

Kohti vähähiilistä kaupunkisuunnittelua

Laskentatyökalu tukena

Väitöskirjatutkija Ilmari Talvitie

17.10.2023

ENVIRONMENTAL RESEARCH LETTERS

LETTER



OPEN ACCESS

RECEIVED
12 December 2022

REVISED
1 March 2023

ACCEPTED FOR PUBLICATION
22 March 2023

PUBLISHED
11 April 2023

Original content from this work may be used under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 licence.

Any further distribution of this work must maintain attribution to the author(s) and the title of the work, journal citation and DOI.



Can future cities grow a carbon storage equal to forests?

Ilmari Talvitie^{*}, Antti Kinnunen^{*}, Ali Amiri^{*} and Seppo Junnila^{*}

Aalto University, Department of Built Environment, Finland

^{*} Author to whom any correspondence should be addressed.

E-mail: ilmari.talvitie@aalto.fi

Keywords: residential development, wooden construction, carbon storage, forest area, urban planning

Abstract

Urban areas have experienced exponential growth since the industrial revolution and by virtue of the urban population has followed. Current projections suggest that this growth has yet to reach its peak implying that urban developments will continue to sprawl into untouched territories. This growth and subsequent sprawl will undoubtedly come at the expense of forested areas. This study presents a carbon storage factor indicator for new urban developments. It is a novel concept which integrates urban planning, land use changes and wooden construction. The factor sets a carbon storage requirement for new urban areas that are developed at the expense of forested areas. The study is conducted in four parts. First, we estimate the carbon storage potential of forest areas via existing literature and databases. Then we collect all new development and construction estimates up to the year 2050 for the whole metropolitan region in Finland. Next, we conduct scenario analyzes for different demand levels of wood in projected residential developments. Finally, we compare the carbon storage potential of the future building stock to the forest areas planned for development. The data used is provided by the regional authority. The results detail that the future residential building stock can store between 128–733 kt of carbon. The lower level implies that current construction methods can only partially preserve the carbon storage of an area in buildings. However, the higher level suggests future buildings to be able to exceed the carbon storage potential of forest areas by nearly 47 tC ha⁻¹. The study reminds that an increased use of wood is dependent on sustainable forest management practices. Furthermore, it is not our purpose to promote urban development into entirely new areas but rather encourage urban planners to consider the carbon balance when it is the only viable option.

1. Introduction

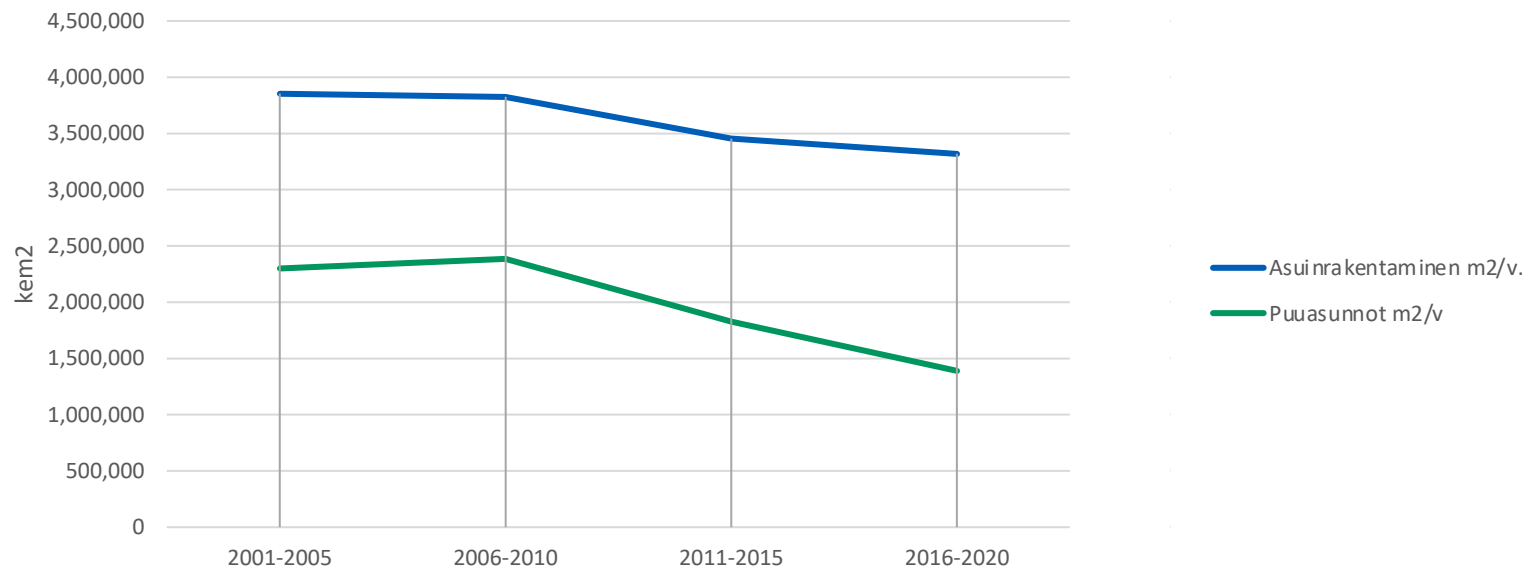
Cities have been widely considered as key components in combatting climate change. Particularly since they are large global emitters and have the most potential in decreasing their respective emissions. However, urban areas are globally experiencing an increase in population [1] which directly creates new demand for both residential and non-

intensive use of buildings [4], more efficient designs and material use [5], green roofs for increased energy efficiency [6], and substituting current materials with biogenic construction materials like timber [7]. The substitution option exhibits an additional benefit alongside lower embodied emissions, as wooden construction materials (WCMs) act as long-term carbon storages. The use of these materials has been suggested as a strategy to decrease the consumption of more

