kiinteistö- ja rakennusalan eri toimijoiden kesken. Näin vahvistetaan puurakentamisosaamisen leviämistä eri toimijoiden välillä ja nopeutetaan puurakentamisen ratkaisujen kehitystä tuomalla kysyjä- ja tarjoajatahoja lähemmäksi toisiaan. Tällaisten foorumien ja vertaisoppimisen prosessien synnyttämisessä ja ylläpitämisessä kunnilla, maakunnilla, oppilaitoksilla ja alan järjestöillä olisi varaa määrätietoiselle toiminnalle.

Tämä peruskirja on käsittänyt joukon tulevaisuuskuvia suhteessa ylätavoitteeseen - puurakentamisesta kaupunkirakentamisen uusi normaali. Lisäksi siinä on syvennytty tarkempiin haasteisiin ja ratkaisuihin. Vaikka puurakentamisen edistäminen hiilineutraaliustavoitteiden edellyttämällä tavalla vaatii vielä työtä, on yhteiskunnassa havaittavissa selvä muutos: yhä kunnianhimoisemmilla hiilineutraaliuteen tähtäävillä ohjauskeinoilla on alati laajempi yhteiskunnan tuki. Tämä antaa uskoa tulevaan. Uskomme, että puusta voi tulla symboli koko rakennusalan uudistukselle ja kaupunkien siirtymälle hiilineutraaliuteen tämän vuosikymmenen aikana.



*Kaikki  
kaupunkirakentaminen ei  
muutu puurakentamiseksi,  
mutta puurakentaminen  
asettaa standardin: kun  
tavoitteena on vähentää  
radikaalisti päästöjä, luo  
vähäpäästöisin tarjolla  
oleva rakennusmateriaali  
perustason tulevalle  
rakentamiselle.*

# *Miten tästä eteenpäin*

Nöyrä puu -prosessi on pyrkinyt näyttämään esimerkkiä uudenlaisen foorumin muodostamisessa. Sen taustalla on Nöyrän hallinnon malli. Nöyryys ilmenee kahdella tapaa:

- 1) Tunnustetaan, että kyse on pitkäkestoisesta prosessista, jonka kulkua ei voi etukäteen tietää ja suunnitella ja
- 2) samalla ollaan nöyriä sen suhteen, että murros ja sen vaatimat ratkaisut eivät onnistu vain ylhäältä tapahtuvalla ohjauksella, vaan tarvitaan alan erilaisten toimijoiden bottom-up-panosta uusien systeemisten ratkaisujen kehittämisen ja valtavirtaistamiseen.

Nöyrä puu -projektissa haastetta lähdettiin taklaamaan nöyrän ohjauksen menetelmällä.<sup>31</sup> Menetelmässä lähdettiin liikkeelle puurakentamisen kannalta keskeisen toimijajoukon tuomisesta yhteen - toimijoista, joilla on aidosti valta vaikuttaa tapahtumien kulkuun. Seuraavaksi laadittiin ohut konsensus puurakentamiseen liittyvistä viitekehystavoitteista. Tämän pohjalta edettiin tarkempaan ongelmanmäärittelyyn sekä hajautettuun ongelmanratkaisuun, missä ideoita eteenpäin menemisestä kerättiin hankkeen osallistujilta sekä muilta asiantuntijoilta. Lopulta hanke kulminoitui vahvistuneeseen konsensukseen - eli tässä tapauksessa puurakentamisen peruskirjaan.

Nöyrä puu -prosessi (2021-2022) on ollut varsin nopea (8kk) prosessi, joka on palvellut uuden, puukerrostalorakentamisen kysynnän kasvuun liittyvän kehitysvaiheen käynnistämistä. Sinä aikana ei ole ollut mahdollista toteuttaa esimerkiksi käytännön kokeiluja, eri osallistujien omaa kehitystyötä tai näiden vertailuja. Nöyrän hallinnon prosessin toteutuskaari voi kestää myös useita vuosia, jolloin päästään testaamaan yksityiskohtaisemmin erilaisia ratkaisuja ja harjoittamaan laaja-alaista vertaisoppimista. Tulevina vuosina vähäpäästöisen kaupunkirakentamisen vauhdittamiseksi tarvitaan vastaavia yhteiskehittämisen foorumeita, joissa mukana on sekä yrityksiä, julkisia toimijoita että tutkijoita. Niissä testataan ja levitetään uusia ideoita, vahvistetaan yhteistä tietoisuutta muutoksesta ja muodostetaan uusia kumppanuuksia yritysten välille. Nöyrän hallinnon mallia on mahdollista soveltaa myös pitkäaikaisemman murroksen ohjaamisessa.<sup>32</sup>

---

31. 'Humble Government', Demos Helsinki, 2021. [URL]

