

Drøbak Montessori Ungdomsskole

Maria Myrup og Niels Lassen

Skanska Norge, Avd. Klima, Energi og Bygningsfysikk



Norges første Powerhouse skolebygg

- Målsetningen til Montessori stiftelsen:

«Å bygge landets mest miljøvennlige skole i Drøbak»

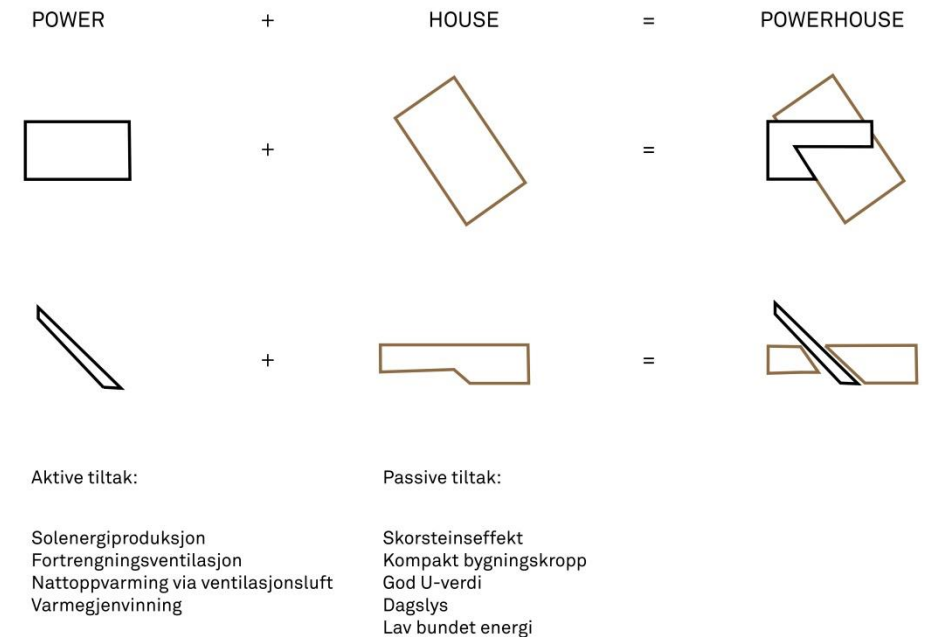
- Definisjon av et Powerhouse:

«Et Powerhouse skal gjennom driftsfasen generere mer fornybar energi enn det som brukes til produksjon av byggevarer, oppføring, drift og avhending av bygget i løpet av byggets levetid.»



Power + House = PowerHouse

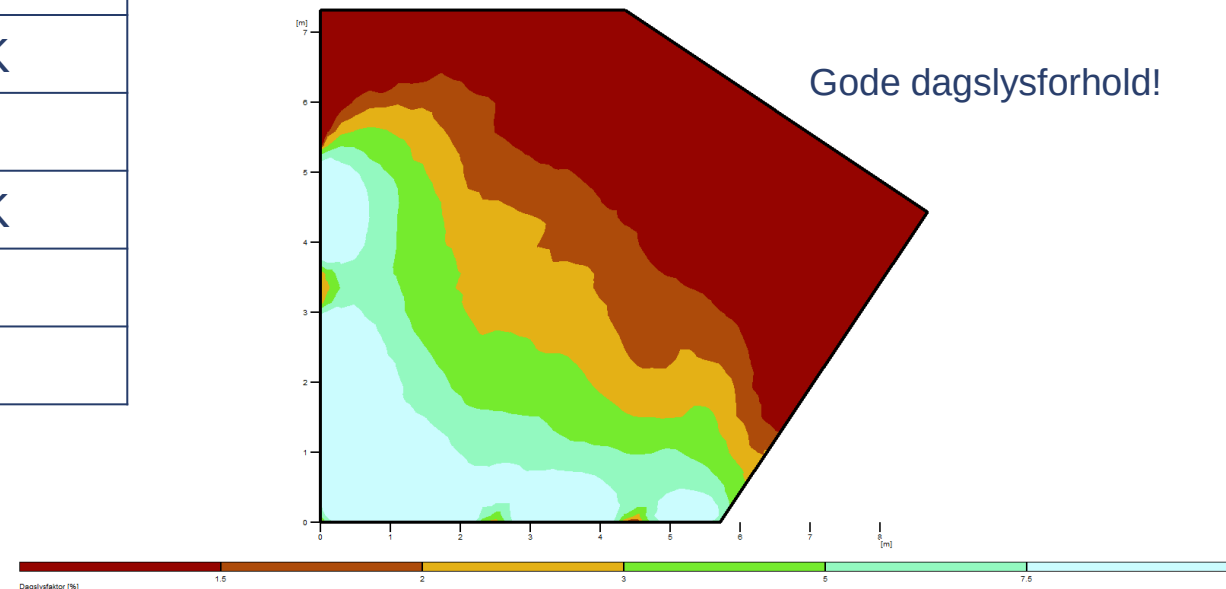
- Kompakt rektangulær form orientert sørøst-nordvest
- «Solskiven» – byggets hjerte og lunger
 - «Aktive» elementer for å nå Powerhouse-målsetningen
 - Solcellepaneler
 - Tekniske føringer for hovedkanaler for ventilasjon
 - Orientert mot sør med helning på 33 °
- Passive tiltak
 - Kompakt bygningsvolum og gode U-verdier



