



ANVENDELSE AF VEDVARENDE ENERGI TIL VENTILATION AF KAPILLARBRYDENDE LAG UNDER BYGNINGER PÅ FORURENEDE GRUNDE

TEKNOLOGIUDVIKLINGSPROJEKT (UDKAST OKTOBER 2017)

Miljøstyrelsen

Preben Bruun

Region Syddanmark

Kim Risom Thygesen

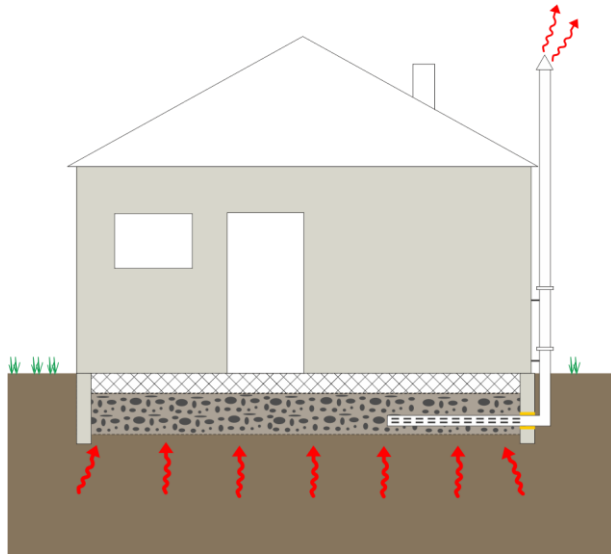
Klaus Bundgaard Mortensen

.....
MILJØMINISTERIET

Miljøstyrelsen



VENTILATION MED VEDVARENDE ENERGY



Passive systemer

- Udnyttelse af **trykforskelle** skabt af vind på bygninger
- Udnyttelse af **termisk opdrift** skabt af temperaturforskelle i og omkring bygninger

Aktive systemer

Solceller og vindturbiner

TEORI OG LITTERATURSTUDIER

Trykforskelle skabt af **vind** på bygninger kan beskrives ved:

Bernoullis ligning

$$p_{\text{vind}} + \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_{\text{vind}}^2 = p_{\text{rør}} + \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_{\text{rør}}^2$$



TEORI OG LITTERATURSTUDIER

Trykforskelle skabt af **vind** på bygninger kan beskrives ved:

Bernoullis ligning

Lukket rør

$$v_{\text{rør}} = 0, v_{\text{vind}} = 3 \text{ m/s} :$$

$$\Delta p = 5 \text{ Pa} (= 1/2 \text{ mm vandsøjle})$$



TEORI OG LITTERATURSTUDIER

Trykforskelle skabt ved **termisk opdrift** i rør kan beskrives ved:

$$\Delta p = h_{\text{afkast}} \cdot g \cdot (\rho_{\text{ind}} - \rho_{\text{afkast}})$$

$$\rho = 353,065/(t+273)$$

Ved ΔT 20 ° C, h_{afkast} 4 meter:

$$\Delta p = 3 \text{ Pa}$$

DESIGN AF VENTILATIONSSYSTEMER

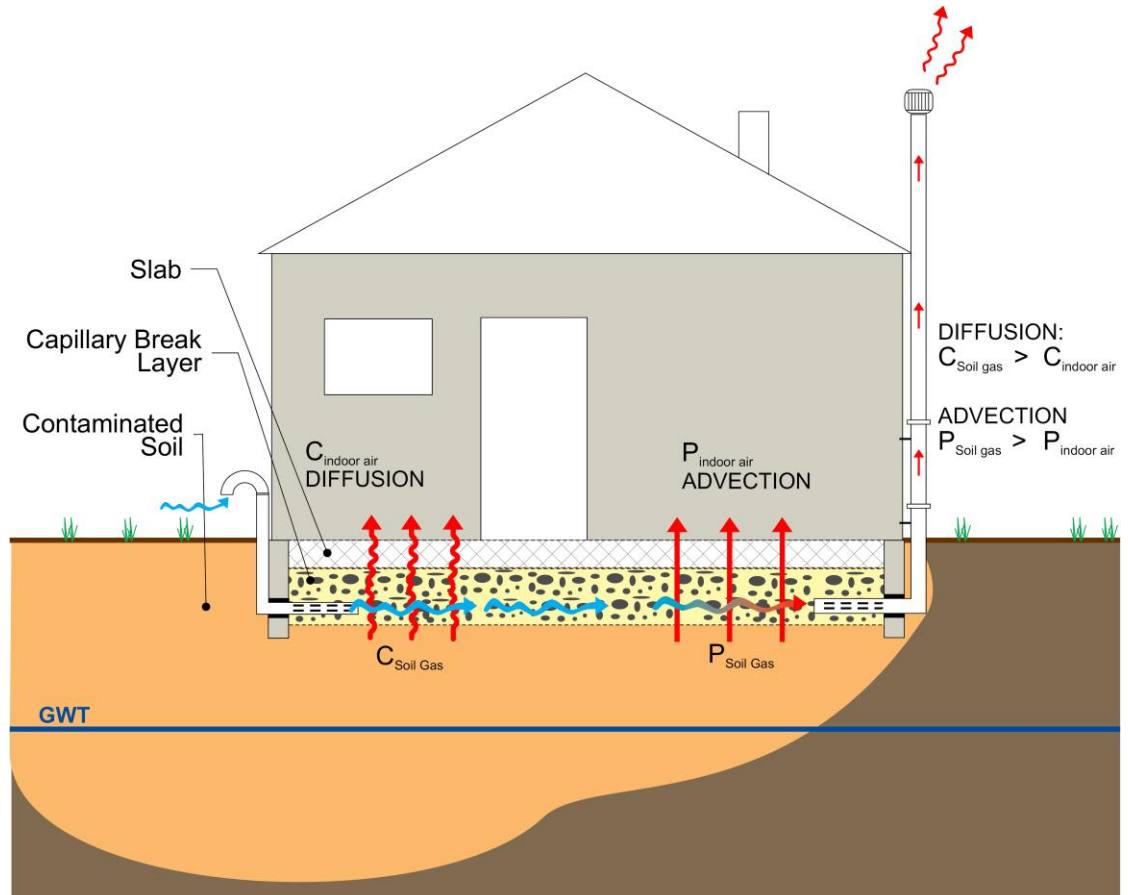


SupaVent 10" Capacity

Wind speed (metres/sec.)	Exhaust volume (m ³ /hour)
1,7 m/s	616 m ³ /h
2,2 m/s	709 m ³ /h
3,3 m/s	911 m ³ /h
4,4 m/s	1116 m ³ /h
5,6 m/s	1358 m ³ /h