32. Esimerkki lähestymistavasta on myös Montrealin sopimuksen seuranta-prosessi, jossa otsonikerrosta vahingoittavien kaasujen hyödyntäjät (esim. Kylmälaitteiden valmistajat) ovat jakaneet keskenään tietoutta ja parhaita käytäntöjä uusista ratkaisuista ja auttaneet näin muokkaamaan kyseisten kaasujen globaalia sääntelyä. [URL]

# Lähteet

- Brol, J., Dawczyński, S., & Adamczyk, K. (2015). Possibilities of Timber Structural Members' Reuse. CO2 Data. (2022). Rakentamisen päästötietokanta.
- Demos Helsinki. (2021). Humble Government.
- Fell, D. (2010). Wood in the Human Environment: Restorative Properties of Wood in the Built Indoor Environment.
- Hemström, K, Gustavsson, L., & Mahapatra, K. (2016). The Sociotechnical Regime and Swedish Contractor Perceptions of Structural Frames.
- Henek, V., Venkrbec, V., & Novotný, M. (2017). Fire Resistance of Large-Scale Cross-Laminated Timber Panels.
- Härkönen, T., "Vähähiilinen betoni tulee vauhdilla", *Betoni*. 04/2021. pp. 84-95.
- Kotradyova, V., Vavrinsky, E., Kalinakova, B., Petro, D., Jansakova, K., Boles, M., & Svobodova, H. (2019). Wood and Its Impact on Humans and Environment Quality in Health Care Facilities.
- Lacey, N., & Long, J. (2020). The Sustainability Imperative: The case for building sustainable businesses has never been stronger. IPSOS. 11/2020. pp. 1-16.
- Lähtinen, K., Toppinen, A., & Malm, N. (2019). Effects of Lobbying Among Urban Planners in Finland - Views on Multi-Storey Wooden Building.
- Lähtinen, K., Harju, C., & Toppinen, A. (2019). Consumer's perceptions on the properties of wood affecting their willingness to live in and prejudices against houses made of timber.
- Low Carbon Concrete Group & The Green Construction Board, 2022. Low carbon concrete routemap: Setting the agenda for a path to net zero.
- Maniak-Huesser, M., Tellnes, L.G.F., & Zea Escamilla, E. (2021). Mind the Gap: A Policy Gap Analysis of Programmes Promoting Timber Construction in Nordic Countries.
- Mark-Herbert, C., Kvennefeldt, E., & Roos, A. (2019). Communicating Added Value in Wooden Multistorey Construction.

- Mäkeläinen, T., Vainio-Kalla, T., Lavikka, R., & Rönty, J. (2021). Tiekartta kohti tietomallinnettua puurakentamista.
- Metsäkeskus. (2020). Puurakentamisen edistämisen ja ohjauksen keinot kaavoituksessa -opas.
- Nejman, F. (2019). "Betong dyrare än trä!", *Betong*. 05/2019. pp. 19-25.
- Niu, Y., Rasi, K., Hughes, M., Halme, M., & Fink, G. (2021). Prolonging Life Cycles of Construction Materials and Combating Climate Change by Cascading: The Case of Reusing Timber in Finland.
- Puutuoteteollisuus. (2021). Puun käyttöä lisäämällä voidaan leikata rakentamisen hiilidioksidipäästöjä.
- Puutuoteteollisuus ry & Granlund. (2020). Vähähiilisen puurakentamisen tiekartta.
- Raivio, T., Laine, A., Klimscheffskij, M., Lehtomäki, J., Heino, A., Jonsson, H., Pokela, P., & Ahlfors, M. (2020). Vähähiilinen rakennusteollisuus 2035. Gaia Consulting Oy & Rakennusteollisuus RT ry.
- Sabel, C., & Victor, D. (2021). How to fix the climate.
- Simon, F. (2020). Official: EU taking first steps to bring forestry into carbon market.
- Sitra. (2018). Hiilidioksidipäästöjen leikkauksia ei voi korvata muilla toimilla.
- Talvitie, I., Vimpari, J., & Junnila, S. (2021). Economic Feasibility of Wood-Based Structures - Improving Urban Carbon-Neutrality Strategies.
- Timonen, R. (2020). Selvitys rakentamisen maankäyttömuutosmaksusta.
- Toppinen, A., Sauru, M., Pätäri, S., Lähtinen, K., & Tuppuru, A. (2019). Internal and external factors of competitiveness shaping the future of wooden multistorey construction in Finland and Sweden.
- Toppinen, A., Autio, M., Sauru, M., & Berghäll, S. (2018). Sustainability driven new business models in wood construction towards 2030.
- Viholainen, N., Kylkilahti, E., Autio, M., Pöyhönen, J., & Toppinen, A. (2021). Bringing ecosystem thinking to sustainability-driven wooden construction business.
- Ympäristöministeriö Suomi. (2022). Vähähiilisen rakentamisen neuvontapalvelu.