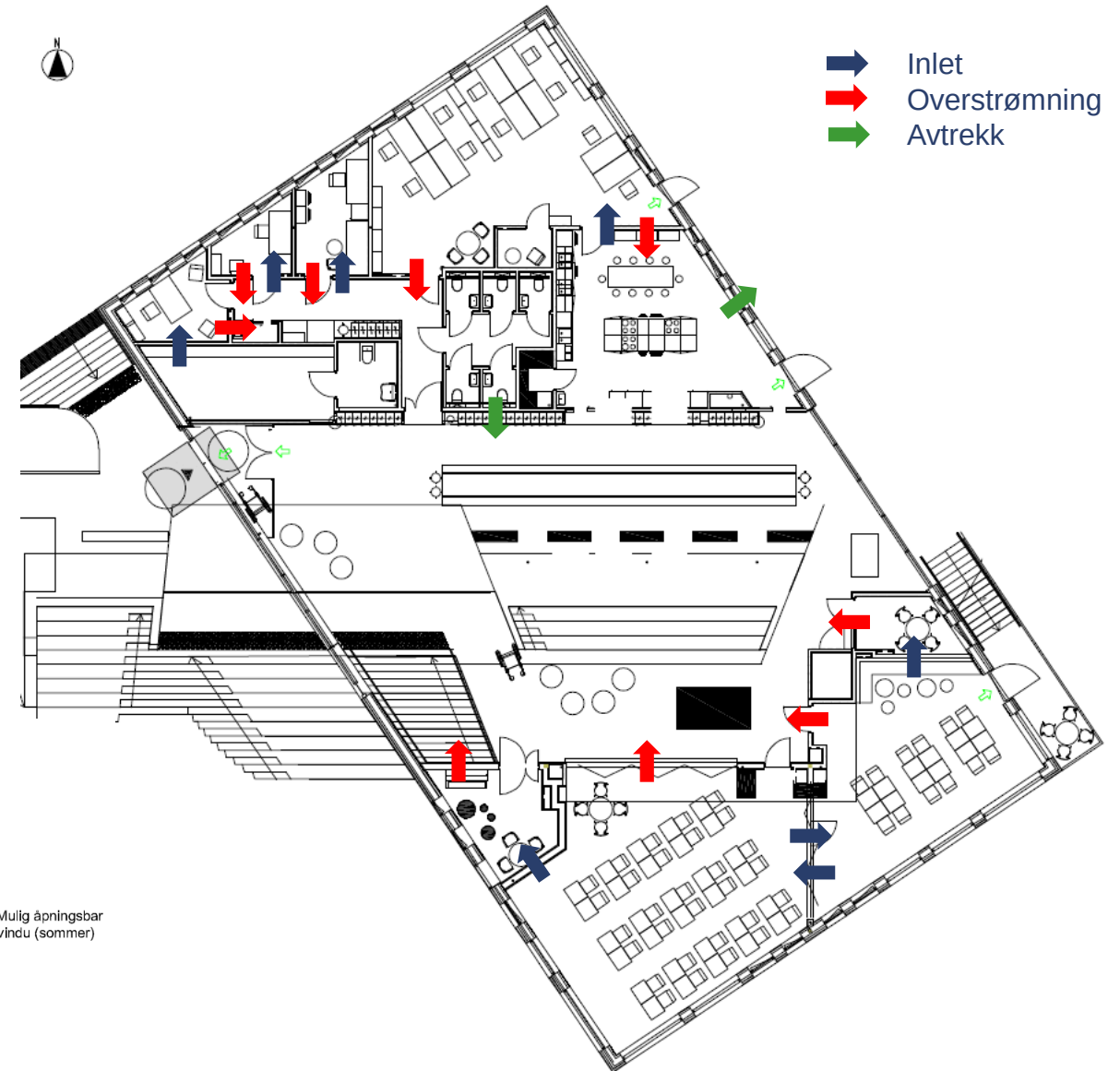
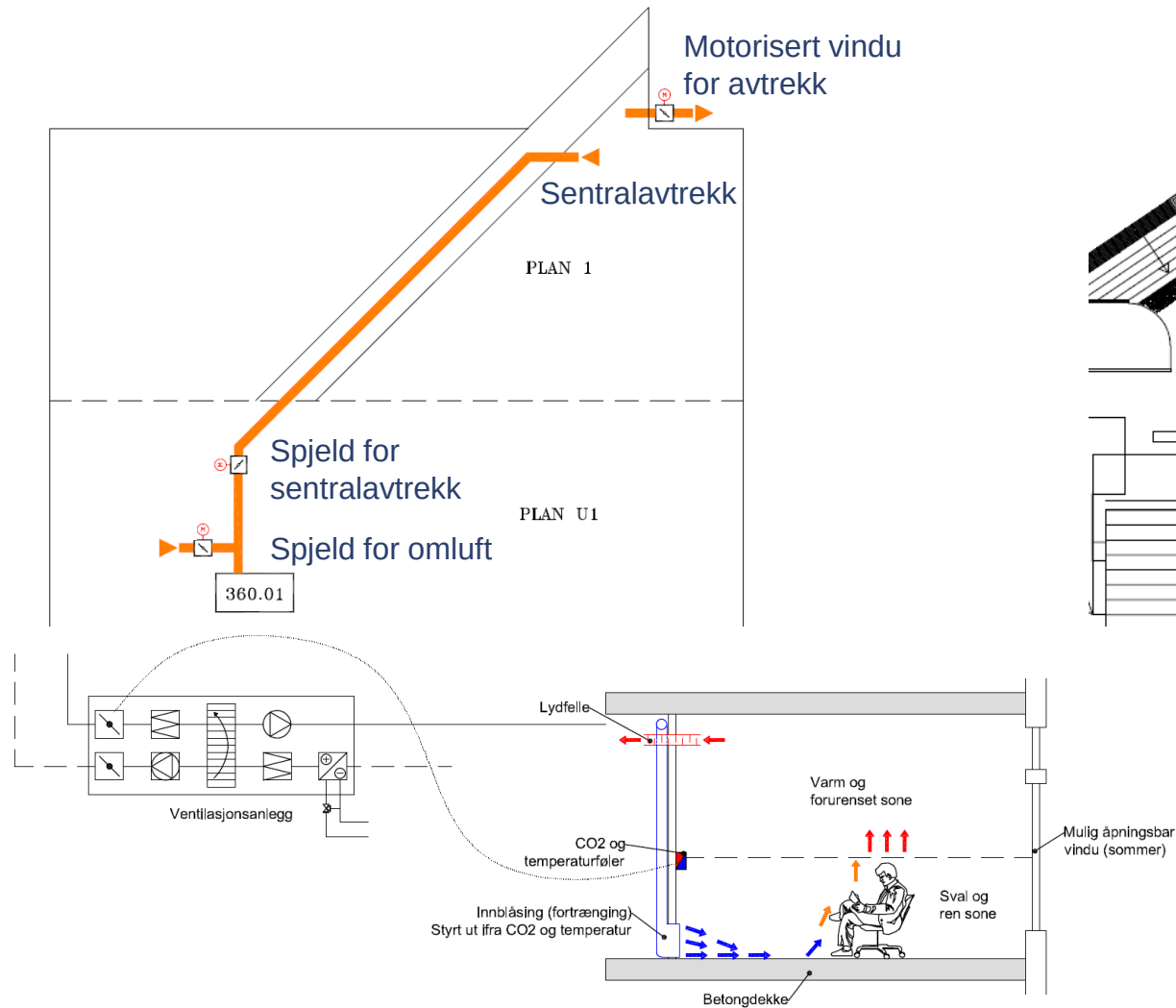
Energieffektivitet

