



# Skoleventilasjon

Fokus på godt inneklima



***“Inneklimaet på skolen er like viktig som undervisningsmetoden. Forbedring av inneklimaet på skolen må derfor opprioriteres. Det vil gi noen klare fordeler mht. barnas innlæring og helse, og garantert gi en bedre start i livet for mange barn.”***

***Pawel Wargocki  
Ph.D. Associate Professor ICIEE***

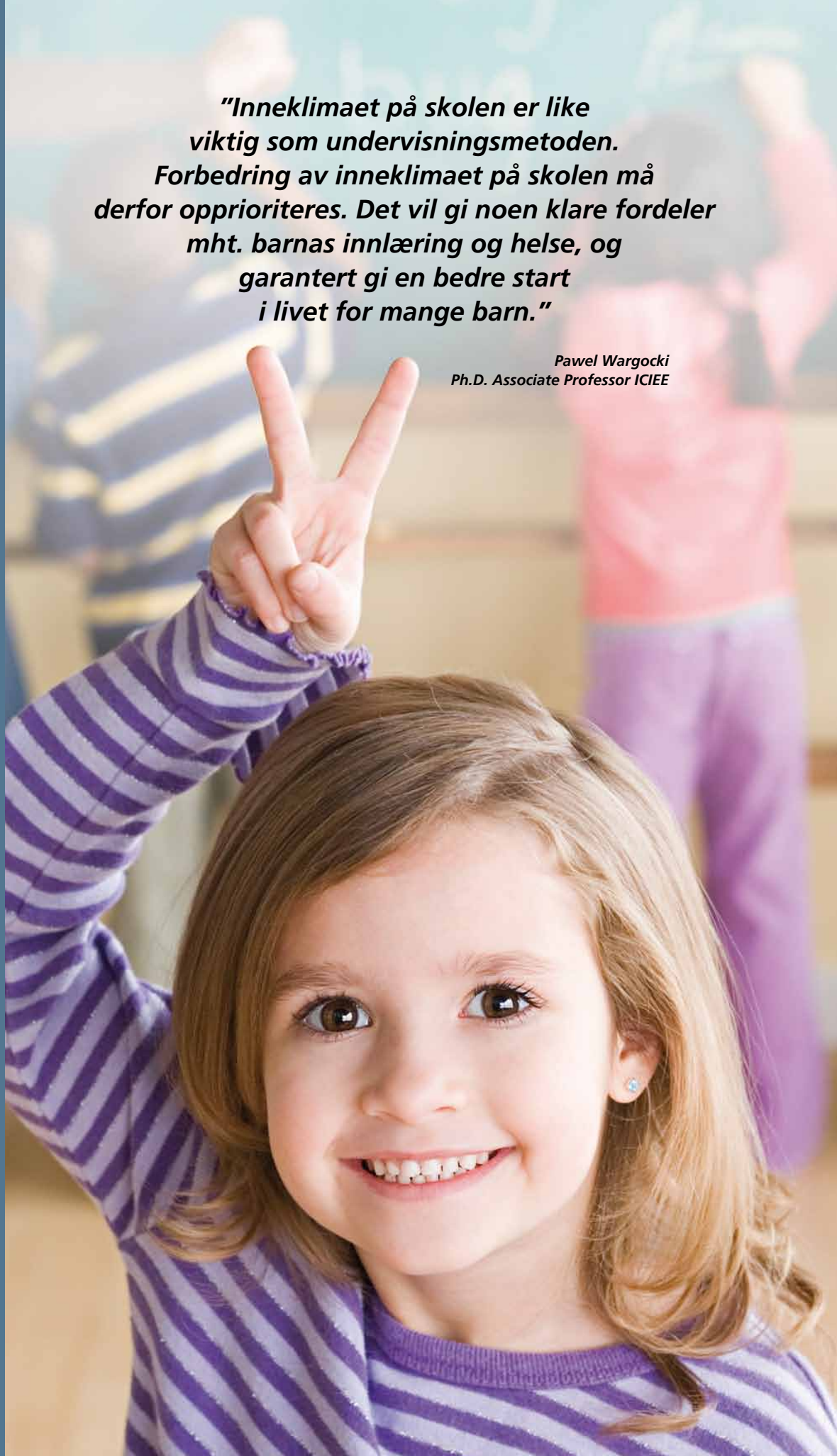
***Forsøk fra Danmarks Tekniske Universitets institutt for inneklimaforskning – ICIEE\*  
- viser:***