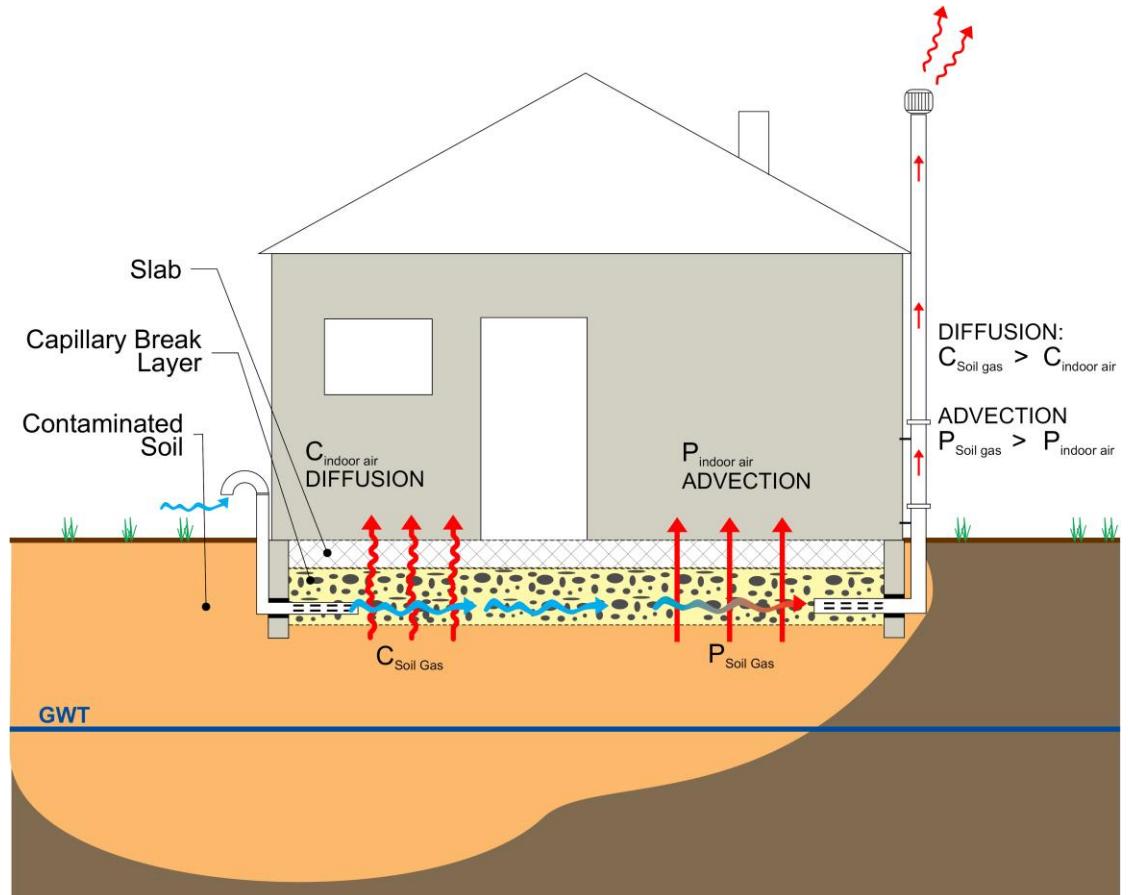
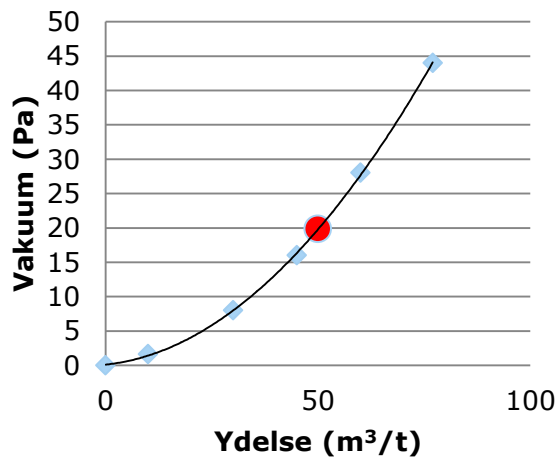
DESIGN AF VENTILATIONSSYSTEMER

