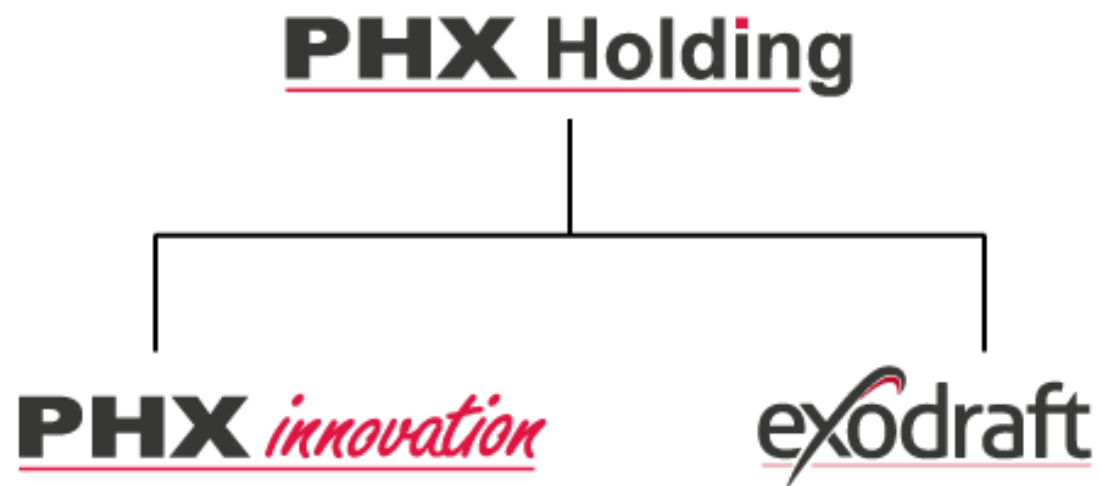




Hvem er vi ...

Vores ejerskab

- Datterselskab til PHX Holding
- 100% familieejet dansk selskab
- Søsterselskab til exodraft a/s, som udvikler og sælger røgsugersystemer og røggas-varmegenvindingsanlæg worldwide



Vores formål

Det er **PHX Innovations** formål at forske i samt udvikle teknologier og metoder til optimering af forbrænding og formindskning af emissioner fra biobrændsel af typerne brænde, træpiller og træflis via automatisk styret skorstenstræk og opsamling af sodpartikler i et elektrofilter.



