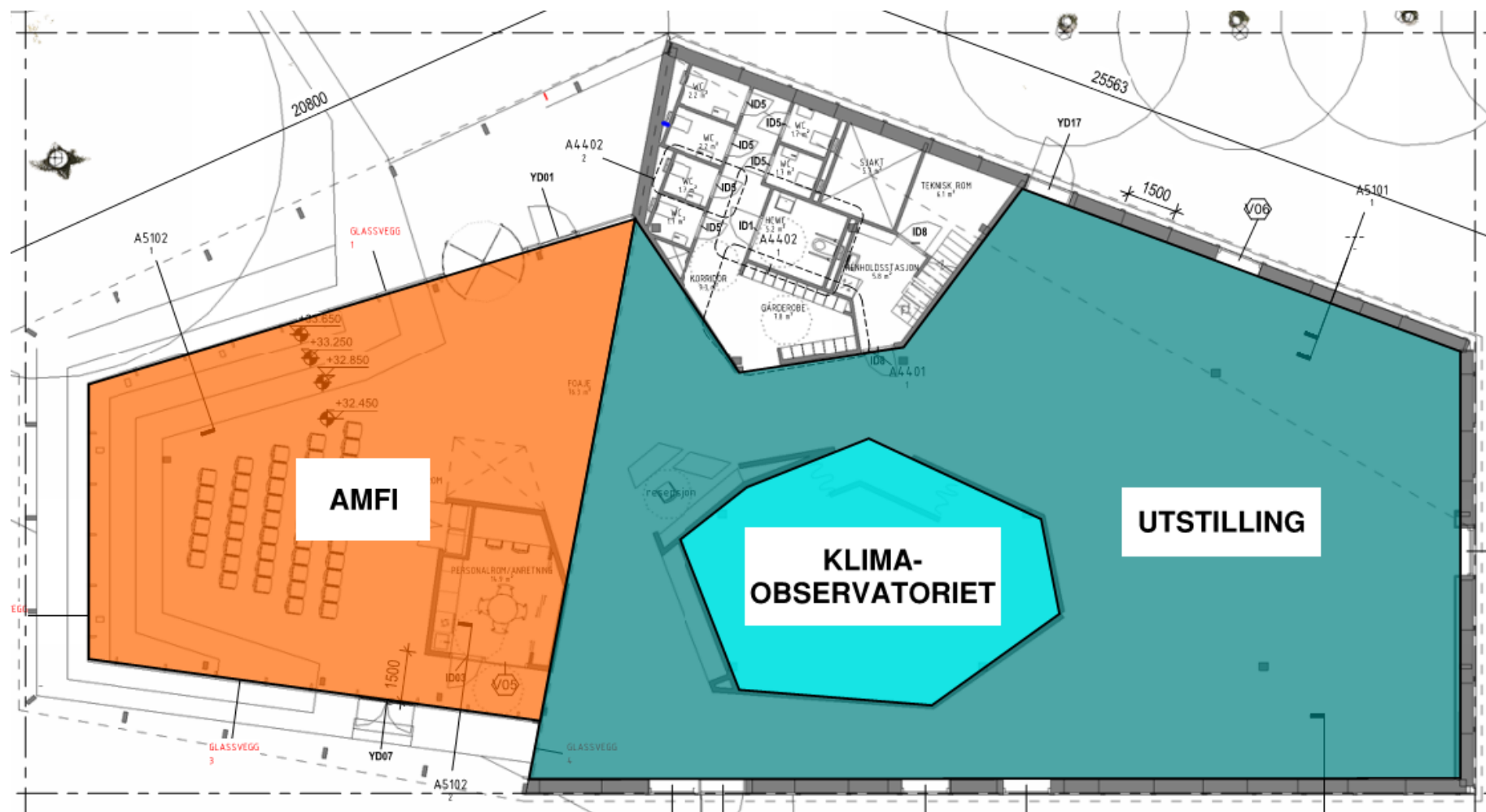


# Klimahuset – Termisk inneklima

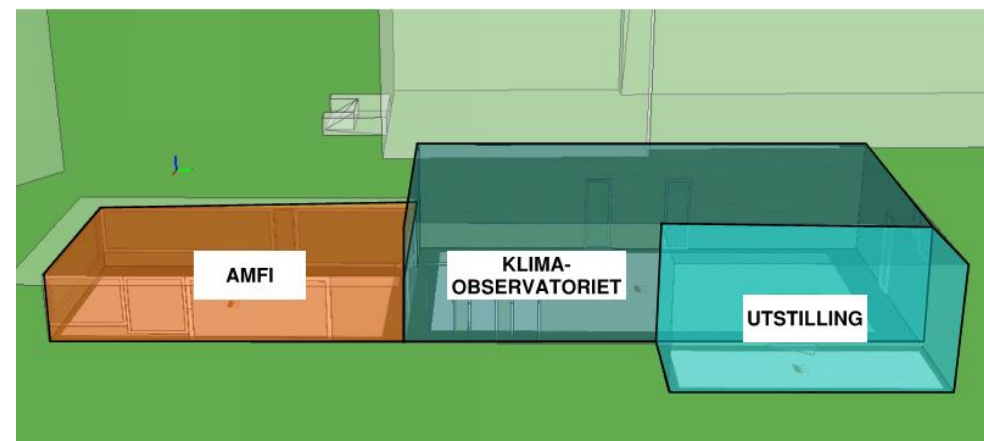
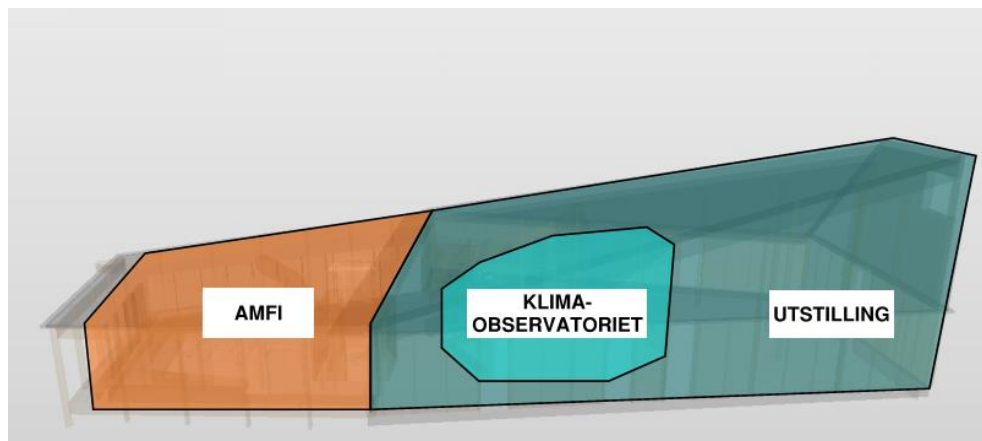
Kristian Fredrik Nikolaisen  
Arnkell J. Petersen  
05.12.2018



# Soneinndeling



# Soneinndeling



# Inndata

## Generelt

- Tilluftstemperatur: 18,5 °C
- Gulvkjøling: 15 W/m<sup>2</sup> i 75 % av gulvareal
- Solskjerming: Vindu med g-verdi 0,38 & passiv solskjerming fra overheng i amfi
- Se tabell for ytterligere inndata

