



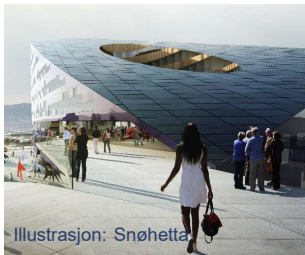
Nattøkning og varm luft i fortrenningsdon - Drøbak Montessori Ungdomsskole

Maria Myrup

Skanska Teknisk, avd. Klima, Energi og Bygningsfysikk

Forskjellige typer «nye» oppvarmingsystemer

- PH Kjørbo
 - Fortrengningsventilasjon
 - Radiatorer i sentrale soner
 - «Overstrømning» av varme fra fellesarealer til kontorer
- Lia barnehage
 - Fortrengningsventilasjon
 - LowEx system
 - Gulvvarme/-svaling
 - Lavtemperatur oppvarming og høytemperatur kjøling
- Lindeberg sykehjem
 - Samme system som Lia barnehage
- PH Brattørkaia
 - Fortrengningsventilasjon med nattoppvarming
 - Noen arealer med gulvvarme
- Drøbak Montessori Ungdomsskole
 - Fortrengningsventilasjon med nattoppvarming



DMU - 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.»



Prosjektopplysninger

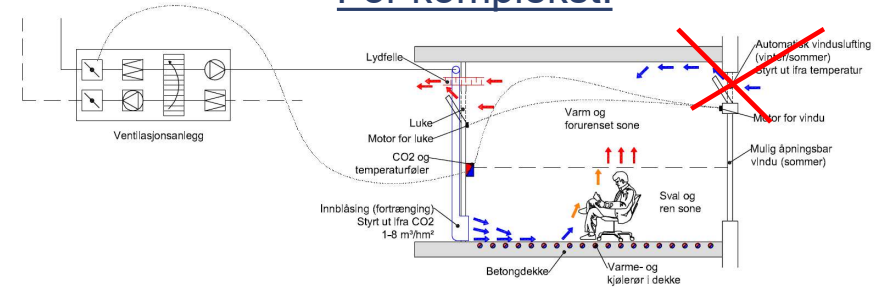
- Oppdragsgiver
 - Montessori Stiftelsen
- Ambisjoner og målsettinger
 - Landets mest miljøvennlige skolebygg
 - Powerhousestandard
- Programareal
 - 870 m²
 - Dimensjonert for 80 elever fra 7.-10. trinn



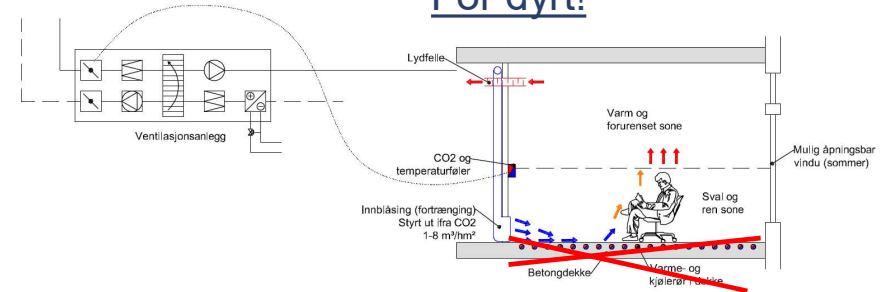
Klimatiseringsstrategi

- Forutsetninger:
 - Lite energibehov
 - «Billig»
- Utgangspunktet samme strategi som Kjørbo
- Fortrengningsventilasjon
- Lavtemperatur oppvarming og høytemperatur kjøling
- Oppvarming/kjøling via ventilasjon
- Nattoppvarming via omluft på vinteren
- Åpningsbare vinduer

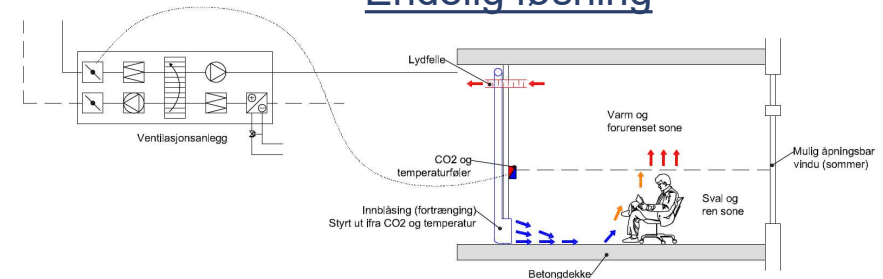
For komplekst!



