Päästökertoimista päästöinventaarioihin - Mihin ja miten puun pienpolton päästökertoimia käytetään?

SYKE Ilmasto ja ilmansuojelu -ryhmä
Niko Karvosenoja
Kaarle Kupiainen
Mikko Savolahti
Ville-Veikko Paunu
Ana Stojiljkovic
Roosa Ritola

SYKE

Puun pienpolton päästöinventaariot Suomessa - Taustaa

Päästöinventaarioiden vastuutahot:

- SYKE ilman epäpuhtauksien (ml. pienhiukkaset) osalta
- Tilastokeskus kasvihuonekaasujen osalta

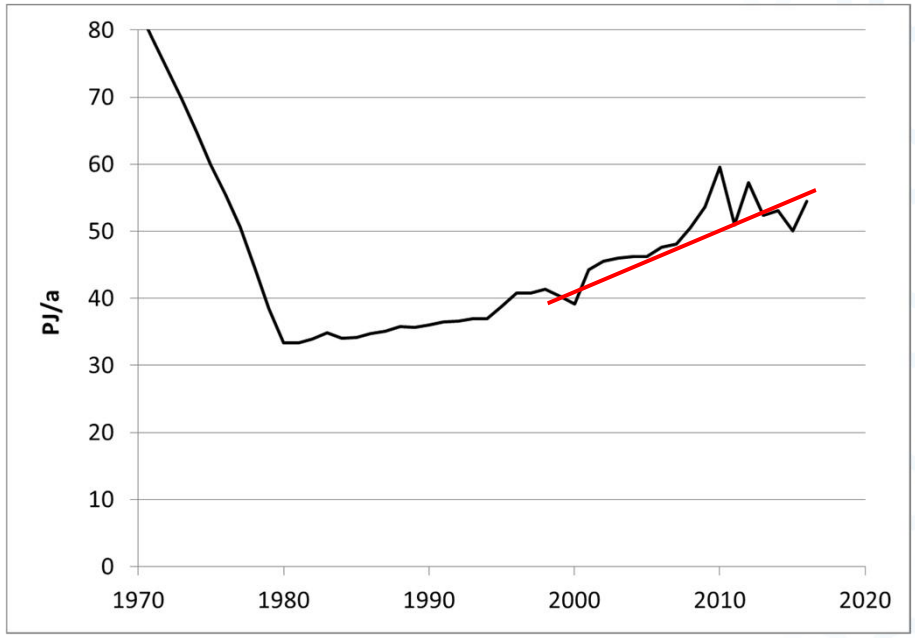
Taustaa puun pienpolton hiukkaspäästöjen inventaarioista:

- Aiemmin inventaarioiden laskenta perustui vanhaan (90-luvulta) arvioon yhdestä keskimääräisestä päästökertoimesta koko puun pienpoltto -sektorille
- Sittemmin on tehty paljon tutkimusta erilaisten pienpolton polttolaitteiden päästökertoimien ja käyttömäärien selvittämiseksi
- Nämä tiedot ovat siirtyneet osaksi päästöinventaarioita vasta viime vuosina

SYKE

Puun pienpoltto Suomessa - Käyttömäärät

- Vuonna 2016 puuta käytettiin pientaloissa ja kesämökeillä 54.5 PJ = vajaa 8 milj. kiinto-m3
- Vastaa: n. 44% Suomen pientalojen lämmityksen primäärienergian kokonaiskulutuksesta; n. 4% Suomen primäärienergian kokonaiskulutuksesta
- Pienpolton määrät kasvaneet viimeiset 35 vuotta – erityisesti 2000-luvulla (39% vuodesta 2000)
- Suurimpina syinä varaavien takkojen määrän ja käytön lisääntyminen



Lähde: Energiatilastot 2017;
Puun pienpolton määräarviot viime vuosikymmeniltä perustuvat LUKE:n kyselytutkimuksiin (1992/93, 2000/01, 2007/08, 2016/17)

SYKE

Puun pienpoltto Suomessa - Käyttökohteet

Pientalojen polttopuun käyttö eri talotyypeissä*:

- Omakotitalot (pl. maatilat) 50%
- Maatilan päärakennus 31%
- Pari- ja rivitalot 10%
- Kesämökit 9%

Polttopuun käyttö aluetyypeittäin*:

- Haja-asutusalueet 66%
- Taajama-alueet alle 20 000 asukasta 18%
- Taajama-alueet yli 20 000 asukasta 15% (pääkaupunkiseutu n. 2%)