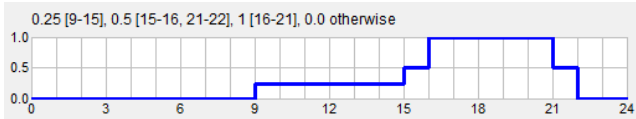
| Post                               |        | Verdi               |
|------------------------------------|--------|---------------------|
| U-verdi [W/m <sup>2</sup> K]       | Vegger | 0,10                |
|                                    | Gulv   | 0,10                |
|                                    | Tak    | 0,09                |
|                                    | Vindu  | 0,80                |
| Lekkasjetall n50 [oms/t]           |        | 0,15                |
| Kuldebroverdi [W/m <sup>2</sup> K] |        | 0,05                |
| g-verdi glass [-]                  |        | 0,38                |
| Termisk masse gulv                 |        | Høy (250 mm betong) |
| Termisk masse tak                  |        | Lav (gips)          |

## Sonespesifikt

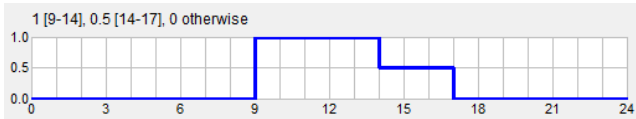
| Sone               | Areal             | Luftmengde          |                     | Gulv-<br>kjøling | Teknisk<br>utstyr | Belysning           |
|--------------------|-------------------|---------------------|---------------------|------------------|-------------------|---------------------|
|                    |                   | Tilluft             | Avtrekk             |                  |                   |                     |
|                    | [m <sup>2</sup> ] | [m <sup>3</sup> /h] | [m <sup>3</sup> /h] | [W]              | [W]               | [W/m <sup>2</sup> ] |
| Amfi               | 168               | 4000                | 0                   | 1 250            | 4 000             | 8                   |
| Klimaobservatoriet | 63                | 1500                | 0                   | 2 400            | 4 000             | 4                   |
| Utstilling         | 317               | 2000                | 7500                | 500              | 12 000            | 4                   |

## Brukskurve:

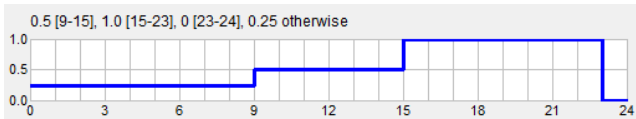
Amfi:



Utstillinger:



Ventilasjon:



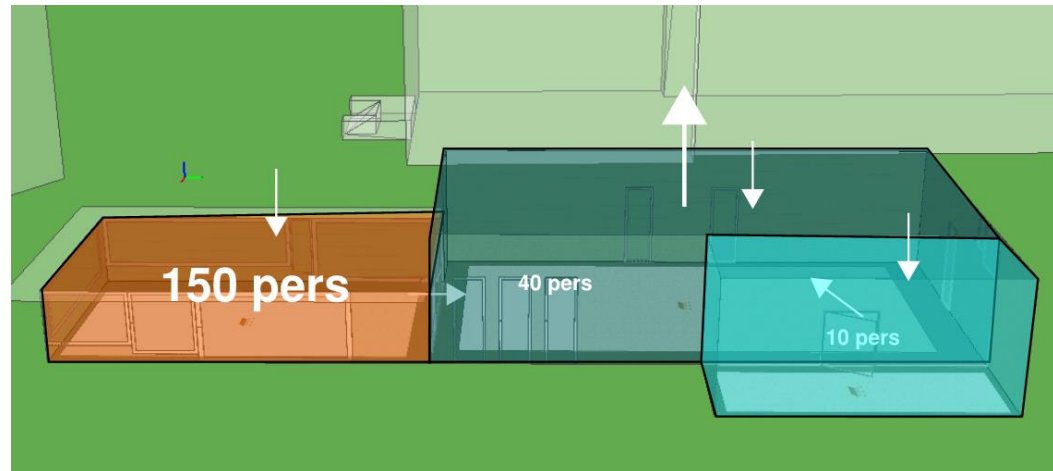
# Scenario 1

## Full belastning i amfi

# Scenario 1

## Full belastning i amfi

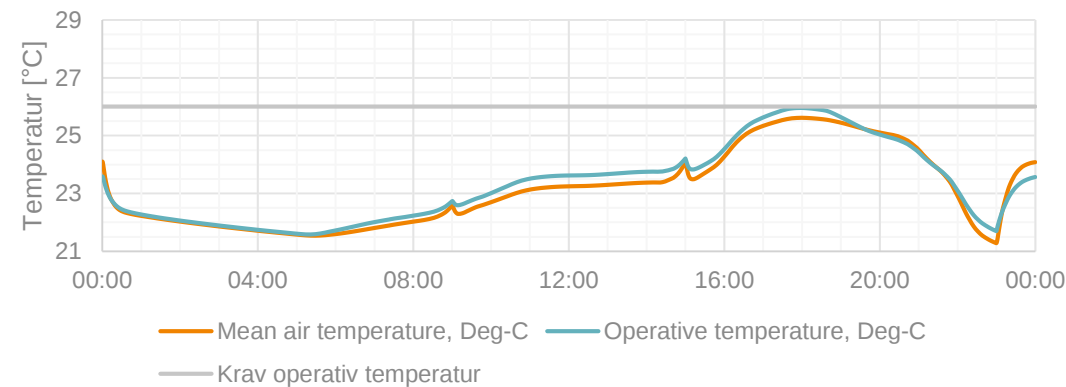
- Totalt 200 personer i bygget
  - Amfi: 150 pers
  - Klimaobservatoriet: 10 pers
  - Utstilling: 40 pers
- Dør mellom amfi og utstilling er lukket, men det er en åpen luke for overstrømning av ventilasjonsluft mellom amfi og utstilling



