

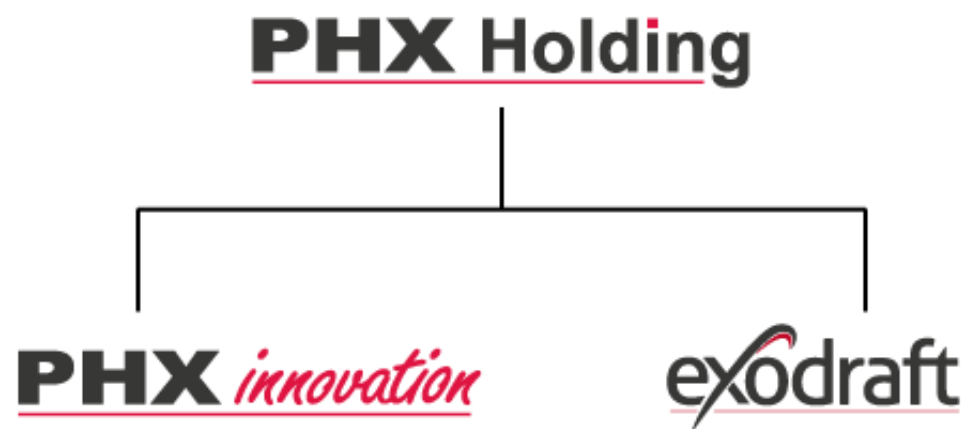


PHX *innovation*

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



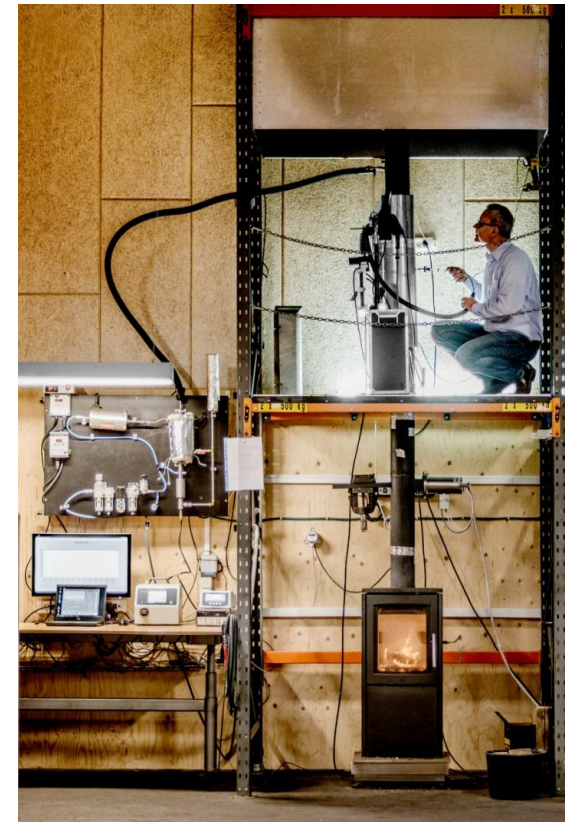
Vores faciliteter – målestand 1 og 3



Målestand 1



Målestand 1

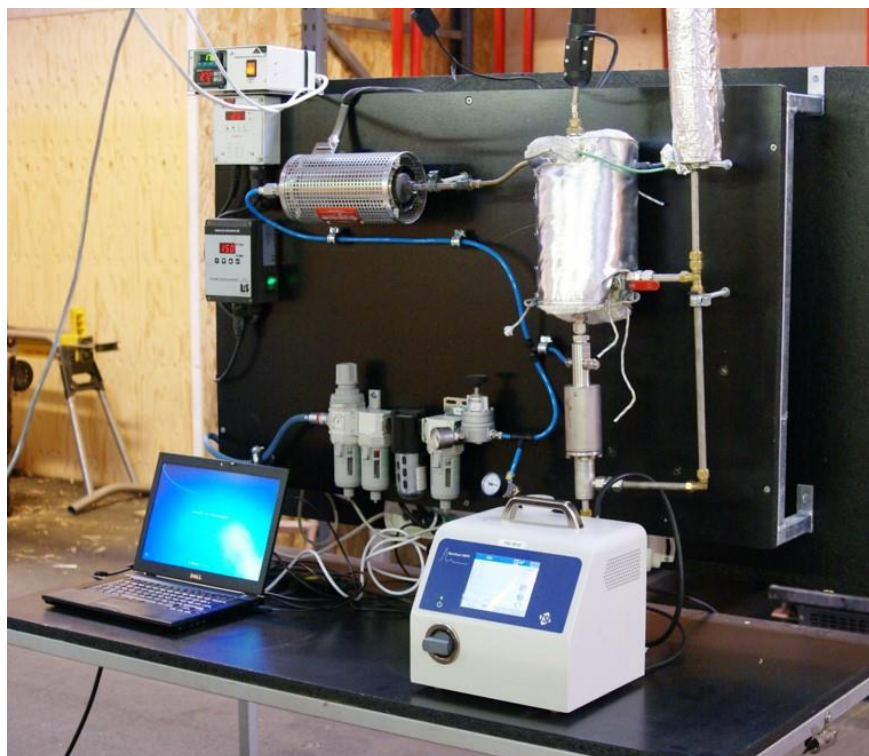


Målestand 3

Vores faciliteter – målestand 4



Måleudstyr prEN16510/VDI 3670



Måleudstyr NS-3058

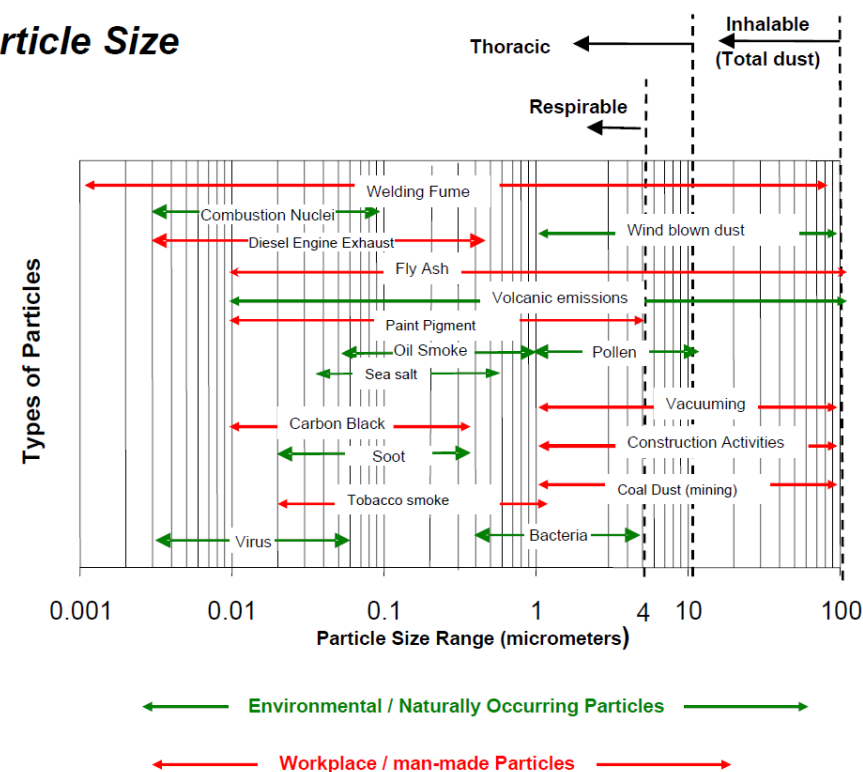


Vores forskning

Vi forsker bl.a i

- Forbrænding i brændeovne
- Partikeldannelse i røggasser
- Partikelfjernelse fra røggasser
- Efterprøvning af eksisterende og nye teorier i vores laboratorie

