

Velkommen til BEST VENT Sluttseminar



Praktisk info

- Alle: Mute mikrofon og skru av kamera
- Ved spørsmål: **Skriv i chat**
- Vi minner om at seminaret blir tatt opp!
- Alle presentasjoner blir delt i etterkant



	BEST VENT Sluttseminar 10. Juni klokken 10:00-12:30
10:00 - 10:05	Velkommen! Øystein Fjellheim - SINTEF Community
10:05 – 10:10	Hva er BEST VENT? Øystein Fjellheim – SINTEF Community
10:10 - 10:25	Utbytte av BEST VENT og Fernanda Nissen som feltlab Tore Fredriksen – Undervisningsbygg Oslo KF
10:25 - 10:35	Helseeffekter av partikler Espen Mariussen – NILU
10:35 – 10:45	Metoder Sverre Holøs og Kamilla H. Andersen - SINTEF Community Claudia Hak - NILU Aileen Yang - OsloMet
10:45 – 11:55	Forskningsresultater – hva har vi funnet? Sverre Holøs og Kamilla H. Andersen - SINTEF Community Claudia Hak - NILU Aileen Yang - OsloMet
11:55 - 12:10	BEST VENT Tool Anders Mostrøm Nilssen - Erichsen & Horgen
12:10 - 12:15	Konklusjoner og anbefalinger Sverre Holøs - SINTEF Community
12:15 - 12:30	Diskusjon, veien videre og avslutning Sverre Holøs og Øystein Fjellheim - SINTEF Community

Hensikten med BEST VENT

Best mulig bruk av ventilasjonsluft for å skape godt inneklima og minst mulig energibruk for unødvendig ventilerings av tomme rom

Forskningsspørsmål (opprinnelige)

1. Hva er lavt og høyt forurensningsnivå, og hvordan er dette nivået relatert til initial og faktisk materialutslipp i bruksfasen?
2. Hva er kunnskapen bak de tre nasjonale ventilasjonsnivåene våre?
2,5 - 3,6 - 7,2 (m³/t)/m²
3. Hva er de beste kombinasjonene av minimum ventilasjon og ekstra ventilasjon?
4. Hvordan kan ventilasjonsstrategier best redusere risiko og øke robustheten?

Hvem var Best Vent - for siste gang

Bedriftspartnere



↓
6 FoU

Arbeidstilsynet, DiBK, Helsedirektoratet, Utdanningsetaten
Oslo, Bergen kommune

Finansiert av:



OSLOMET



Metoder og spørsmål: flere ting vi lurer på

- Hva skal vi sette som V_{min} ?
- Hva må vi ha som V_{max} ?
- Hvordan **styre** mellom V_{min} og V_{max} ?
- Må vi ventilere i ferier, helger og om **natta**?
- Bør vi, og kan vi, **filtrere** bort gasser?
- Hva skjer hvis vi velger **teppegulv**?
- Hva skjer hvis noe **ikke virker** som tiltenkt?



Frode Inge Helland @wikimedia commons

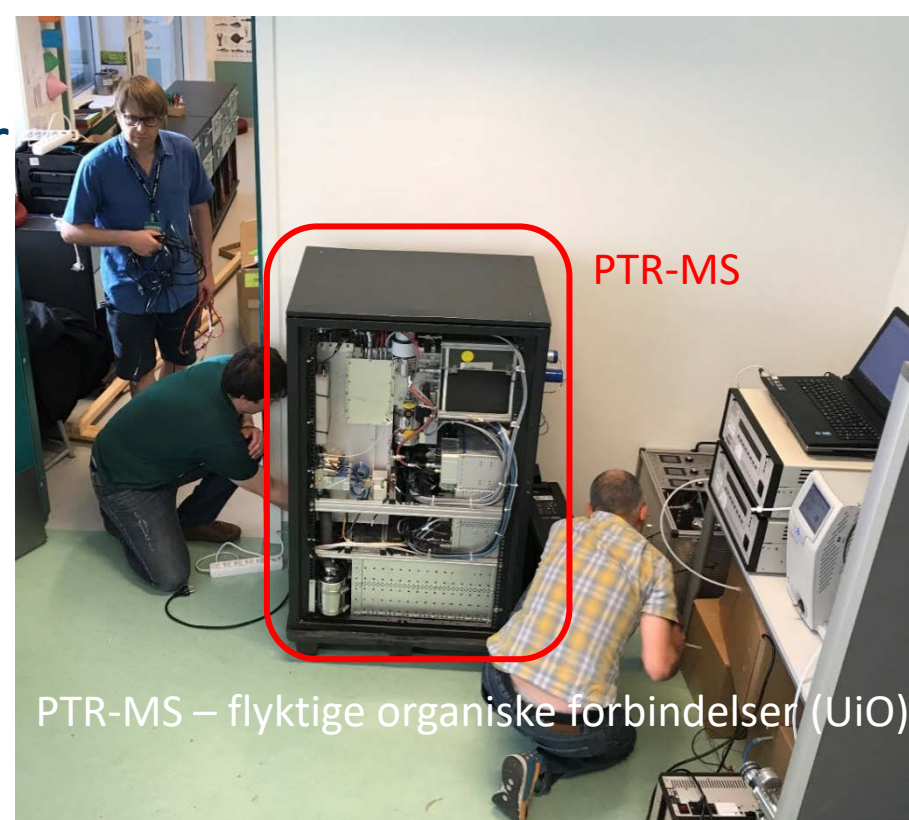
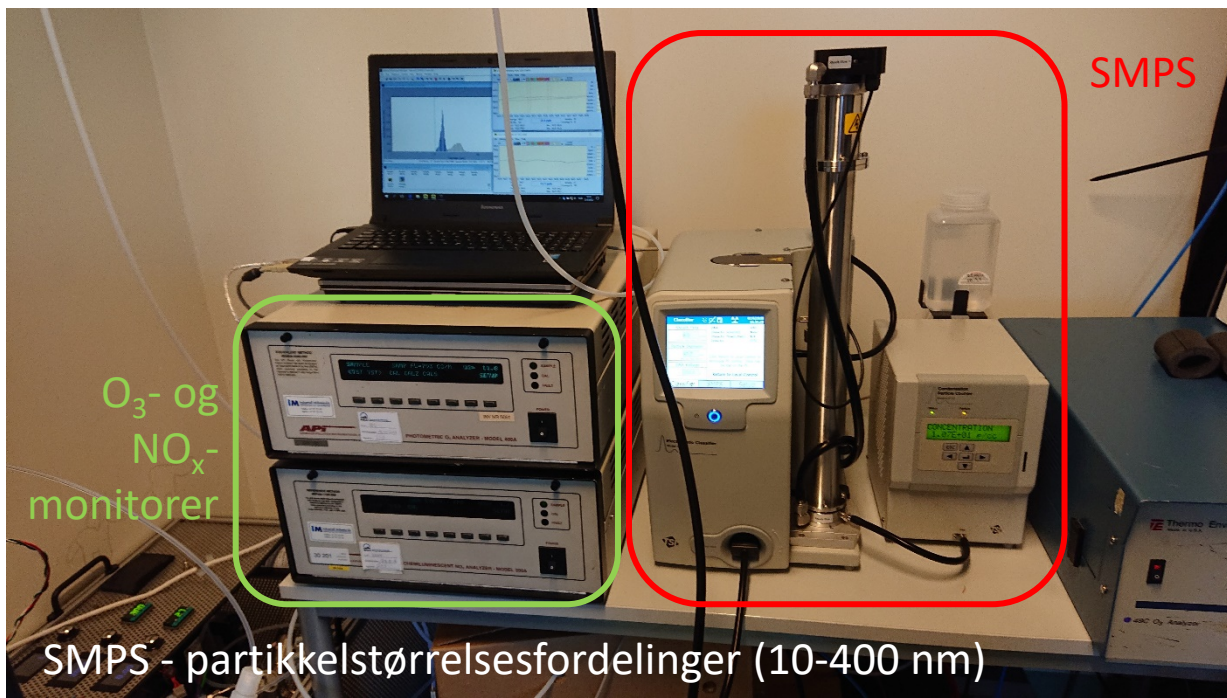
Metoder – prøvetaking + kontinuerlige målinger

Passiv prøvetaking

- VOC
- Aldehyder



analyse
på lab



Metode: testpanel og brukerundersøkeler

- *Opplevd luftkvalitet og luktintensitet*
- Symptomer og plager
- Konsentrasjonsevne og korttidshukommelse



BEST VENT Sporreskjema OK-takskryss OSPAN

Skriv inn din unike kode:

Rom:

Hvordan oppfatter du at luftkvaliteten i dette rommet er?
Indikatoren må flyttes på og kan ikke stå i midten.

Helt uakseptabelt Så vidt uakseptabel | | Så vidt akseptabel

BEST VENT Sporreskjema OK-takskryss OSPAN SINTEF

Hva opplever du nå?
Alle indikatorene må justeres.

Er du trett? Nei, ikke i det hele tatt Ja, veldig

Er du tung i hodet?

Har du hodepine? Nei, ikke i det hele tatt Ja, veldig

Er du svimmel eller ør i hodet?

Har du problemer med å konsentrere deg?

Har du kløe eller sate i øynene?

Er du hes eller tørr i talen?

Klar det i ansiktet eller på hendene? Nei, ikke i det hele tatt Ja, veldig

BEST VENT Sporreskjema OK-takskryss OSPAN

Instruksjon

På disse sidene finner du en rekke ord uten mening.
Oppgaven din er å finne og markere alle K-ene og O-ene du finner i teksten i løpet av 10 minutter. Under finner du et eksempel på hvordan det skal gjøres.

Eksempel

Høvir markyn map tal jumlag hyl
nuj lip bav mynervil Kingam
lupberrip govren pir nighig byr
laprak dar tötbet dar pinbør liksit
hir tartut mör.

Det er, som du ser, ganske mange bokstaver som skal krysses ut. Det er derfor viktig at du jobber raskt og nøyaktig hele tiden.
Du får maks 30 sekunder på hver setning. Dersom du blir ferdig med setningen før det har gått 30 sekunder trykker du på "Neste".
Dersom du trykker feil kan du trykke på krysset for å fjerne det.
Først får du en boks som kun er til øvelse. Trykk på knappen for å starte øvelsen.

[Start øvelse](#)

Oversikt over metoder og spørsmål

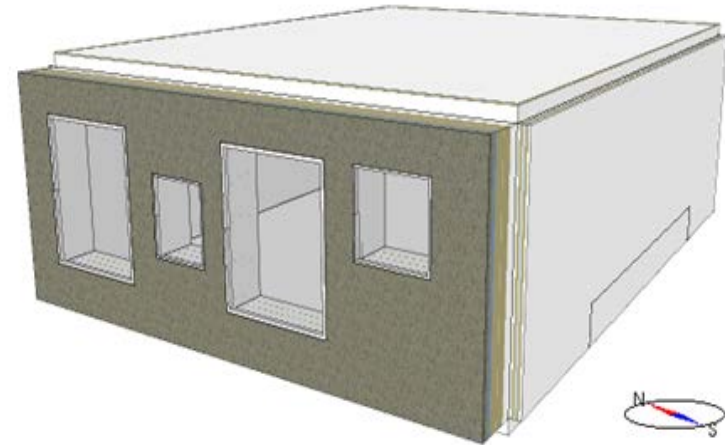
	Litteratur	Forsøkspersoner			Passiv prøvetaking		Kontinuerlige målinger						Simuleringer
	Litteratursøk	Intervju/ enquete	Prestasjon /Symptom	Sensorisk	VOC	Aldehyd	NOx-mon.	O ₃ -mon	PTR	SMPS	Inneklima- loggere	SD-anlegg	IDA ICE
V _{min} (og maks)	X		P+S	X			X	X	X	X	X	X	X
Tidlig avgassing	X				(X)	(X)							
Materialer , utstyr og inventar				X	X	X							
Settpunkt	X		P+S	RF brukere temperatur CO ₂					X	X	X	X	X
Filtrering							X	(X)	(X)				
Teppegulv		X	S	X	X			X	X	X			
Risiko og feil		X											X

Feltlab



Numerisk modellering i IDA ICE

- IDA ICE bygningssimuleringsprogram
- Et klasserom fra Fernanda Nissen
- Bygningskroppen samsvarer med passivhus standard NS 3701:2012
- NS 3031:2014 profiler for interne laster, elektrisk utstyr og belysning
- Ventilasjonsluftmengder i samsvar med prosjekterte luftmengder



Figur 1 og 2: Utsnitt fra IDA ICE

- **Hva skal vi sette som V_{\min} ?**
 - I nye og eldre bygninger
 - Med ulike materialvalg
 - Hvis vi "glemmer" renhold
 - Ved ulik temperatur og fuktighet
- Hva må vi ha som V_{\max} ?
- Hvordan styre mellom V_{\min} og V_{\max} ?
- Må vi ventilere i ferier, helger og om natta?
- Bør vi, og kan vi, filtrere bort gasser?
- Hva skjer hvis vi velger teppegulv?
- Hva skjer hvis noe ikke virker som tiltenkt?



Frode Inge Helland @wikimedia commons

Ventilasjon av nye bygninger: for å "tømme dem" for avgasser

Ventilasjonsstrategi i tidlig avgassingsfase

- Ikke behov for kontinuerlig ventilasjon med full luftmengde i lang tid etter bygging og oppussing
- Hvis bra materialvalg: 6 mnd med kontinuerlig $2,5 \text{ m}^3/(\text{t m}^2)$ tilstrekkelig for å få avgassene ut av materialene.
- (Høyere luftmengder kan være nødvendig for god inneluft!)

Holøs, S. B., Yang, A., Lind, M., Thunshelle, K., Schild, P., & Mysen, M. (2018). VOC emission rates in newly built and renovated buildings, and the influence of ventilation – a review and meta-analysis. *International Journal of Ventilation*, 1-14.
doi:10.1080/14733315.2018.1435026

Forslag om revisjon av Arb. Tilsynets veileder 444.

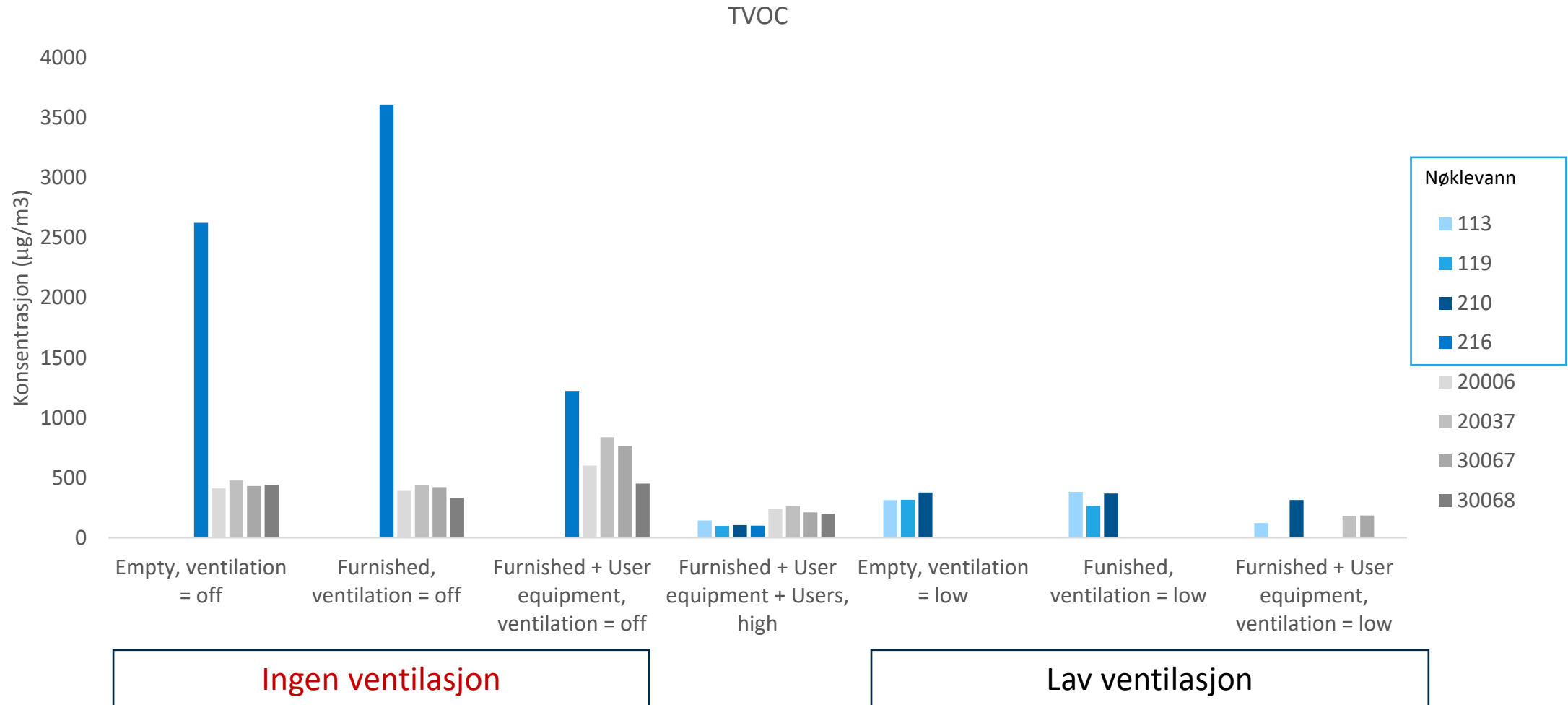
Ventilasjonsforum vil anbefale at den eksisterende teksten i best.nr. 444 endres slik som dere foreslår, og tar dette forslaget med inn i det videre arbeidet med utarbeidelse av nye veiledningssider om ventilasjon på arbeidstilsynet.no. Takk for innspill!