- *Inneklimaet på skolene er dårligere enn på kontorer*
- *Inneklimaet påvirker barn mer enn voksne, da de er mer følsomme*
- *1 °C lavere temperatur i klasserommet øker elevenes prestasjoner med ca 3 % i området 25 °C til 20 °C*
- *Redusert temperatur og økt ventilasjonsrate øker elevenes prestasjoner i området fra 10 % til 30 %*

*\* ICIEE er et internasjonalt forskingssenter for inneklima med forskere fra hele verden og ledende i Norden.*



[www.ie.dtu.dk](http://www.ie.dtu.dk)



# Gi Norges fremtid et godt innelima

Det er ikke lenger tvil om at det er lettere for skoleelever å tilegne seg lærdom hvis de slipper å sitte i innestengte klasserom med dårlig eller ingen ventilasjon. Varm, fuktig og tung luft gir trette elever. Det påvirker elevenes innlæringssevne og dermed også lærernes arbeidsbetingelser.

De voksne kan nok huske sin egen skoletid. Lukten av surt fottøy og fuktig tøy på en regnværsdag, og lukten av svette osteskiver og leverpostei etter spisebrikvarteret. Ble vinduet åpnet, var det alltid noen som klaget. De som satt nærmeste vinduet, ble utsatt for trekk, og de som satt lengst vekk fra vinduet, fikk ikke frisk luft.

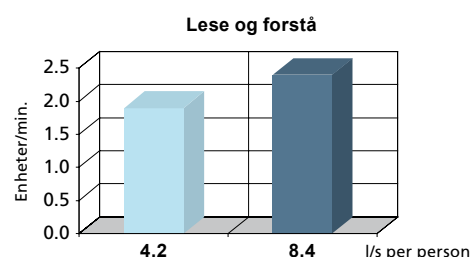


## Læreevnen økte med 20 %

### Godt innelima gir flinkere elever

Nyere forskning viser med all tydelighet at elevenes læreevne er avhengig av godt innelima.

Evnen til å lese og forstå det som leses, økes nesten 20 % hvis mengden av ren luft fordobles (fra 4.2 til 8,4 l/s per person) og riktig temperatur opprettholdes.



Litt populært kunne det hevdes at elevene kunne gå ett år mindre på grunnskolen (1.-10. klasse) dersom de tilbrakte skoletiden i optimalt innelima.

I dag er vi alle mye mer bevisst på helse og velvære og ønsker derfor bare det beste for barna våre. Det er nok ingen tvil om at mange av de "arbeidsforholdene" barna våre utsettes for, ville mange voksne ikke arbeide under. Vi må ikke glemme at barn er mer følsomme enn voksne og derfor påvirkes mer av dårlig innelima.

Sunne skoler med et skikkelig innelima er selve grunnlaget for at barna våre kan fungere optimalt og lære noe på skolen. Barna er vårt viktigste råstoff for fremtidig vekst.

# Elevene har krav på et godt undervisningsmiljø

## Lær elevene viktigheten av godt innelima

Som supplement til learn-o-meteret har vi utviklet undervisningsmaterieil som lærer elevene viktigheten av godt innelima – ikke bare på skolen, men også hjemme og f.eks. på rommene deres.

Vi tilbringer i dag størsteparten av tiden innendørs. Derfor er innelimaet viktig. I materiailet forklares de grunnleggende begrepene i forbindelse med innelima, og elevene lærer om risikoen ved dårlig innelima, f.eks.: astma, allergi, sykdom, dårlig konsentrasjon og dermed en dårligere læringsprosess.

Til slutt stilles en oppgave der elevene måler og bedømmer innelimaet i sitt eget klasserom.

## Lån et learn-o-meter

Learn-o-meter kan lånes gratis i en uke og bestilles per e-post eller telefon.