Particle Size



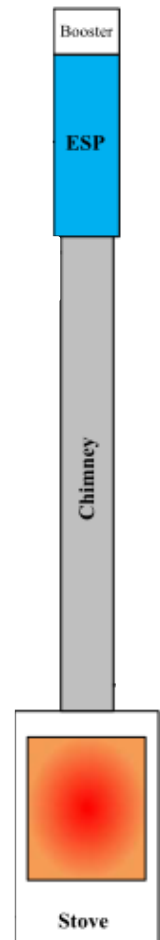
Vores produktudvikling

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.

PHX *innovation*



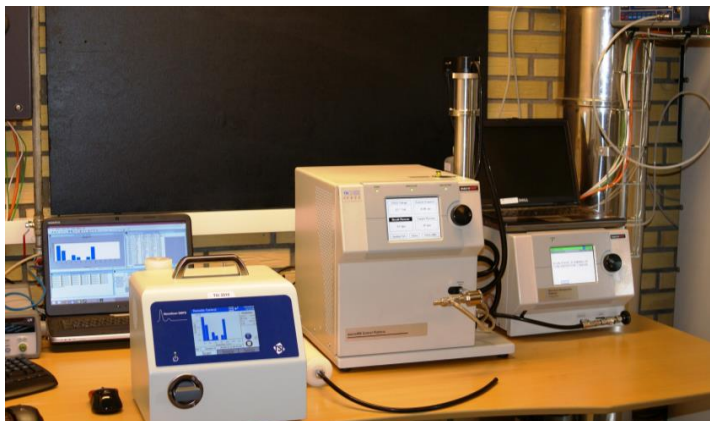
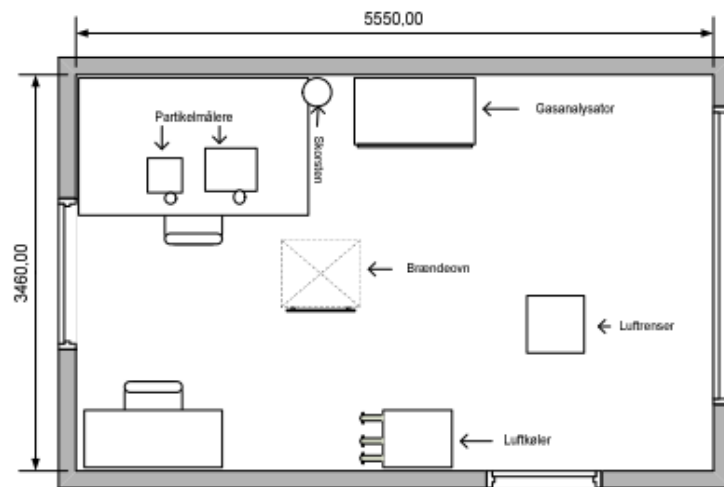
Vores samarbejdspartnere