* LUKE:n kyselytutkimuksen 2007/08 mukaan

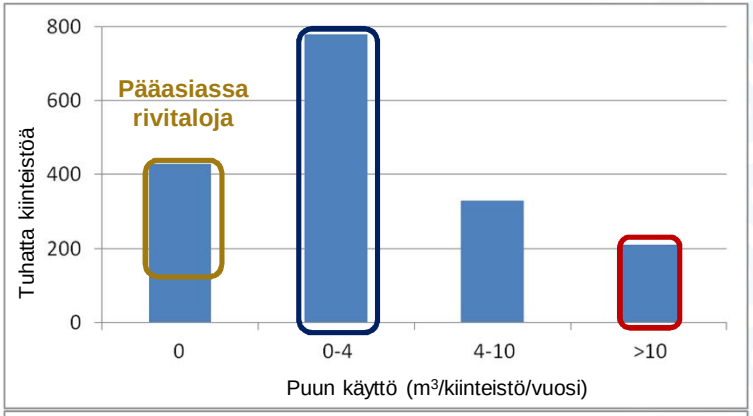
SYKE

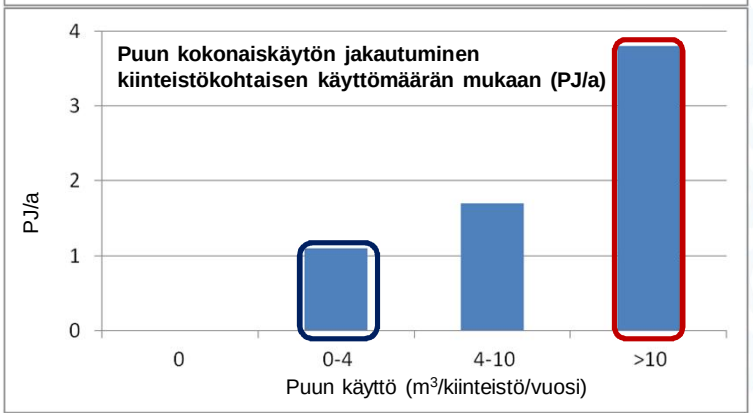
Puun pienpoltto Suomessa - Käyttökohteet

Polttopuun käyttömäärät per kiinteistö*:

- Puuta poltetaan yli 80%:ssa kiinteistöistä (paitsi rivitaloissa – kiinteistöt jotka eivät käytä lainkaan puuta ovat pääasiassa rivitaloja)
- Puuta polttavista kiinteistöistä yli puolessa käyttömäärät ovat alle 4 m^3/a – tyypillisesti täydentävää takkalämmitystä
- Yli 10 m^3/a polttavat kiinteistöt kuluttavat 58% puusta (lukumääräisesti vain 12% pientalokiinteistöistä)

Pientalokiinteistöjen lukumäärän jakautuminen kiinteistökohtaisen puun käyttömäärän mukaan





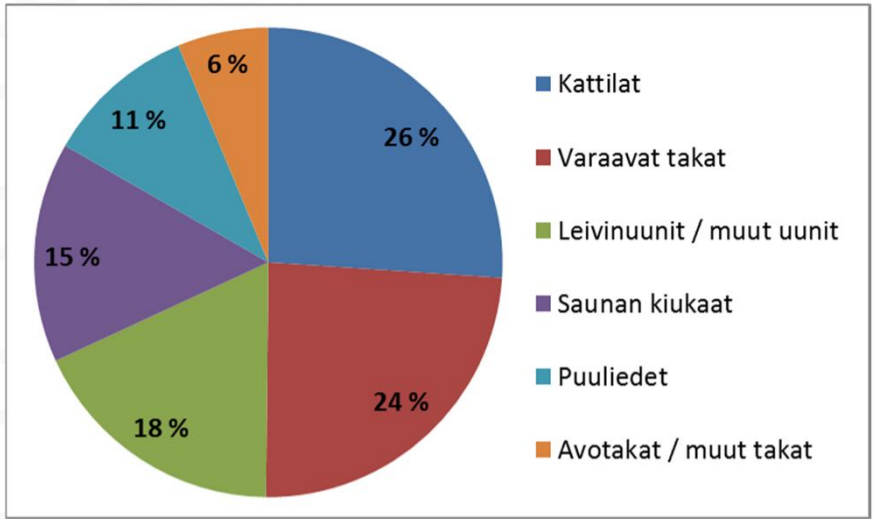
SYKE

* LUKE:n kyselytutkimuksen 2007/08 mukaan

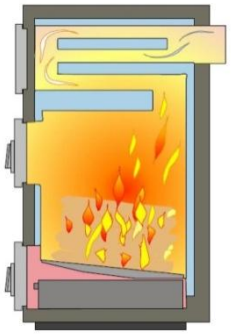
Puun pienpoltto Suomessa - Polttolaitteiden käyttö

