



Renluftzone

Projekt renere
brænderøg

Hvorfor projekt Renere Brænderøg

Udgangspunktet

- Stor udvikling indenfor brændeovne, filterløsninger, røgsugere og skorstene har en dokumenteret effekt på udledninger i prøvestande
- Måden man fyrer på har stor effekt på nærmiljøet og indeklimaet

Projekts målsætninger

- Hvilken effekter på emissioner opnås med anvendelsen af nye ovne, skorstene, røgsugere og partikelfiltre under brug i private installationer – dokumentation i "real-life"?
- Hvor stor effekt kan der opnås ved at sikre undervisning i at fyre bedre?

Hvordan?

- Udvalgt boligområde
- Opsætning af sensorer i området til måling af luftkvaliteten i nærmiljøet
- Måling af luftkvaliteten indendørs
- Installation af teknologier og udskiftning af brændeovne
- Undervisning
- Referencemålinger på enkelte installationer

2020

Aftale med de enkelte husstande og etablering af sensorer i området kombineret med måling af indeklima.

2021

- Ca. 1/3 husstande får tilbudt udskiftning af brændeovn.
- Ca. 1/3 husstande får tilbudt udskiftning af skorsten eller montering af partikelfiltre eller røgsugere.
- Ca. 1/3 husstande fokuserer på korrekt fyring med eksisterende ovn herunder med brænde stillet til rådighed af projektet.

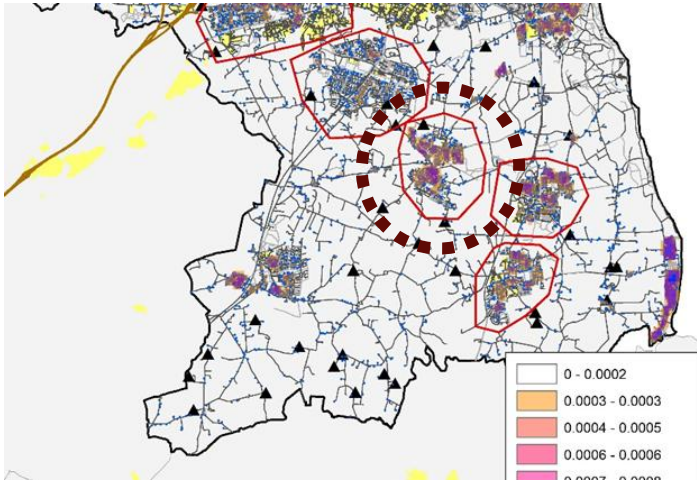
2022

- Tilbud om udskiftning af brændeovn eller skorsten/partikelfilter/røgsuger hos dem, som ikke har fået foretaget udskiftning i 2021.
- Kurser i optænding til alle. Tilbud om bedre brænde til husstande som ikke har fået udskiftet skorsten eller brændeovn.

2023

Afslutning af projektet i starten af 2023.

Renluftzonen



Udvælgelse af Mårslet

- Tilpas koncentration af ovne
- Ovne benyttes aktivt (info fra skorstensfejer samt TI inspektion/interviews)
- Umiddelbart lav baggrundsforurening (større veje, industri, mm.) ift. dominerende vindretning



Udvælgelse af lokalområde

- Område omkring Præstegårdsvej prioriteret
- Hensyn/kriterier:
 - Fyrringshyppighed og alder på ovne
 - Tæthed og placering af tilmeldte
 - Velegnede lygtepæle til sensorer
 - Dominerende vindretning (SV)

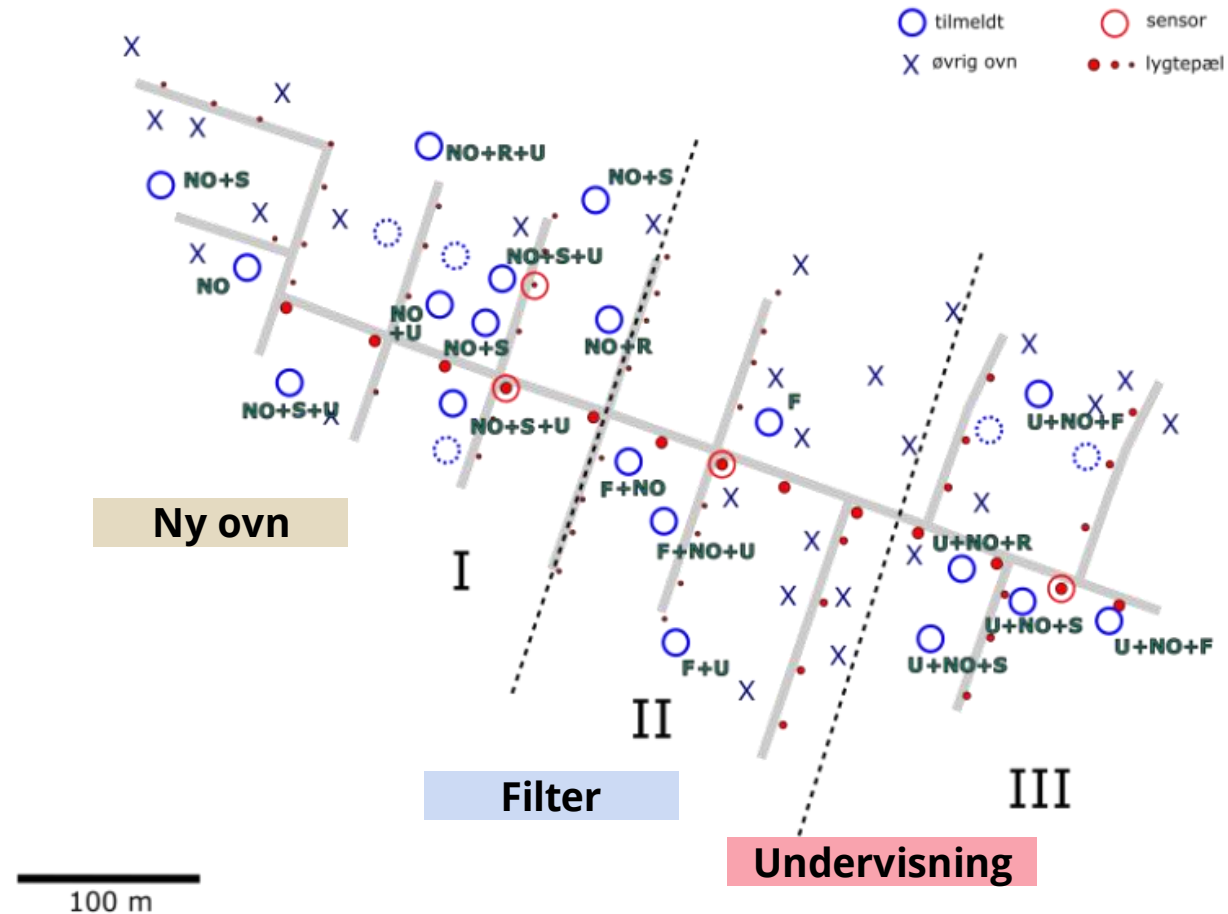


Det valgte område

- 25 husstande deltager
- Stort set alle har inde-sensorer installeret
- 4 udendørs sensorer + 1 baggrundssensor
- Overordnet inddelt i 4 zoner ift. projektets tiltag