Undervisningsprosessen er krevende både for elevene og læreren. Det forutsettes en meget høy grad av konsentrasjon for å kunne følge med og ha utbytte av undervisningsprosessen.

Undervisning foregår i vel 99 % av tiden innendørs: i klasserom, auditorier, laboratorier, verksteder, osv. Kvaliteten på innemiljøet har derfor en meget stor innflytelse på såvel helsen som undervisningsresultater.

Innemiljøkvaliteten i mange norske skoler og undervisningsinstitusjoner er for dårlig. Flere undersøkelser påviser at det er alt for lite friskluft. Konsentrasjon av karbondioksid opp til 2.000-3.000 ppm er konstatert, mot anbefalt maksimumgrense er på 1.000 ppm. Luftkvaliteten er også ofte forringet pga. interne forurensninger som avdamping fra byggematerialer, støv, utstyr o.l., og eksterne, som trafikkstø eller utslipp fra industri.

I ren uteluft er konsentrasjon av karbondioksid lik ca. 350-420 ppm avhengig av lokale utslipp fra trafikk, fyring, industri etc. Helsedirektoratet setter grensen for akseptabelt innelima ved 1000 ppm.

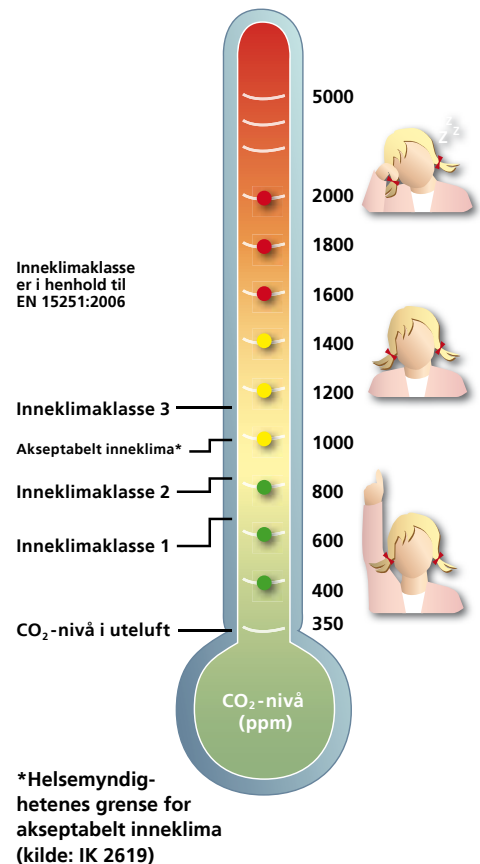
## Learn-o-meter

### Mål CO<sub>2</sub>-nivået i klasserommene

EXHAUSTO har utviklet et learn-o-meter med innebygd CO<sub>2</sub>-føler som måler CO<sub>2</sub>-nivået i klasserommet.

Lysdiødene lyser når nivået øker, og det er lett å følge med i når CO<sub>2</sub>-nivået blir for høyt og dermed når elevenes konsentrasjonsevne forringes.

I learn-o-meteret er det innebygd et minne, slik at det er mulig å følge utviklingen over en lengre periode.



# Hvordan måles godt inneklima?

Arbeidstilsynets anbefalte grenseverdi for CO<sub>2</sub>-nivået på 1000 ppm bør overholdes for å oppnå et optimalt inneklima for undervisningen.

Godt inneklima er en kombinasjon av temperatur, trekk, fuktighet, luftkvalitet, lyd og lys. Spesielt luftkvaliteten er vanskelig å arbeide med, men ofte brukes CO<sub>2</sub>-nivået som indikator for hvor tung og brukt luften er.

Før høy konsentrasjon av CO<sub>2</sub> kan medføre ubehag som hodepine, tretthet og manglende konsentrasjonsevne.

CO<sub>2</sub> er karbondioksid fra utåndingsluften, så jo flere elever det er, jo mer CO<sub>2</sub> dannes det. Man kan si at jo høyere CO<sub>2</sub>-konsentrasjon er i luften, jo mindre oksygen er det, og oksygenet er hjernens drivstoff.

