UNIVERSITETET PÅ ÅS

Rev 18/11-15

Måling av lufttetthet og sentrale utfordringer fremover

Nyheter
Store bygg/enkeltleiligheter
Svært tette bygg – måletekniske utfordringer

tormod.aurlien@nmbu.no

Norsk bygningsfysikkdag 2015 - Oslo

UNIVERSITETET PÅ ÅS

Professorer plikter å dele…

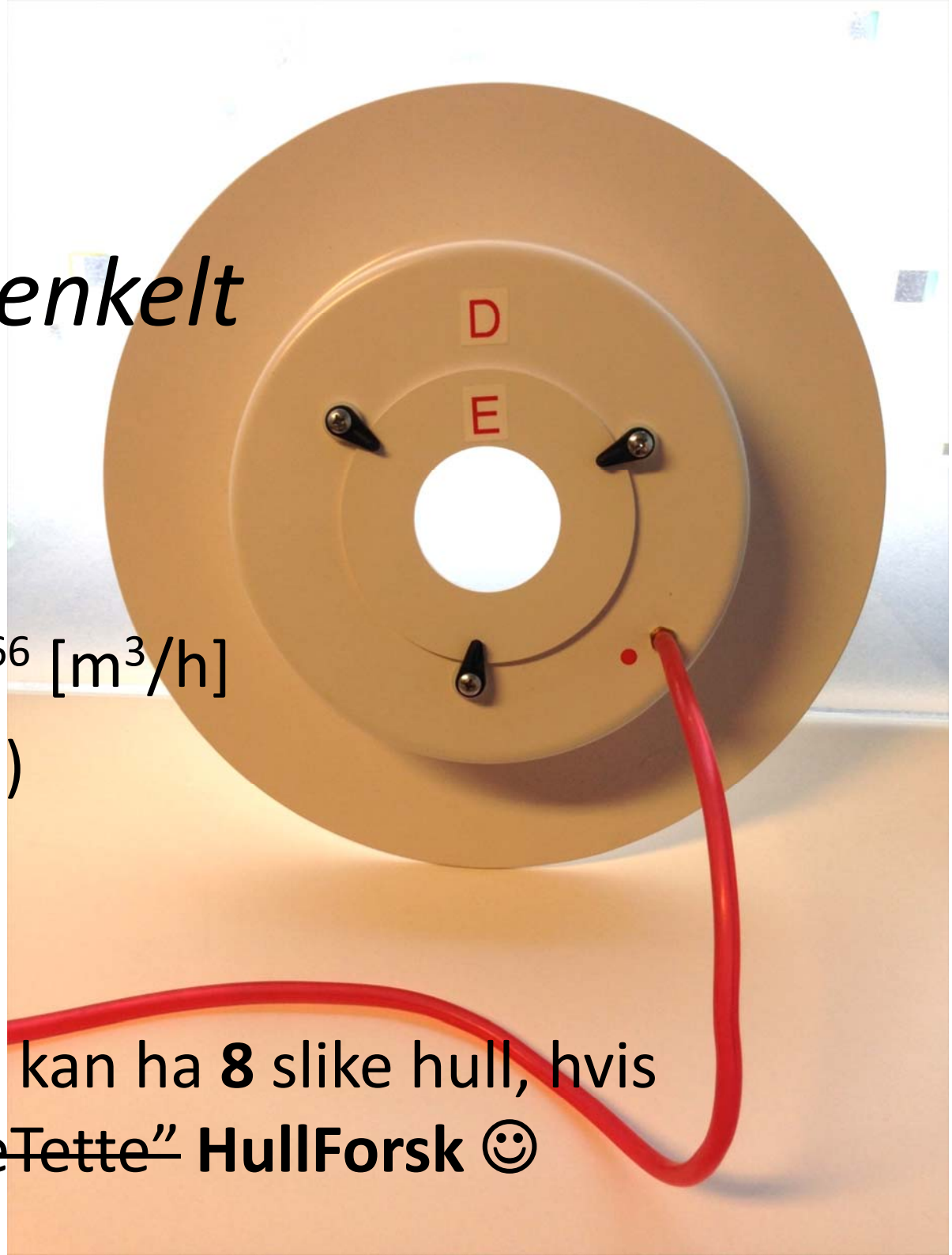
Måleutstyret

Vi beholder det enkelt

Alle hull har sin modell

- $V'_{Ø48mm} = 4{,}76 * \Delta p^{0{,}5166}$ [m^3/h]
- Δp = 50 Pa (9 m/s vind)
- gir V'_{50} = 36 m^3/h

- Et passivhus på 200 m^2 kan ha **8** slike hull, hvis det ellers er tett ~~"DeTette"~~ **HullForsk** ☺



Snart endret målestandard, ikke grunnprinsipp

NS-EN 13829 “(ISO 9972:1996, modifisert)” blir etterhvert avløst av internasjonal standard

ISO 9972:**2015**-08 (E) Thermal performance of buildings - Determination of air permeability of buildings - Fan pressurization method

- bedre usikkerhetsberegning
- Felles beregningsplan?

  ikke bare internasjonale felles plan(?)
  men mellom fag (U-, ψ- og n_{50}-verdier osv)

  inkludere mellombjelkelagene i volum? jeg er for ☺

  ≈ 10% enklere å oppfylle n_{50}-krav

  er nyttig for BIM…

Dimitrios Kraniotis tok nylig doktorgrad om:

Dynamiske egenskaper ved vinddrevet luftinfiltrasjon i bygg… vindkast

"The Kraniotis crack"

…på det stedet på Ås der det blåser☺

Han / vi fant:

- Pulserende vind belaster et byggs lekkasjer mye mer enn middel-vind
- Lekkasjemengdene fra en kortvarig vindrosse er veldig avhengig av volumet på innsiden av lekkasjen
  $p*\mathbf{V} = n*R*T$:) stort volum på baksiden fjærer mer
- Ved CFD-beregning må man ikke slå av kompressibilitet til luft (slik mange ellers gjør ved beregning av vindforhold *rundt* bygninger, for å redusere beregningstiden)
- Ved lekkasjer med høy strømningsmotstand, vil friskluft som strømmer inn ved utvendig overtrykk-puls ofte kunne suges ut igjen på samme sted, når trykket snur på utsiden.
- <u>Gjennomtrekk</u> er en dominerende infiltrasjonsform sammenlignet med ved ensidig lekkasjeplassering ☺
- Vi har lykkes med å bruke sporgass til å detektere *hvor* luft lekker, og strømningsvei CO_2 H_2O (H_2 ?)