Inddeling i zoner

- Villakvarter med ca. **50 brændeovne**
- Ca. **25 deltagere** i projektet
- Inddeling i zoner med:
 - **ét tiltag per år per zone**
 - en **luftkvalitetssensor** per zone
- Tre års varighed
 - 2020/2021 – baseline
 - 2021/2022 – første tiltag
 - 2022/2023 – andet tiltag



Målemetoder



Skorstensmålinger

- Målinger i udvalgte installationer
- CO, CO₂, NO, OGC, Partikel masse (filter), røggas temperatur og tryk/træk



Luftkvalitetssensorer

- 4 Sensorer installeret i området samt 1 sensor til baggrundsmålinger
- PM₁, PM_{2.5}, PM₁₀ samt CO, NO₂, temperatur og luftfugtighed



Indeklimasensorer

- Installeret ved alle brugere
- CO₂, Temperatur, luftfugtighed, PM₁₀ og PM_{2.5}

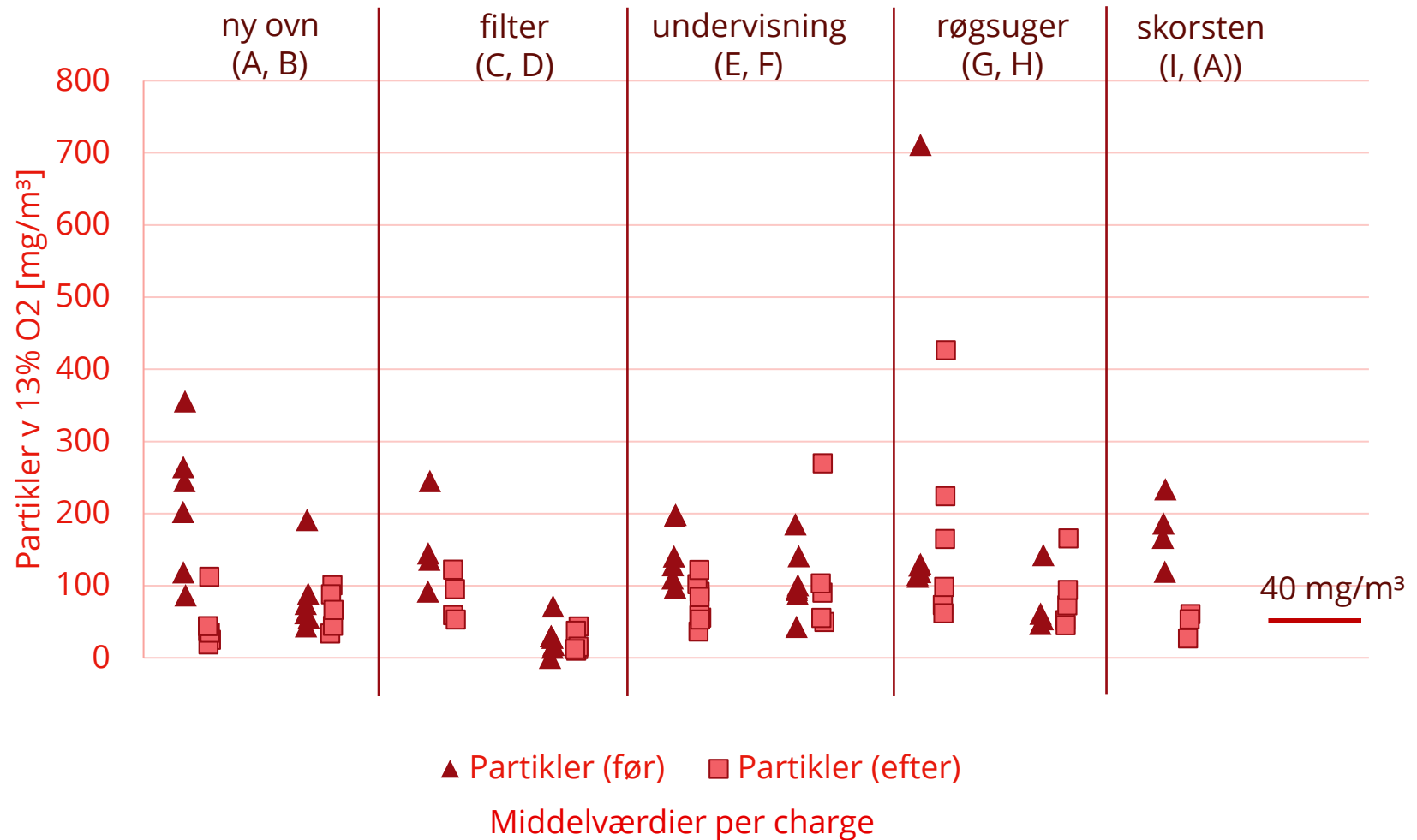
Direkte målinger



Direkte målinger

Direkte målinger på en række konkrete interventioner

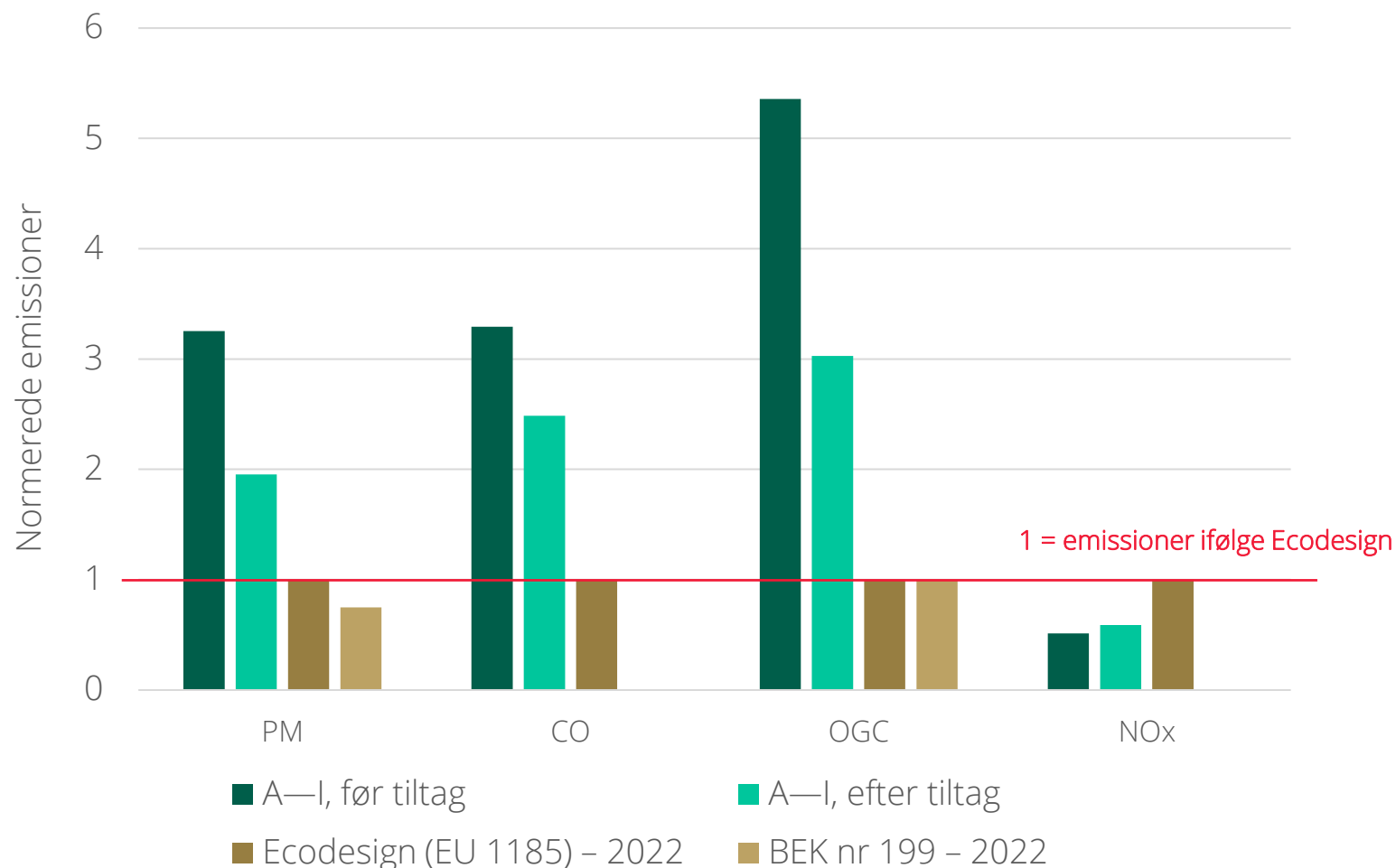
- Mindre spredning på emissioner efter tiltag
- Alle undersøgte tiltag kan reducere brændeovnsemissioner
- Stor effekt ved kombination af ny ovn og ny skorsten (samlet installation)