1. Nødvendigt luftskifte under gulv



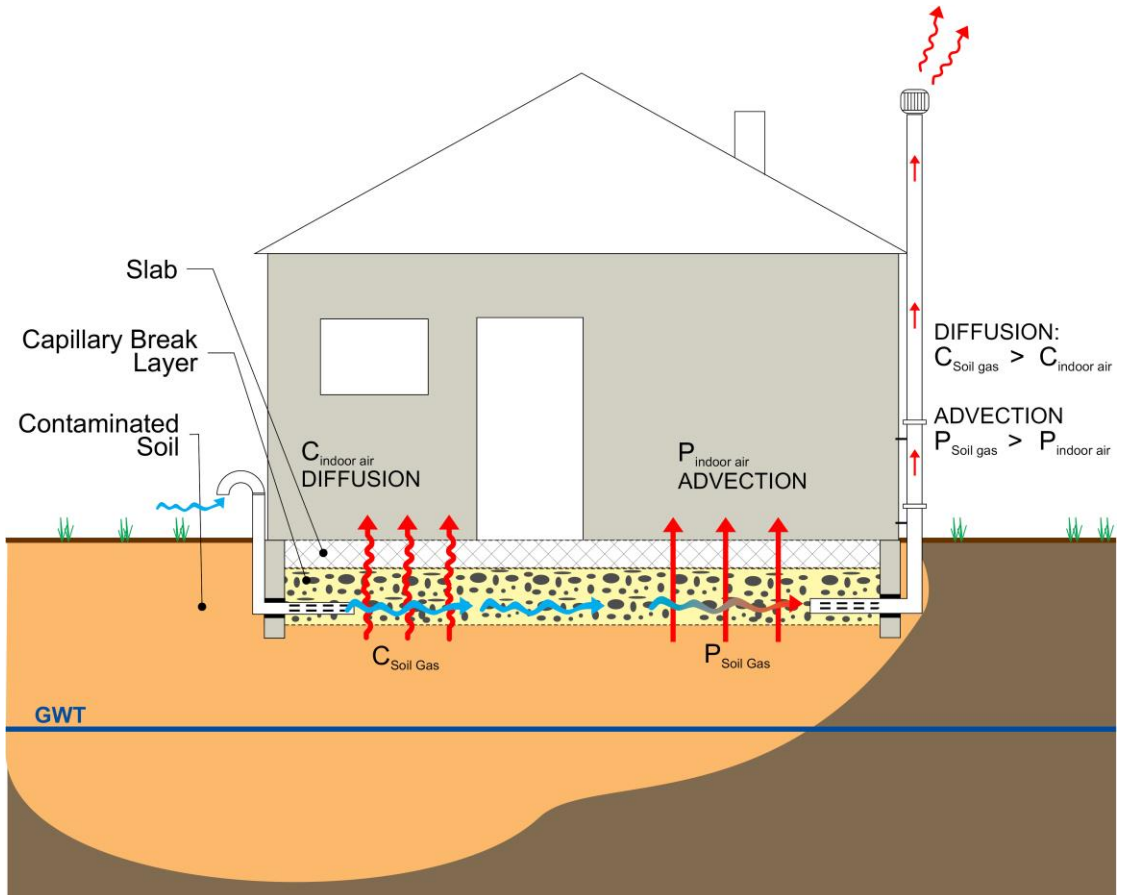
DESIGN AF VENTILATIONSSYSTEMER

2. Det samlede tryktab i ventilationssystemet



DESIGN AF VENTILATIONSSYSTEMER

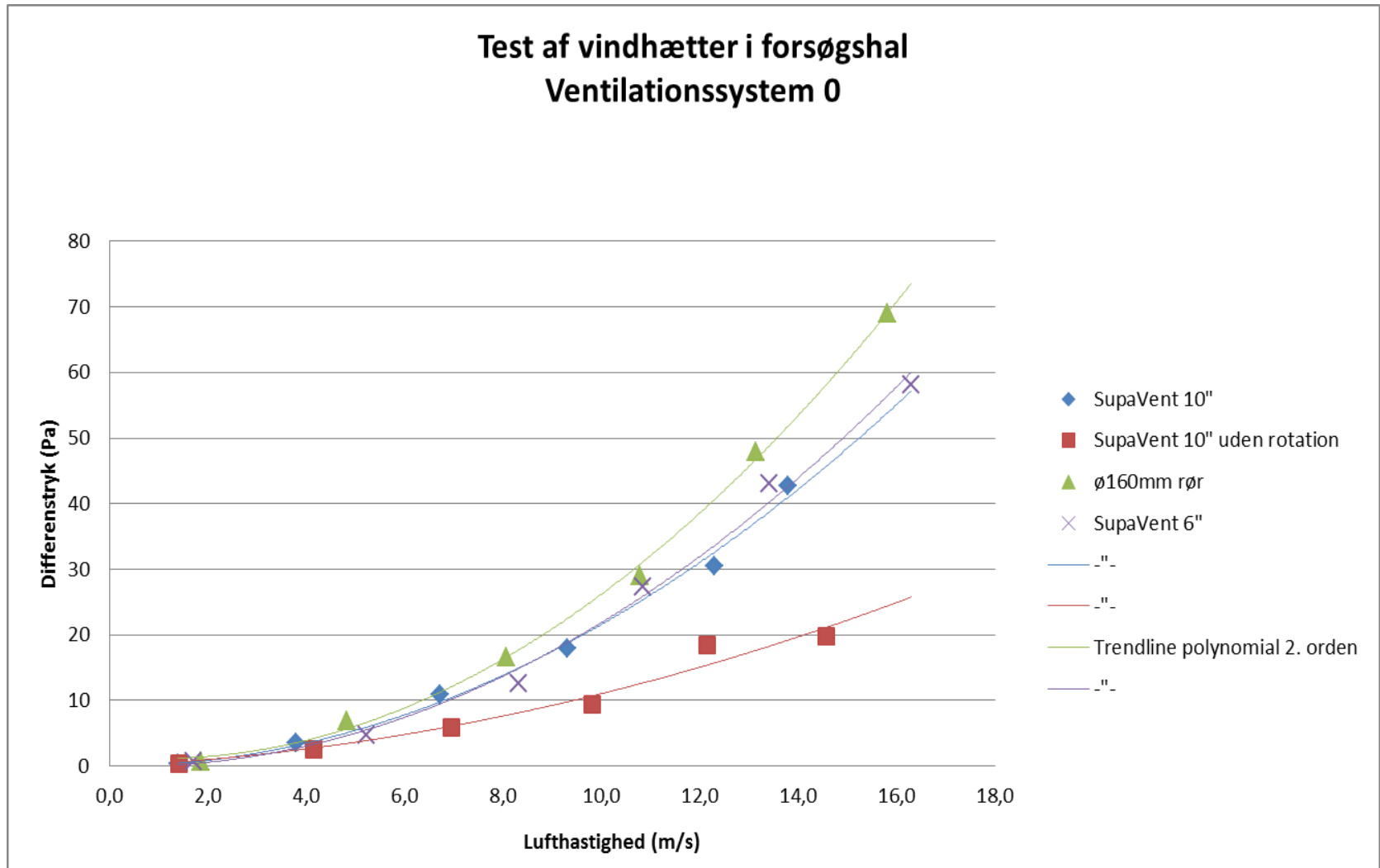
3. Metode til at drive luften gennem systemet





TEST AF VINDHÆTTER I FORSØGSHAL (2014)



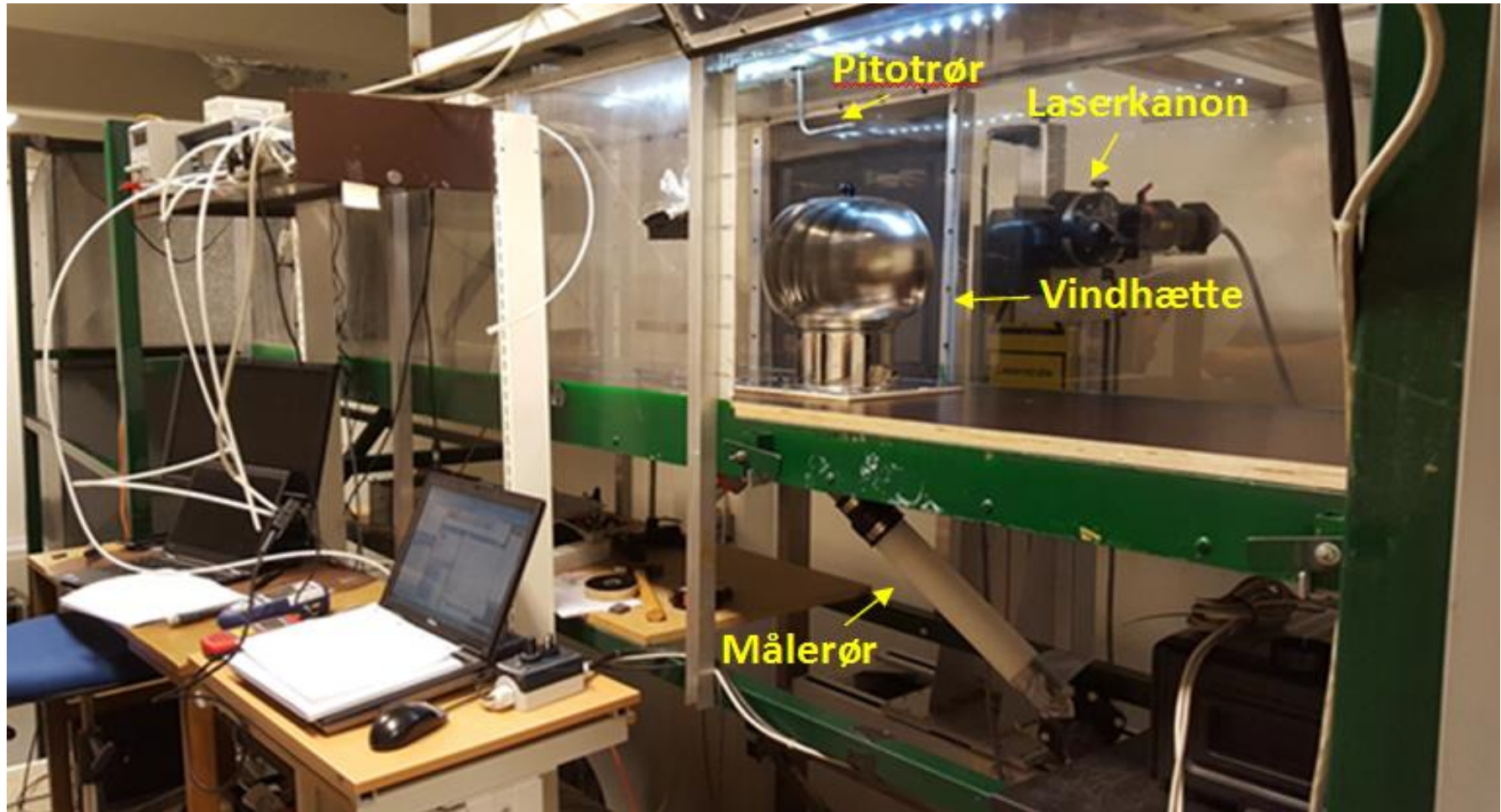
TEST AF VINDHÆTTER I FORSØGSHAL (2014)



TEST AF VINDHÆTTER

		
Supaventio (10'')	Supavent6 (6'')	Turbomax (Ø150)
		
Ventilationshætte Ø160	PVC-muffe (Ø160)	