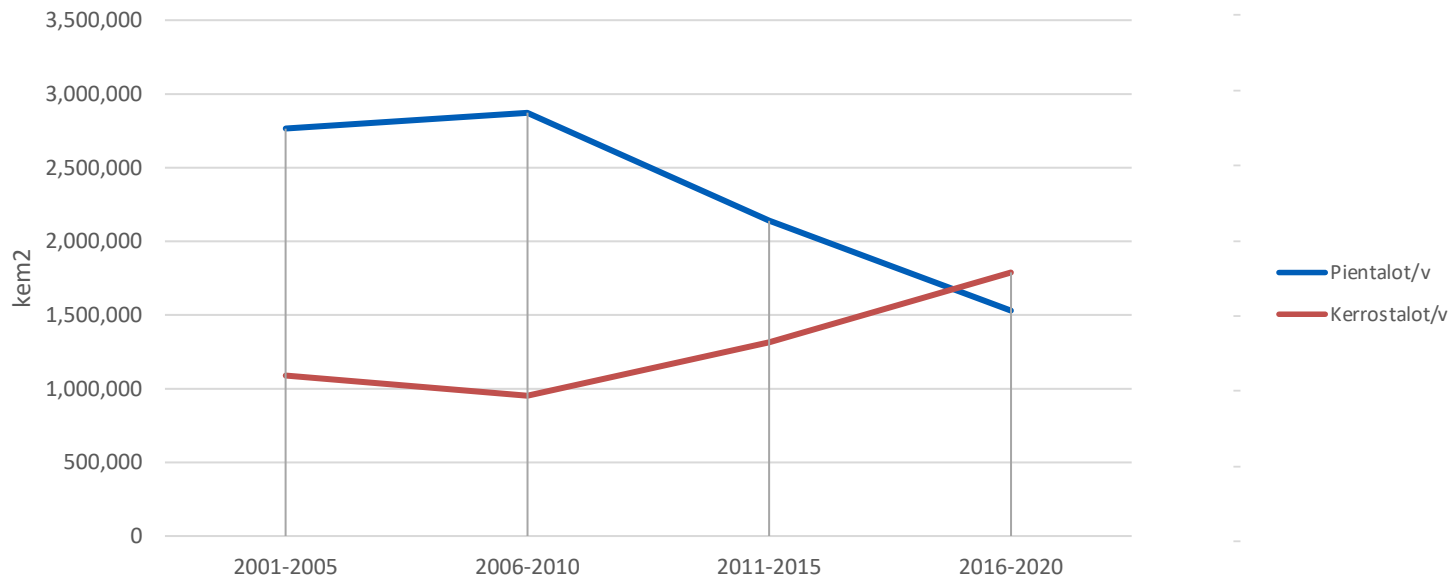
Esityksen kulku

1. Puurakentamisen kehityskulku Suomessa
2. Minne rakentaminen sijoittuu nyt ja tulevaisuudessa?
3. Tutkimuskysymys
4. Hiilensidontaa ja –varastointia rakennetussa ympäristössä
5. Alueelliset hiilivarastot
6. Vähimmäisvaatimukset
7. Tulokset ja johtopäätökset
8. Käynnissä olevat tutkimukset

Puurakentamisen osuus on vähentynyt Suomessa



Kerrostaloituotanto osasyynä puurakenteiden vähenemiseen





**“Uudellamaalla metsää
muutetaan muuhun käyttöön
noin tuhannen hehtaarin
vuositahdilla.”**

Mistä on kyse?

- Suomessa rakennetaan eniten metsiin ja toiseksi eniten maatalousalueille, kuten pelloille.
- Hankalin rakennusalue on rakennuttajan näkökulmasta vanha teollisuusalue, joka pitää puhdistaa.
- Peltojen turvaaminen on tutkijoiden mukaan tärkeää paitsi lähiruoan, myös eläinlajien selviämisen kannalta.

Yle, 2017

Asukkaat järkyttyivät: Helsinki tuhoaa ikiaikaisen kallion ja virkistymetsän – ”Tämä on peruuttamaton”

HU, 2023

Espoo suunnittelee 5 000 ihmisen kerrostalolähiötä keskelle metsää, 1–2 kilometrin päähän lähimmästä bussipysäkistä – ”Jos ihan suoraan sanon, se on pelkästään ahneutta”

Virkamiesten näkökulmasta Nygrannaksen ja Lukukallion alue pitää kaavoittaa mahdollisimman tiiviisti, jotta rakentamishanke maksaa itse itsensä.