Samlede reduktioner

- Emissioner sammenlignet med Ecodesign og BEK 199 – 2022
- Der observeres reduktioner i PM på 40% (gennemsnit)
- Det er usandsynligt at opnå laboratorieværdier / grænseværdier for emissioner i feltet

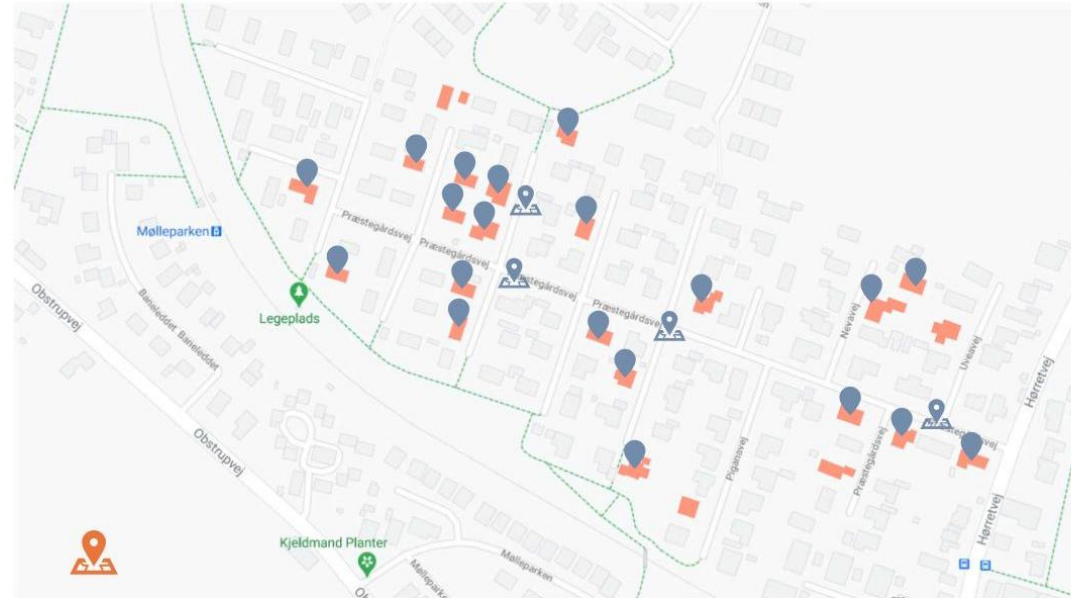
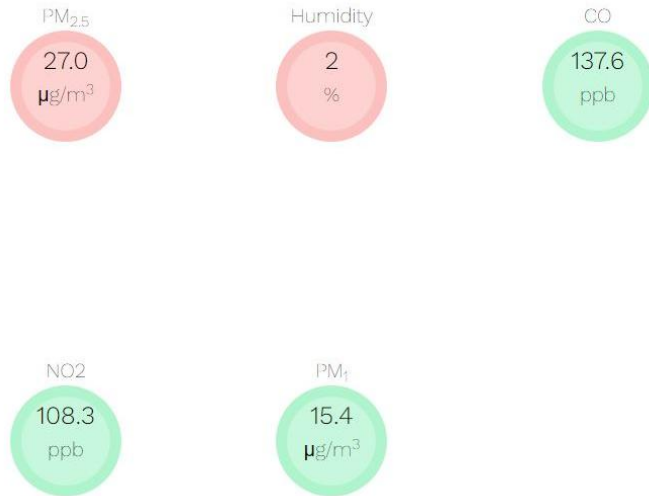
Parameter	Unit	Before	after	rel. change
Particles	[mg/m³]	130	78	-40%
CO	[mg/m³]	4941	3728	-25%
OGC	[mg/m³]	643	363	-43%
NOx (excl. G, H)	[mg/m³]	103	118	15%
Fuel consumption	[kg/h]	2,0	1,8	-7%



Luftkvaliteten

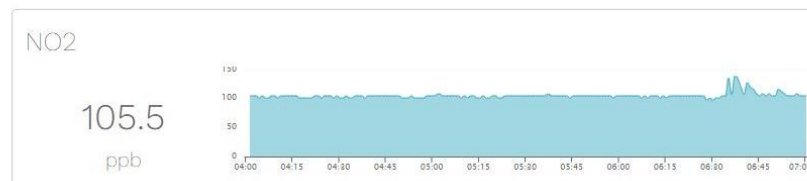
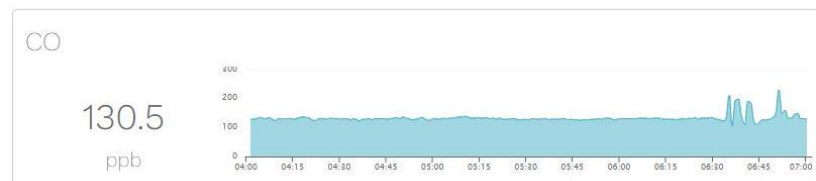
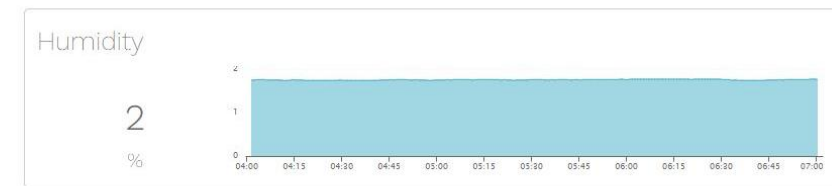
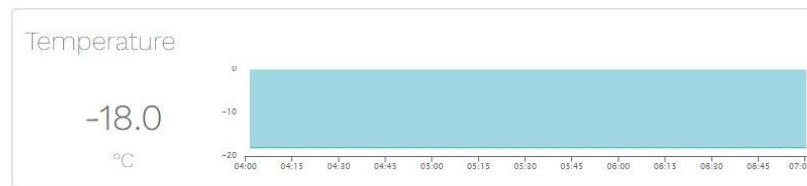
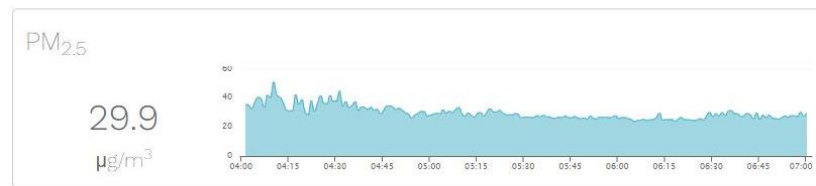


