



Status, betydning
og konsekvenser

Skolernes indeklima

Redigeret af Lennart Østergaard, ph.d.

Resumé for beslutnings-tagere

Lad os nu få gjort noget ved skolernes dårlige indeklima

I mere end en generation har undersøgelser på danske skoler vist, at indeklimaet er alt for ringe. Helt tilbage i 1990 lavede DTU for eksempel en undersøgelse af indeklimaet på 10 danske skoler og fandt udbredte forekomster af indeklimarelaterede symptomer blandt eleverne¹. I andre tidlige undersøgelser har eleverne i vidt omfang klaget over symptomer som unormal træthed, hovedpine og koncentrationsbesvær og irritation i øjne, næse og hals; dokumenteret i en litteraturgennemgang fra Arbejdsmiljøinstituttet i 2003².

Vi har viden nok

Siden har vi fået meget mere viden på området – og i dag ved vi, for eksempel via DTUs Masseeksperiment fra 2009³ og igen i 2014⁴, at problemerne er udbredte i rigtig mange skoler landet over. Senest viste Realdania og DTUs undersøgelse fra 2017⁵, at det ikke er blevet bedre med årene – faktisk har vi efter næsten 30 år endnu til gode at se en undersøgelse, der viser, at det går signifikant bedre med skolernes indeklima.

I Realdania og DTUs undersøgelse i 2017 blev det for eksempel dokumenteret, at bygningsreglementets grænse for CO₂-indhold i luftenⁱ⁾ blev overskredet i 91 procent af 245 undersøgte klasseværelser på et eller andet tidspunkt i løbet

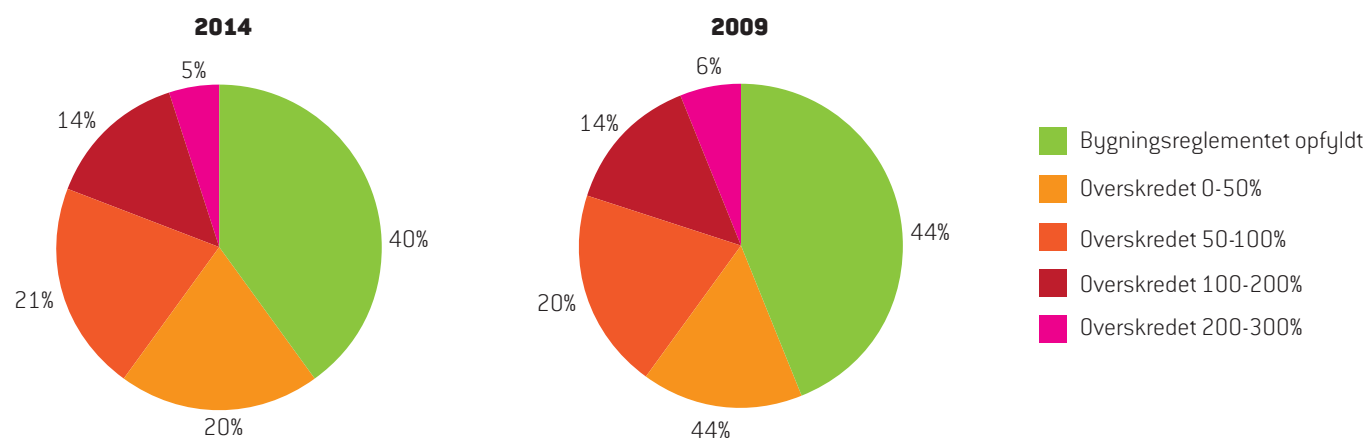
af skoledagen. Samlet var grænsen overskredet i 47 procent af skoletiden i fyringssæsonen og 12 procent uden for fyringssæsonen.

Dårligt indeklima medfører ringere præstationer i folkeskolens nationale tests

Det dårlige indeklima på skolerne står desværre i skærende kontrast med vores viden om, hvor stor negativ påvirkning dårlig ventilation har for elevernes trivsel, sundhed og indlæring.