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

Partikeludslip indendørs fra brændeovn med og uden røgsuger

PHX resultater –
Verificeret ved forsøg i samarbejde med Teknologisk Institut

Forsøgsoptstilling

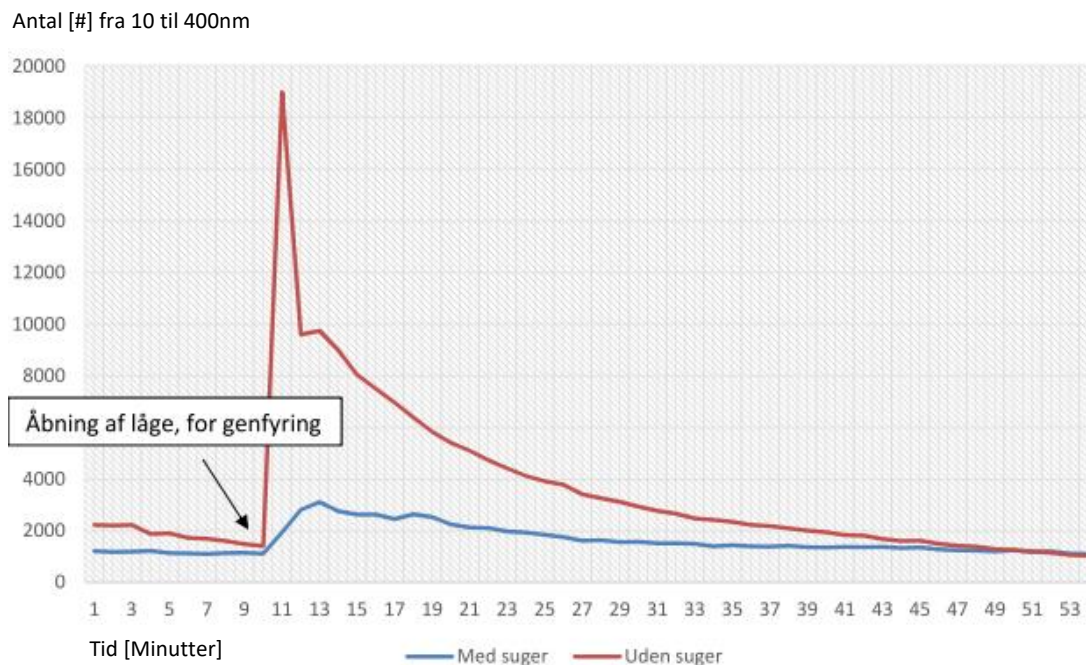


PHX *innovation*

- 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

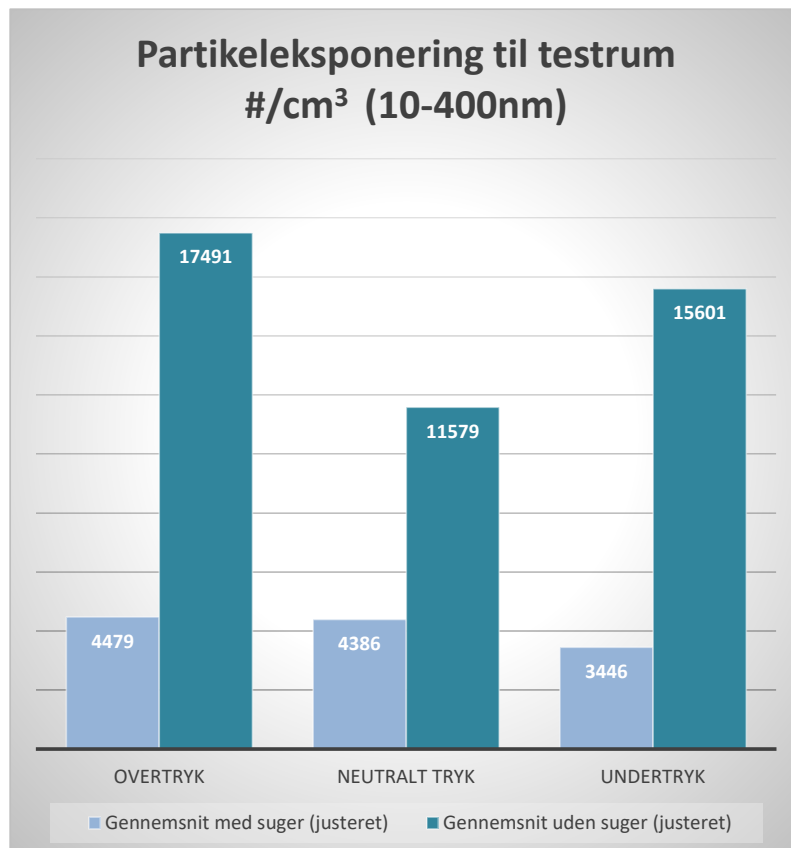


- Partikelantallet, med og uden røgsuger, falder i perioden fordi rummet tilføres frisk erstatningsluft der cirkuleres i rummet.
- For en almindelig stue med mindre luftcirkulation vil koncentration af små partikler være højere i en længere periode.

Partikeleksponering til rummet

- med og uden røgsuger

PHX *innovation*



- 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.

Og så er der lige det at.....

- Man skal huske at betjene røgsugerens korrekt for optimal udnyttelse.
- Rensning af røgsuger 1 gang pr. år afhængig af hvor meget den er brugt.

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 og muret skorsten

Forsøgsopstilling



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



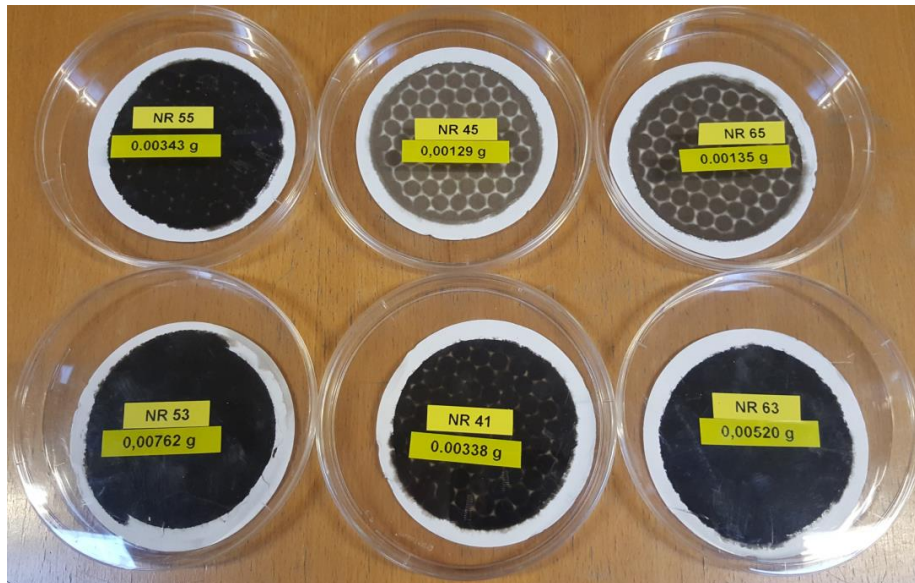
PHX *innovation*



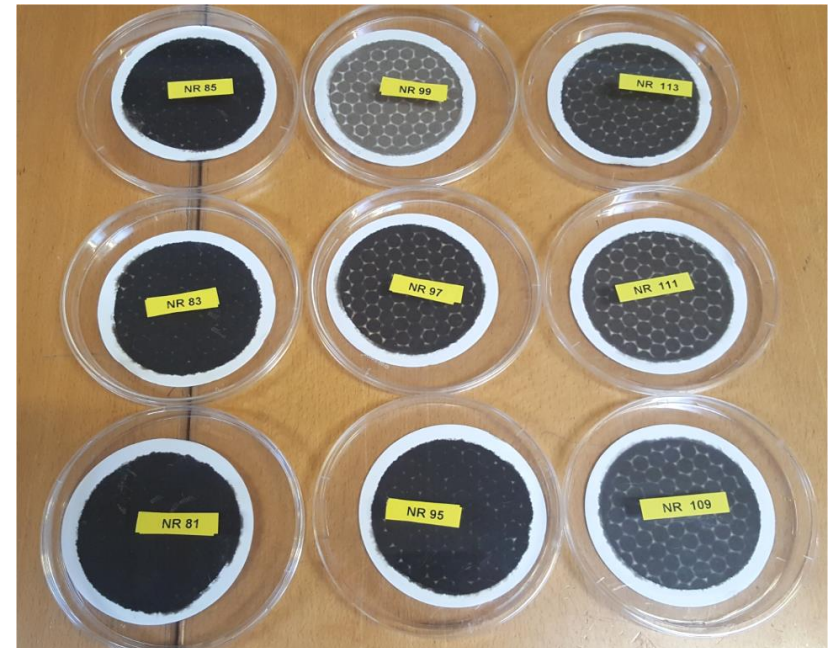
Der er lavet 102 indfyringer = 204 filtre



