

# Dårligt indeklima i skolen

*- et idékatalog*

2022

DI Rådgiverne

canairi®

SKOLE  
OG  
FORÆLDRE



NIRAS



# Forord

Allerede i 1814 blev danske børn sikret ret til skolegang. Siden har skolen spillet en væsentlig rolle i millioner af børneliv – og i vores samfund.

En god skole har mange elementer, og et af dem er de fysiske omgivelser. Lyd, lys og luft – også kaldet indeklima. Det har stor betydning for trivsel og udbytte af undervisningen. Desværre står det skidt til med indeklimaet i danske skolebygninger.

Problemet har været kendt i årtier, men det er dyrt at renovere skolebygningerne. Selvom den samlede gevinst for samfundet ved et godt indeklima er gigantisk, er den politiske vilje til at prioritere området ikke tung nok.

I årenes løb har rådgiverbranchen bidraget med viden om indeklima i skolerne. Ingeniører har kortlagt problemets omfang. Økonomer har regnet på samfundsmæssige konsekvenser. Arkitekter, it-konsulenter og adfærdseksperter har udviklet mulige løsninger.

På den baggrund besluttede vi i DI Rådgiverne at invitere børnene, lærerne, forældrene, politikere, organisationer og virksomheder til en fælles workshop på Folkemødet 2022.

Selvfølgelig kunne vi ikke løse problemet på en times workshop, men vi kunne samle idéer sammen, samle kræfterne og grundlægge nye stærke alliancer.

Resultatet af workshoppen er dette idékatalog. Det anviser ikke en bestemt vej til målet, men det samler noget af den viden, som kan bidrage til at nå et langt stykke af vejen. Hvis den grundige løsning – energirenoveringer – er for dyr, er der andre og billigere løsninger, baseret på adfærdsdesign.

Samfundslivet starter i skolen, og skolelivet er en reference, vi alle deler. Vores velstand og velfærd bygger på værdi skabt med viden som råstof. Derfor er der al mulig grund til, at vi gør os umage med at skabe den bedst mulige skole.

Lad os løse det sammen!

***Branchedirektør, Katrine Ellersgaard Nielsen***



*DI Rådgiverne er rådgivervirksomhedernes branchefællesskab i Dansk Industri. Vores ca. 700 medlemmer omfatter en bred vifte af virksomheder, hvis kernefaglighed er at yde professionel rådgivning til private virksomheder, offentlige myndigheder og organisationer mv.*

*Fælles for alle virksomheder i rådgiverbranchen er en forretningsmodel, hvor specialiseret viden bliver til professionel rådgivning som grundlag for bedre beslutninger.*

*Rådgiverbranchen beskæftiger i gennemsnit 109.000 fuldtidsansatte og stod for 8,1 pct. af værditilvæksten i dansk økonomi i 2021.*



*CO<sub>2</sub> måles i  
enheden ppm eller  
”parts per million”, hvilket  
siger noget om antallet af  
CO<sub>2</sub>-molekyler blandt  
luftmolekyler*

*Jo højere  
koncentration af  
CO<sub>2</sub>-molekyler blandt  
luftmolekyler i et klasselokale,  
desto sværere er det f.eks. at  
holde sin koncentration*

## *Børn går glip af et års indlæring*

Indeklimaet på de danske skoler er ringe – så ringe, at børn i løbet af deres skoletid mister, hvad der svarer til et helt års indlæring. Det sker, fordi støj-, temperatur- og CO<sub>2</sub>-niveauet i klasselokalerne er alt for højt.

Konsekvensen af dårligt indeklima er, at elever og lærere bliver mere syge, og at eleverne får sværere ved at koncentrere sig. Forskellige rådgivere har indsamlet viden om, hvad det dårlige indeklima konkret betyder for eleverne:

- Når CO<sub>2</sub>-niveauet overstiger det anbefalede niveau på 1000 ppm til enten 1.250 og 1.600 ppm, falder elevernes evne til at koncentrere sig med henholdsvis 5 og 10 pct.
- Når temperaturen stiger fra 22 grader til henholdsvis 23,5 grader og 25,5 grader, falder elevernes evne til at koncentrere sig med 5 og 10 pct.