Luftkvalitet



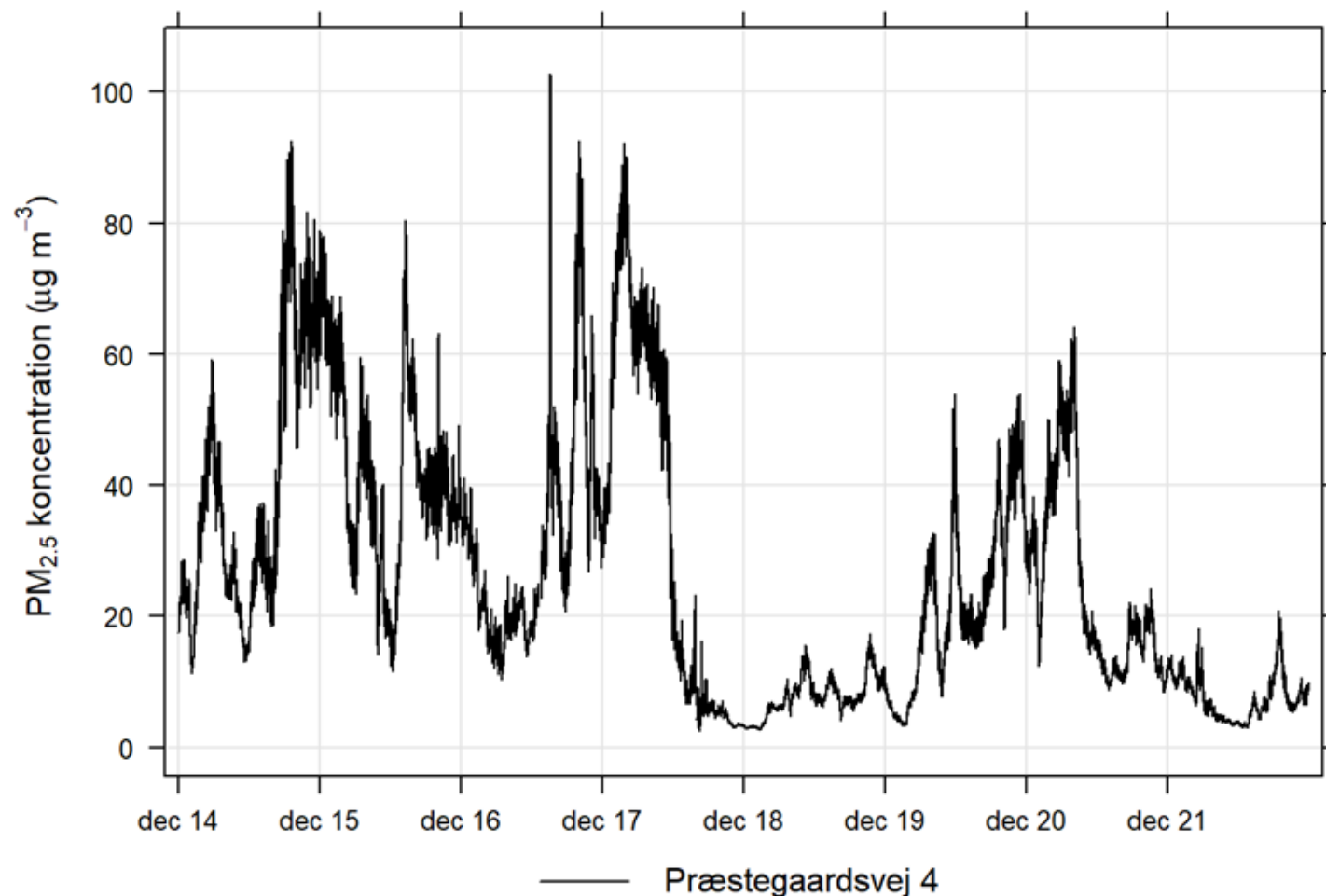
Current Readings: 📍 Aarhus 5, 359739071565642

[View Details](#)