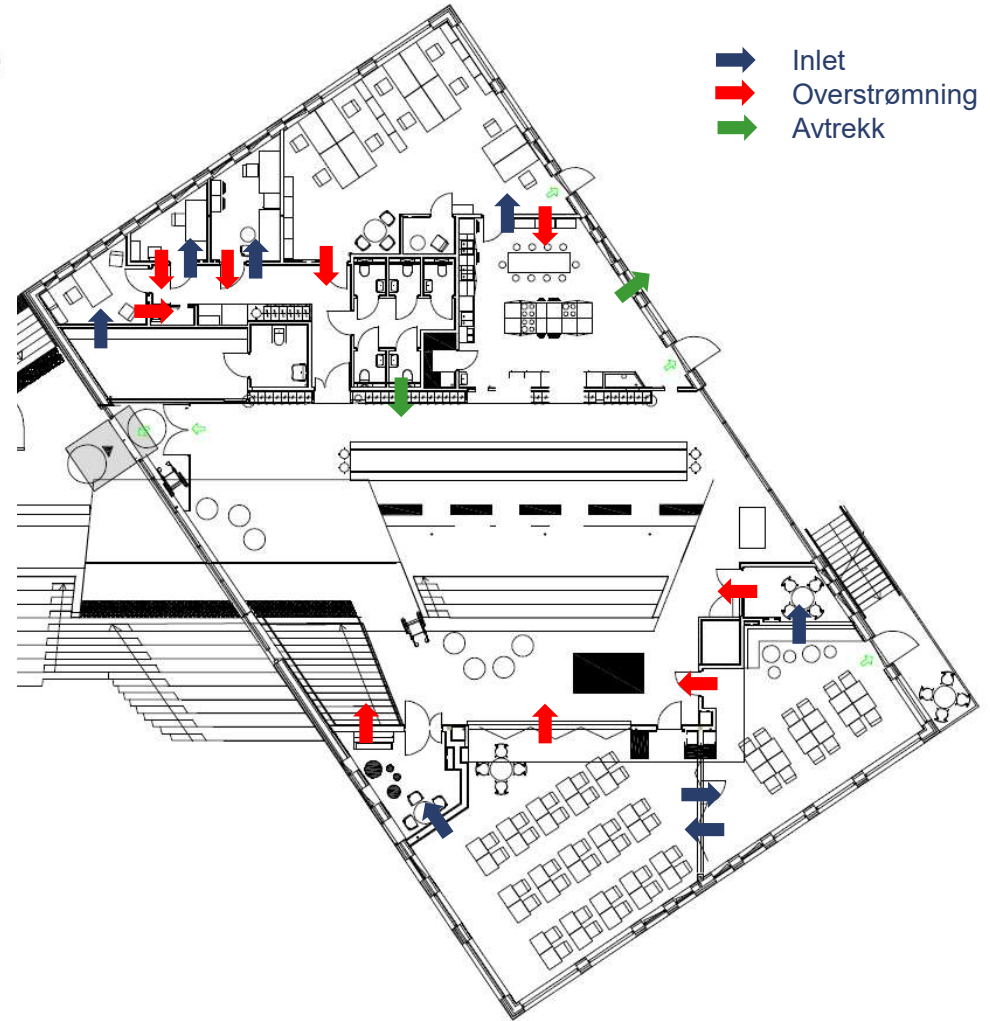
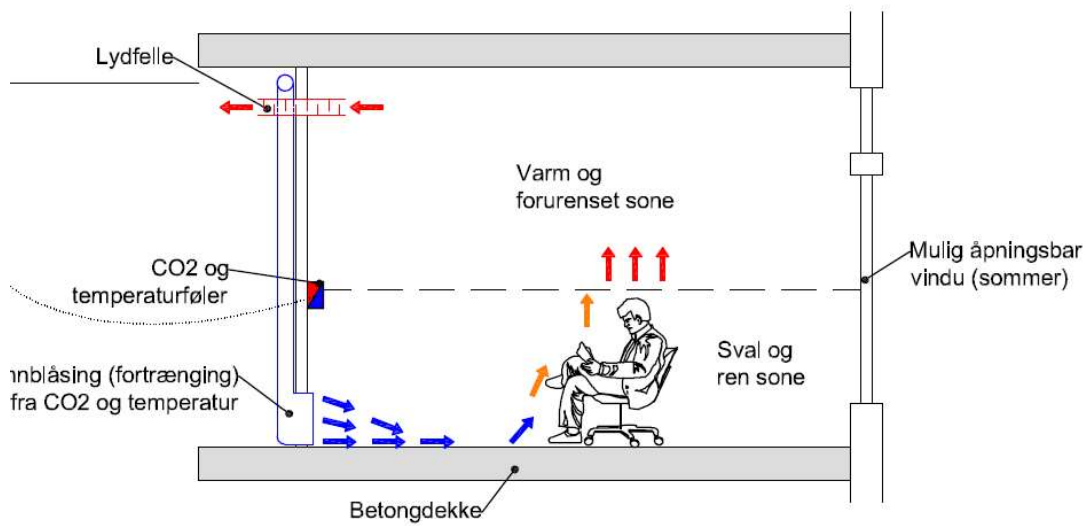
For dyrt!