Vores team

**Peter
Hermansen**
Adm. direktør

Uddannelse:
Maskiningeniør



**Per Holm
Hansen**
Projektleder

Uddannelse:
Maskinmester
– el & maskine



**Kurt
Pedersen**
Produktudvikler

Uddannelse:
Værktøjsmager
og produktudvik-
lingstekniker



**Nezam
Azizaddini**
Postdoc Researcher

Uddannelse:
Civilingeniør ME og
PhD



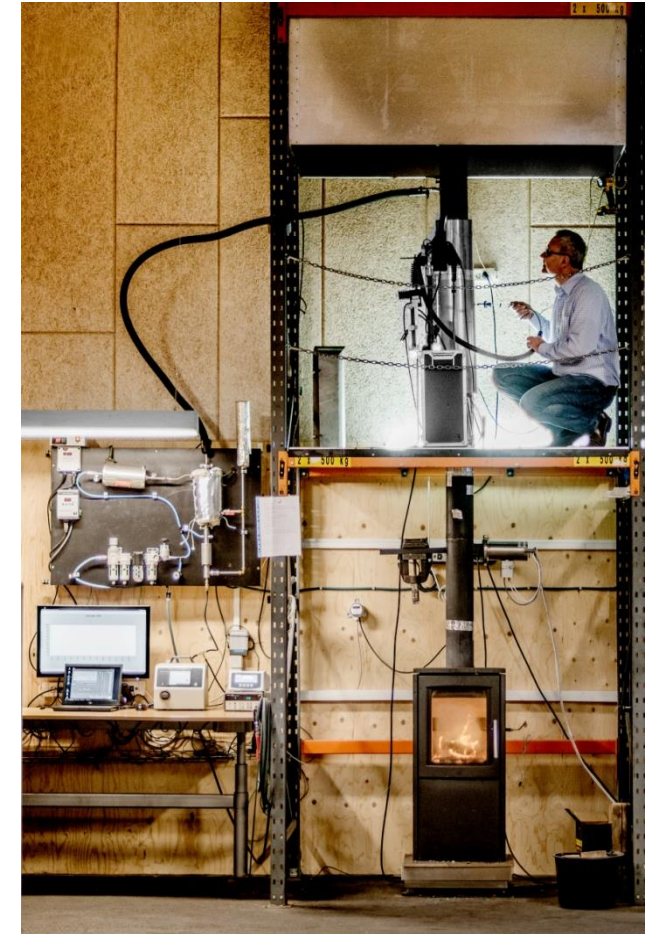
Vores faciliteter – målestand 1 og 3



Målestand 1

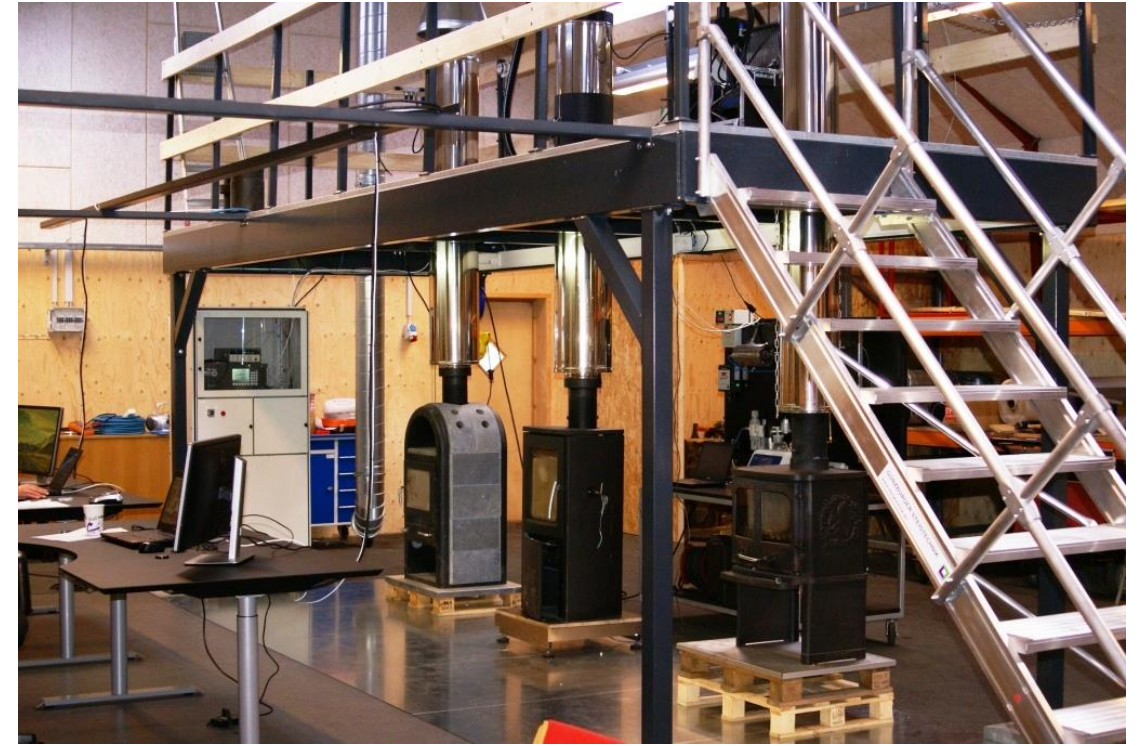


Målestand 1



Målestand 3

Vores faciliteter – målestand 4



Måleudstyr prEN16510/VDI 3670



Måleudstyr NS-3058

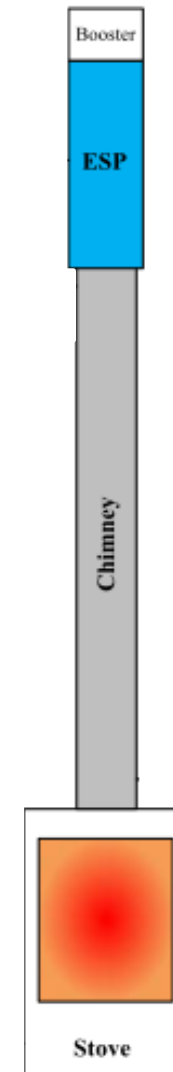


Vores produktudvikling

PHX Innovation arbejder på at udvikle et elektrofilter kombineret med en røgsuger til at reducere partikelemissionen fra brændeovne.

Filteret monteres i toppen af skorstenen.

Røgsugeren søger for optimalt skorstenstræk selv ved kold skorsten og ved genfyring.



Vores samarbejdspartnere

- DTU – Danmarks teknologiske universitet
- TI – Teknologisk Institut
- Force Technology
- Kjell Porle, elektrofilter ekspert

End

Experimental undersøgelse af ESP Prototype

PHX innovation
&
DTU (Kemiteknik)