Bygnings**intern** lufttetthet har stor betydning for **energi**bruken !

ikke bare for spredning av

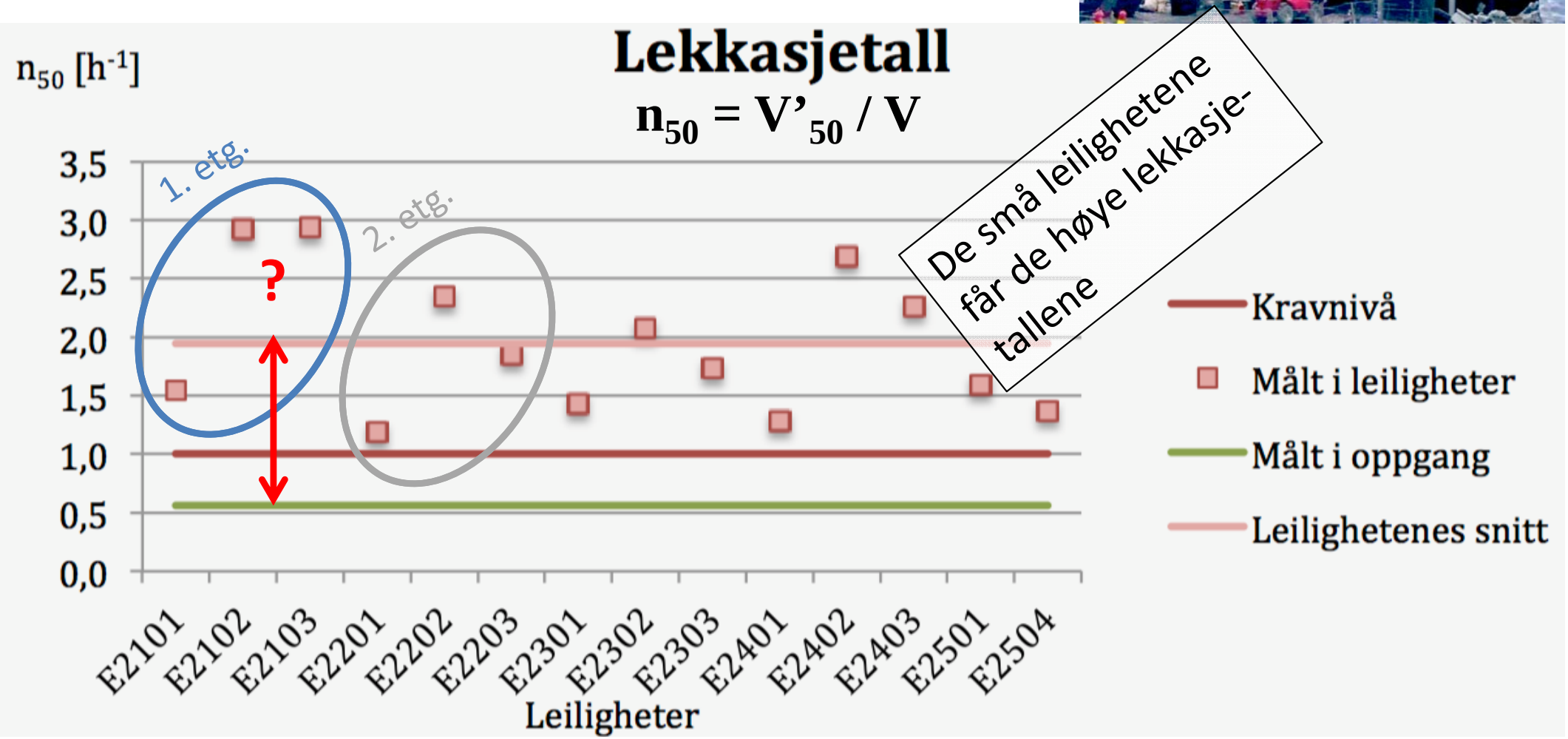
- Røyk, se masteroppgave på NMBU: Tatjana Hercigonja, 2015
- Lukt, se masteroppgave på NMBU: Iden og Sandeggen's, 2015
- Smitte, se div. sykehus-erfaringer
- Lyd, forskning i oppstart, ny master 2016

- Bransjen ønsker ikke klager og konflikter…

Ulike måter å måle, ved **større** bygg:

viser bygningsinterne luftlekkasjers

påvirkning på "kvalitetsstemplet"



Henrik Fluge Iden og Ola Sandeggen: Bygningsinterne luftlekkasjer. Masteroppgave 20**15** NMBU