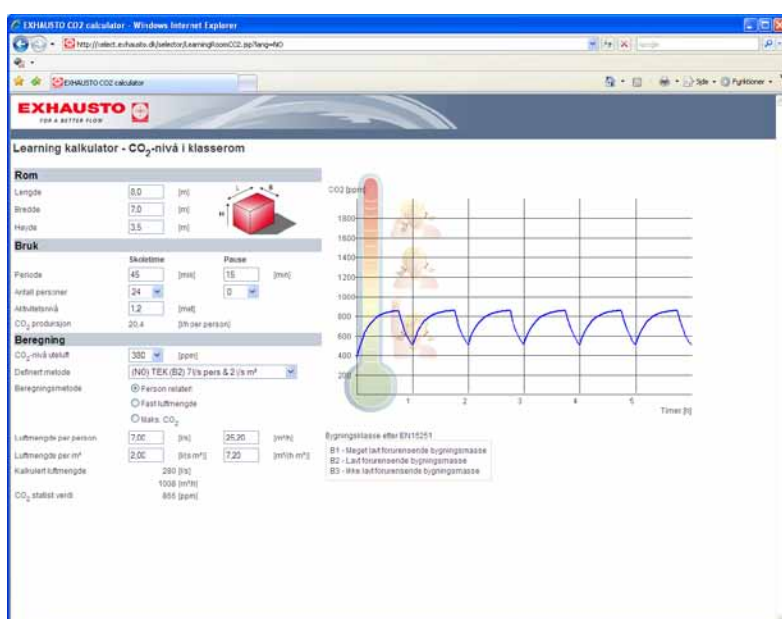


## Test inneklimaet på skolen din

- Hvordan står det til på din skole?
- [www.exhausto.no/learning](http://www.exhausto.no/learning)

På hjemmesiden vår har du mulighet for å lage din egen hurtige beregning av inneklimaet og ventilasjonen i ulike lokaler på skolen din og dermed få en indikasjon på luftkvaliteten og innlæringsvevnen.

Til venstre vises et eksempel på CO<sub>2</sub>-beregning. Beregningen er utført etter BE 4. utgave mars 2007 TEK og prNS 3563.



Klasserommene har ofte svært ujevn belastning. I noen situasjoner gjennomføres det flere leksjoner uten avbrudd, og i andre situasjoner deles elevene i klassen opp i mindre grupper. Derfor måles det ofte svært forskjellig CO<sub>2</sub>-innhold i klasserommene.

## Er det ikke tilstrekkelig bare å åpne vinduet?

Nei, for et åpent vindu vil medføre et ukontrollert varmetap, inntak av uren uteluft, sjenerende gatestøy og fremfor alt trekk.

Løsningen er balansert ventilasjon som bare tilfører ren, filtrert luft etter behov, holder eksternt støy ute og sparer energi.

**Optimal temperatur**  
19-23 °C \*

**Optimalt CO<sub>2</sub>-nivå**  
maks. 1 000 ppm

ppm (parts per million)  
Måleenhet for CO<sub>2</sub>-  
konsentrasjonen i luften

\* Iht. Statens helsetilsyn IK2619 og prNS3563

# Gode råd og veiledning

## ATEX-direktivet

For naturfaglokaler er skolen forpliktet til å ta stilling til eksplosjonsfaren i henhold til ATEX-direktivet.

Se mer på [www.exhausto.no/learning](http://www.exhausto.no/learning).



## Temperaturvirkningsgrad

Et uttrykk for hvor stor varmemengde som overføres fra avtrekk til tilluft.

## SFP-tall

Et uttrykk for hvor mye energi som brukes til å flytte luften, dvs. hvor effektiv viften(e) er.

## Iht. endringer i TEK §§ 8-21 med virkning fra den 1.2.2007

- Årsmidlere temperaturvirkningsgrad: 70 %
- SFP-faktor: 2/1 kW/m<sup>3</sup>s (dag/natt)

I de tilfeller kommunen har mottatt søknad eller melding om tiltak før 1. august 2009 kan tiltakshaver velge om tiltak skal utføres etter reglene i §§ 8-21 eller etter tidligere bestemmelser i TEK §§ 8-21.

Når dere har bestemt dere for ventilasjon, er det noen begreper og forhold som dere kan ha fordel av å kjenne. De er av både teknisk og lovgivningsmessig karakter.