Hvad kan ses i nærmiljøet

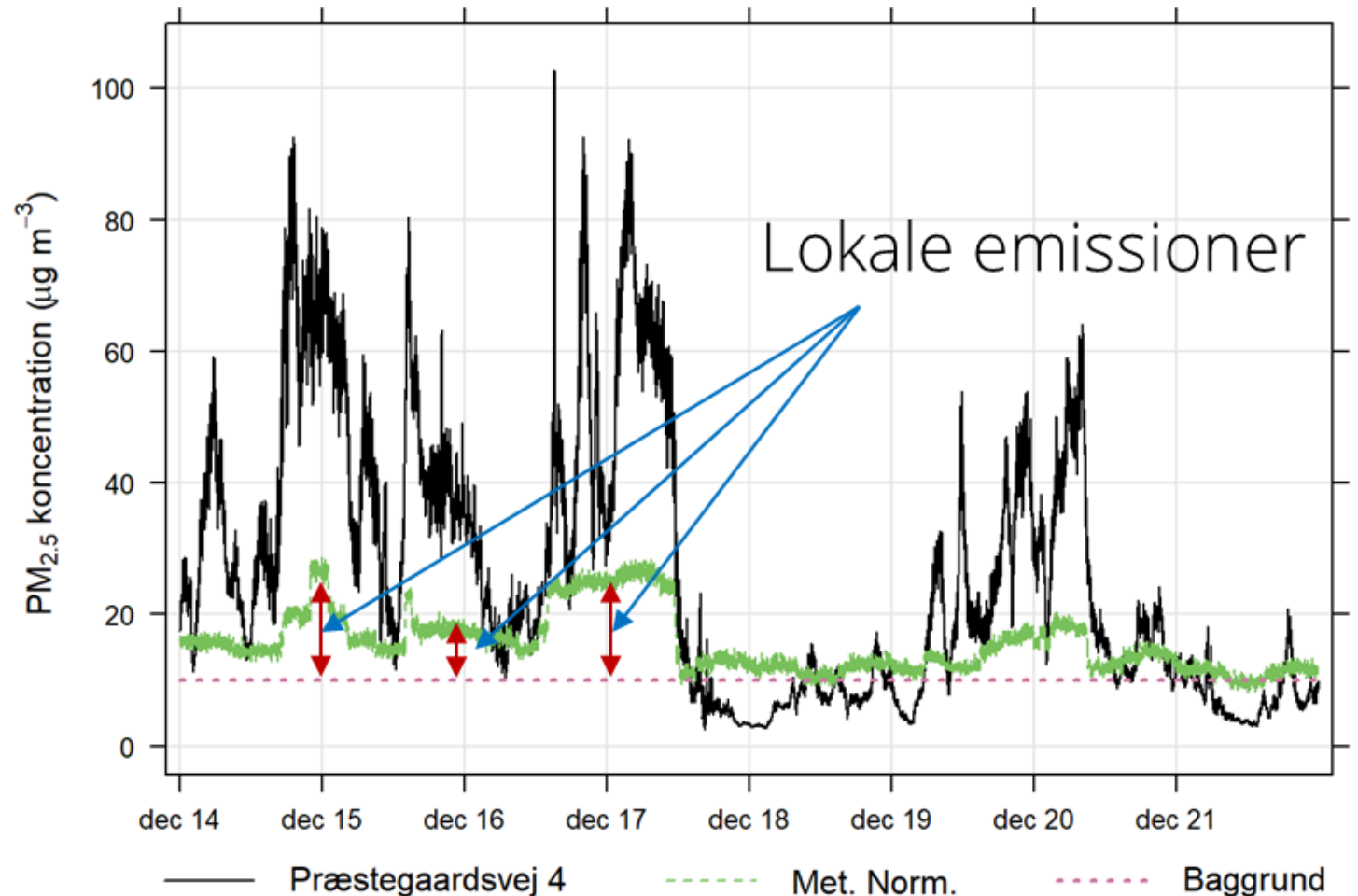
- Der er mange data!
 - 4 sensorer + 1 baggrundsmåler der måler PM1, PM2.5, T, RH, CO, NO2
 - 1måling i minuttet siden november 2020
- Hvad bidrager til målingerne?
 - Emissioner
 - Vindretning og hastighed
 - Baggrund (langdistancetransport)
 - ...



Hvad kan ses i nærmiljøet

Normalisering af data

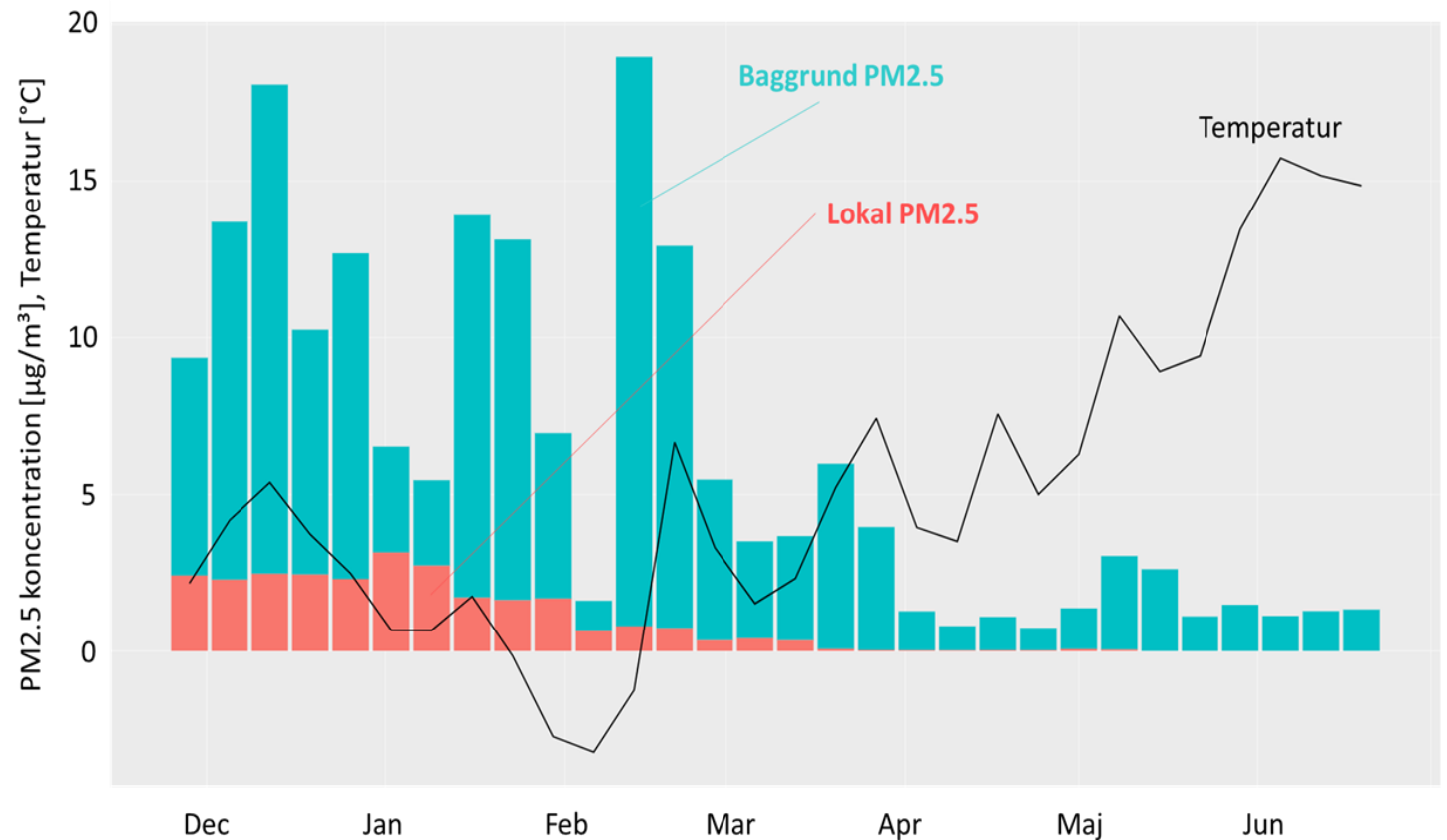
- Fit koncentrationer baseret på input (vindhastighed, vindretning, temp, etc)
- Bootstrap ikke-relevante input igennem model (f.eks. Vindhastighed)
- Ikke lineært fit foretaget ved random forest algoritme (machine learning)



Hvad kan ses i nærmiljøet

Resulterende data

- Der er store variationer i baggrunden
- Vi kan skelne de lokale opståede emissioner fra baggrundsemissioner
- Det lokale bidrag klinger ud i foråret (slut marts, start april)
- Der er en korrelation mellem lokale bidrag og udetemperaturen

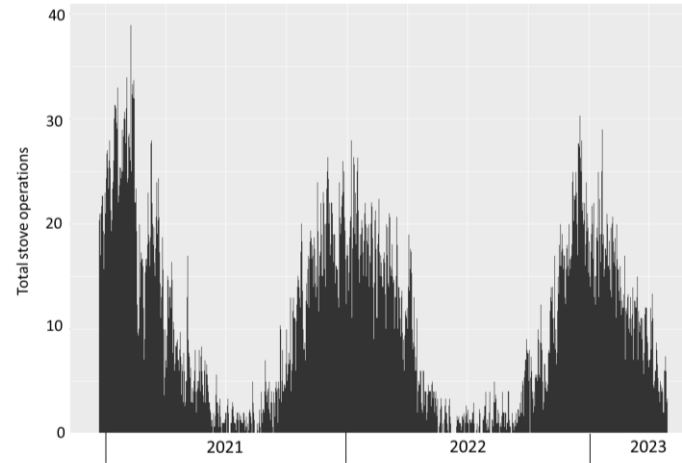


Hvor meget bliver der fyret?