Komponent	Verdi
U-verdi yttervegg	0,14 W/m ² K
U-verdi yttervegg under bakken	0,15 W/m ² K
U-verdi yttertak	0,09 W/m ² K
U-verdi gulv på grunn (ekvivalent verdi)	0,10 W/m ² K
U-verdi vinduer	0,75 W/m ² K
g-verdi vindusruter	0,07-0,50
Normalisert kuldebroverdi	0,03 W/m ² K
Lekkasjetall (målt)	0,43 oms/t
Normalisert varmekapasitet	81 Wh/m ² K

«Passivhus-verdier»



Ventilasjonsstrategi



Oppvarmings- og kjølestrategi

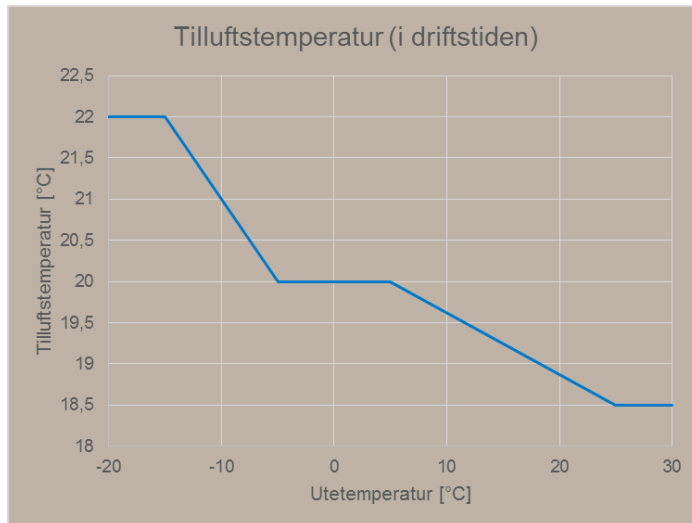
- Ingen konvensjonelt oppvarmingssystem!
- Oppvarming og kjøling utelukkende via ventilasjon
- Oppvarming via ventilasjon kun utenom driftstiden
 - Undertemperatur i driftstiden
- Trolig første skolebygg med slik oppvarmingssystem



Styringsstrategi

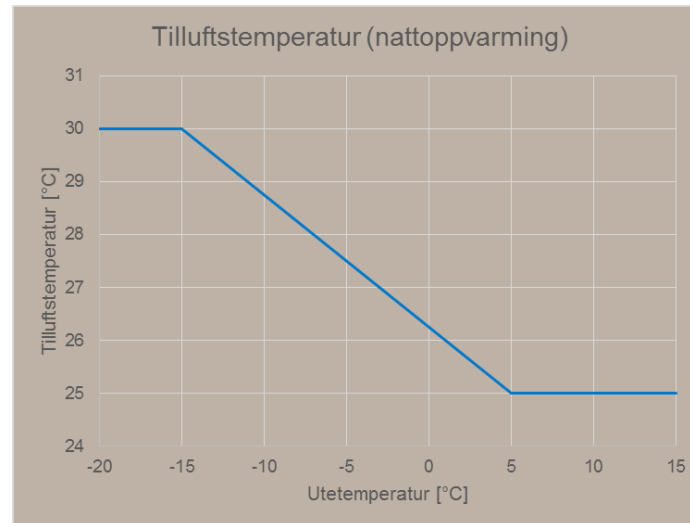
Normaldrift, kl. 7.30-16

- Utekompensert tilluftstemperatur
- Luftmengde avhengig av temperatur og CO₂
 - Temperatur: 21-23 °C
 - CO₂: 650-850 ppm
- Ingen værprognose
 - Momentan endring etter utetemperatur



Nattoppvarming, kl. 16-7.30

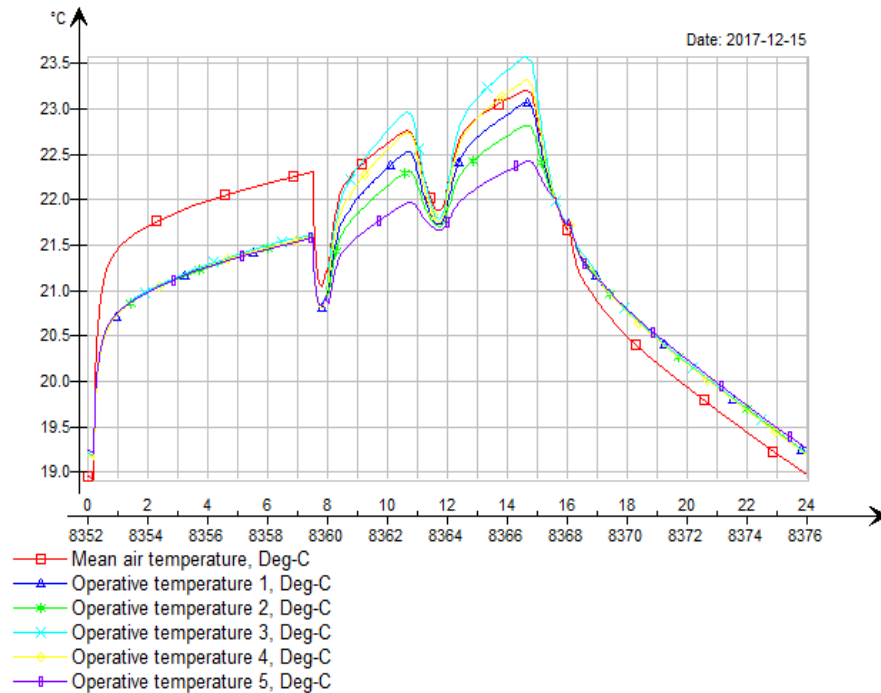
- Utekompensert tilluftstemperatur
- Spjeld åpen/stengt
- Styring:
 - Starter ved gitt antall rom under 19 °C
 - Stopper ved romtemperatur på 23 °C
 - Tillates ved utetemperatur lavere enn +5 °C



