



# Hva er diffuse utslipp? eller – Hva kan vi måle, og hvordan?

**Presentasjon under seminar om måling av  
diffuse utslipp  
19. – 20. Mars 2019**

Siv.ing. Håkon Skistad  
Postboks 9801  
7482 Trondheim  
Tel.: 90 92 44 55  
[hskistad@gmail.com](mailto:hskistad@gmail.com)  
Org.nr. 975 736 490 MVA



## Mitt utgangspunkt

- Siden 1976 har jeg drevet med ventilasjon i smelteverk, både i forskning og i konsulentfirmaer.
- I en periode jobbet jeg i et silisiumkarbidverk
- Nå driver jeg konsulentvirksomhet med ventilasjon og røykkontroll for ferrolegering- og aluminiumindustrien.

Når jeg skal måle utslipp til luft opplever jeg:

- Det som finnes av standarder for målemetoder er ofte dårlig egnet
- For en del tilfeller har jeg ikke funnet eksisterende målemetoder
- Vi må tilpasse og improvisere og til dels utvikle metoder selv



Modell



Smelteverk



# Hva er tilgjengelig viten – og kan vi harmonisere målemetodene?

- Jeg ser behov for en oversikt over hva som er tilgjengelig av standarder, målemetoder og måleinstrumenter.
- Så traff jeg Hege Indresand som så det samme problemet.
- Det resulterte i at vi begynte å lage en slik oversikt.
- Målet er at vi en dag skal få utviklet og harmonisert de metodene vi bruker for å måle de mere eller mindre diffuse utslippene til luft.
- Her trenger vi innspill fra andre som arbeider med måling av diffuse utslipp.



Stort eller lite?  
Tenk på et tall ...



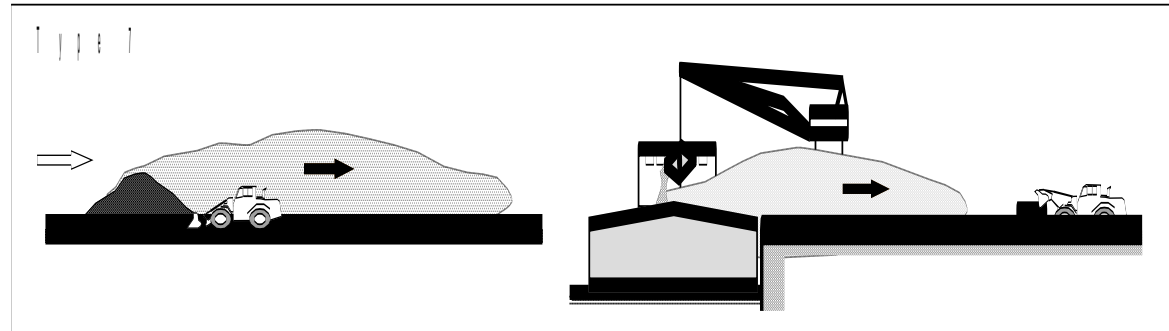
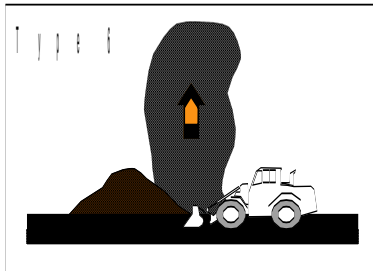
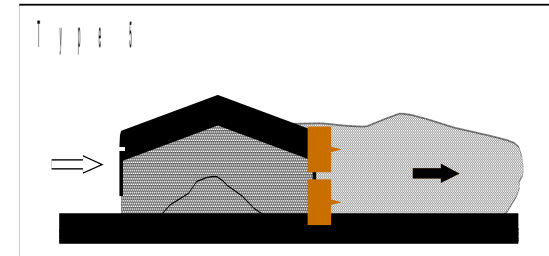
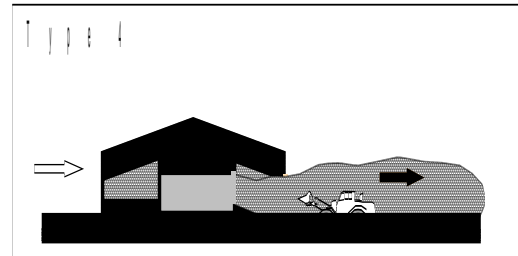
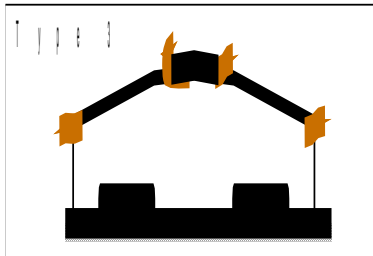
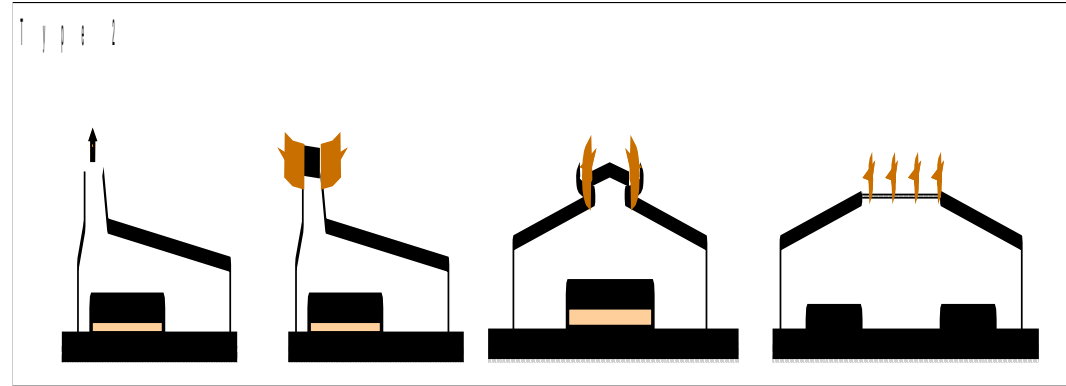
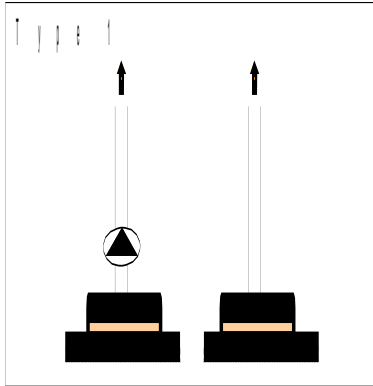
## Første steg – kategorisering