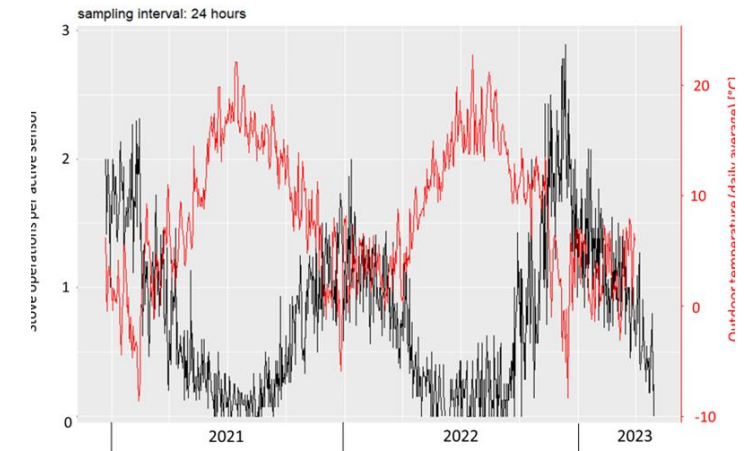
Indeklimasensorer

- Anvendelse af data fra indesensorer giver os mulighed for at estimere hvor meget der fyres i området



Antallet af daglige fyringer

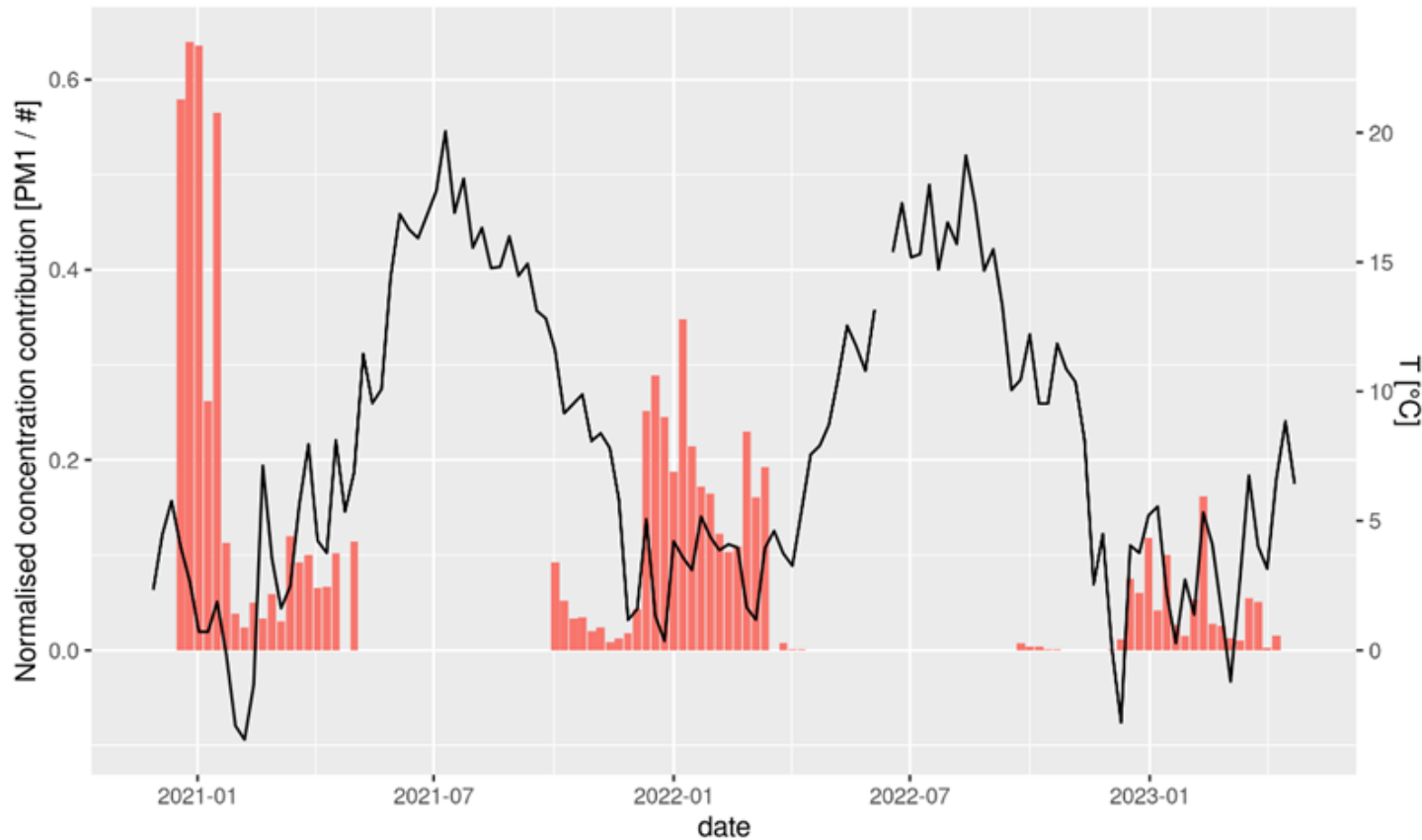
- Der er en tydelig variation af optændinger over året, og denne korrelerer omvendt med udetemperaturen



Korrelation med temperatur

- Antallet af fyringer korrelerer tydeligt med udetemperaturen

Hvad kan vi så se?