Avgassing fra materialer (Fernanda Nissen og Nøklevann) – passiv prøvetaking over en uke.

Skole	Ventilasjon (m ³ /t)	Scenario			
		Tømt	Møblert	Møblert + brukerstyr	Vanlig bruk
Fernanda Nissen	Høy (1440)				4x
	Lav (209/350)			2x	
	Av	4x	4x	6x	
Nøklevann	Høy (1050)				4x
	Lav (800)	3x	3x	2x	
	Av	x	x	x	



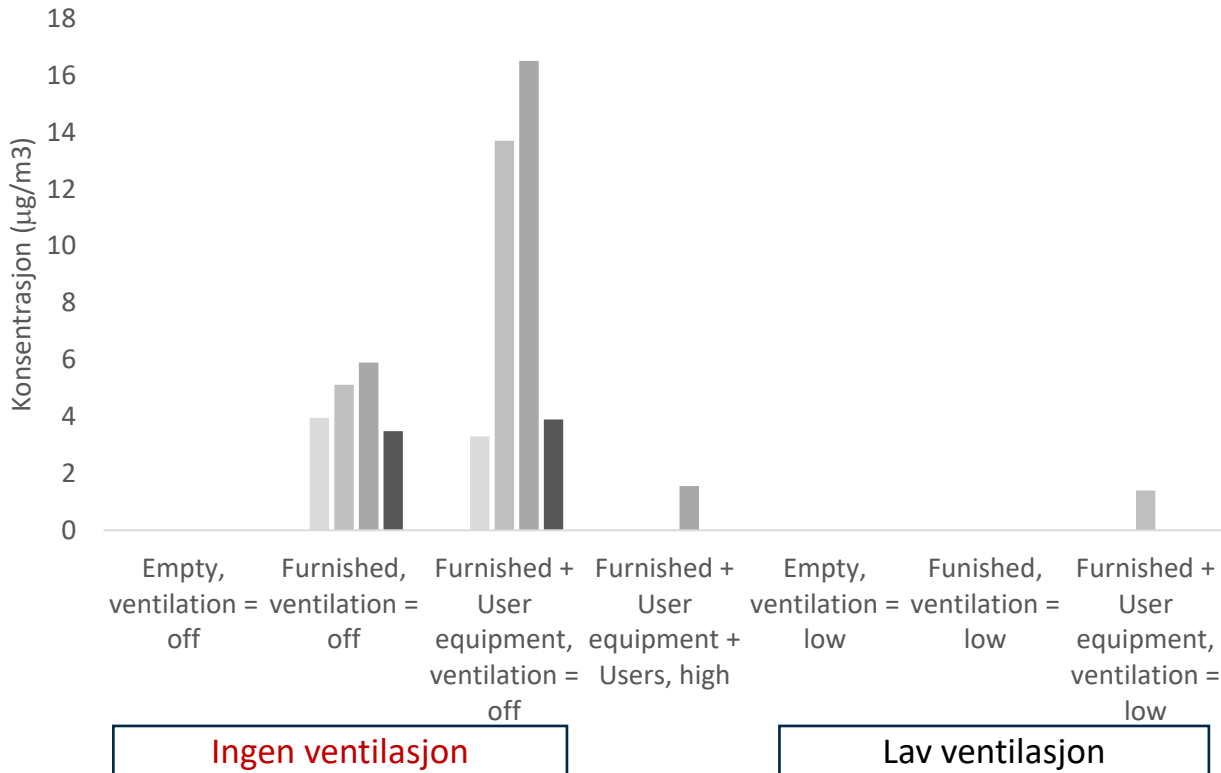
Avgassing fra ulike kilder i et klasserom



Avgassing fra møbler og brukerutstyr

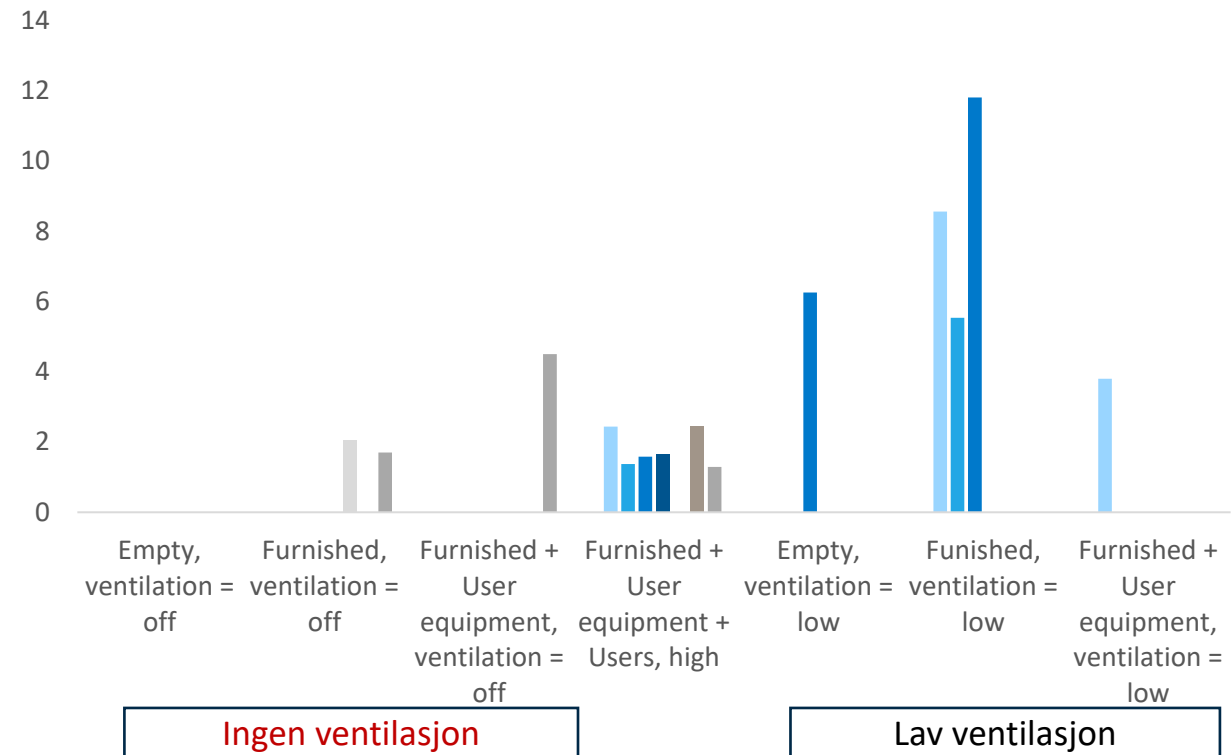
Verbenone (terpen)

20006 20037 30067 30068

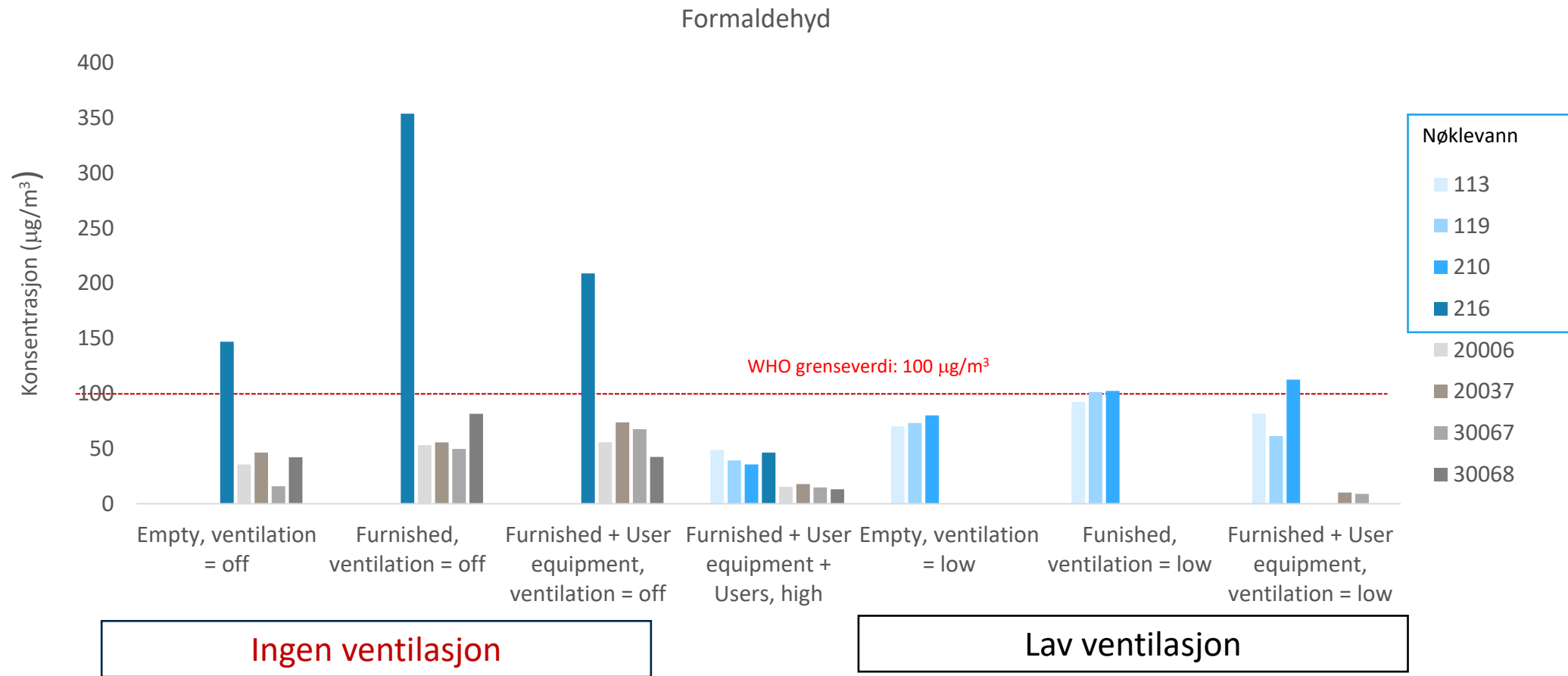


Texanol (latexmaling)

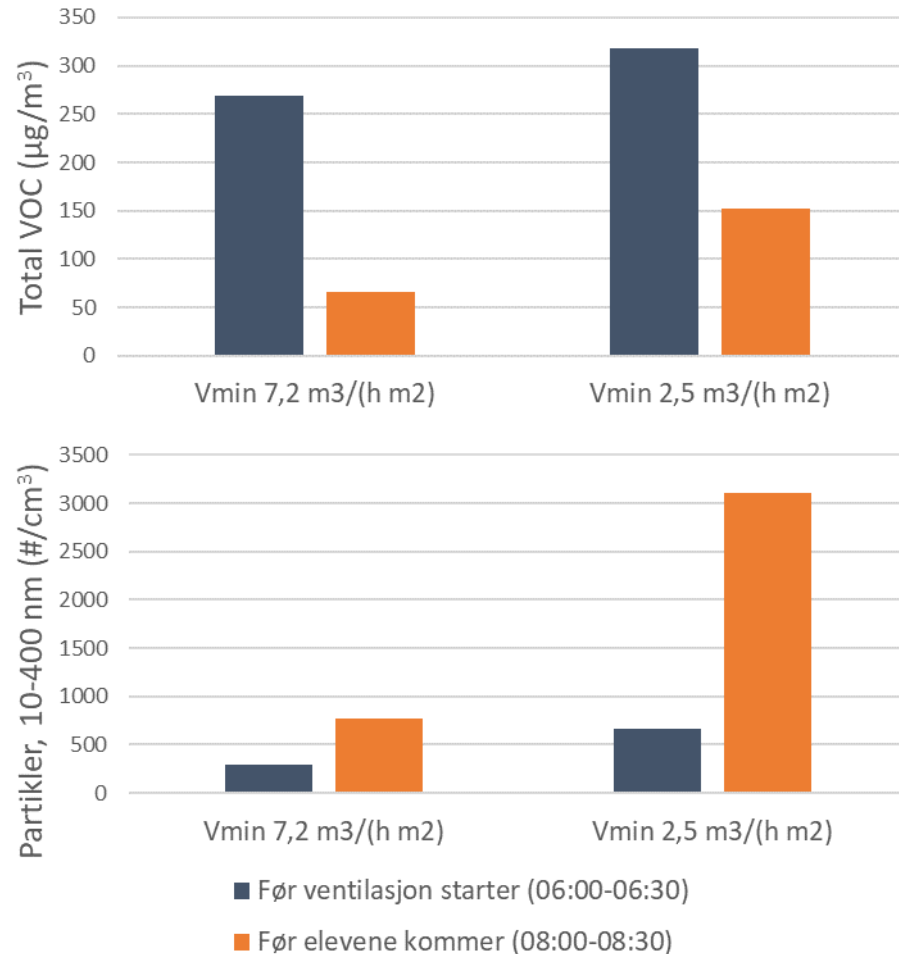
113 119 210 216 20006 30067 30068



Avgassing fra ulike kilder i klasserom: formaldehyd



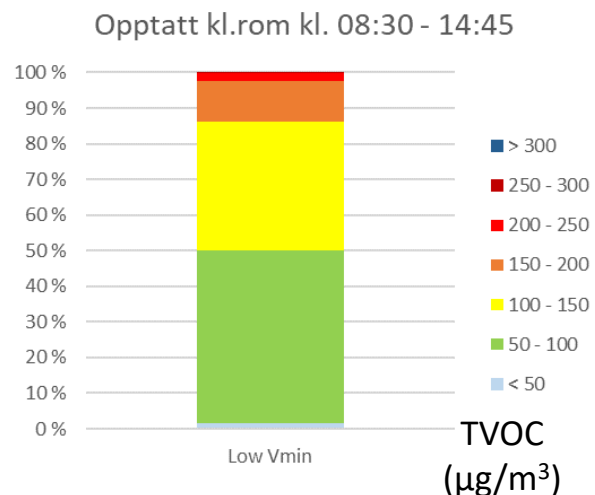
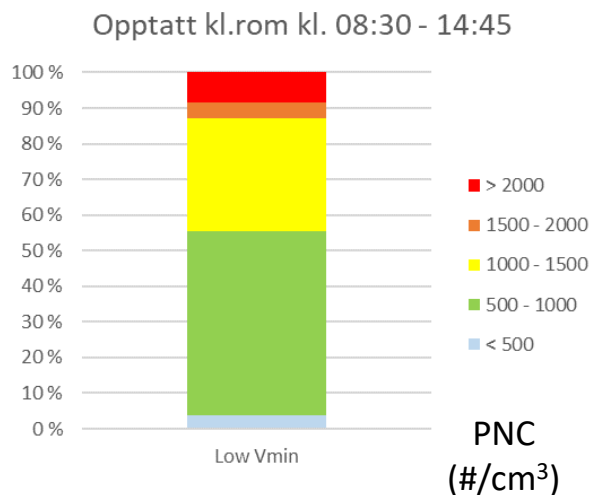
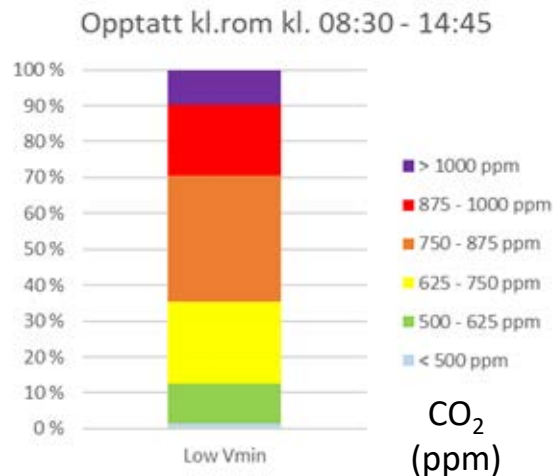
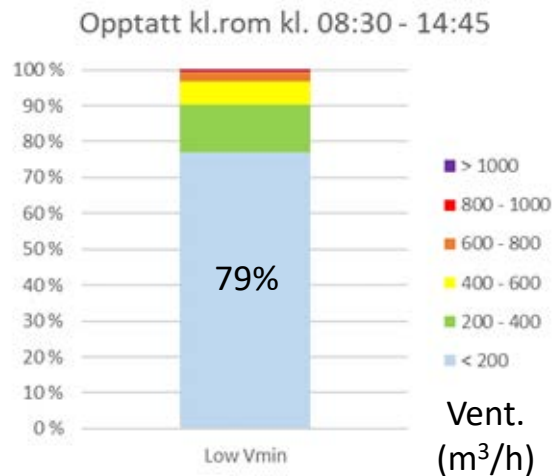
Valg av egnet V_{\min} kan tilrettelegge god luftkvalitet om morgenen