- Når vi skal angripe «diffuse utslipp» kan det være nyttig å kategorisere utslippene, og se på hva vi kan måle og hvor vi trenger å utvikle måleteknikker.
- Så la oss ta en titt på de forskjellige typene, og se på hva som er problemene ved måling av utslipp.





# Typer utslipp – ulike typer krever ulike målemetoder





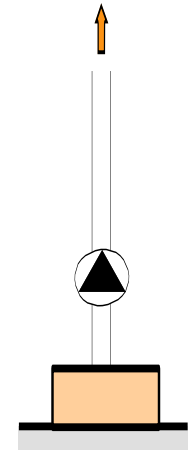
# Type 1 – Avtrekkskanal med og uten viftedrift

La oss begynne med det som ikke er diffuse utslipp:

- Utslipp gjennom skorstein drevet med vifte
- Utslipp gjennom skorstein drevet av naturlig oppdrift

## Standard målemetoder ?

- Ja, godt dekket av eksisterende standarder

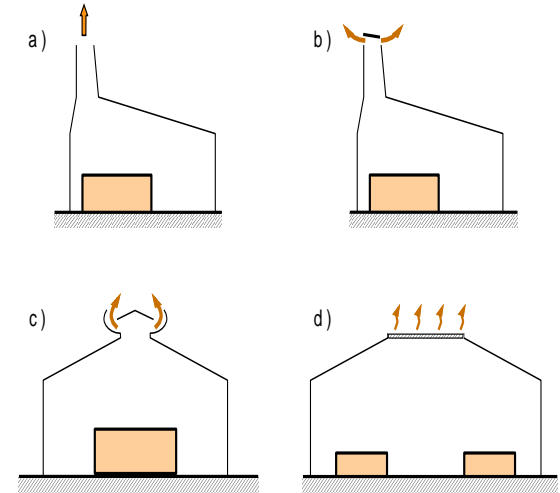
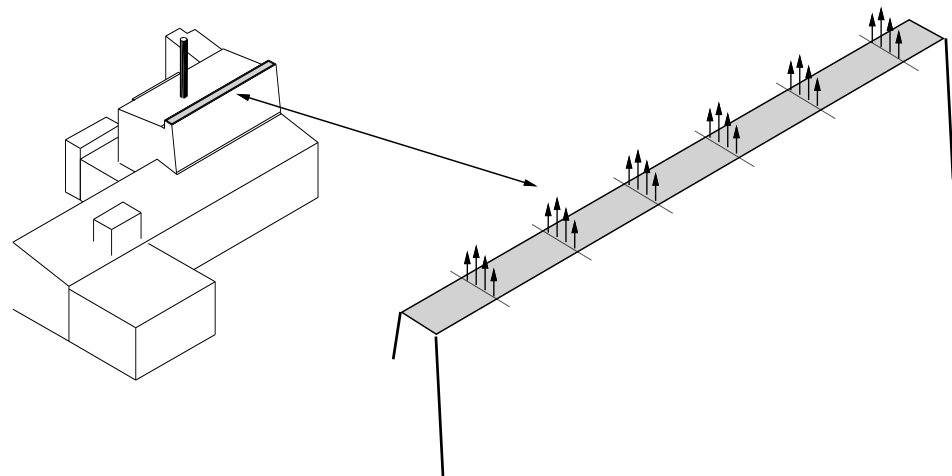
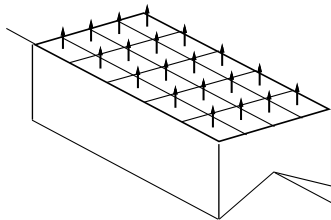