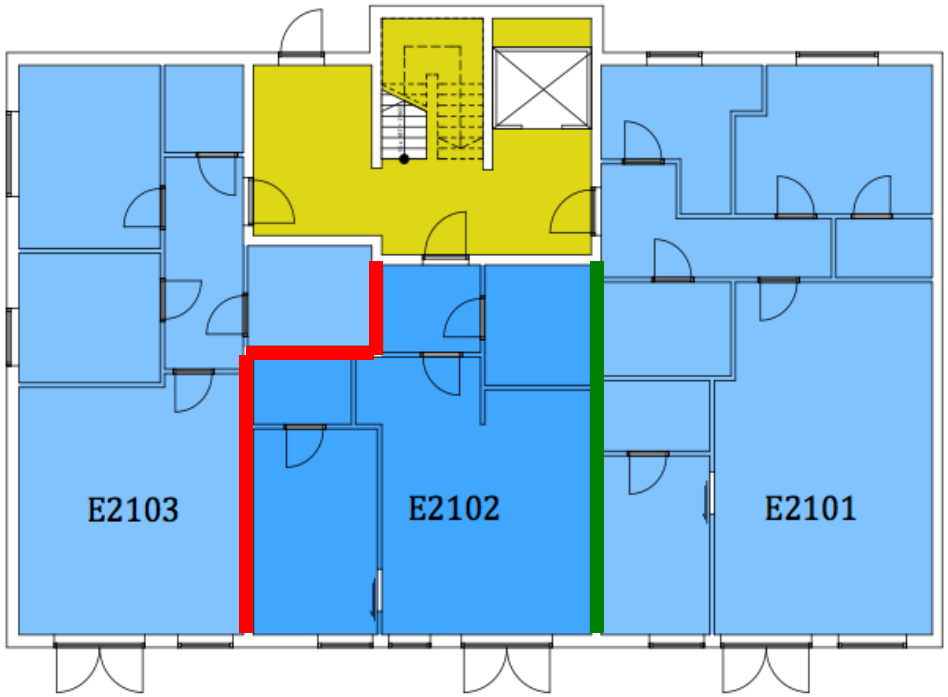
Måling med støtte-trykk

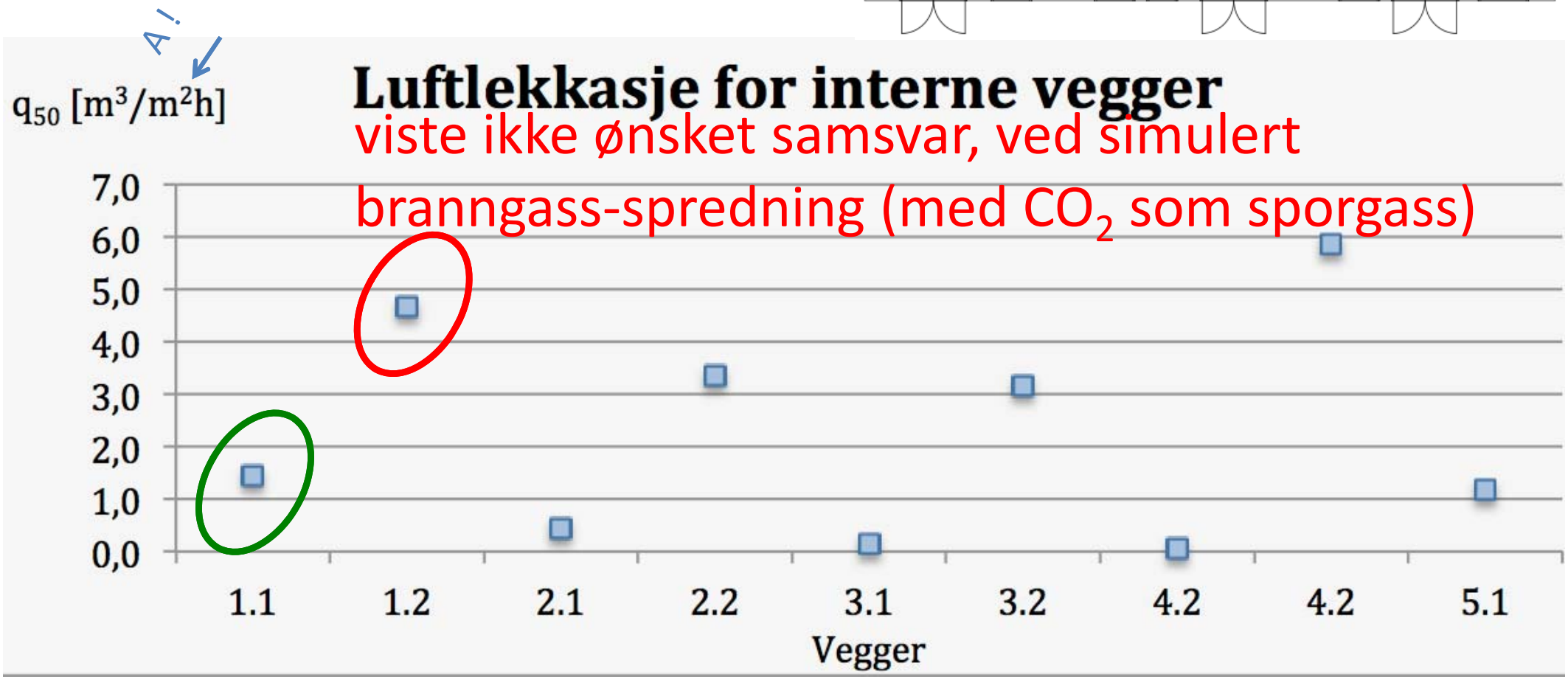
- Er ekstramålinger som (egentlig) må til hvis måling av lufttetthet målt i statistisk utvalgt enkeltleilighet ikke holder kravnivå.
- Støttevifte plasseres da i tilgrensende leilighet(er) til den som har målevifta.
- Denne sikrer at det er samme trykk på begge sider av intern skillekonstruksjon.
- Dermed vil målt luftlekkasje ikke være mot disse leilighetene, og kravoppf. til ytterkonstr. kan avgjøres.