- Valg av V_{\min} er relevant for tomme rom (før elevene kommer)
- Ved valg av $V_{\min} = 2,5 \text{ m}^3/(\text{t m}^2)$ er partikkelkonsentrasjonen i rommet betydelig høyere når elevene kommer inn enn ved $V_{\min} = 7,2 \text{ m}^3/(\text{t m}^2)$
- V_{\min} har betydning for partikkelkonsentrasjonen i rommet når skoledagen begynner
- For å oppnå lavere partikkelkonsentrasjon når elevene kommer, kan V_{\min} økes eller ventilasjonen startes tidligere

V_{\min} påvirker faktisk luftmengde og CO_2 -nivå i brukstiden

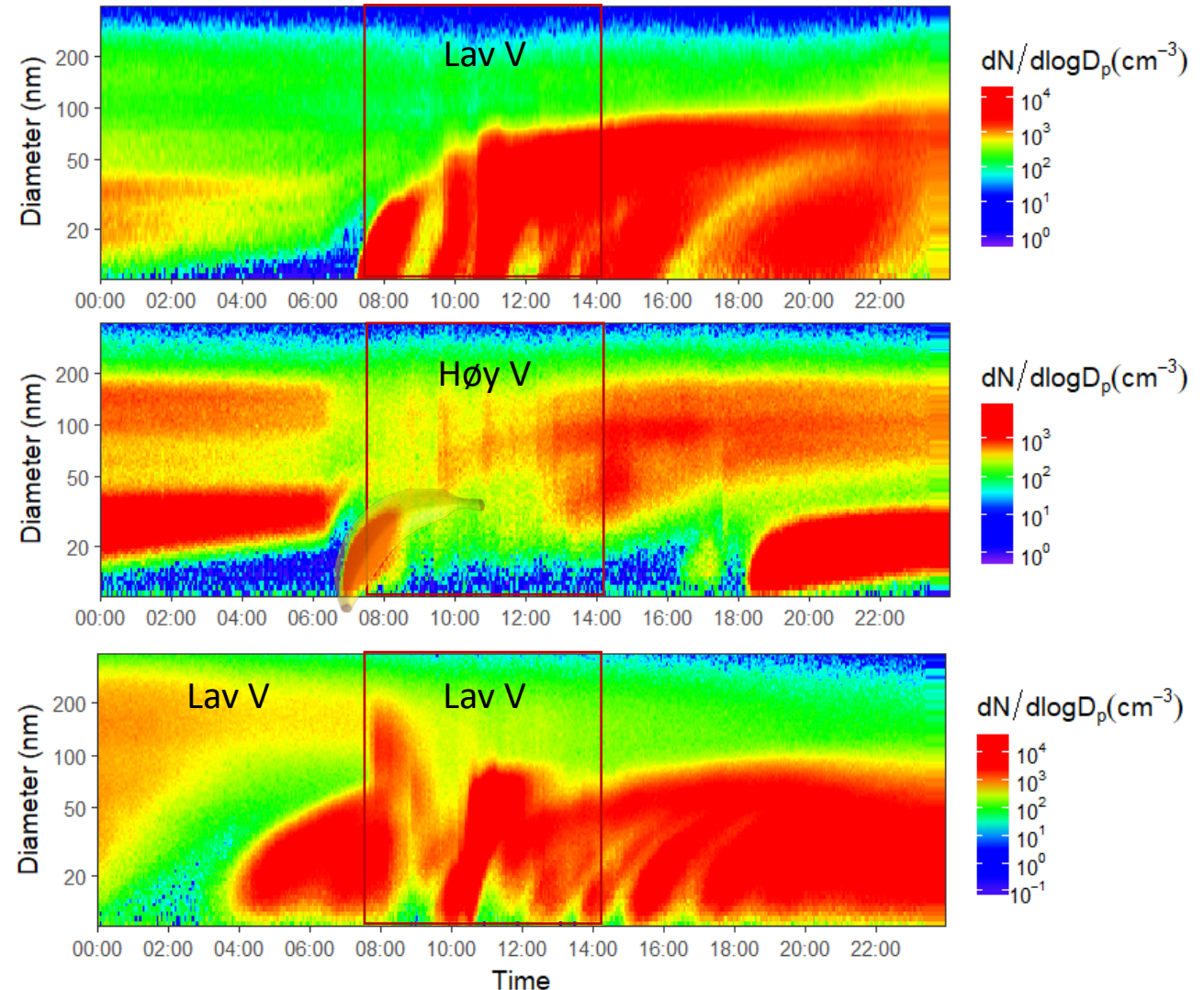
V_{\min} 2,5 $\text{m}^3/(\text{t m}^2)$ og $\text{SP}(\text{CO}_2) = 1000$ ppm



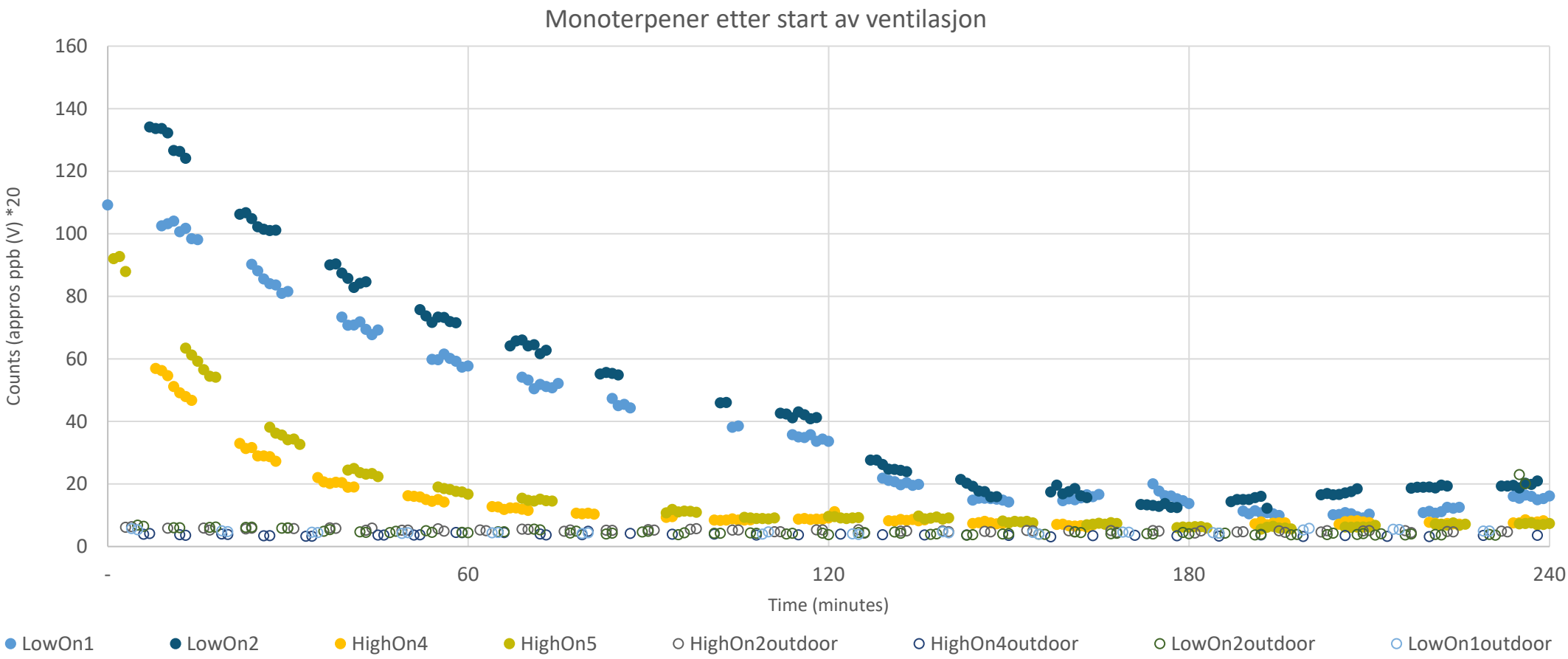
- V_{\min} 2,5 $\text{m}^3/(\text{t m}^2)$ og V_{\min} 7,2 $\text{m}^3/(\text{t m}^2)$ ble testet i klasserommet med elever til stede
- CO_2 -nivå 500 ppm er nådd 10-15 min etter at skoletimen har begynt, **uansett** om V_{\min} er 2,5 eller 7,2 $\text{m}^3/(\text{t m}^2)$
- Ved høyt CO_2 -settpunkt er luftmengden lik V_{\min} i stor andel av brukstid
- Bruk av V_{\min} 2,5 $\text{m}^3/(\text{t m}^2)$ ved full klasserom førte til høyt CO_2 -nivå, akkumulering av TVOC og partikkeldannelse i rommet

Partikkeldannelse

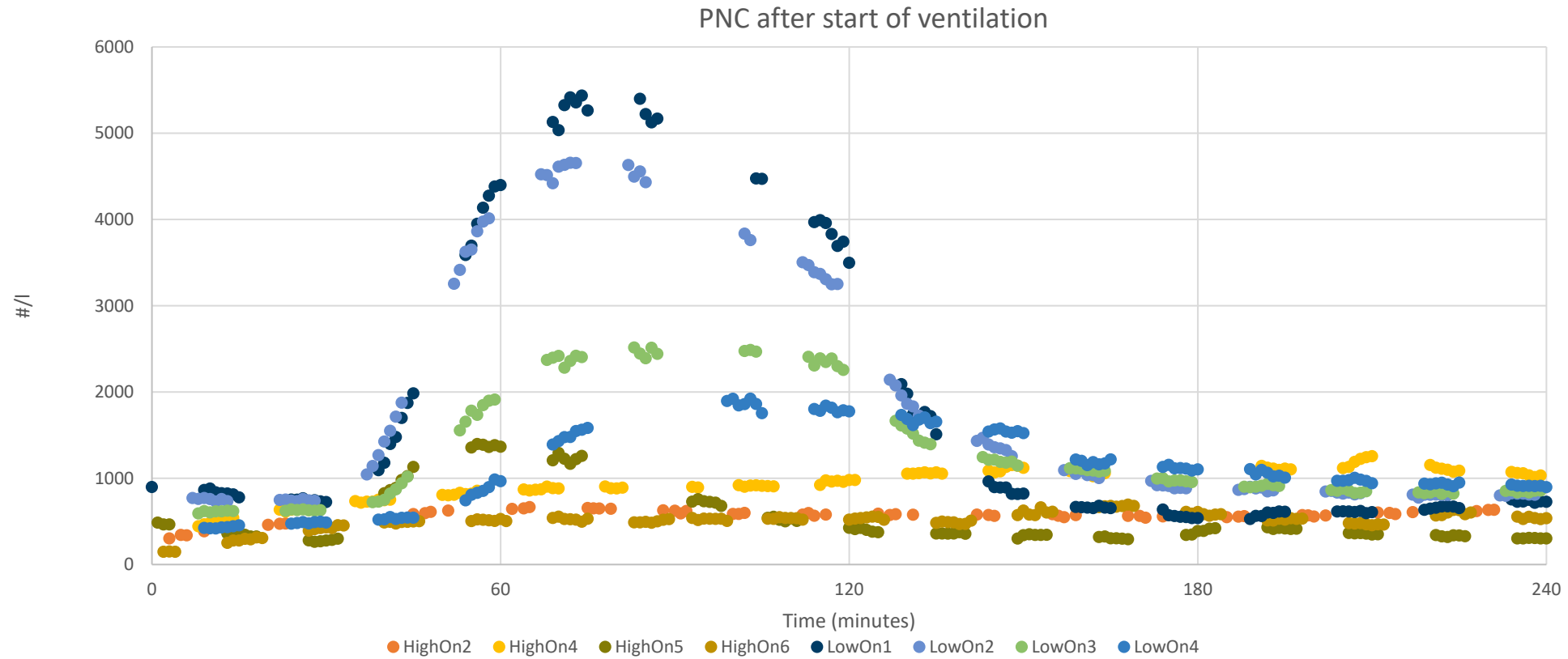
- Partikkeldannelse opptrer når ventilasjonen slås på og av
- Partikkeldannelse dagtid/brukstid relatert til aktiviteter og endringer av ventilasjonsraten
- Flere partikkeldannelseshendelser i brukstiden ved lav ventilasjonsrate enn ved høy ventilasjonsrate
- Ventilasjonsintensitet dagene før påvirker både omfang og starttid av observert partikkeldannelse



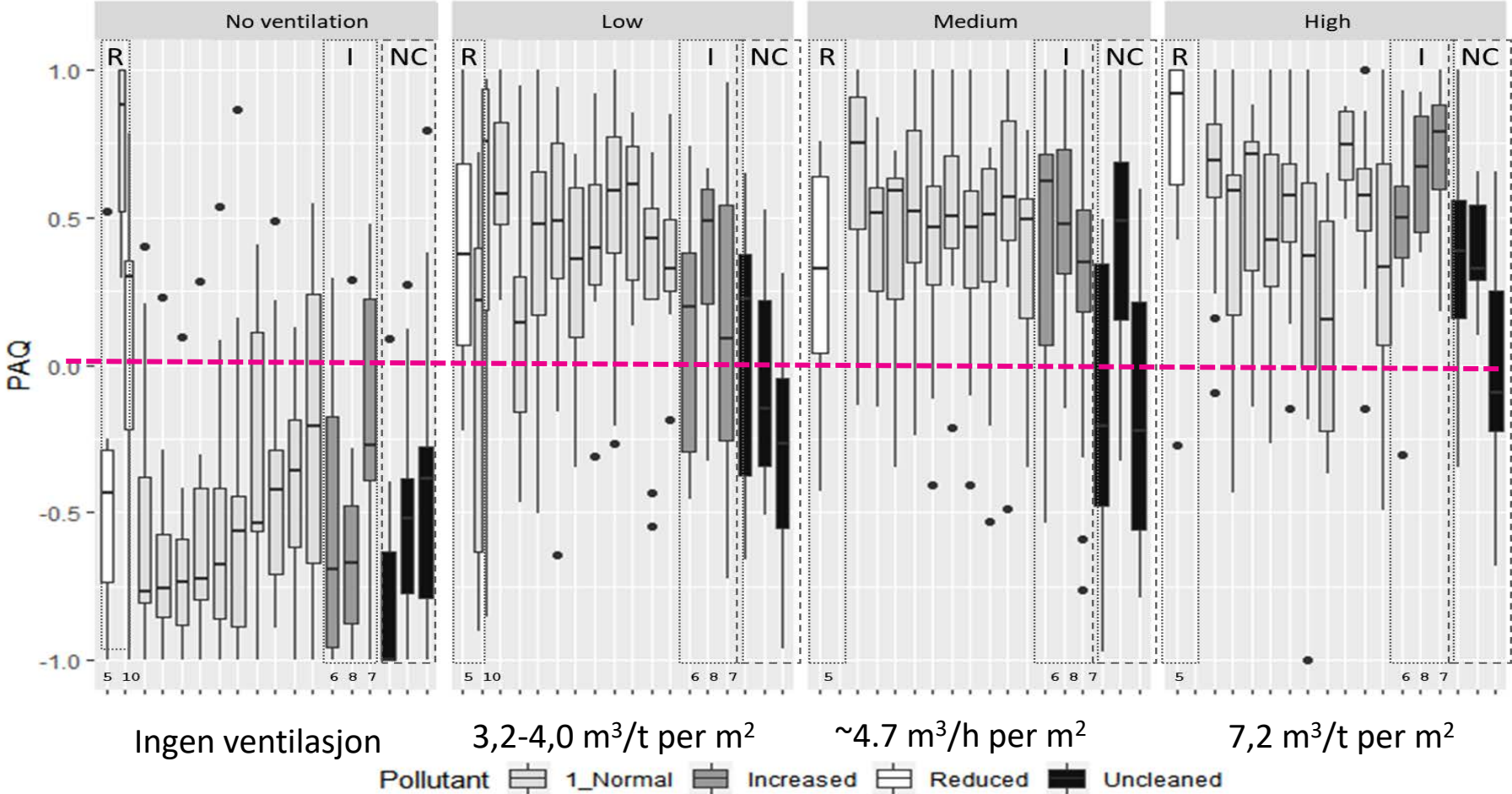
PTR-data: ventilasjon reduserer konsentrasjon av gasser



Ventilasjonen påvirker reaktiv kjemi



Hvordan oppfattes luftkvaliteten når man går inn i rommet?