TEST AF VINDHÆTTER I VINDTUNNEL



TEST AF VINDHÆTTER I VINDTUNNEL

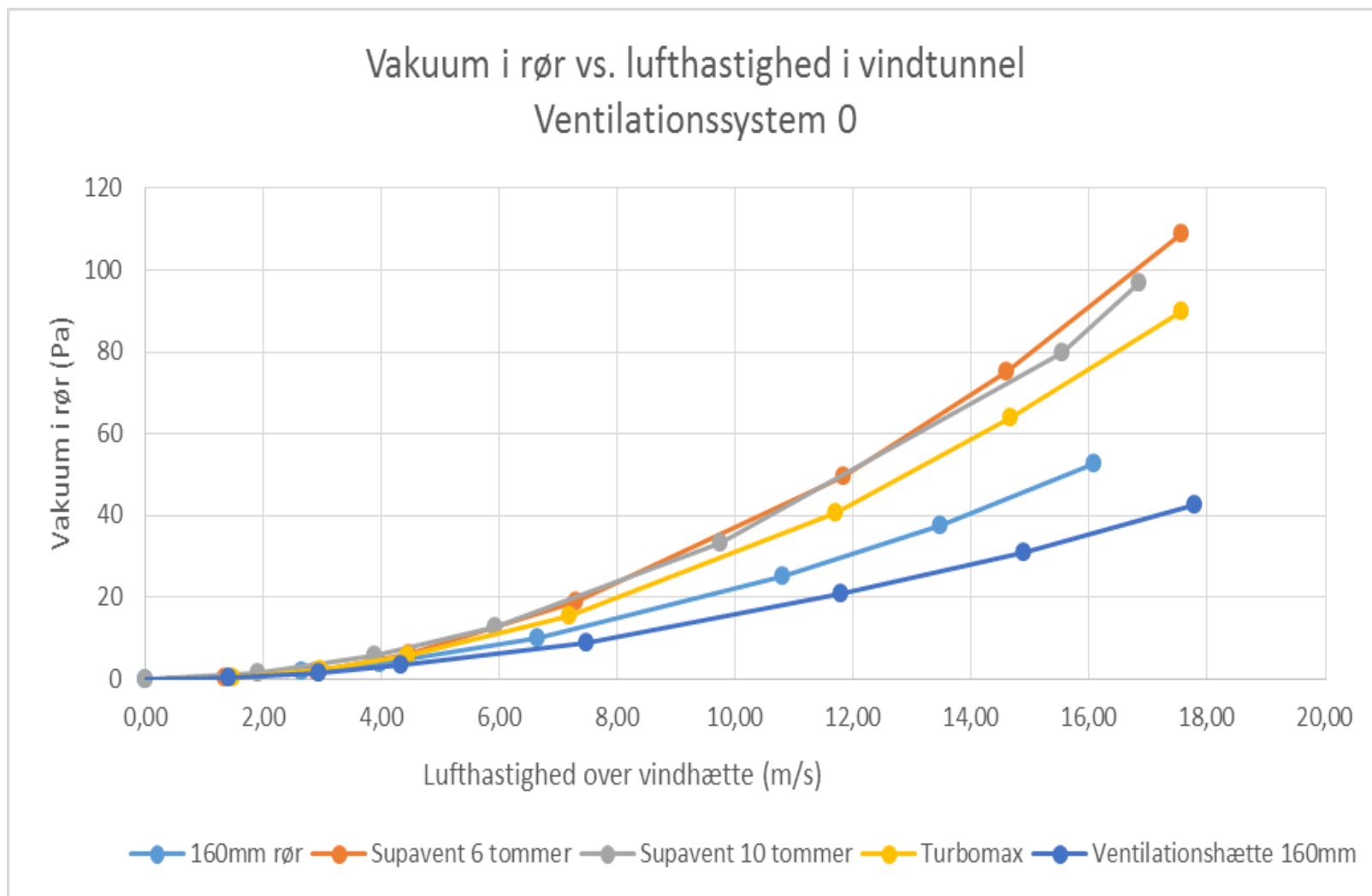


TEST AF VINDHÆTTER

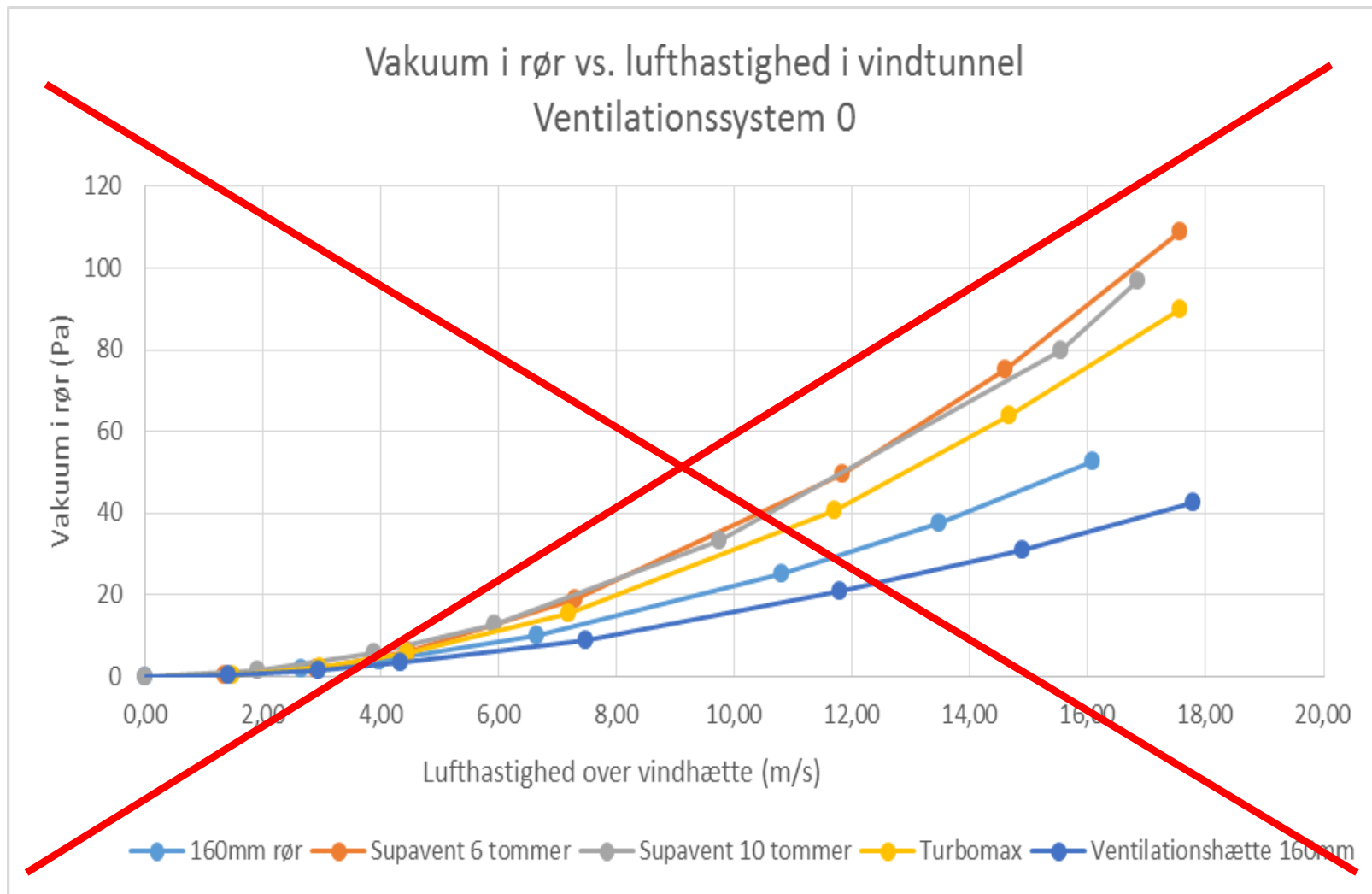
Ventilationssystem	Luftindtag	Areal af luftindtag (cm ²)
System 0	Lukket prop	0
System 1	2 x ø4 mm	0,3
System 2	3 x ø4 mm, 1 x ø10 mm	1,2
System 3	3 x ø4 mm, 2 x ø10 mm	1,9
System 4	Ingen prop	15,9