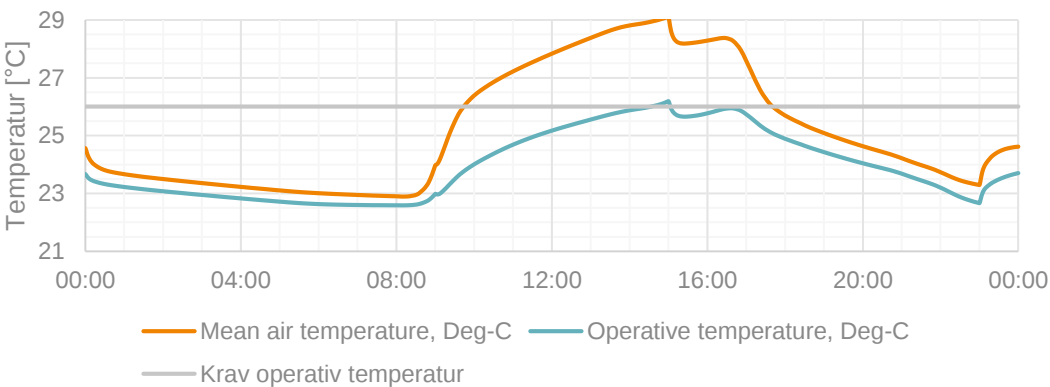
# Scenario 1

## Full belastning i amfi

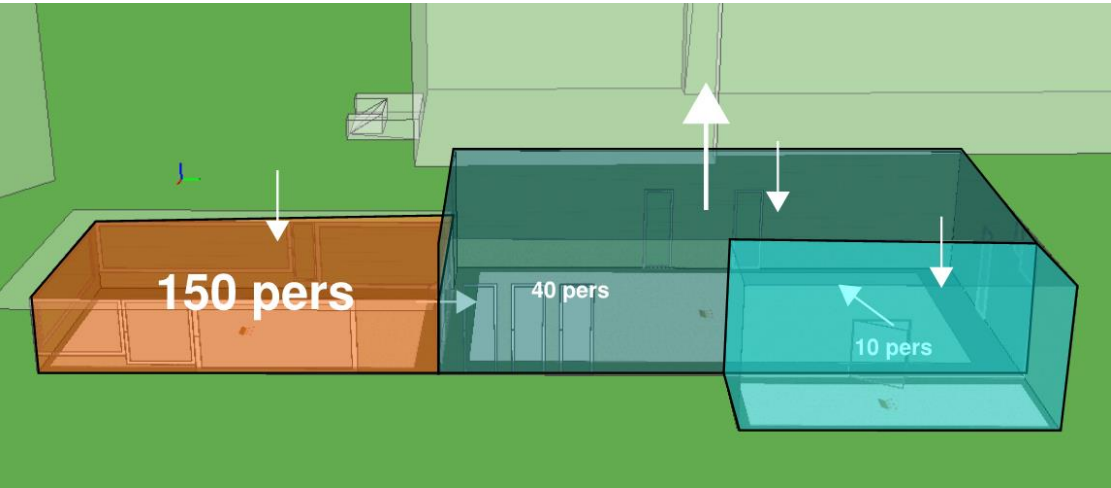
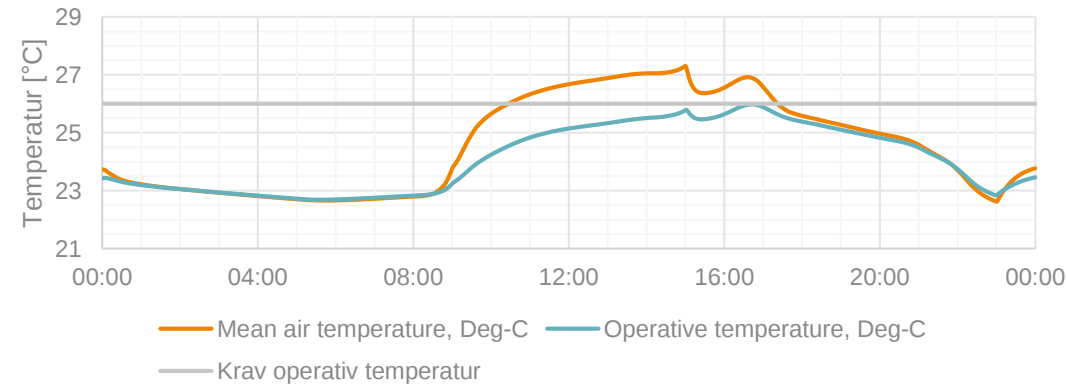
Amfi



Klimaobservatoriet



Utstilling

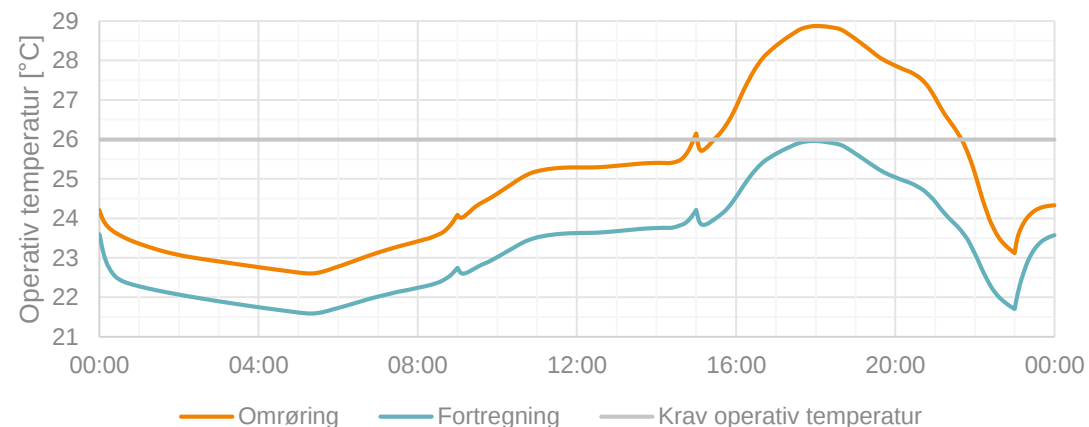


# Scenario 1

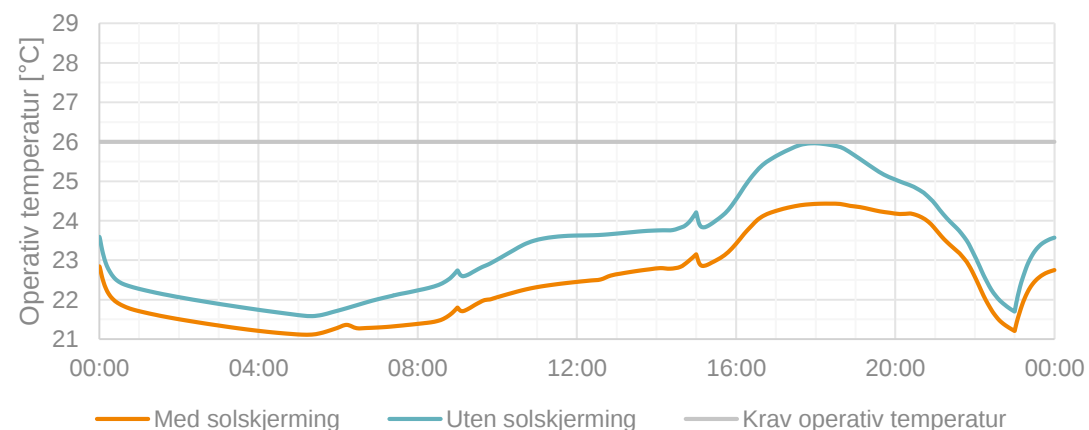
## Full belastning i amfi

- Krav til maksimal 26 °C operativ temperatur oppfylles med knappest mulig margin i samtlige soner utenom klimaobservatoriet
  - Dimensjonerende internlast fra teknisk utstyr og besøkende bør være noe lavere enn antatt i beregningene
- En sentral forutsetning er at det er fortrengningsventilasjon som gir lavere temperatur i oppholdssonen enn omrøringsventilasjon
  - Se figur for sammenligning av operativ temperatur ved de ulike ventilasjonsprinsippene
- Soltilskuddet i amfi er høyt på grunn av store glassflater uten utvendig solskjerming. Dersom utvendig solskjerming monteres vil temperaturnivået og kjølebehov bli lavere
  - Se figur for sammenligning av operativ temperatur med og uten utvendig solskjerming