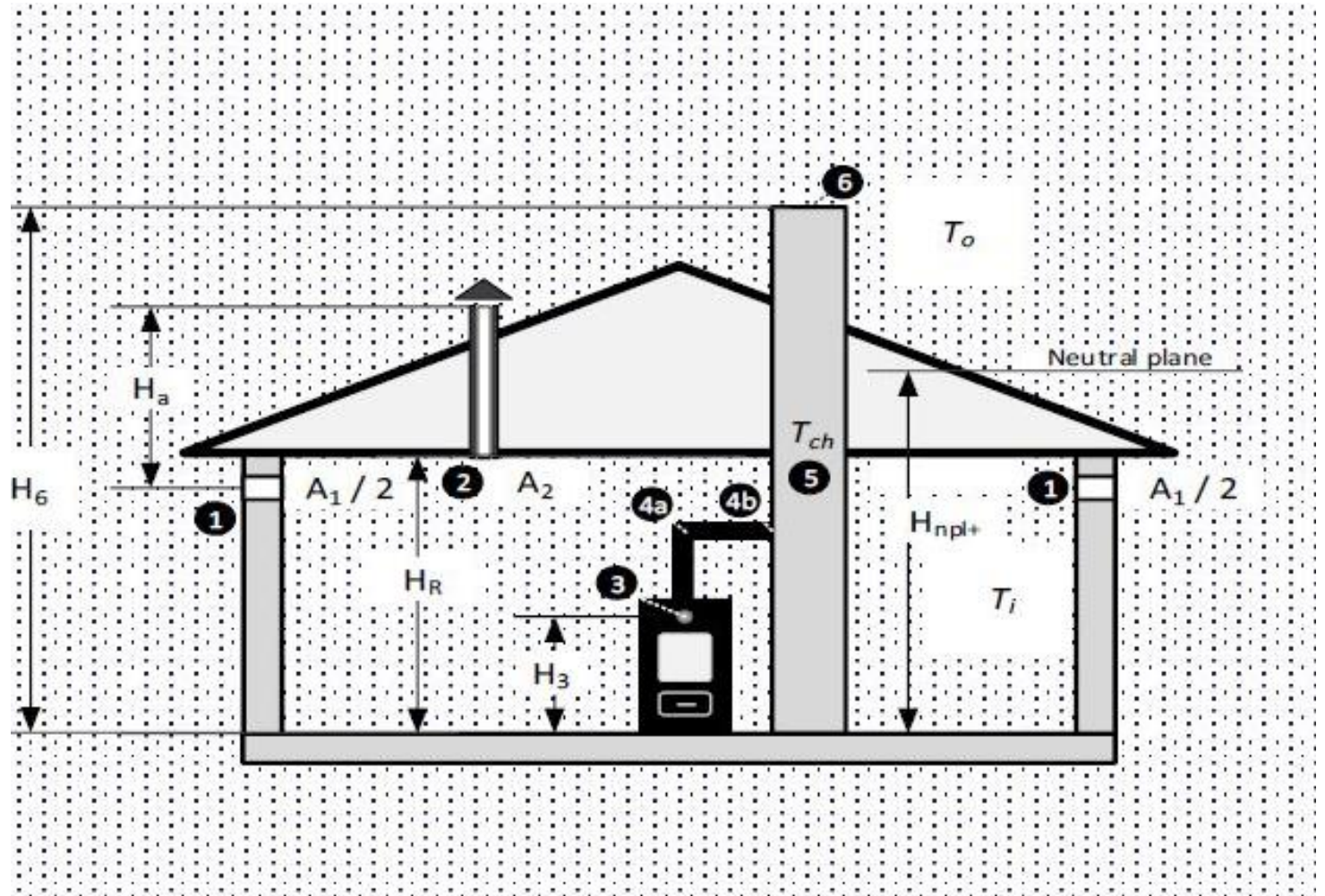
- Tydelig sæsonvariation, men mange variable
 - Eksempler: Corona og vejret
- Der observeres et fald i bidraget fra PM1 i området over projektperioden
- Det er svært at kvantificere effekterne

Modeller til vurdering af emissioner



Model for emissioner fra brændeovne

- Model udviklet på baggrund af betragtninger omkring opdrift
- Modellen er bygget ud fra betragtninger omkring den samlede installation: Ovn, skorsten, ventilationsbetingelser, placering etc.
- Valideret imod laboratoriemålinger

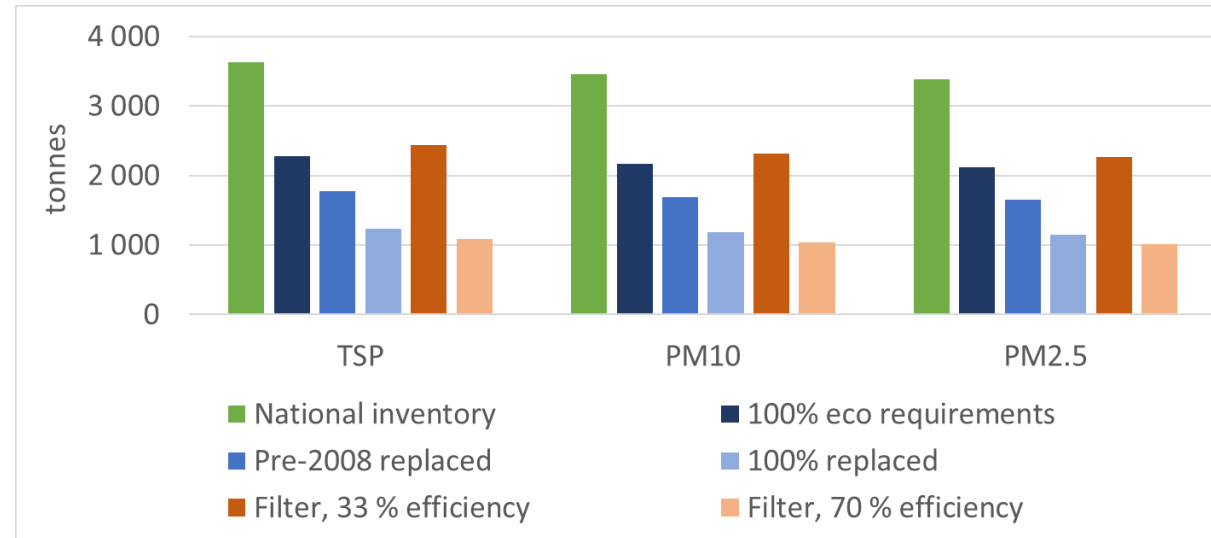


Model for emissions from wood-burning stoves

- Modellen er anvendt på 59 installationer i Mårslet over en periode på 35 uger
- Høj intensitet af brug kombineret med installation af lav kvalitet giver de største emissioner
- Den værste installation generer 25 gange mere PM end 25 gennemsnits-installationer!

