



EFFEKT AF TERMISK OPDRIFT VED PASSIV VENTILATION TIL SIKRING AF INDEKLIMA

ATV VINTERMØDE, DEN 10. MARTS 2021

JAKOB SKOVSGAARD, AARHUS KOMMUNE (TIDL. RAMBØLL)

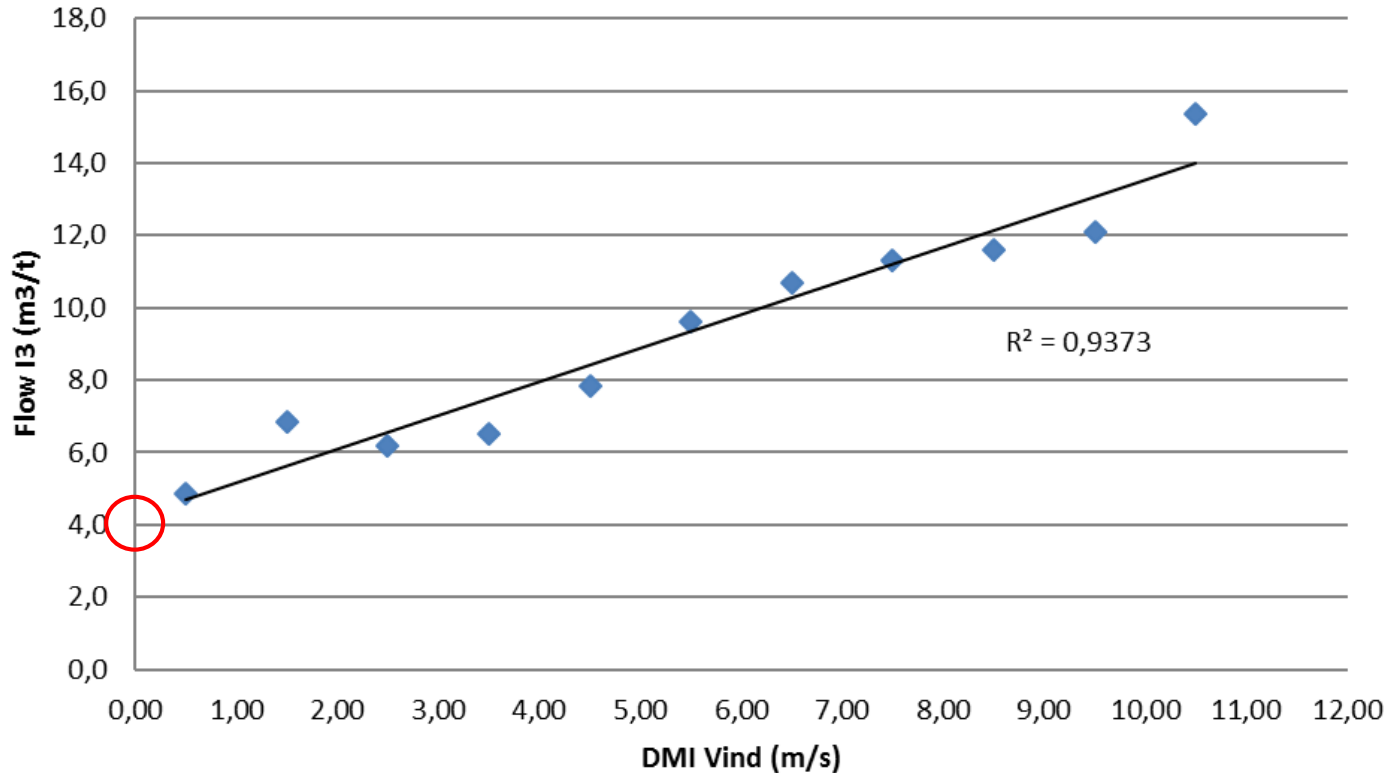
FORMÅL

Fokus på termisk opdrift til passiv ventilation

- Metodens potentiale for anvendelse til sikring af indeklima
- Erfaringer fra en case
- Beregning af drivkræfter
- Målepunkter til monitorering
- Hvad har vi brug for at vide mere om?

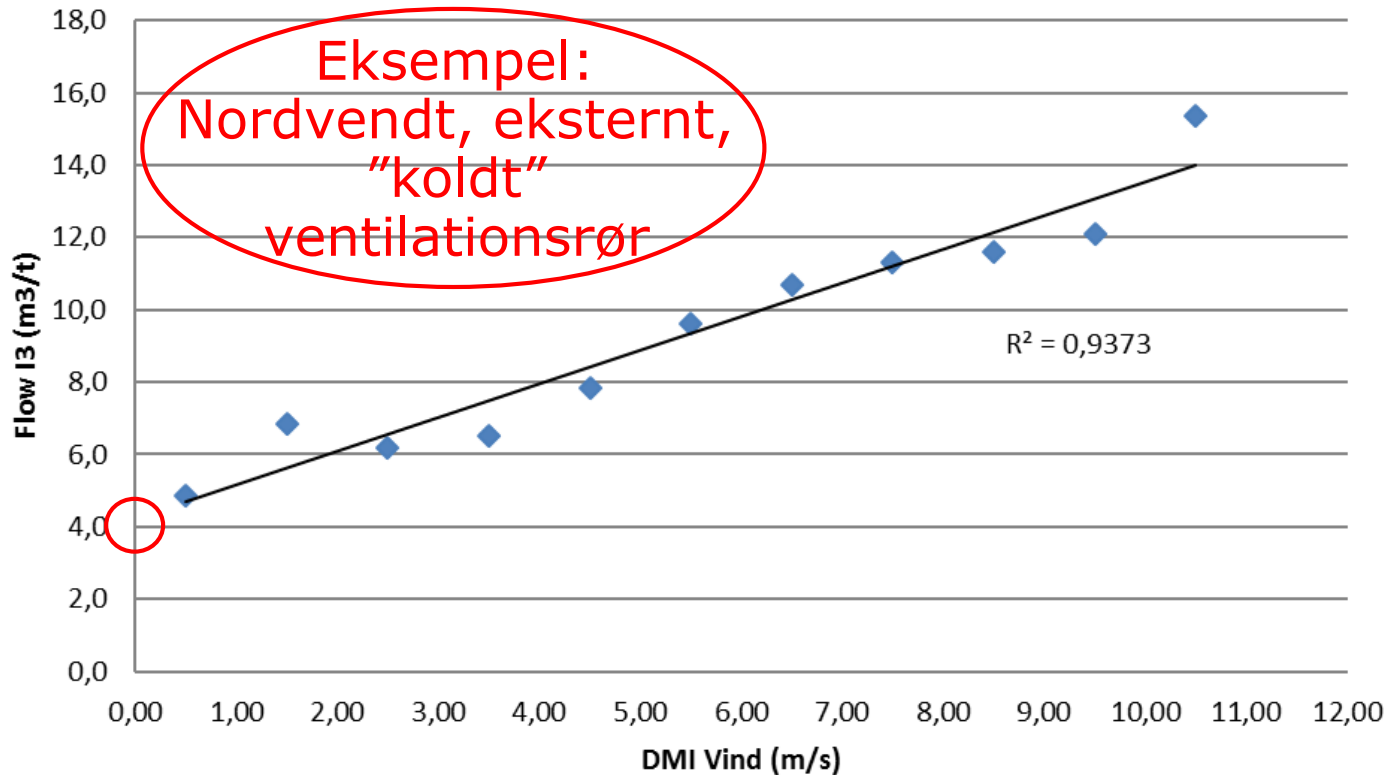
POTENTIALET FOR METODENS ANVENDELSE

Tidligere eksempler viser flow ved vindstille



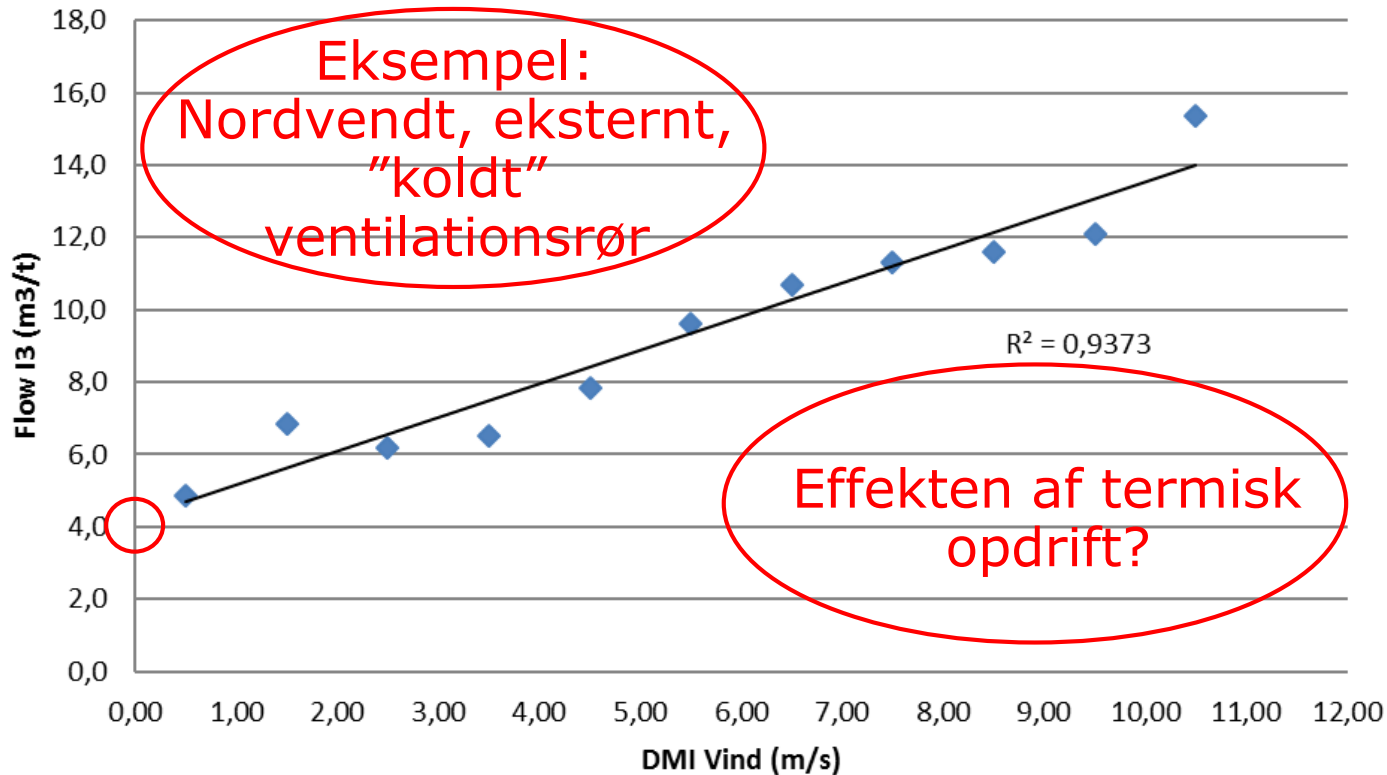
POTENTIALT FOR ANVENDELSE AF TERMISK OPDRIFT