Amfi: Omrøring vs. fortregning



Amfi: Med og uten utvendig solskjerming



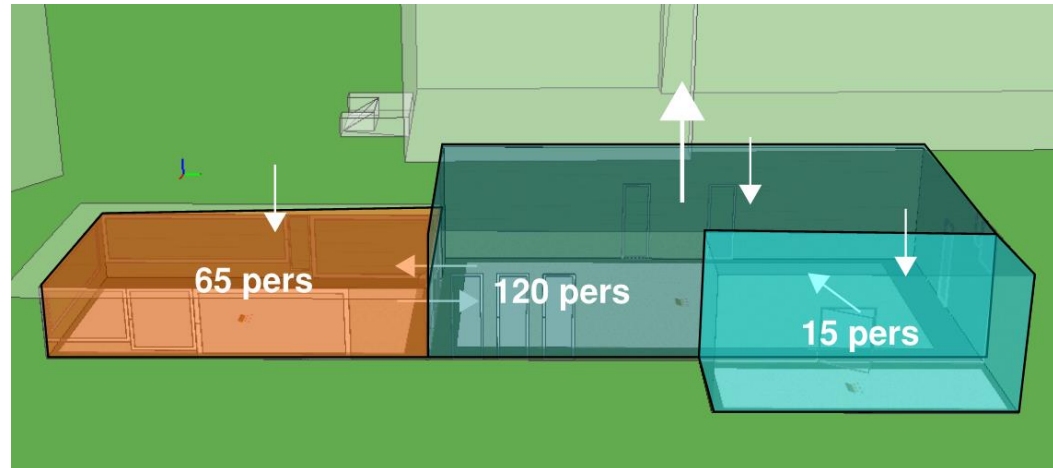
# Scenario 2

## Jevn belastning

## Scenario 2

### Jevn belastning

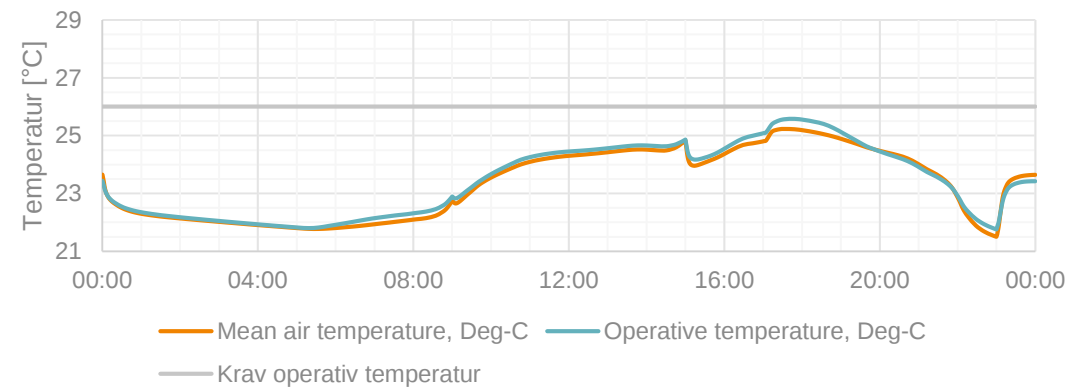
- Totalt 200 personer i bygget
  - Amfi: 65 pers
  - Klimaobservatoriet: 15 pers
  - Utstilling: 120 pers
- Dør mellom amfi og utstilling er åpen



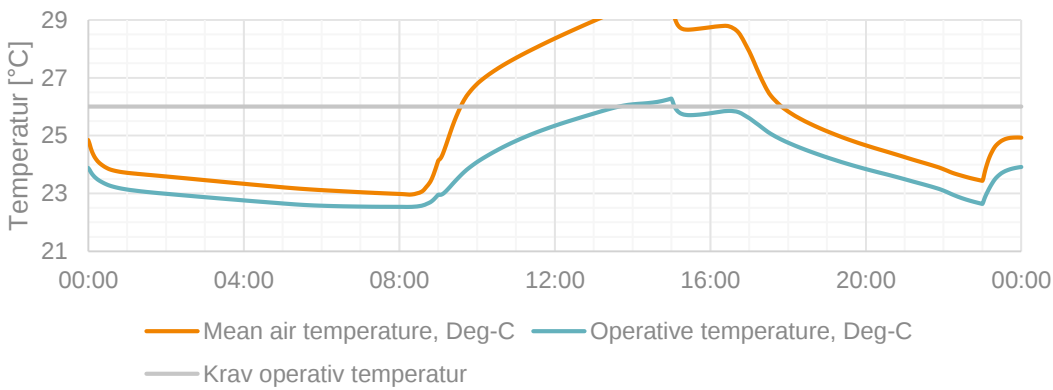
# Scenario 2

## Jevn belastning

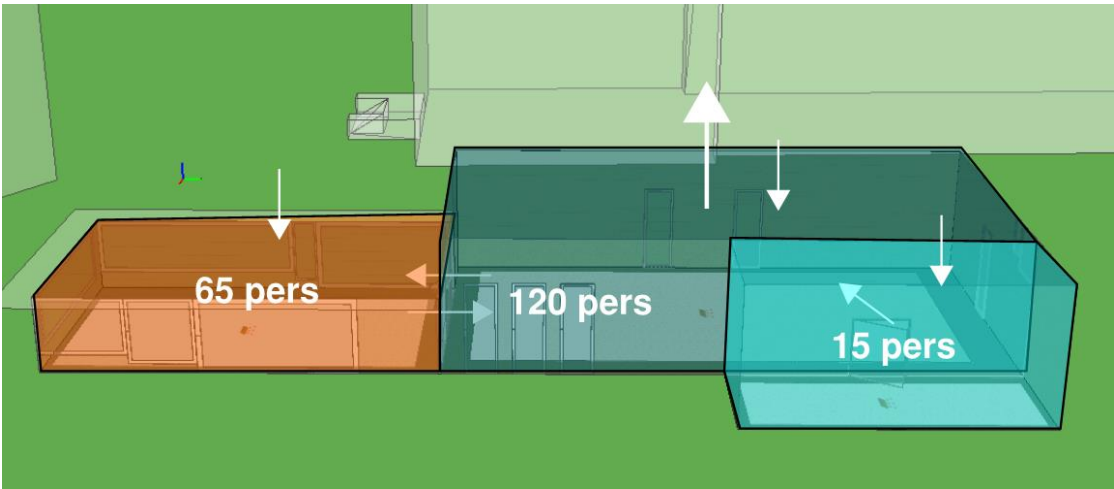
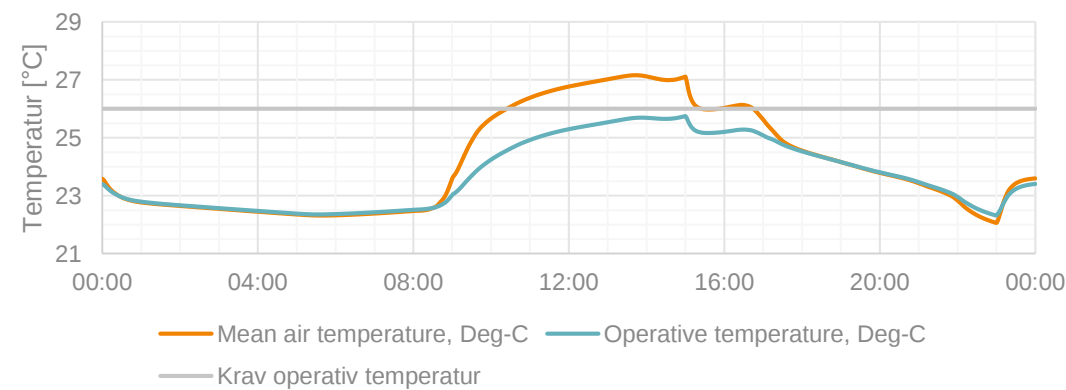
Amfi