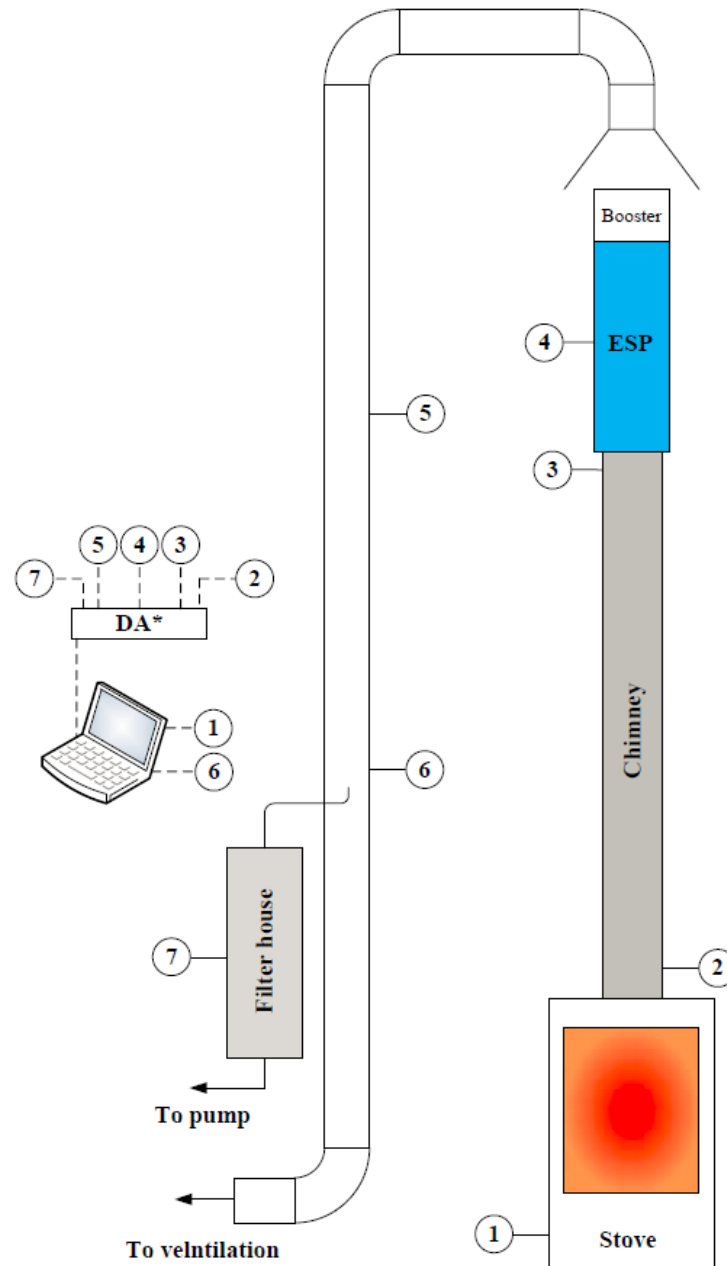


Mål for undersøgelsen

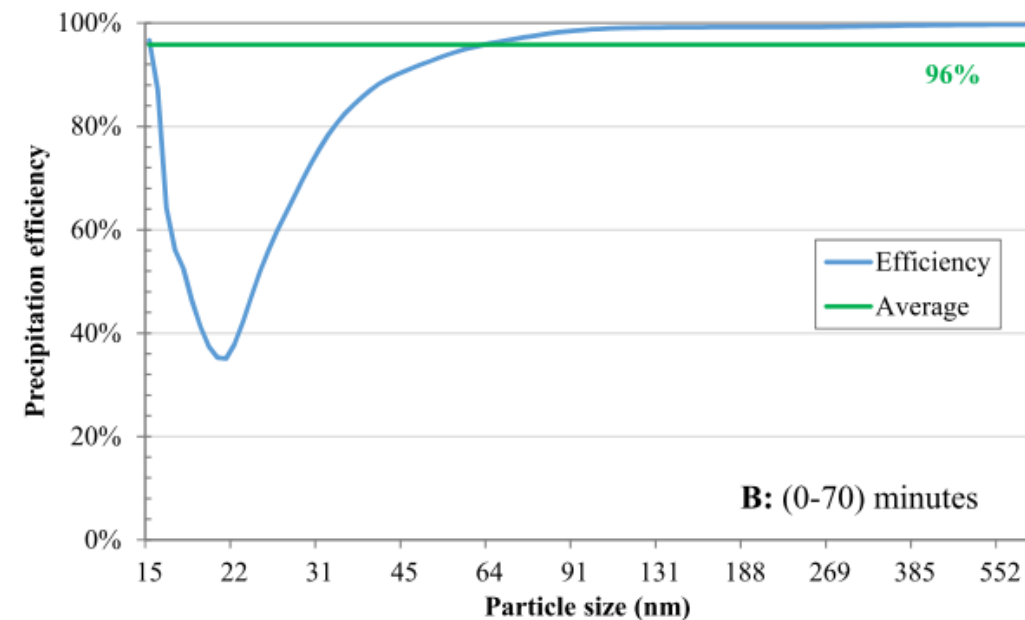
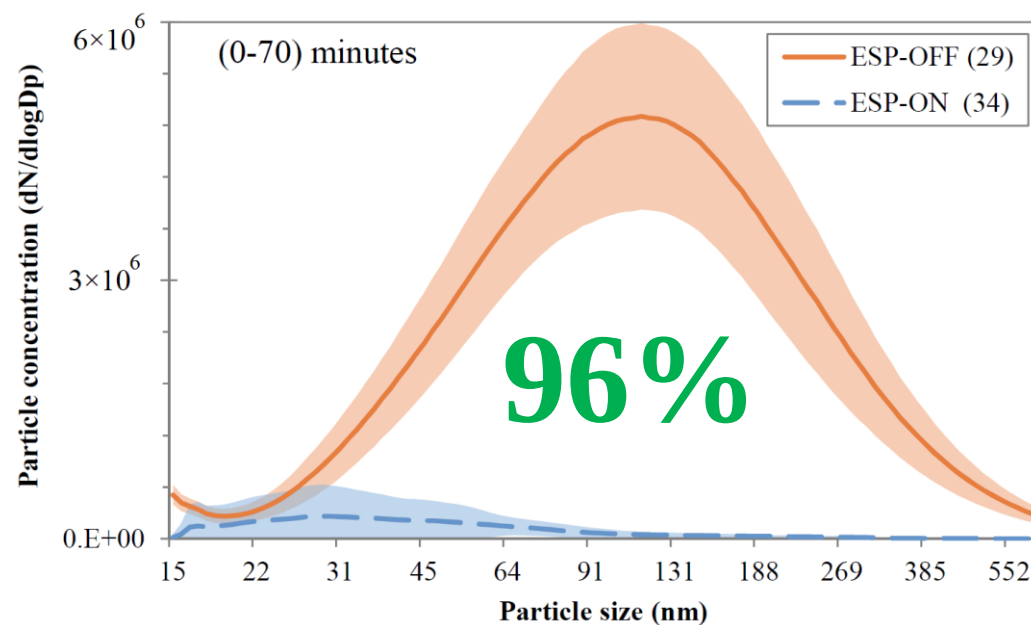
- Reproduserbare eksperimenter
- Pålidelige og repræsentative resultater
- Undersøgelse af ESP prototype
 - Partikel opsamlings effektivitet (antal)
 - PM Emission opsamlings effektivitet (masse) (black carbon/kondenserbare partikler/aske)

Test set-up at DT

- ① Temperature
Gas flow rate
- ② Chimney draft
O₂
Temperature
- ③ Temperature
CO, CO₂ and O₂
- ④ ESP current
- ⑤ Pitot tube
- ⑥ SMPS
- ⑦ Temperature



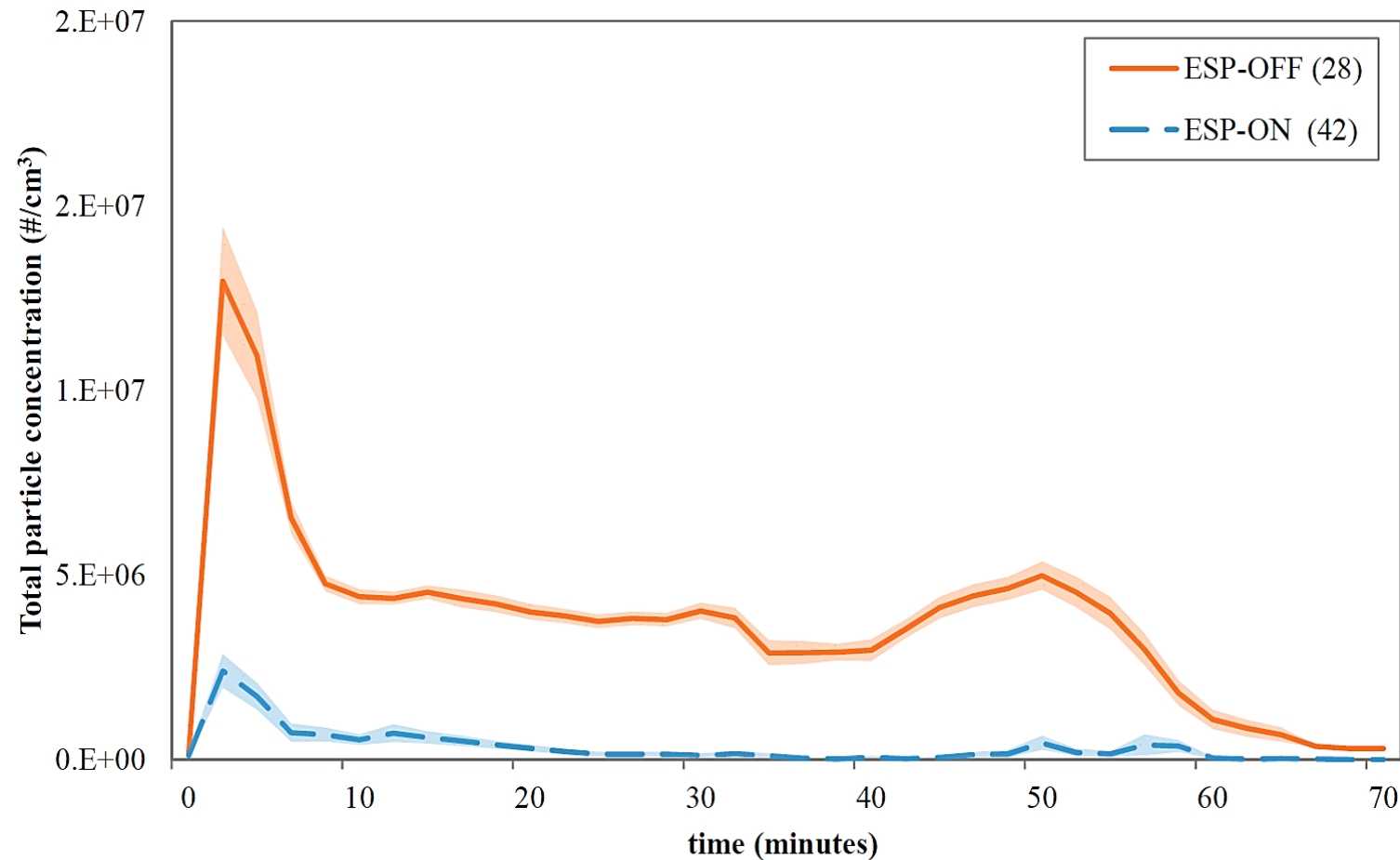
Udledt partikel størrelses fordeling & rense effektivitet på målt på antal, 0-70 min, nanoscan (SMPS)