Tidligere eksempler med flow ved vindstille



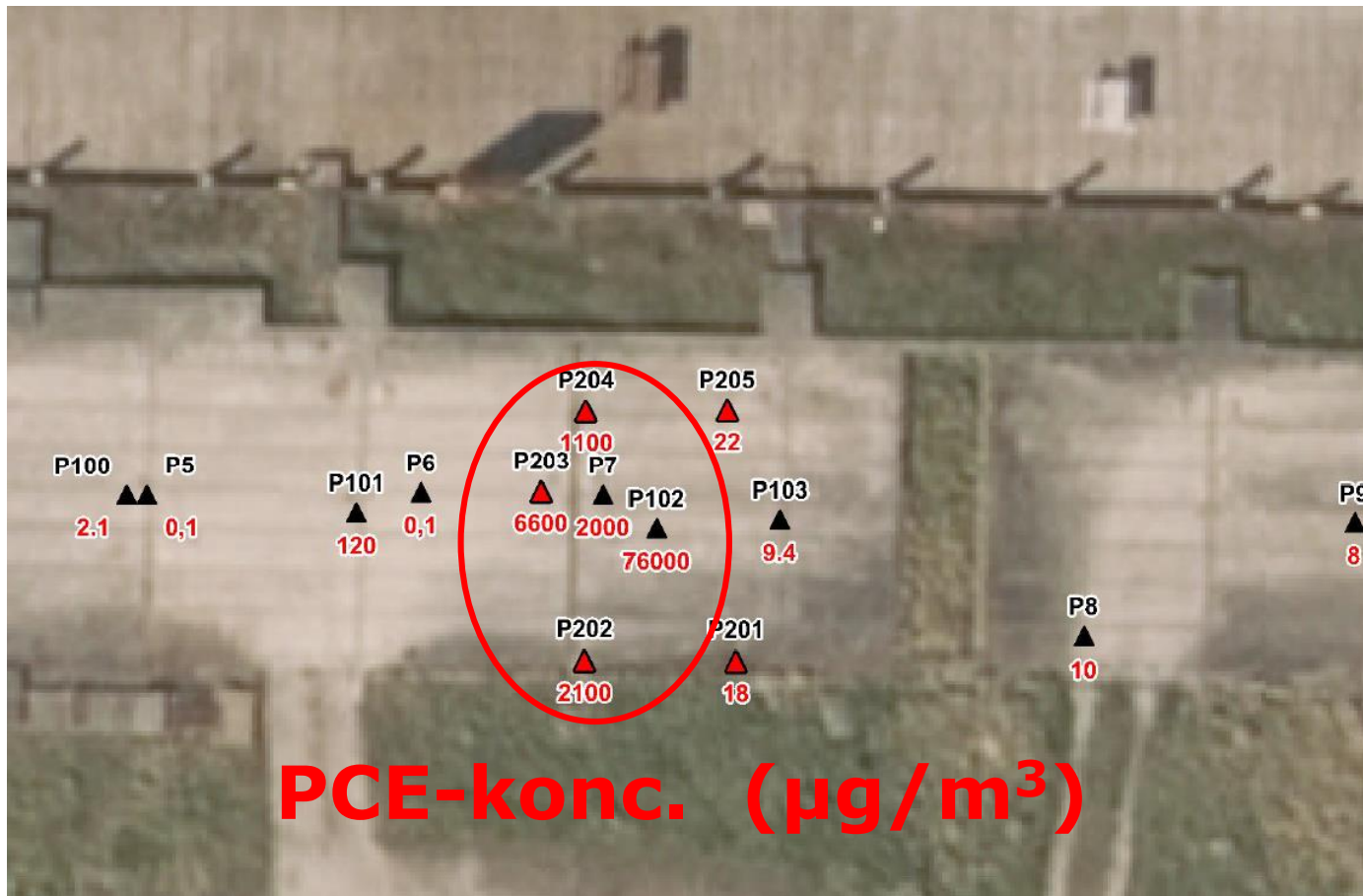
POTENTIALET FOR ANVENDELSE AF TERMISK OPDRIFT

Tidligere eksempler med flow ved vindstille



CASE - BAGGRUND

Forurening i poreluft ca. 0,8 m under huldæk



Huldæk



CASE - BAGGRUND

Forurening i poreluft ca. 0,8 m under huldæk



Huldæk



CASE - BAGGRUND

Forurening i poreluft ca. 0,8 m under huldæk

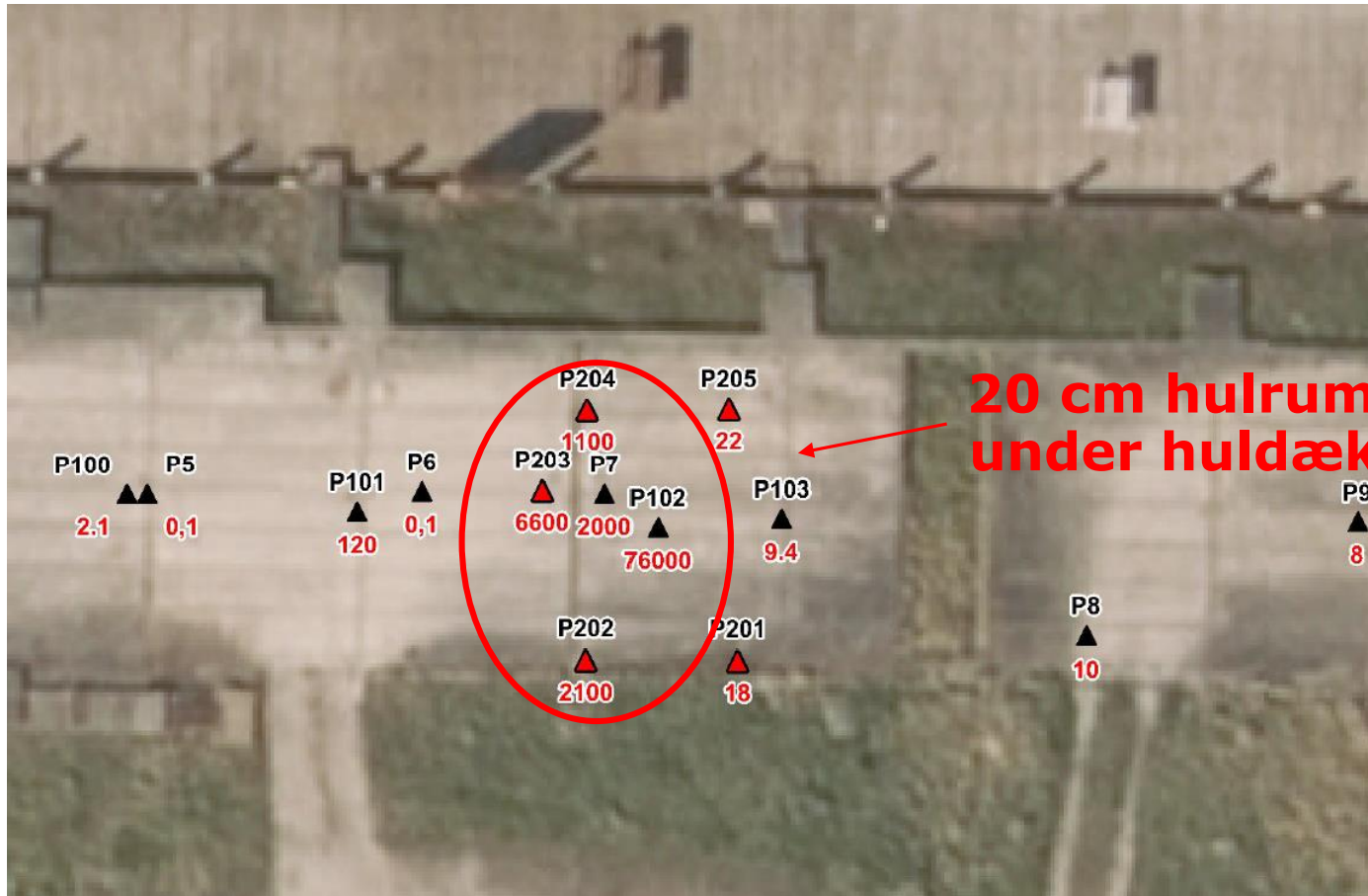


Huldæk



AFVÆRGETILTAG

Ventilation under terrændæk

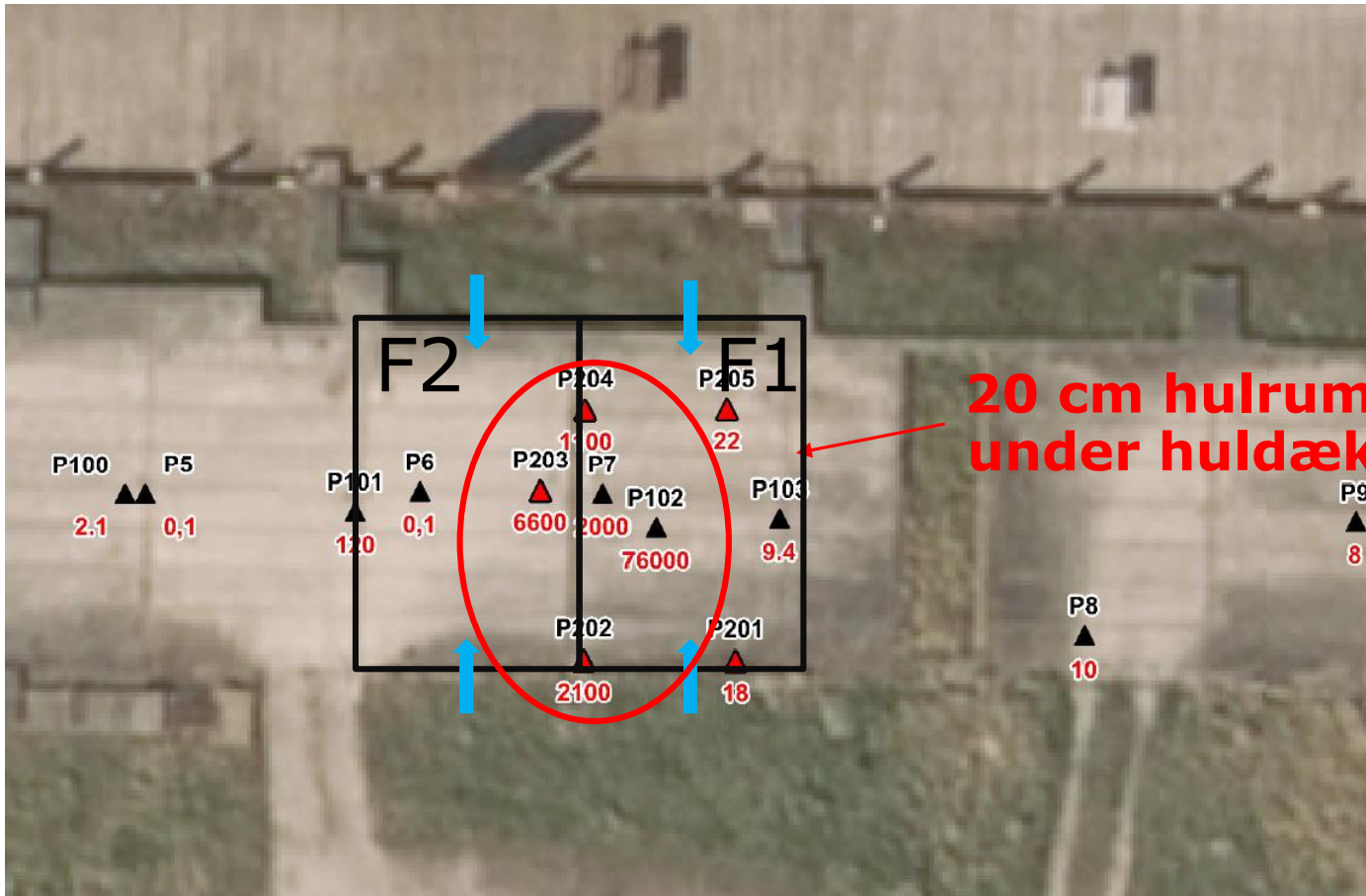


Huldæk



AFVÆRGETILTAG

Ventilation under terrændæk



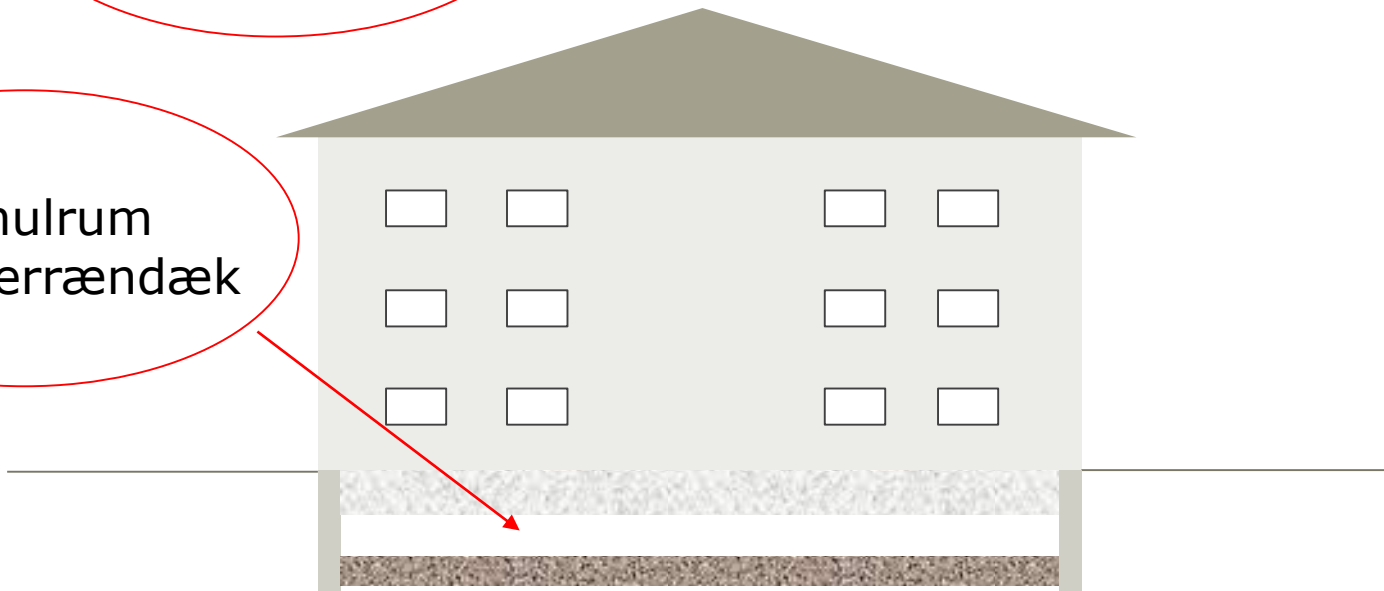
Huldæk



ETABLERING AF PASSIV VENTILATION

3-etagers
beboelsesejendom