## Type 2 – Takåpninger med oppdrifts-drevet ventilasjon

### Standard målemetoder ? – Ja, til dels.

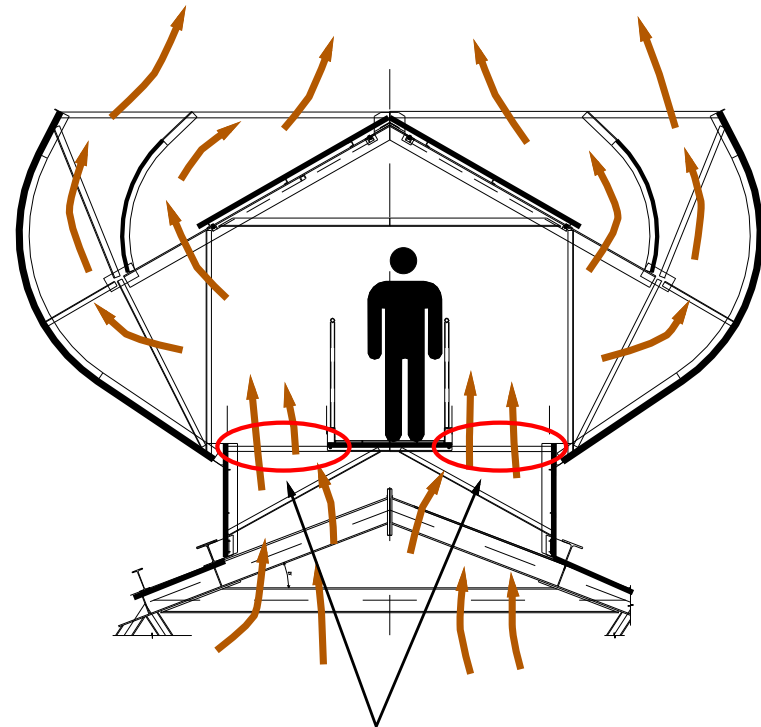
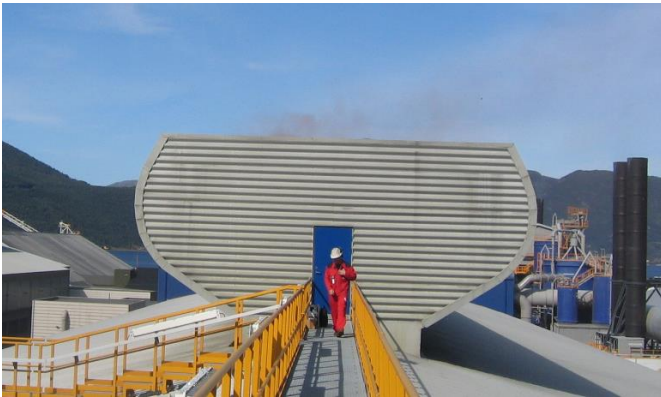
- Traversering av utløp med hastighetsmåler.
- Konsentrasjon måles på forskjellige måter.





# Måling er ikke bare å lese av et instrument ...

Ved traversering : Kontrollér utstrømningen der du skal måle  
Et eksempel – monitor i aluminium elektrolysehall.



Cross section  
for velocity  
measurements



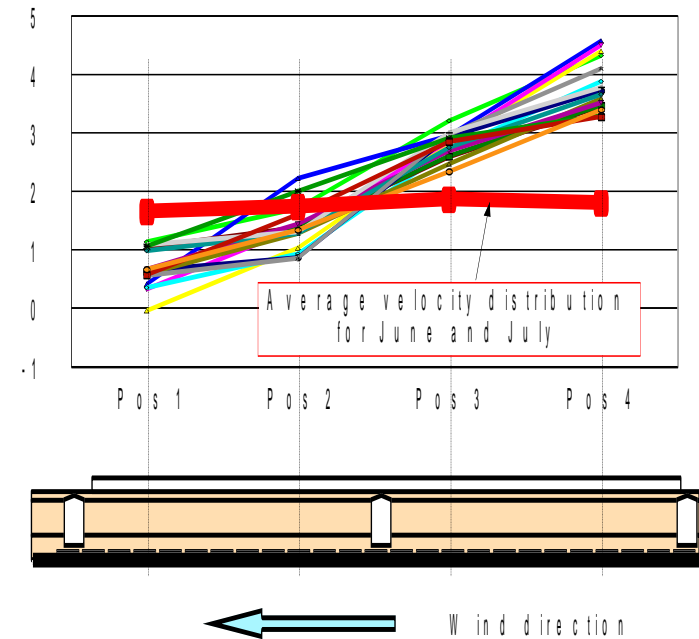
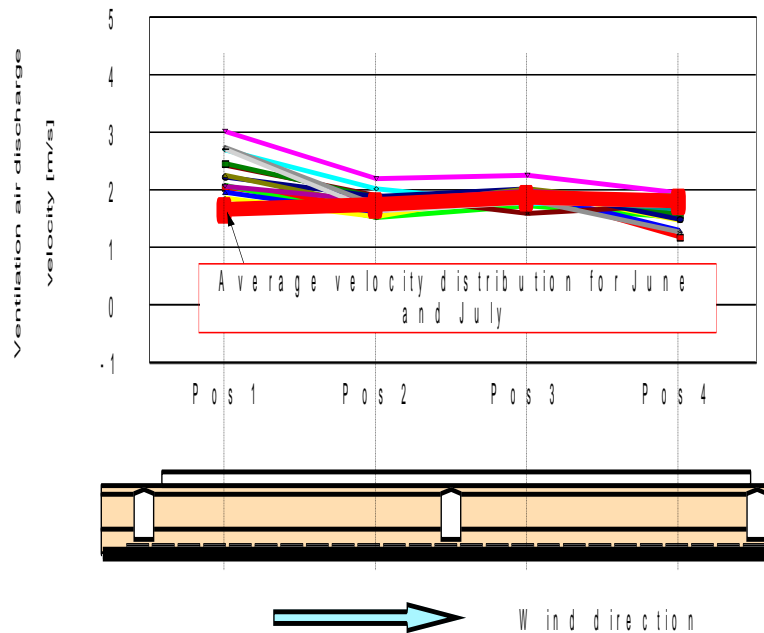
## Vindvær skaper turbulens – også i innelukkede taklyrer



- Sjekk utstrømningen der du måler – strømmer luften slik som du tror?