Klimaobservatoriet



Utstilling



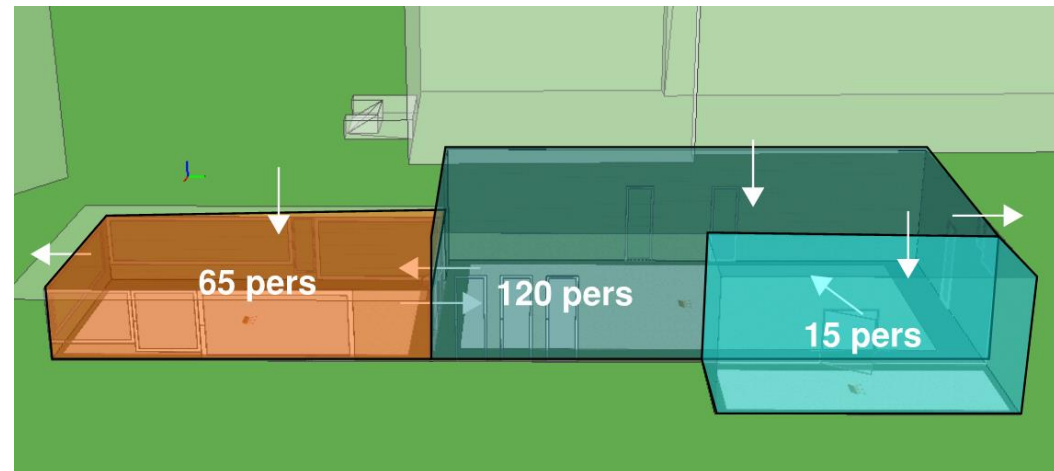
# Scenario 3

## Test av hybrid ventilasjon

# Scenario 3

## Test av hybrid ventilasjon

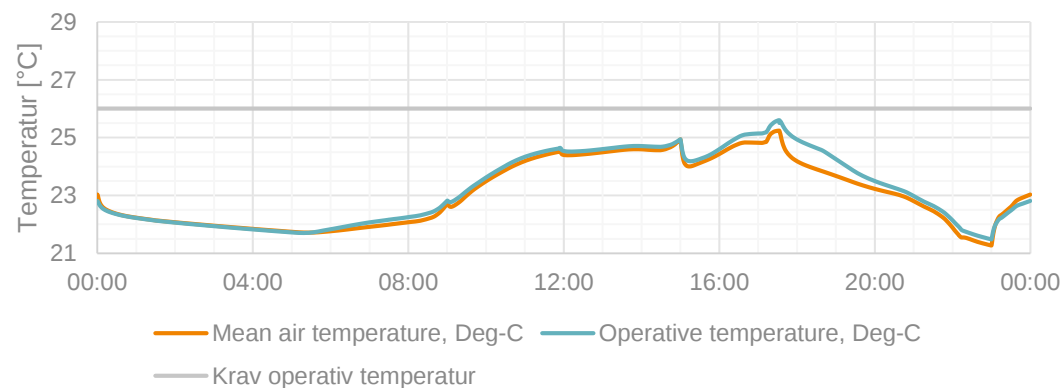
- Samme belastning som i scenario 2 – jevn belastning
- Ubalansert mekanisk ventilasjon, tilføres kun tilluft
- Dør mellom amfi og utstilling er åpen
- Åpne lufteluker i:
  - Amfi, 0,5 m høyt felt langs toppen av vinduene, åpne når utetemperatur er under 25 °C og innetemperatur er over 22 °C 09:00-23:00
  - Utstilling, 1,0 m x 1,5 m, åpne hele døgnet
- Det presenteres beregninger for to forskjellige døgner
  - Det dimensjonerende sommerdøgn med 0,6 m/s vind fra sør
  - Og et vårdøgn med høy solbelastning, utetemperatur mellom 12 og 23 °C og rundt 2,0 m/s vind fra sør



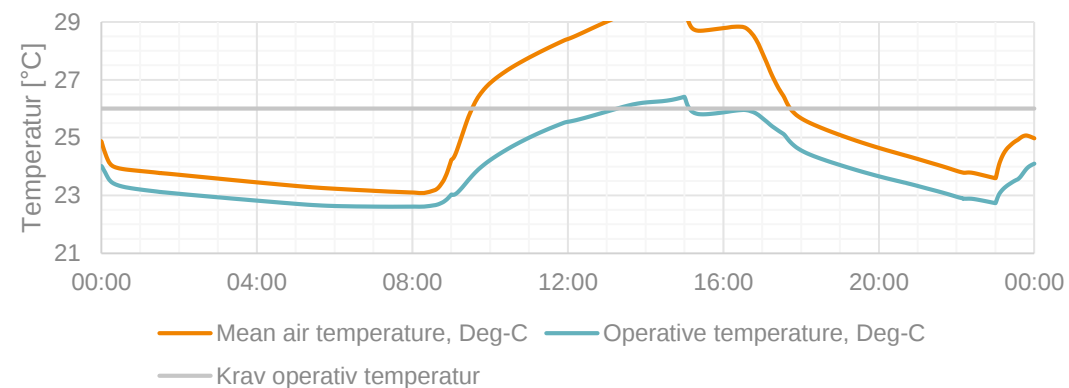
# Scenario 3

## Hybrid ventilasjon – Dimensjonerende sommerdøgn

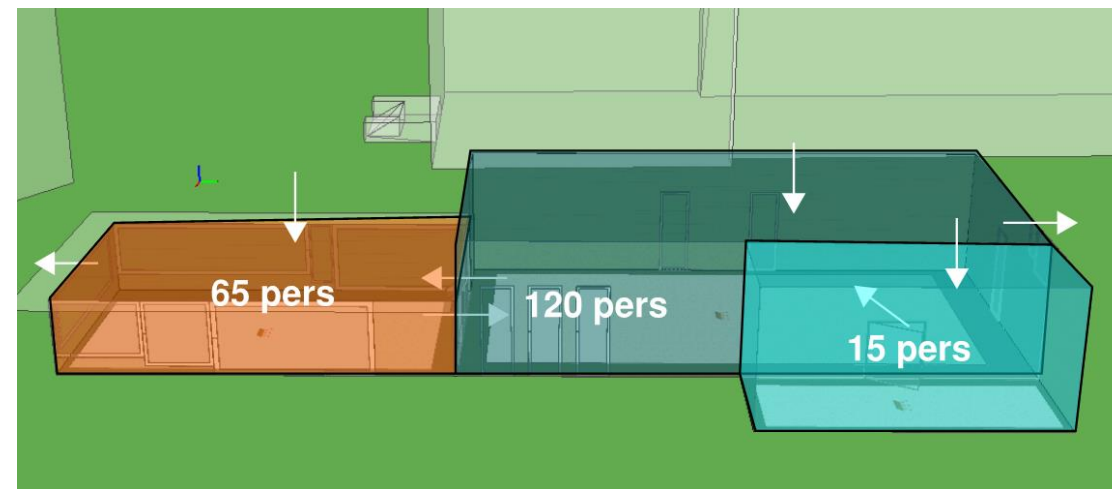
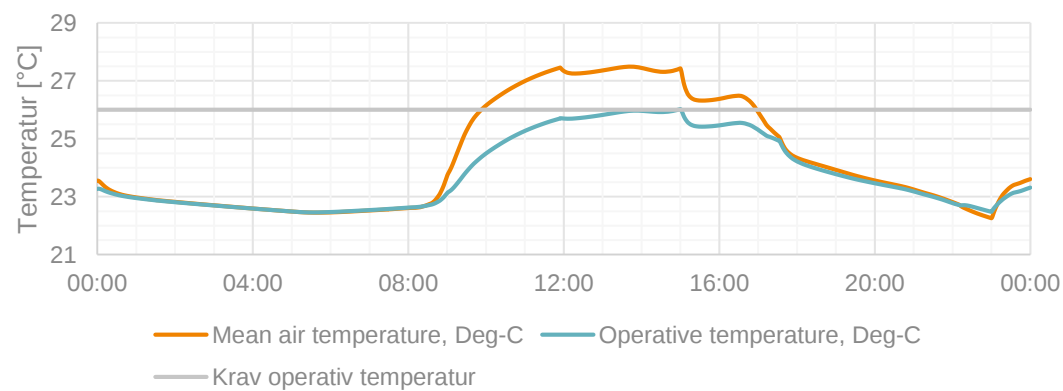
Amfi