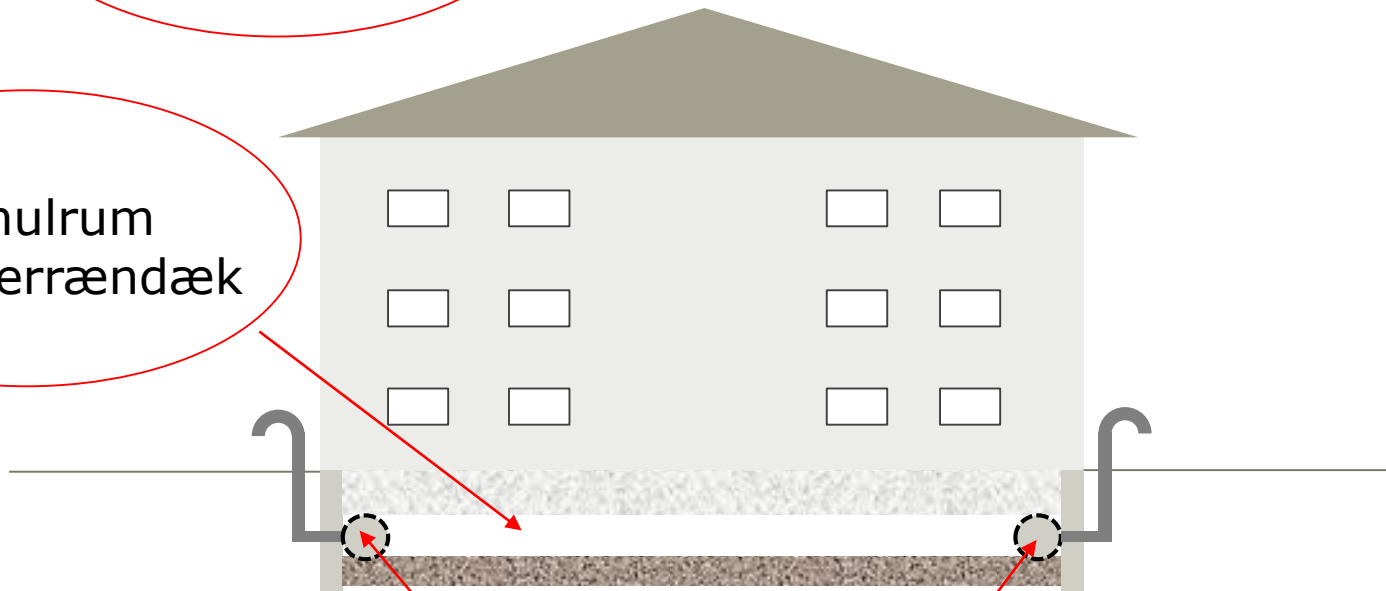
20 cm hulrum
under terrændæk



ETABLERING AF PASSIV VENTILATION

3-etagers
beboelsesejendom

20 cm hulrum
under terrændæk



Luftindtag på
begge sider af
bygningen

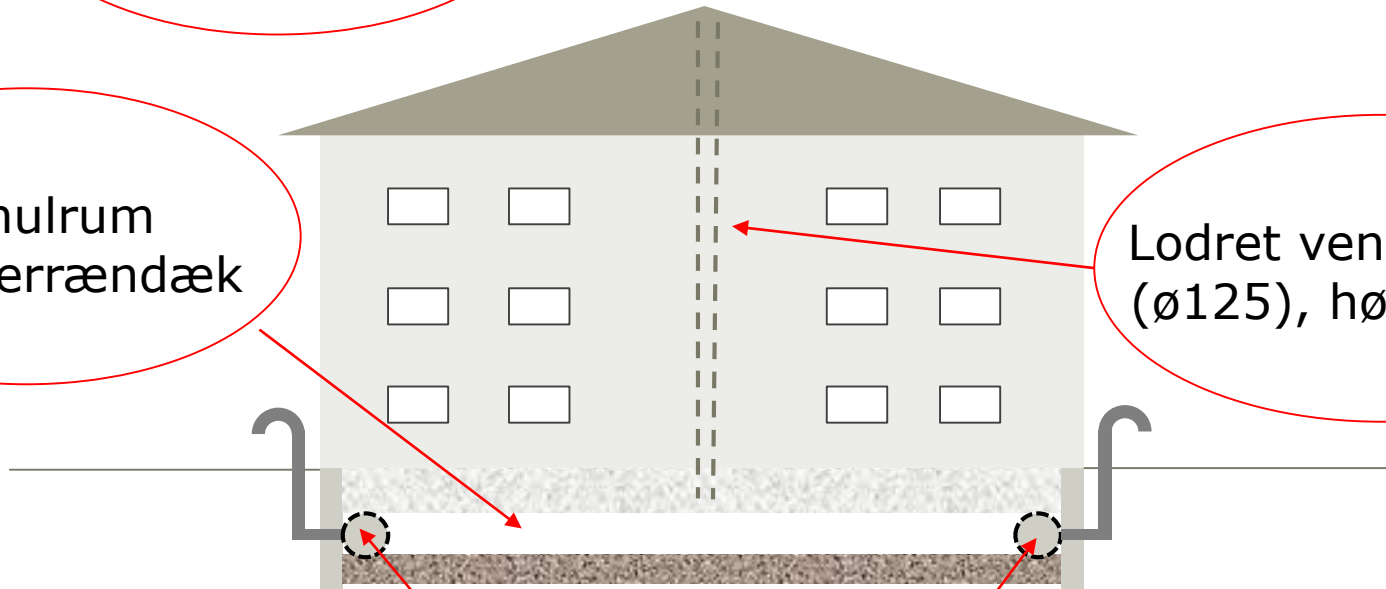
ETABLERING AF PASSIV VENTILATION

3-etagers
beboelsesejendom

20 cm hulrum
under terrændæk

Lodret ventilationsrør
($\varnothing 125$), højde 12,4 m

Luftindtag på
begge sider af
bygningen



ETABLERING AF PASSIV VENTILATION

Eksempel



3-etagers
beboelsesejendom

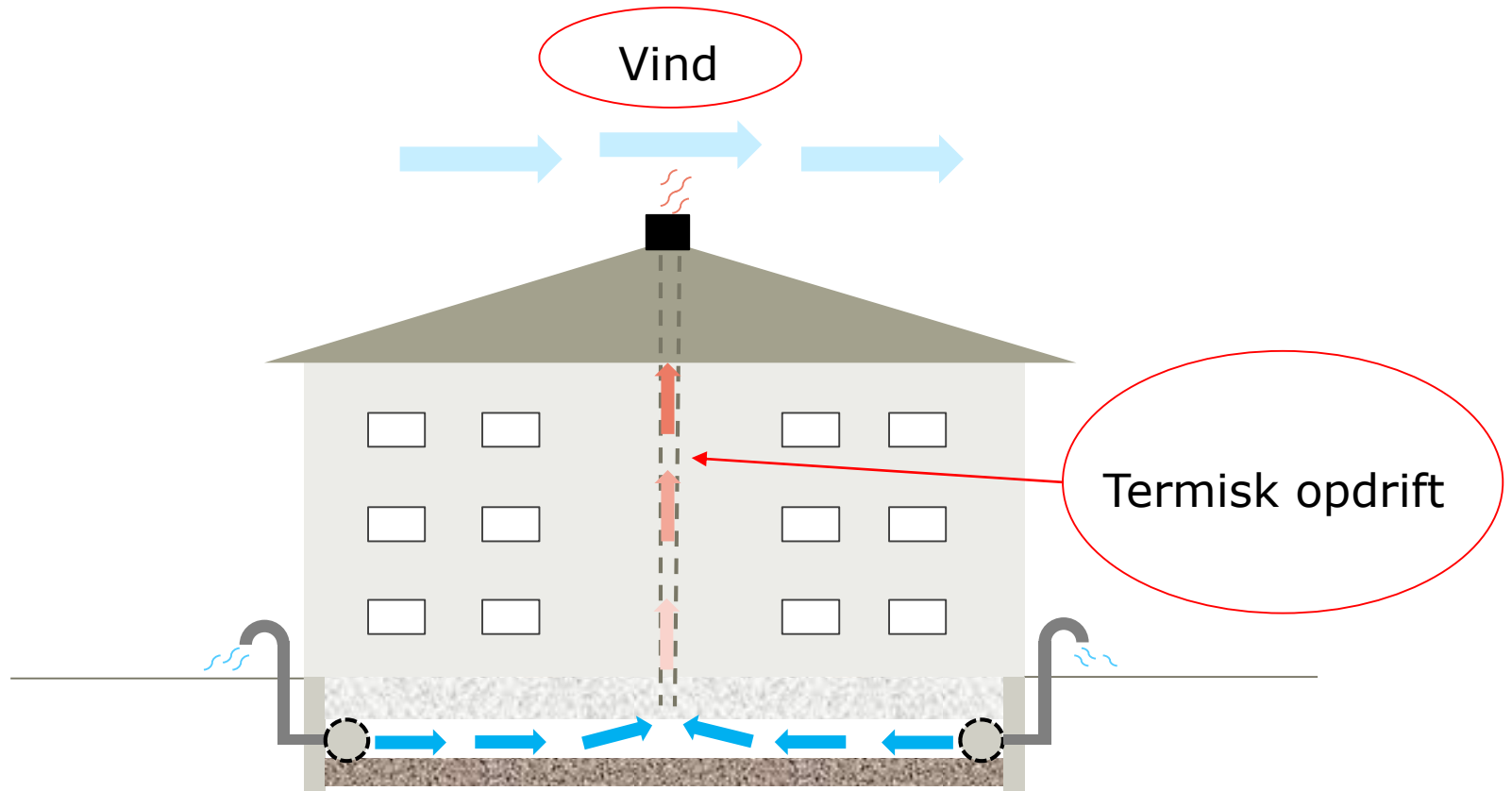
OBS! Afkast
afsluttet i
"vindhætte"

20 cm hulrum
under terrændæk

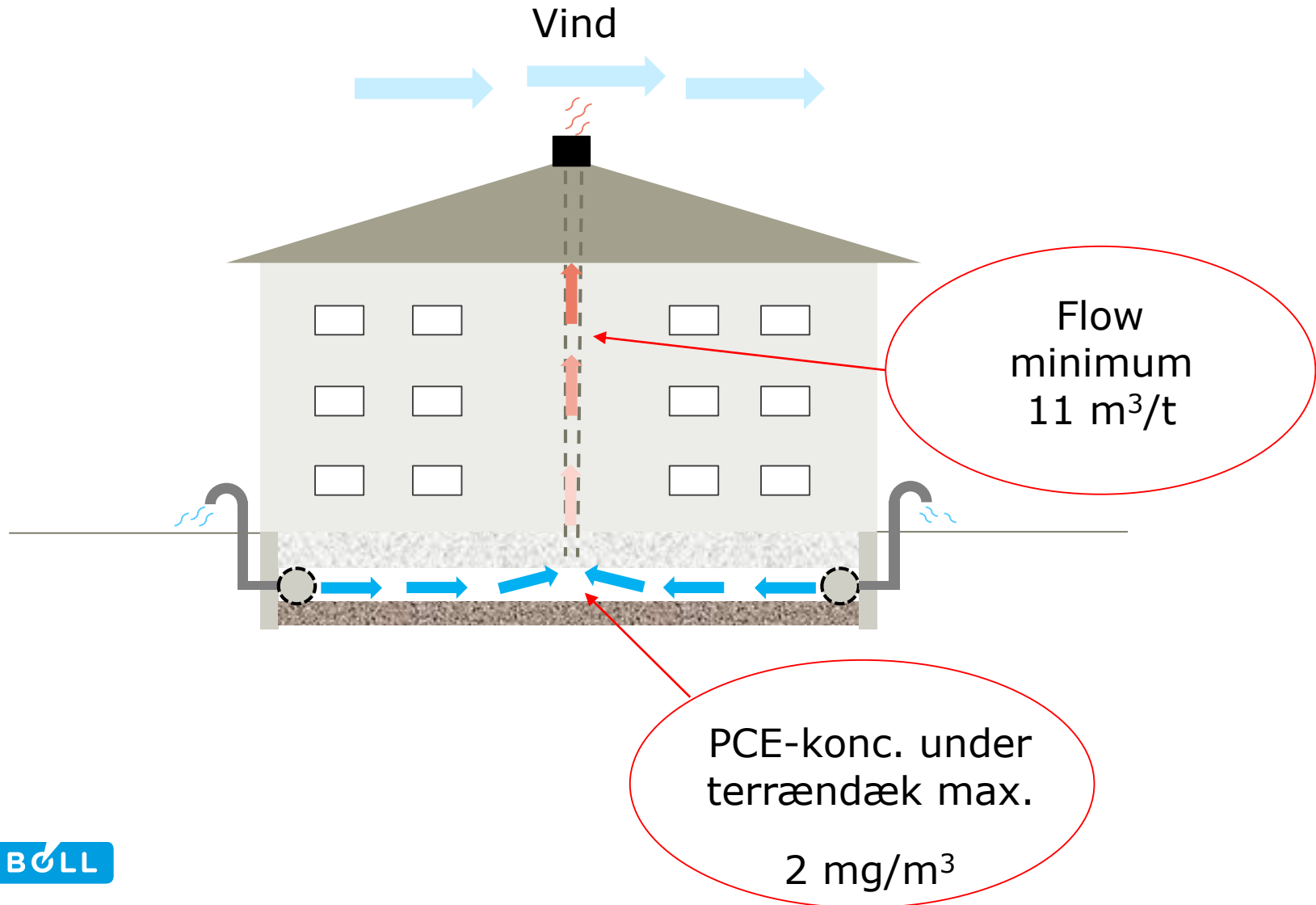
Lodret ventilationsrør
($\varnothing 125$), højde 12,4 m