På disse sidene prøver vi å forberede dere på møtet med f.eks. den rådgivende ingeniøren eller ventilasjonsentreprenøren.

## Type ventilasjonssystem

Overordnet sett finnes det to hovedtyper ventilasjonssystemer:

### Naturlig ventilasjon

Luften skiftes ved å åpne vinduer eller ventilasjonsåpninger. F.eks. kan luften tas inn gjennom vinduer i fasaden og ledes ut gjennom åpninger/vinduer under taket i et atrium. Effektiv ventilasjon med dette systemet forutsetter at luftens oppdrift kan utnyttes (da varm luft stiger til værs).

### Mekanisk ventilasjon

I dette systemet flyttes luften ved hjelp av en vifte.

I de enkle utførelsen er det bare en avtrekksvifte, og friskluften kommer inn gjennom vinduer eller inntaksventiler.

Den mer avanserte løsningen kalles balansert ventilasjon fordi det blåses inn like mye luft som det suges ut.

## Oppbyggingen av et ventilasjonsanlegg

Å flytte luft er ikke så enkelt som det kanskje kan synes. Det er mange hensyn å ta. F.eks. har luftens hastighet i kanalene stor innflytelse på motstanden og dermed på hvilken ytelse viften skal ha. Samtidig har lufthastigheten innflytelse på støyen fra anlegget. Og når luften sendes ut i rommet, har hastigheten betydning for om det skjer en effektiv oppblanding, og om det trekker. Erfarne ventilasjonsentreprenører sier at:

**"Det er relativt lett å transportere luften rundt i kanalsystemet. Det vanskelige er å få den til å bevege seg hensiktsmessig i lokalet."**

FAKTA om ventilasjon	
Ventilasjonsaggregat	"Motoren" i et system for balansert ventilasjon. Ventilasjonsaggregatet består ofte av: <ul style="list-style-type: none"><li>- Vifter: én for avtrekk og én for tilluft</li><li>- Filtre som fjerner urenheter som pollen og støv</li><li>- Varmebatterier som varmer opp tilluften til stuetemperatur</li><li>- Varmevexler som sørger for varmegjenvinning</li><li>- Styling som overvåker og styrer ventilasjonsaggregatet</li></ul>
Tilluftsarmatur	Sørger for å fordele luften hensiktsmessig i lokalet, slik at det oppnås god oppblanding uten trekk.
Lydfeller	Demper støyen fra vifter og fra transport av luften gjennom kanalene. Sikrer også at det ikke overføres lyd fra ett lokalet til et annet.
Ventilasjonskanaler	Fordele luften rundt i bygningen. Kanalene er også så store at det må tas hensyn til dem når arkitekten tegner bygningen.

**Investeringen i mekanisk ventilasjon med varmegjenvinning sikrer både godt inn klima og lavere varmekostnader.**

For å få et realistisk bilde av ulike ventilasjonsløsninger er det viktig å se på de samlede kostnadene i hele ventilasjonsanleggets levetid. Det vil alltid være en avveining om en ekstra investering i anlegget kan gi en tilstrekkelig stor besparing på driften. Heldigvis er det i mange tilfeller mulig å flytte penger fra drift til anlegg, slik at det kan investeres i lavere kostnader.



## Lovgivning

Sammenfatning av offentlige krav til minimum luftmengder (Kfr. prNS 3563)						
	m <sup>2</sup> /person	A l/s / person	B l/s / m <sup>2</sup>			A+B2* l/s / m <sup>2</sup>
			B1	B2	B3	
Klasserom	2	7	1	2	3	5,5
Gymsaler						
- lav aktivitet	3,5	17	1	2	3	7
- middels aktivitet						
- høy aktivitet	100 <sup>1)</sup>	84	1	2	3	4
Auditorium	0,65	7	1	2	3	12

<sup>1)</sup> Må vurderes i hvert enkelt tilfelle

### \* Ut fra dagens byggeskikk.

Hvis løsninger tilsvarende B1 kan dokumenteres kan luftmengdene reduseres tilsvarende.