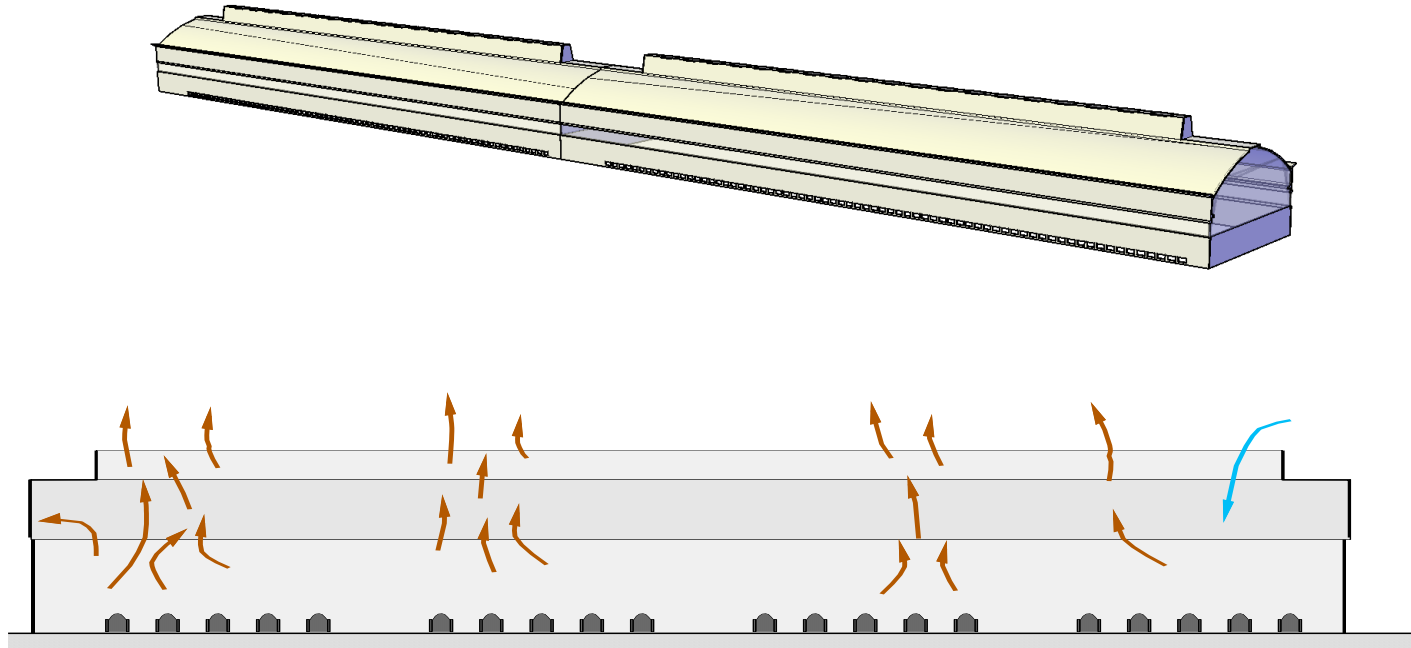
# Sørg for at du får med deg det fullstendige bildet. Vindvær kan forskyve luftmengden i lengderetningen av en hall..





## Det fullstendige bildet: Kontrollér at utstrømningen er stabil

- Hvis utstrømningsåpningen er for stor kan det oppstå kaldluftnedfall.
- I vindvær vil slike ustabiliteter oppstå lettere.

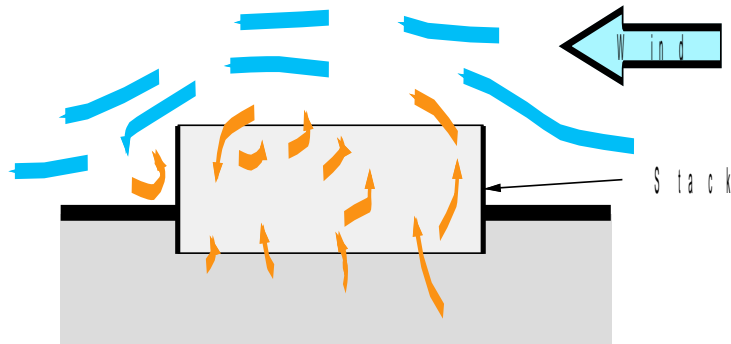
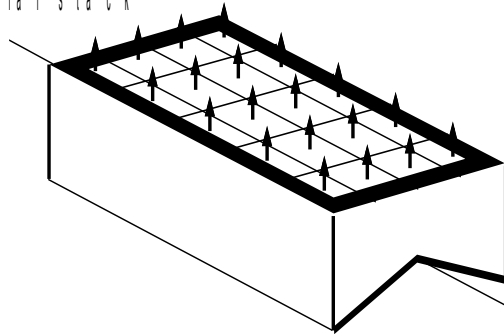




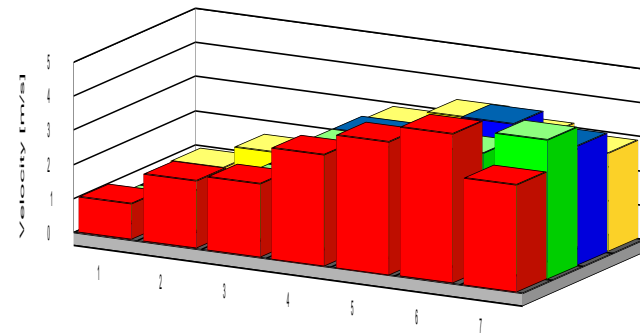
# Kontrollér utstrømningen der du skal måle

- Vinden skaper ujevn utstrømning også i enkle, rektangulære skorsteiner
- Vinden kan også få lufta til å strømme ned gjennom skorsteinen.