- Puuta poltetaan keskuslämmityskattiloissa sekä erilaisissa takoissa, uuneissa ja kiukaissa
- Kattiloita käytetään pääasiassa maaseudulla
- Takkoja yms. käytetään paljon myös taajama-alueilla

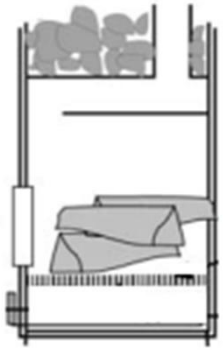
Pientalojen puun pienpolton jakautuminen eri polttolaitteille*



Varaava takka



Klapikattila



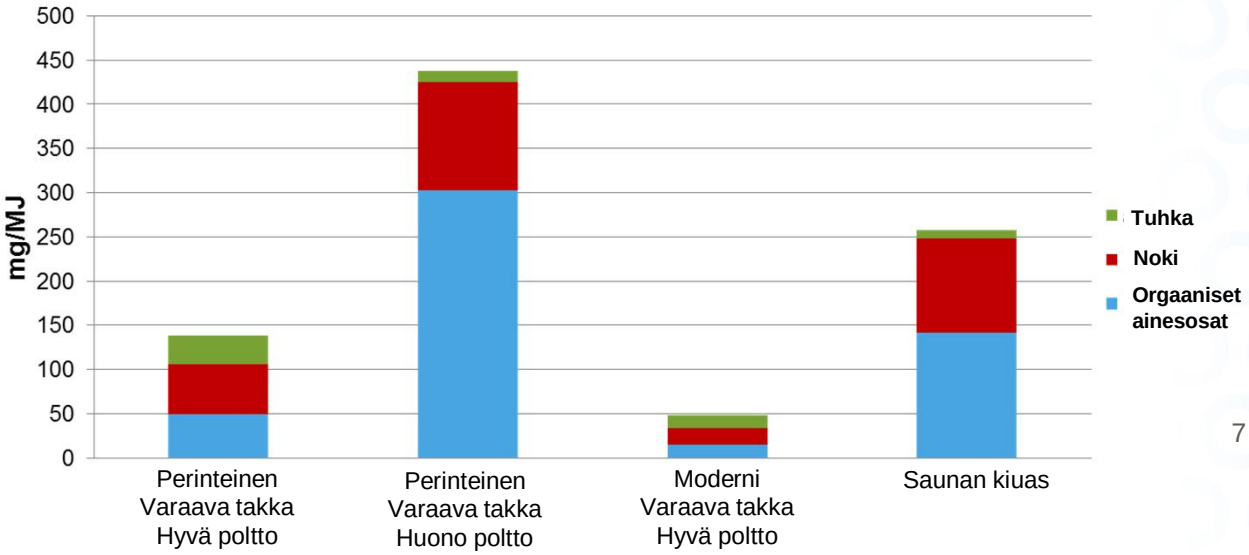
Saunan kiuas

* Arvioitu SYKE:ssä perustuen LUKE:n kyselytutkimukseen 2007/08

Puun pienpoltto Suomessa - Pienhiukkaspäästöt eri polttolaitteista

- Pienpolton hiukkaset koostuvat puun tuhkasta (palamaton mineraaliaines) sekä palamatta jääneistä noesta (~ mustahiili) ja orgaanisista yhdisteistä
- Korkeat päästöt johtuvat puun epätäydellisestä palamisesta
- Päästöjen suuruuteen vaikuttaa polttolaite, polttotapa sekä polttoaineen laatu

Esimerkkejä päästömittauksista eri polttolaitteilla ja –tavoilla: Pienhiukkasten päästökertoimia ja kemiallinen koostumus (mg/MJ)*



SYKE

* Lähde: Tissari 2007

Puun pienpolton pienhiukkaspäästöt Suomen inventaarioissa

Päästöjen arvioinnissa pyritään huomioimaan (sulkeissa pääasialliset tietolähteet):

