

Nordisk studie om SLCP

Karin Kindbom

Urbanseminarium, 22/9 2016

- ➔ Vad är SLCP, kortlivade klimatpåverkande luftföroreningar?
- ➔ Varför är de intressanta?
- ➔ Trend och prognos för utsläpp av BC
- ➔ Nordiskt projekt för att förbättra emissionsinventeringar av BC/SLCP

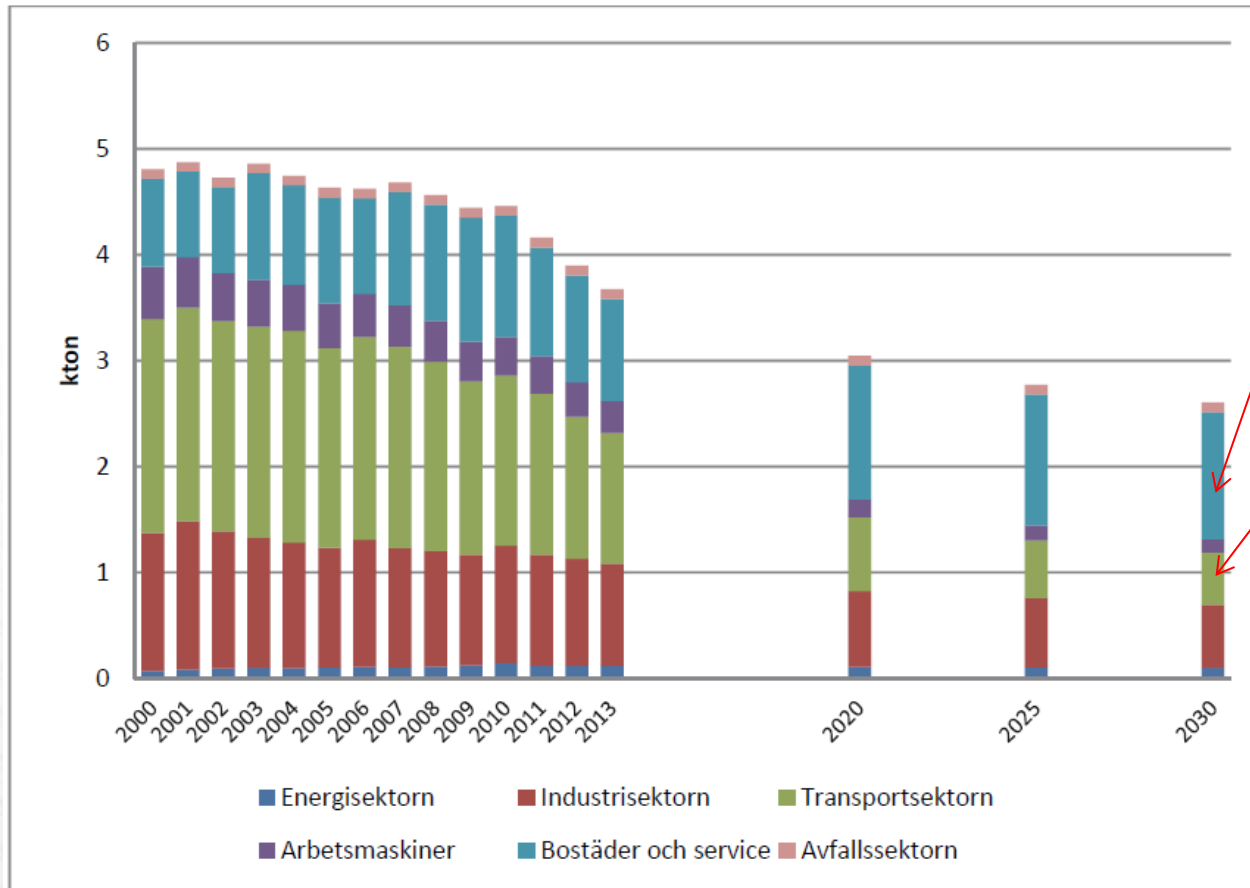
Bakgrund SLCP

- ➔ SLCP, Short Lived Climate Pollutants, (Kortlivade klimatpåverkande föroreningar) har inverkan på luftkvalitet och klimat.
- ➔ Black Carbon (BC), sot
 - Emitteras från ofullständig förbränning av bränslen, tillsammans med andra partiklar
 - Luftförorening med effekter på hälsa
 - Kortlivat ämne med klimatpåverkan, såväl direkt i atmosfären som indirekt efter deposition till snö/is.
 - **Ingår i nationella emissionsinventeringar till CLRTAP**
- ➔ Även metan (CH₄), troposfäriskt ozon (O₃) och HFC (t.ex. köldmedier) räknas till SLCP