Type of experiment	Number of cases	dN/dlogDp	Std Error
ESP OFF	29	2.5×10^8	1.1×10^7 (5%)
ESP ON	34	1.0×10^7	2.1×10^6 (20%)

Particulate emission reduction 96%

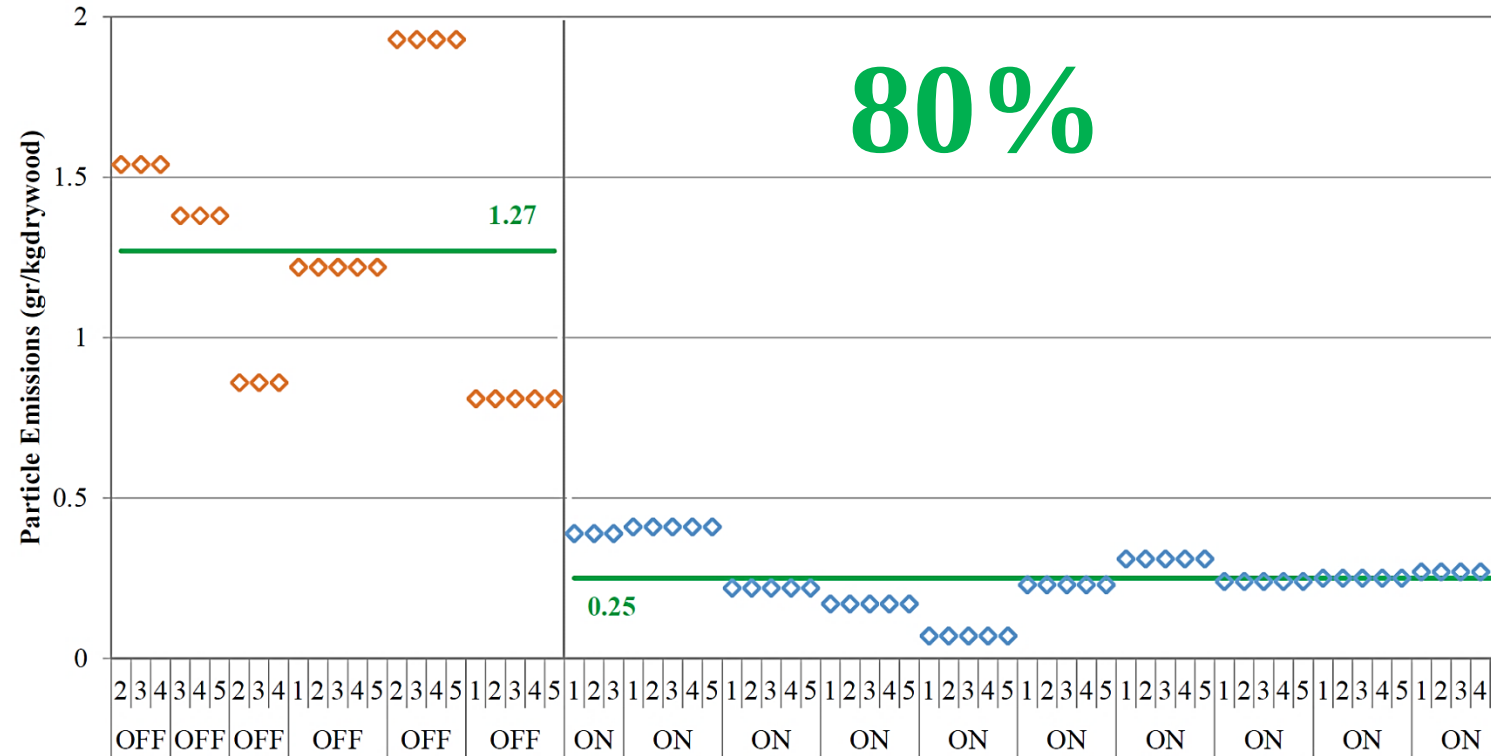
Total gennemsnits partikel antals koncentration



Grafen viser partikel-emissionen for et typisk forbrændingsforløb med og uden tændt elektrofilter, målt i partikelantal.