Måling med støtte-trykk

er veldig ressurskrevende,

og noen ganger praktisk umulig





Lekkasjemodeller, for å forstå virkeligheten

- 1. orden: Én sone
- 2. orden: To soner som samvirker ved reele trykkbelastninger
- 3. orden: ….

  mot huldekkeelement, badekabiner, sjakter, lydspalter

  Fanges kanskje IKKE opp med støttetrykk !

  men med røyk, sporgass osv

Innspill til TEK:

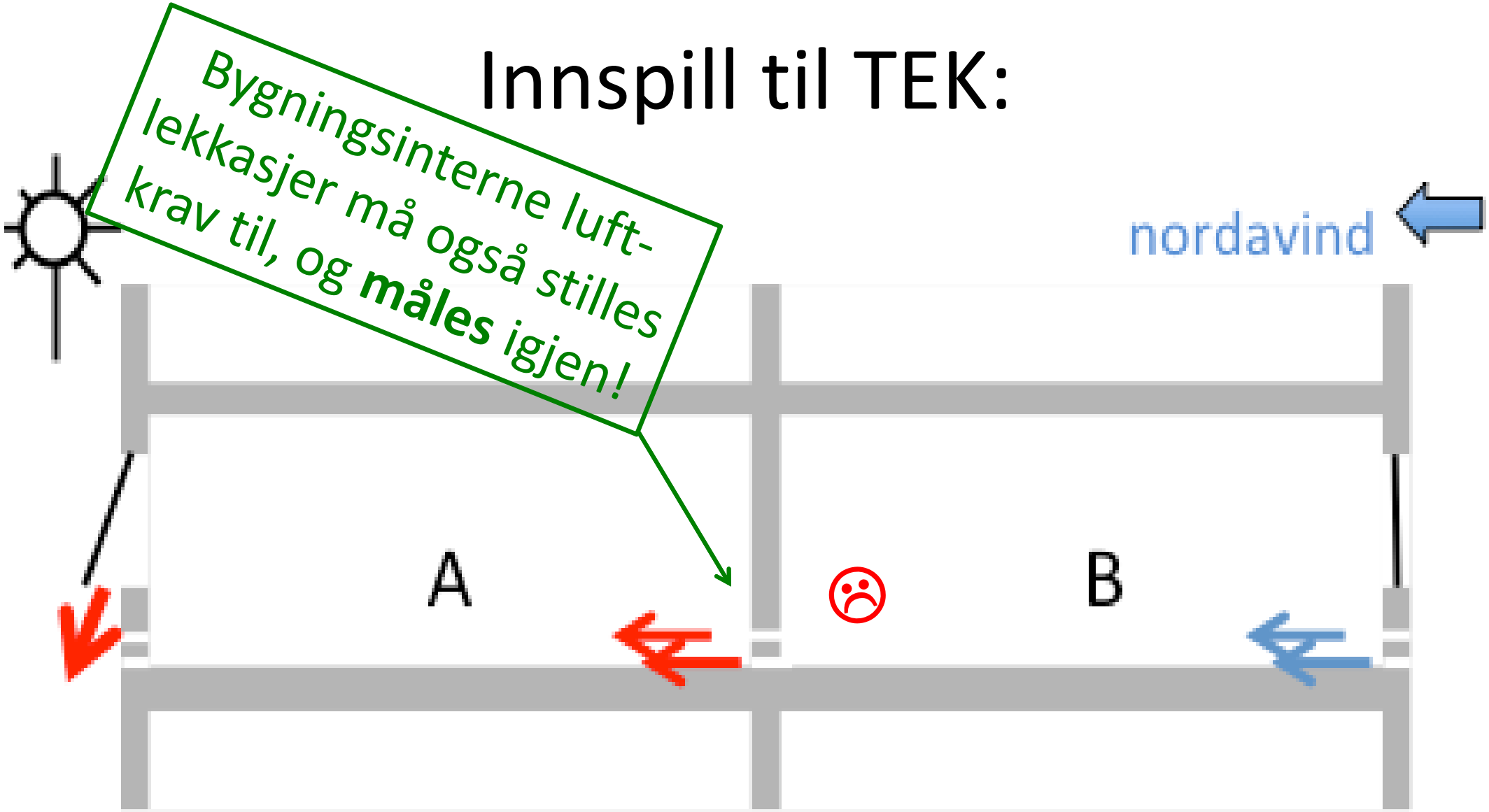
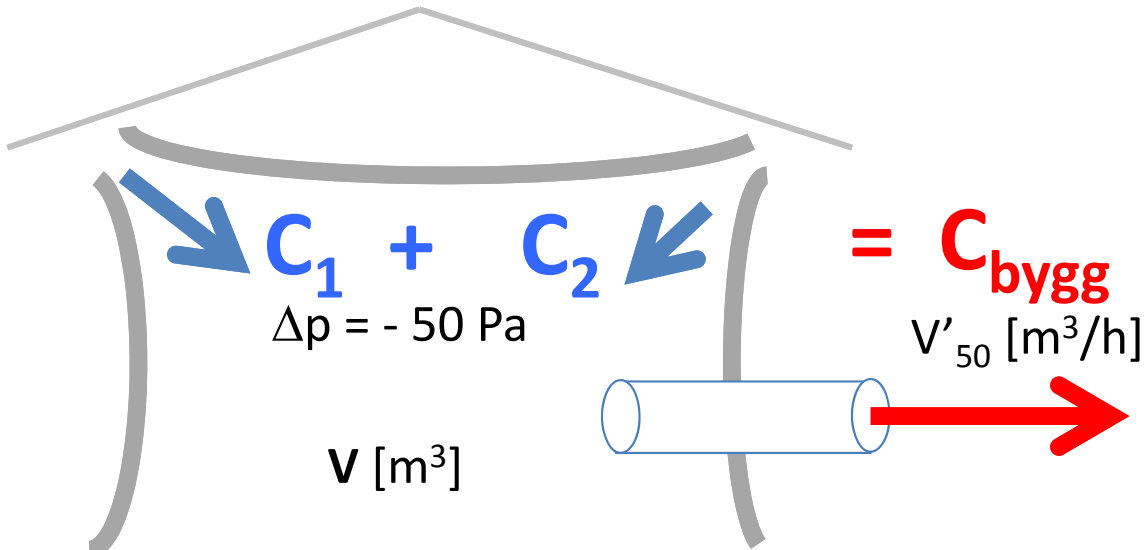


Fig: Hvis beboerne i leilighet A på solsiden ønsker å åpne et vindu for å få ned temperaturen der, vil dette kunne skape trekk og økt fyringsbehov hos naboene i leilighet B vendt mot sur nordavind; mer hvis det er mye luftlekkasje mellom leilighetene enn om samlede luftlekkasjer er konsentrert rundt bare ytterveggene (som er bare det som noen husbyggere nå velger å måle).