Varför detta intresse för BC/SLCP?

- ➔ Åtgärder mot kortlivade ämnen kan ge klimatfördelar på kort och medellång sikt – de närmaste 10-20 åren
- ➔ Åtgärder mot SLCP kan inte ersätta åtgärder mot de mer långlivade klimatgaserna; CO₂, N₂O
- ➔ Användning av biomassa istället för fossila bränslen minskar klimatutsläpp, men kan öka partikelutsläpp inkl. BC
- ➔ Konflikt mellan miljömålen Frisk Luft och Begränsad klimatpåverkan?

Historisk trend och prognos utsläpp av Black Carbon (BC)



- Småskalig förbränning fortsatt stor källa
- Transportsektorn minskar

Källa: Naturvårdsverket 2015, rapport 6689

- ➔ Enligt prognoser minskar BC-utsläpp till 2030, med nuvarande lagstiftning och regler.
- ➔ Småskalig förbränning (bostadssektorn) relativt viktigare betydelse framöver för BC (och andra partiklar, t.ex. $PM_{2.5}$)
- ➔ Mer kunskap om källorna och storlek på utsläppen av $PM_{2.5}$ och BC krävs för ett framgångsrikt åtgärdsarbete.
- ➔ Förbättrade utsläppsinventeringar krävs även för att kunna redovisa framtida utsläppsförändringar på ett adekvat sätt.

Nordiskt 4-årigt projekt: Förbättrade emissionsinventeringar av kortlivade klimatpåverkande luftföroreningar

- ➔ 1. Bakgrundsanalys, kunskapsluckor, design av mätprogram
 - Kindbom et.al.,(2015). Improved Nordic emission inventories of SLCP – Background analysis. TN2015:523 <http://dx.doi.org/10.6027/TN2015-523>
- ➔ 2. Emissionsmätningar (småskalig biomassa förbränning) för bättre emissionsfaktorer
 - Håller på att avslutas
- ➔ 3. Förslag på åtgärder för att minska emissioner av SLCP i de Nordiska länderna
 - Under 2017

Bakgrundsanalys - Småskalig biomassaförbränning

Emissionsfaktorer för partiklar

- Rapportering av emissioner av $PM_{2.5}$ (och BC) från småskalig förbränning av biomassa är inte jämförbar mellan de nordiska länderna
- Emissionsfaktorer för partiklar (BC och $PM_{2.5}$) varierar stort, både mellan olika teknologier och mellan de Nordiska länderna.
- Emissionsfaktorer för partiklar är baserade på olika mätstandarder. Inget “fel”, alla är existerande mätstandarder.
- Skillnader kan också bero på olika antaganden om hantering, t.ex. graden av ofullständig förbränning (strypeldning med för låg lufttillförsel) som ger högre emissioner.

Nationella nordiska emissionsfaktorer för PM_{2.5}

BC beräknas som en andel av PM_{2.5}

Pannor

	Technology	EF PM _{2.5} (g/GJ)
DK	Old boiler, pre-1980, no acc	1800
DK	Old boiler, pre-1980, acc	900
FI	Manually Fed without accumulator	672
DK	New boiler, post-1980, no acc	413
DK	New boiler, post-1980, acc	206
FI	Manually Fed with accumulator	77
FI	Manually Fed Modern	77
SE	Boiler wood logs	150
FI	Automatic Fed Wood Chips	48
SE	Boiler wood chips	100
DK	Pellet boilers/stoves	32
FI	Automatic Fed Pellets	29
SE	Boiler pellets	30