Endelig løsning



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



Labtest hos LINDAB i Danmark



Styringsstrategi

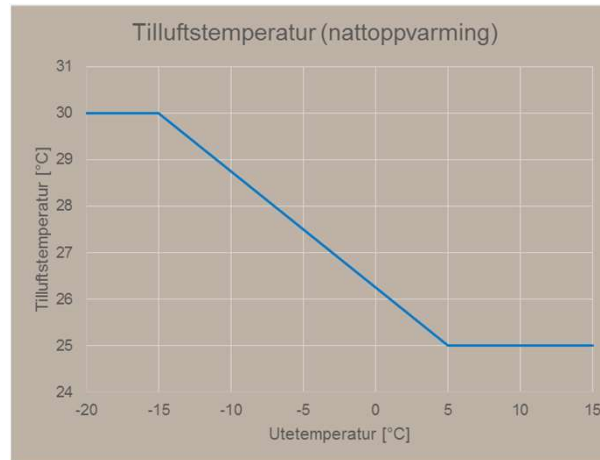
Normaldrift, kl. 7.30-16

- Utekompensert tilluftstemperatur
- Luftmengde avhengig av temperatur og CO2
- Ingen værprognose
 - Momentan endring etter utetemperatur



Nattoppvarming, kl. 16-7.30

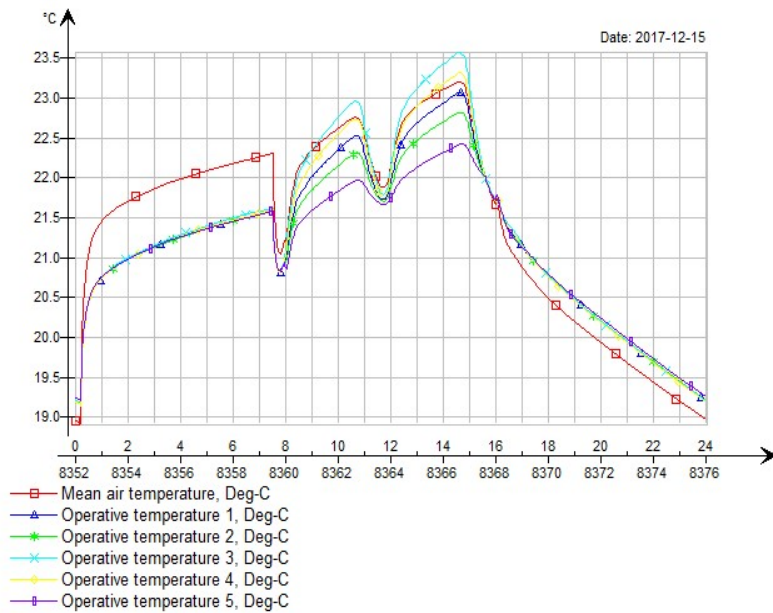
- Utekompensert tilluftstemperatur
- Spjeld åpen/stengt
- Styring:
 - Starter ved gitt antall rom under 19 °C
 - Stopper ved romtemperatur på 23 °C
 - Tillates ved utetemperatur lavere enn +5 °C