Luftindtag på
begge sider af
bygningen

ETABLERING AF PASSIV VENTILATION

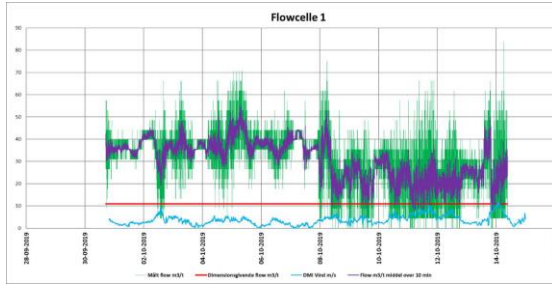


§ 8 VILKÅR - KRAV TIL ANLÆGGET



MONITERING FØR IBRUGTAGNING

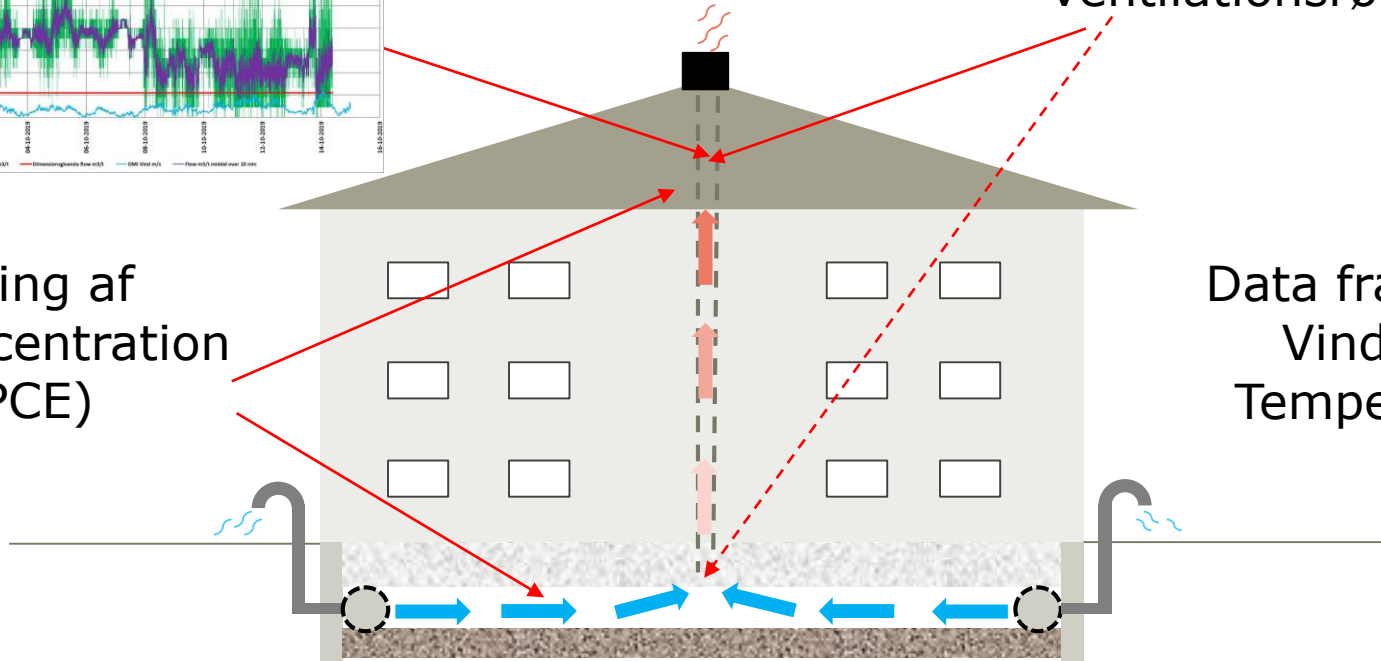
Flowmålinger i afkast



Temperaturmålinger i lodret ventilationsrør

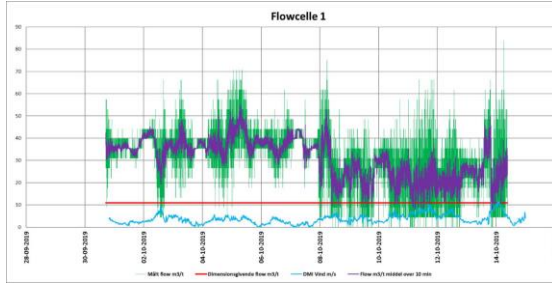
Måling af luftkoncentration (PCE)

Data fra DMI:
Vind og
Temperatur



MONITERING - RESULTATER

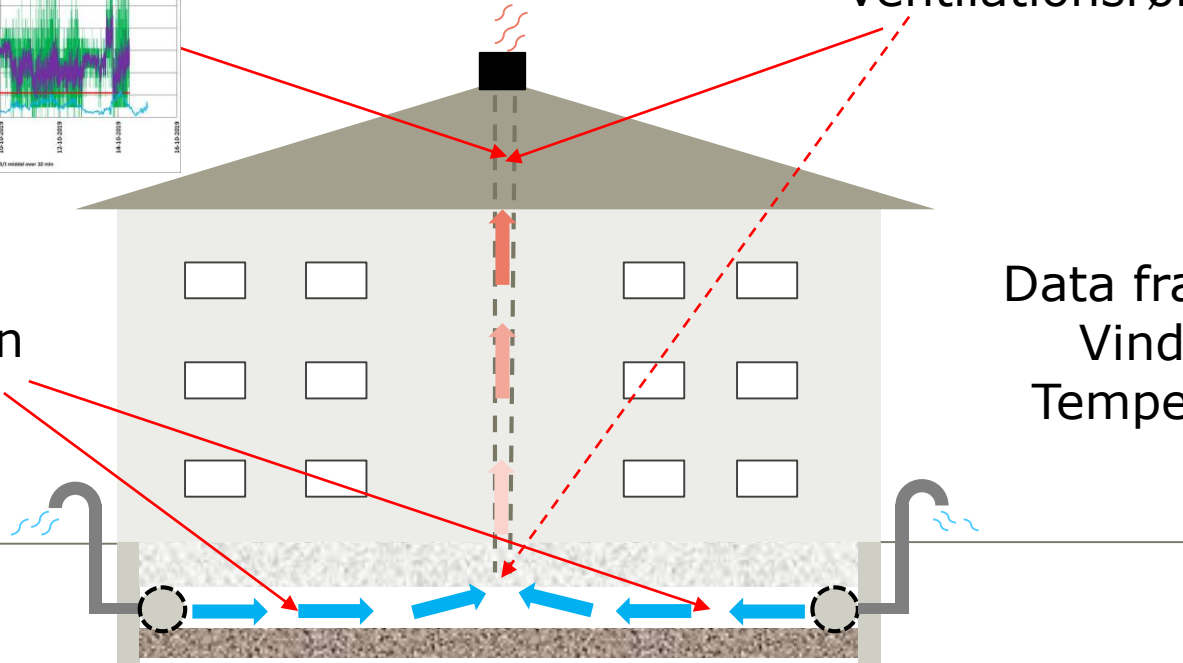
Flowmålinger i afkast



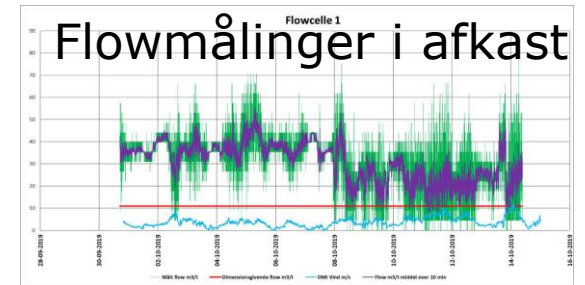
Temperaturmålinger i lodret ventilationsrør

Måling af
luftkoncentration
(PCE)
Ca. faktor 100
under tilladt
konc.