HS / Marjaana Varmavuori • 8.11.2017 • 8.11.2017 13:51 • 1 KOMMENTTI

Rakennuslehti, 2017

Rakentaminen

Arvometsän päälle ollaan rakentamassa kerrostaloja Helsingissä – nyt joukko poliitikkoja vaatii poikkeuksellisesti muuttamaan päätöstä

Yle, 2021

**Minne rakentaminen tulee
keskittymään tulevaisuudessa?**

2022–2050



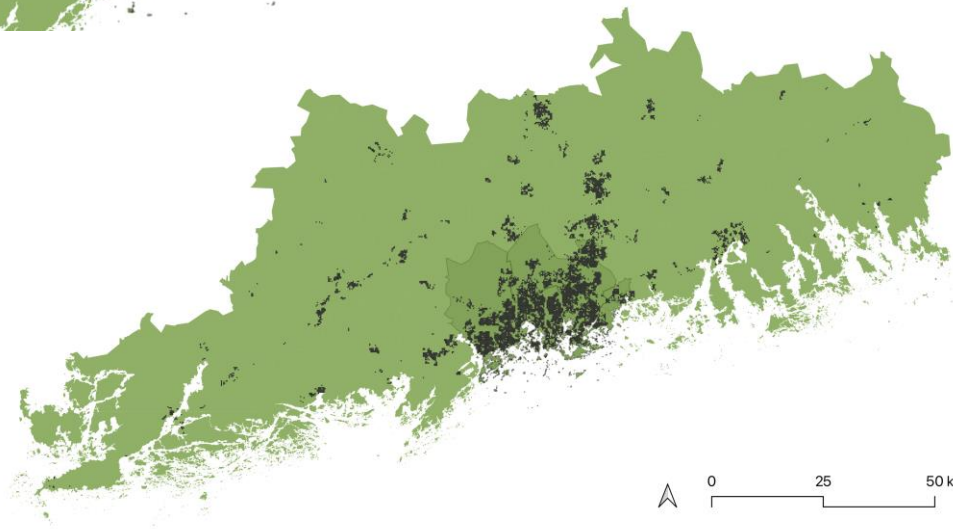
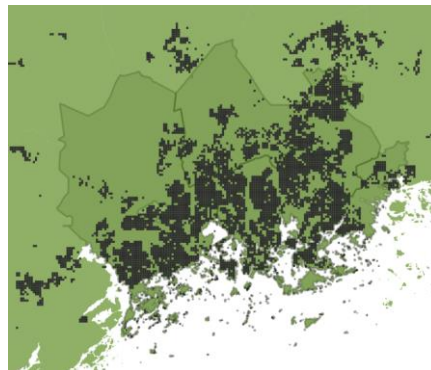
Yhden ruudun koko:
250x250m

Rakennettavia alueita:
6 465



Rakennettavaa alaa:
+32 miljoonaa k-m²

Kerrostalotuotanto:
64 %



2022–2050



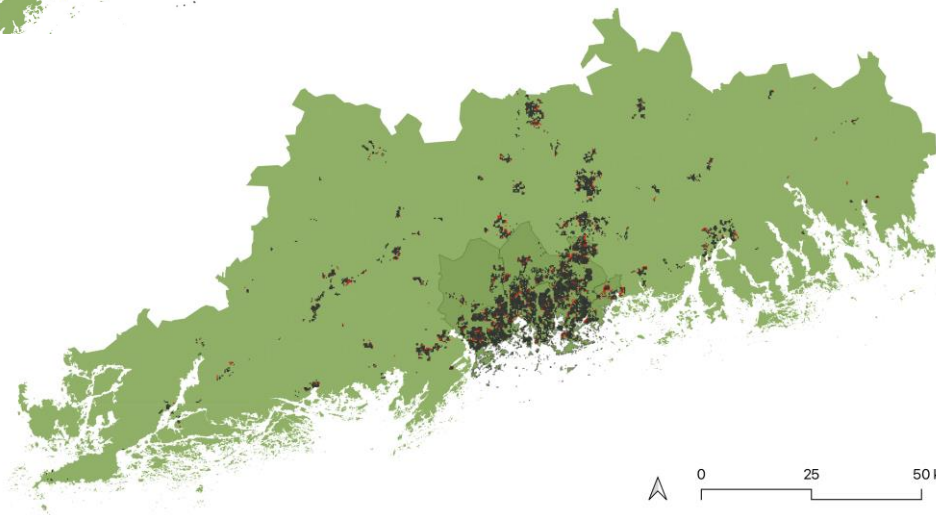
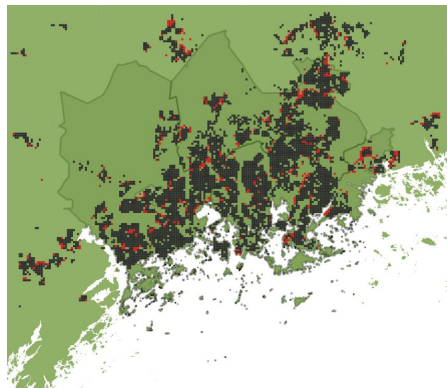
Yhden ruudun koko:
250x250m