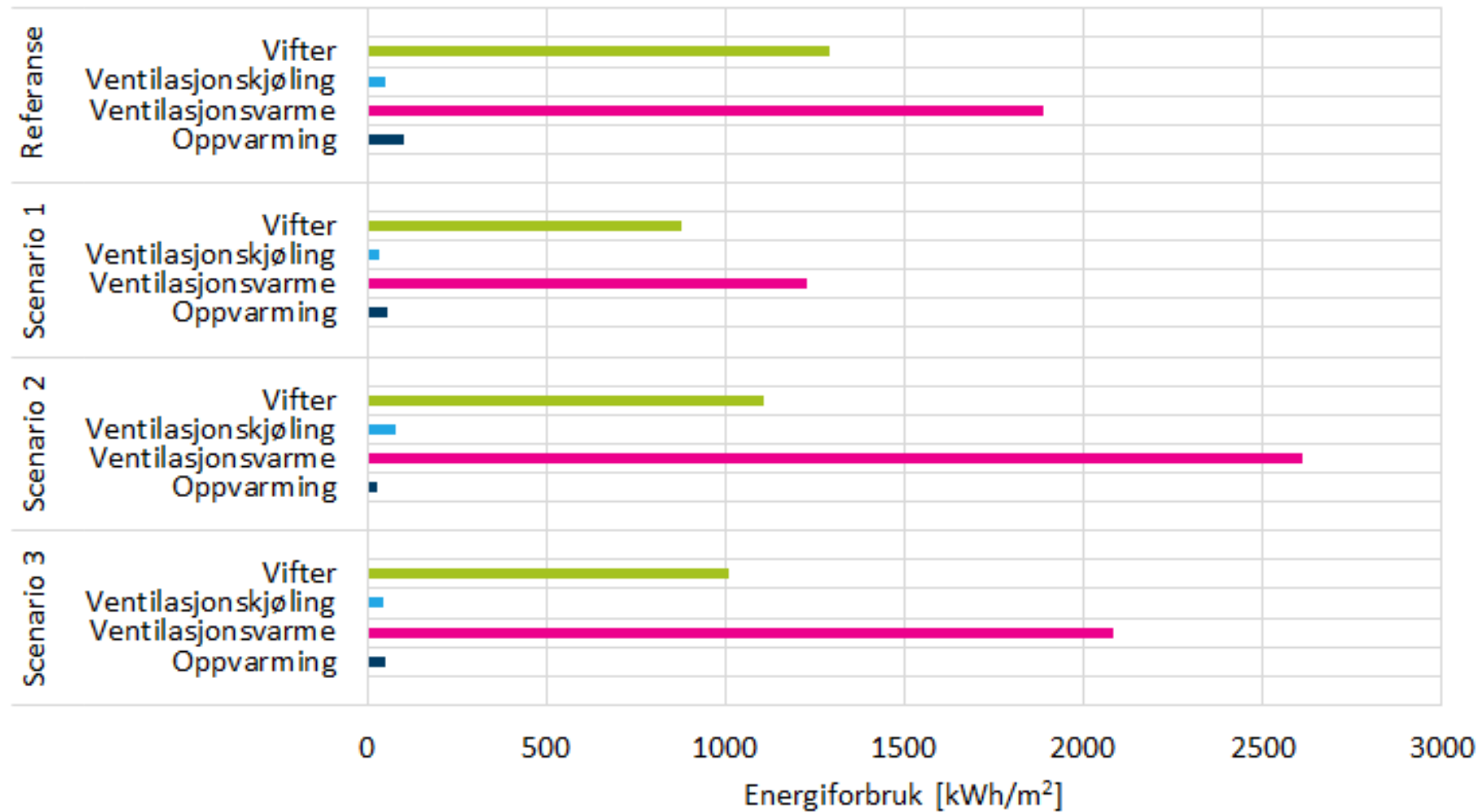


Energikonsekvenser ventilasjonsstrategier (V_{\min} og driftstid)

	Ventilasjon driftstid	Luftmengde V_{\min} ($m^3/t m^2$)	Årlig energiforbruk (kWh/m^2)
Referanse	06:30-17:00 Ventilasjon av i helger og ferier	7,2	71
Scenario 1	06:30-17:00 Ventilasjon av i helger og ferier	2,5	53
Scenario 2	00:00-24:00 Ventilasjon på i helger, av i ferier	2,5	80
Scenario 3	00:00-24:00 Ventilasjon av i helger og ferier	2,5	70

- Tilstedeværelse 31 personer (elev + lærer) 08:30-14:30, lunsj 11:30-12:00

Aileen Yang, Matthias Vogt, Claudia Hak, Tomas Mikoviny, Kamilla H. Andersen, Armin Wisthaler & Sverre B. Holøs. Effect of demand-controlled ventilation strategies on indoor air pollutants in a classroom. *Journal draft in Building and Environment 2020.*



Hva skal vi sette som V_{\min} ?

Ta hensyn til

- Nytt, gammelt eller nyrenovert
- Materialvalg
- Bruk og brukere
- Driftstid
- Filtrering



Hvilken CO₂, temperatur og evt annet bør det styres mot?

- Ulike brukere?
- Ulik temperatur?
- Relativ fuktighet?

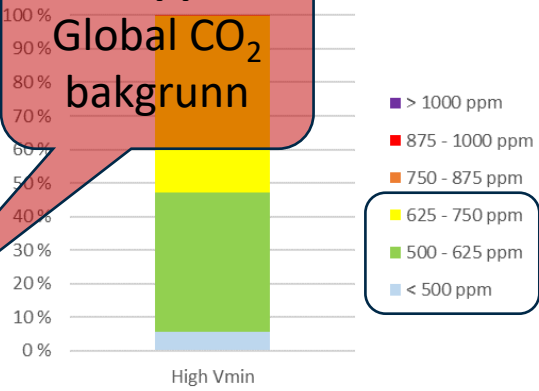


Foto: Thor Nielsen

Valg av egnet CO₂-settpunkt er viktig

Høy V_{min}
7,2 m³/(t m²)
Lav CO₂-SP
500 ppm

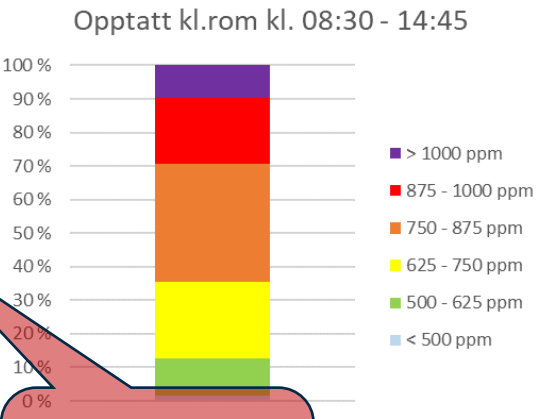
Opptatt kl.rom kl. 08:30 - 14:45
415 ppm
Global CO₂
bakgrunn



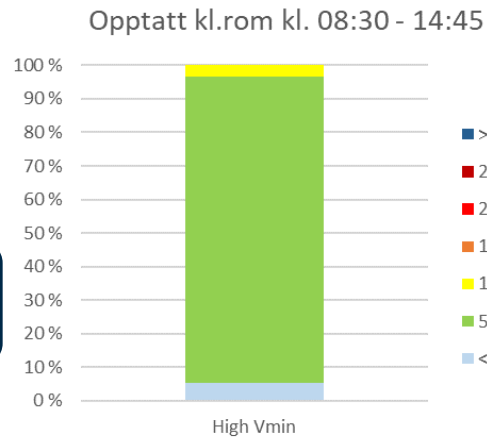
CO₂

Lav V_{min}
2,5 m³/(t m²)
Høy CO₂-SP
1000 ppm

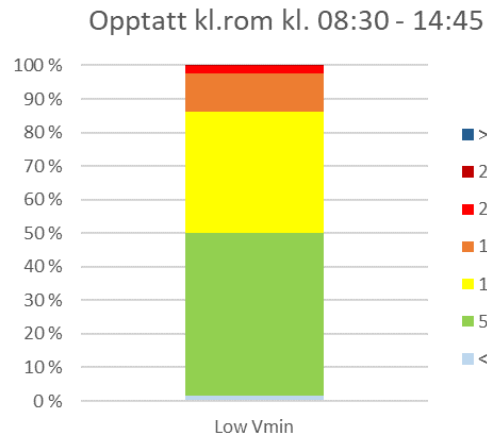
Low Vmin
1000 ppm
FHI normkrav



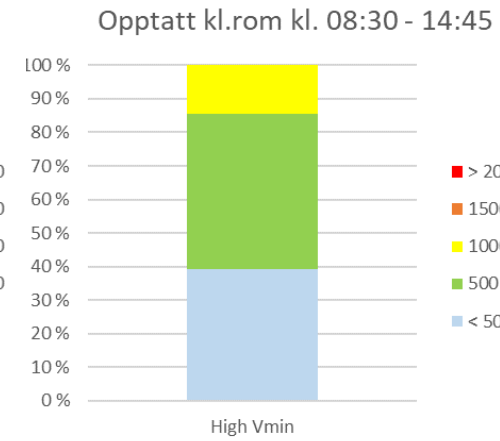
CO₂



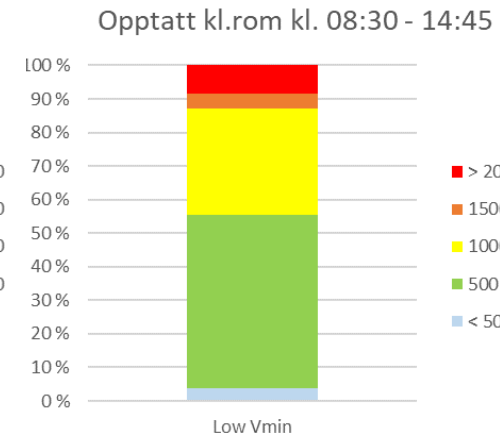
TVOC



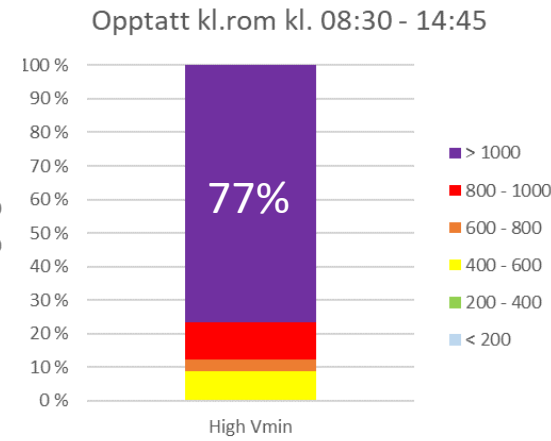
TVOC



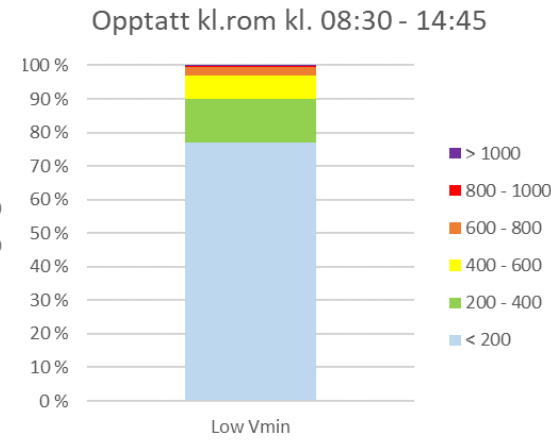
PNC



PNC



Vent.rate



Vent.rate



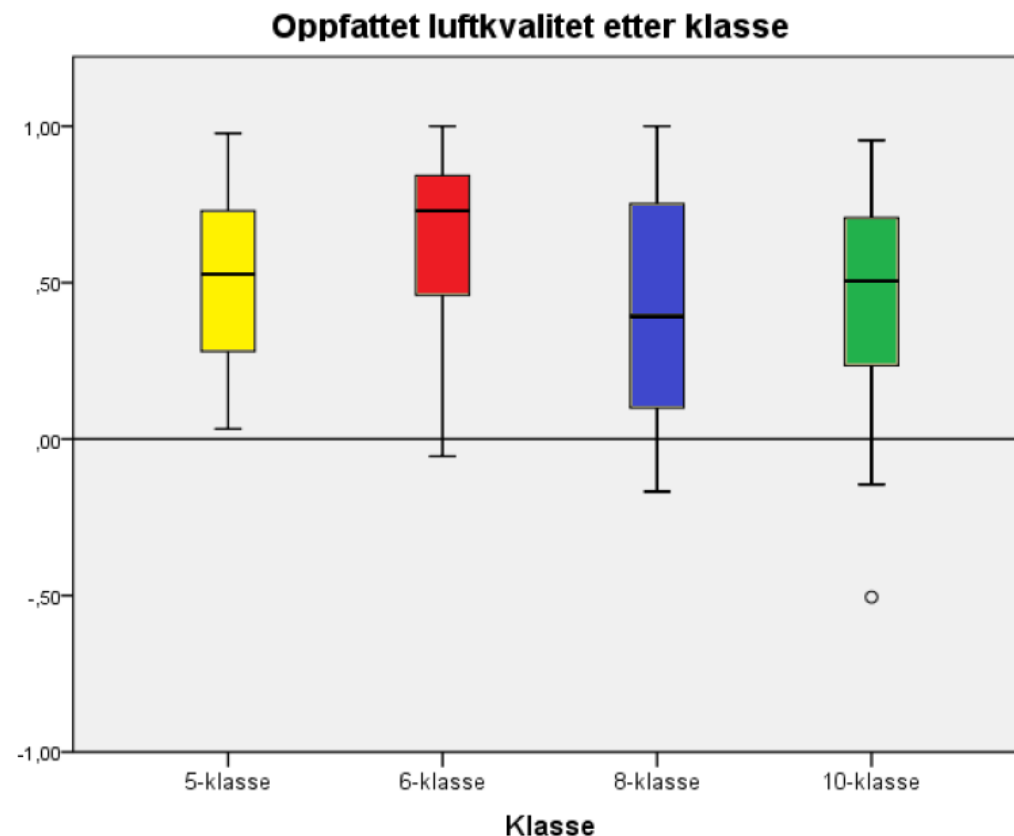
Nora Holand. Masteroppgave OsloMet, mai 2017:

Pubertetsduft:

Bør ventilasjonsluftmengden per person differensieres etter ulike brukergrupper?