NS Filtersammenligning

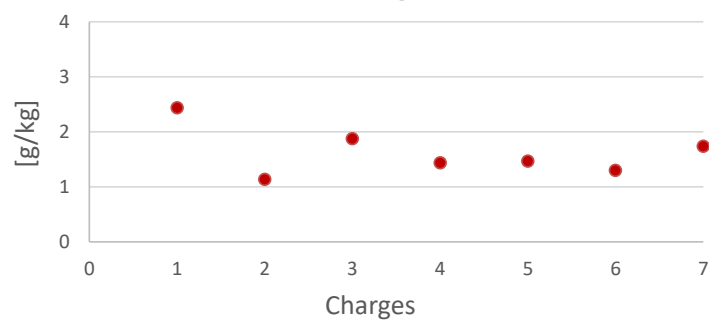


PHX *innovation*

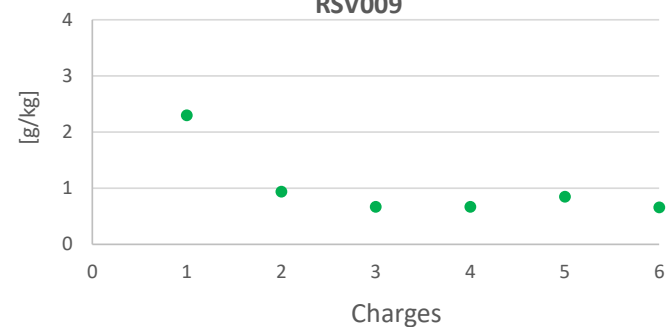


Eksempler på massefordeling ved dagsfyringer

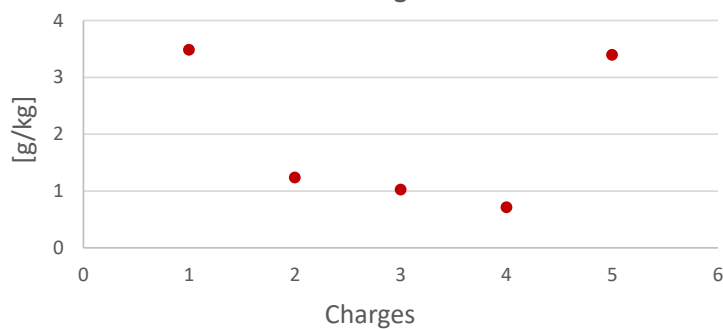
Test 2.1-1
Naturligt træk



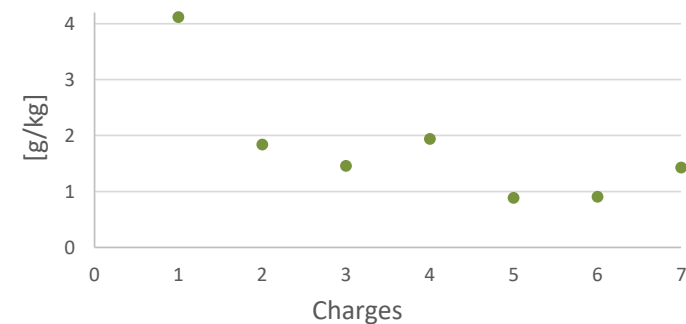
Test 1.3
RSV009



Test 1.1-2
Naturligt træk

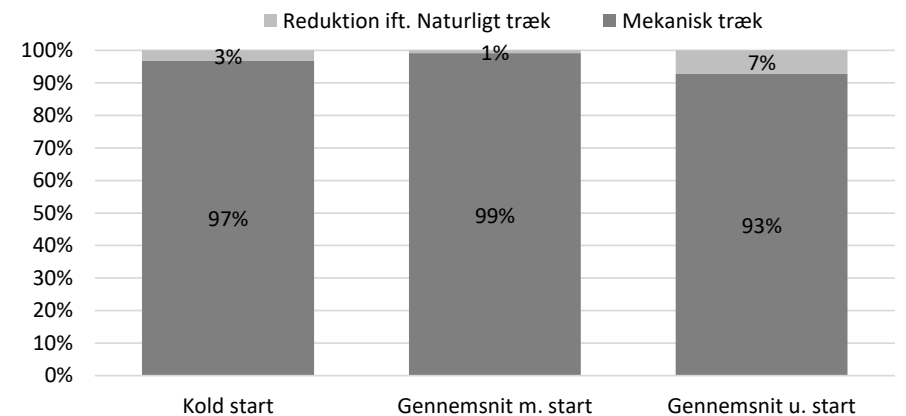
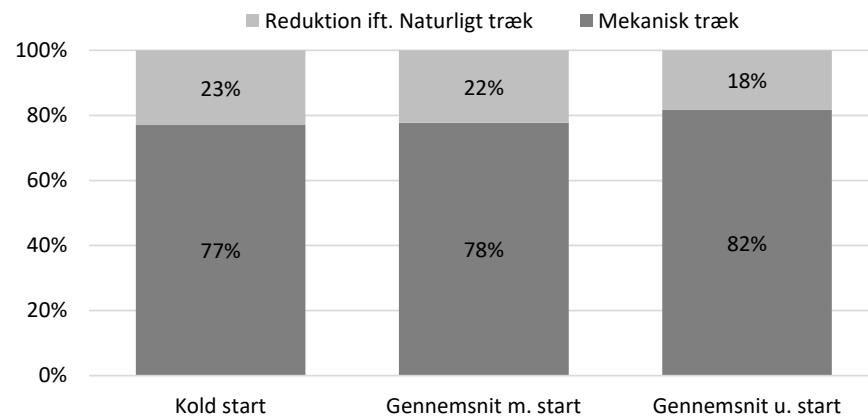
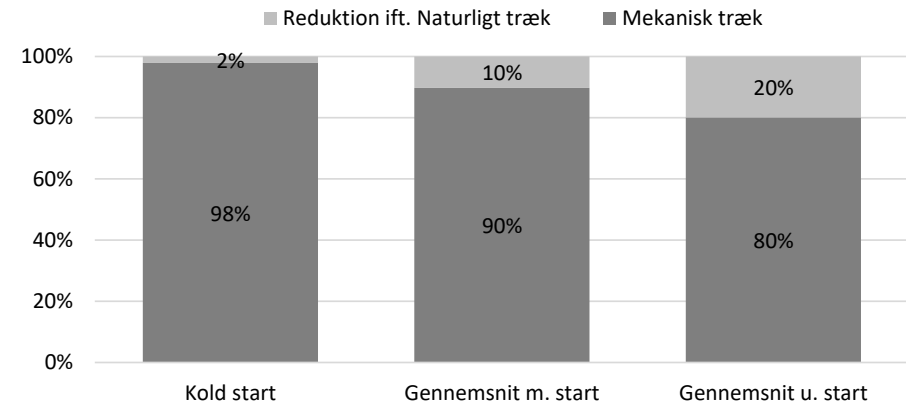
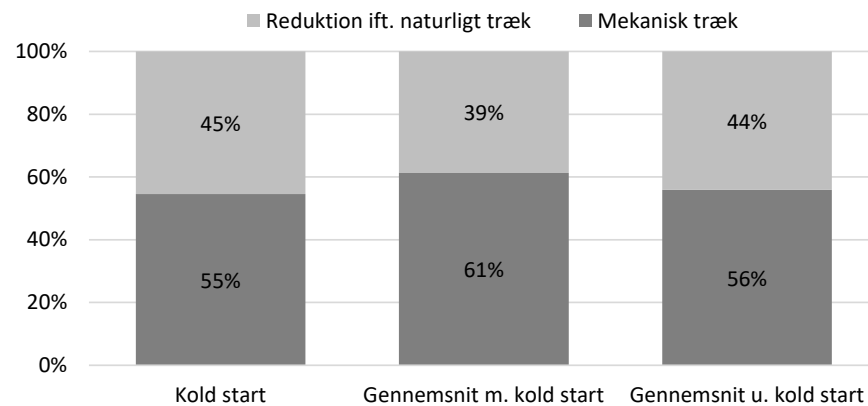


Test 3.3-1
RSV009

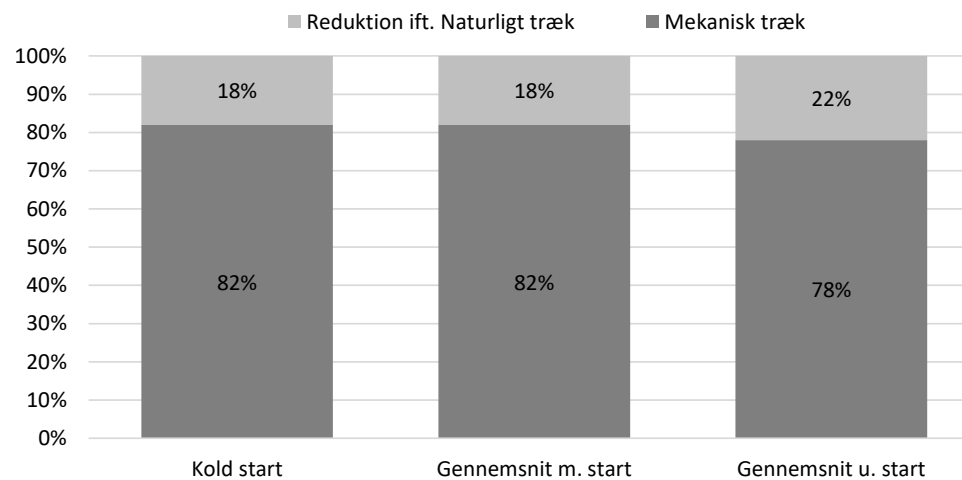


Målinger.