### B. Materialebelastning

Minimum uteluftbehov på grunn av materialer, innredning, renhold o.l.:

#### B1 1,0 l/s / m<sup>2</sup>

Når det kun brukes dokumentert lavemitterende materialer i bygning og innredning, renholdsmetoder tilpasset materialevalget og et fullt tilfredsstillende renholdsomfang.

#### B2 2,0 l/s / m<sup>2</sup>

Når der brukes normalt gode materialer i bygning og innredninger, renholdsmetoder tilpasset materialevalget og et fullt tilfredsstillende renholdsomfang.

#### B3 3,0 l/s / m<sup>2</sup>

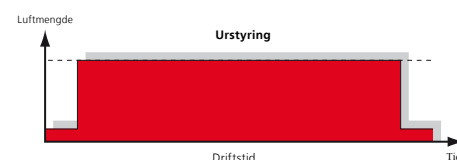
Når det brukes ugunstige materialer i bygning eller innredning og renholdsmetoder ikke er tilpasset materialevalget (f.eks. teppegulv uten sentral støvsugning). Renholdsomfanget må i alle tilfeller være tilfredsstillende.

I melding **prNS 3563** har BE fastlagt minimum luftmengde på grunn av materialebelastning til 2,0 l/s / m<sup>2</sup> hvis ikke materialevalget kan dokumenteres å tilsvare lavere krav.

**Totalkostnader =  
anskaffelsespris +  
driftskostnader**

## Styring og betjening

Styring og betjening av ventilasjonsanlegget er en vitenskap i seg selv. Hvilken løsning som velges, avhenger ikke bare av hvordan lokalene skal brukes, for energiforbruket har også betydning.



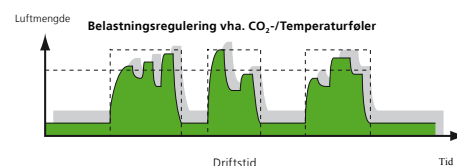
### CAV (Constant Air Volume)

Enkel på/av-timer med 100 % luftmengde i brukstiden i alle lokaler uansett om de er i bruk eller ikke.



### VAV (Variable Air Volume)

Her kan man enten ved hjelp av en timer, en bevegelsesføler eller en på/av-kontakt slå på ventilasjonen når det er personer i de enkelte lokalene.



### DCV (Demand Controlled Ventilation)

Her styrer man ikke bare driftstiden for de enkelte lokalene, men tar høyde for belastningen av lokalet ved hjelp av en CO<sub>2</sub>- og temperaturføler. Det er jo forskjell på om det sitter 5 elever og lager gruppearbeid eller 25 elever følger normal klasseundervisning.

Jo mer avansert styringen er, jo mindre blir energiforbruket til oppvarming og transport av luft, men samtidig øker også prisen på anlegget.

Ofte kan det være en fordel å koble sammen styringen med styring og overvåking av de andre tekniske installasjonene.

# EXHAUSTO deltar i forskningen

EXHAUSTO Institute ble opprettet 1. september 2003 for å følge, støtte og delta i forskningen innenfor inneklima.

- EXHAUSTO støtter forskningen ved ICIEE (Senter for Inneklima og Energi) på DTU
- EXHAUSTO er en aktiv partner i forbindelse med Erhvervs- og Boligstyrelsen, SBI - Statens Byggeforskningsinstitut, Teknologisk Institut m.fl. i Danmark
- EXHAUSTO informerer om de nyeste forskningsresultatene

EXHAUSTO ser det som sin oppgave å forbedre menneskers helse og velbefinnende, ved å tilby høy kvalitet og fokusere på lavt energiforbruk.



## Hvem skal du ta kontakt med?

EXHAUSTO er produsent av ventilasjonsaggregater som selges til ventilasjonsentreprenører.

EXHAUSTO sitter med betydelig kunnskap og kjennskap til løsninger og systemer for god ventilasjon i skoler.

Vi er behjelpelig med alle type råd som sikrer god ventilasjon for fremtidens generasjoner som skal bygge Norge videre.

**NOVEMA**  
AGGREGATER | EXHAUSTO GROUP

Tlf. 63 87 07 70  
[www.exhausto.no/learning](http://www.exhausto.no/learning)