Kaminer

	Technology	EF PM _{2.5} (g/GJ)
DK	Old stove, stove pre-1990	930
FI	Iron stoves conventional	835
NO	Stove old technology (before 1998)	1036
DK	New stove, with DS mark 1990-2005	740
NO	Stove new technology (after 1998)	614
DK	Modern stove, conforming with Danish legislation (2008)	608
FI	Iron stoves modern	835
DK	Eco labelled stove	206
SE	Stove wood logs	100
FI	Kitchen range	142
DK	Pellet boilers/stoves	29
SE	Stove pellets	30

Faktorer som påverkar emissionsfaktorer

- Mätmetod för de resultat som ligger till grund för emissionsfaktorer
- Hantering; t.ex. ger ”bad firing habits” högre emissioner
- Bränslekvalitet, t.ex. vedens fukthalt. Påverkar förbränningsförloppet och emissioner
- Förbränningsutrustning, gammal eller modern teknologi

Mätmetod påverkar emissionsfaktorer för partiklar

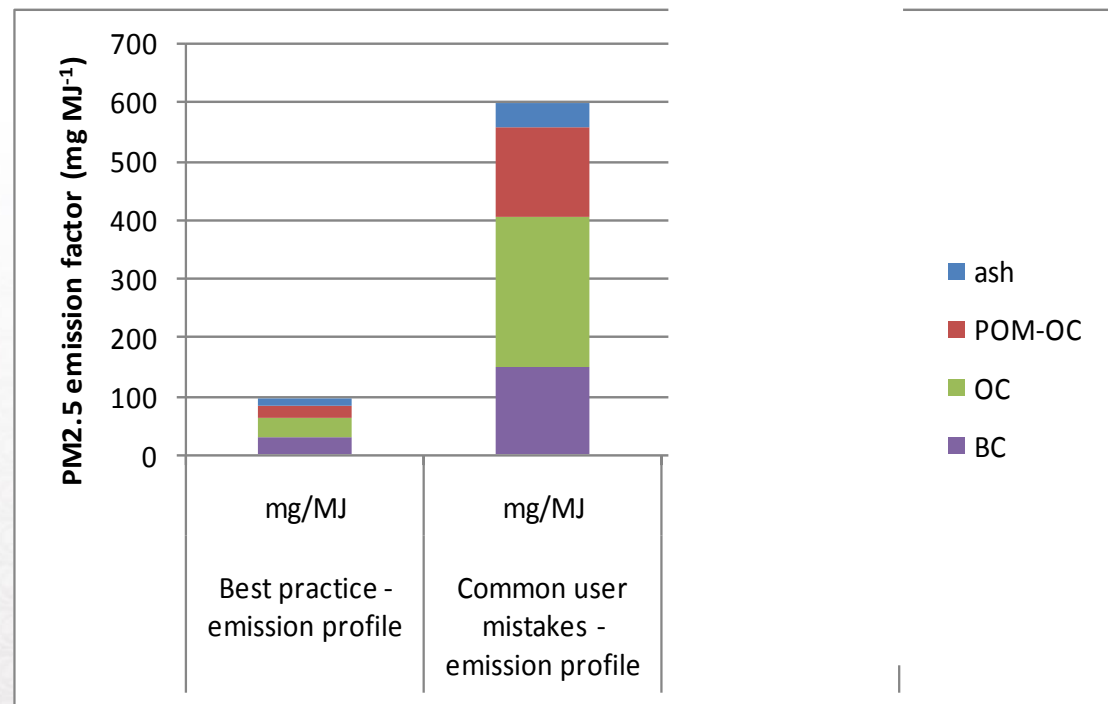
- ➔ Mätstandarder
 - I varma rökgaser
 - I utspädda rökgaser vid lägre temperatur (spädtunnel)
 - ➔ Semivolatila organiska ämnen skapas vid ineffektiv förbränning
 - Befinner sig i gasfas vid mätning i varma rökgaser, passerar provtagningsfiltret
 - Delvis kondenserade som partiklar vid provtagning i spädtunnel (lägre temperatur), fastnar på provtagningsfilter och adderas till partikelmassan
 - ➔ Mätmetod ger alltså olika resultat på massan av partiklar
 - ➔ Rapporterade skillnader är i storleksordningen 2-10 gånger
-
- ➔ Sverige, varma rökgaser
 - ➔ Danmark och Norge, i spädtunnel
 - ➔ Norska emissionsfaktorer är dessutom baserade på Norsk standard