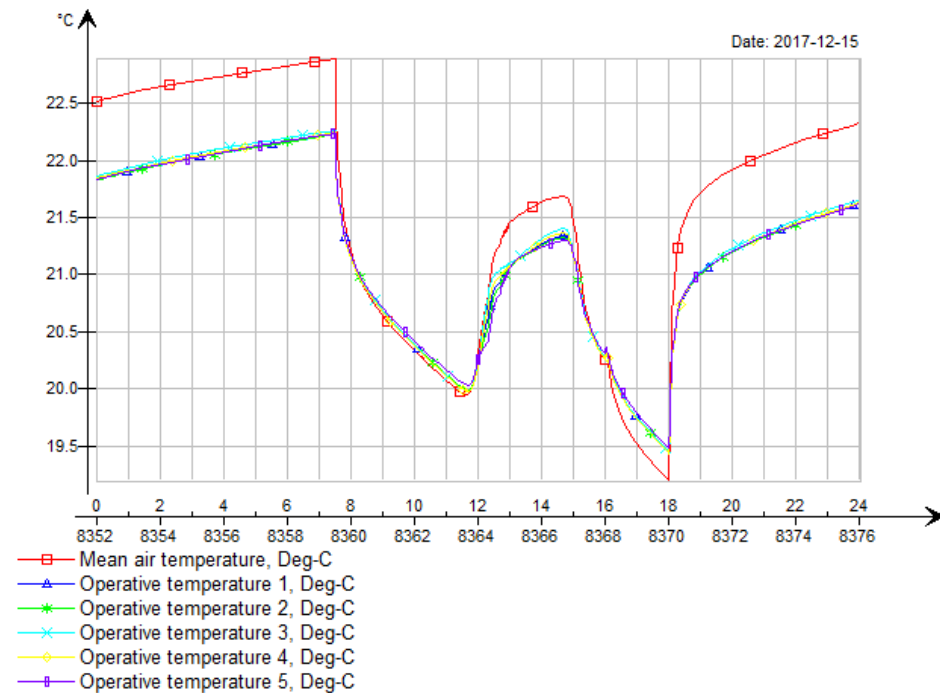
Frikjøling, kl. 22-6

- Frikjøling via uteluft
- Spjeld åpen/stengt
- Styring:
 - Starter ved gjennomsnitt for alle rom over 23 °C
 - Stopper ved romtemperatur på 20,5 °C
 - Tillates ved utetemperatur høyere enn +12 °C

IDA-ICE simuleringer

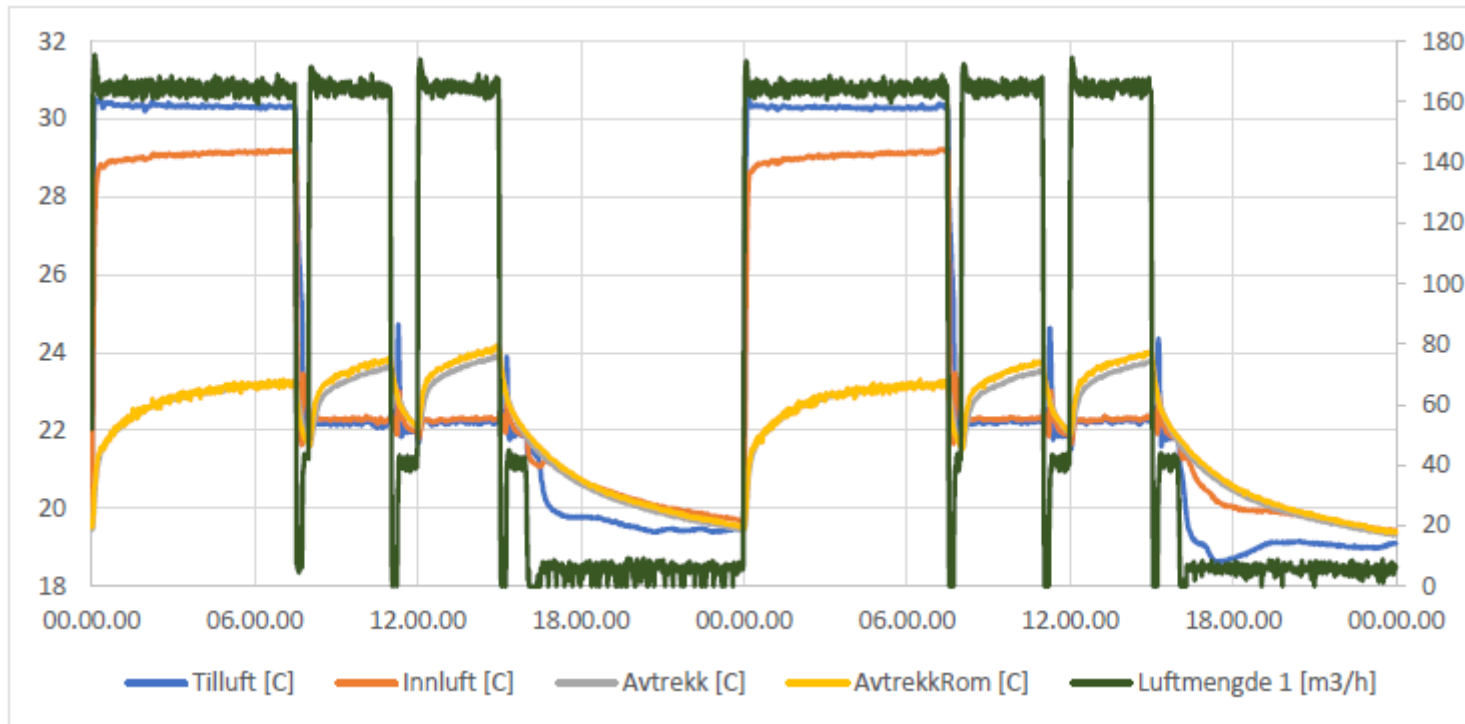


Simulering av operativ temperatur i klasserom på vinterstid med 100 % tilstede kl. 08-11 og 12-15. Døgnmiddel utetemperatur -15 °C.



Simulering av operativ temperatur i klasserom på vinterstid med 0 % tilstede kl. 08-11 og 100 % tilstede kl. 12-15. Døgnmiddel utetemperatur -15 °C.