Klimaobservatoriet



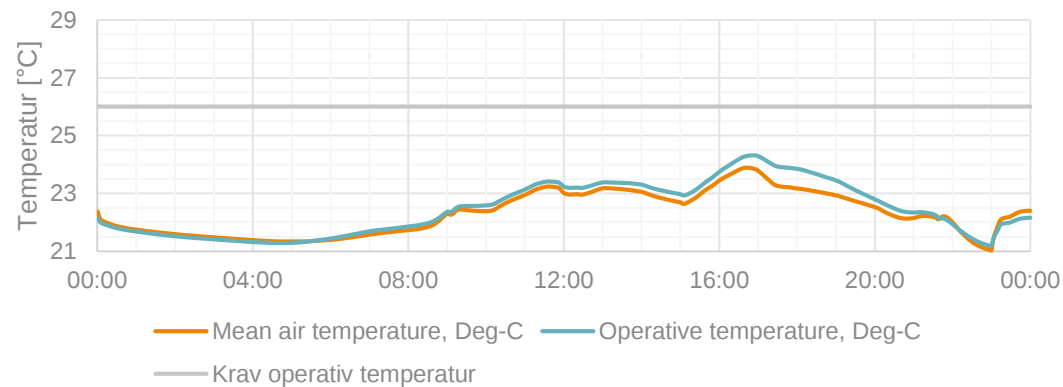
Utstilling



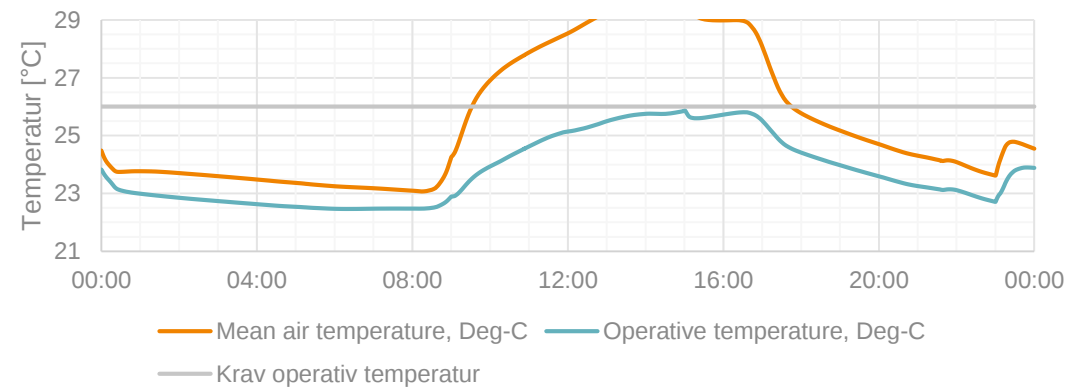
# Scenario 3

## Hybrid ventilasjon – Vårdøgn

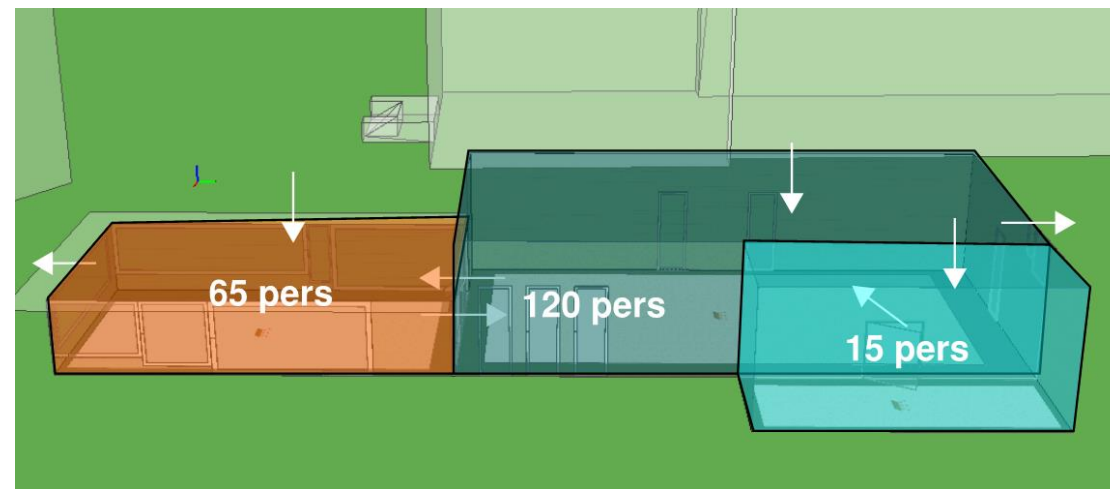
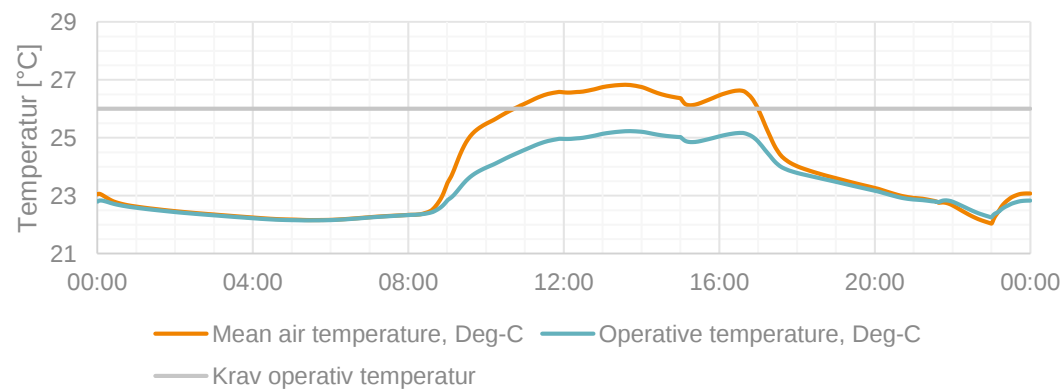
Amfi