Operation and handling:

Finsk studie om påverkan på emissioner från hantering vid småskalig vedförbränning

- Emissioner är beroende av förbränningsutrustning , bränslekvalitet och ”user practices hantering (user practices)
- Studier indikerar kraftig ökning av partikelemissioner från vedförbränning i kaminer och pannor vid dålig hantering (poor user practices)

- 1) Emissioner vid bästa hantering
- 2) Emissioner vid vanliga misstag (inte bränslerelaterade)



Based on Tissari et al. 2008 (Atm Env 42, 7862-7873)
Frey et al. 2009 (Boreal Env Res. Vol 14, 255-271)

From presentation by Kupiainen/Karvosenoja,
SYKE, Finland

Mätprogram för förbättrade emissionsfaktorer, småskalig biomassa

- ➔ Pannor och kaminer representativa för de nordiska länderna
- ➔ BC, EC, OC, PM_{2.5}, CH₄, NMVOC
- ➔ Testmetoder enligt standarder:
 - Pannor: EN 303-5
 - Rumsvärmare (kaminer): EN 16510-serien, inklusive test vid del-last
 - Norsk standard NS 3058
 - Uppstartsfas (tändning) separat provtagning
- ➔ Provtagning: spädtunnel (enligt Norsk standard 3058)
- ➔ Genomfört i samarbete mellan SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut (pannor) och Dansk Teknologisk Institut (DTI) i Danmark (kaminer)

Pannorna

- Moderna
 - P1 Omvänd förbränning och λ -sond
 - P2 Omvänd förbränning och rökgasfläkt
 - P3 Omvänd förbränning och rökgasfläkt
 - P4 Omvänd förbränning och naturligt drag
- Gamla
 - P5 "Enkel" panna
 - P6 Gammal kombipanna (olja+träbränsle)
 - P7 Traditionell pelletsbrännare i en olje- eller kombipanna
- Pellets
 - P8 Avancerad pelletsbrännare i panna designad för eldning med pellets
 - P9 Pelletspanna med integrerad brännare
 - P10 Flispanna

Kaminerna

- A0 Modern medelklass vedkamin
- A1 "Do-it-yourself" vedkamin (enkel byggmarknads-kamin)
- A2 Modern populär vedkamin
- A3 "State of the art" vedkamin
- A4 Traditionell nordisk järnkamin
- A5 Traditionell nordisk kakelugn
- A6 Traditionell nordisk "slow heat release appliance"
- A8 Pelletskamin av europeisk typ
- A9 Traditionellt nordiskt bastuaggregat

A1 Simple



A2 Modern



A3 State-of-the-art



A9 Sauna



A4 Cast iron stove



A5 Tiled stove



A6 Slow heat release



A8 Pellets



Testfall, simulera ”bad firing habits”

Nominell och del-last (där det är relevant)