Dårligt indeklima i klasselokalerne øger også risikoen for at blive syg. Faktisk går danske skoleelever årligt glip af 30.000 undervisningsdage, og det hænger sammen med, at 9 ud af 10 elever modtager undervisning i klasselokaler med for højt CO<sub>2</sub>-niveau. Der er ca. 680.000 elever, og derfor rammer problemet mange.

Det betyder også, at dårligt indeklima i skolerne koster samfundet rigtig mange penge – men også, at der er et stort potentiale ved at forbedre indeklimaet i skolerne. Rådgivere har lavet beregninger, som viser, at samfundet kan hente en økonomisk gevinst på mellem 14 til 32 mio. kr. over en 30-årig periode ved at løfte indeklimaet på en skole med 650 elever.

# Forskellige løsninger på problemerne

Der findes mange måder at gøre indeklimaet bedre på. Den mest kendte af løsningerne er renoveringer. Men renoveringer er ofte dyre, og mange skoler trænger til en kærlig hånd. Der er 1.250 folkeskoler i Danmark. En analyse fra DI viser, at ca. 70 pct. af kommunale skoler og daginstitutioner har et ringe energimærke (D til G). Et ringe energimærke er en god indikator for, at der også er udfordringer med indeklimaet.

Problemernes omfang og omkostninger kan være en del af forklaringen på, hvorfor der ikke er sket markante forbedringer siden, vi begyndte at måle kvaliteten af indeklimaet i skolerne i 2009.

Der findes også måder at forbedre indeklimaet på, som ikke er ligeså dyre som energirenoveringer. Rådgivere har undersøgt, hvordan vi med teknologi, undervisning og adfældsændringer kan løse nogle af problemerne med dårligt indeklime. Et konkret eksempel er CO<sub>2</sub>-sensorer i klasselokalerne.

Her har rådgivere vist, at vi med undervisningsmateriale og synlige CO<sub>2</sub>-sensorer kan få elever og lærere til at opholde sig halvt så lang tid i dårligt indeklime sammenlignet med andre klasser.

Du kan læse mere om de forskellige løsninger i kataloget. Du kan også finde relevante undersøgelser og analyser i litteraturlisten bagerst i kataloget.

**ÅBN** har udviklet SKYEN, der er en simpel CO<sub>2</sub>-sensor, som er designet af skoleelever til skoleelever. Den skaber ny udluftningsadfærd i klassen med dokumenteret effekt. SKYEN er i over 3.000 danske lokaler.

**CEBRA** har designet en digital løsning, Common Sense, der gør os klogere på indeklimaet og bygningers brug. Med data og indsigter fra spørgeskemaer, apps og sensorer kan læringsmiljøer og kontorer designes optimalt til brugeres behov og trivsel.

**Canairi** er en alternativ CO<sub>2</sub>-måler, som benytter nudging til at forbedre indeklimaet. Er luften usund, drætter Canairi død om, indtil du genopliver den ved at åbne vinduet.

*På Folkemødet holdt vi et arrangement med fokus på, hvordan vi løser det gamle problem med dårligt indeklima i skolerne på nye måder. I den første del præsenterede tre virksomheder deres bud på, hvordan vi med adfærdsdesign og ny teknologi kan skabe bedre indeklima for et børnepanel, som derefter kårede vinderen af Børnenes indeklimapris.*

# Tre mulige løsninger nu og her



*Hvem vandt Børnenes indeklimapris?  
Børnepanelet bestod af Rasmus Andersen,  
Mille Borgen Mikkelsen og Clara Marie Wittendorff  
fra Danske Skoleelever. De kærede virksomheden  
Åbn som vinder af Børnenes indeklimapris.*



# Energirenovering *som løsning*

**Hvad er en energirenovering?** Vi kan ikke komme uden om energirenoveringer, når vi skal løse problemerne med dårligt indeklima i skolerne. Når vi gennemfører en energirenovering, forbedrer vi bygningens behov for energi. Når vi energirenoverer, kombinerer vi det ofte med f.eks. bedre indeklima i klasselokalerne eller indretning af lokalerne, så det understøtter andre undervisnings- og læringsformer. Processen for en energirenovering består af følgende skridt:

## 1) Rådgivere screener bygningens tilstand

Før bygherren kan begynde energirenoveringen, laver en rådgiver en screening af bygningens fysiske, energimæssige og funktionalitetsmæssige tilstand. I screeningen vurderer rådgiveren den nuværende tilstand og sammenligner den med nuværende og fremtidige krav til f.eks. ventilation og indeklima. I screeningen vil rådgiver også kunne se, hvad bygherrer kan vedligeholde og udskifte, og hvad bygherrer skal bygge nyt af.