PHX *innovation*



Gennemsnits for forsøgene



Experimental investigation of the ESP Prototype

PHX innovation
&
DTU (Kemiteknik)

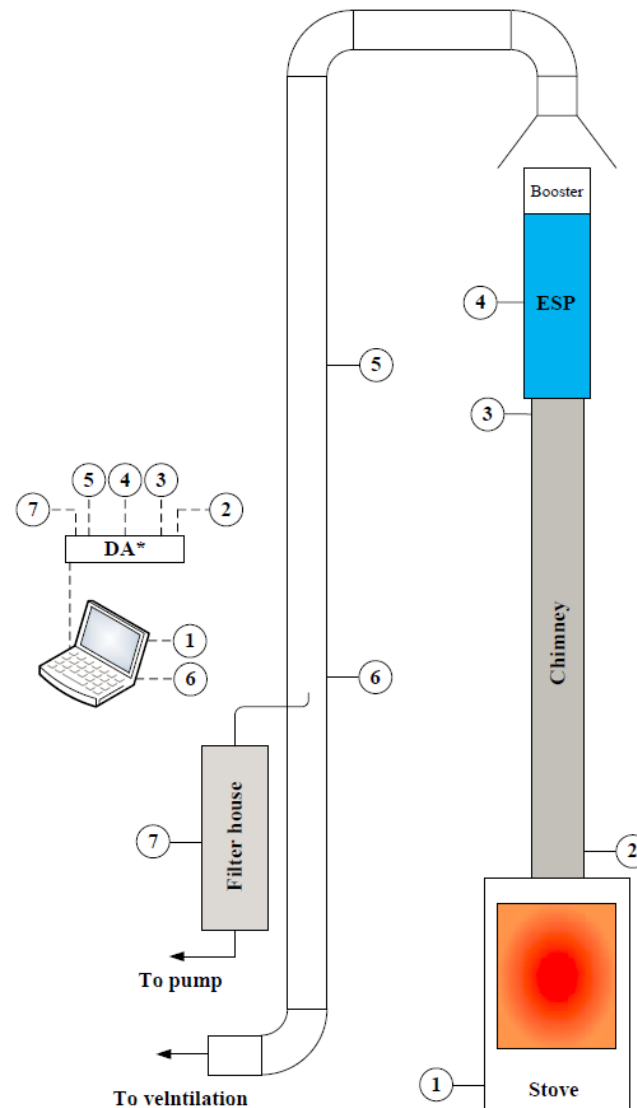


Objectives

- Reproducible experiments
- Reliable representative results
- Investigation of the ESP prototype
 - Particle capture efficiency
 - PM Emission (black carbon / organic compounds)