Klimaobservatoriet



Utstilling

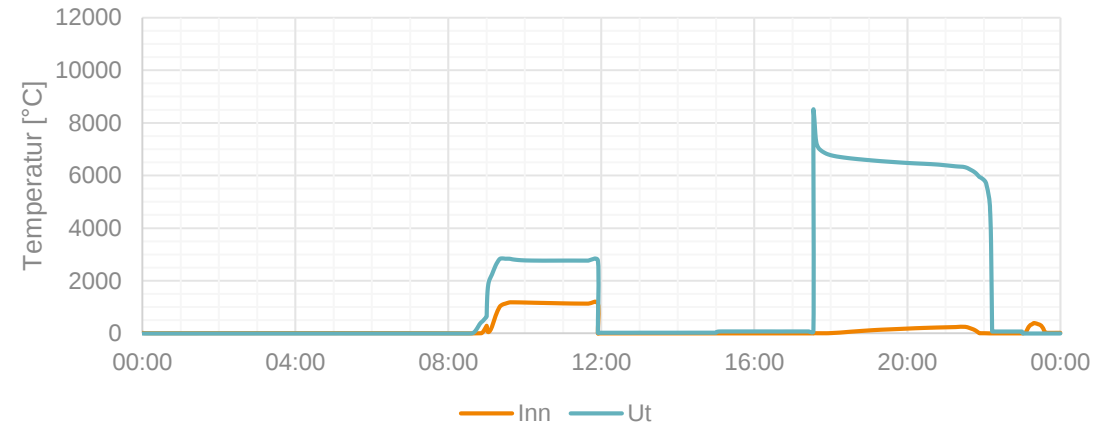


# Scenario 4

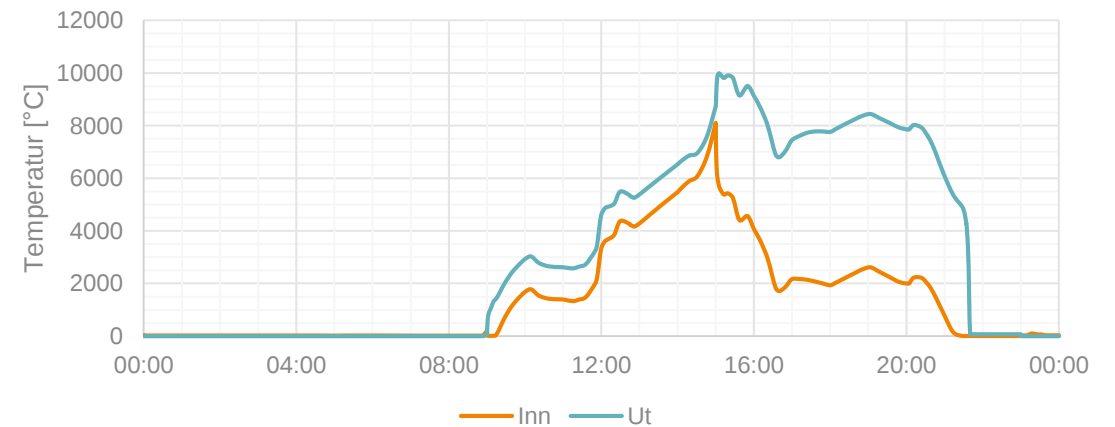
## Test av hybrid ventilasjon

- Dimensjonerende sommerdøgn gir relativt likt resultat som scenario 2, som har lik belastning, men balansert mekanisk ventilasjon
- Vårdøgn gir noe lavere temperaturnivå
- Overtrykket som skapes ved å blåse inn tilluften er så stort at luften kun går ut gjennom åpningen i utstillingen
- I amfiet er det også mest luft som går ut gjennom vinduene, men her er åpningene så store at det i tillegg går luft inn i rommet
- Se figur for luftmengder inn og ut av vinduene i amfiet

Amfi: Dimensjonerende sommerdøgn



Amfi: Vårdøgn



# Scenario 4

## Test av naturlig ventilasjon

# Scenario 4

## Test av naturlig ventilasjon

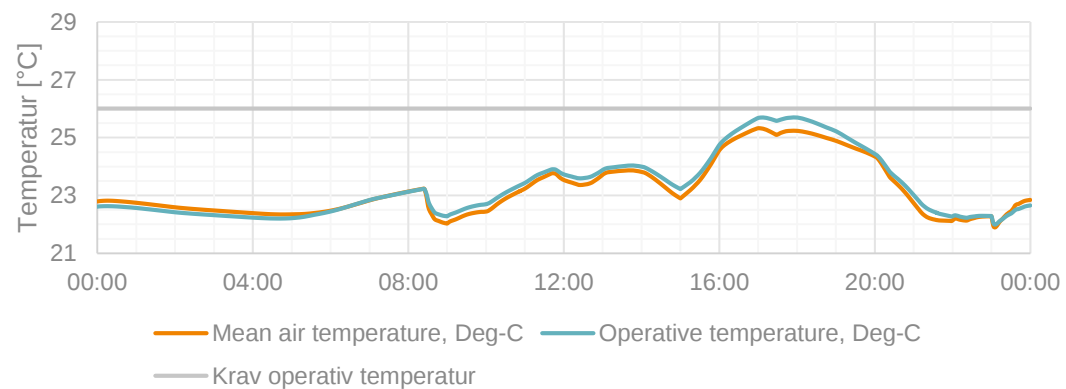
- Gjennomtrekk mellom amfi og utstilling kan brukes til naturlig ventilering av disse rommene, men dette vil gi mindre kjøleeffekt enn den mekaniske ventilasjonsluften
- Det er gjort simuleringer av hvor høy internlast fra teknisk utstyr som kan tåles med:
  - Mekanisk ventilasjon skrudd av i atrium og utstilling
  - Tilluft i klimaobservatorium
  - Og et vårdøgn med høy solbelastning, utetemperatur mellom 12 og 23 °C og rundt 2,0 m/s vind fra sør
- Internlast teknisk utstyr:
  - Amfi: 4 000 W → 2 000 W
  - Utstilling: 14 000 W → 8 000 W
  - Klimaobservatorium: 4 000 W → 3 000 W