Før diskusjon må vi først være enige om…

- Lave luftlekkasjer er bra, og medfører liten unødvendig energisløsing til utilsiktet luftskifte
- Luftetthet dokumenteres ved <u>måling</u>

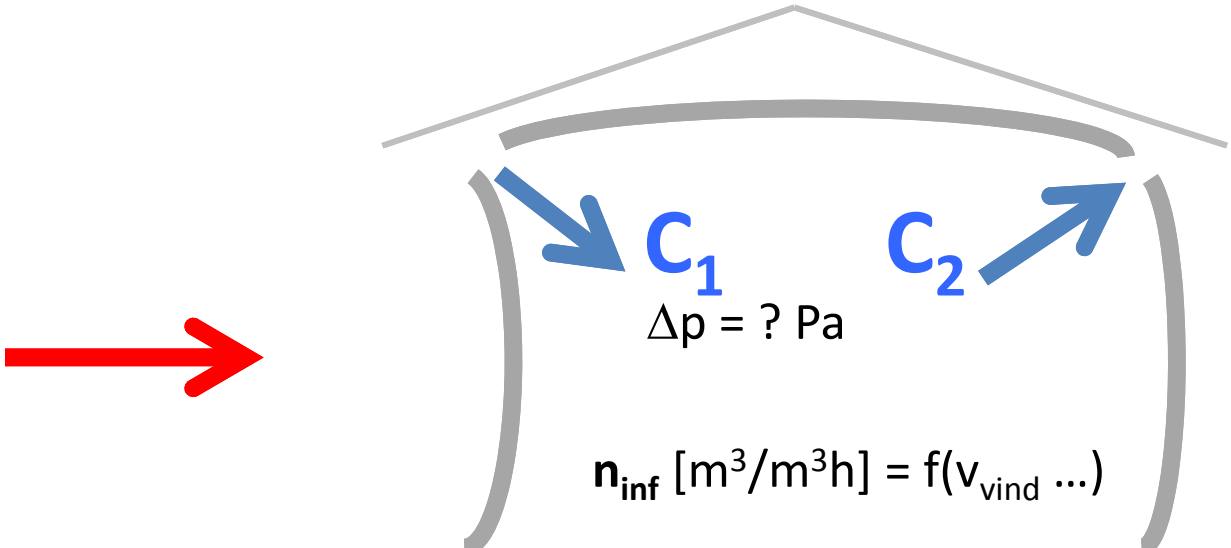
  og er en følge av god prosjektering OG utførelse
- Målemetoden er enkel å forstå
- La oss beholde det **enkelt og forståelig !**



Er vi fortsatt enige..?

- Reelt opptredende <u>trykk</u>forskjeller styrer infiltrasjonen (er ikke del av energistandardene !)
- Trykk påvirkes av vind, termisk oppdrift, ventilasjon, og <u>hvor</u> alle de små luftlekkasjene er…
- energi-simulering kan med fordel videreutvikles

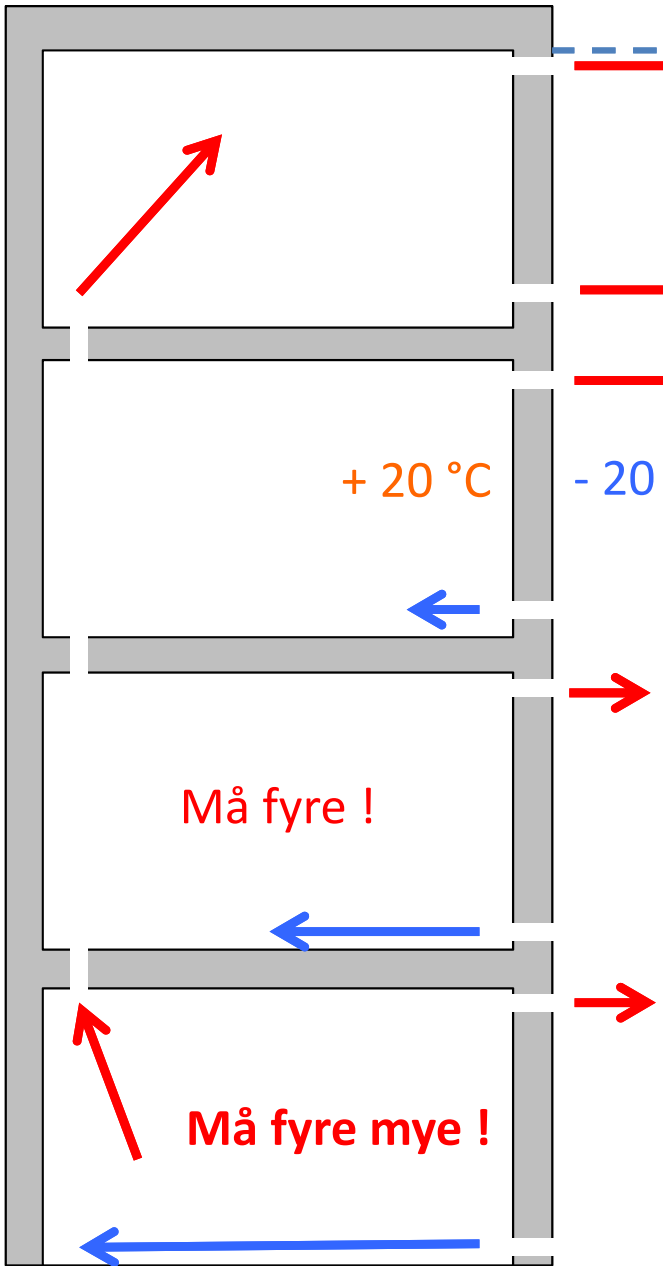
eller kanskje $n_{inf} = 0{,}07 * n_{50}$ er godt nok..?