- Utrent panel vurderte oppfattet luftkvalitet i klasserom
- Lavere antall misfornøyde enn antatt
- Tendens til dårligere luftkvalitet i ungdomstrinn med samme luftmengde per person

Holand, N., Yang, A., Holøs, S. B., Thunshelle, K., & Mysen, M. (2019). Should we differentiate ventilation requirements for different user groups? In *Cold Climate HVAC 2018 - Sustainable Buildings in Cold Climates* (pp. 10): Springer.

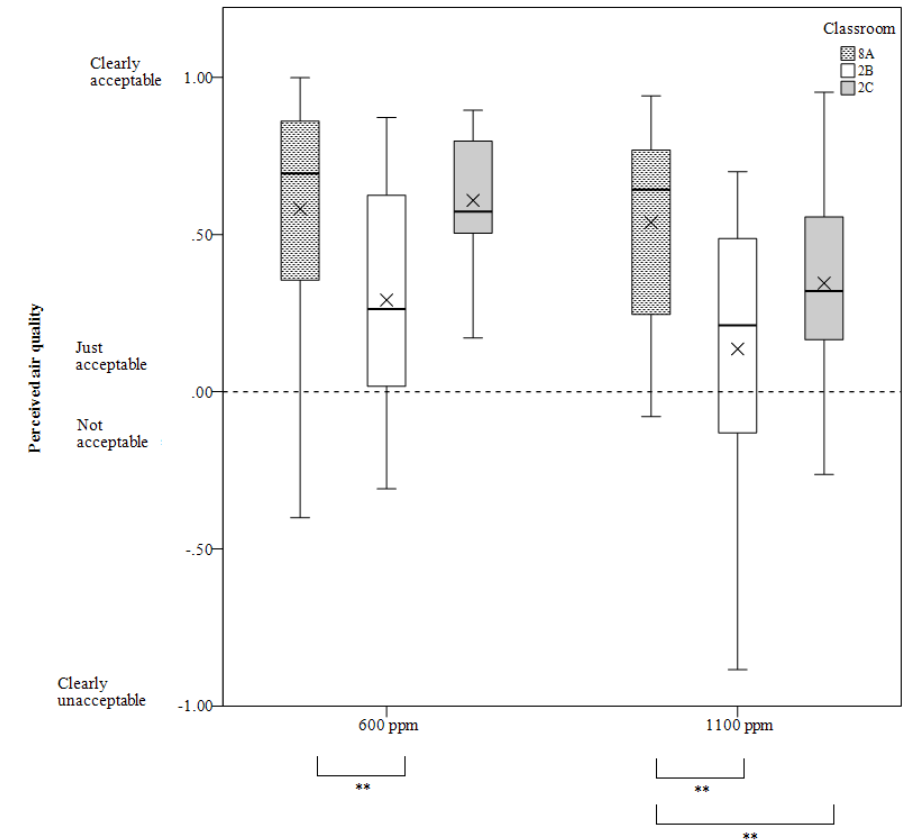


Martine Borgen Haugland. Masteroppgave OsloMet, mai 2018: *CO₂-DCV i barneskoler: Bør CO₂-settpunkt differensieres for ulike brukergrupper?*



- Et testpanel vurderte oppfattet luftkvalitet og luktintensitet i to andreklasser og en åttendeklasse. Klasserommene ble besøkt ved like CO₂-nivåer.
- Signifikant dårligere oppfattet luftkvalitet i andreklasse sammenliknet med åttendeklasse.
- Resultatene indikerer at barns emisjon av bioeffluenter ikke er proporsjonal med deres CO₂-produksjon.

Borgen Haugland, M., Yang, A., Holøs, S. B., Thunshelle, K., & Mysen, M. (2019). Demand-controlled ventilation: do different user groups require different CO₂-setpoints? *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 609,



Marie Flatmo Opsahl. Masteroppgave OsloMet, mai 2018:

Behovsstyrt ventilasjon (DCV) med kombinert CO₂- og temperaturstyring:

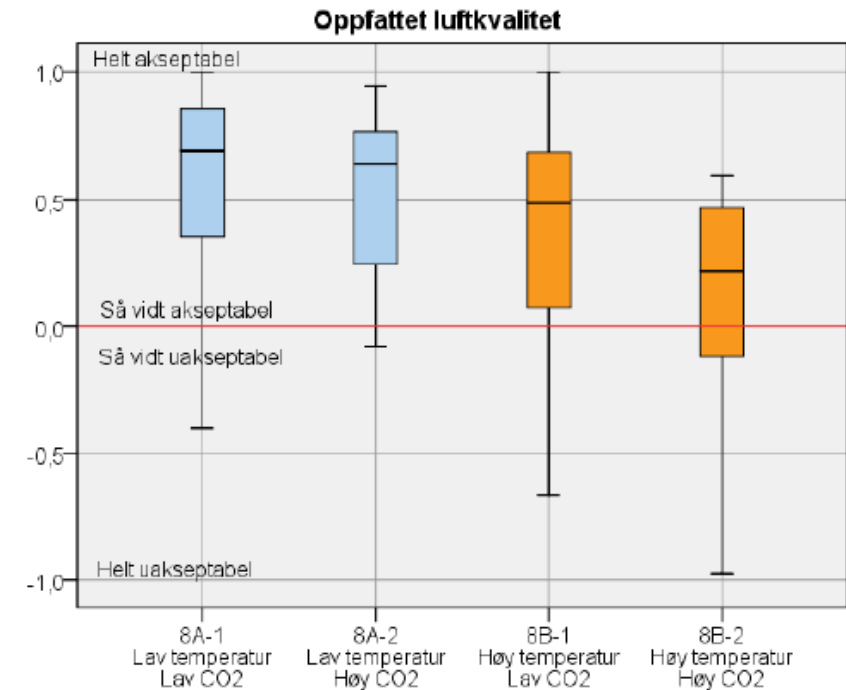
Er det med hensyn på inneklima fornuftig å styre behovsstyrte ventilasjonsanlegg etter en kurve med varierende settpunkt for CO₂ og temperatur?



- Testpanel i klasserom som var i bruk av elever ved CO₂-konsentrasjoner på **760 og 1000ppm ved 21°C og 24°C**.
- Ikke dårligere oppfattet luftkvalitet, luktintensitet og termisk komfort når CO₂-konsentrasjonen steg i kalde rom, men ble oppfattet som dårligere når CO₂-konsentrasjonen steg i varme rom. Resultatene indikerer også at temperaturstigning er en faktor som gir dårligere oppfattet luftkvalitet ved konstante CO₂-konsentrasjoner.
- Kombinert CO₂- og temperaturstyring anbefales

M. O. Resvoll, A. Yang, S. B. Holøs, M. Mysen. In prep.

Is there an optimal CO₂ and temperature control demand controlled ventilation strategy to provide the best perceived air quality? Submitted to Indoor Air 2020.

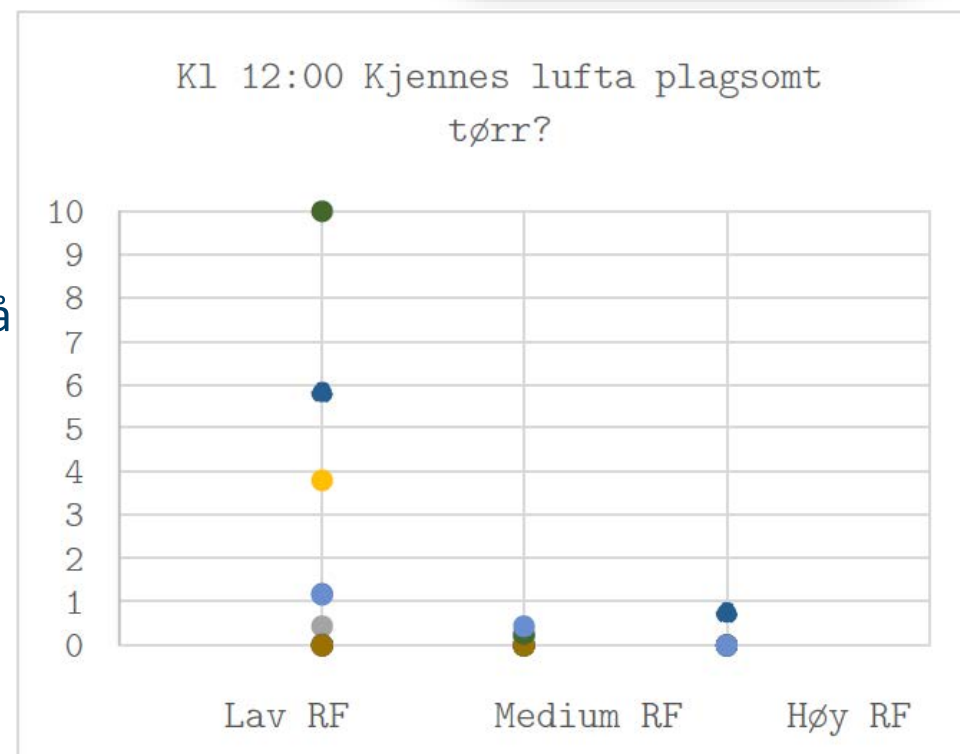


Merethe Lind. Masteroppgave OsloMet 2017:

Lav relativ fuktighet sin betydning for oppfattet luftkvalitet, termisk komfort, symptomer og prestasjoner i moderne kontorbygg



- Intervensjonsforsøk over tre dager.
- Testpanelet oppfattet at luften var tørrere ved lav (14 %) RF enn ved middels (24 %) og høy (38 %) RF.
- Signifikant tyngre og dårligere luft ved høy RF enn ved middels RF.
- Flere klaget over at det var kaldt på dagen med lav RF og varm på dagen med høy RF.
- Betydelig flere klager på kløe og svie i øynene ved lav RF enn ved middels og høy RF.
- Testpanelet presterte nokså likt ved alle tre nivåer av relativ fuktighet



Lind, M., Holøs, S. B., Thunshelle, K., Yang, A., & Mysen, M. (2019). How Does Low Relative Humidity Affect Perceived Air Quality, Thermal Comfort and Symptoms in Modern Office Buildings in Cold Climates? In Cold Climate HVAC 2018 - Sustainable Buildings in Cold Climates (pp. 11): Springer.

Hvilken CO₂, temperatur og evt annet bør det styres mot?

Forutsatt at V_{\min} er tilstrekkelig til å ta hånd om forurensninger som ikke stammer fra brukere: 21°C og 800 (-1000) ppm? CO₂ ved lav utetemperatur. Høyere luftmengder ved høyere temperatur. Lavere settpunkt hvis brukerne "lukter vondt".

Ved settpunkt 500 ppm gjør kanskje tilstedeværelsessensor nesten samme nytte som CO₂-sensor



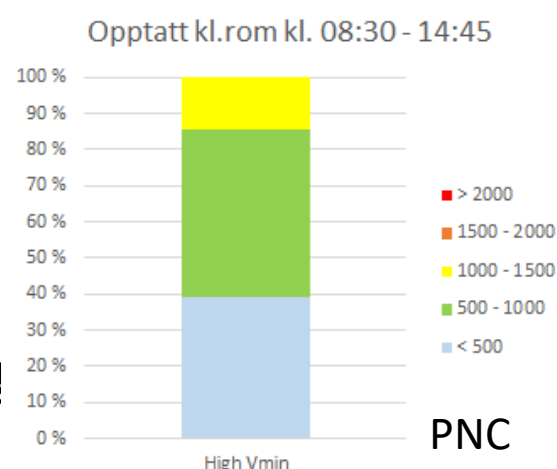
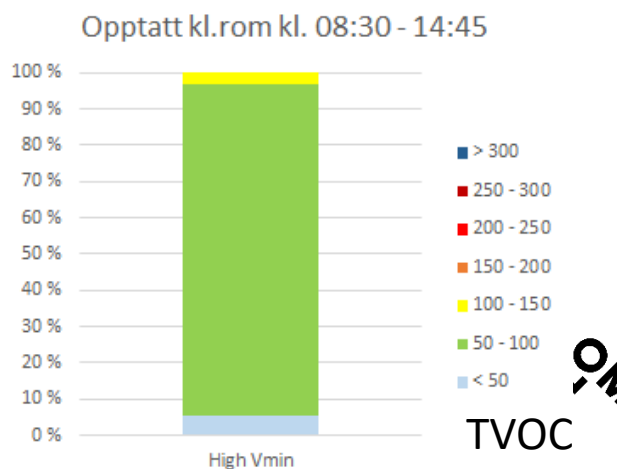
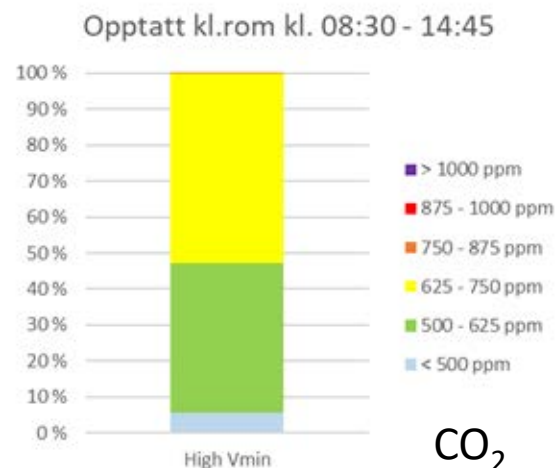
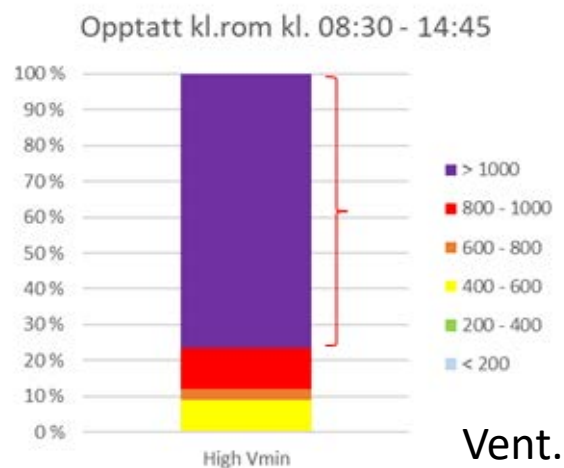
Hva må vi ha som V_{maks} ? Når bør vi ha V_{maks} ?

- V_{maks} viktig for dimensjonering av kanaler, spjeld og aggregat.
- Representerer en "gjetning" om framtidige behov.