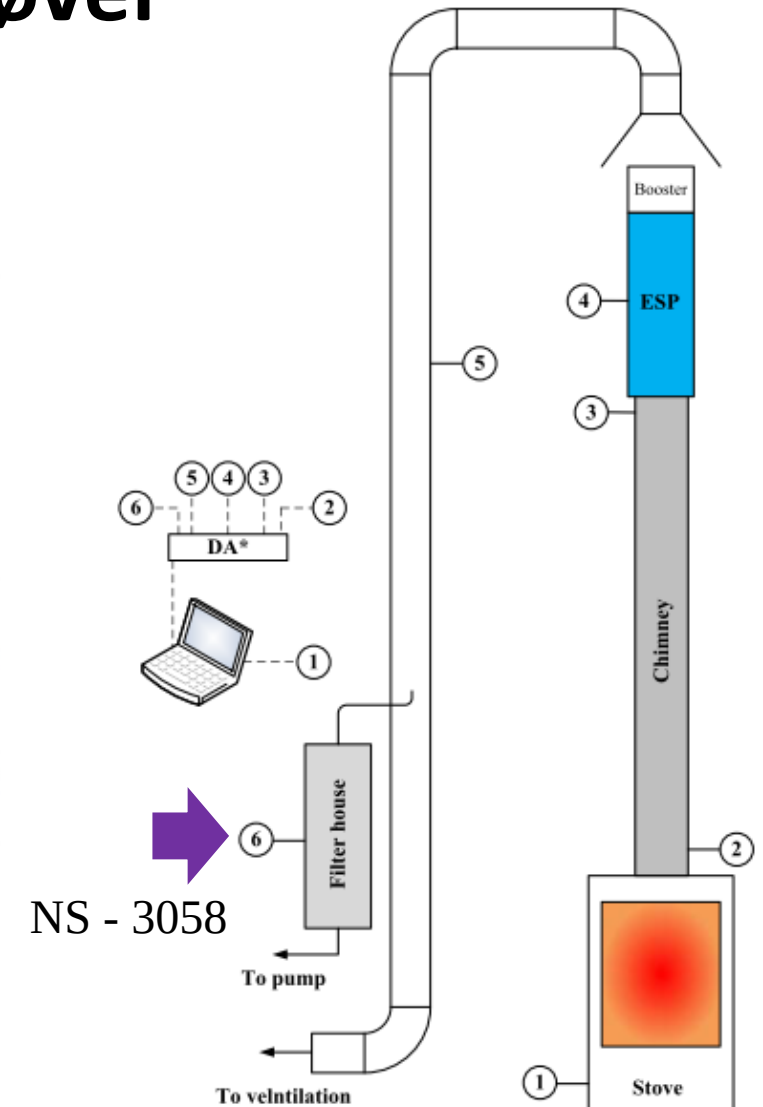
Reducerer med op til 96 % i partikelantal.

Partikel masse - Filter prøver

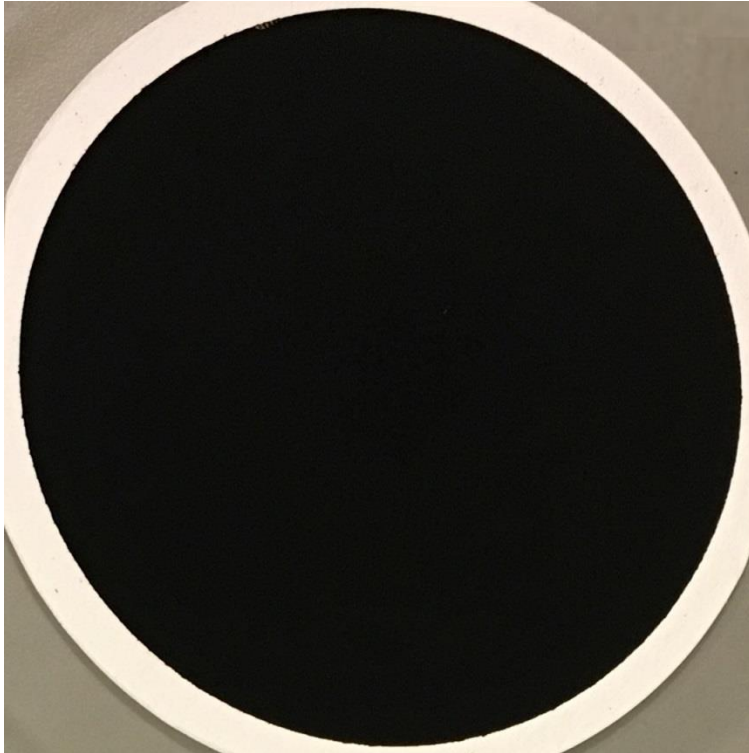


Type of experiment	Number of cases	PE (g/kg _{dw})	Std Deviation
ESP OFF	23	1.27	0.39 (31%)
ESP ON	48	0.25	0.09 (37%)

Particulate emission reduction 80%



Prøver udtaget fra fortyndingskanal på quartz filter til analyse



Prøveudtagning på quartz filter fra 1 charge (ca. 1.75 kg brænde og fortyndinggrad på 33) - ESP OFF



Prøveudtagning på quartz filter fra 1 charge ((ca. 1.75 kg brænde og fortyndinggrad på 33) - ESP ON

exodraft Elektrostatisk Partikelfilter



Røggas- / partikelfilter

- Høj virkningsgrad
- 90-95% reduktion i antallet af partikler ved 35 °C kondenseret røg
- 70-75% reduktion af partikelmassen ved 35 °C kondenseret røg
- Automatisk rensningsanordning
- Integreret røgsuger = nem optænding og stabilt træk



- | | |
|--------------|-----------------------|
| 1 Røggasside | 4 Rensemotor |
| 2 Teknikside | 5 Elektronikboks |
| 3 Kølespalte | 6 Integreret røgsuger |

www.exodraft.dk

- Udviklingstid ca. 3 år
- Egenudviklet styring
- Automatisk rensning
- Afbrænding af opsamlede partikler
- Integreret røgsuger
- Renholdelse af elektrodeforbindelse