- Eri polttolaitetyyppien käyttömäärät (LUKE:n ja Tilastokeskuksen kyselytutkimukset)
- Eri polttolaitetyyppien ja käyttötapojen päästökertoimet (mm. Itä-Suomen yliopiston mittaukset)
- Käyttötavat ja niiden yleisyys: ”käyttäjäprofiilit” (nuohoojille ja käyttäjille tehdyt kyselyt)
- Päästöjen sijainti (LUKE:n ja HSY:n kyselytutkimukset, Rakennus- ja huoneistorekisteri, taajamaisuusaste SYKE:n maankäyttöaineistoista, lämmitystarve Ilmatieteenlaitokselta)

SYKE

Puun pienpolton pienhiukkaspäästöt Suomen inventaarioissa

Laskenta tieteellisesti julkaistu

Atmospheric Environment 140 (2016) 495–

Contents lists available at ScienceD

Atmospheric Environm

journal homepage: www.elsevier.com/l

Black carbon and fine particle emissions in Finnis
combustion: Emission projections, reduction meas
of combustion practices

Mikko Savolahti [a,*], Niko Karvosenoja [a], Jarkko Tissari [b], Kaarle K
Jorma Jokiniemi [b]

[a] Finnish Environment Institute, Mechelininkatu 34a, P.O. Box 140, FI-00251 Helsinki, Finland
[b] University of Eastern Finland, Yliopistonranta 1, P.O. Box 1627, FI-70211 Kuopio, Finland

S Y K E

Päästökertoimet
NC = Normaali poltto; SC = Huono poltto

Viitteet päästömittauksiin (Laaja yhteistyö Itä-Suomen yliopiston kanssa)

Table 1
Emission factors for the residential wood combustion appliance categories for both normal (NC) and smouldering combustion (SC), with the ranges of the measurements shown in parentheses when available. The appliances that were considered to comply with Ecodesign limits are shown in italics.

Central heating boilers	$PM_{2.5}$ [mg MJ^{-1}]		BC [mg MJ^{-1}]		References
	NC	SC	NC	SC	
Wood chip boilers, automatic stoke	16 (12–19)	16	1	1	Tissari, 2005; Jalava et al., 2012;
Pellet boilers, automatic stoke	20 (5–55)	20	1 (0–8)	1	Tissari, 2005; Lamberg et al., 2011a,b;
Manually stoked boilers with accumulator tank	135 (20–422)	135	41	24	Jalava et al., 2012; Gaegauf et al., 2005
Manually stoked boilers, no accumulator tank	700 (353–2240)	700	210	210	Johansson et al., 2004; Gaegauf et al., 2005
Manually stoked modern boilers	17 (15–18)	17	1	1	Jalava et al., 2012
Wood-fired room heaters					
Open fireplaces and other	578 (303–850)	1155	35 (22–46)	53	McDonald et al., 2000
Kitchen range	48	95	32	48	Tissari et al., 2007
Conventional masonry heaters	93 (19–311)	500 (295–660)	38 (6–96)	127	Tissari et al., 2007, 2008; 2009; Lamberg et al., 2011a; Nuutinen et al., 2014
Modern masonry heaters	33 (23–67)	178	15 (8–55)	50	Tissari et al., 2007, 2009; Lamberg et al., 2011a; Nuutinen et al., 2014
Masonry ovens	43 (22–86)	87	14 (5–32)	21	Tissari et al., 2007
Sauna stoves	389 (35–1567)	1166	173 (7–330)	260	Tissari et al., 2007, 2009; Lamberg et al., 2011a; Hukkanen et al., 2012
Modern sauna stoves[a]	194	583	87	130	[a]
Wood stoves	77 (56–94)	428	22 (9–28)	74	Tissari, 2005; Schmidl et al., 2011; Jalava et al., 2012
Modern wood stoves	49 (48–49)	272	14	47	Schmidl et al., 2011; Jalava et al., 2012

[a] As no emission measurements for modern sauna stoves were found, the emission factors were assumed to be 50% lower than that of conventional ones based on expert estimation.

Table 2
Estimation for the share of smouldering combustion in the use of Finnish room heaters. This estimation is applied to all the studied years.