V_{\max} minsker forurensning innefra, øker forurensning utenfra

$V_{\max} = 17,6 \text{ m}^3/(\text{t m}^2)$ ble valgt i klasserommet



BASE-scenario:

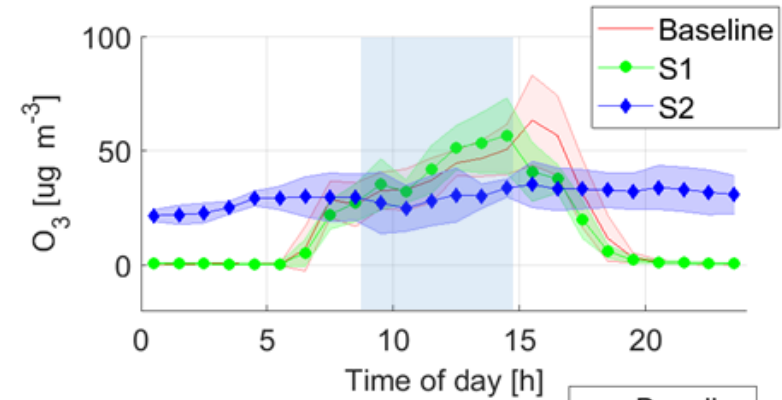
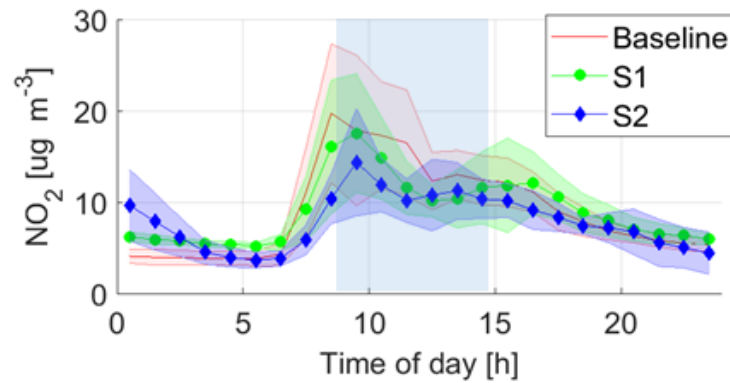
$V_{\min} = 7,2 \text{ m}^3/(\text{t m}^2)$

SP(CO₂) = 500 ppm

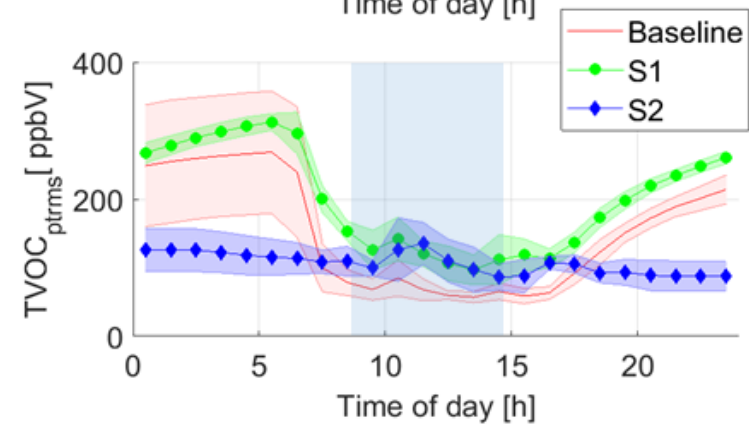
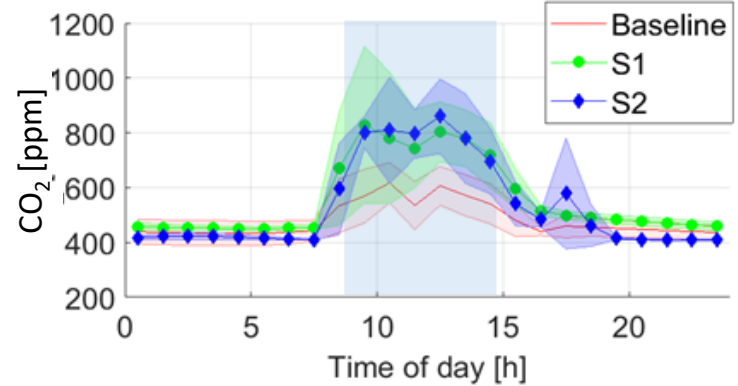
- Ventilasjonsrate på V_{\max} i 77% av tiden rommet var opptatt (43% av ventilasjonstiden)
- CO₂-nivå langt under maksimumsverdi
- Lavt TVOC og partikkelnivå
- Men høyt energiforbruk
- Høyere konsentrasjon av forurensning utenfra (O₃, NO_x, etc.)

V_{max} – Effekt på konsentrasjoner i løpet av skoledagen

Kilder ute



(Hoved)kilder inne



Baseline

$V_{min} = 7.2 \text{ m}^3/(\text{h m}^2)$

SP(CO₂) = 500 ppm

S1

$V_{min} = 2.5 \text{ m}^3/(\text{h m}^2)$

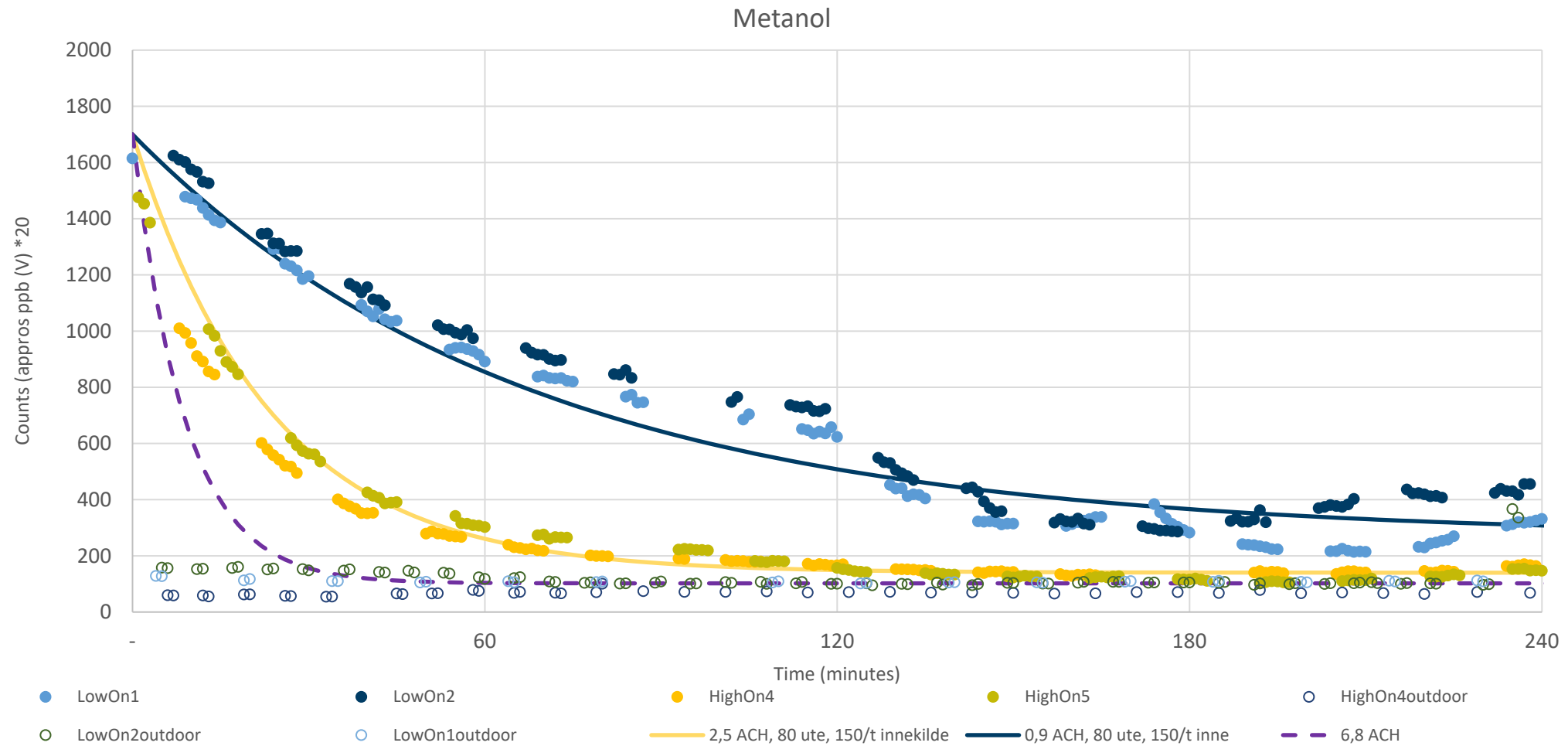
SP(CO₂) = 1000 ppm

S2 (døgnet rundt)

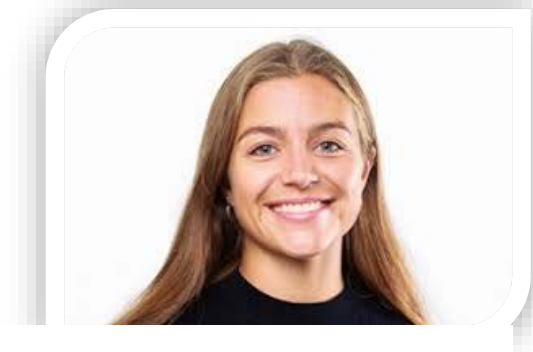
$V_{min} = 2.5 \text{ m}^3/(\text{h m}^2)$

SP(CO₂) = 1000 ppm

PTR-data: Mer ventilasjon – raskere reduksjon

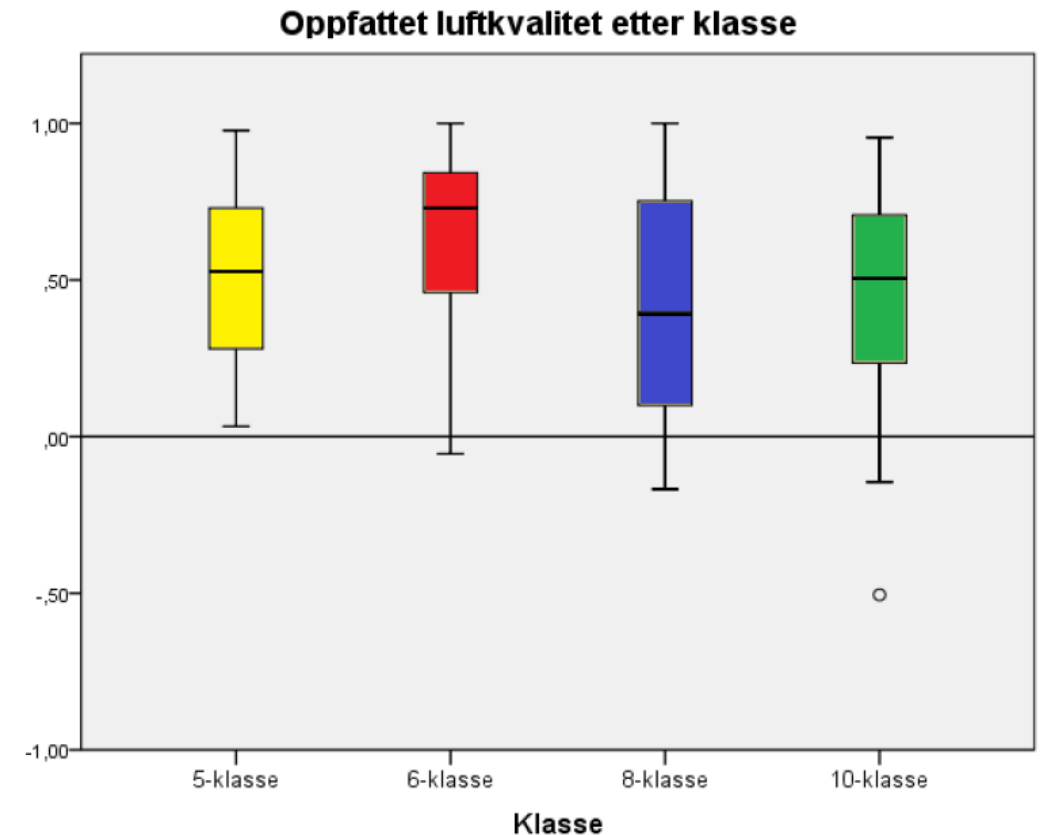


Nora Holand. Masteroppgave OsloMet, mai 2017:



- Utrent panel vurderte oppfattet luftkvalitet og luktintensitet i klasserom
- Lavere antall misfornøyde enn antatt
- Tendens til dårligere luftkvalitet i ungdomstrinn med samme luftmengde per person (varierte mellom 22 og 36 m³/h per person). Flertallet vurderer luftkvaliteten som god.

Holand, N., Yang, A., Holøs, S. B., Thunshelle, K., & Mysen, M. (2019). Should we differentiate ventilation requirements for different user groups? In *Cold Climate HVAC 2018 - Sustainable Buildings in Cold Climates* (pp. 10): Springer.



Hva må vi ha som V_{maks} ? Når bør vi ha V_{maks} ?

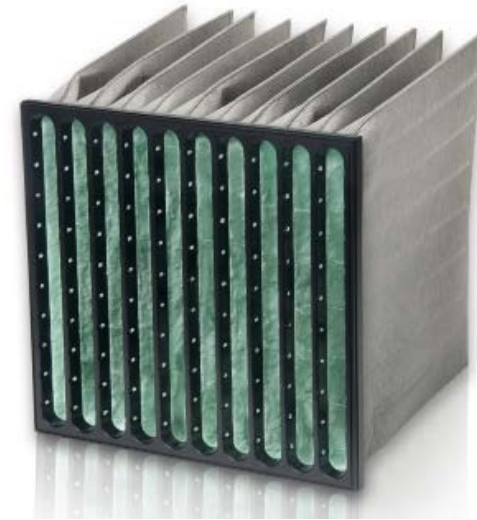
- Ikke klart besvart av prosjektet.
- Målte kriterier og luftkvalitet tilfredsstillende ved luftmengder lavere enn faktisk V_{maks} på Fernanda Nissen (maks under forsøk 19 m³/h per m²)
- Høy V_{maks} gir bare mening hvis den blir brukt: må ha noe å styre etter



Bør vi filtrere bort gasser?



F7 partikkelfilter



F7 kombinasjonsfilter
med aktiv kull: partikler
og gasser

Bildekilde: camfil.no

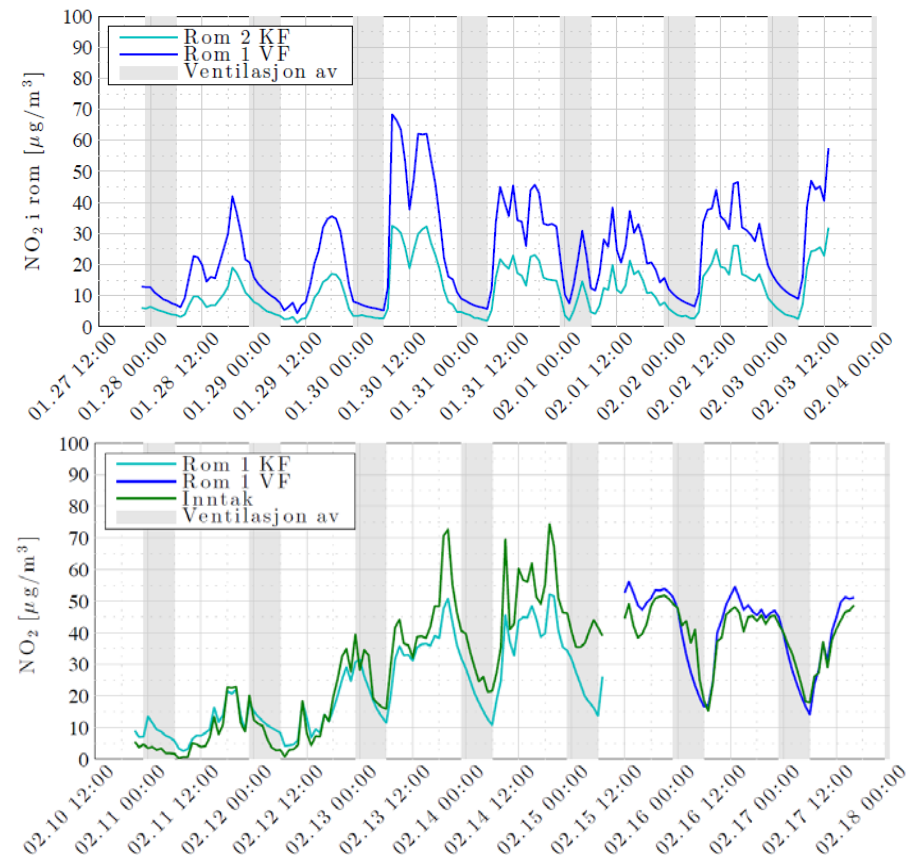
Kristian F. Nikolaisen. Masteroppgave OsloMet, mai 2017:

Sammenheng mellom konsentrasjon av nitrogendioksid inne og ute ved bruk av partikkel- og kombinasjonsfilter i ventilasjonsanlegg



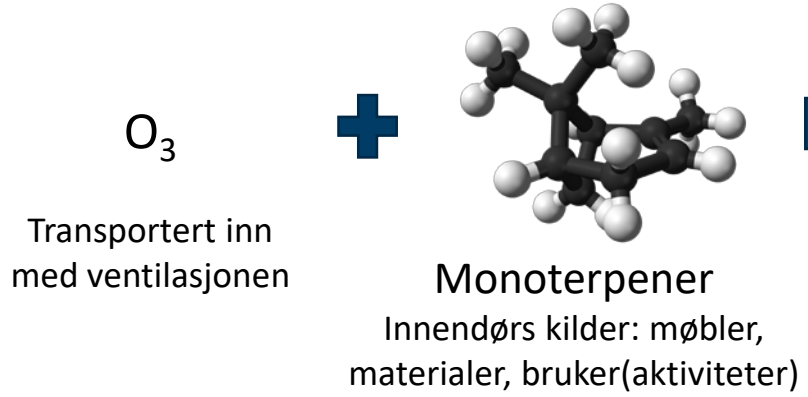
- Resultatene indikerer at kombinasjonsfilter reduserer NO₂-konsentrasjonen innendørs i klasserom, spesielt når konsentrasjonsnivået utendørs er høyt.
- Indikerer også at gjennomsnittlig NO₂-konsentrasjon innendørs er lik eller høyere enn utendørs konsentrasjon med vanlig filter i aggregat, balansert ventilasjon og høy luftveksling.