Et markant studie fra DTU i 2015⁶ har dokumenteret, at elever på skoler med et mekanisk ventilationsanlæg klarer sig statistisk signifikant bedre i de nationale tests end elever på skoler, hvor man ikke har nogen ventilation og er henvist til manuel åbning af vinduerne. Undersøgelsen sammenlignede elevernes præstationer i de lovpligtige nationale tests med indeklimaet på de skoler, der deltog i Masseeksperimentet. Resultaterne fra de nationale tests var korregerede for blandt andet den socioøkonomiske reference før sammenligningen.

På trods af undersøgelsens resultater er det desværre en betydelig andel af landets skoler, der helt mangler et ventilationsanlæg – i undersøgelsen fra 2017⁵ kunne det konstateres, at der ikke var nogen ventilation i 40 procent af klasselokalerne.



Figur 1: Indeklimaet for et stort udsnit af alle landets skoler undersøgt i 2009 og 2014. Kun omkring 40-44% af klasselokalerne opfylder kravene i bygningsreglementet til luftkvalitet (grøn). Alle øvrige klasselokaler overskrider kravene i varierende grad. Fra DTUs Masseeksperiment 2009 og 2014⁴.

i) Luftens indhold af CO₂ anvendes i bygningsreglementet som indikator for luftkvaliteten i klasselokaler.

Men som DTUs undersøgelse viser - manuel åbning og lukning af vinduerne i klasselokalerne er desværre langt fra godt nok.

Dårligt indeklima sænker indlæringen og vores præstationsevne

At dårligt indeklima forringer elevernes præstationer ved de nationale tests, underbygges af omfattende forskning både i Danmark og udlandet.

Et større litteraturstudie fra Berkeley National Laboratory i USA⁷⁾, med forskningsresultater fra både Europa, USA og Asien, har gennemgået 11 studier, som stort set alle dokumenterede en statistisk signifikant forbedring af elevernes præstationer, når ventilationen forbedres. Forskningen dokumenterer, at elevernes performance kan forbedres i niveauet 5-15 procent afhængigt af undersøgelse.

For eksempel fremhævede litteraturstudiet en undersøgelse af 100 klasser på 5. årgang fordelt på 100 skoler i USA, hvor antallet af elever, der bestod en prøve, steg med 3 procent hver gang man hævdede frisklufttilførslen i klasserne med 1 liter/sekund pr. person. En dansk undersøgelse⁸⁾ viste, at korrekte svar i additions- og sprogprøver steg med op til 7 procent, når ventilationen hævdes fra 1,7 liter/sekund pr. person til 6,6 liter/sekund pr. person i klasserne. Til sammenligning ligger kravet i bygningsreglementet omkring 6 liter/sekund pr. person.ⁱⁱ⁾

En undersøgelse fra DTU^{9), 10)} har vist, at den hastighed, hvormed eleverne løste en række opgaver, kunne hæves med 8-14 procent, når frisklufttilførslen øgedes, se Figur 2.

Dårligt indeklima medfører flere sygedage

Desværre viser konsekvenserne af dårligt indeklima sig ikke kun som en forringelse af elevernes præstationer i de nationale tests og reduceret indlæring. Eleverne bliver også mere syge.