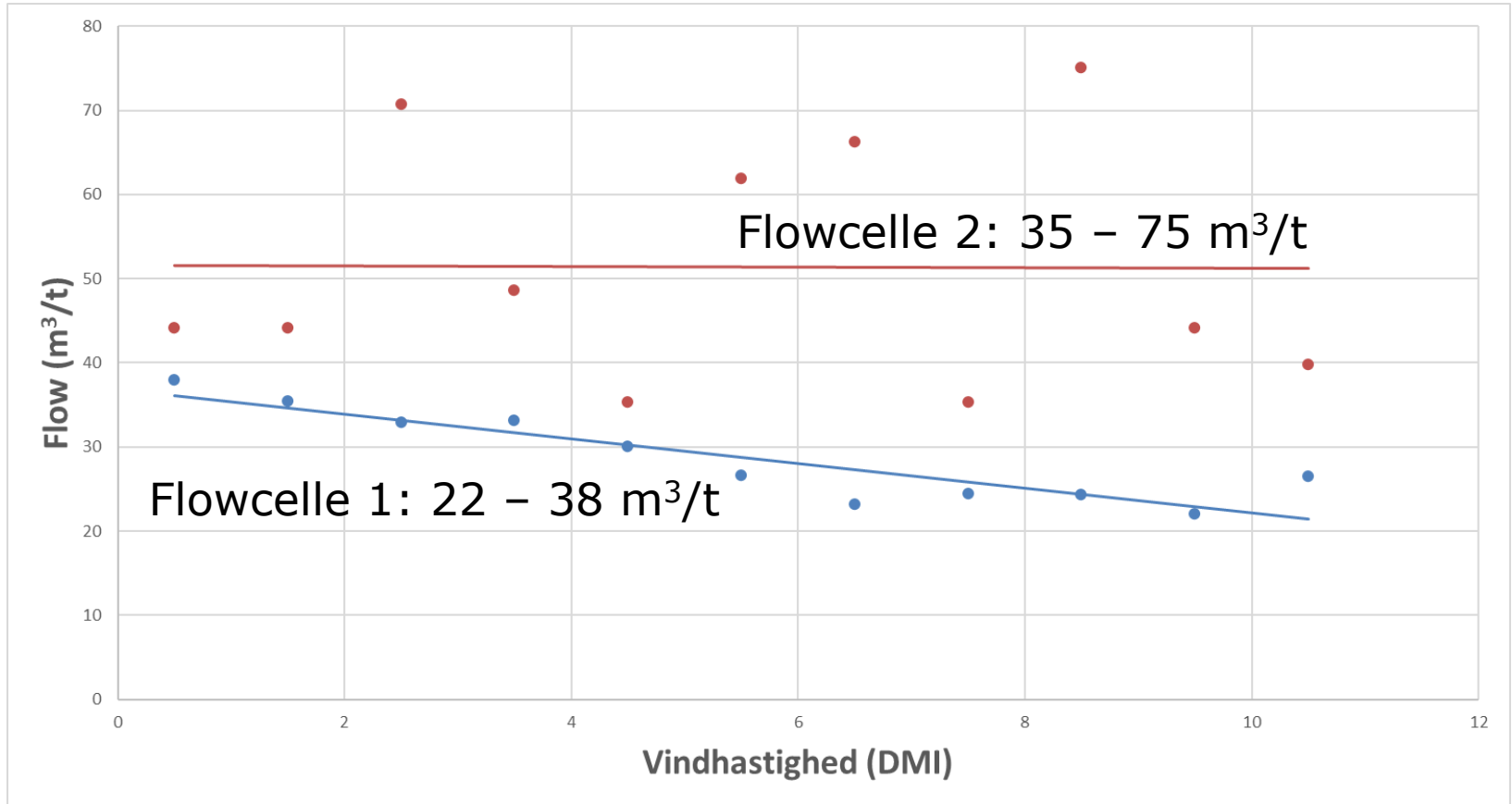
Data fra DMI:
Vind og
Temperatur



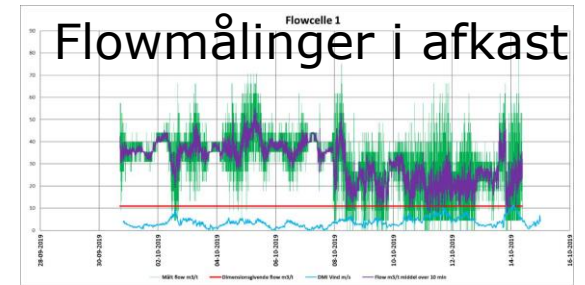
MONITERING - RESULTATER



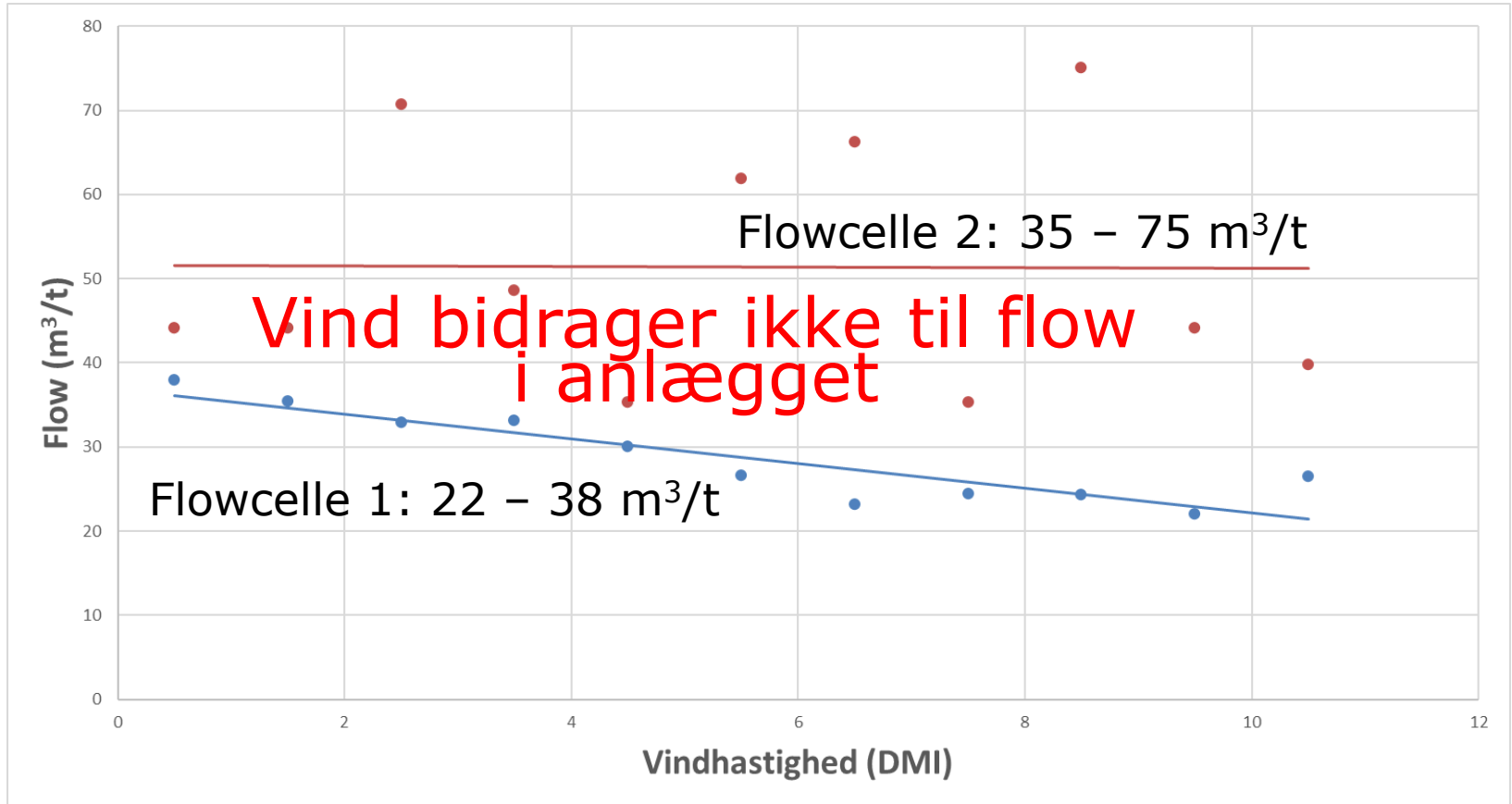
Sammenhæng mellem vindhastighed og gennemsnitligt luftflow