Yang, A.; Nikolaisen, K. F.; Holøs, S.B.; Thunshelle, K.; Dauge, F. R.; Mysen, M. (2019). Effect of filter type in ventilation systems on NO₂ concentrations in classrooms. Cold Climate HVAC 2018 - Sustainable Buildings in Cold Climates. s. 911-921. Springer.

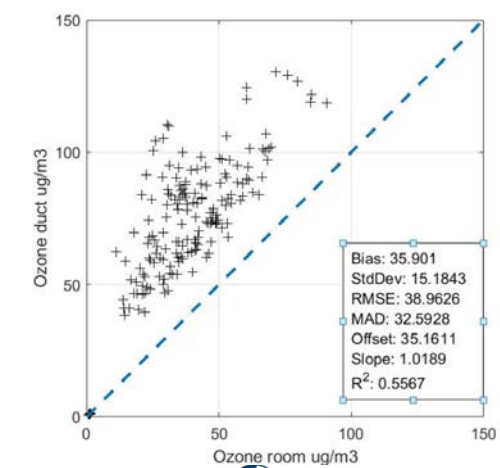
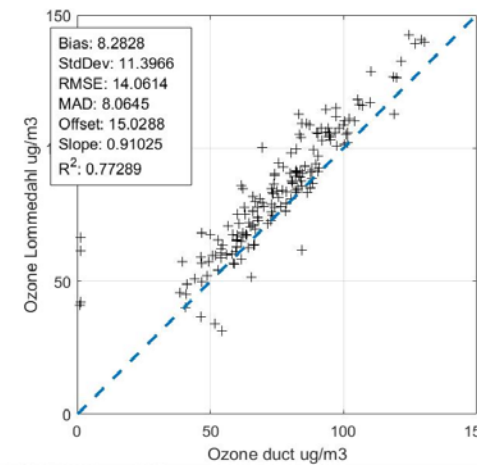
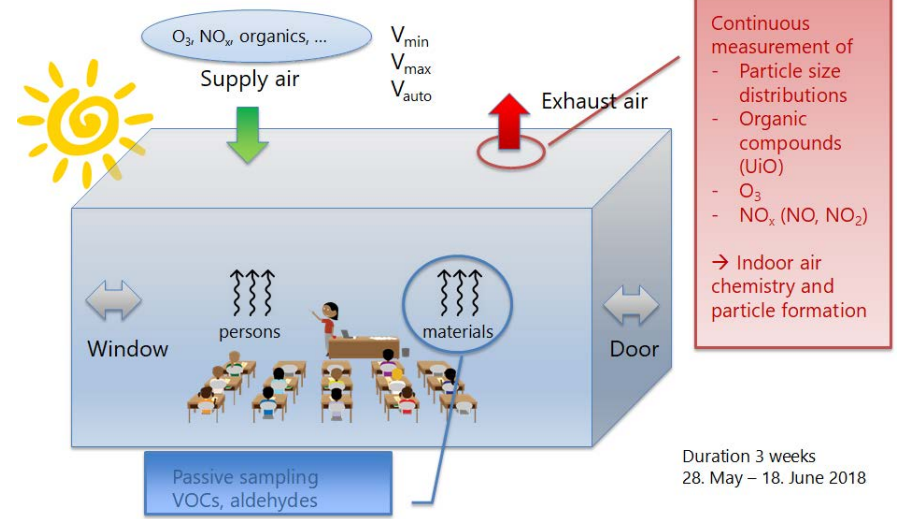


Bør vi filtrere bort gasser?

- Spesielt på sommeren kan O₃-konsentrasjonen ute være forhøyet
- O₃-konsentrasjonen inne er avhengig av ventilasjonsrate

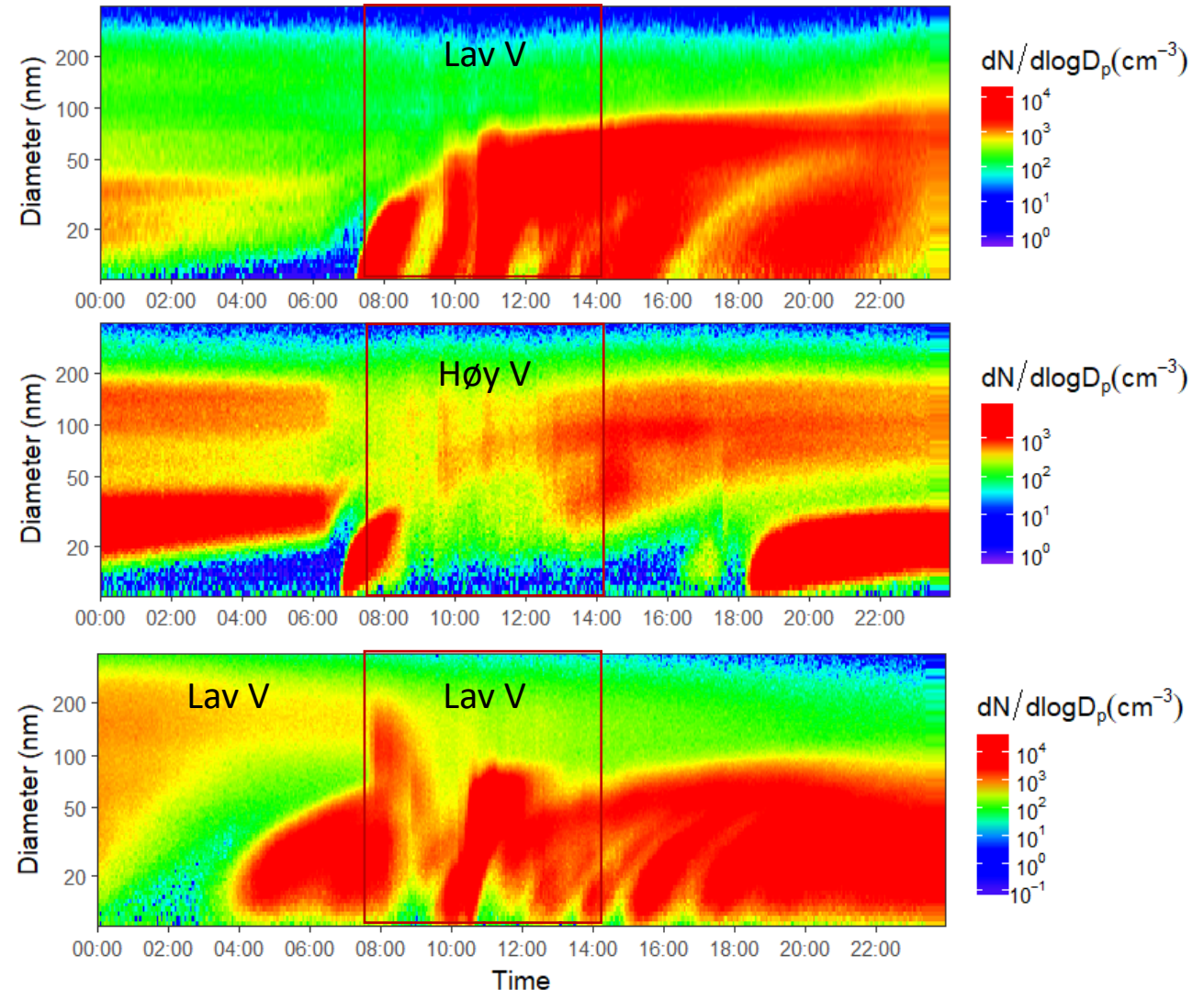


- Filtrering av ozon ble ikke testet
- Ved trafikkerte veier – filtrer NO₂



Partikkeldannelse

- Partikkeldannelse opptrer når ventilasjonen slås på og av
- Partikkeldannelse dagtid/brukstid relatert til aktiviteter og endringer av ventilasjonsraten
- Flere partikkeldannelseshendelser ved lav ventilasjonsrate enn ved høy ventilasjonsrate
- Ventilasjonsintensitet dagene før påvirker omfang og starttid for partikkeldannelse



Bør vi filtrere bort gasser?

- Ingen sikker og entydig konklusjon fra prosjektet
- NO_x kan reduseres
- Redusert Ozon vil redusere innendørs partikkeldannelse
- PTR-data tyder på en del aldehyder og andre VOCer i tilluft (ca 50 % av innenivå)¹
- Tidligere undersøkelser² viser at lukt fra filter kan påvirke opplevd luftkvalitet.

1) Upubliserte data

2) Mysen, M., K. Magnussen, S. K. Nilsen and P. G. Schild (2006).. HB 2006

Kan vi velge teppegulv?

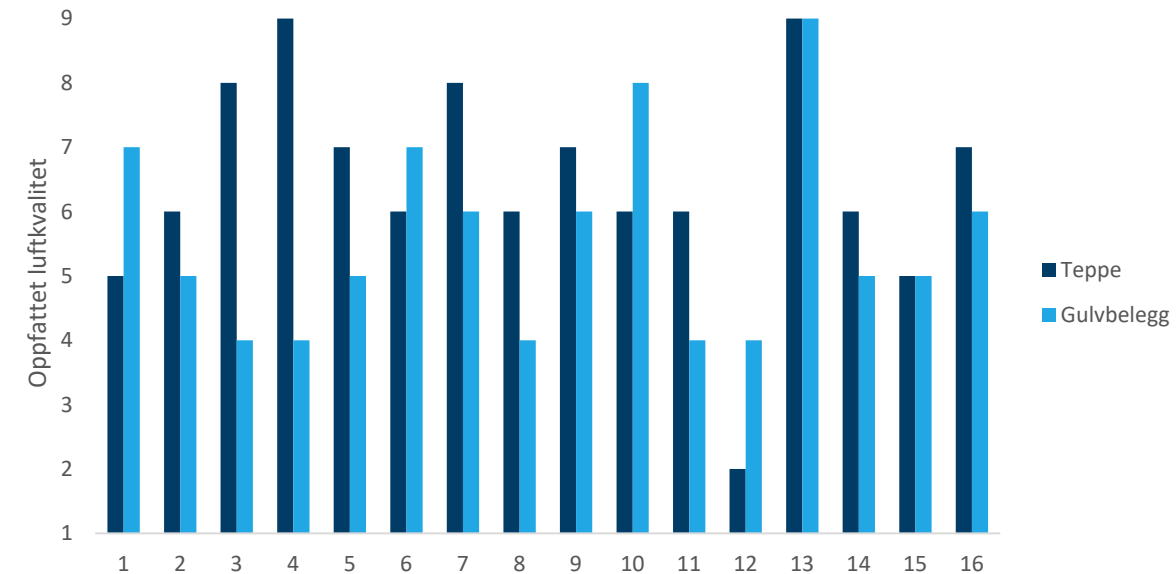
- Av hensyn til avgassing?
- Av hensyn til renhold, støv, m.m?



Ann Karin Sagstad & Camilla E. Tvedt. Bacheloroppgave HVL, mai 2018:

Inneklimaeffekter ved bruk av heldekkende tepper

- Intervju av teppeprodusenter og byggherrer om bruk av gulvtepper.
- Akustikk, estetikk og trend er hovedgrunnene til valg av gulvtepper i kontorlokaler.
- Vurderte oppfattet luftkvalitet i rom med/uten teppegulv
- 10 av 16 scorer bedre luft i rom med teppe enn med belegg
- 62% foretrakk rommet med teppet

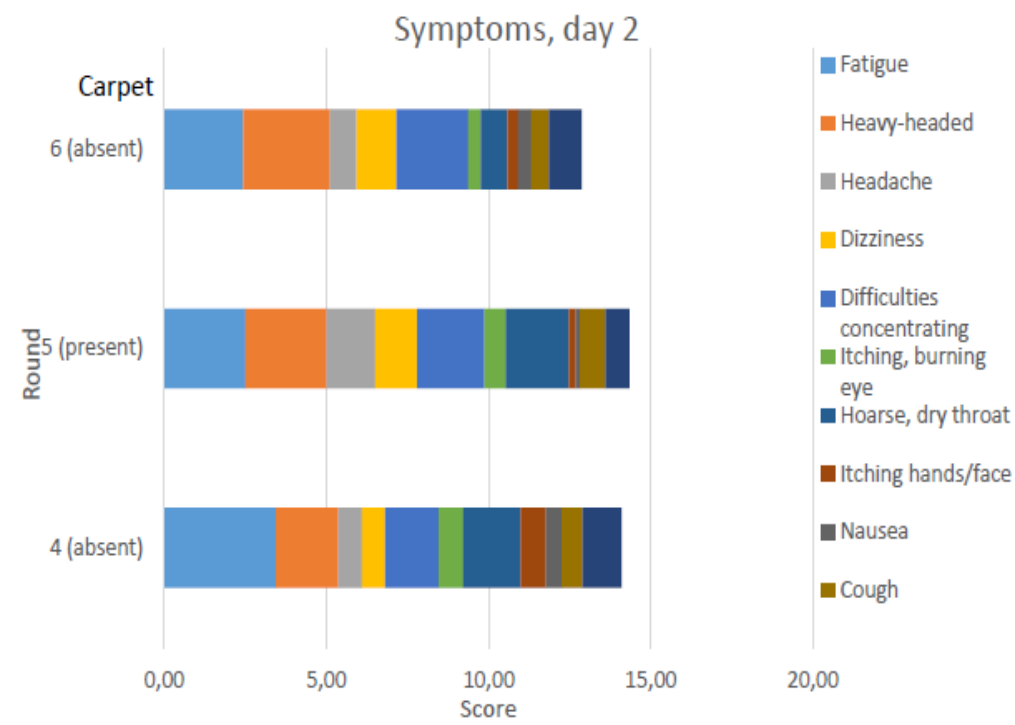


Mathias Hangeland. Masteroppgave OsloMet, mai 2018:

The influence of carpet flooring on the indoor climate; effects on perceived air quality, symptoms and particle concentrations