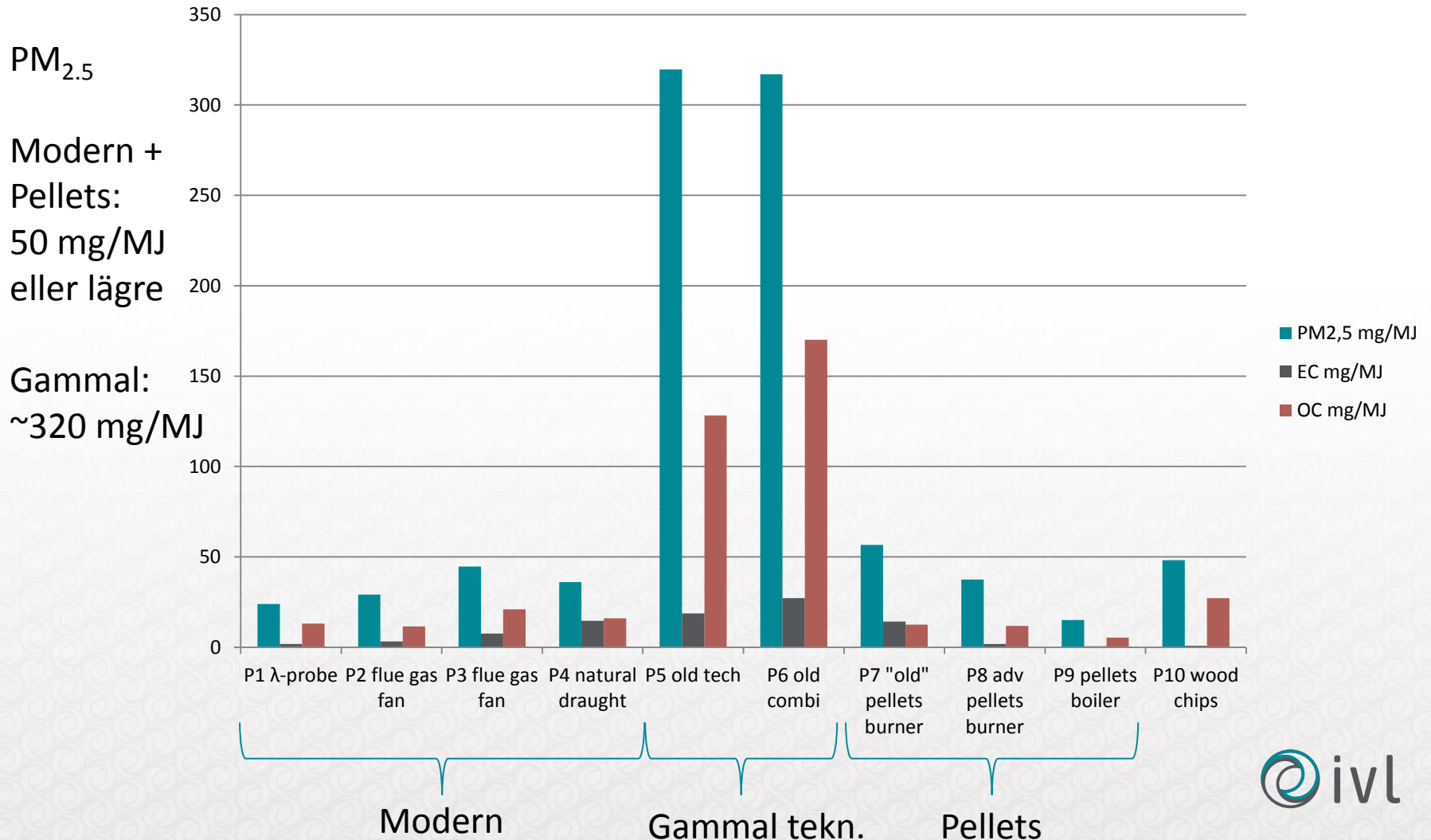
Två kaminer testades vid hög last samt enligt norsk standard NS3058

Även olika bränslekvaliteter (olika fukthalt)

Boiler type	Boilers no	Test at nominal heat load	Test at 30 % part load
Log wood boiler for accumulator operation	P1, P2, P3, P4	Yes	No
Log wood boiler not necessarily for accumulator operation	P5, P6	Yes	Yes
Pellet boiler	P7, P8, P9	Yes	Yes
Wood chip boiler	P10	Yes	Yes