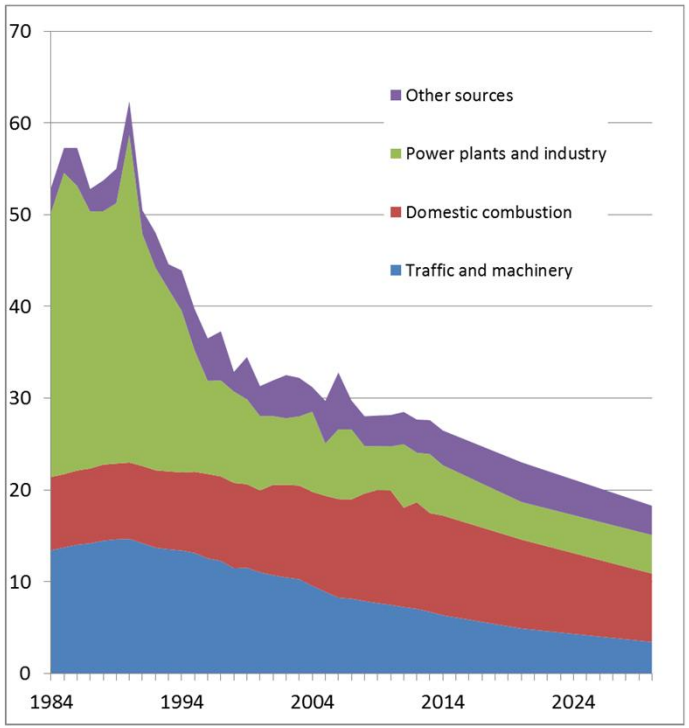
User profiles	Share of users	Share of smouldering combustion
Good use of heater	55%	0%
Decent use of heater	30%	10%
Poor use of heater	15%	50%
Total share of smouldering combustion for wood-fired room heaters		**10.5%**

”Käyttäjäprofiilit”

Puun pienpolton pienhiukkaspäästöt - Mallinnustuloksia

Suomen PM2.5-pienhiukkasten päästöjen kehitys 1984-2030 (1000 tonnia / vuosi)