## 2) Entreprenør påbegynder vedligehold og udskiftninger

Når entreprenøren går i gang med at renovere skolen, så begynder de f.eks. at erstatte gamle gipsplader i klasselokalet med nye gipsplader. De sliber og lakerer f.eks. også det eksisterende gulv.

## 3) Entreprenøren påbegynder nyetableringer

Når bygherre og entreprenør renoverer en skole, vil de typisk også etablere og/eller bygge en række nye ting. Manglende klimastyringssystemer i skolerne er en af årsagerne til, at problemerne med dårligt indeklima er store. Derfor vil rådgiver typisk anbefale, at bygherre og entreprenør i forbindelse med renovering anskaffer et klimastyringssystem. Med et klimastyringssystem kan du måle f.els. CO<sub>2</sub>- og luftfugtighedsniveauer og indstille systemet til at sætte ventilationen i gang, når niveauerne bliver for høje.

*”Det giver ikke mening kun at have fokus på energi, når du renoverer en skole. I stedet skal du f.eks. tænke indeklima ind, så du får en skolebygning, som giver elever og lærere de bedste forudsætninger for at lære og undervise.”*

**Peter Noyé** Ekspertisechef i den rådgivende ingeniørvirksomhed, NIRAS

# Seks gode ideer *fra workshop*

Det ringede ind til gruppearbejde: Vi afsluttede vores arrangement på Folkemødet med en samskabelses-workshop med skoleelever, forældre, bedsteforældre, Skolelederforeningen, Danmarks Lærerforening, Skole og Forældre, Realdania, Foreningen af Rådgivende Ingeniører (FRI) og Danske Arkitektvirksomheder. Se ideerne her.

*Sæt sensorer i klasselokalerne*



*Luft mere ud*

*Involver elever og  
elevråd i løsningen*

*Gennemfør undervisningen  
udenfor – når det giver mening*

*Gør indeklimaet synligt*

*Brug eksisterende  
inspirationsmateriale*



- 1 *Sæt sensorer i klasselokalerne*
- 2 *Luft mere ud*
- 3 *Involver elever og elevrødder i løsningen*
- 4 *Gennemfør undervisningen udenfor – når det giver mening*
- 5 *Gør indeklimaet synligt*
- 6 *Brug eksisterende inspirationsmateriale*

*Kan du klare duften af hverdag?  
Vi havde opstillet et drivhus med  
madpakker og skruet på de rigtige  
knapper for at få temperatur,  
støj, lugt og CO<sub>2</sub>-niveau så tæt  
på indeklimaet i skolernes  
klasselokaler.*



# Seks overvejelser

Hvis du vil prøve en eller flere af de seks ideer, er det vigtigt, at du gør dig en række overvejelser:

## 1. Sæt sensorer i klasselokalerne

I klasselokaler med CTS-anlæg (anlæg til at styre og regulere bygningens varme- og ventilationsanlæg) skal der være en sensor, som styrer ventilationen. I de klasselokaler, som ikke har CTS-anlæg, skal der som minimum være en anden sensor, der løbende monitorerer f.eks. CO<sub>2</sub>-niveauet. Sensorerne indsamler data, som du både kan bruge til at kvalificere beslutninger relateret til indeklima og forbedringer af indeklimaet, eller som du kan anvende i avanceret CTS-anlæg til automatisk at sikre varme- og ventilationsregulering.

## 2. Luft mere ud

I sommerhalvåret er det effektivt at bruge naturlig ventilation ved at lufte ud i klasselokalerne. Det kan både ske med motorer på vinduer, som automatisk åbner vinduerne evt., når en sensor f.eks. måler for høj koncentration af CO<sub>2</sub> eller for høje temperaturer. Det kan også ske mere manuelt ved, at en elev eller en lærer selv åbner vinduerne. Det er nyttigt supplement, men det kan sjældent stå alene. Også i vinterhalvåret er det vigtigt med naturlig ventilation – sørg for kortere udluftningsperioder og skab gennemtræk, så luften udskiftes, f.eks. ifm. pauser.