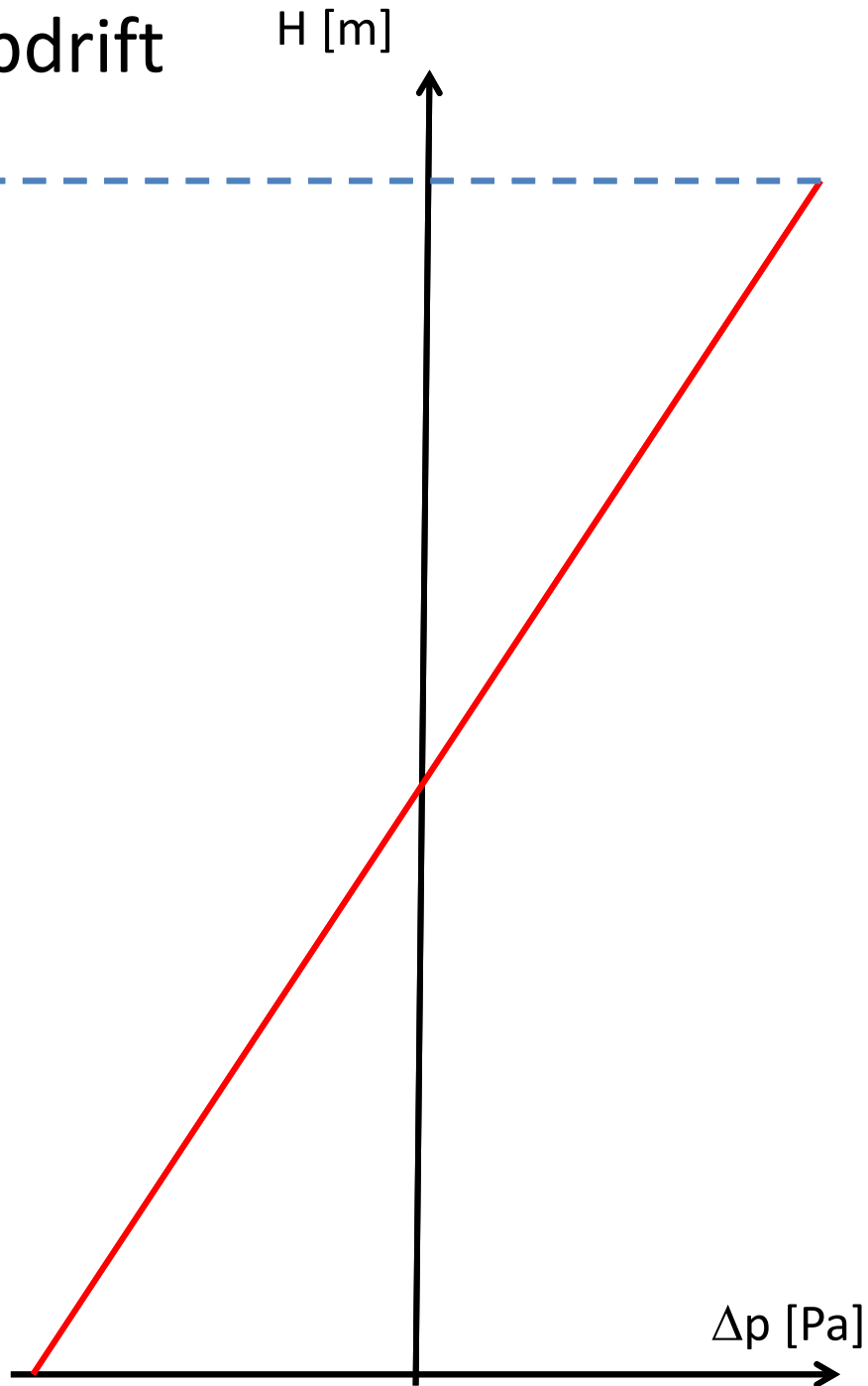


Argumentasjon for intern tetthets betydning

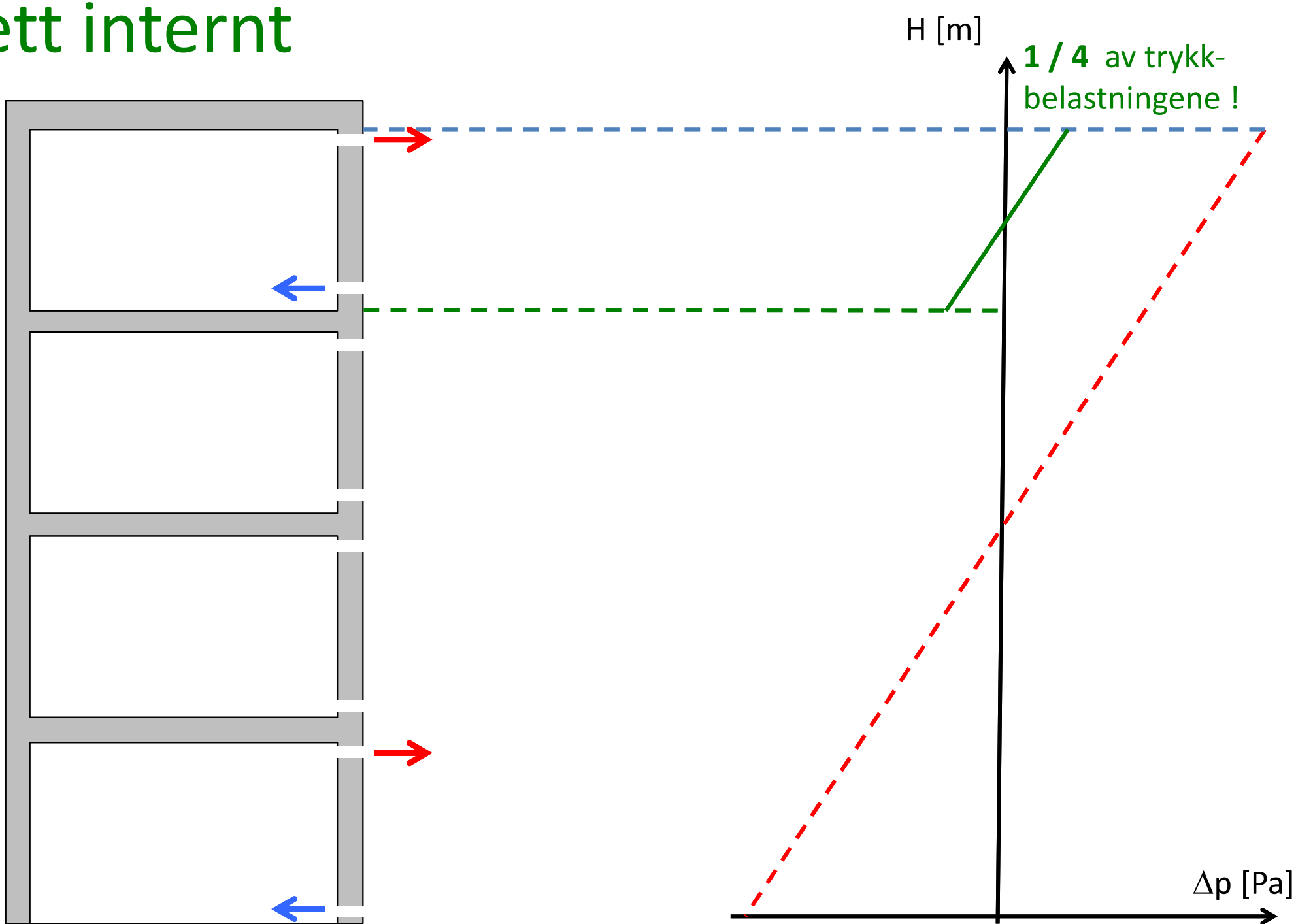
1: når drivkreftene er termisk oppdrift

(hvis vi forutsetter helt balansert ventilasjon)





Drivkreftene reduseres kraftig når det er tett internt