06.03.2018

exodraft Partikelfilter



Renselem under filter

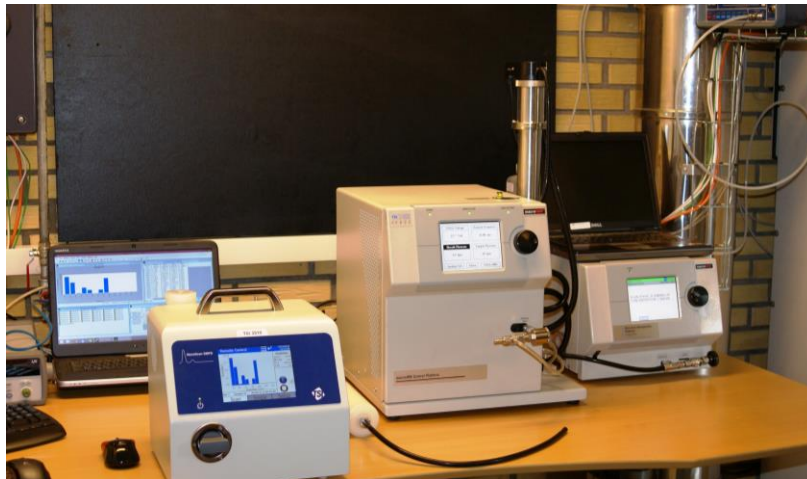
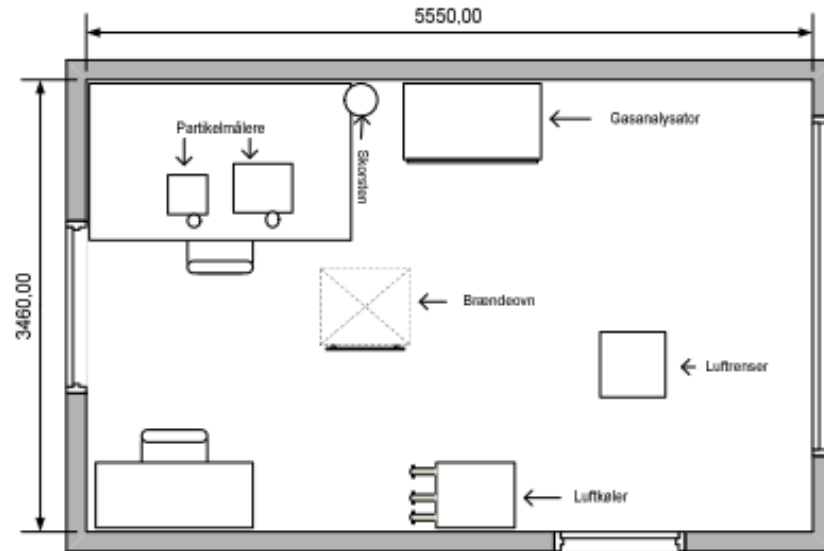


End

Partikeludslip indendørs fra brændeovn med og uden røgsuger

**PHX resultater –
Verificeret ved forsøg i samarbejde med Teknologisk Institut**

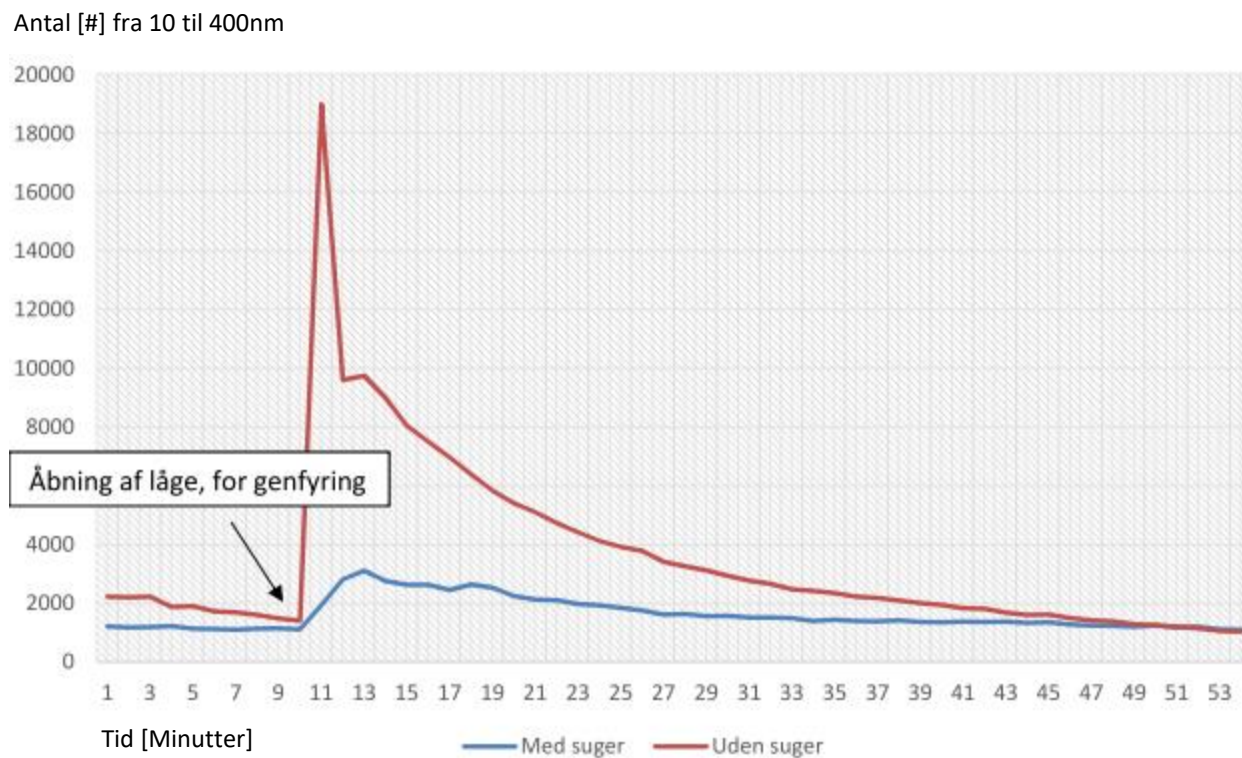
Forsøgsopstilling



- Central placering i rum, - Verificering med P-Track.
- Dublering af måleinstrumenter
- Skærm for nedsat strålevarme.
- Rensning af tilført luft til rum.
- Regulering af trykket i rum.
- Køling af cirkulationsluft.