## 3. Involver elever og elevrødder i løsningen

Når du involverer elever, forældre og lærere i at løse indeklimaproblemerne i skolen, opnår du et andet ejerskab. Det har også den positive effekt, at flere bliver mere vidende og bevidste om problemet, og det kan betyde noget for, hvor højt indeklimaet bliver prioriteret i den enkelte skole og i debatten om skolerne i offentligheden. Det er afgørende, at du overvejer, hvad du kan gøre ved problemet, så du ikke giver falske forhåbninger til dem, der er involveret.

## 4. Gennemfør undervisningen udenfor – når det giver mening

Hvis det giver mening, understøtter undervisningen og ikke ødelægger undervisningen på grund af forholdene, kan det give mening med udeundervisning.

## 5. Gør indeklimaet synligt

Ved at gøre indeklimaet synligt øger du opmærksomheden hos både lærere, elever og forældre. De synlige sensorer giver anledning til at gøre noget aktivt for at forbedre niveauerne, og det giver anledning til at tale om, hvordan du forbedrer situationen. Du skal være opmærksom på, at sensorerne ikke forstyrrer undervisningen og dermed forværrer elevernes koncentration.

## 6. Brug eksisterende inspirationsmateriale

En emneuge eller lignende kan være med til at øge opmærksomheden på og viden om indeklima og problemerne med indeklimaet i skolerne. Det kan give anledning til at handle på problemerne og dialog om, hvordan du kan prioritere håndteringen af problemerne med dårligt indeklima. Her er Masseeksperimentet et godt eksempel på, hvordan man kan engagere eleverne i at måle og forstå effekten af f.eks. støj og forhøjet CO<sub>2</sub>-niveau.