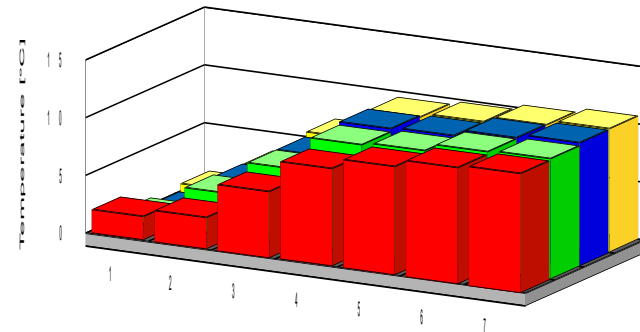
Rectangular stack



Velocity distribution

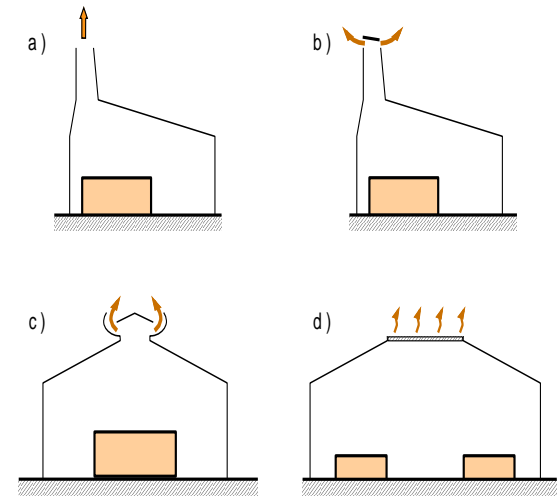


Temperature distribution



## Type 2 – Noen tips for luftmengdemålinger ved traversering

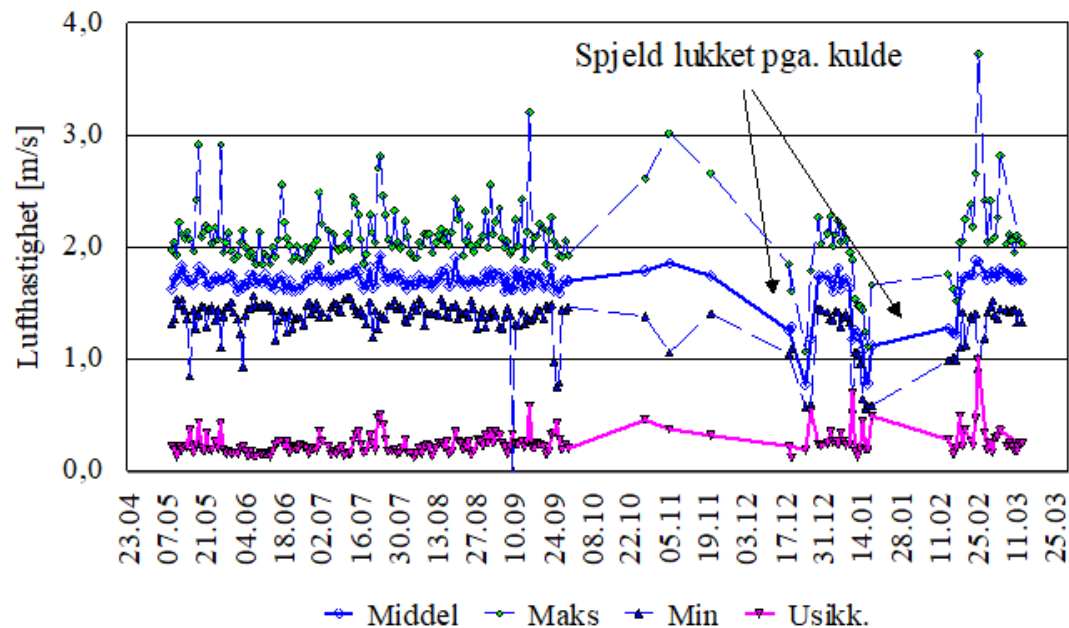
- 1) Undersøk med røyk hvordan lufta strømmer der du har tenkt å måle. Finn et måletverrsnitt med jevnest mulig hastighet.
- 2) Traverseringsmålinger bør skje når det er så lite vind som mulig. (Helst vindstille).
- 3) Det kan være lurt å logge utløpshastigheten i et punkt i måletverrsnittet over lengre tid – et døgn, noen døgn eller lenger. Avdekker variasjoner og ustabiliteter.
- 4) Se etter om det var spesiell høy eller lav indikatorhastighet på det tidspunktet du gjorde traverseringene – og korrigér om nødvendig resultatet av traverseringsmålingen.