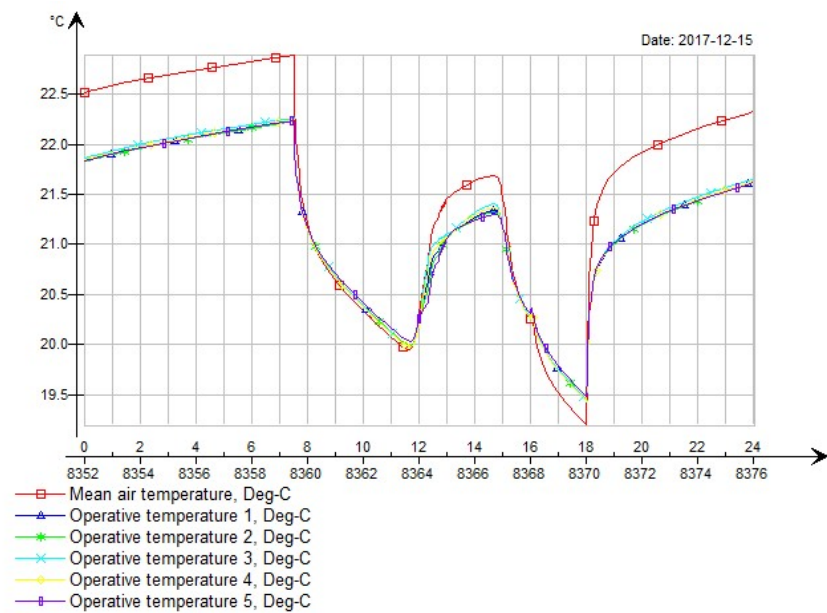
Frikjøling, kl. 22-6

- 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

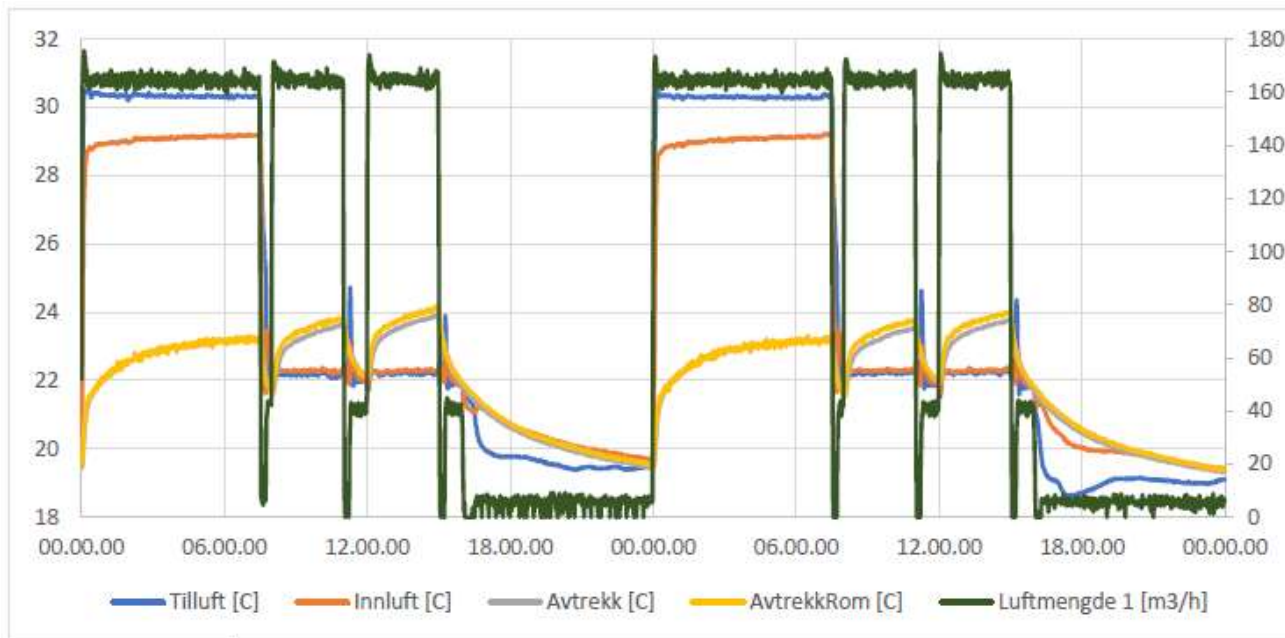


Simulering av operativ temperatur i klasserom på vinterstid med 100 % tilstede kl. 08-11 og 12-15. Døgnmiddel utetemperatur -15 °C.