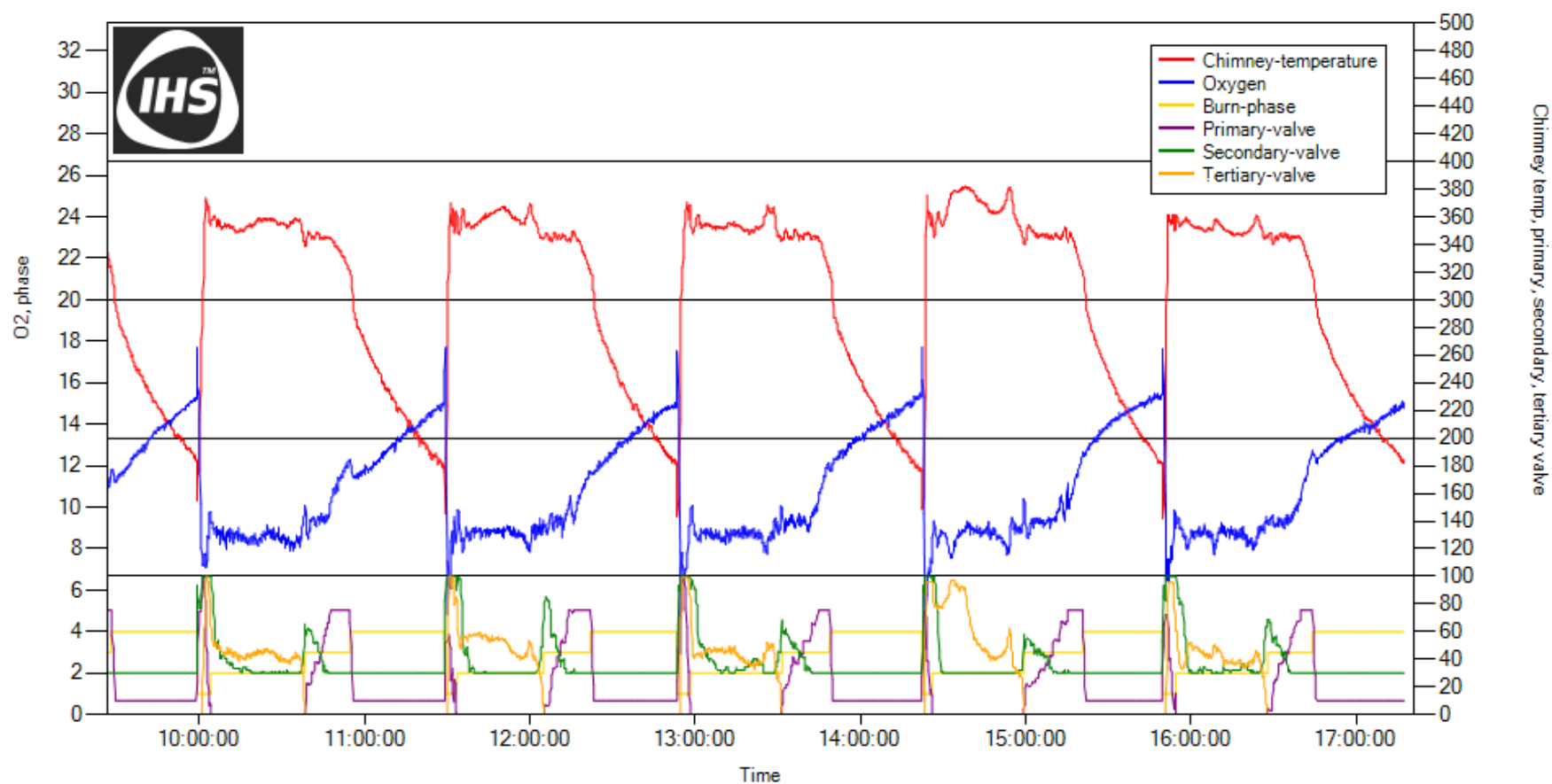
Test set-up at DTU

- 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



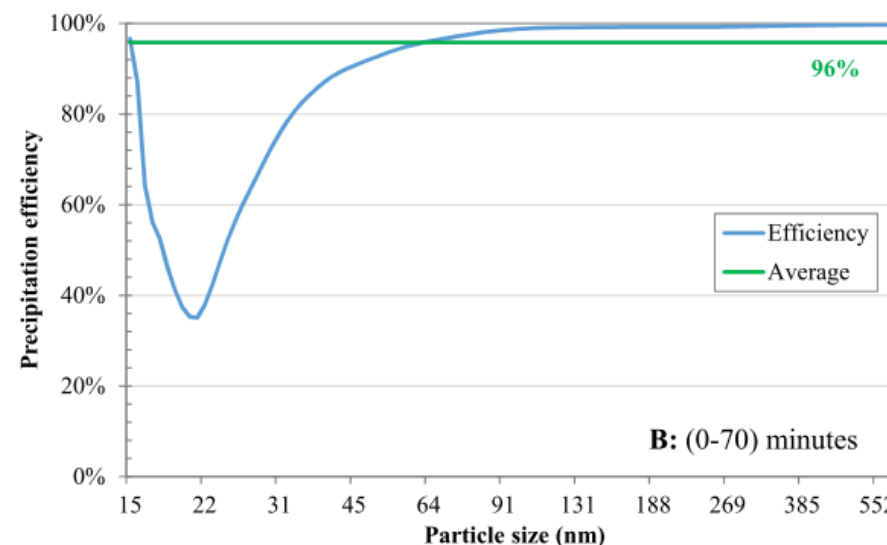
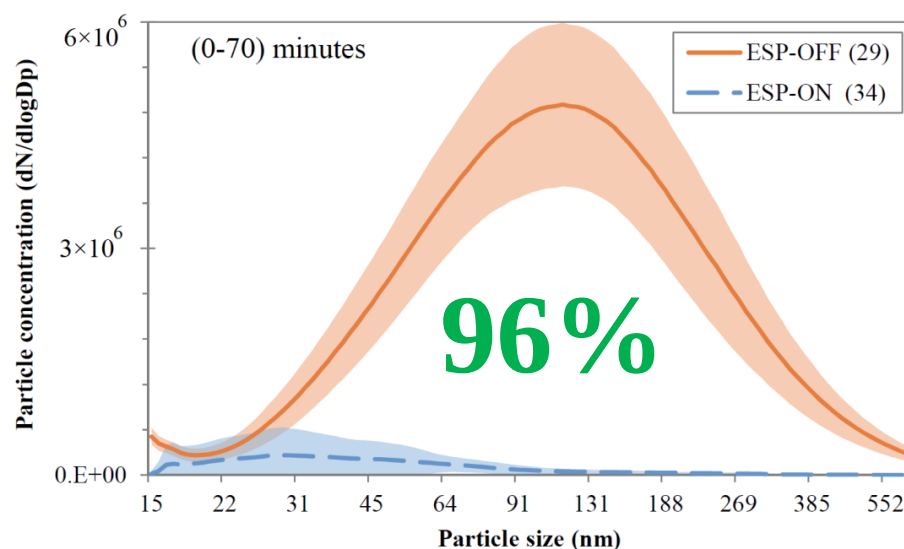
PHX *innovation*