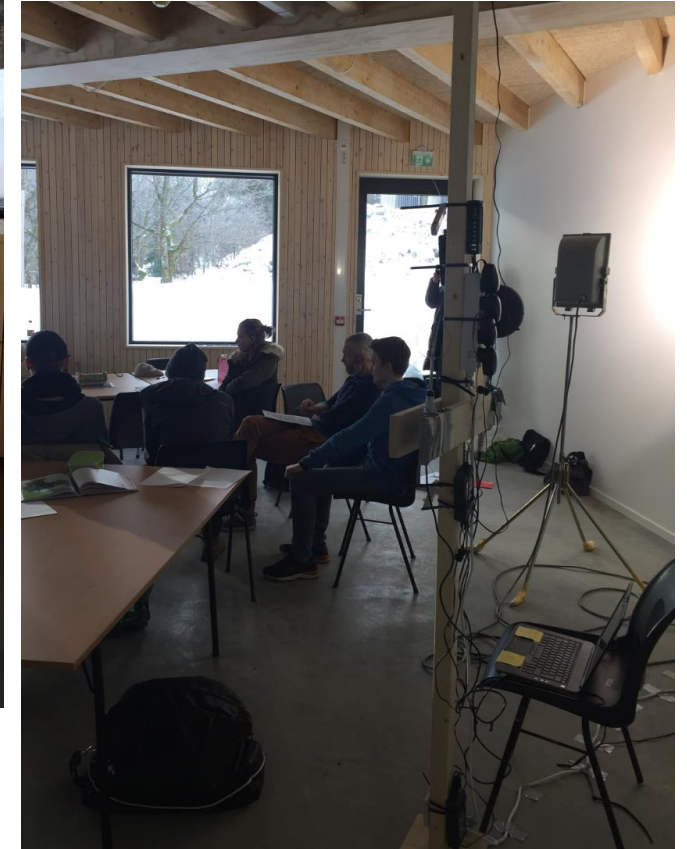
Lab-forsøk



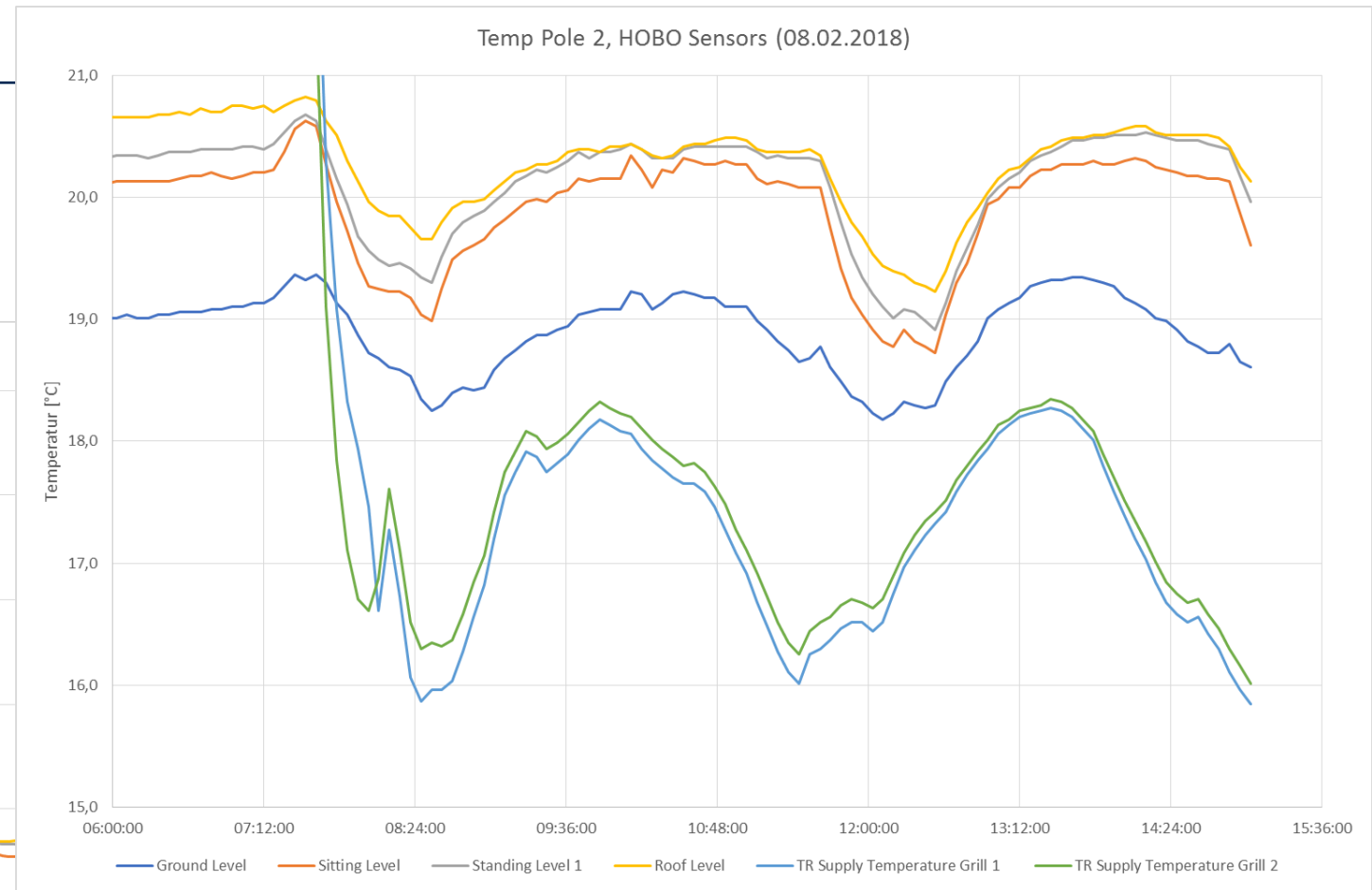
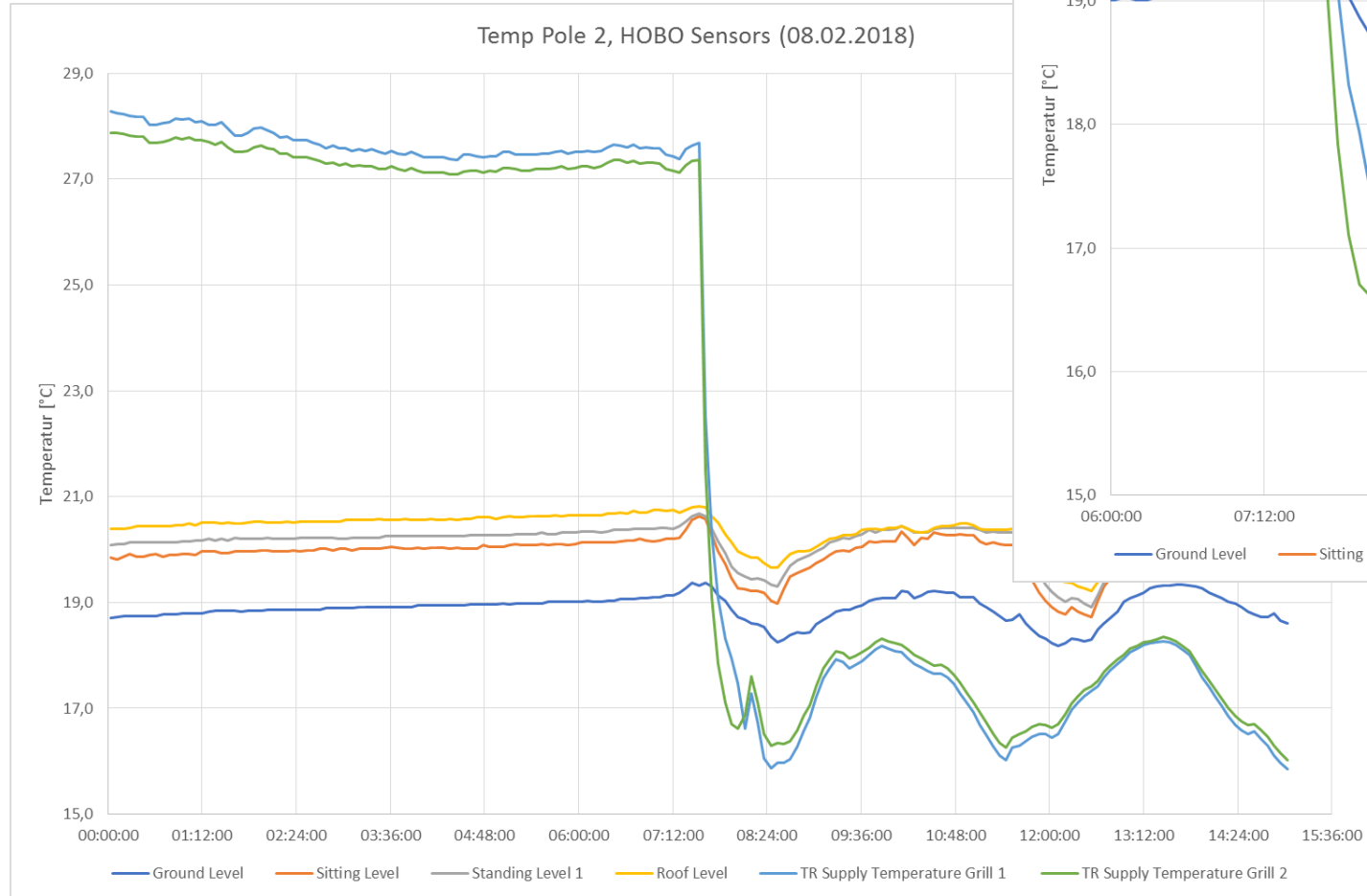
Sammendrag