## Nyttig å vite om oppdriftsdrevet ventilasjon

- Luftvolumstrømmen ( $\text{m}^3/\text{h}$ ) er omtrent konstant året rundt når varmeavgivelsen i prosessen er konstant, og bygningskroppen er uendret.
- Dvs. at luftmengdestrømmen ( $\text{Nm}^3/\text{h}$ ) er større om vinteren enn om sommeren.
- Teorien tilsier dette, og målinger av indikatorhastighet i en elektrolysehall har bekreftet teorien.





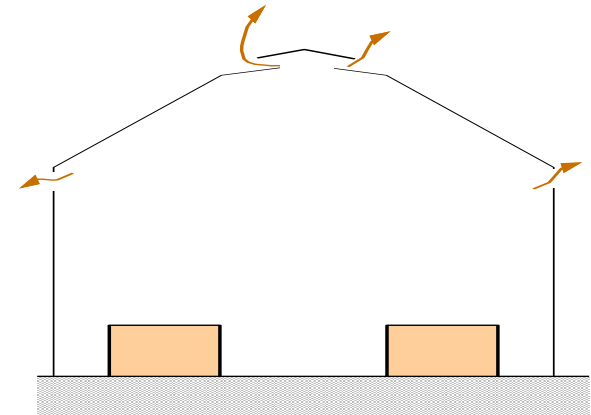
## Type 3 – Utslipp med oppdrift gjennom ikke definerte åpninger

### Standard målemetoder ?

- Ingen.

### Andre målemetoder ?

- Ja, kanskje ... et forsøk er «sporstøvmetoden»



### Status:

Vi har prøvd «sporstøvmetoden»:

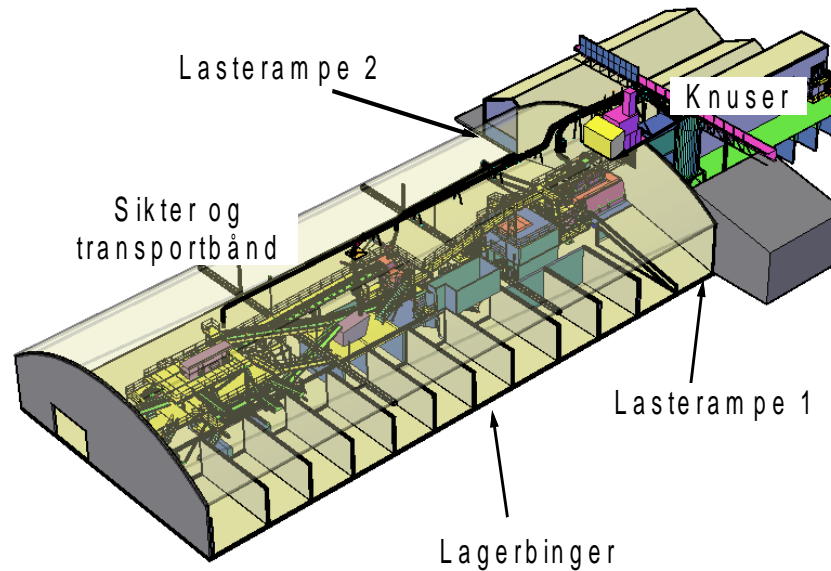
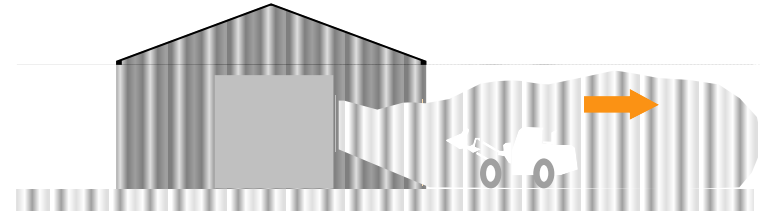
- Målemetode på utviklingsstadiet.
- En god del forskning gjenstår før vi vet begrensningene og usikkerheten.
- Den ser ut til å kunne brukes når luftutskiftningen ikke er for stor
- Et problem er å kunne skape en klart avgrenset sone med røyk i rommet.





## Type 4 – Utslipp uten oppdrift gjennom definerte åpninger

- Første steg er alltid å forstå hva som skjer.
- Hvor er kildene?
- Hvor unnslipper støvet og hvorfor?



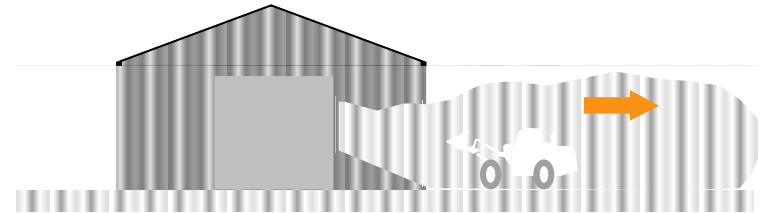




# Utslipp uten oppdrift gjennom definerte åpninger

## Standard målemetoder ?

- Tilpasset versjon av traverseringsmetoden når været passer.



## Andre målemetoder ?

- Videoregistrering sammen med logging av støvkonsentrasjon.

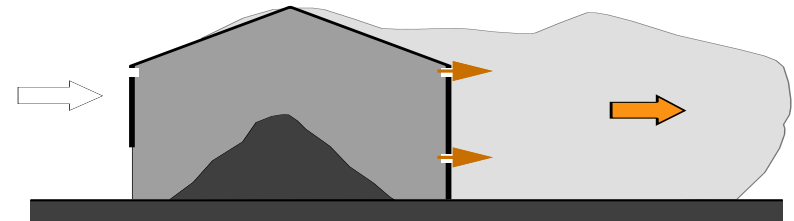




## Type 5 – Utslipp gjennom ikke definerte åpninger og fra større områder

### Standard målemetoder ?

- Ingen



### Andre målemetoder ?

- Video-metoder kan tenkes (Sauda)
- For å kvantifisere utslipp fra bedriften er vel gjerdemålinger det mest aktuelle?