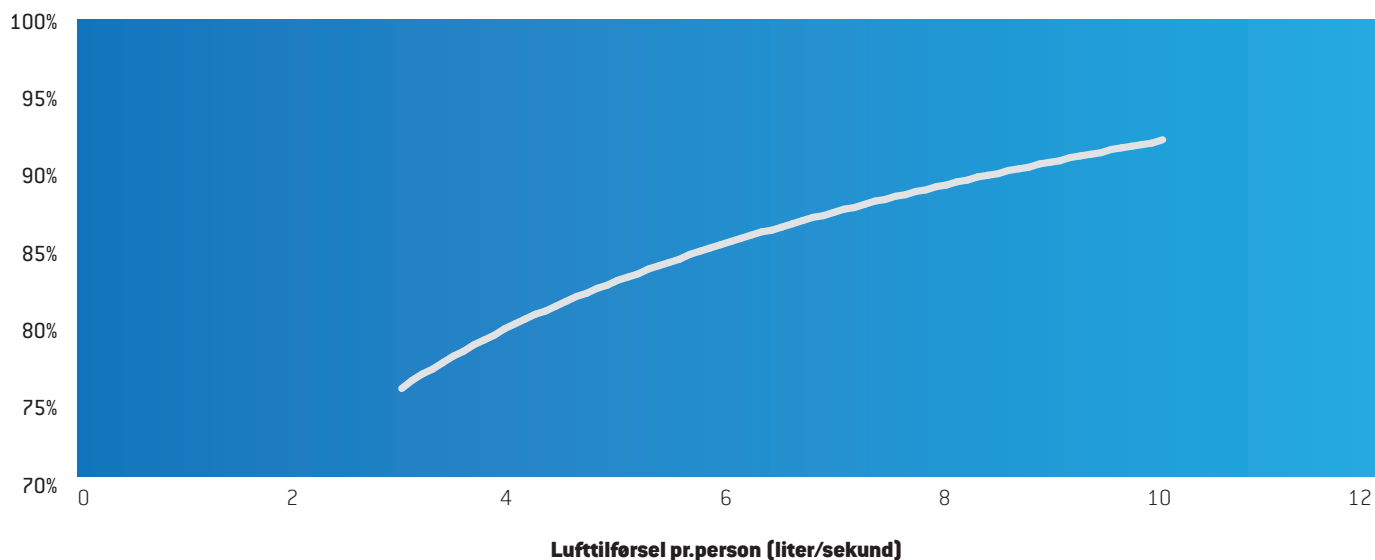
Litteraturstudiet fra Berkeley National Laboratory⁷⁾ omfatter fem studier, som specifikt undersøgte sammenhængen mellem ventilationen og mængden af fravær. Fire ud af fem studier påviste en statistisk signifikant sammenhæng mellem, at fraværet falder, når ventilationen stiger.

I det mest omfattende studie fra USA målte man CO₂-koncentrationen, temperaturen og luftfugtigheden i 162 klasselokaler over to år. Studiet påviste en statistisk signifikant reduktion af antallet af sygedage med stigende frisklufttilførsel til lokalerne. Fraværet faldt med 1,6 procent hver gang, man hævdede frisklufttilførslen i klasserne med 1 liter/sekund pr. person.

Et andet studie viste, at fraværet faldt med 0,4 sygedage pr. år, hver gang CO₂ niveauet blev sænket med 100 ppm. Kravet i bygningsreglementet er på 1000 ppm CO₂, men i praksis overskrider 60 procent af alle skoler i Danmark dette niveau, se Figur 1.

Et godt bud på årsagssammenhængen mellem utilstrækkelig frisklufttilførsel og mængden af fravær er risikoen for smitte fra barn til barn. Det virker oplagt, at risikoen for smitte sænkes, når lokalerne ventileres tilstrækkeligt og eventuelle luftbårne smitstoffer hurtigere fjernes fra lokalet.

Normaliseret præstation



Figur 2. Sammenhæng mellem frisklufttilførslen til klasselokalet og elevernes præstation målt som den hastighed, hvormed eleverne løste opgaverne. Kravene i bygningsreglementet svarer til ca. 6 liter/sekund pr. person. Mange klasselokaler i Danmark ligger betydeligt under 6 liter/sekund pr. personi frisklufttilførsel.

ii) Bygningsreglementet §447". I undervisningsrum i skoler og lignende skal indblæsningen med udeluft og udsugning være mindst 5,0 l/s pr. person, samt 0,35 l/s pr. m² etageareal", hvilket giver ca. 6 l/s hvis der regnes med 3 m² pr elev.

Forbedringer af indeklimaet er småpenge i forhold til udgifterne til folkeskolen

Det er tankevækkende, at forbedringer af indeklimaet i skolerne lader vente på sig på trods af de negative effekter på nationale tests, indlæring og sundhed.

Manglende handling kan heller ikke begrundes med, at omkostningerne er for store.

Omkostningerne til etablering af velfungerende ventilation varierer naturligvis meget alt afhængigt af udgangspunktet og de valgte løsninger. Men samlet set viser flere gode eksempler, at omkostningerne er små i forhold til samfundets samlede omkostninger til skoleområdet.