TEST AF VINDHÆTTER I VINDTUNNEL



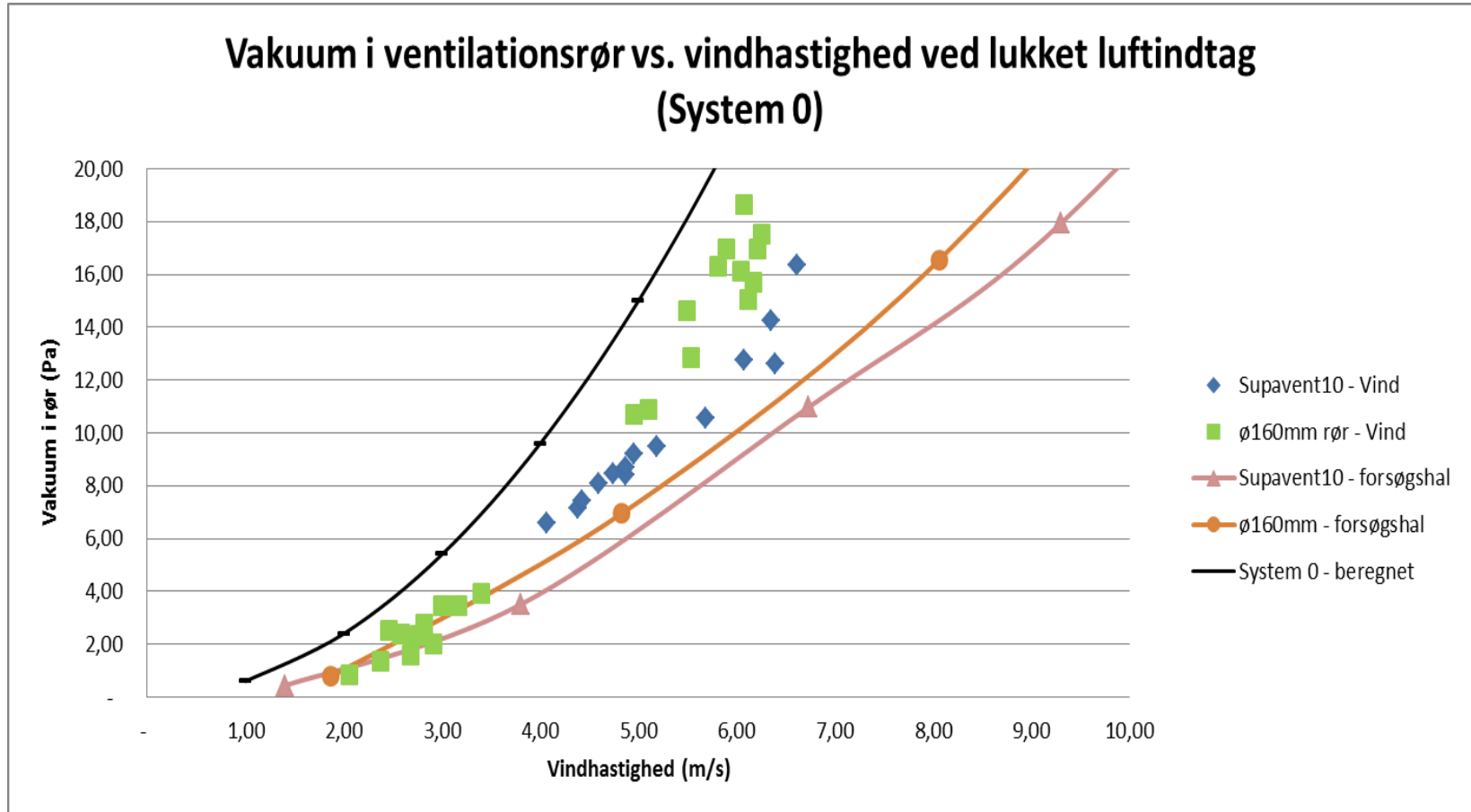
TEST AF VINDHÆTTER I VINDTUNNEL



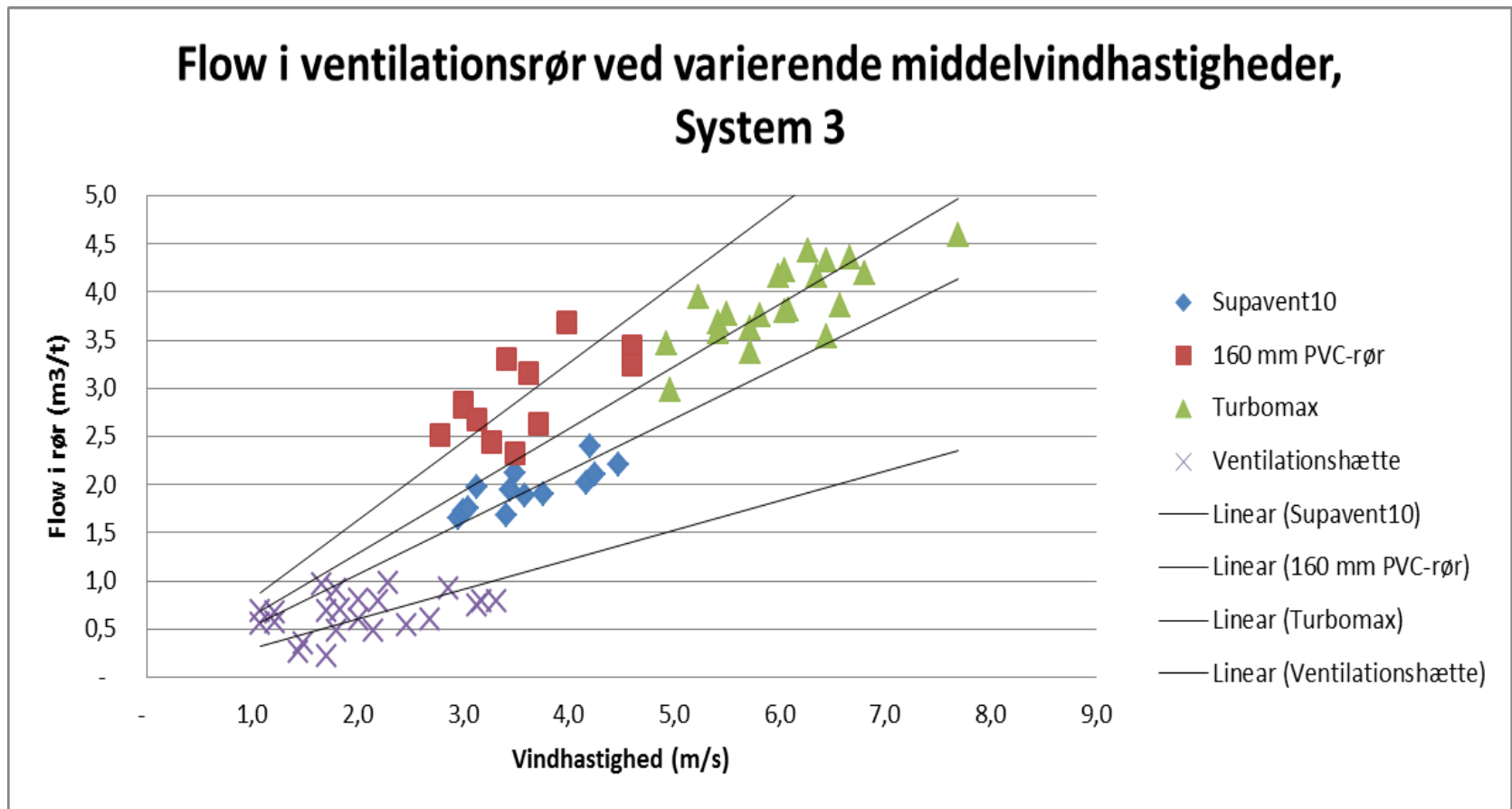
TEST AF VINDHÆTTER I FRI LUFT



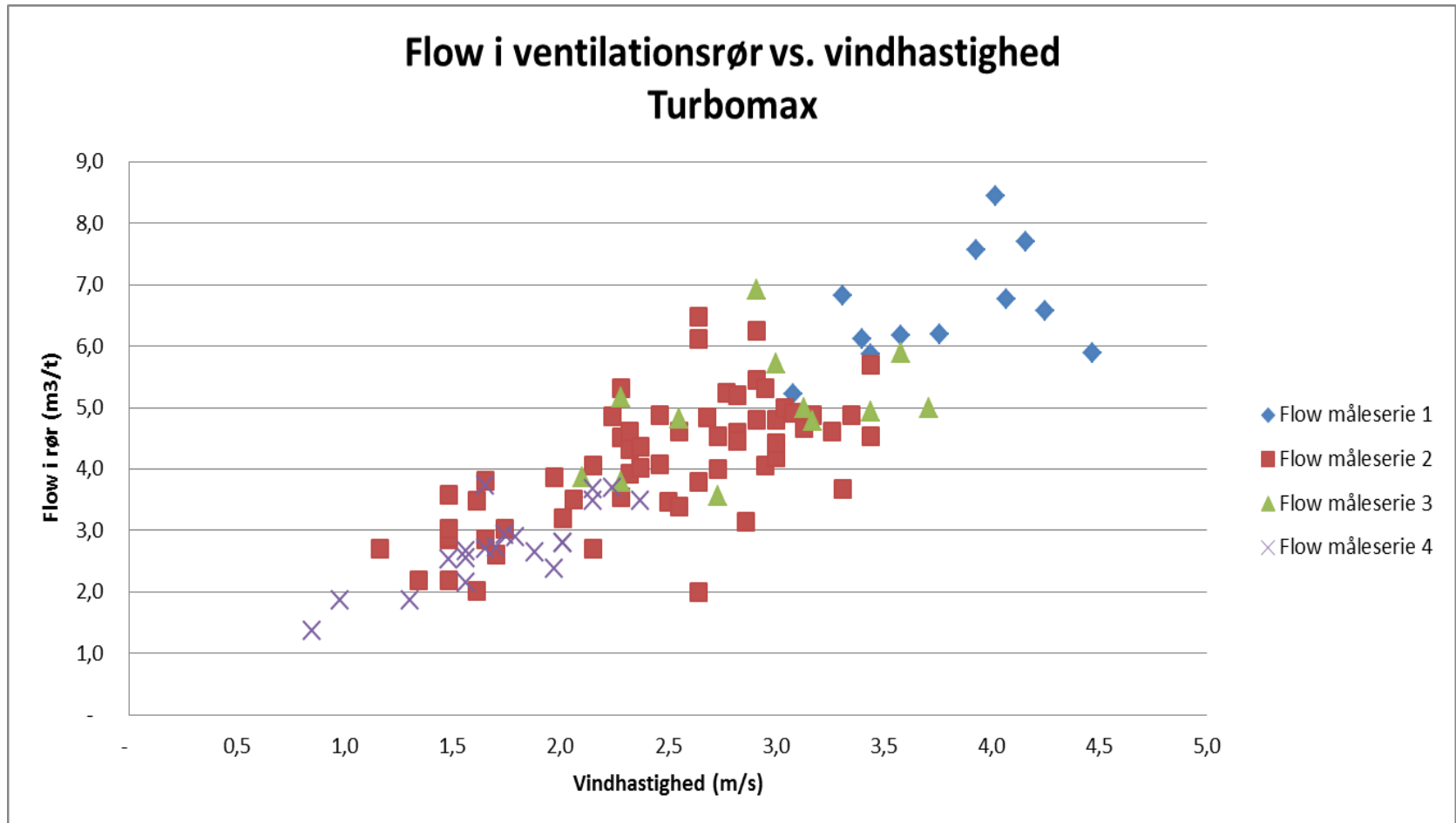
TEST AF VINDHÆTTER I FRI LUFT