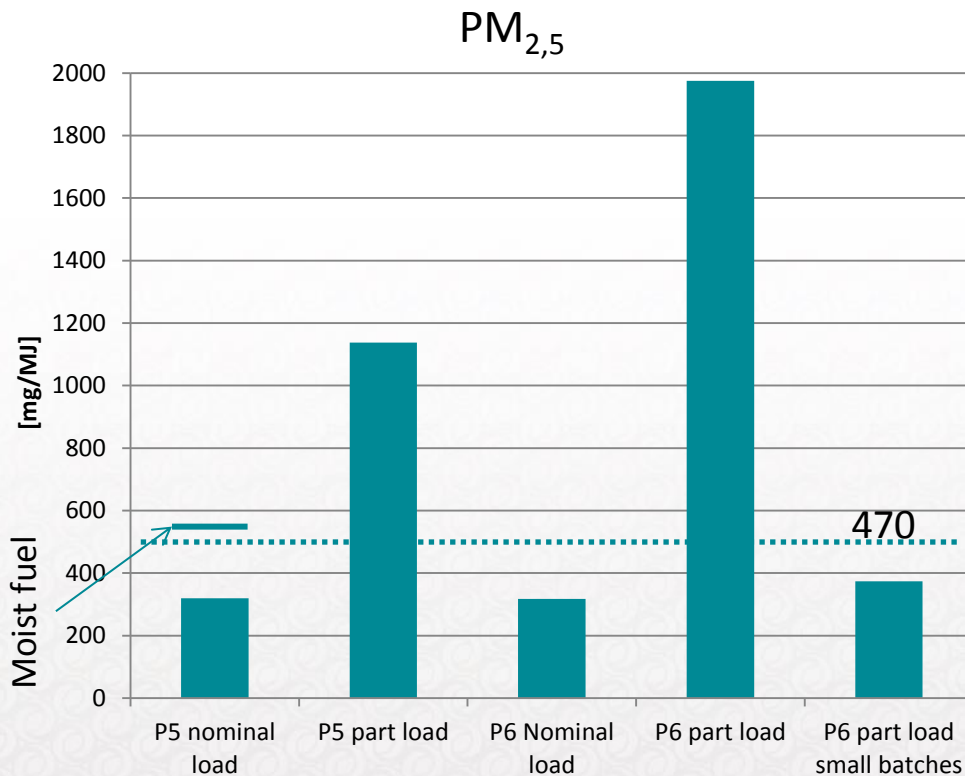
Appliance type	Appliance no	Test at nominal heat load	Test at part load	Test at high load	Test acc. to NS 3058
Stoves					
Log-wood non-accumulating Appliance	A1, A2	Yes	Yes	Yes	Yes
Log-wood non-accumulating Appliance	A3, A4, A5	Yes	Yes	No	No
Slow heat release appliance	A6	Yes	No	No	No
Pellet stove	A7, A8	Yes	Yes	-	-
Sauna stove	A9	Yes	No	No	No

Preliminära resultat PM_{2.5} pannor: nominell last, standardbränsle



Pannor med gammal teknologi, standardbränsle

Inverkan av last



PM_{2,5}
300-2000 mg/MJ

Nominal load ~320 mg/MJ

Nominal load, moist fuel 525 mg/MJ

Part load 1140 and 1975 mg/MJ

Part load, small batches 375 mg/MJ

Guidebook Conventional boiler:

PM_{2,5}: 470 mg/MJ, BC: 75 mg/MJ (16%)