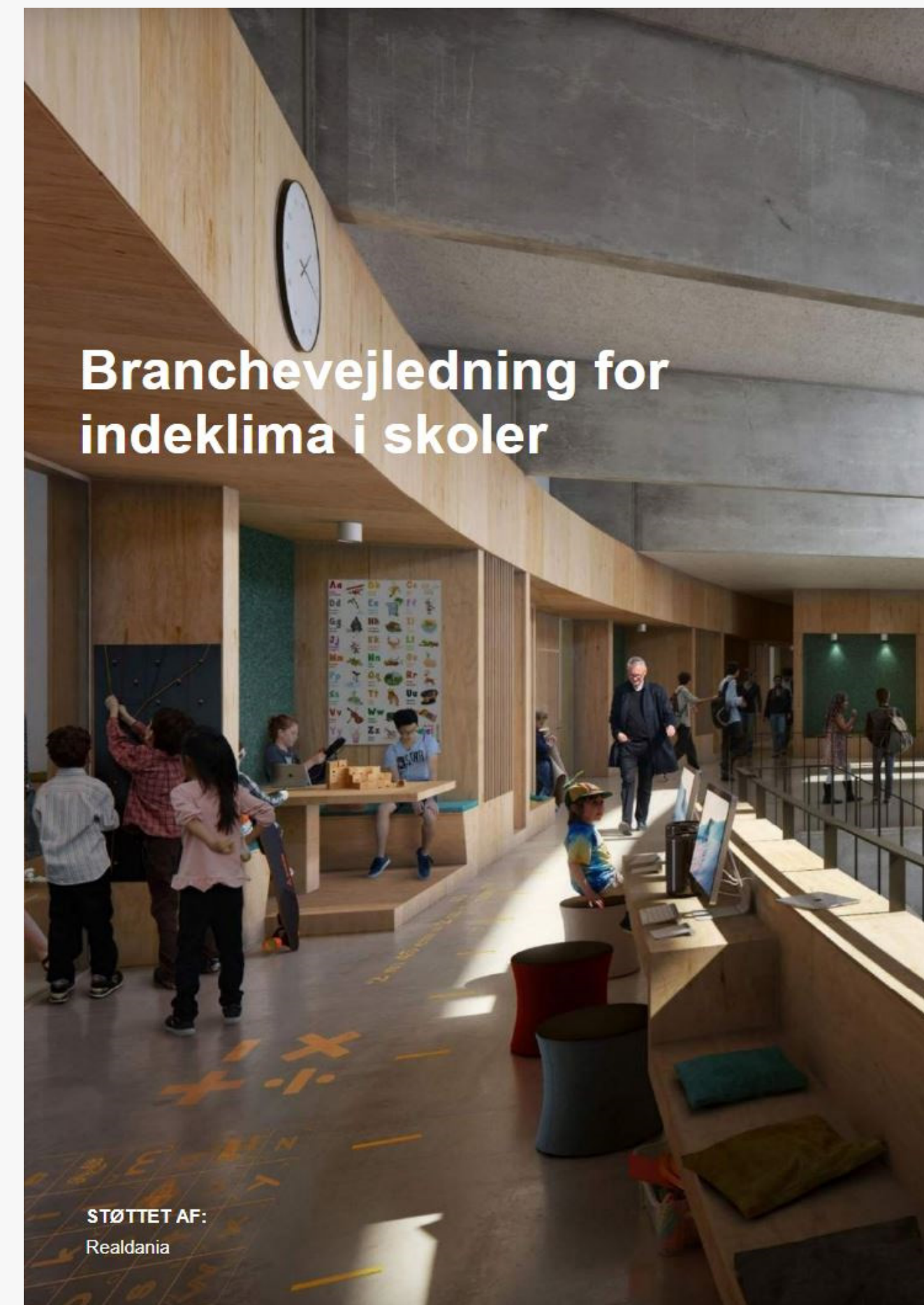
# Litteraturliste

*Branchevejledning for indeklima i skoler er udarbejdet af NIRAS, MOE og Teknologisk Institut med støtte fra Realdania (2021). Vejledningen er et konkret værktøj til aktørerne, der er involveret i skolebyggeri.*

## Rapportens konklusion

Branchevejledningen udbreder viden om, hvad godt indeklimaforhold i skoler er, og hvordan de opnås. Kommunerne får et vidensgrundlag til at stille de rigtige krav til indeklimaet i skolerne i forbindelse med såvel renovering som nybyggeri. Vejledningen argumenterer for, hvorfor et fokus på indeklima i skoler er vigtigt og beskriver, hvilke specifikationer indeklimaet skal dimensioneres efter.

Vejledningen dækker hele processen fra ide til drift, og den fungerer som en drejebog, når en skole eller en kommune ønsker at forbedre indeklimaet. Med vejledningen er bygherre og rådgiver godt rustet til at designe fremtidens skoler med godt indeklima.



# Litteraturliste

*Sådan skaber vi et sundere indeklima i skolen er udarbejdet af Implement Consulting Group og Åbn med støtte fra Realdania (2021). Det er en kontrolleret undersøgelse af undervisningsmateriale og nudging-sensoren SKYENs indvirkning på indeklimaet i 33 folkeskoler over 18 måneder.*

## Rapportens konklusion

Undersøgelsen viser, at det er muligt at skabe varige indeklimateforbedringer i danske skoler – også uden massive investeringer i bygningsrenovering.

Efter at have målt indeklimaet i en baseline, udsendt undervisningsmateriale og SKYER til tilfældigt udvalgte skoler og derefter fulgt udviklingen i et helt år, konkluderer rapporten, at vi kan rykke adfærd, og at det gør en forskel i forhold til at skabe sundere luft i løbet af skoledagen.

Undersøgelsen sætter også en tyk streg under, at adfærd ifm. udluftning betyder enormt meget for indeklimaets kvalitet. Under de delvise skolenedlukninger som følge af COVID-19 har alle skoler – også i kontrolgruppen – haft markant bedre indeklima end normalt også på dage, hvor der har været næsten almindelig aktivitet i de mindre klasser. Det skyldes, at der har været øget fokus på udluftning, mere udendørs undervisning og mindre klassestørrelser.



# Litteraturliste

*Indeklima i skoler er udarbejdet af Smith Innovation med støtte fra Realdania (2021). Det er en håndbog til at udarbejde en strategisk plan for at øge indlæring og trivsel på skoler gennem forbedret indeklima.*

## Rapportens konklusion

Eksempelsamlingen indeholder løsninger og tiltag fra skoler og kommuner over hele landet med fokus på de fem indeklimaparametre lys, lyd, luft, temperatur og lokale.