Foto: Eramet Sauda

## Type 6 – Utslipp fra transport av løsmasser med oppdrift

### Standard målemetoder ?

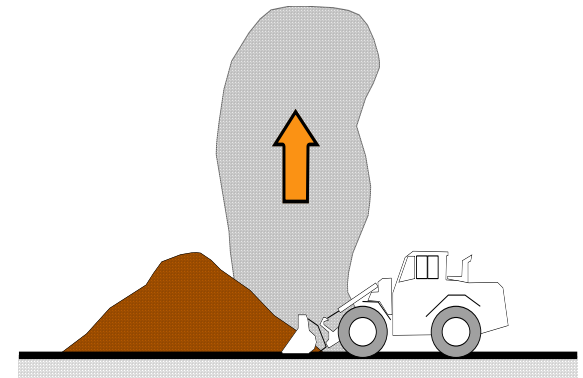
- Ingen

### Andre målemetoder ?

- Videometoder.

### Status:

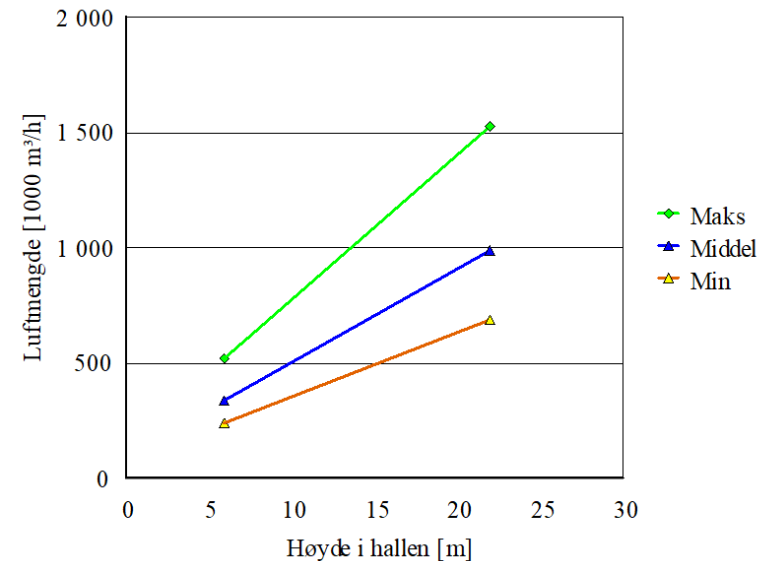
- Har benyttet videometode sammen med logging av hastighet og temperatur i punkter.





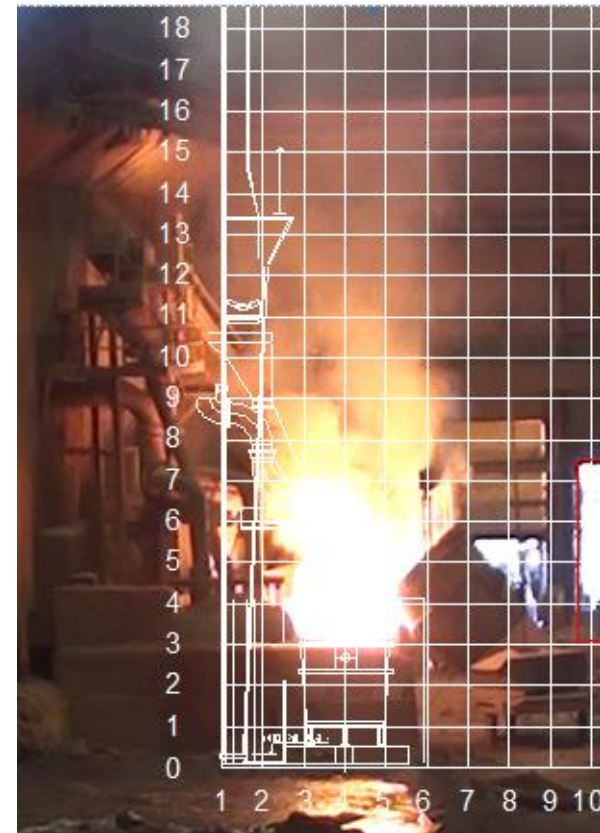
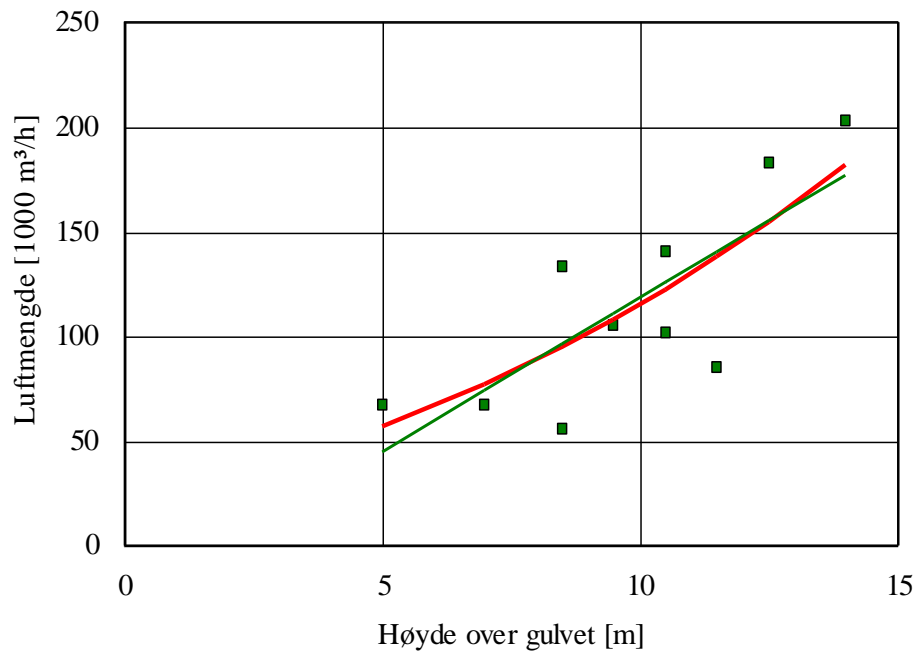
# Videometode – luftmengde i varmluftstrøm over sengestøping