Uusia rakennettavia alueita:
677

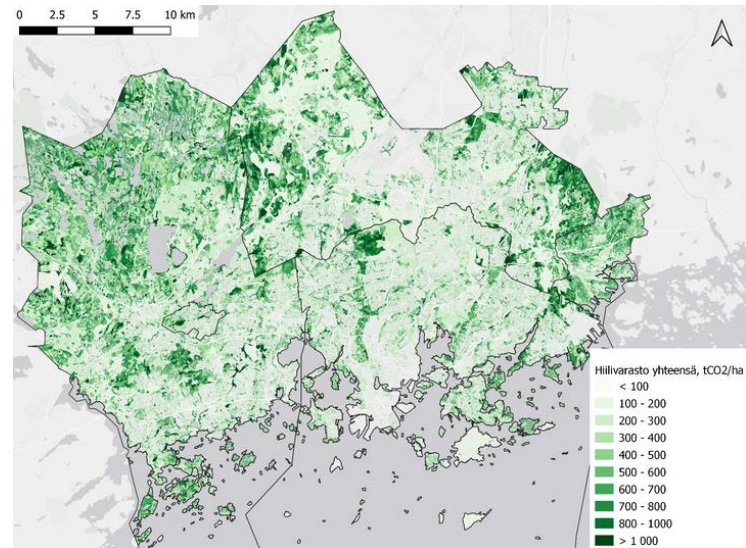
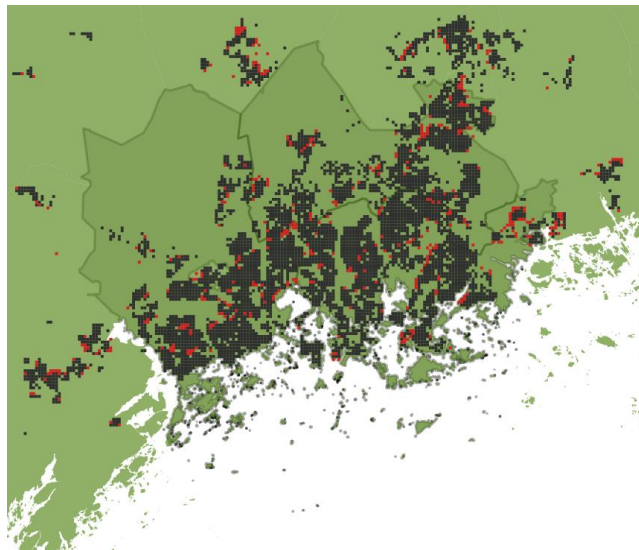