På Bornholm¹¹⁾ er man i færd med at gennemføre en større renovering, som på sigt skal være med til at sikre et godt læringsmiljø på alle øens folkeskoler. Inden projektet blev sat i gang, beregnede man de samlede omkostninger til renoveringen af skolerne. For den del, der vedrører etablering af ventilation, viste det sig, at det kun ville koste mellem 2,8 og 4 kroner om dagen per elev, ved en afskrivning over 30 år, når man medregner både anlægs- og driftsomkostningerne. Det svarer til mellem 600 og 800 kroner om året for at sikre hver elev et godt indeklima.

I Silkeborg kommune¹²⁾ startede man med at kigge på skolerens indeklima på baggrund af påbud fra Arbejdstilsynet. Her valgte man ligeledes en tilgang, hvor man kigger på en samlet renovering af skolerne, når man alligevel skal i gang med at renovere. På baggrund af en strategisk indeklimaplan og ved at kombinere de forskellige puljer til finansiering, kommunen havde til rådighed, har man opnået, at man over en årrække får renoveret alle kommunens skoler. Omkostningerne hertil svarer til ca. 8-10.000 kr. pr elev.

Til sammenligning koster det typisk mellem 50.000 og 80.000 kroner om året at have en elev i folkeskolen, afhængigt af hvilken kommune, der er tale om¹³⁾.

Det er dog tankevækkende, at indeklimaet ikke nødvendigvis bliver forbedret, når skolerne renoveres. Igennem årene har kommunerne brugt mange penge på renoveringer, men DTU nåede i undersøgelsen fra 2017 frem til, at pengene ikke nødvendigvis medfører forbedringer af indeklimaet. Af de 245 undersøgte klasselokaler i undersøgelsen var de 131 (53 procent) renoverede. I disse 131 klasselokaler var CO₂-koncentrationen ikke bedre end i dem, der ikke var renoveret. Motivet for renovering er, ifølge kommunerne, oftere energi end indeklima. Der er simpelthen en risiko for, at indeklimaet glemmes, når der renoveres.

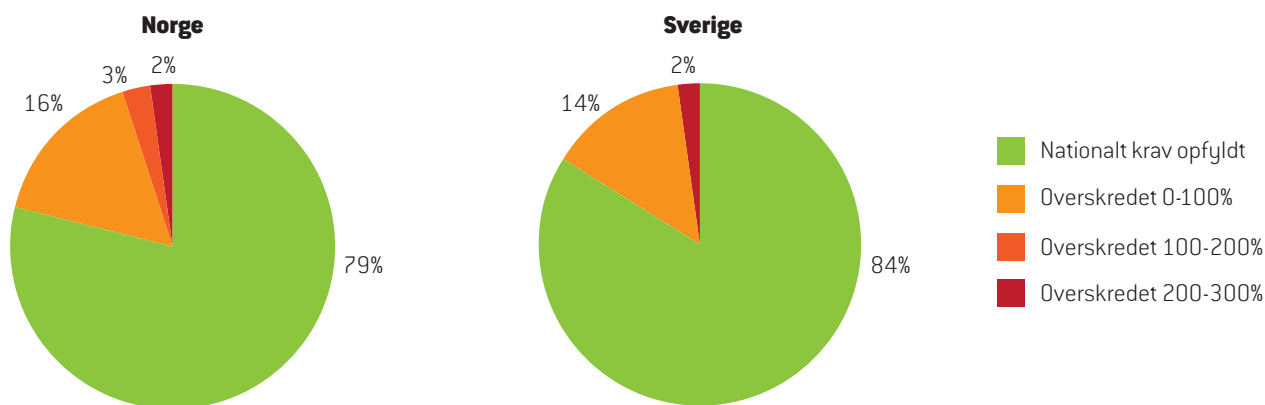
Vi er markant bagud vores nordiske nabolande

Afslutningsvist er det trist at konstatere, at vi er markant bagud vores nordiske nabolande. Dette er dokumenteret i DTUs Masseeksperiment fra 2009³⁾, som også blev gennemført i Norge og Sverige. Figur 3 nedenfor viser resultaterne for Norge og Sverige, mens Figur 1 viser de tilsvarende resultater for Danmark.