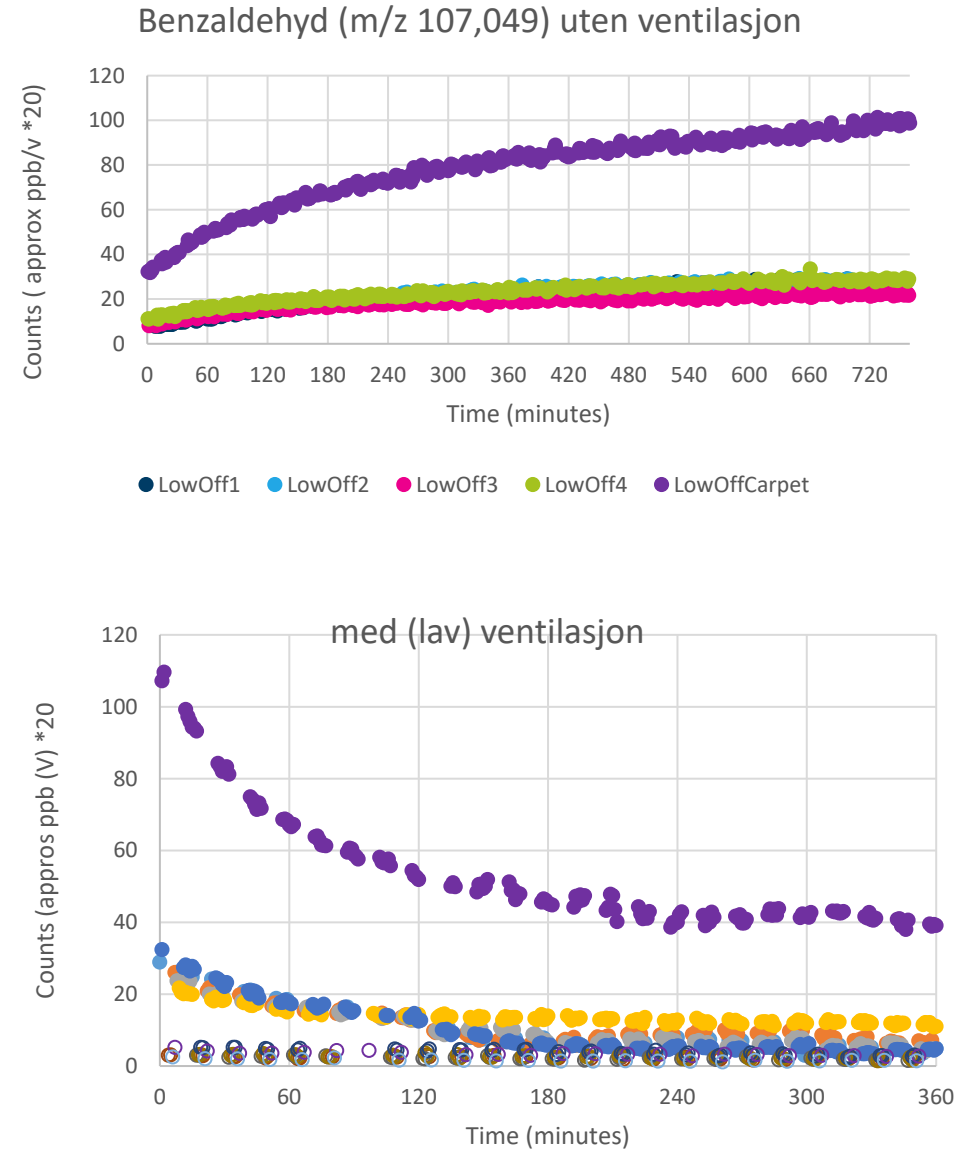


- Utrent testpanel registrerte luftkvalitet og symptomer med og uten teppegulv i testrom. Måling av partikler i luft. Store luftmengder (21 – 42 m³/m² per time).
- Ingen forskjell i partikler eller opplevd luftkvalitet
- Noe mer symptomer med enn uten tepper



Målinger i feltlab

- To forbindelser har tydelig teppe som kilde. I begge tilfeller (acrolein, benzaldehyd) er det trolig tidligere forurensninger som avgis.
- Ozon og tepper foreløpig ikke gjennomanalysert og publisert. Det er kjent fra tidligere at tekstile overflater påvirker innendørskjemien.



Kan vi velge teppegulv?

- Ikke påvist høy avgassing fra nyere tepper
- Gamle tepper bærer med seg en "historie" som bidrar til avgassing
- Tepper "spiser" ozon, men med usikker konsekvens.
- Sedimentering og resuspendering av partikler ikke behandlet i prosjektet.
- Kunnskapsbehov: belastning, renhold og ventilasjon



Hva kan gå galt i DCV-anlegg?



Bilde av Willy Stöwer

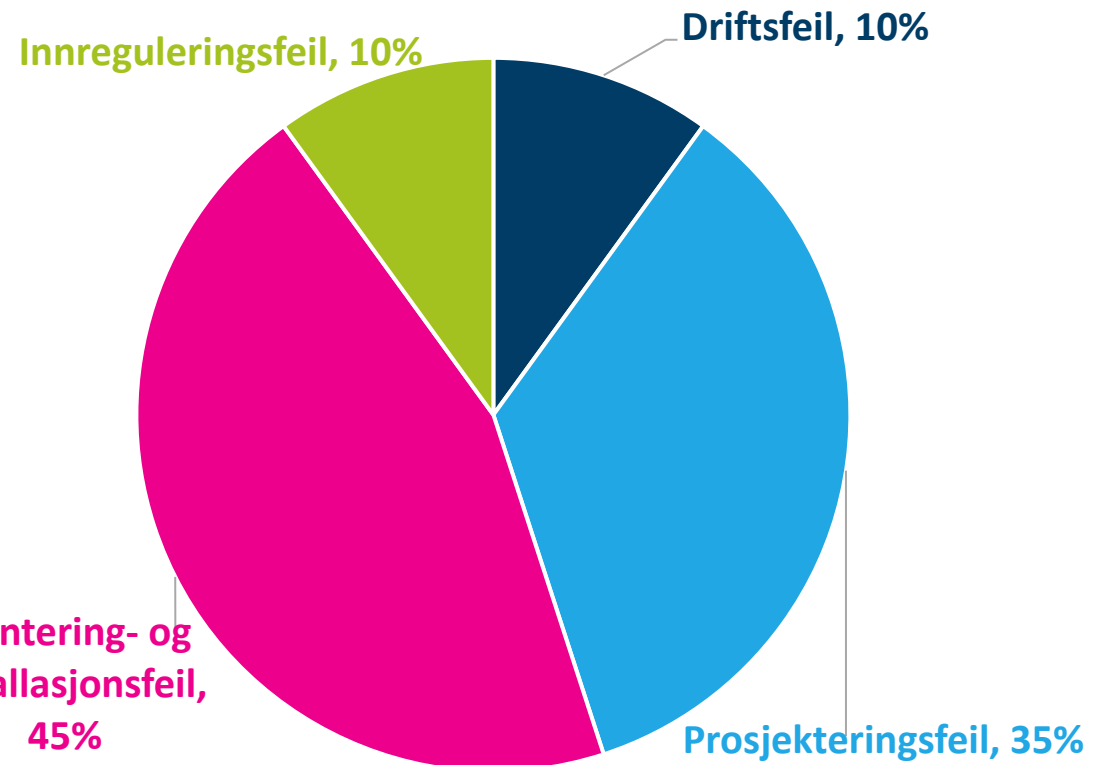
Typiske feil og energikonsekvenser i DCV-anlegg

1. Ubalanse (dører suser og er vanskelig å åpne/lukke)
2. Feil plassering av CO₂ og (temperatur) sensor
3. Unormal støy
4. Manglende tilkomst til VAV-spjeld
5. VAV-spjeld plassert for tett etter bend

Energikonsekvens av feilen *uønsket ubalanse*:

Opp til 70 % økning i årlig energiforbruk

Kamilla H. Andersen, Sverre Holøs, Aileen Yang, Kari Thunshelle, Øystein Fjellheim, & Rasmus Lund Jensen. Impact of Typical Faults Occurring in Demand-controlled Ventilation on Energy and Indoor Environment in a Nordic Climate. Paper accepted at *Nordic Symposium of Building Physics 2020*



BEST VENT TOOL

Tools

BEST VENT utvikler et eget verktøy for beregning av luftmengder, setpunkt og ventilasjonsstrategier. Verktøyet skal hjelpe prosjekterende i å beregne nivå av forurensninger i rom basert på kjente forurensningskilder, ventilasjonsrate og ventilasjonseffektivitet, samt bruksmønster.

Om verktøyet:

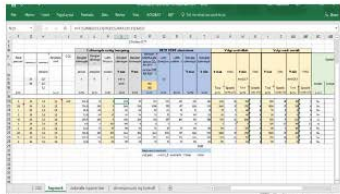
Verktøyet skal kunne benyttes for å finne ideelt DCV-prinsipp/strategi for robuste løsninger som tar høyde for teknologisk og brukerrelatert risiko i virkelighetens verden.

Verktøyet er tilgjengelig til både Excel og Revit. Begge to skiller seg fra dagens regneark ved at de gir bedre bevissthet rundt valg av luftmengde, og da spesielt Vmin. Der Excel-arket er avhengig av at (korrekt) underlag for alle rom fylles inn, vil dette automatisk fylles inn og oppdateres med med noen tastetrykk ved bruk av Revit.

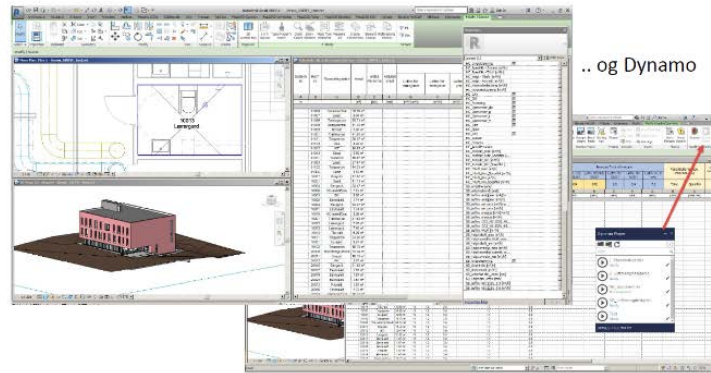
For mer informasjon, ta en kikk på [lysbildene fra presentasjonen av verktøyet, som kan lastes ned ved å trykke her](#).

Fra dagens excel til modell

Dagens Excel



Revit



.. og Dynamo



Verktøy gratis og tilgjengelig for alle:
<https://www.sintef.no/projectweb/best-vent/tools/>

BEST VENT TOOL - God drift starter på tegnebrettet!

Hvorfor BEST VENT Tool?

- Redusert risiko for å ta ut feil komponenter
- Ta ut komponenter som kan gi tilstrekkelig lav v_{\min} (og v_{\max})
- Unngå følgefeil i prosjektering – oppdaterte beregninger i tråd med endringer
- Dokumentasjon overfor byggherre
- En excel-versjon og en Revit versjon

UTVIKLING GJENNOM PROSJEKTET



VERSJON 1 (OPPSTART)

- Beregning direkte i modell (Revit)
- Fokus på beregning av v_{min} , ikke bare v_{maks}
- Kontroll av spjeldvalg
- V_{min} beregnes "default" lik BEST VENT anbefaling ut fra prosjektresultater

- Testing ut i prosjekter hos Multiconsult og Erichsen & Horgen
- Videreutvikling av konsept og script basert på tilbakemeldinger

VERSJON 2 (Høst 2019)

- Videre tilpassing etter innspill fra rådgivere
- Videreutvikling spjeldkontroll
- Nye og oppdaterte script i henhold til endringer
- Videreutvikling/tilpassing av tilhørende excel-versjon
- Videreutvikling av brukerveiledninger

I ettertankens lys

Vellykket

- Samarbeid med bedriftspartnere
- Sterk kobling med praksis
- Uttesting av verktøy med reelle brukere
- Forskningspartnere med ulik kompetanse
- Inkludering av masterstudenter

Forbedringspotensiale

- Undersøkelser av reelle brukere
- Koordinering av feltmålinger med "alt annet"
- Bedre "kraftsamling"

Anbefalinger fra BEST VENT prosjektet (I)

Spørsmål	Anbefaling	Grunnlag
Minste luftmengde (V_{\min})	Hvis dokumentert lavemitterende: ned mot 2,5 m ³ /t m ² . Øk ved klager, men sjekk gjerne andre kilder (inkl. støv og skitt) først! Høyere V_{\min} ved nattstenging. Start mer enn 2 timer før brukerne kommer.	Opplevd luftkvalitet Innendørskjemi og partikkeldannelse
Regulering	CO ₂ med settpunkt (ca) 800 ppm. Vurder lavere settpunkt for små barn, og høyere ved svært lav utetemperatur.	Opplevd luftkvalitet, kjemiske målinger
Største luftmengde (V_{\max})	Vurdere fremtidig bruk. SKOK trolig god sikkerhetsmargin.	Indikasjoner fra kjemiske målinger og opplevd luftkvalitet.
Filtrering	Kombinasjonsfilter (evt. separat gassfilter) i forurensede områder og ved høye ozon-nivåer	NO ₂ -monitorering, partikkeldannelse, litteratur

Anbefalinger fra BEST VENT prosjektet (II)

Spørsmål	Anbefaling	Grunnlag
Nattstengning av ventilasjon	Ikke første 6 måneder. Start mer enn 2 timer før brukerne kommer.	Litteratursøk, kjemiske målinger, partikkeldannelsle
Intermittent drift	Ser ikke behovet	Ikke undersøkt i prosjektet
Bruk av tepper	Ikke sikre, nye anbefalinger. Tilsynelatende ingen negativ effekt av nytt teppe i kontorareal. Forutsetter godt renhold! Skittent teppe avgir forurensninger.	Brukerundersøkelser, passive emisjonsmålinger. Kjemiske målinger
Robuste DCV-løsninger	Følg veiledere, velg riktige komponenter (type, størrelse), plasser dem riktig, verifiser funksjon ved overtakelse, følg opp avvik og klager i drift.	Intervju, feltobservasjoner.
Robust drift		Ikke systematisk undersøkt i prosjektet



70 år

1950-2020

Takk til alle bidragsytere!

Hva nå?

- Hvilke spørsmål er ubesvart / usikre?
 - Hvordan måle effekt på ytelse? Hvordan påvirkes helse?
 - Er resultater fra skole og kontor gyldig for bolig, forretningsbygg, sykehjem..?
 - Hvordan bruker vi kunnskapen ved reovering?
- Hvilke nye spørsmål har vi identifisert?
 - Hvordan inkludere hensyn til luftforurensninger utenfra, luftfuktighet og kjemiske reaksjoner i driftsstrategi?
 - Hvordan oppdage og korrigere feil?
 - Hvordan inkludere effekthensyn i bygningsdrift?
 - Hvordan bidra til å minimalisere smitte? (KAN vi...?)

GREEN DEAL – EU FOKUS

Utklipp fra "Horizon 2020 – European Green Deal call", **Area 4: Energy and resource efficient buildings:**

Scope:

"Highly energy-efficient building operation at reduced maintenance costs and long-term performance with the help of digital technologies for monitoring yield, energy system flexibility (matching demand to generation) and “peak shaving” at neighborhoods scale / energy flexible neighborhoods, as well as digital solutions to increase energy efficiency of building systems’ and appliances’ secure operation ensuring optimal comfort for users"

"Coordination on standards and regulatory aspects for efficiency of buildings and HVAC technologies."

Expected Impact:

Improved final indoor environment quality by at least 30% and reduction of dust and noise during retrofitting by at least 30%, leading to higher rate of users’ satisfaction;

Flere prosjektresultater

- Se også vår prosjektside for publikasjonsliste, foredrag og presseoppslag
- <https://www.sintef.no/projectweb/best-vent/>

🏠 BEST VENT Partnere Arbeidspakker Publikasjoner Nyheter Tools Feltlab English Sluttseminar

Velkommen til Forskningsprosjektet BEST VENT


BEST VENT skal bidra til mer kunnskap og anbefalinger om riktige luftmengder og ventilasjonsstrategier for behovsstyrte ventilasjonsanlegg i skoler og kontorbygg. Prosjektet ønsker å finne fram til robuste anbefalinger basert på faktisk eksponeringsrisiko, bruksmønster og optimal energibruk. Dagens myndighetskrav er inkonsistente, skaper forvirring og mangler oppdatert faglig forankring.

BEST VENT er et fire-årig Kompetanseprosjekt for Næringslivet tilknyttet Forskningsrådets program EnergiX. Prosjektperioden er 2016-2019.


BEST VENT er forkortelsen for *BEST demand-controlled VENTilation strategies to maximize air quality in occupied spaces and minimize energy use in empty spaces.*

- Eller på godt norsk: Finne **BESTe VENTilasjonsstrategi for godt inn klima og lav energibruk!**


Prosjektdeltakere



Kari Thunshelle
Seniorforsker
📞 977 47 597
✉ kari.thunshelle@sintef.no



Sverre Bjørn Holøs
Seniorforsker
📞 907 95 424
✉ sverreb.holos@sintef.no





— 70 år —
1950-2020

Teknologi for et bedre samfunn