Domestic combustion = Pienpoltto

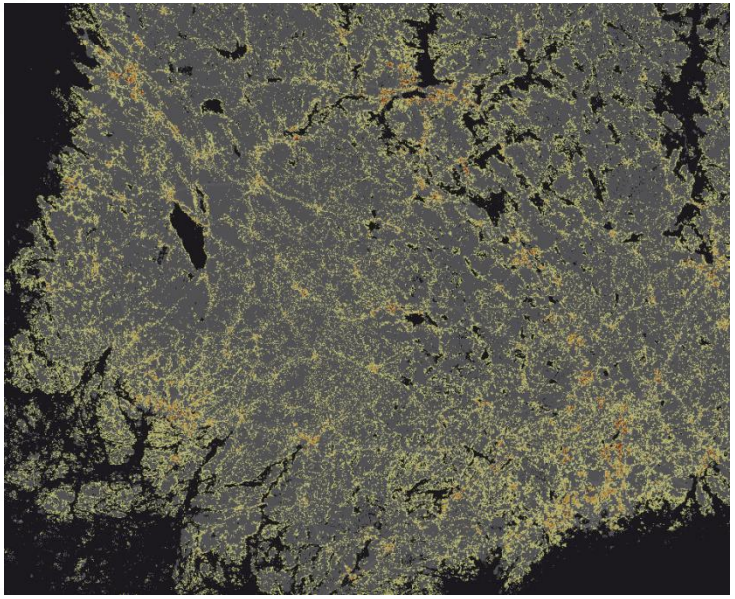


SYKE

Puun pienpolton pienhiukkaspäästöt - Mallinnustuloksia

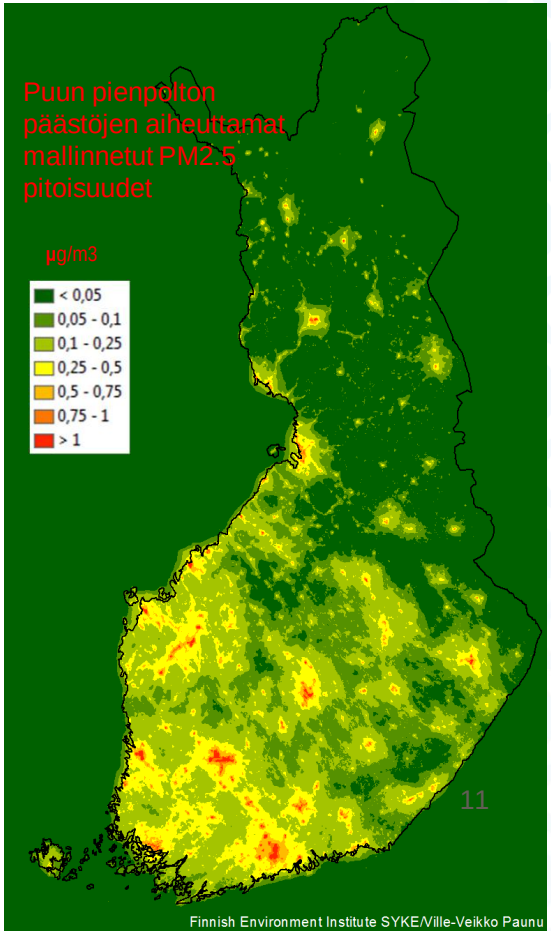
- Päästöt arvioidaan alueellisesti 250 m resoluutiolla
- Päästöjä voidaan käyttää ilmanlaadun mallinnuksien lähtötietoina

Puun pienpolton PM2.5 päästöjen alueellinen jakauma



Päästöjä voi tarkastella kartalla:

www.syke.fi/hankkeet/fres – Päästöjen arviointi



SYKE

Yhteenveto

- Puun pienpoltto on merkittävä pientalojen energialähde ja käyttö on lisääntynyt viime vuosikymmenet
- Puuta poltetaan pääasiassa haja-asutusalueilla, mutta paljon myös kaupunkien pientaloalueilla
- Puun pienpoltto aiheuttaa merkittävän osan Suomen pienhiukkasten päästöistä, joilla on vaikutusta ilmanlaatuun ja ilmastoon
- Päästöt vaihtelevat voimakkaasti riippuen erityisesti polttolaitteesta ja polttotavoista → tarve päästömittauksille ja käyttötapaselvityksille
- SYKE:ssä on tehty pitkään tutkimusta pienpolton päästöjen selvittämiseksi yhteistyössä useiden tutkimuslaitosten kanssa (mm. Itä-Suomen yliopisto, Ilmatieteen laitos, THL, LUKE, Tilastokeskus, HSY, Nuohoojayhdistys jne.)
  - Tutkimustulokset tarkentaneet kansallisia päästöinventaarioita
  - Spatiaalisesti arvioituja päästöjä käytetään osana ilmanlaatu- ja ilmastotutkimusta

SYKE

Kiitos!

www.syke.fi/hankkeet/fres

Työn rahoittajina ovat toimineet ympäristöministeriö ja Suomen akatemian hankkeet *Ilman pienhiukkasten ympäristövaikutusten arviointi: toimenpide- ja torjuntavaihtoehtojen analyysi (BATMAN), Uusi arvio mustasta hiilestä Euraasian arktisella alueella: historiallisista pitoisuuksista ja päästölähteistä tulevaisuuden ilmastovaikutuksiin (NABCEA)* ja *Valkoinen Arktis: Lyhytikäisten ilmastoon vaikuttavien yhdisteiden sääntelyvaihtoehtojen kartoitus arktisilla alueilla (WHITE)* sekä NordForsk pohjoismaisessa Terveyden ja Hyvinvoinnin ohjelmassa. Projekti #75007: *Ilmansaasteiden vaikutusten jakautuminen ja siihen liittyvät terveysvaikutukset ja hyvinvointi Pohjoismaissa (NordicWelfAir)*

SYKE

Residential wood combustion in Finland

Gridding to 250 m spatial resolution

Gridding method used in the FRES model for residential wood combustion takes into account:

- Wood use in different types of houses in different sizes of settlements
- Heating need in different climatic conditions

Gridding proxy	Source	Resolution
Number of detached houses	National building and dwelling register	Building
Average wood use (depending on residential area type and Primary heating method)	Urban structure monitoring system National building and dwelling register Wood use surveys	250 m x 250 m
Heating degree day	Finnish Meteorological Institute	Municipality

Primary heating method	Helsinki metropolitan area	City, pop. > 20 000	Population centre, pop. < 20 000	Countryside / scattered settlement
District heating	1.0	1.4	1.7	3.2
Electricity, geothermal heat etc.	1.7	2.5	3.1	5.5
Oil, gas	1.6	2.4	2.9	5.3
Wood oven	4.2	4.2	5.2	9.4
Wood central	9.3	9.3	16.1	18.0

Source: Paunu et al. 2013

SYKE