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

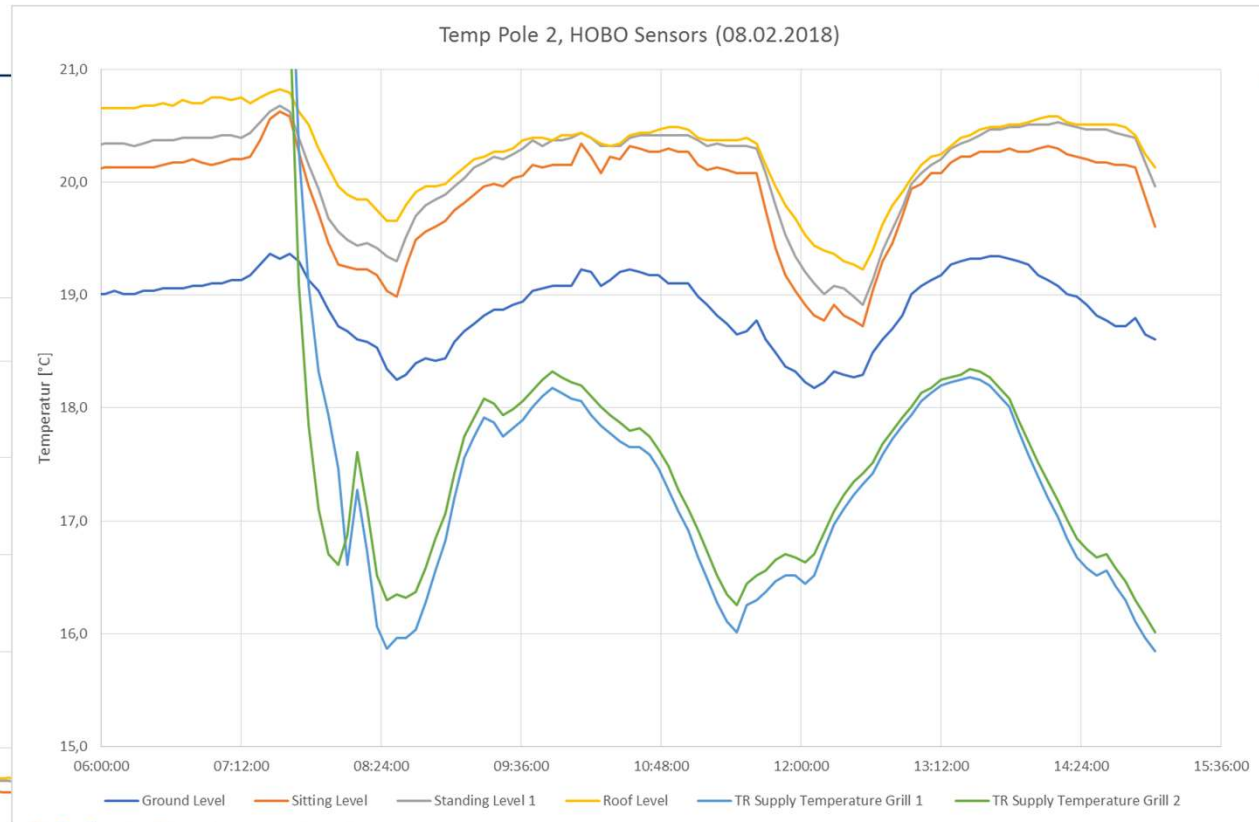
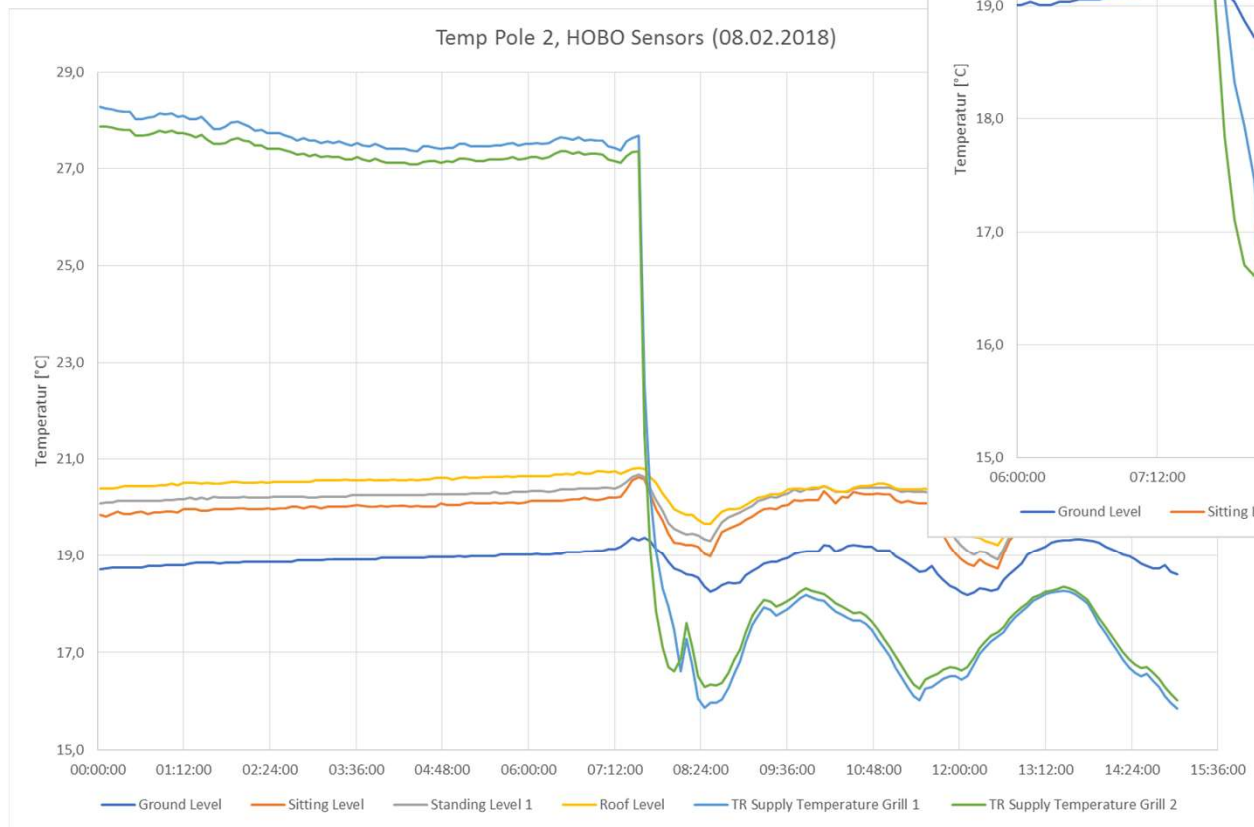
- Resultatene tyder på at det utprøvde konseptet med oppvarming ved hjelp av overtemperert tilluft tilført gjennom fortrengningsdon utenom brukstiden kan gi et akseptabelt termisk inneklima i brukstiden