- Resultatene tyder på at det utprøvde konseptet med oppvarming ved hjelp av overtemperert tilluft tilført gjennom fortrengningsdon utenom brukstiden kan gi et akseptabelt termisk inneklima i brukstiden

Felttest

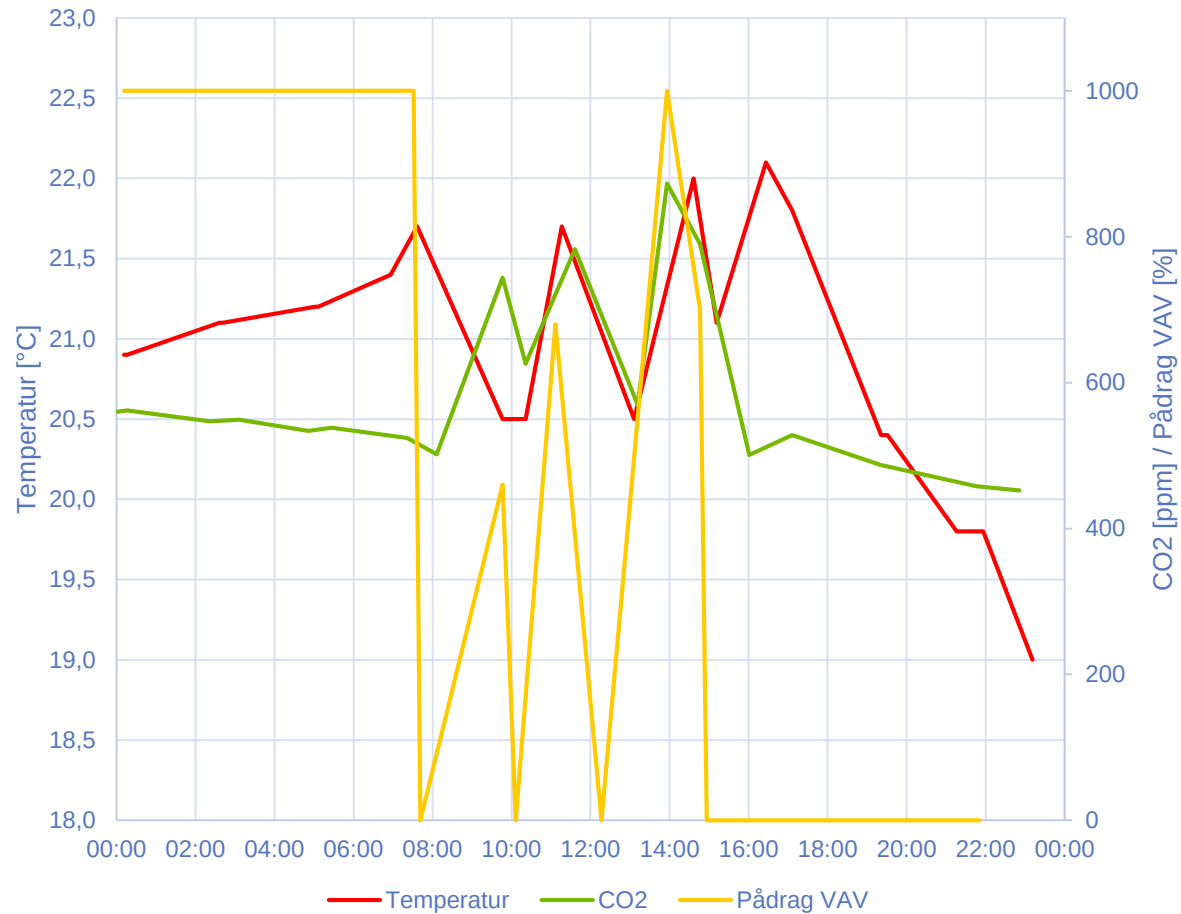


Felttest

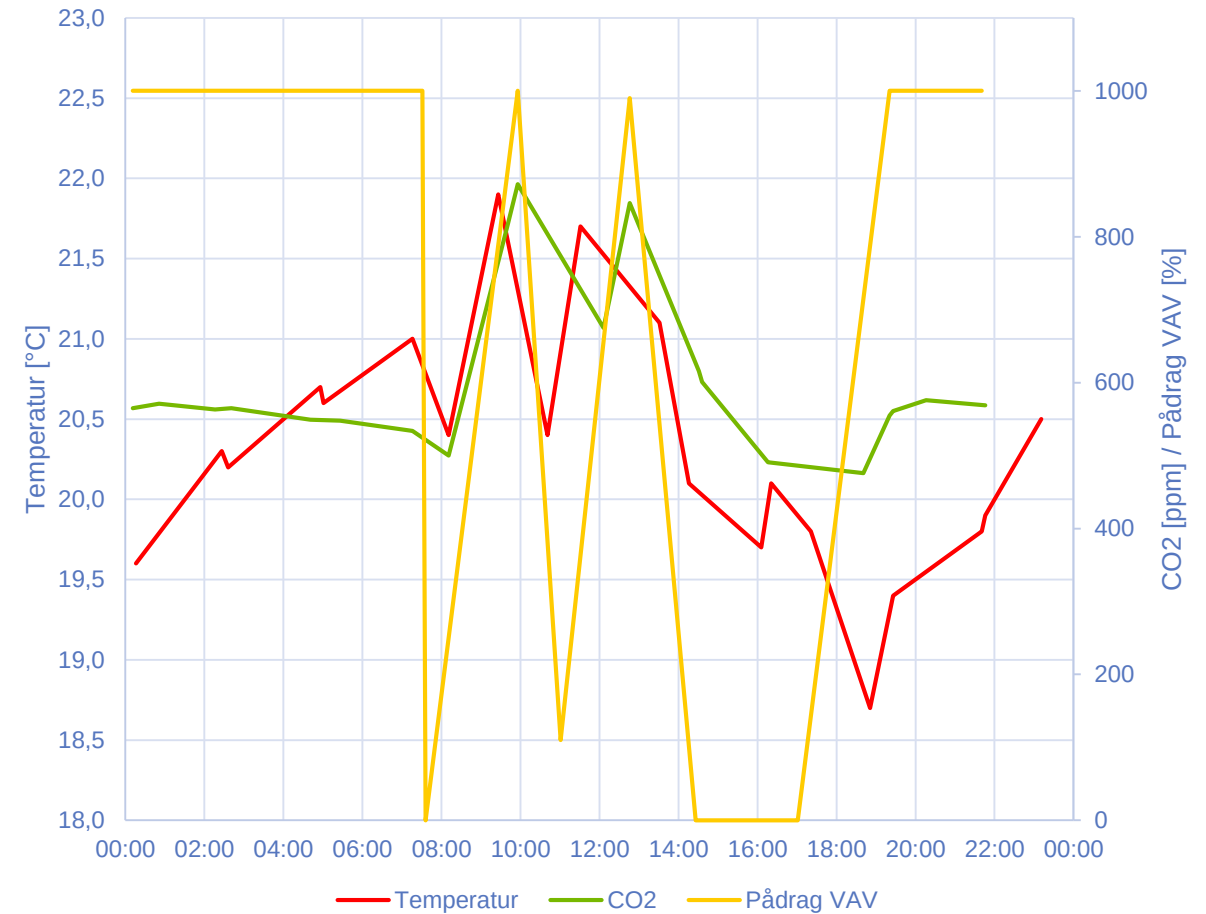


I drift – klasserom U08

22.03.2018 - Klasserom U08

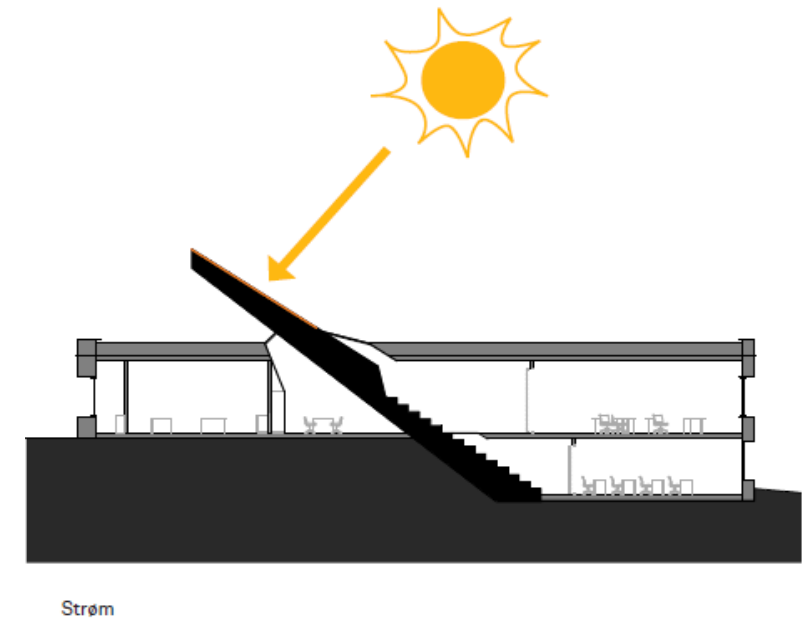
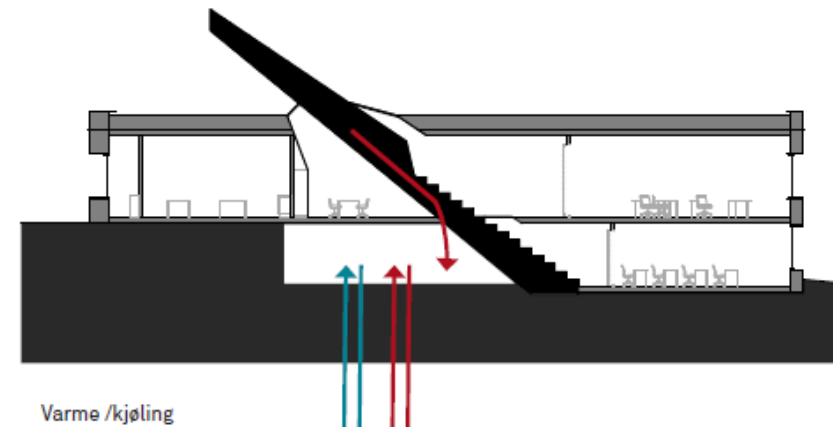