2. Ved vind som drivkrefter

helt tilsvarende

$V' = 0{,}6 * \Delta p \wedge 0{,}6$ [m³/h]

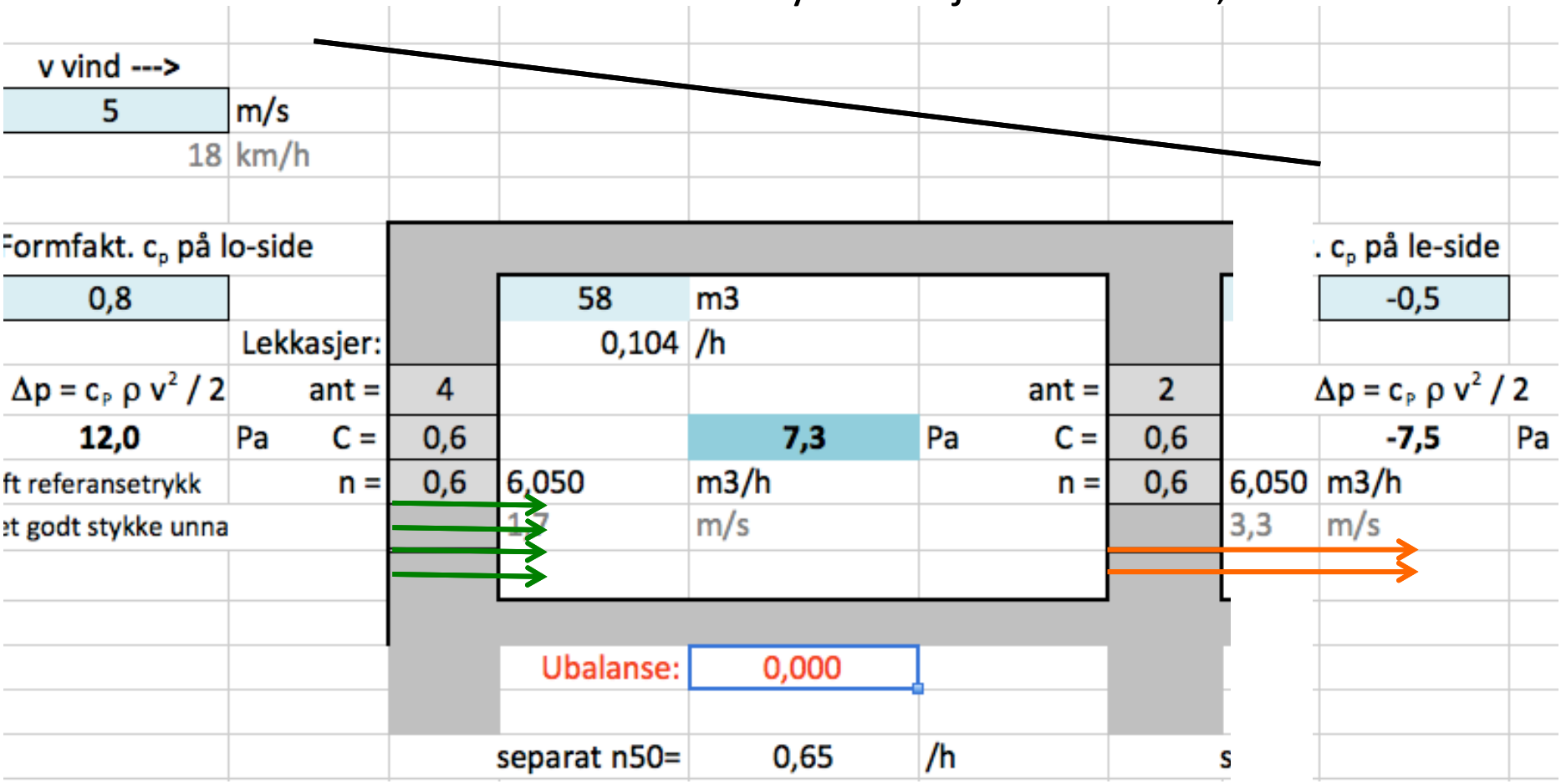
Alle hull har sin modell

To massivtre-moduler står ute på det meteorologiske feltet, et av de få stedene der det **blåser** på Ås.