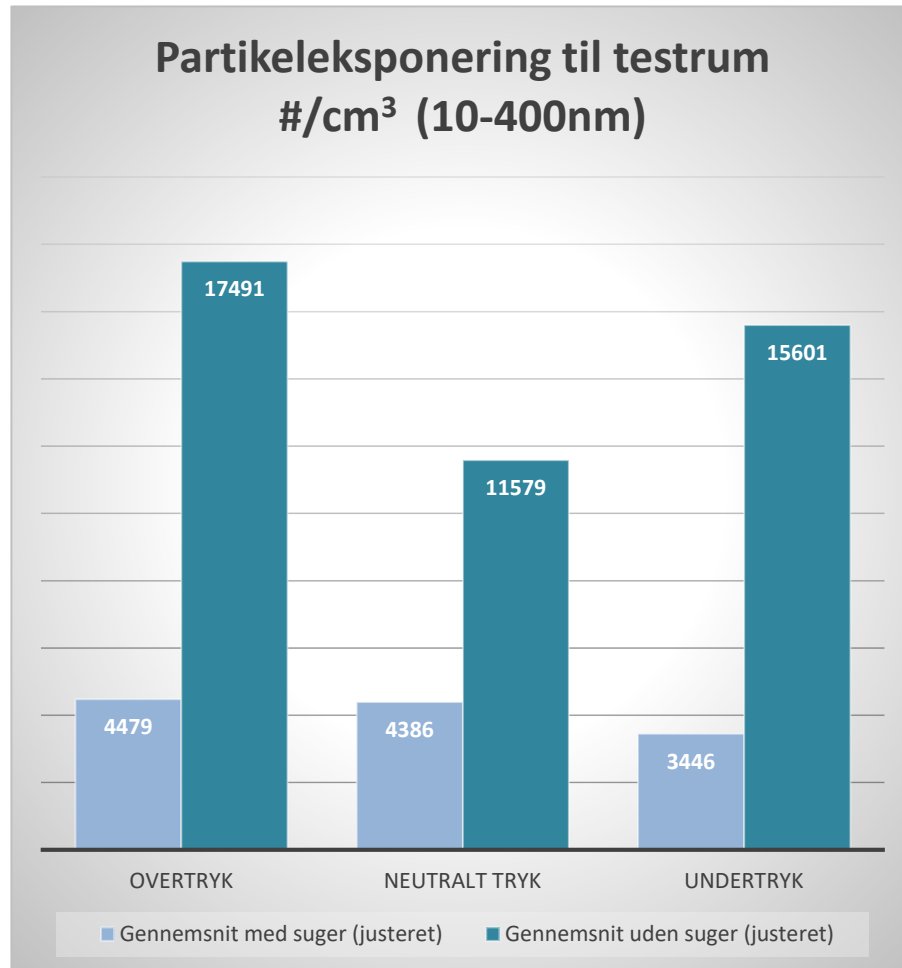
Eksponeringssammenligning



- Partikelantallet, med og uden røgsuger, falder i perioden fordi rummet tilføres frisk erstatningsluft der cirkuleres i rummet.
- For en almindelig stue med naturlig luftcirkulation vil koncentration af små partikler være højere i en længere periode.

Partikeleksponering til rummet

- med og uden røgsuger



- Gennemsnit reduktion med røgsuger på 70%.
- Størst reduktion ved genfyring.
- Målt under optimale forhold og fyringer
- Recirkulering giver renere rum

Konklusion på forsøgene

- Opstilling og målinger godkendt og verificeret af Teknologisk Institut, DK.
- Alle forsøg viser stor reduktion af partikeludslip til indeluft. Gennemsnittet på 70% er for en hel periode. Reduktionen er klart størst ved genfyring.
- Ingen røglugt i rum ved genfyring, samt genåbning af låge ved dårlig opfyring/brænde.
- Nemmere koldstart samt genfyring.
- Meget kortere koldstarts periode.

Røgsugerens indflydelse på partikelmasse i brændeovnsrøg

Test udført på 2 forskellige brændeovne med naturligt træk som reference, og efterfølgende med 12 og 20pa på stål skorsten og muret skorsten

Forsøgsopstilling



- Moderne brændeovn
- Gammel brændeovn u. tertiærluft
- Isoleret stålskorsten
- Muret skorsten (element)
- Draftbooster – 18-20pa
- RS009 – 12pa