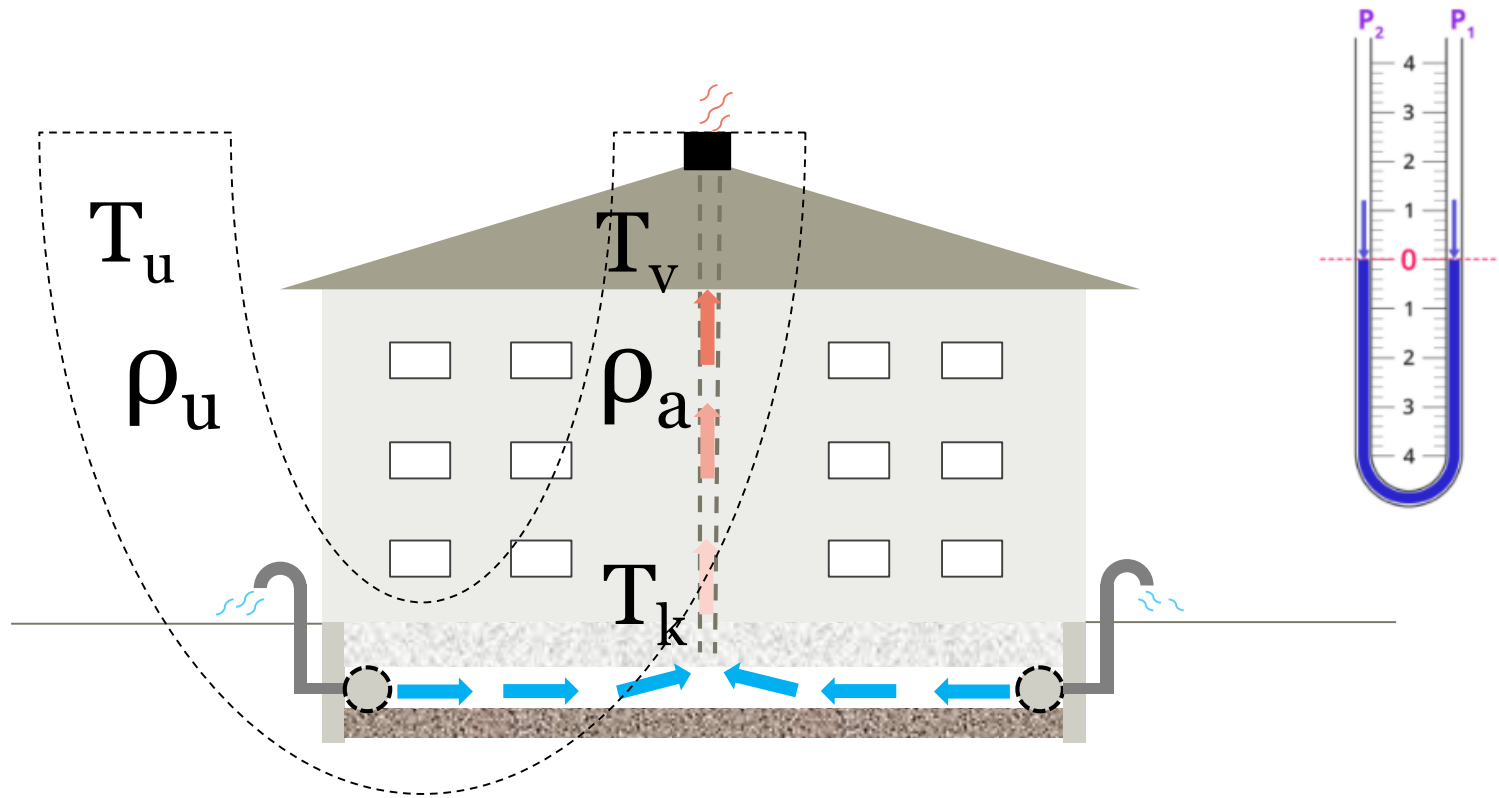
MONITERING - RESULTATER



Sammenhæng mellem vindhastighed og luftflow i ventilationssystemet

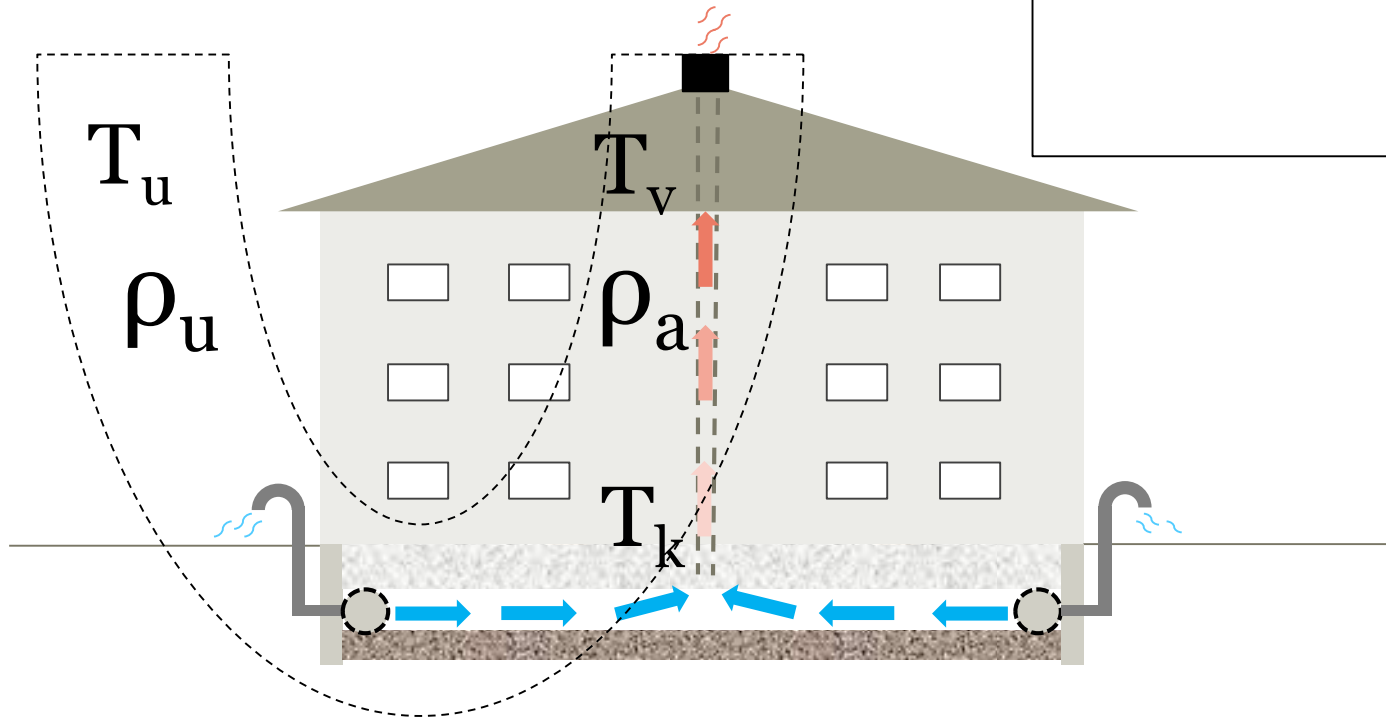


DRIVTRYK OG FLOW VED TERMISK OPDRIFT

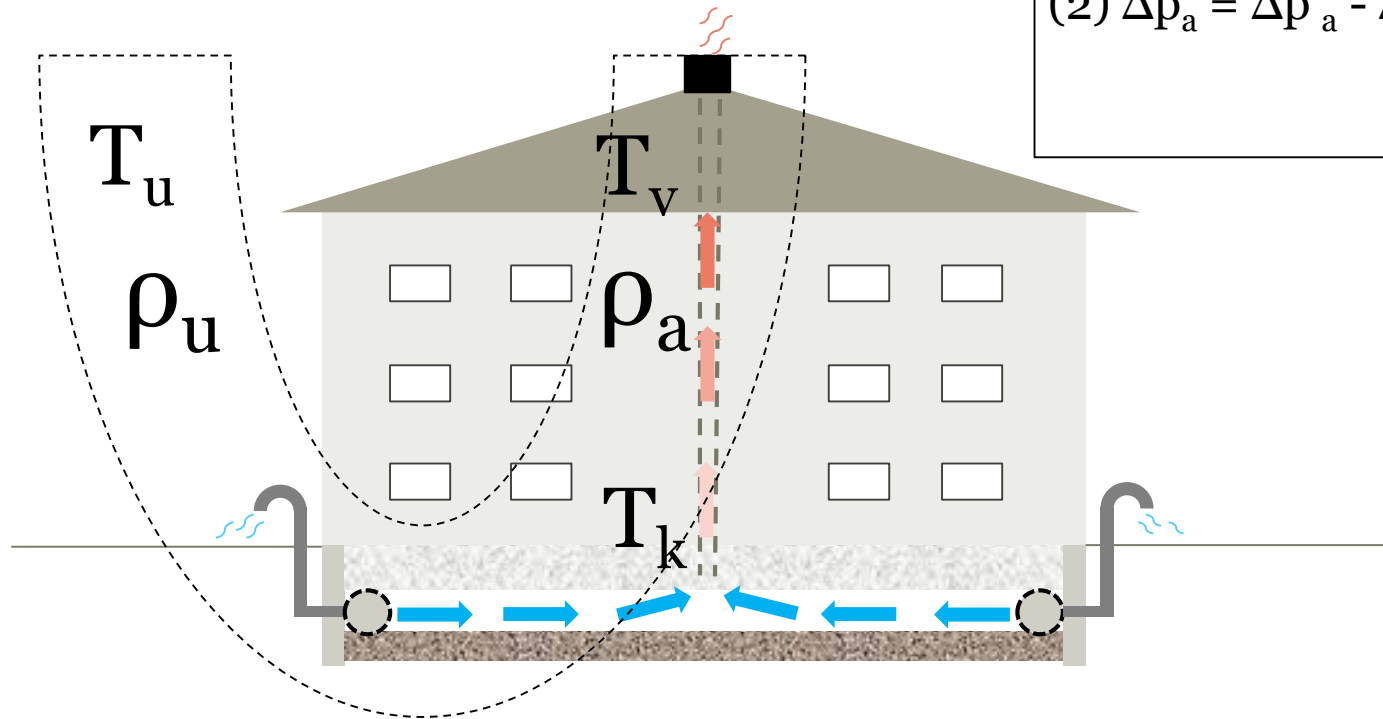


DRIVTRYK OG FLOW VED TERMISK OPDRIFT

$$(1) \Delta p'_a = h_a \cdot g \cdot (\rho_u - \rho_a)$$



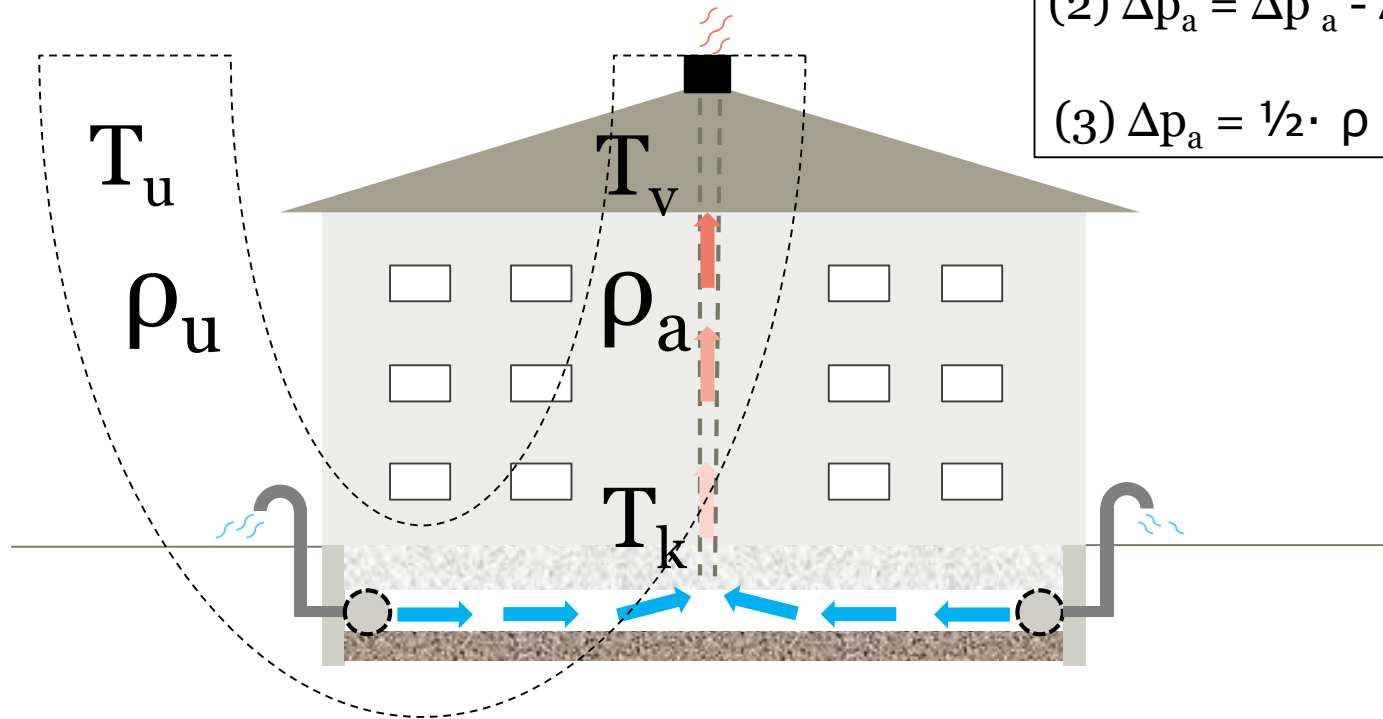
DRIVTRYK OG FLOW VED TERMISK OPDRIFT



$$(1) \Delta p'_a = h_a \cdot g \cdot (\rho_u - \rho_a)$$

$$(2) \Delta p_a = \Delta p'_a - \Delta p_{\text{tryktab}}$$

DRIVTRYK OG FLOW VED TERMISK OPDRIFT



$$(1) \Delta p'_a = h_a \cdot g \cdot (\rho_u - \rho_a)$$

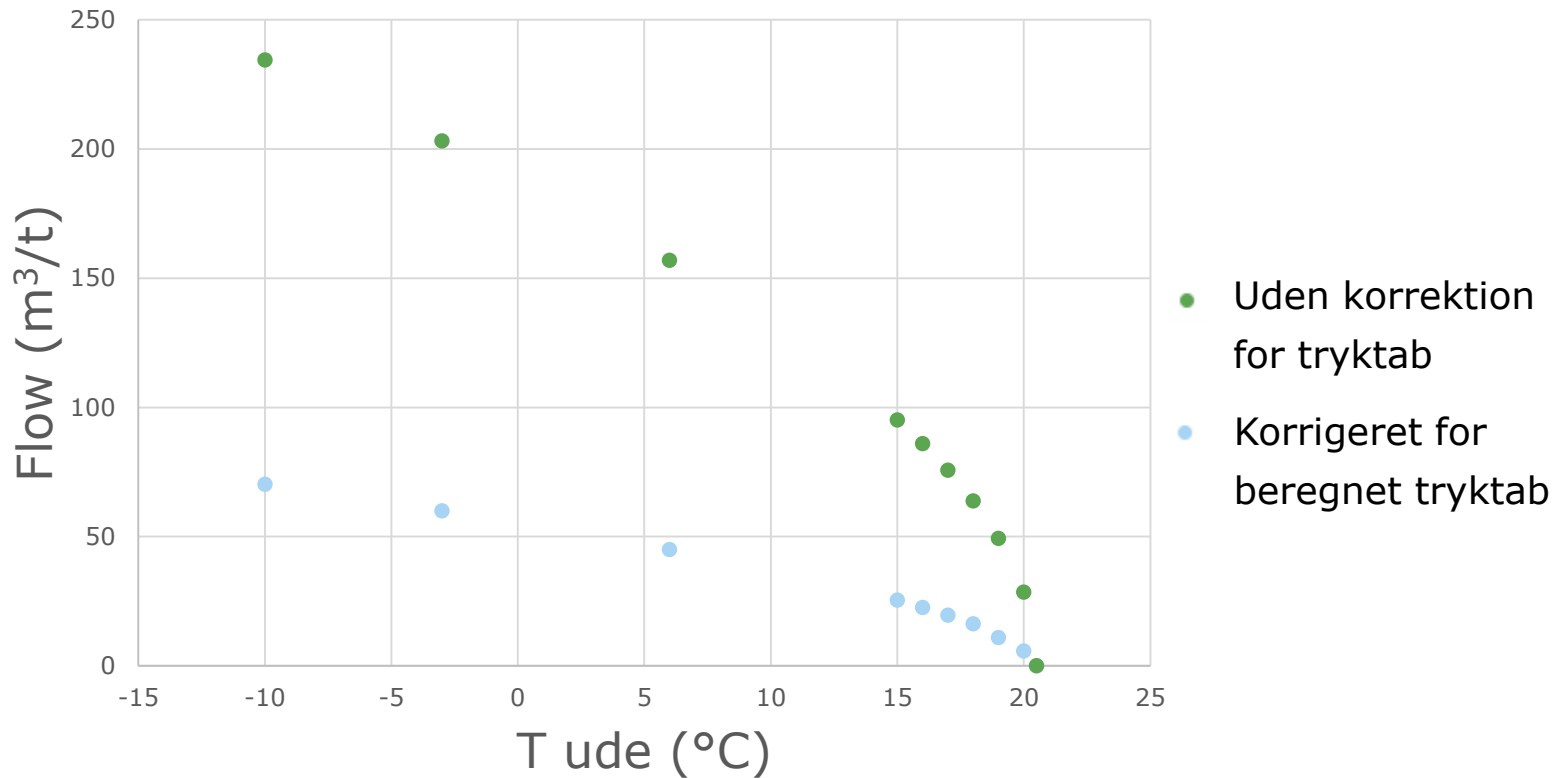
$$(2) \Delta p_a = \Delta p'_a - \Delta p_{\text{tryktab}}$$

$$(3) \Delta p_a = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_a^2$$

BEREGNET FLOW

Teoretisk flow i ventilationsanlægget ved termisk opdrift

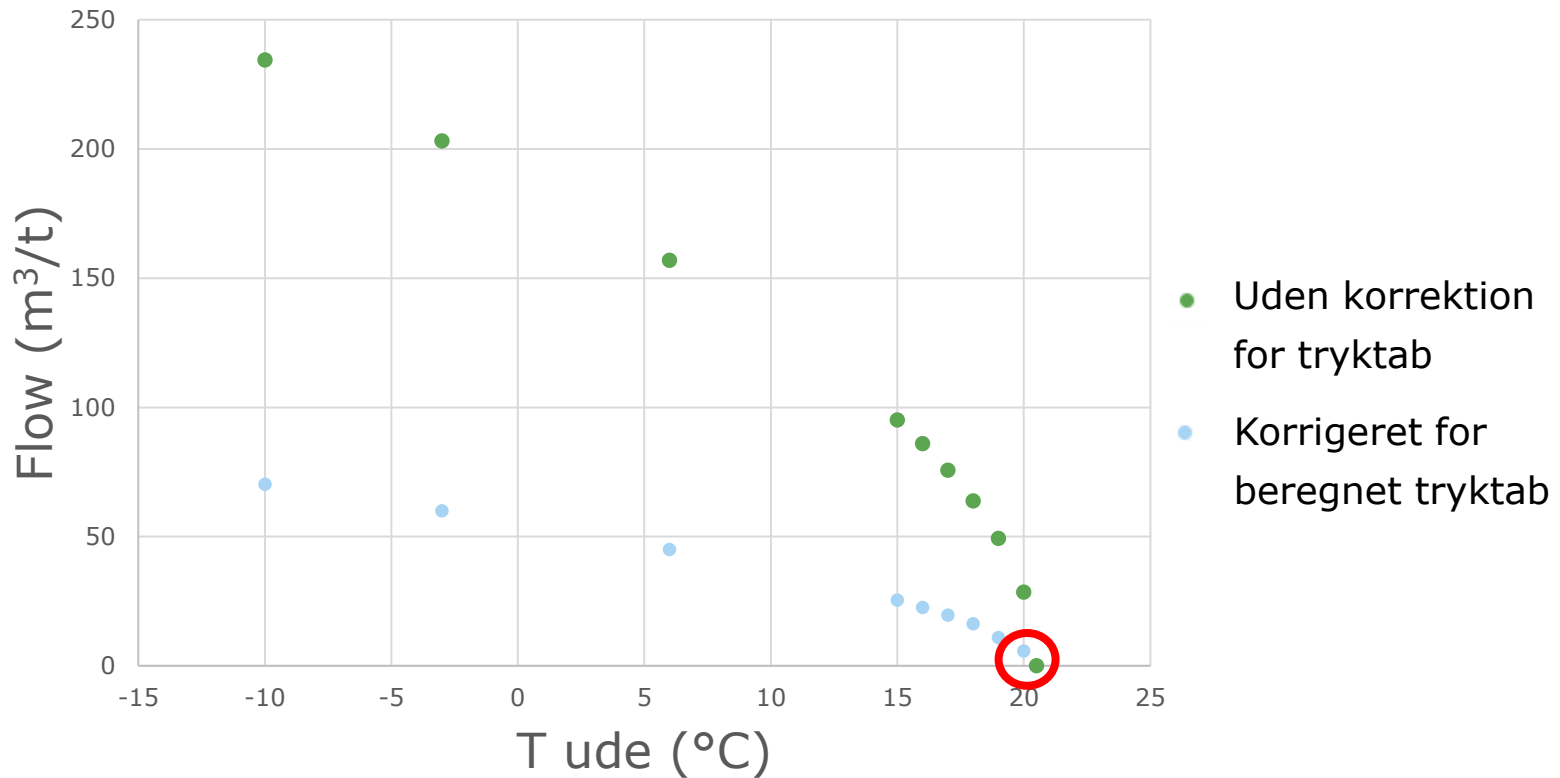
T_u (udetemperatur): -10 - +20,5° C
 T_v (top af afkast): 20,5° C
DI rør: 125 mm
Højde: 12,4 m