Operation of the stove at DTU



Emitted particle size distribution & capturing efficiency

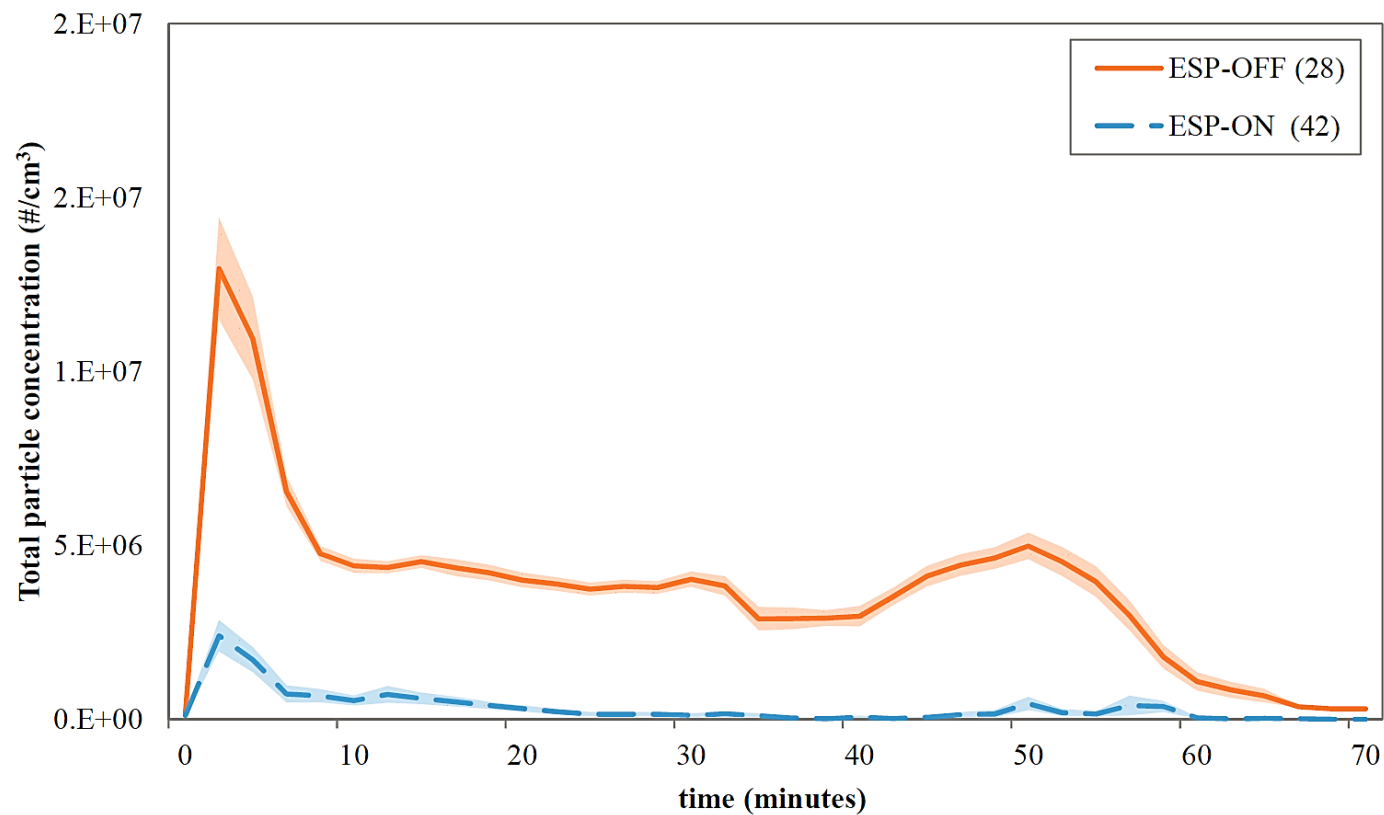
Quantity, 0-70 min, SMPS



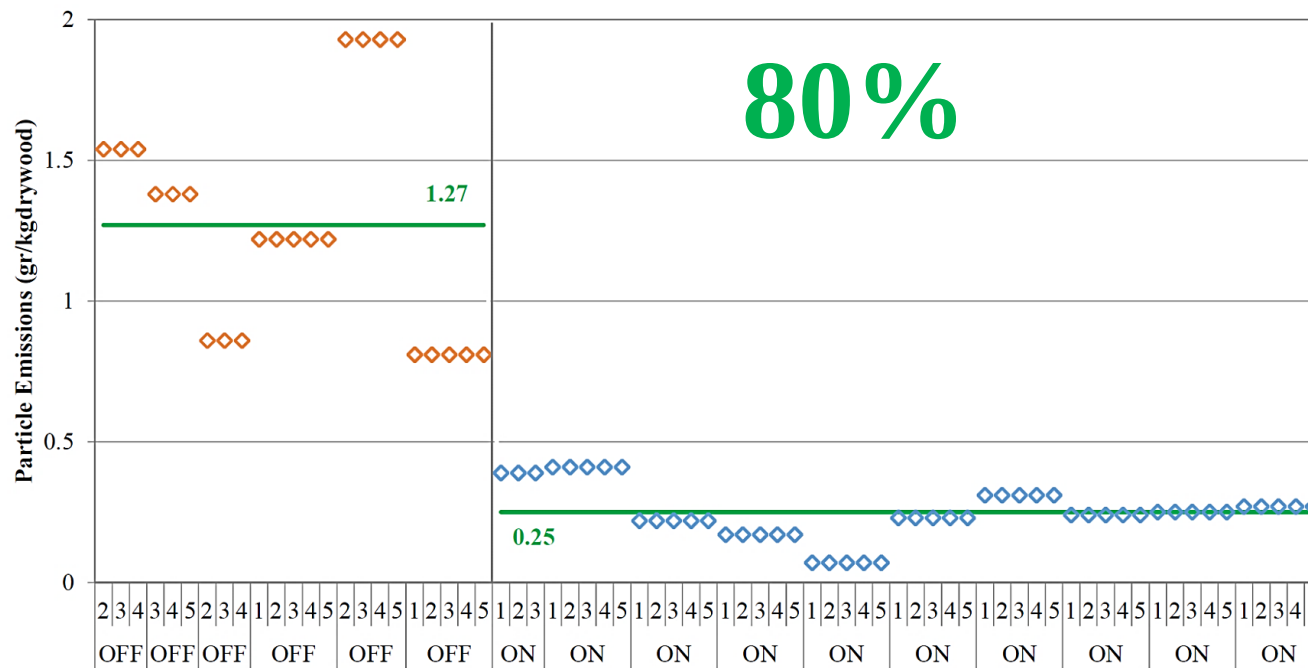
Type of experiment	Number of cases	dN/dlogDp	Std Error
ESP OFF	29	2.5×10^8	1.1×10^7 (5%)
ESP ON	34	1.0×10^7	2.1×10^6 (20%)

Particulate emission reduction 96%

Total averaged particle number concentration

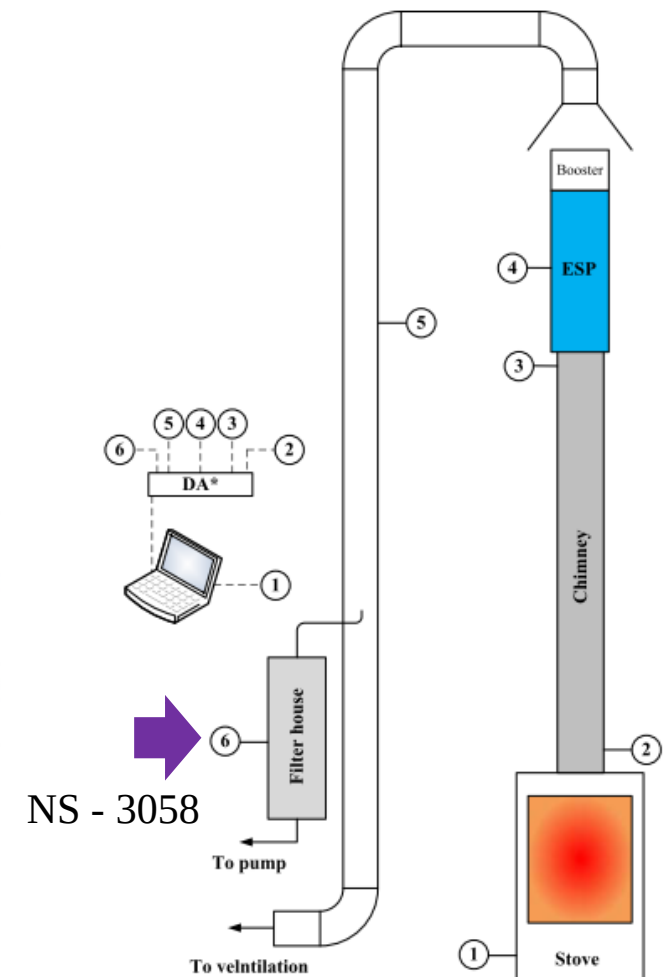


Particle mass - Filter sampling



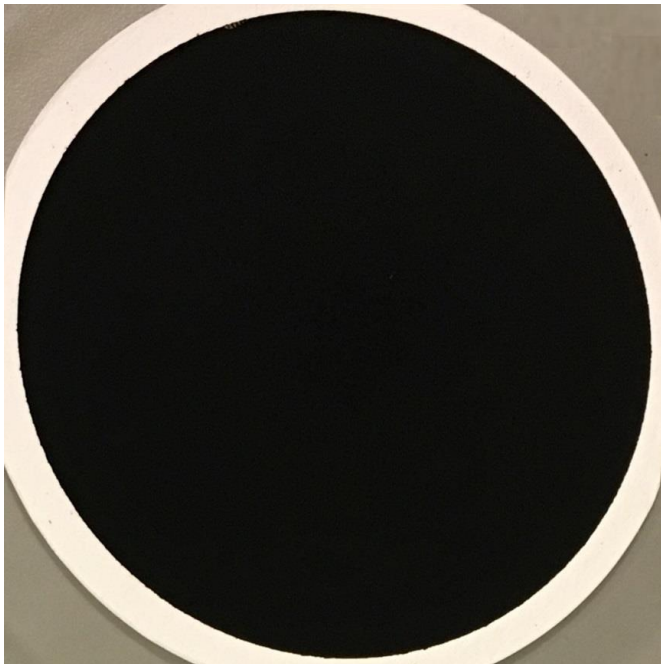
Type of experiment	Number of cases	PE (g/kg _{dw})	Std Deviation
ESP OFF	23	1.27	0.39 (31%)
ESP ON	48	0.25	0.09 (37%)