23.03.2018 - Klasserom U08

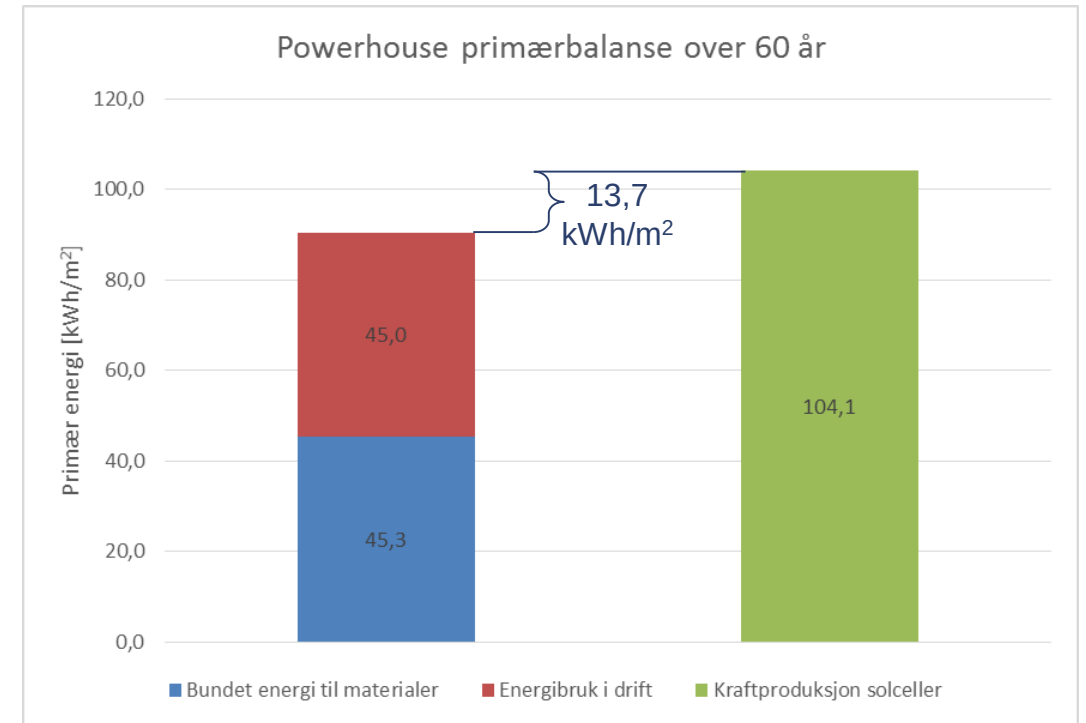
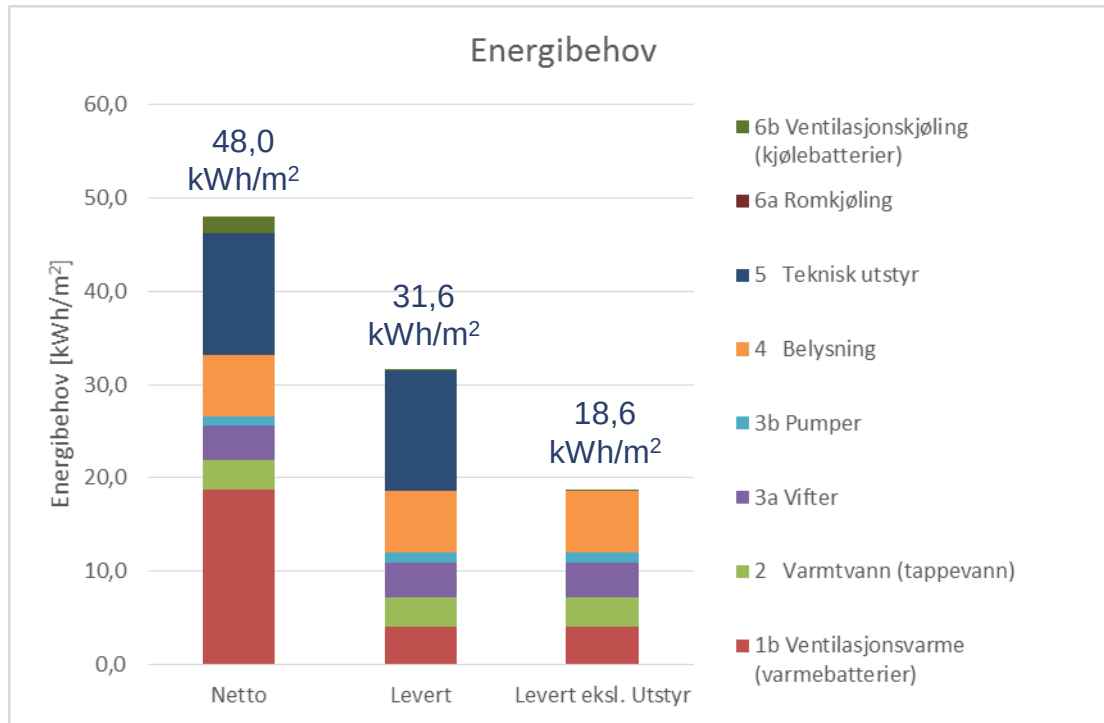


Energiforsyning

- Termisk energi via 2 energibrønner a 300 meter
 - Lavtemperatur varme vinter
 - Frikjøling sommer
- Varmepumpe på 16 kW
 - «Bolig-varmepumpe»
- Solceller på «solskiven»
 - Ca. 150 m²
 - Installert effekt: 30 kWp
 - Estimert produksjon: 32 870 kWh/år



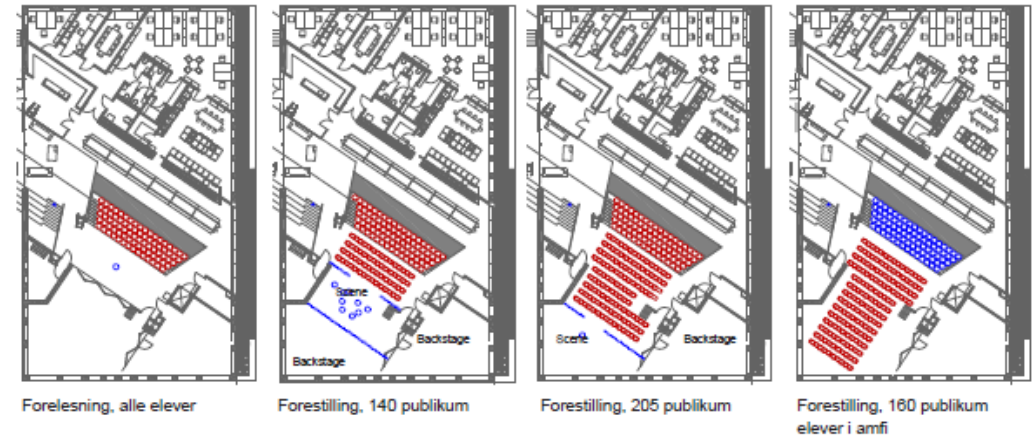
Energi- og miljøregnskap



*Primær energifaktor: 2,50

Erfaringer

- Samhandling, spisskompetanse og helhetstenking fra tidlig fase i prosjektet for å lykkedes
- Fleksibilitet, generalitet og sambruk
- Viktig å følge med i prosjektet helt fra start til slutt! Og etter slutt...
- Byggherre som er villig til å prøve nytt og tilpasse seg!





Powerhouse Drøbak Montessori Ungdomsskole