Rakennettavaa alaa:
15 miljoonaa k-m²

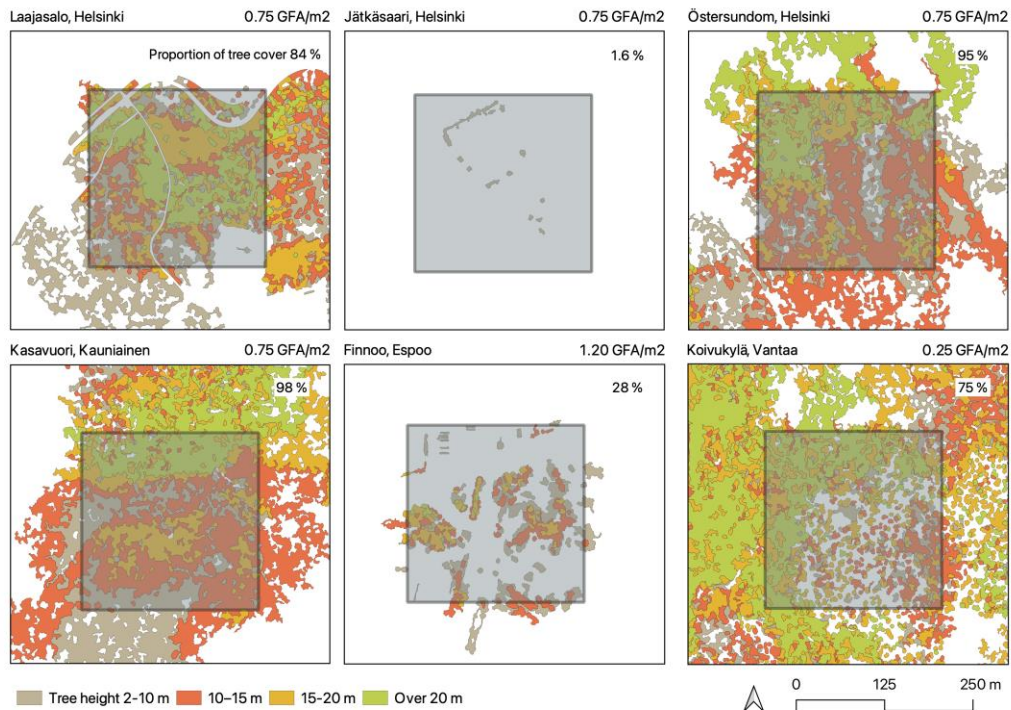
Kerrostalotuotanto:
66 %

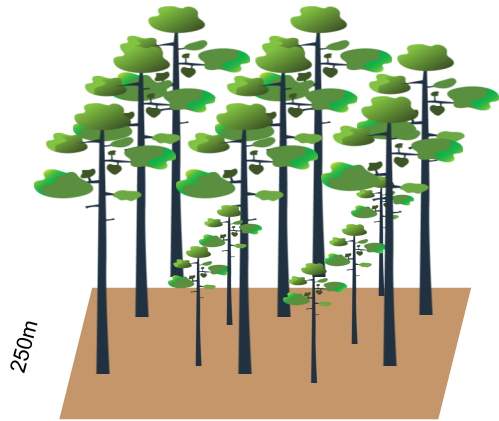


Uudellamaalla rakentaminen painottuu olemassa oleville hiilinieluille ja -varastoille

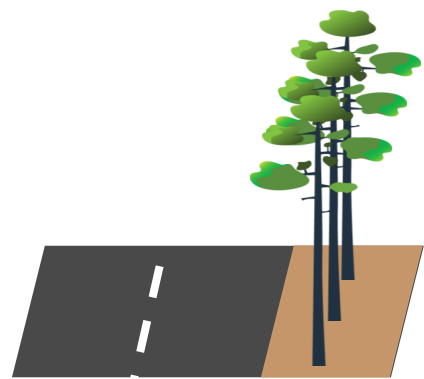
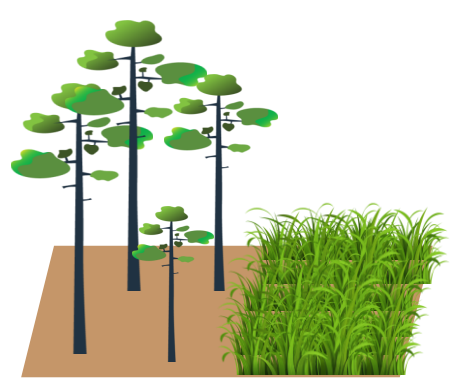