Particulate emission reduction 80%



Samples collected from dilution tunnel on quartz filters for analysis

PHX *innovation*

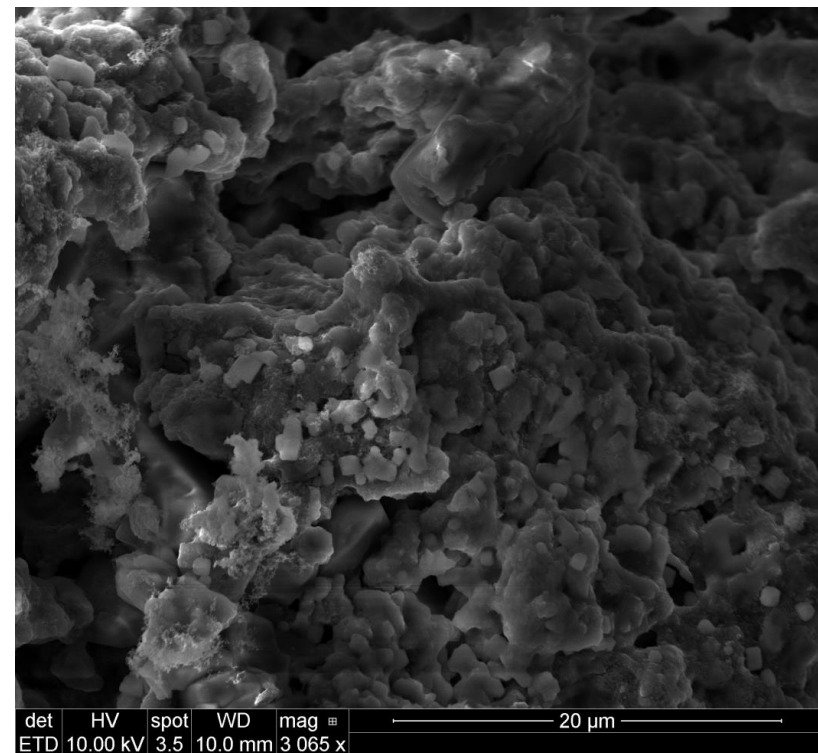
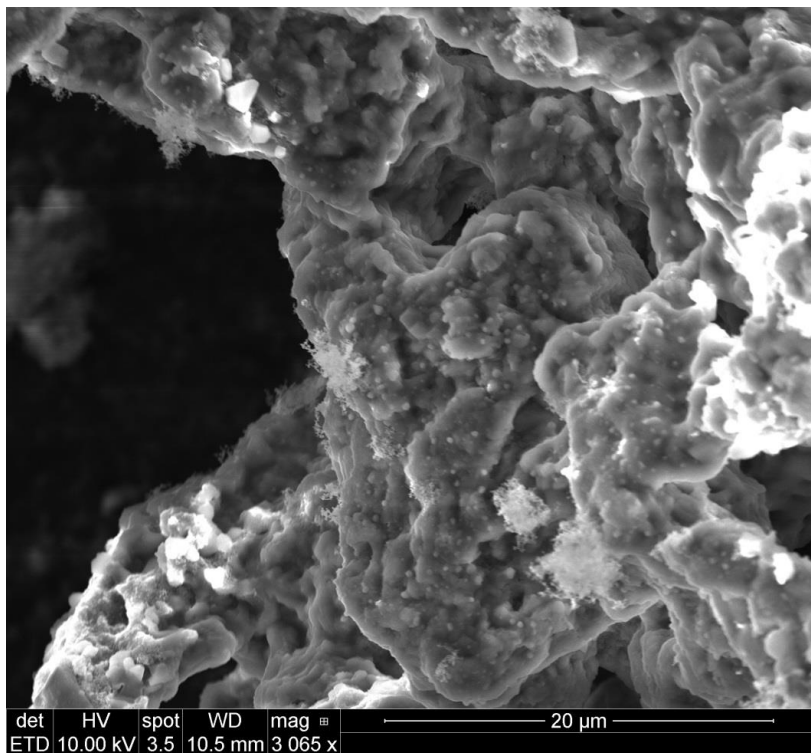


Collected sample on a quartz filter for 1 charge (about 1.75 kg wood logs and dilution factor of about 33) - ESP OFF



Collected sample on a quartz filter for 1 charge (about 1.75 kg wood logs and dilution factor of about 33) - ESP ON

Microscopic images



Analysis of the particles

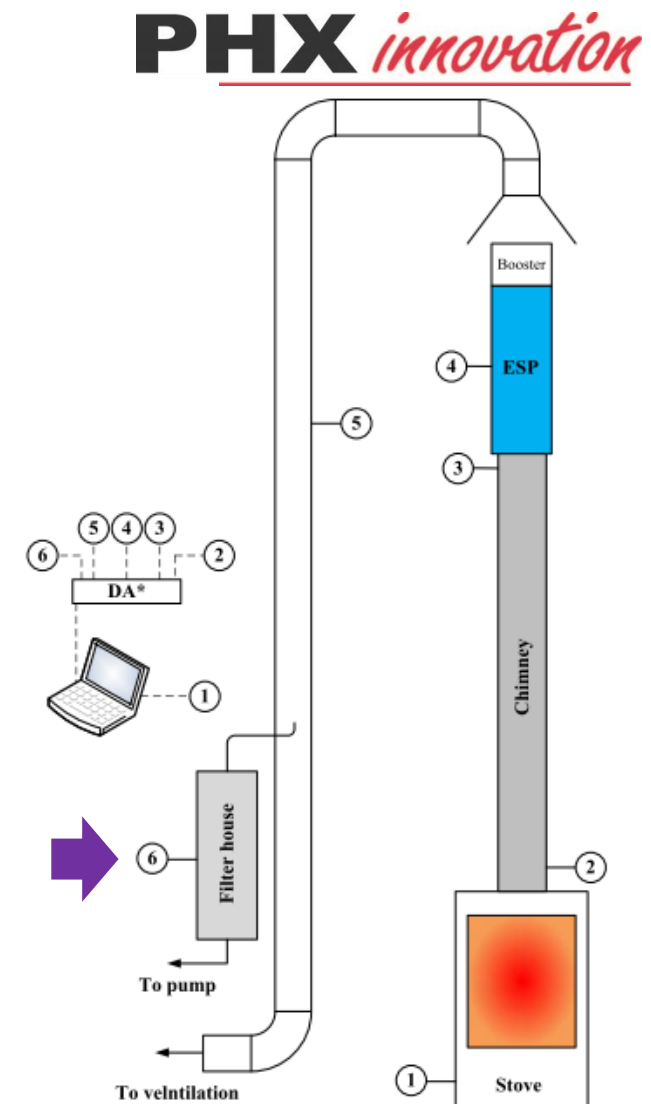
- Black carbon
- Organic Carbon

Experiment	PM (g/kg _{dw})	COC (g/kg _{dw})	Soot (g/kg _{dw})	Ash (g/kg _{dw})
ESP OFF	1.27	0.27	0.87	0.14
ESP ON	0.25	0.09	0.16	0.005
Reduction	80%	66%	82%	97%

PM: Particulate Matter

COC: Condensable Organic Compounds

Soot: Black carbon





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 sod	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 sod	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 sod	Gram/kg træ
Dag 1:	10.124kg	3,64gram	0,359gram
Dag 2:	11.526kg	3,78gram	0,328gram