- Denne metoden bør også kunne brukes for utslipp fra håndtering av varme masser ute.
- Men den er meget arbeidskrevende.



# Videometode – luftmengde i varmluftstrøm over øse

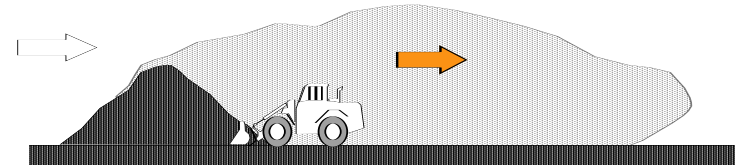
- Et annet eksempel på metoden.
- Men, som sagt, den er arbeidskrevende.



# Type 7 – Utslipp fra transport av løsmasser uten oppdrift

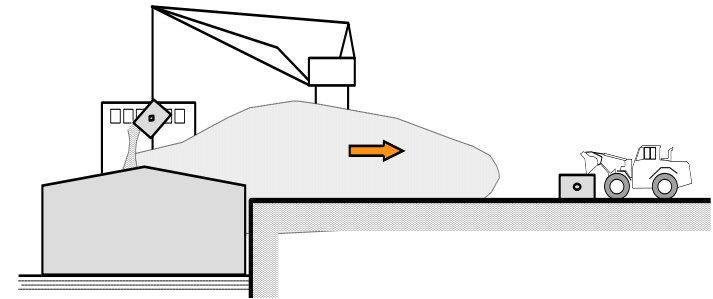
## Standard målemetoder ?

- Ingen



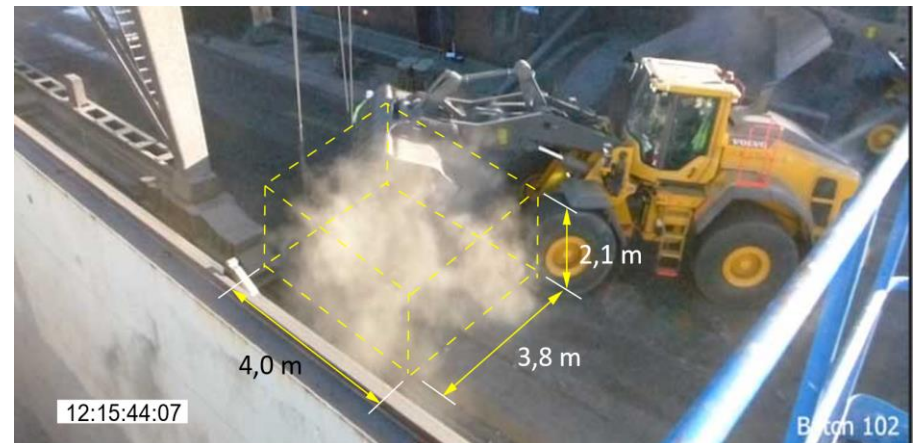
## Andre målemetoder ?

- Videometode sammen med konsentrasjonsmålinger med filtermetode og logging.



## Status:

- Har prøvd det i ett prosjekt.
- Stor usikkerhet.
- Med videre utvikling av videometoder kan dette trolig bli mye bedre og mye enklere



# Oppsummering

En nøkkel til å redusere de diffuse utslippene er å kunne tallfeste utslippene.

Vi må unngå å måtte rapportere utslipp i sekkeposten «diffuse utslipp»

Når vi kan måle utslippene med en tilstrekkelig grad av nøyaktighet har vi grunnlag for

- Prioritering bedriftenes miljøarbeid – legge penger i de tiltakene som er viktigst.
- Rapportering så riktig som mulig til myndighetene



Det finnes ikke problemer –  
Bare utfordringer!

# Oppsummering

De målemetodene vi har i dag er utilstrekkelige. Dess mer diffuse utslippene blir – dess mer utilstrekkelige er målemetodene.

Min drøm for å måle diffuse utslipp er:

- Videoregistrering med automatisert analyse av lufthastighet og konsentrasjon i støvskyer
- Gjerdemålinger med en haug av enkle og billige sensorer som overfører data trådløst til automatisert databehandling.



Her trenger vi en doktor

**Vi ønsker bidrag fra alle som arbeider med måling og utvikling av måleteknikker og sensorer – vi må lære av hverandre**





**Takk for oppmerksomheten!**



Diffust utslipp