BEREGNET FLOW

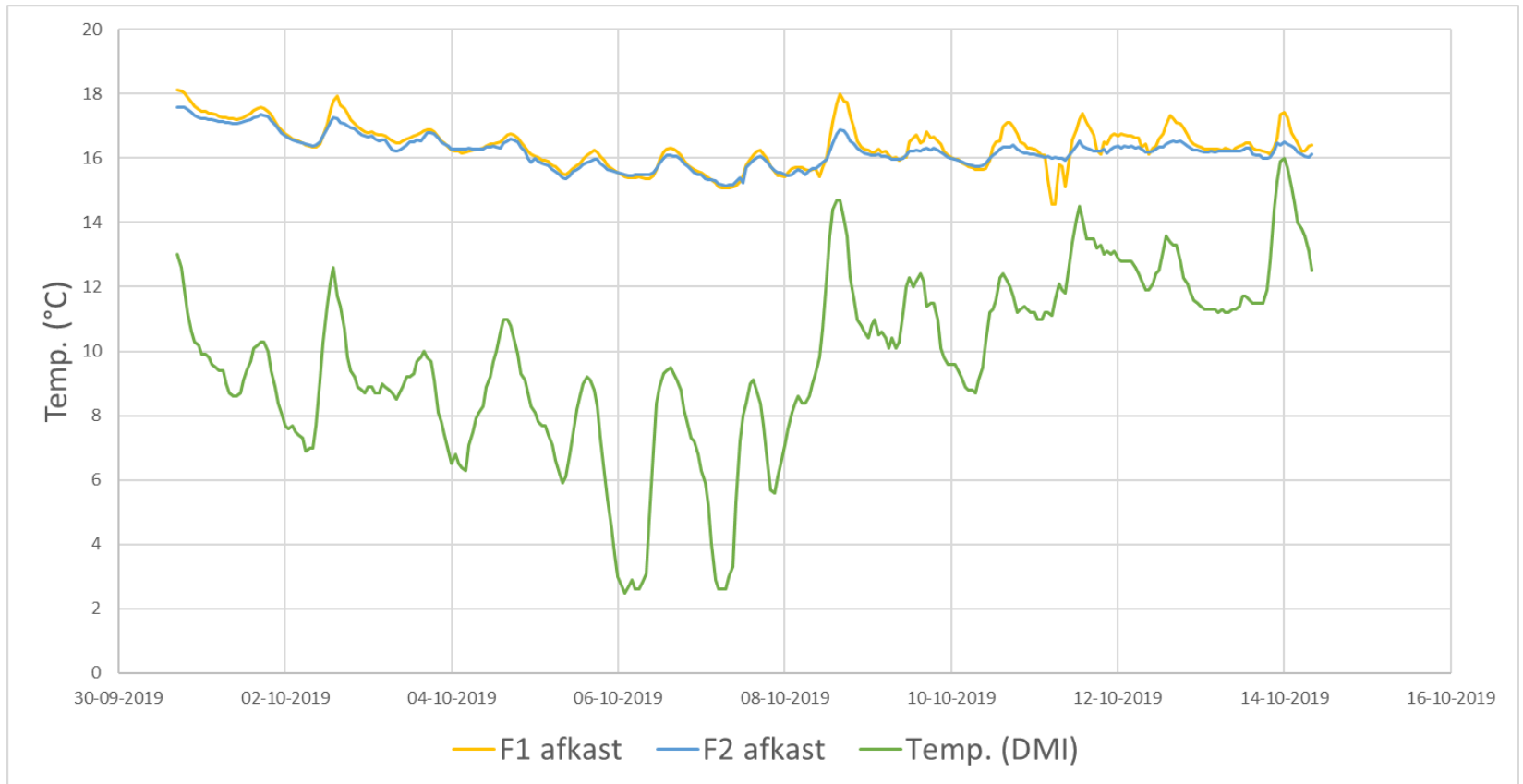
Teoretisk flow i ventilationsanlægget ved termisk opdrift

T_u (udetemperatur): -10 - +20,5° C
 T_v (top af afkast): 20,5° C
DI rør: 125 mm
Højde: 12,4 m



MONITERING - RESULTATER

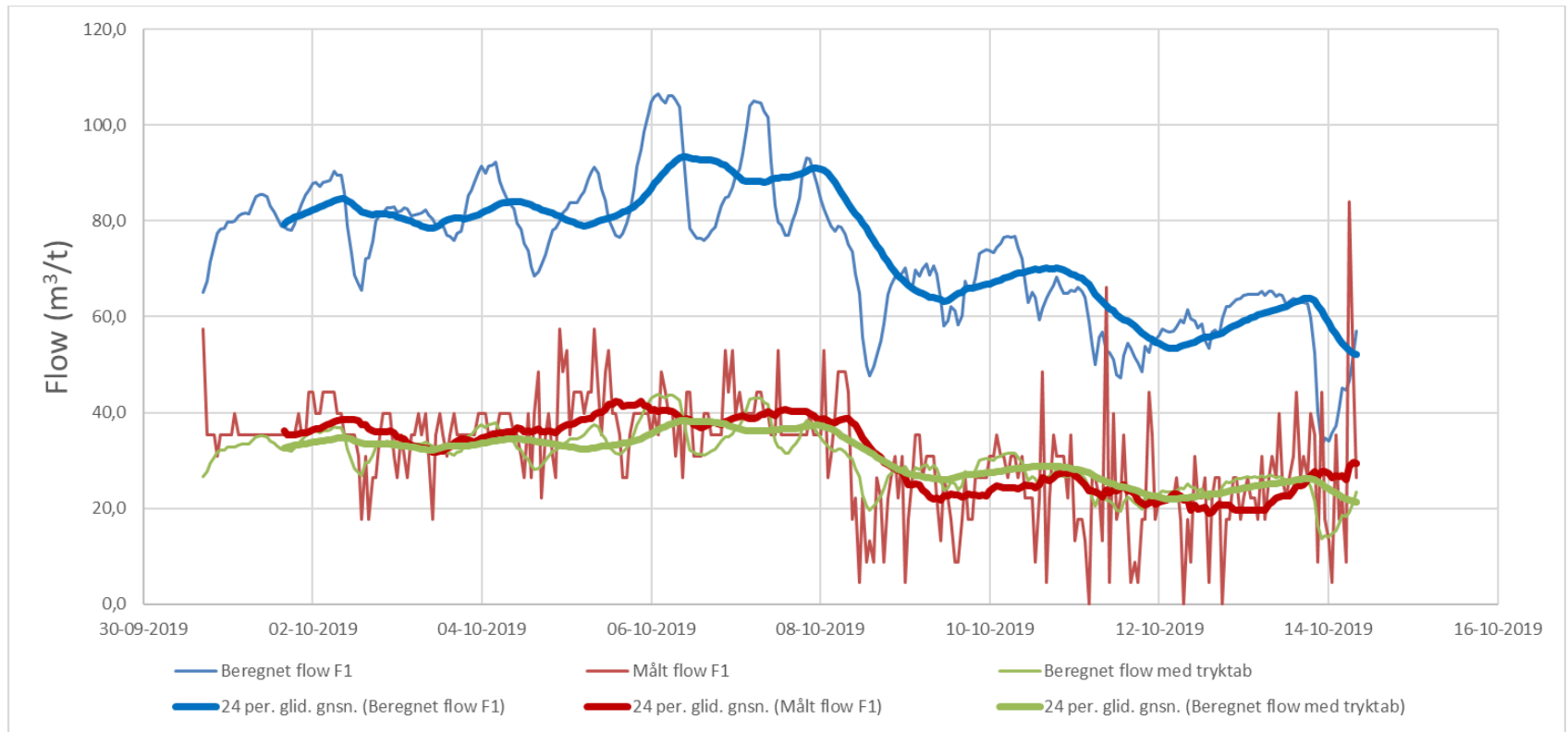
Temperaturer i ventilationsafkast og udetemperatur