Eksemplerne i samlingen viser, at der er mange veje til at skabe positiv forandring, alt efter behov og budget. Løsningerne spænder bredt: fra nudging og undervisningsforløb, der giver bedre indeklima, til større renoveringer, hvor flere indeklimaparametre sammentænkes.



# Litteraturliste

*Indeklima i skoler er udarbejdet af Smith Innovation med støtte fra Realdania (2021). Det er en eksempelsamling med 30 gode eksempler på, hvordan indeklimaet i skolerne kan forbedres.*

## Rapportens konklusion

Håndbogen er baseret på erfaringerne fra et pilotprojekt med 12 kommuner, der siden 2019 har arbejdet med at udvikle strategiske indeklimaplaner.

Erfaringerne fra kommunerne viser, at udgangspunktet for kommunerne er vidt forskellige, og at det har ført til vidt forskellige strategier for indeklimaet. Men der er også nogle fællestræk.

En tværgående analyse af kommunernes arbejdsproces og strategier viser, at udviklingen af en strategisk plan kan følge fem trin:

- Udgangspunktet
- Dialog
- Kortlægning
- Handlinger
- Forankring



# Litteraturliste

*Samfundsøkonomiske gevinster ved forbedret indeklima er udarbejdet af Incentive og DTU med støtte fra Realdania (2020). Undersøgelsen præsenterer viden på området og opgør det samfundsøkonomiske potentiale ved at forbedre indeklimaet.*

## Rapportens konklusion

Undersøgelsen konkluderer, at parametre som f.eks. høj CO<sub>2</sub>-koncentration og for høj/for lav temperatur påvirker børns præstation negativt og giver mere sygefravær.

Derudover er der en række andre indeklimaparametre og bygningsmæssige forhold, der påvirker eleverne. Det er f.eks. dagslys, belysning, akustik, fugt, luftbårne kemikalier og partikler.

Incentive har lavet en økonomisk model til at beregne gevinster ved reduceret CO<sub>2</sub> og temperatur.

Samfundsøkonomiske gevinster  
ved forbedret indeklima





# Litteraturliste

*Indeklima i skoler er udarbejdet af Alexandra Instituttet med støtte fra Realdania (2017). Studiet giver et kvalitativt indblik i, hvilken rolle indeklimaet spiller i den daglige praksis i skolen og undersøger, om forskellige adfærdsændringer kan være med til at forbedre indeklimaet på skolerne.*

## Rapportens konklusion

Det kvalitative pilotstudie peger på, at lærere og elever hele tiden balancerer mellem to indeklimaudfordringer, der ofte er i modstrid med hinanden: Behovet for koncentration og ro overfor behovet for frisk luft og et behageligt indeklima. I den daglige praksis på skolerne vinder behovet for at begrænse støj ofte over de andre indeklimaudfordringer.

Udfordringerne på skolerne er meget kontekstafhængige. Klasseværelsens størrelse, placering på skolen og skolens øvrige faciliteter har betydning for de muligheder den enkelte skole og klasse har for selv at kunne gøre noget. Det resulterer i handlingslammelse, fordi ansvaret for indeklimaet ender hos den enkelte lærer i stedet for at være en fælles koordineret indsats.

Studiet peger også på, at små adfærdsændringer er realistiske at gennemføre i hverdagen, og at det har den effekt, at eleverne kommer ud af klasselokalet. Men ændringer i adfærd skaber også behov for nye typer af faciliteter som f.eks. uderum til udskolingselever og alternative læringsrum. For at sikre fastholdelse på længere sigt vil det desuden være vigtigt at arbejde med bredere initiativer, der har tværgående fokus og ledelsesmæssig opbakning, og at indeklimainsatsen bliver koblet til andre satsninger som bevægelse, udeliv, sundhed og trivsel.



# *#ladosløsedetsammen*

*Vil du vide mere om, hvordan rådgivere bidrager til at løse de store samfundsudfordringer, så følg med på sociale medier under #ladosløsedetsammen og i vores caseunivers.*