Infiltrasjon *måles* med to vanlige sporgasser; CO_2 og H_2O samtidig (2015).

Én Weee-modul med 6 hull og gjennomtrekk

Nedenfor vises skjermbildet fra et veldig enkelt regneark som kan tjene som start på løsningsforslag på studentoppgaven med å utvide en enkel balanse-modell til en modell med to rom som utsettes for trykkforskjeller fra vind; bare det:

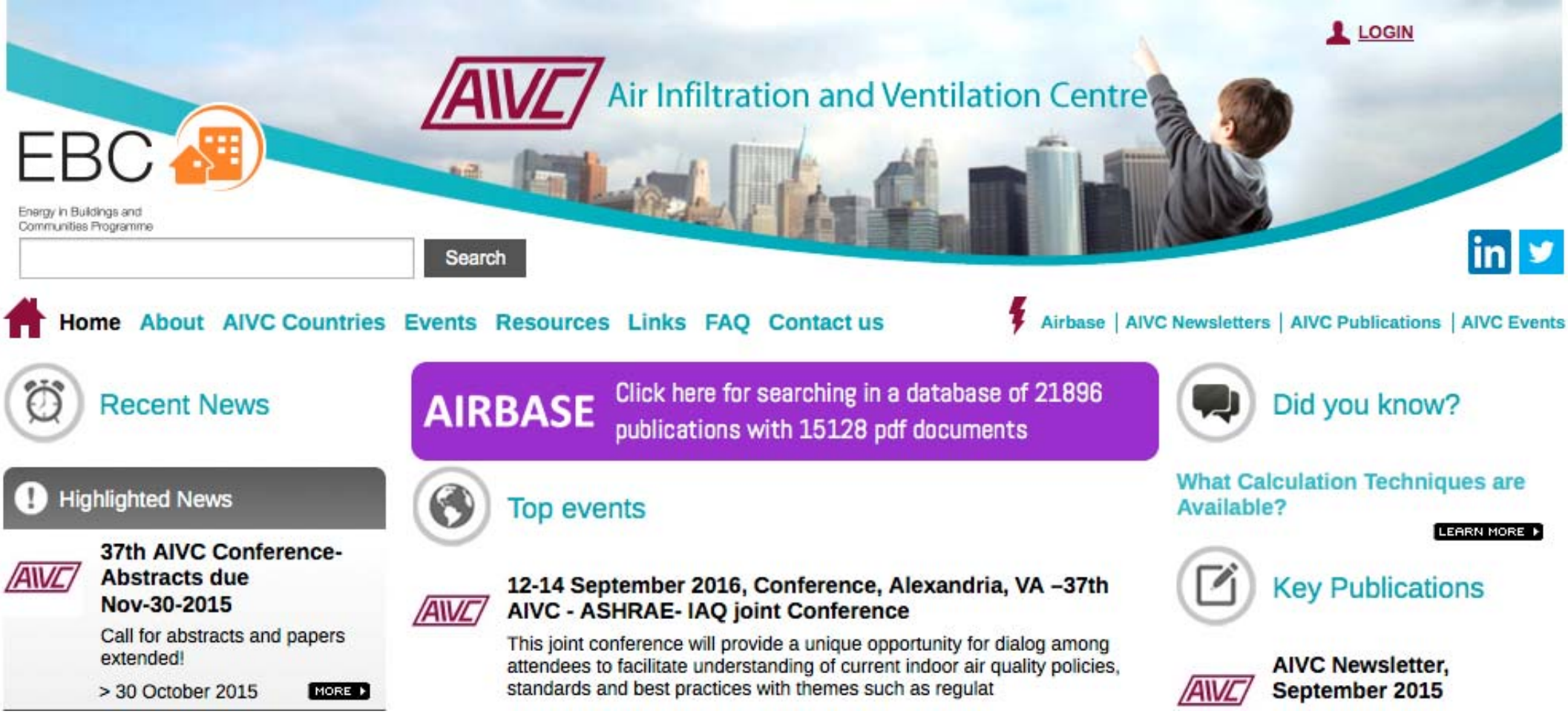


Når det blåser, vil **trykket inne** i bygninger innstille seg, inntil luftlekkasje inn og ut **balanserer**

Behov for endringer

- "Luftlekkasje-romantikk" er tøv, men vi skal *lytte*
- Det er viktigere med stadig bedret tetthets-mål<u>epraksis</u> enn lavere lekkasjetall-krav (?)
- **Enkeltleiligheter / økonomiske enheter (brann-celler?) må måles og stilles separat-krav til !**
- Små og store enheter må hensyntas ($n_{50} = V'_{lekk} / \mathbf{V}$)

  Normalisering ift <u>leilighetens</u> totale overflate kan være et godt <u>tilleggs</u>krav (jfr svenskenes q_{50})
- Måling og lekkasje**lokalisering** kan effektiviseres
- Grunnene til lufttett vindsperre <u>og</u> innersjikt må forstås (ja til "Belte <u>og</u> bukseseler"-løsninger)



besøk AIVC.org