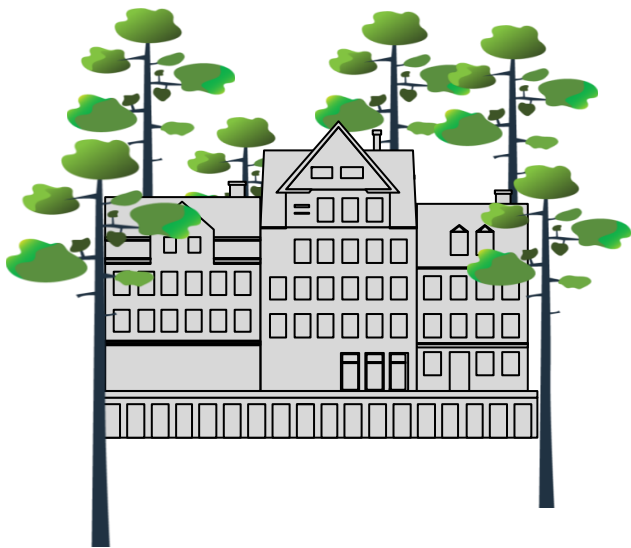
Latvuspeittävyys tutkimusalueilla





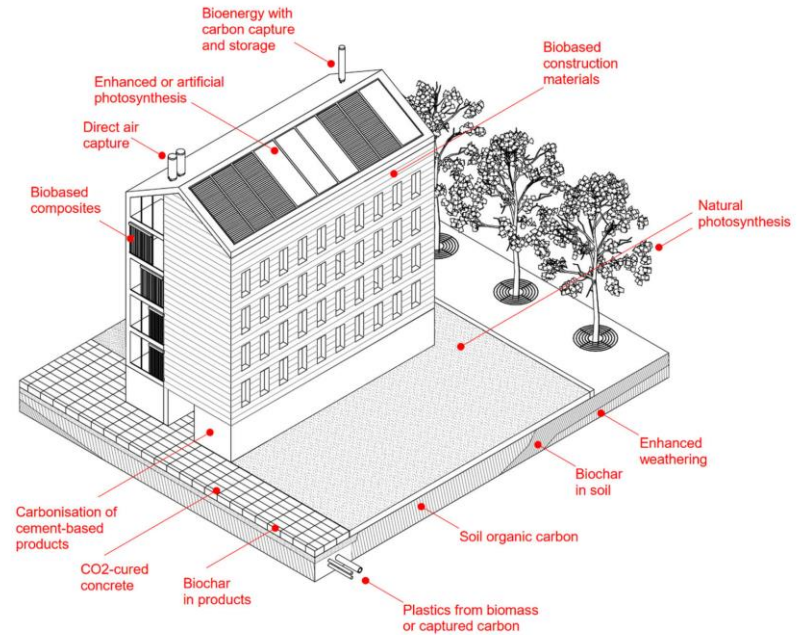
250m



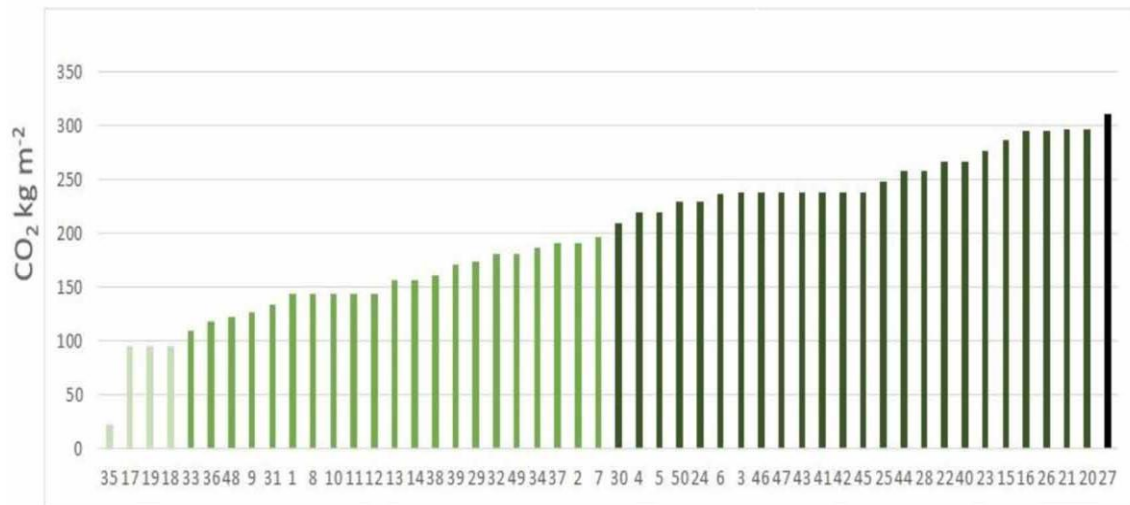


**Voiko uudisrakentaminen
säilyttää kaavoitettujen alueiden
alueelliset hiilivarastot?**

Kirjallisuuden perusteella tehokkaimmat menetelmät asuinalueiden hiilen sidontaan ja varastointiin ovat (i) hiilen sidonta kasvillisuuteen ja maaperään sekä (ii) puurakennusmateriaalien käyttö asuntotuotannossa.

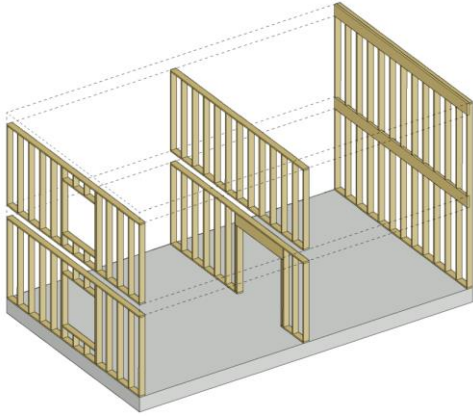


Puurakennusten hiilivarasto

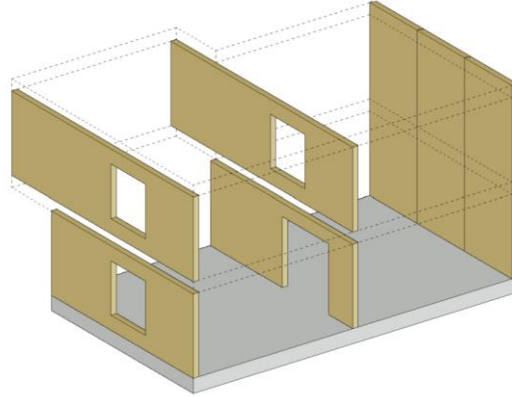


<i>Hiilivarasto</i>	<i>Puurakenteet</i>
Mean	198,91
Standard Error	9,33
Median	203,17
Mode	238,55
Standard Deviation	65,95
Sample Variance	4348,79
Kurtosis	-0,46
Skewness	-0,33
Range	287,17
Minimum	23,00
Maximum	310,17
Sum	9945,48
Count	50