ID Installation	Time of use (hours)	Number of charges	Size of stove	Quality of chimney	Air resistance	Mechanical ventilation	Stove Technology	Automatics	Quality of wood	Total Weighting	PM single charge	PM all charges
1	980	1,180	1.0	1.1	1	1	1.2	1.2	1	1.6	5.2	6,090
2	280	340	1.5	1.1	1	1	1.2	1.2	1	2.4	7.8	2,610
3	35	40	1.0	1.1	1	1	1.0	1.2	1	1.3	4.3	180
4	980	1,180	0.6	1.1	1	1	1.2	1.0	1	0.8	2.6	3,050
5	280	340	1.0	1.1	1	1	1.0	1.2	1	1.3	4.3	1,450
6	35	40	1.5	1.1	1	1	1.2	1.2	1	2.4	7.8	330
7	280	340	1.0	1.1	1	1	1.2	1.2	1	1.6	5.2	1,740
8	35	40	1.5	1.1	1	1	1.2	1.2	1	2.4	7.8	330
9	280	340	1.0	1.1	1	1	1.0	1.2	1	1.3	4.3	150
10	280	340	1.0	1.1	1	1	1.0	1.2	1	1.3	4.3	1,450
11	280	340	1.5	1.1	1	1	1.2	1.2	1	2.4	7.8	210
12	35	40	1.0	1.1	1	1	1.0	1.2	1	1.3	4.3	180
13	0	0	0.6	1.1	1	1	1.2	1.0	1	0.8	2.6	0
14	280	340	1.0	1.1	1	1	1.0	1.2	1	1.3	4.3	1,450
15	980	1,180	1.0	1.1	1	1	1.0	1.2	1	1.3	4.3	5,080
16	0	0	0.6	1.1	1	1	1.2	1.0	1	0.8	2.6	0
17	280	340	1.0	1.1	1	1	1.2	1.2	1	1.6	5.2	1,740
18	280	340	1.0	1.1	1	1	1.2	1.2	1	1.6	5.2	1,740
19	980	1,180	0.6	1.1	1	1	1.2	1.0	1	0.8	2.6	3,050
20	35	40	1.5	1.1	1	1	1.2	1.2	1	2.4	7.8	330
21	35	40	1.5	1.1	1	1	1.2	1.2	1	2.4	7.8	330
22	0	0	0.6	1.1	1	1	1.2	1.0	1	0.8	2.6	0
23	280	340	0.6	1.1	1	1	1.2	1.0	1	0.8	2.6	870
24	980	1,180	1.0	1.1	1	1	1.0	1.2	1	1.3	4.3	5,080
25	980	1,180	0.6	1.1	1	1	1.2	1.0	1	0.8	2.6	3,050
26	35	40	0.6	1.1	1	1	1.2	1.0	1	0.8	2.6	110

Perspektiver for den nationale indsats



Alle ovne overholder miljøkrav

- Under antagelse af at 90% af ovne efter 2008 lever op til miljøkrav
- Resulterer i en moderat reduktion i udledninger

Ovne fra før 2008 erstattes med nyeste teknologi

- Der opnås en samlet reduktion af partikel emission på ca. 50%

Alle ovne erstattes med nyeste teknologi

- Et ambitiøst scenarie hvor alle ovne udskiftes
- En reduktion på ca. 65% i partikel emissioner kan opnås

Alle ovne udstyres med filtre med 33% effektivitet

- Baseret på gennemsnitlig effektmåling i Mårslet
- Giver mindre reduktion, men ses som en potentiel løsning hvor ovne ikke kan udskiftes

Alle ovne udstyres med filtre med 70% effektivitet

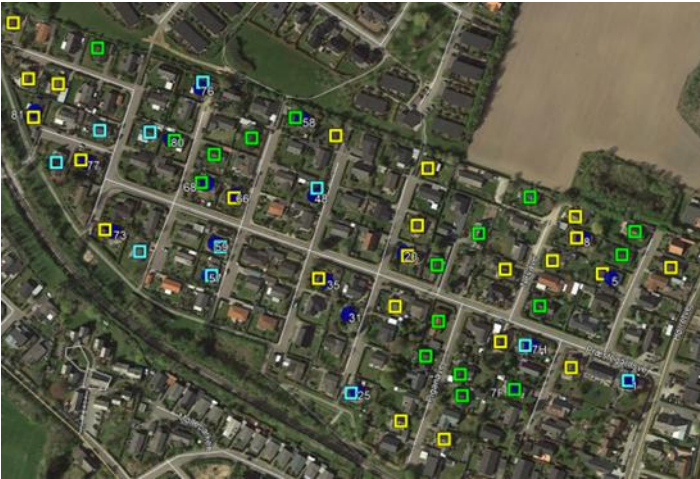
- Baseret på producentangivelser og litteraturstudier
- En markant reduktion af partikelemissioner
- På niveau med udskiftning af alle ovne



AARHUS
UNIVERSITY

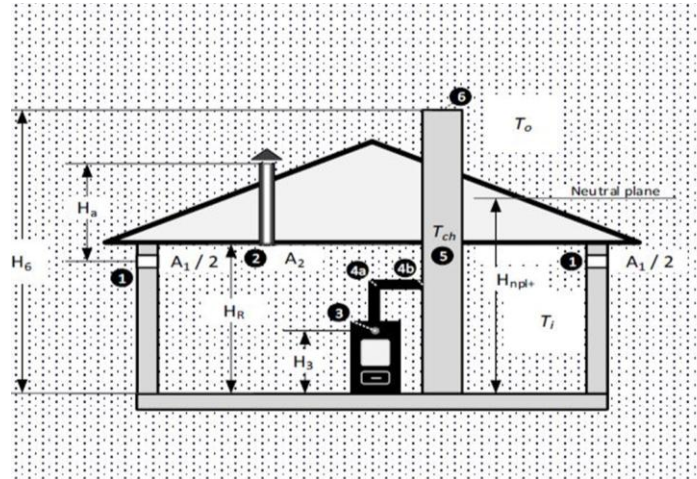
DCE - DANISH CENTRE FOR ENVIRONMENT AND ENERGY

Hovedkonklusioner



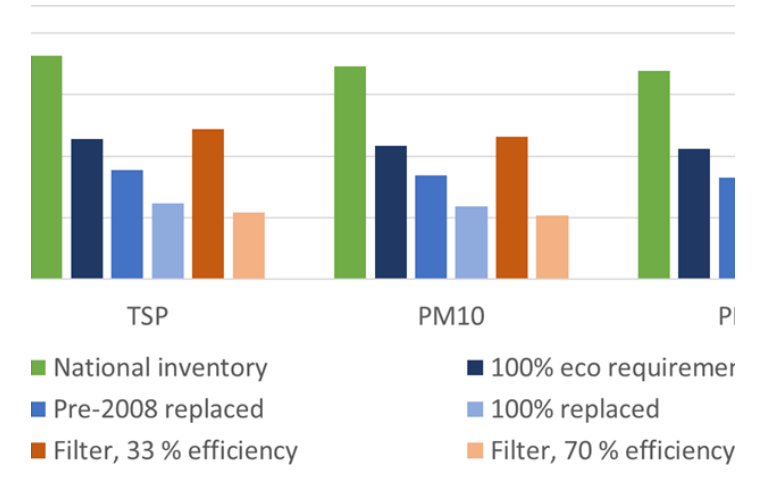
Reduktion af emissioner

- Tiltag udført i Mårslet giver en reduktion af partikel emissioner på 40% i gennemsnit (med stor variation)
- Der er stor forskel på de enkelte installationer
- Der observeres et fald i partikel emissionerne i lokalmiljøet



Model for emissioner

- Der er udviklet en model der tager en fulde installation i betragtning i forhold til partikel emissioner
- Den værste installation giver samme udledning som 25 gennemsnitshuse



Nationale perspektiver

- Der er stort potentiale for at reducere partikeludledningen fra brændeovne
- Størst effekt ved fokus på de ældste installationer, enten udskiftning eller filterinstallation



Projektleder
Jacob Ask Hansen
7220 2281
jbha@teknologisk.dk



Luftkvalitet
Morten Køcks
7220 2380
mly@teknologisk.dk



Brændeovnsteknologi
Lars Schwarzer
7220 1536
lars@teknologisk.dk