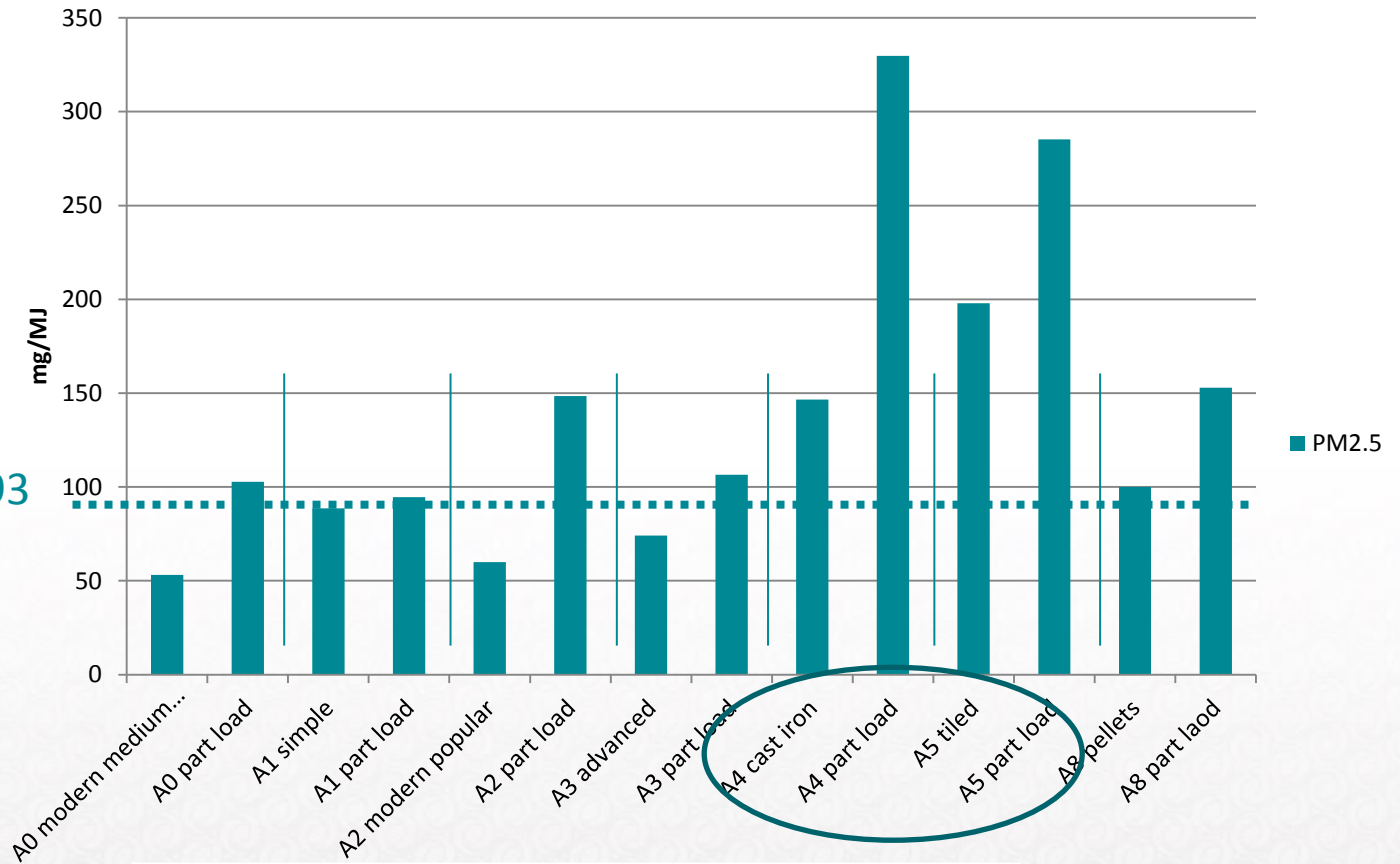
Kaminer, nominell samt del-last

PM_{2.5}

Nominal load:
50-200 mg/MJ

Part load:
100-330 mg/MJ

PM_{2.5}, 93



EMEP/EEA
Guidebook factors

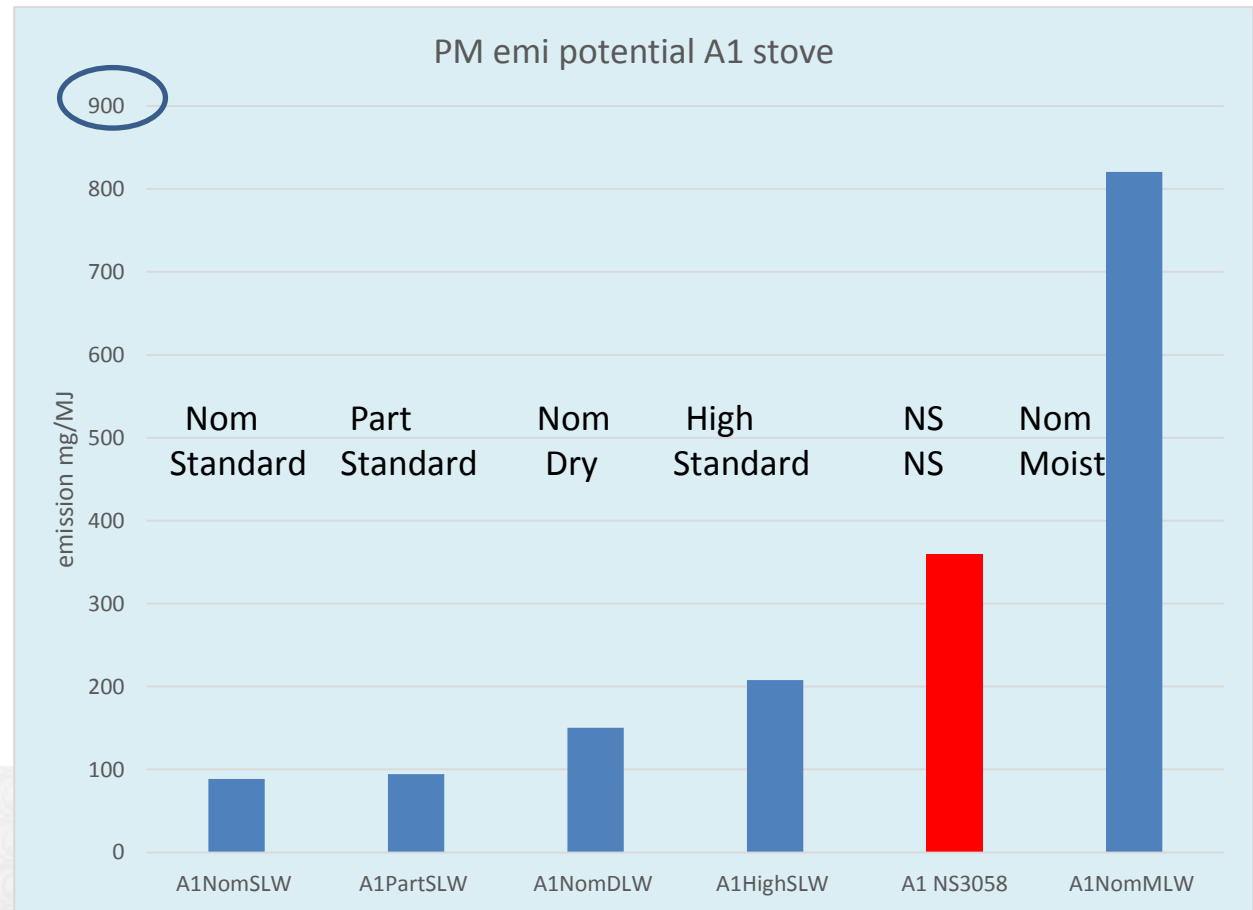
Technology	PM _{2.5}	95% conf interval
	mg/MJ	PM _{2.5}
Conventional stove	740	370-1480
Energy efficient stove	370	285-740
Advanced/ecolabelled stoves	93	19-233
Pellet stoves and boilers	29	9-47

Emissioner PM_{2.5} – A1 kamin

Enkel byggmarknadskamin: 100-800 mg/MJ

Norsk standard ger 4 gånger högre partikelemission än standardförhållanden

Men bara 44% jämfört med fuktig ved



Slutsatser

- ➔ Emissioner av partiklar från moderna pannor och integrerade pellets pannor är jämförbara och förhållandevis låga
- ➔ Emissioner från pannor och kaminer med gammal teknologi är mycket högre än från moderna, särskilt vid del-last (strypeldning)
- ➔ Emissioner är starkt beroende av hantering (strypeldning, bränslekvalitet)
 - Fuktig ved gav 8 gånger högre partikelemissioner i en enkel kamin som säljs idag
- ➔ Förbättrade emissionsinventeringar:
 - Bättre kunskap om beståndet av pannor och kaminer
 - Bättre kunskap om hur de används
- ➔ Minskade emissioner:
 - Modern utrustning
 - Elda rätt!

Projektgrupp

Karin Kindbom, Erik Fridell, Ingrid Mawdsley, IVL, Sverige

Ole-Kenneth Nielsen, Morten Winther, AU, Danmark

Kristina Saarinen, SYKE, Finland

Kári Jónsson, Umhverfisstofnun, Island

Kristin Aasestad, SSB, Norge