MONITERING - RESULTATER

Målt og beregnet flow ved termisk opdrift Flowcelle 1

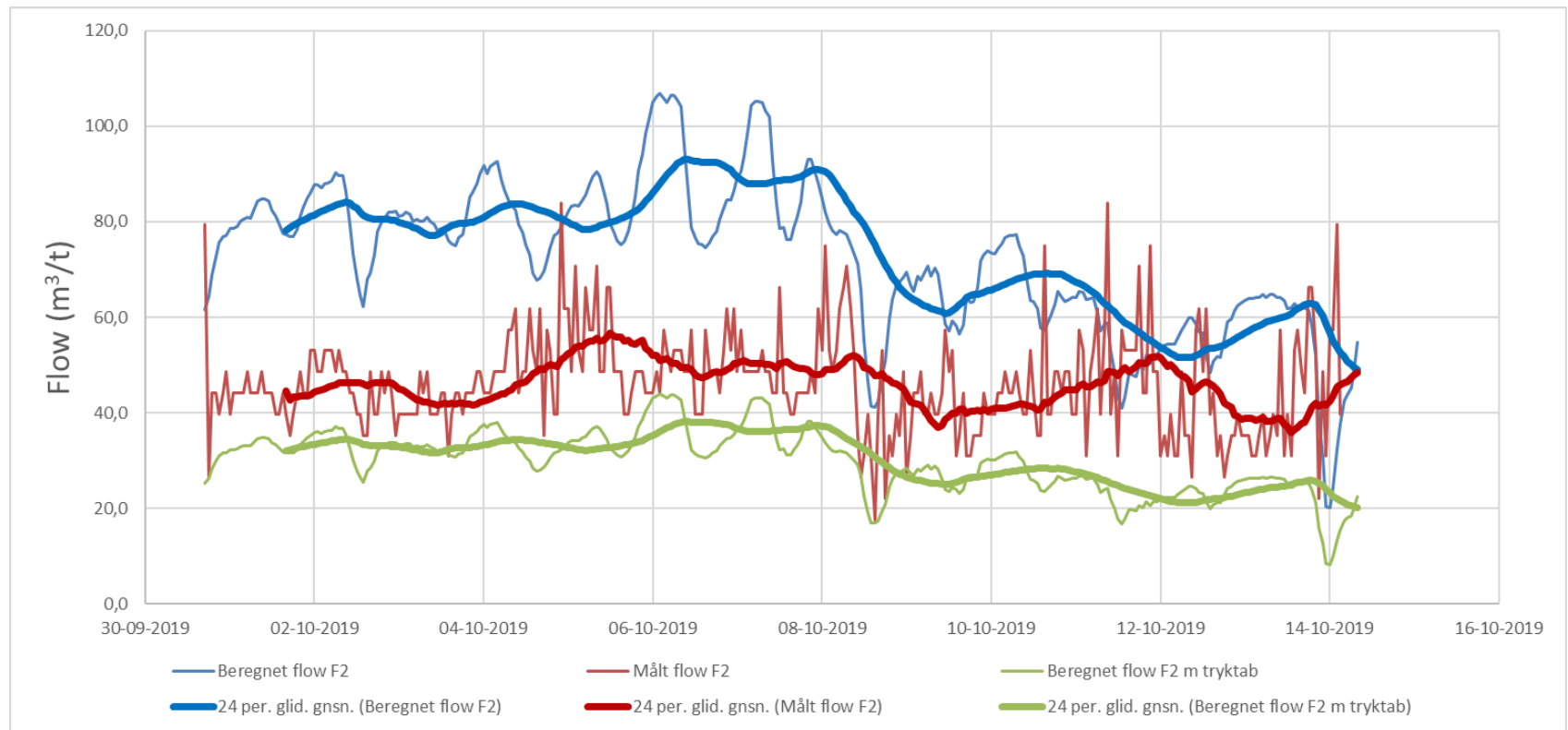
Flowcelle 1



MONITERING - RESULTATER

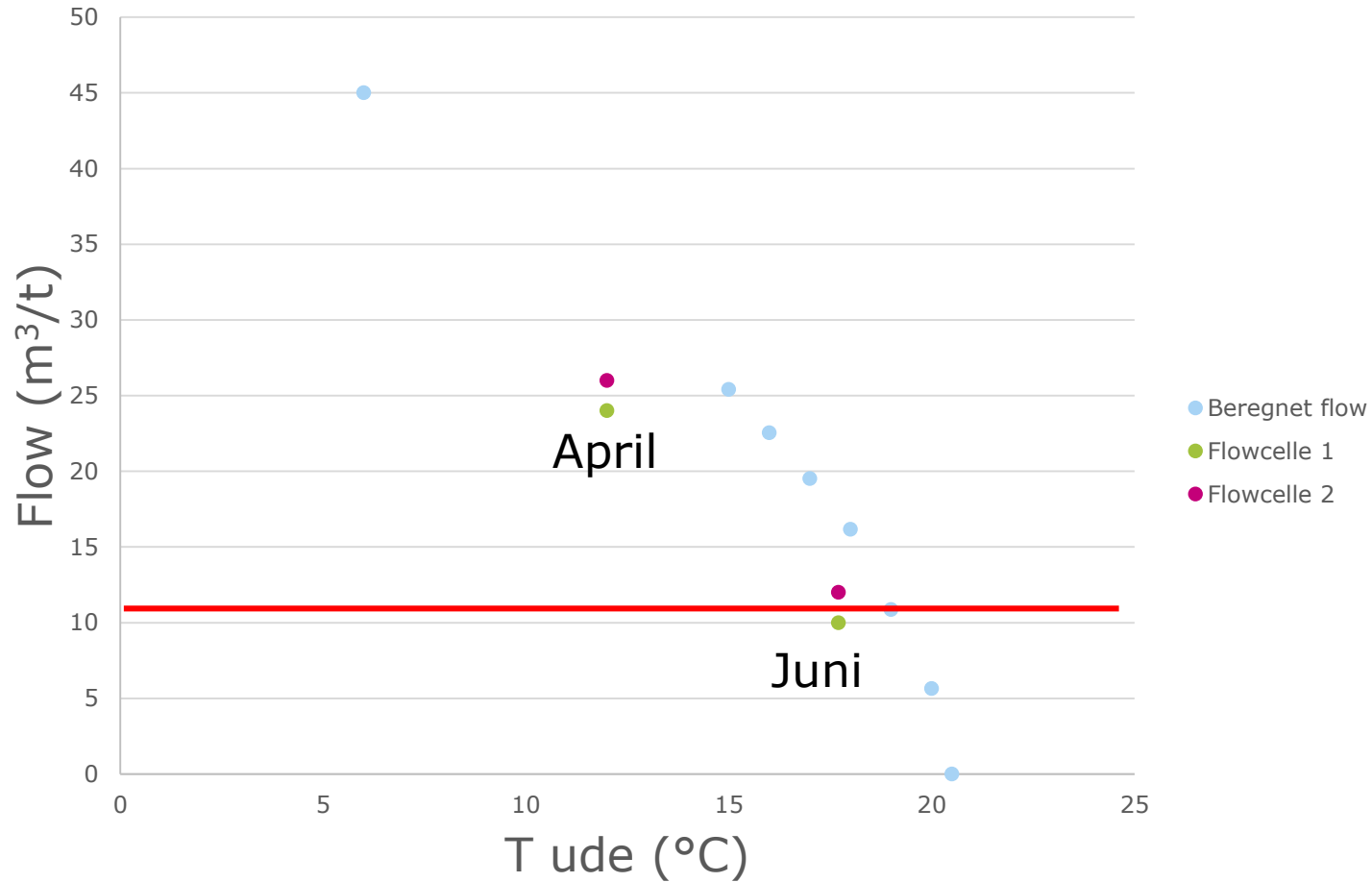
Målt og beregnet flow ved termisk opdrift Flowcelle 1

Flowcelle 2

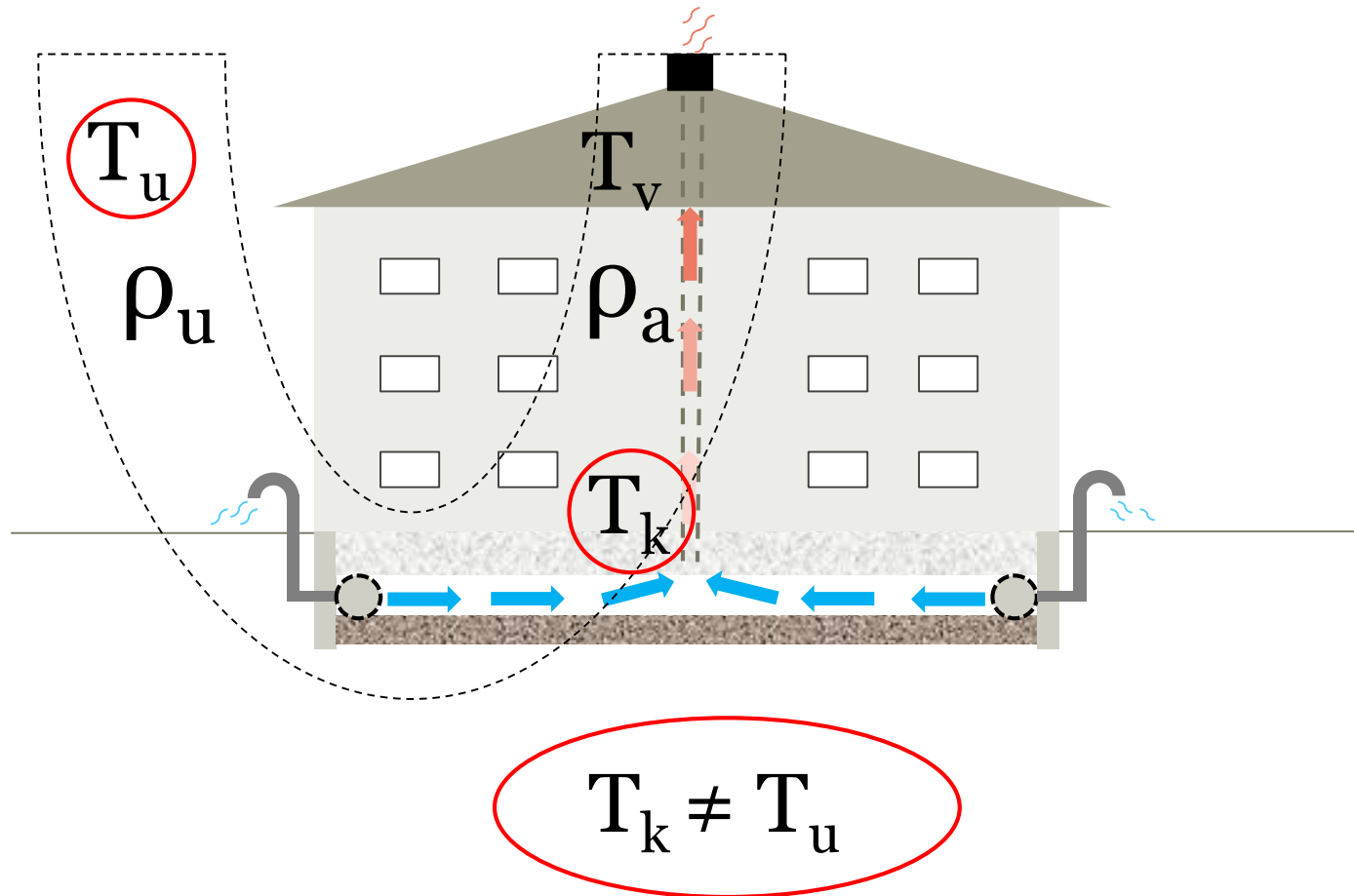


MONITERING - RESULTATER

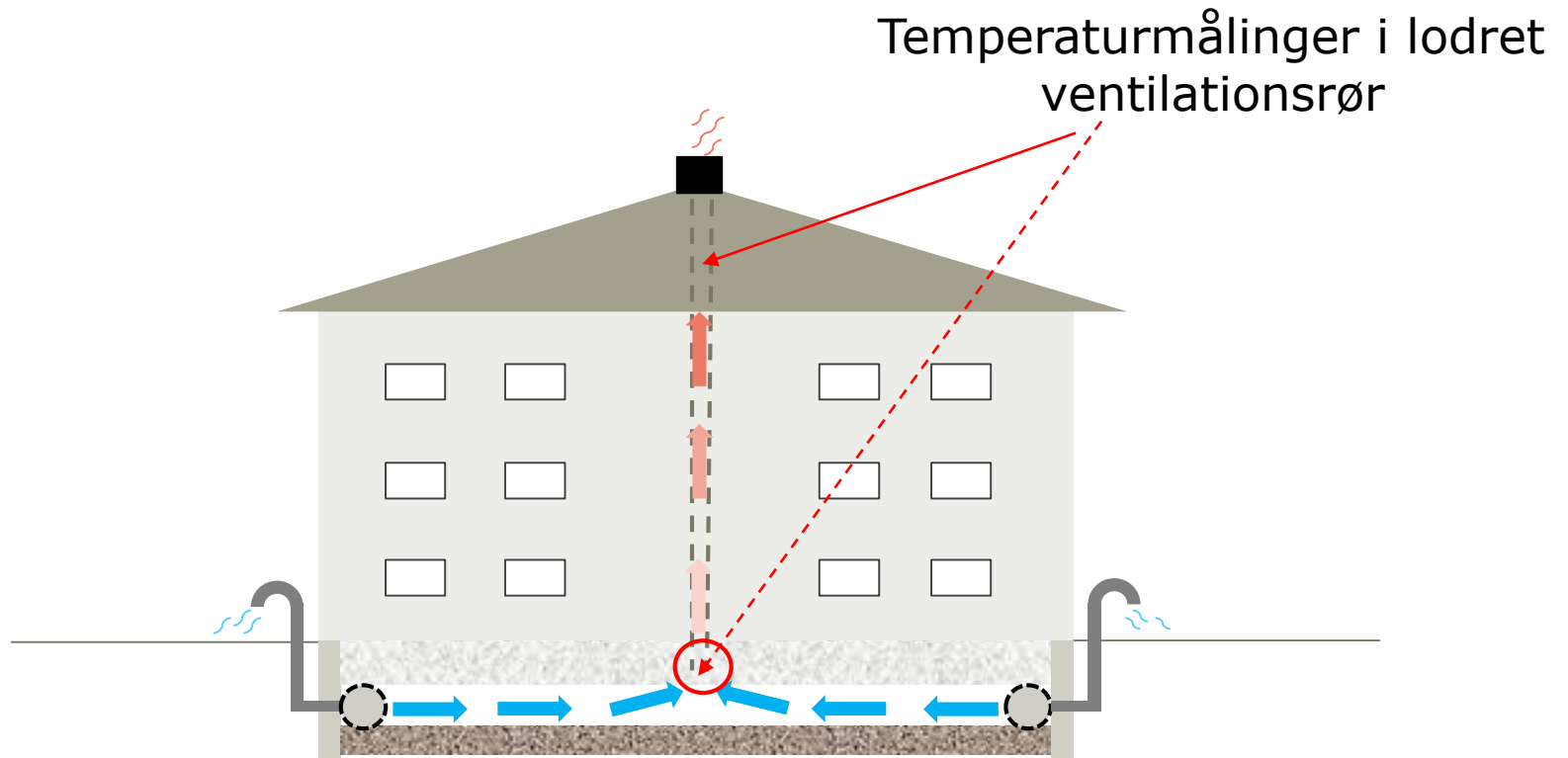
Målt og beregnet flow efter ibrugtagning



MONITERING - MÅLEPUNKTER



MONITERING - MÅLEPUNKTER



KONKLUSION

- Passive ventilationsanlæg kan under de rette betingelser drives alene ved termisk opdrift – også i sommerhalvåret
- Selv små temperaturforskelle ($<1^{\circ}$ C) giver flow i afkastet
- Anvendelse af termisk opdrift kræver lavt tryktab og højde på bygningen dvs. bygninger i flere etager
- Det er muligt ved beregning at estimere effekten af ventilationsanlæg baseret på termisk opdrift
- Ved ventilationsanlæg baseret på termisk opdrift er der ikke de samme krav til udformning og placering af afkast på tag som ved anlæg drevet af vind
- I anlæg med termisk opdrift bør der være målepunkter for temperatur i top og bund af det lodrette ventilationsrør
- Der mangler viden om varmeoverførsel fra bygninger til de lodrette ventilationsrør, som kan anvendes ved projektering af passive ventilationsanlæg

TAK FOR OPMÆRKSOMHEDEN

SPØRGSMÅL?

Jakob Skovsgaard

sjaw@aarhus.dk