Der er lavet 102 indfyringer = 204 filtre



Udførte test

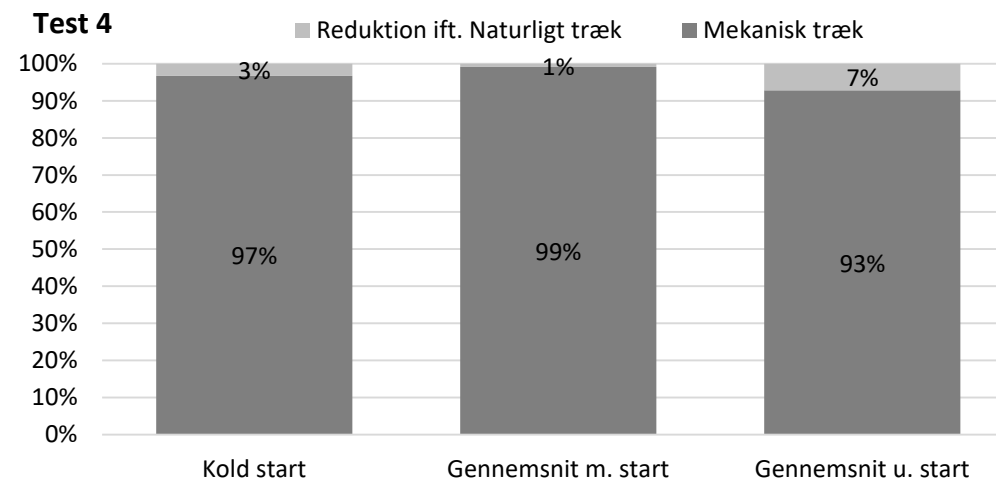
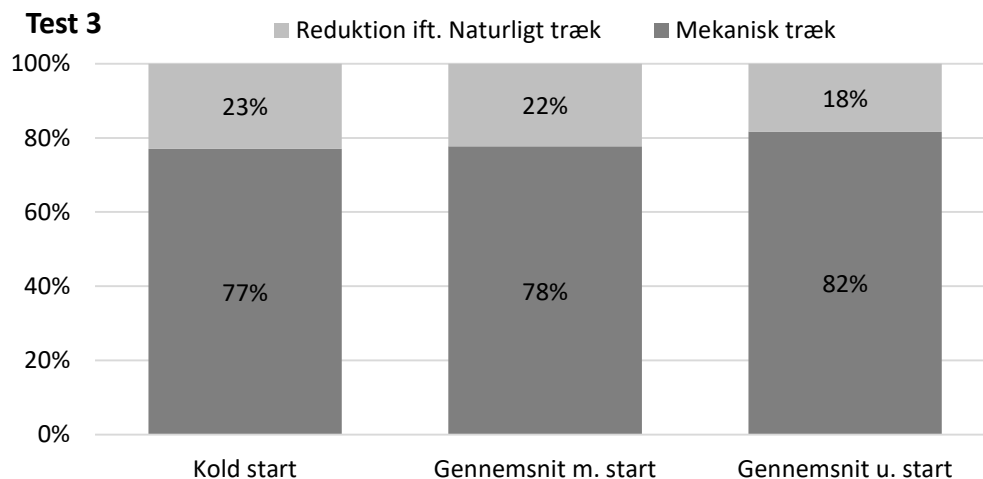
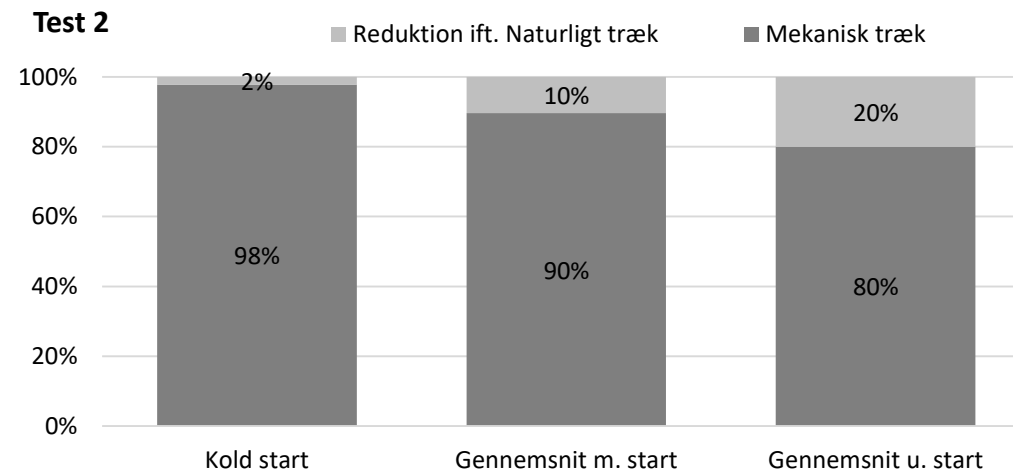
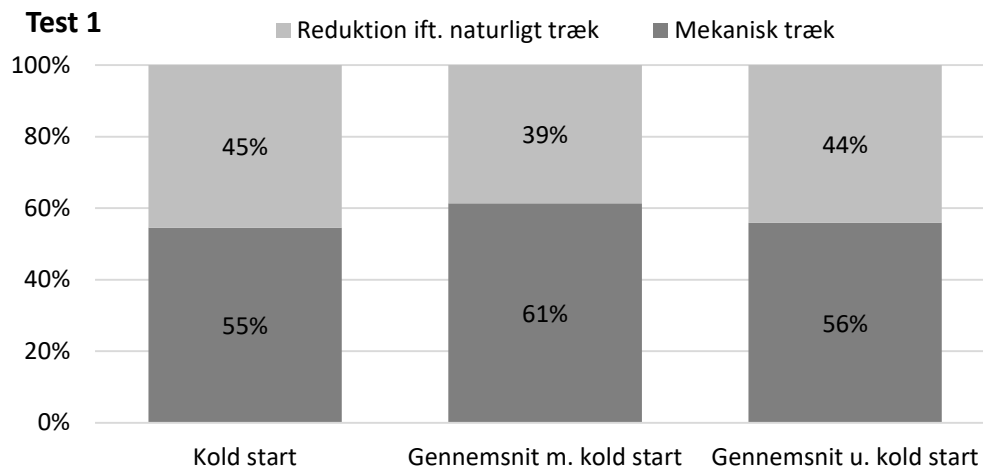
Test 1: Moderne brændeovn med isoleret stålskorsten

Test 2: Ældre brændeovn med isoleret stålskorsten

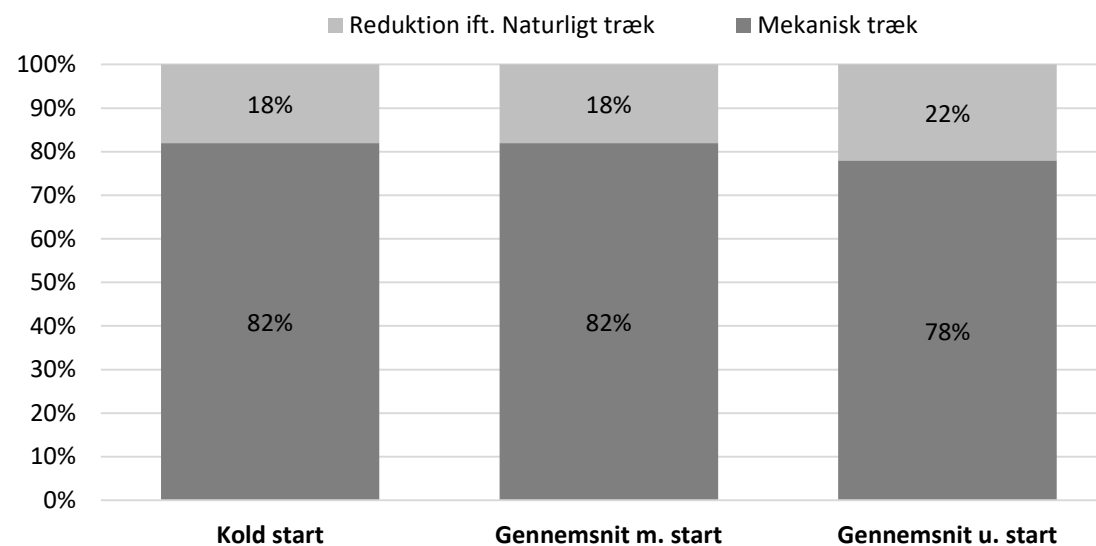
Test 3: Ældre brændeovn med elementskorsten

Test 4: Moderne brændeovn med elementskorsten

Målinger, gennemsnits partikel masse ændring.



Gennemsnits for forsøgene





Målinger med F9 filter foretaget i fortyndingskanal

F9 filter monteret i rørsektion der sættes i fortyndingskanalen

Alt luft/røggas passere igennem F9 filteret så alle solid partikler opsamles.

F9 filter vejes før og efter forsøg

Uden elektrostatisk filter

	Indfyret/dag	opsamlet F9	Gram/kg træ
Dag 1:	10.050kg	10,02gram	1,002gram
Dag 2:	9.909kg	9,02gram	0,910gram

Med elektrostatisk filter / Ø 3mm elektrode

	Indfyret/dag	opsamlet F9	Gram/kg træ
Dag 1:	10.394kg	5,68gram	0,547gram
Dag 2:	10.355kg	6,05gram	0,585gram

Med elektrostatisk filter / PHX elektrode

	Indfyret/dag	opsamlet F9	Gram/kg træ
Dag 1:	10.124kg	3,64gram	0,359gram
Dag 2:	11.526kg	3,78gram	0,328gram



End