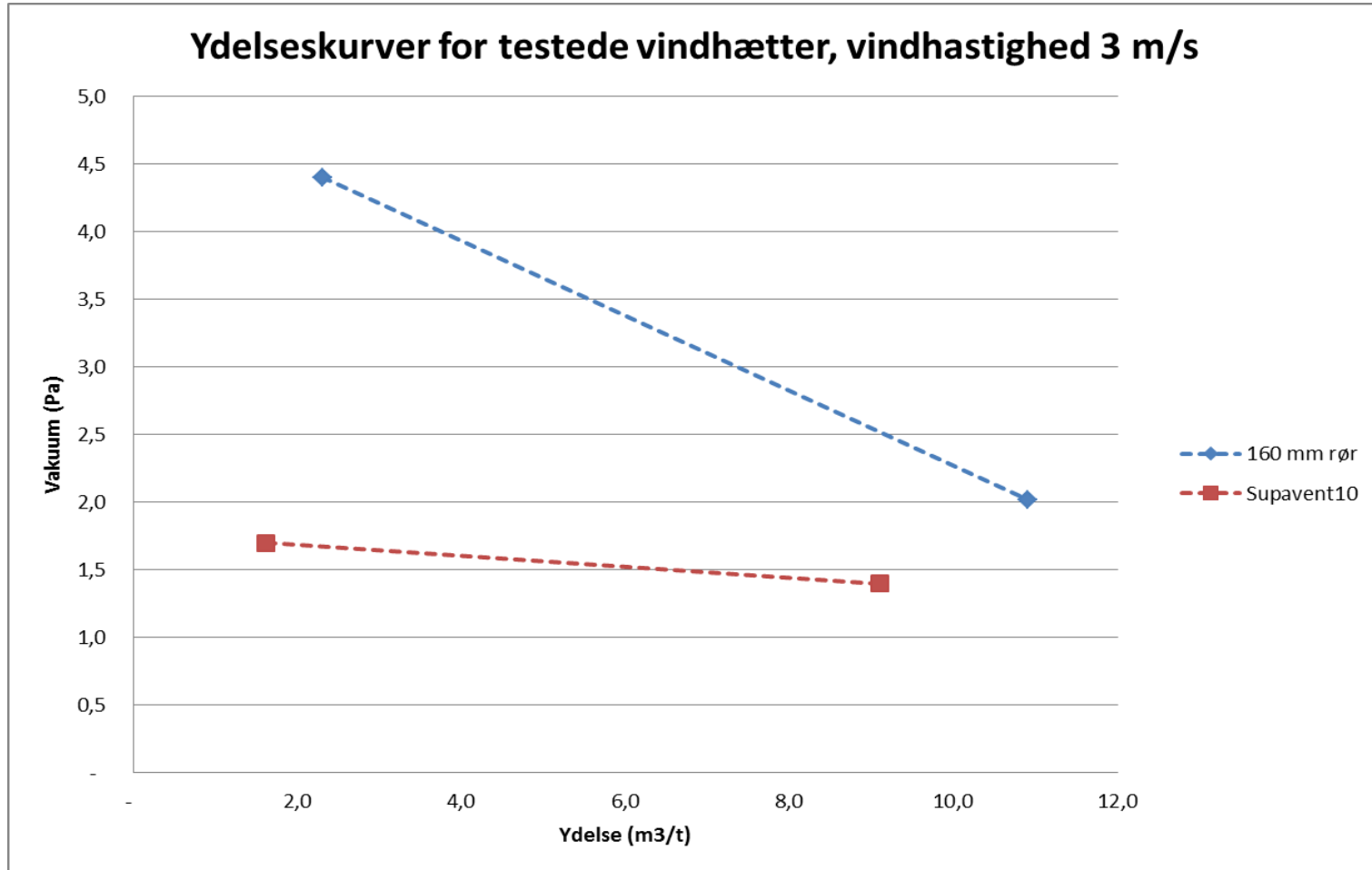
TEST AF VINDHÆTTER I FRI LUFT



TEST AF VINDHÆTTER I FRI LUFT

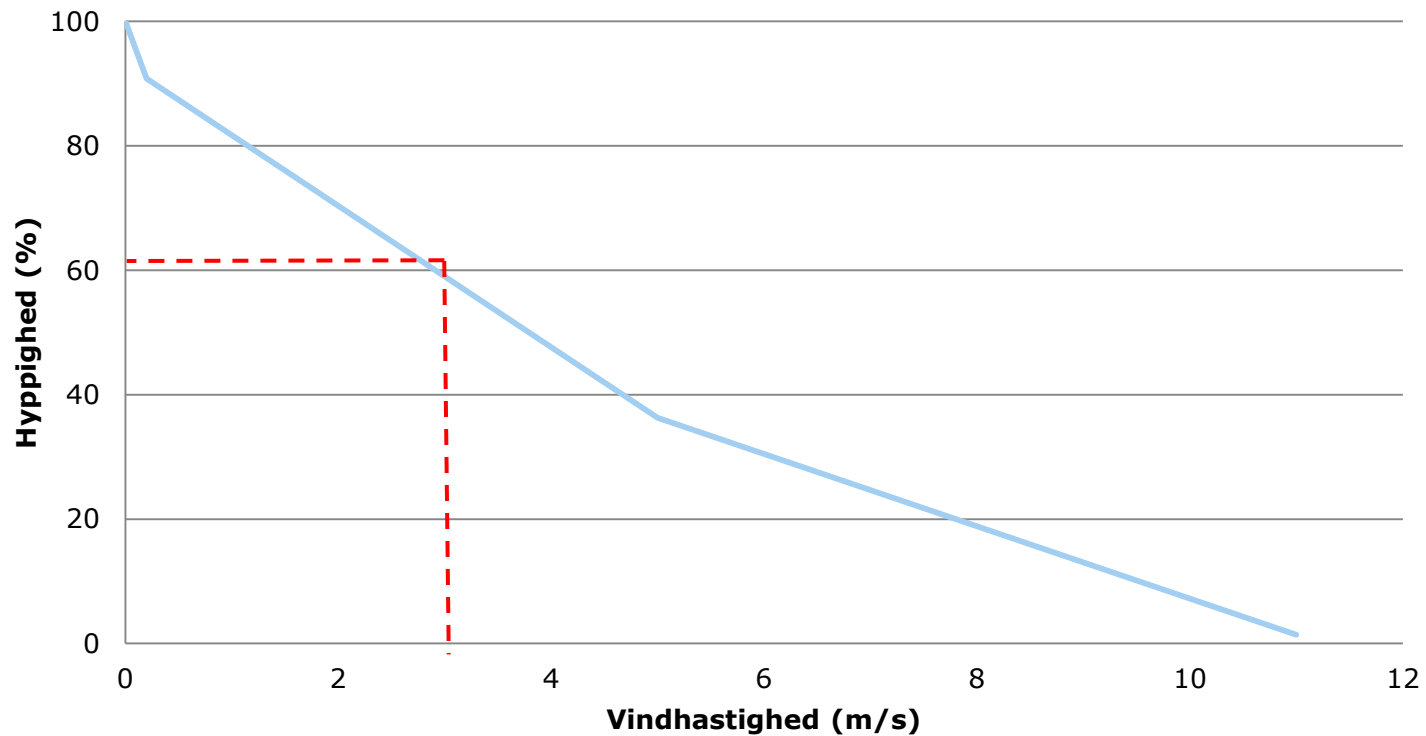


TEST AF VINDHÆTTER I FRI LUFT

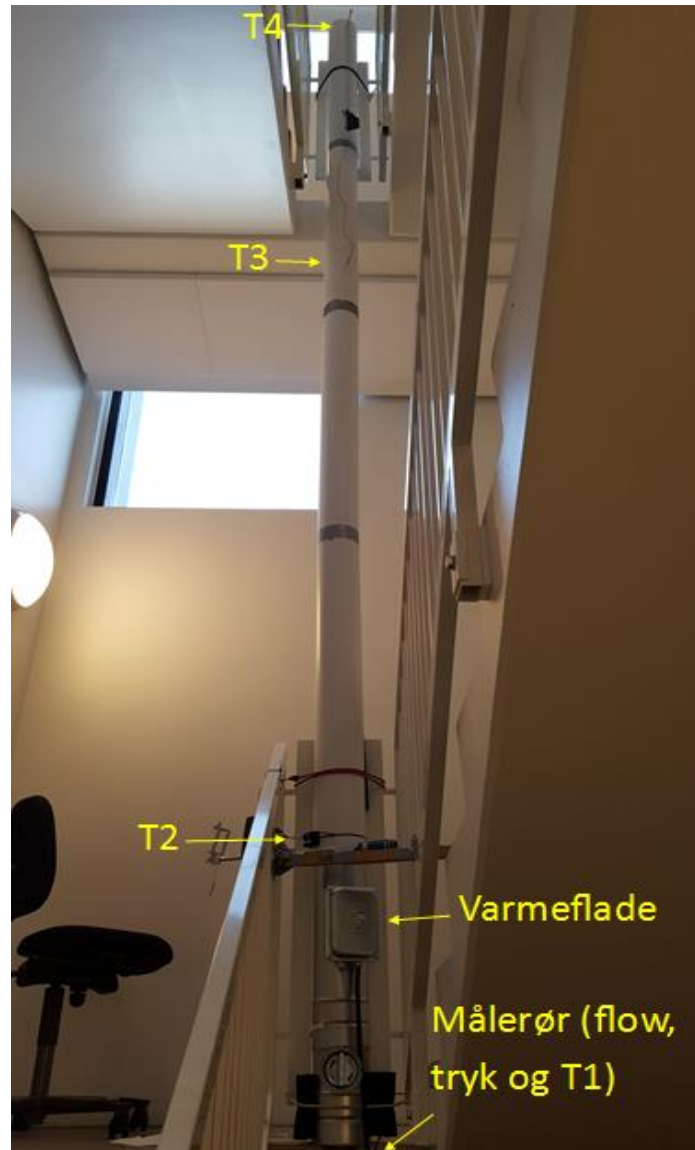


DRIVKRÆFTER I VENTILATIONSSYSTEMER

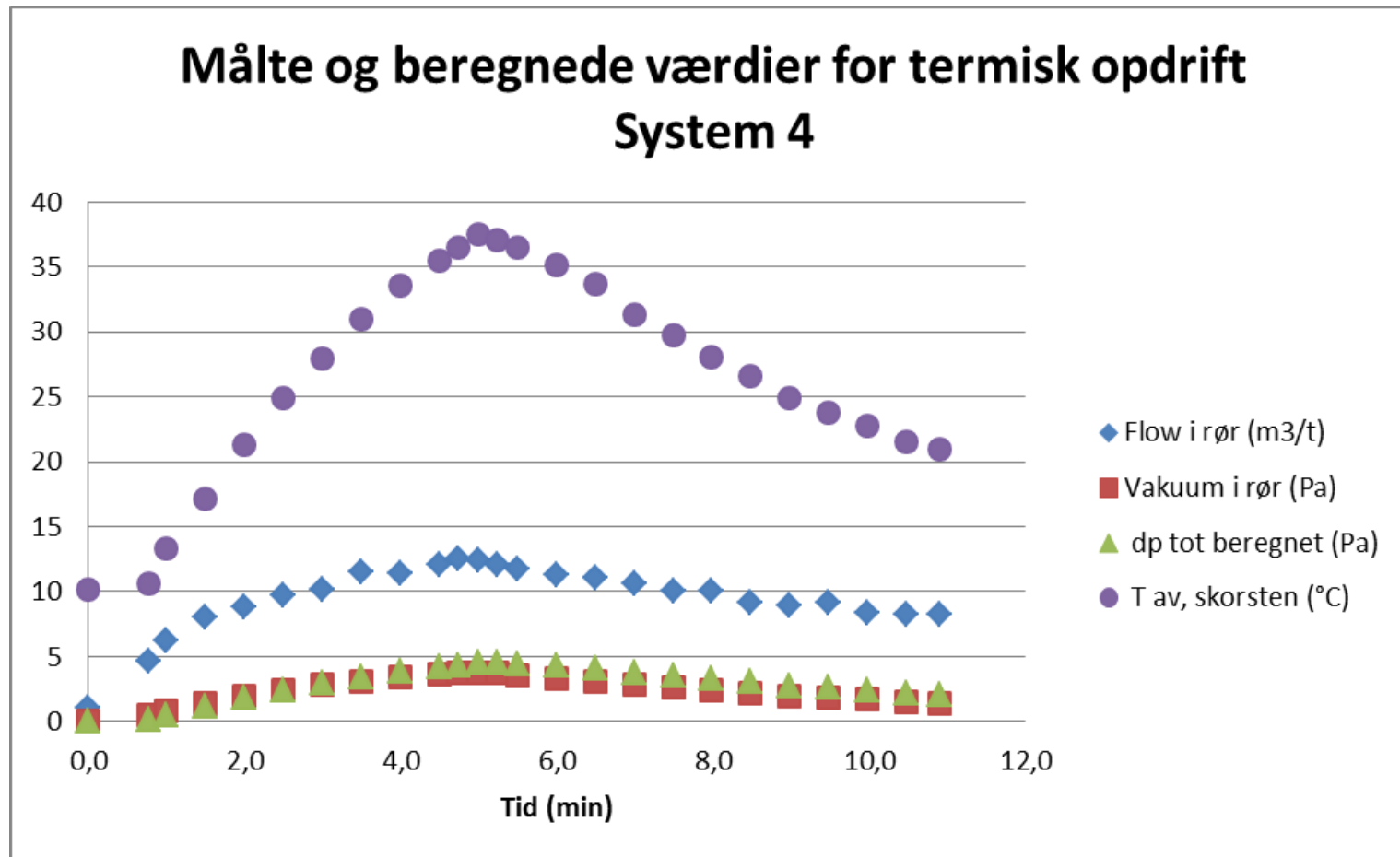