Grundlæggende er kravene de samme i de tre undersøgte lande – CO₂-niveauet skal holdes under 1000 ppm. Imidlertid er luftkvaliteten gennemgående betydeligt bedre for Norge og Sverige, end den er for Danmark.

Årsagerne er mange, og Dansk Center for Undervisningsmiljø¹⁴⁾ har redegjort for en række forskelle i en rapport fra 2017.

En af de markante forskelle mellem Danmark og Sverige er, at det i Sverige siden 1991 har været lovpligtigt at gennemføre en kontrol af ventilationen i skolerne hvert 3. år. Skoler er levende organisationer med hyppige ændringer i elevantal, brug af lokaler og undervisningens organisering. Den svenske ordning, obligatorisk ventilationskontrol¹⁵⁾, sikrer, at der gennemføres en kvalificeret kontrol af ventilationen både ved ibrugtagningen og igen hvert 3. år. Tilsynet gennemføres af en sagkyndig kontrollant, som er certificeret af et akkrediteret certificeringsorgan.



Figur 3. Indeklima for et stort antal skoler i Norge og Sverige. Kravet til maksimalt CO₂ indhold i luften er det samme som i Danmark.

Bibliografi

- 1) Thorstensen, E., Hansen, C., Pejtersen, J., Clausen, G. H., Fanger, P. O. (1990) Air Pollution Sources and Indoor Air Quality in Schools, 1 531-536, Toronto, Indoor Air 90.
- 2) Pejtersen, J. (2002) Indeklimapåvirkninger I skoler, AMI Dokumentation 11, Arbejdsmiljøinstituttet
- 3) Andersen, B., Clausen, G., Larsen, E. M., Menå, H. R. (2009) Masseeksperiment 2009: Indeklima i klasselokaler, DTU.
- 4) Andersen, B., Clausen, G., Toftum, J. (2014) Masse-Eksperiment: Indeklima i klasselokaler – resultater, DTU
- 5) Clausen, G., Toftum, J., Bekö, G., Dam-Krogh, E. P., Fanger, A. B., Andersen, K. (2017) Indeklima i Skoler, DTU, Alexandra Instituttet. Udgivet af Realdania
- 6) Toftum, J., Kjeldsen, B. U., Wargocki, P., Menå, H. R., Hansen, E. M. N., Clausen, G. (2015) Association between classroom ventilation mode and learning outcome in Danish schools, Building and Environment 92 (2015), pp. 494-503
- 7) Fisk, W. J. (2017) The ventilation problem in schools: literature review. Indoor Air 2017; 27; pp. 1039-1051
- 8) Petersen S., Jensen K., Pedersen A., Rasmussen H. (2016), The effect of increased classroom ventilation rate indicated by reduced CO2 concentration on the performance of schoolwork by children, Indoor Air 2016; 26; pp 366-379
- 9) Wargocki, P., Wyon, D. P. Ten questions concerning thermal and indoor air quality effects on the performance of office work and school work (2017), Building and Environment 112, pp. 359-366
- 10) Wargocki, P. Wyon, D. P. Effects on HVAC on student performance (2006), ASHRAE J 48 (10), pp. 22-28
- 11) Bornholm kommunes, kort beskrevet www.installationsmedierne.dk/langsigtet-strategi-blaeser-maekredunsten-bornholmske-skoler/
- 12) Silkeborg kommune, kort beskrevet: www.realdania.dk/nyheder/2018/09/fra-paubud-til-godt-indeklima
- 13) CEPOS, www.cepos.dk/kommunernes-udgifter-pr-elev-i-2016
- 14) Pedersen, M. W., Pedersen, R. V. B., Challi, R (2017), Indeklima i skoler – undersøgelse af indeklima i Norden, Dansk Center for Undervisningsmiljø.
- 15) www.boverket.se/sv/byggande/halsa-och-inomhusmiljo/ventilation/ovk/