SKANSKA

Felttest

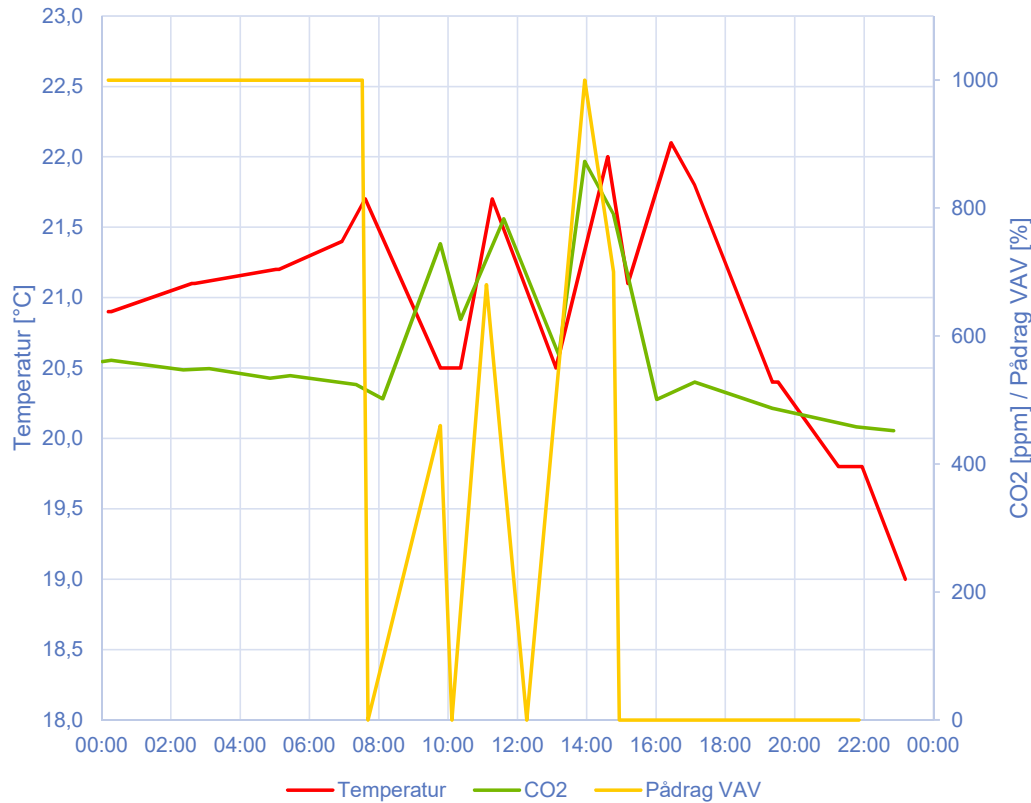


Felttest

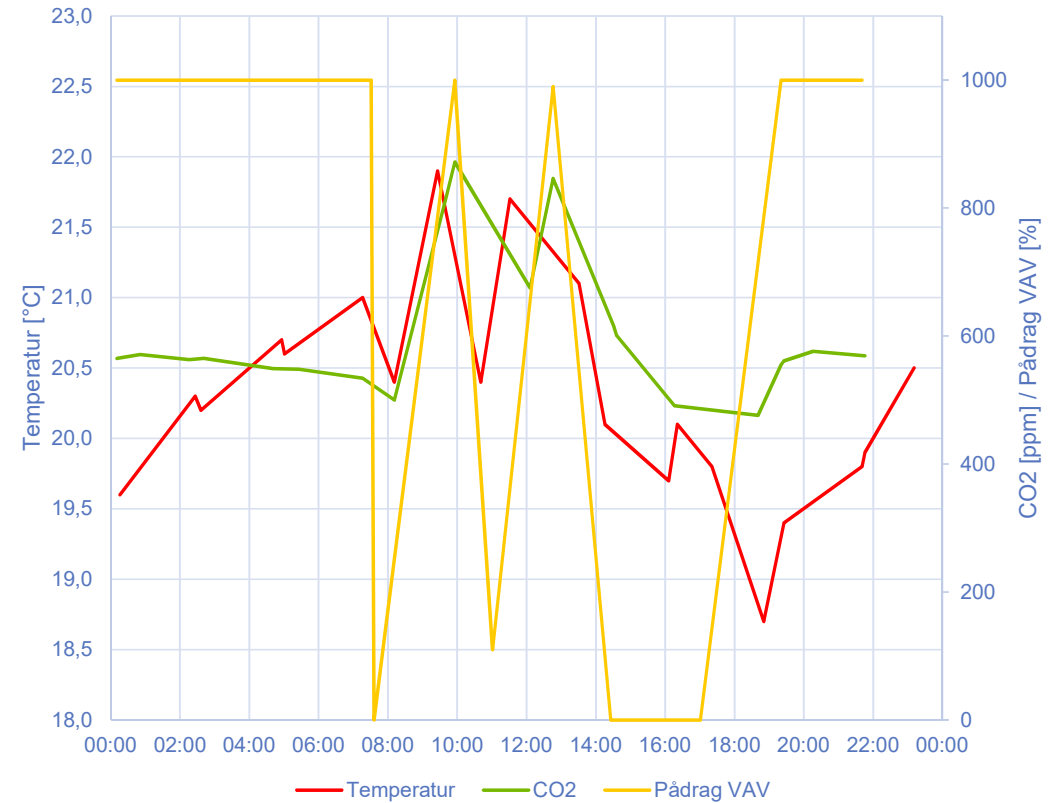


I drift – klasserom U08

22.03.2018 - Klasserom U08

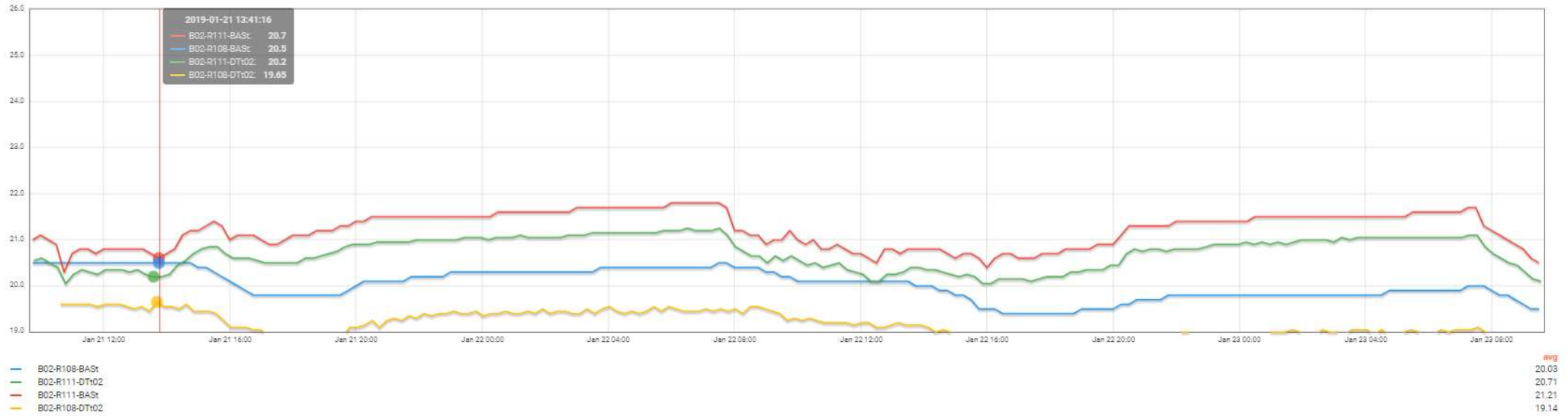


23.03.2018 - Klasserom U08

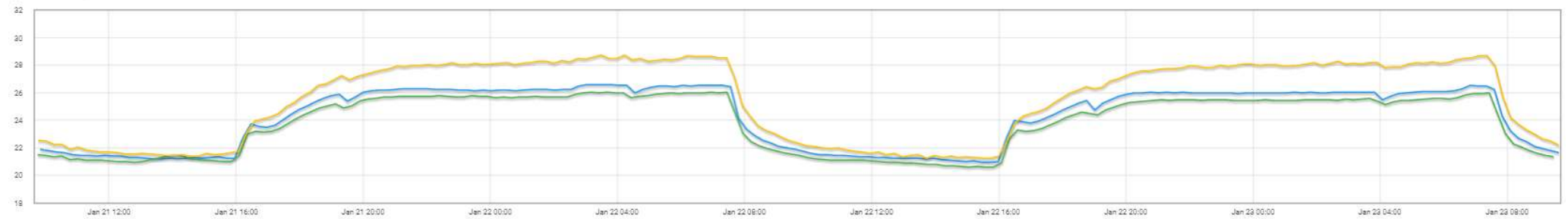


Feltforsøk ifm. Niels PhD

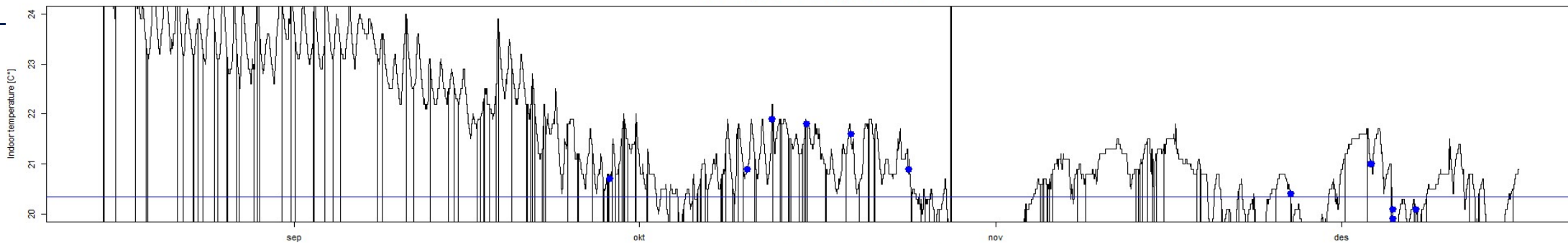
BAS Temperatures



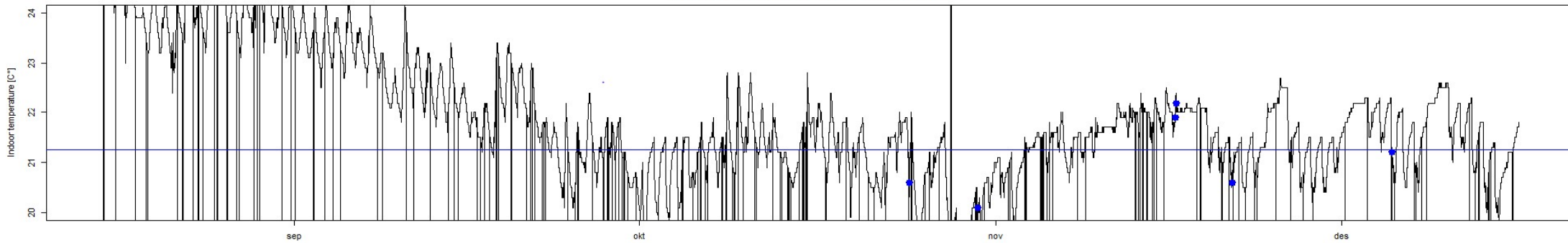
Air inlet temperatures



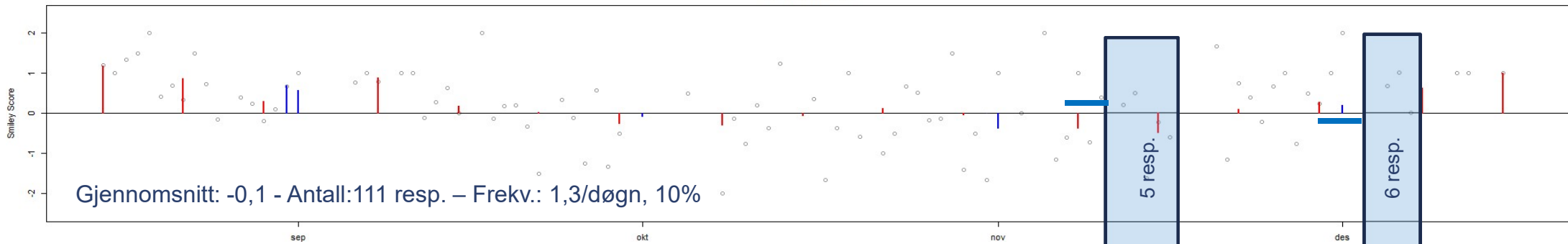
Indoor temperature and Temp votes - Kontor



Indoor temperature and Temp votes - Lærerarbeidsrom



Daily kiosk votes



Erfaringer og tilbakemeldinger

- Byggherre som er villig til å prøve nytt og tilpasse seg!
- Viktig å følge med i prosjektet helt fra start til slutt – og etter slutt!
- Beregninger og simuleringer er en ting – noen tilpasninger er gjort etter bygget er tatt i bruk
- Viktig å følge med på «overgangsperioder» i starten
 - Vinter -> sommer
 - Sommer -> vinter
- utfordringer med oppvarming av lærerfløyen
 - Større varmetap og mindre tilskudd enn beregnet
 - Feil i spjeldstyringen
- Generelt gode tilbakemeldinger og fornøyde brukere
- Det går an å utfordre Fanger så lenge riktig forventning kommuniseres til brukerne og brukernes fornøydhets følger opp fortløpende (?)
- Forbedringspotensial
 - Kortere kanalstrek om mulig
 - Isolering av kanaler, spesielt kanaler som går gjennom «uoppvarmet» rom til oppvarmet rom
 - Flere sensorer for oppfølging



Powerhouse Drøbak Montessori Ungdomsskole