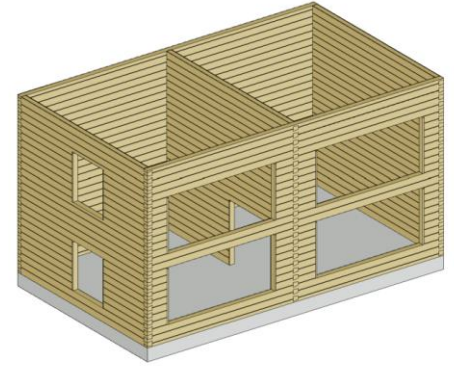
Rankarunko ≈
Matala hiilivarastotaso



Massiivipuulevy ≈
Korkea hiilivarastotaso



Hirsirunko ≈
Korkea hiilivarastotaso



Alueelliset hiilivarastot

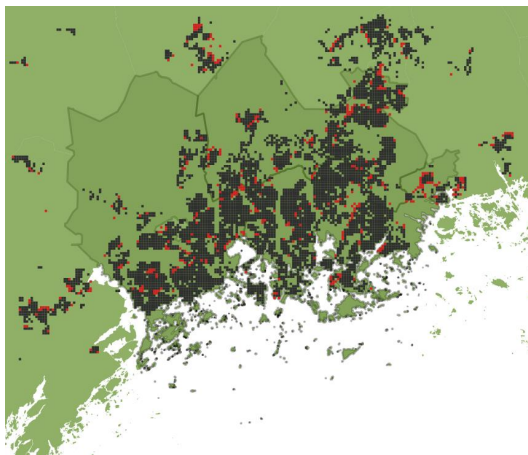


Table 2. Carbon storage of forest areas.

Source	Country	Region	Aboveground C	Belowground C	Total C	Unit
Ilvesniemi [50]	Finland	Southern, Finland	45	60	105	t ha ⁻¹
Ilvesniemi [50]	Finland	Northern-Finland	30	50	80	t ha ⁻¹
HSY [51]	Finland	Espoo, Uusimaa	49	95	144	t ha ⁻¹
HSY [51]	Finland	Helsinki, Uusimaa	43	80	123	t ha ⁻¹
HSY [51]	Finland	Vantaa, Uusimaa	43	86	128	t ha ⁻¹
HSY [51]	Finland	Kauniainen, Uusimaa	44	109	153	t ha ⁻¹
HSY [51]	Finland	HMA, Uusimaa	46	89	134	t ha ⁻¹
Uudenmaan liitto [52]	Finland	Uusimaa	26	.	.	t ha ⁻¹
Gustavsson <i>et al</i> [53]	Sweden	Kronoberg	46	108	154	t ha ⁻¹
Högberg [27]	Finland	Finland	35	.	.	t ha ⁻¹
Högberg [27]	Sweden	Sweden	46	.	.	t ha ⁻¹
Högberg [27]	Norway	Norway	30	.	.	t ha ⁻¹
Högberg [27]	Canada	Canada	48	.	.	t ha ⁻¹
Högberg [27]	Russia	Russia	37	.	.	t ha ⁻¹
Högberg [27]	US	Alaska	35	.	.	t ha ⁻¹
Mean			41	85	126	t ha ⁻¹
Std. Dev.			6.6	24.2	.	

Menetelmässä arvioidaan ne vähimmäisvaatimukset, jolla kaavoitetun alueen hiilivarasto saadaan säilytettyä rakennettavalla alueella.

Ehto:

$$\frac{\text{Kaavoitettavan alueen hiilivarasto}}{\text{Kaavoitettujen rakennusten hiilivarasto}} = \frac{\text{kgCO}_2\text{e per m}^2}{\text{kgCO}_2\text{e per k. m}^2} = \frac{\text{k. m}^2}{\text{m}^2} \leq \text{Aluetehokkuus}$$

Vähimmäisvaatimus

**Puurakennusten
markkinaosuus**

Vähimmäisvaatimus (e_a)
Puuranka: 100 CO_{2e}kg/k-m²

Vähimmäisvaatimus (e_a)
Massiivipuu: 300 CO_{2e}kg/k-m²

Vähimmäisvaatimus

Puurakennusten markkinaosuus	Vähimmäisvaatimus (e_a) Puuranka: 100 CO _{2e} kg/k-m ²	Vähimmäisvaatimus (e_a) Massiivipuu: 300 CO _{2e} kg/k-m ²
5 %	9.27	3.09

Vähimmäisvaatimus

Puurakennusten markkinaosuus	Vähimmäisvaatimus (e_a) Puuranka: 100 CO _{2e} kg/k-m ²	Vähimmäisvaatimus (e_a) Massiivipuu: 300 CO _{2e} kg/k-m ²
	5 %	9.27
10 %	4.63	1.54

Vähimmäisvaatimus

Puurakennusten markkinaosuus	Vähimmäisvaatimus (e_a) Puuranka: 100 CO _{2e} kg/k-m ²	Vähimmäisvaatimus (e_a) Massiivipuu: 300 CO _{2e} kg/k-m ²
	5 %	9.27
10 %	4.63	1.54
20 %	2.32	0.77
30 %	1.54	0.51