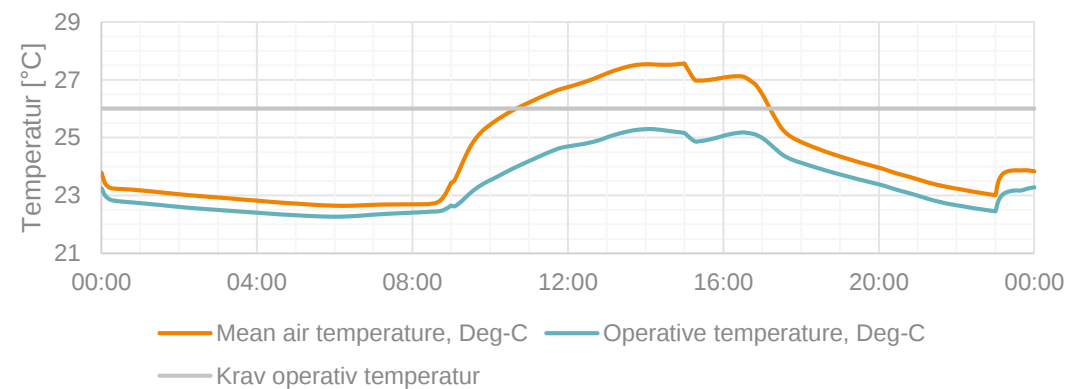
# Scenario 4

## Test av naturlig ventilasjon

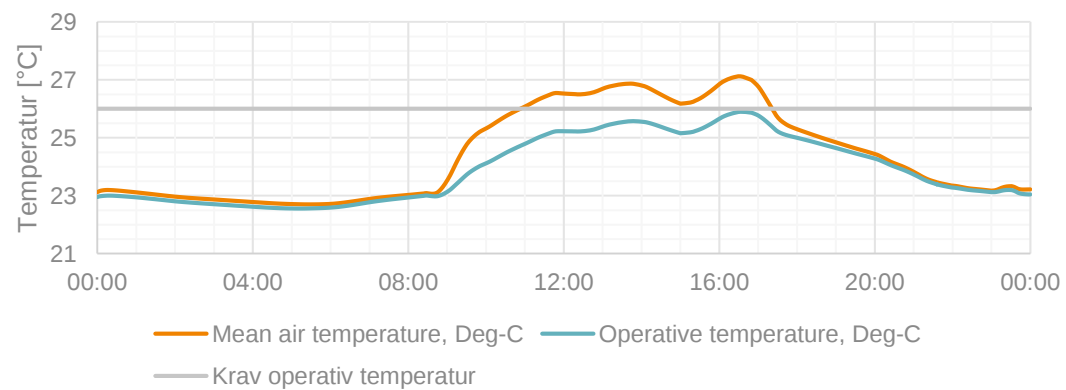
Amfi



Klimaobservatoriet



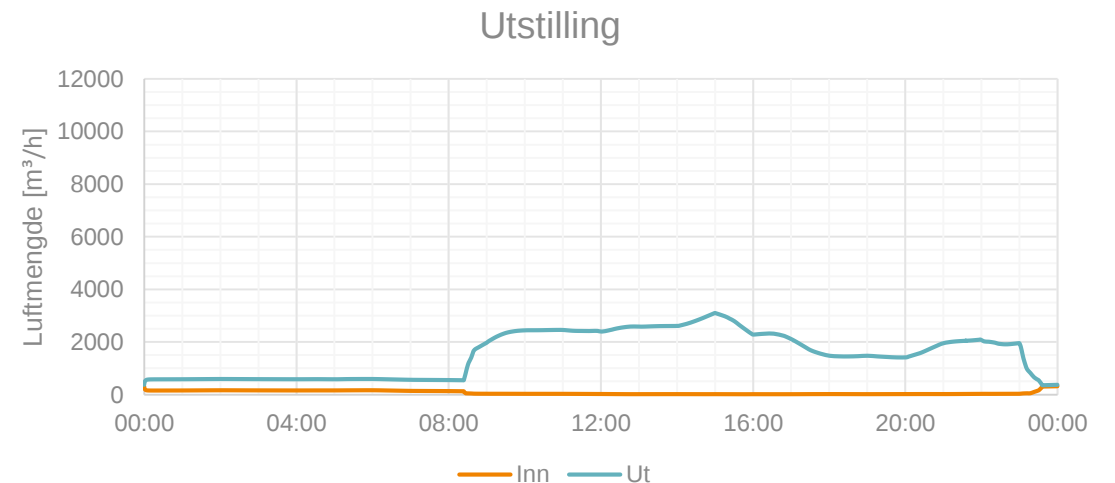
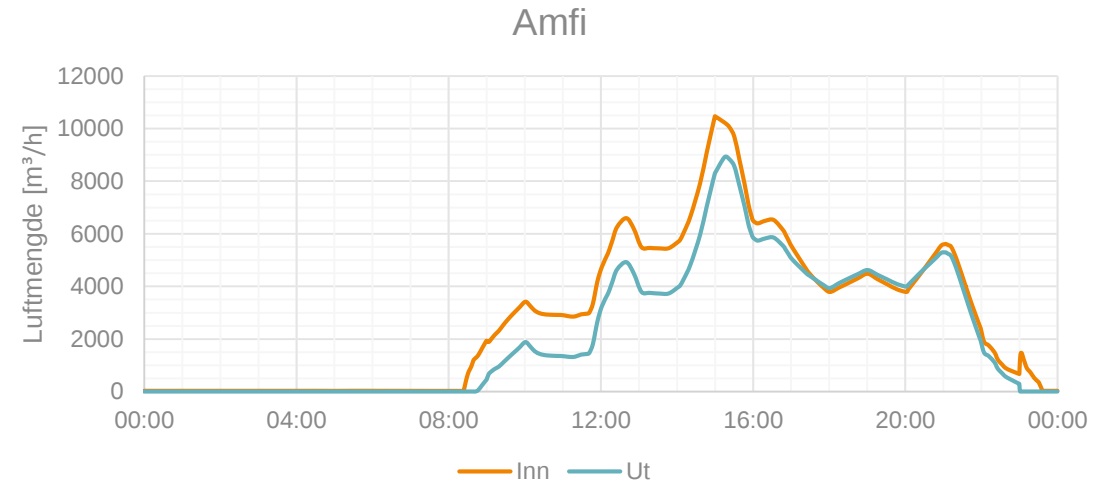
Utstilling



## Scenario 4

### Test av hybrid ventilasjon

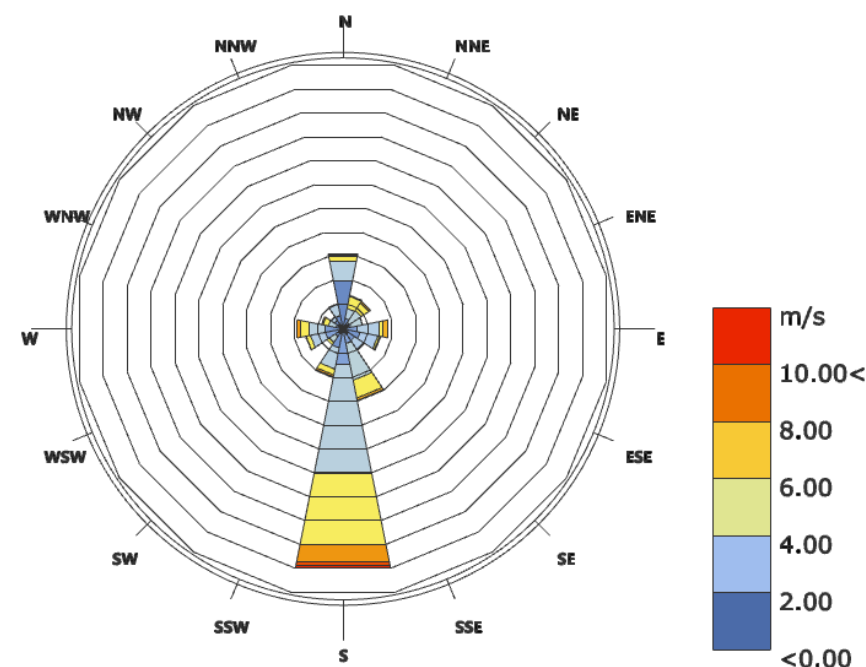
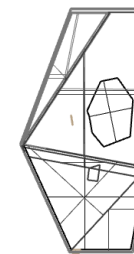
- Beregningene viser at det kan holde å bruke naturlig ventilasjon dersom internlastene er moderate
- Vindretning vil ha stor innvirkning på effekten av den naturlige ventilasjonen, og sønnavind som brukt i beregningen vil være optimalt mht. byggens utforming
- Se figur for luftmengder inn og ut av vinduene i amfi og utstilling



# Scenario 4

## Test av naturlig ventilasjon

- Se vind-rosen for vindretning og vindhastighet på Fornebu:
  - 1. mai til 30. september
  - Når utetemperatur er 15-25 °C
- Sør er dominerende vindretning og det er sjeldent under 2 m/s
- Bygget ligger et stykke fra Fornebu, og vil ha noe ulike vind-forhold
- Rosen indikerer imidlertid at vindforholdene er gode for naturlig ventilasjon av bygget





erichsen-horgen.no