Hyppighed af vindhastigheder, Billund (DMI)



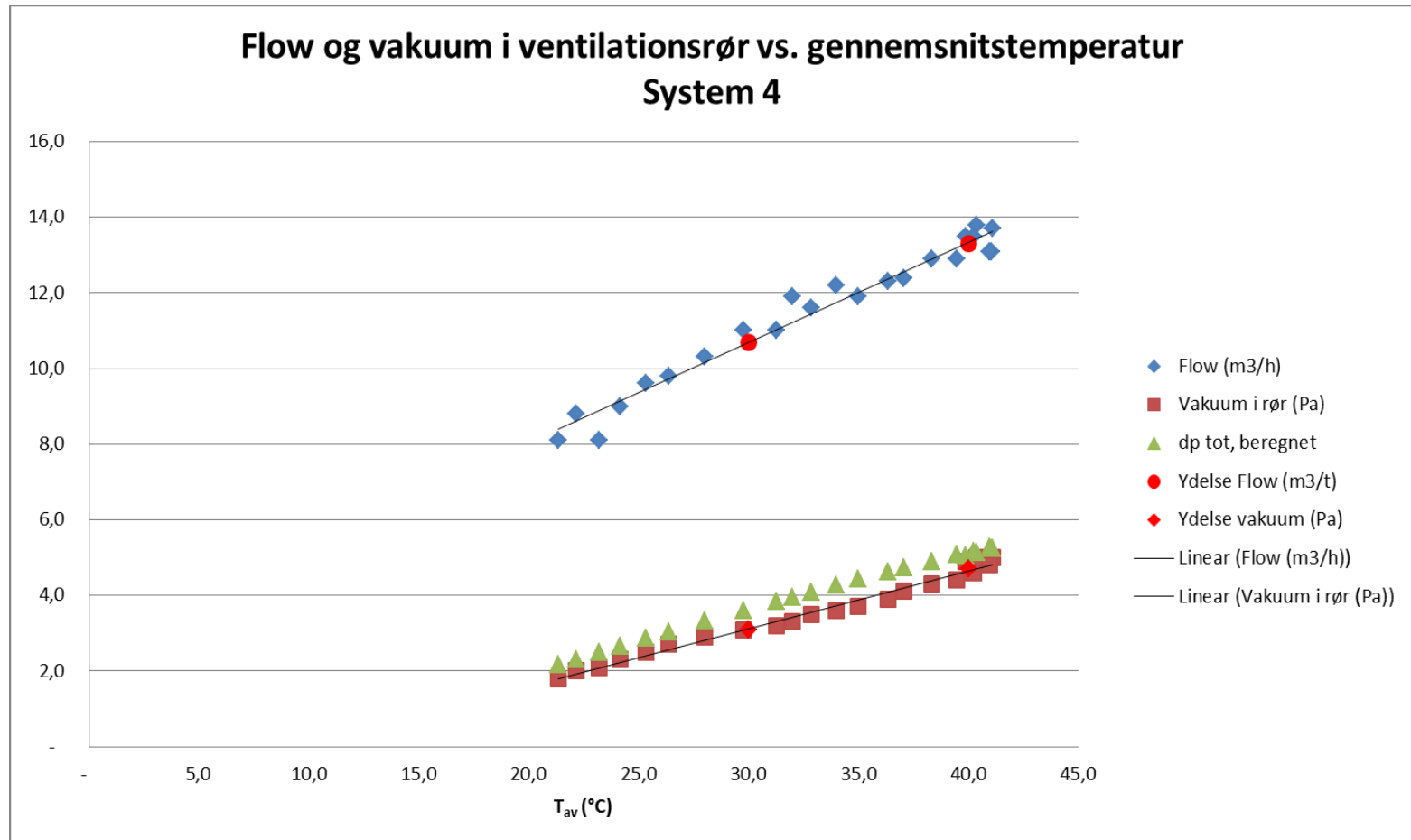
FORSØG MED TERMISK OPDRIFT



FORSØG MED TERMISK OPDRIFT



FORSØG MED TERMISK OPDRIFT



FORSØG MED TERMISK OPDRIFT

Flow (m³/t)	Dif. tryk (Pa)	Temperaturstigning (°C)	Effekttag (W)
10	2	20	72
10	3,2	30	108

KONKLUSION

- Vindhætter bidrager **ikke** til øget ventilation
- Termisk opdrift vurderes at kunne drives ved hjælp af et mindre solcelleanlæg
- Drivtryk for vinddrevet ventilation og termisk opdrift er på samme niveau

SPØRGSMÅL?