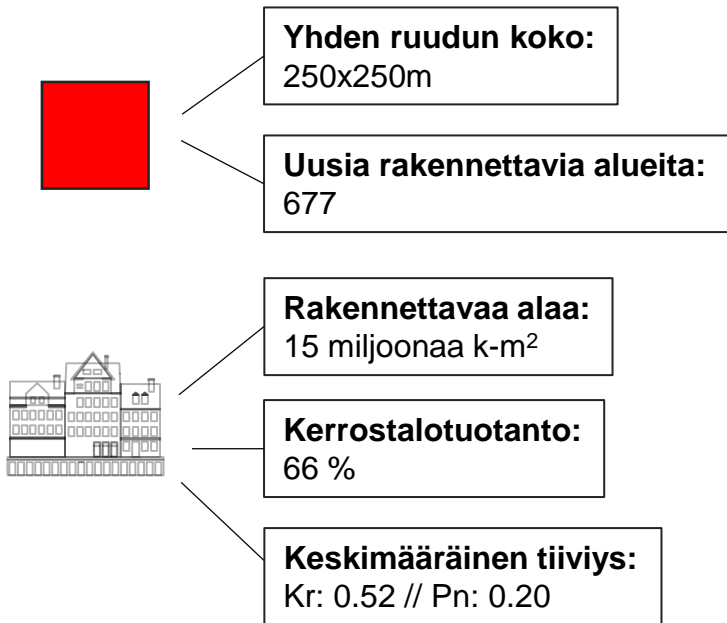
Vähimmäisvaatimus

Puurakennusten markkinaosuus	Vähimmäisvaatimus (e_a)	Vähimmäisvaatimus (e_a)
	Puuranka: 100 CO _{2e} kg/k-m ²	Massiivipuu: 300 CO _{2e} kg/k-m ²
5 %	9.27	3.09
10 %	4.63	1.54
20 %	2.32	0.77
30 %	1.54	0.51
40 %	1.16	0.39
50 %	0.93	0.31

Vähimmäisvaatimus

Puurakennusten markkinaosuus	Vähimmäisvaatimus (e_a)	Vähimmäisvaatimus (e_a)
	Puuranka: 100 CO _{2e} kg/k-m ²	Massiivipuu: 300 CO _{2e} kg/k-m ²
5 %	9.27	3.09
10 %	4.63	1.54
20 %	2.32	0.77
30 %	1.54	0.51
40 %	1.16	0.39
50 %	0.93	0.31
60 %	0.77	0.26
70 %	0.66	0.22
80 %	0.58	0.19
90 %	0.51	0.17
100 %	0.46	0.15

Tulokset



1. **Menetelmää** käyttämällä pystyttiin näyttämään, että jopa 70 % tulevasta rakentamisesta voitaisiin toteuttaa niin, että alueen hiilivarasto säilyisi rakennettavalla alueella.
2. **Tämä** vaatii, että pientalonrakentamisessa tulisi suosia sellaista puurakentamisteknologiaa, jossa rakennusmateriaaleihin on sitoutunut merkittävä määrä hiiltä (esim. hirsi tai massiivipuu).
3. **Kerrostaloalueilla** menetelmä osoittaa, että ennustetulla keskimääräisellä tiiveydellä puurakentamisen osuus tulisi olla vähintään 30 %.

Suomesta kansainvälinen esikuva

1. **Menetelmää** testattiin kansainvälisesti ja havaittiin että se on käyttökelpoinen ainakin Euroopassa, Aasiassa, Oceaniassa ja Pohjois-Amerikassa

Menetelmässä voidaan hyödyntää myös muita hiilen sitomisen ja varastoinen keinoja (esim. Kaupunkivihreä, biohiili)

On huomioitava, ettei menetelmä kompensoi maankäytön muutosten seurauksena menetettyjä ekosysteemipalveluita.

Tutkimuksessa ei kannusteta uudisrakentamiseen viheralueille.



**Tulevat tutkimukset keskittyvät
pienemmälle mittakaavalle**

Meri-Rastila

Kohteena Meri-Rastilan läntinen kaava-alue. Alueelle on kaavoitettu yli 20 000 k-m² puisto- ja muille viheralueille. Kuitenkin useammalle tontille on kaavoitettu puukerrostaloja.

Uusien tonttien kokonaisala on noin 16 000m².

Tuleva tutkimus arvioi: **Menettääkö alue 50-vuoden tarkastelujakson aikana hiiltä?**



Meri-Rastila

Havainnekuva - Asemakaava ja asemakaavan muutos - suunnitteluversio
Helsingin kaupunki - kaupunkiympäristön toimiala
Asemakaavoitus

14.3.2018

Olemassa oleva rakennus	Asuinkortteli	Tärkeä solmukohta Meri-Rastilan tien varrella
Uusi rakennus	Muu toiminto	VIII Rakennuksen kerroskuku
Pysäköintitalo	Puisto / virkistysalue	Jalankulun ja/tai pyöräilyn reitti puistossa
Kansipaha, pysäköinti alla	Puiston toiminnallinen osa	Jlip Uusi katu
Maantasopysäköinti	Aukio	Kaava-alueen raja

Kiitos! Kysymyksiä?



Meri-Rastila

Havainnekuva - Asemakaava ja asemakaavan muutos - suunnitteluversio
Helsingin kaupunki - kaupunkiympäristön toimiala
Asemakaavoitus

14.3.2018

Olemassa oleva rakennus	Asuinkortteli	Tärkeä solmukohta Meri-Rastilan tien varrella
Uusi rakennus	Muu toiminto	VIII Rakennuksen kerroskuku
Pysäköintitalo	Puisto / viikistysalue	Jalankulun ja/tai pyöräilyn reitti puistossa
Kansipaha, pysäköinti alla	Puiston toiminnallinen osa	Jip Uusi katu
Maantasopysäköinti	Aukio	Kaava-alueen raja