

# SKOLERENOVERING I EN HELHED

## EVALUERINGSVÆRKTØJ

Et værktøj der skal inspirere kommuner til at renovere skoler helhedsorienteret med fokus på at evaluere indeklima, energi, økonomi, skolens fysiske rammer og at involvere skolens ansatte og eleverne.

Denne e-bog er en beskrivelse af et konkret værktøj, som ligger i et excelark.





# INDHOLDSFORTEGNELSE

FORMÅL	3
HVEM KAN BRUGE EVALUERINGSVÆRKTØJET	5
EVALUERINGSVÆRKTØJETS FOKUSOMRÅDER	6
HVORNÅR ANVENDES EVALUERINGSVÆRKTØJET?	8
CASE: SKOVLUNDE SKOLE NORD, BALLERUP	10
GENNEMGANG AF INDEKLIMA	12
GENNEMGANG AF ENERGI	22
GENNEMGANG AF ØKONOMI	30
GENNEMGANG AF BRUGERINVOLVERING OG PROCES	36
GENNEMGANG AF FYSISKE RAMMER	46
APPENDIX - SPECIFIKKE KRAV TIL INDEKLIMA	52

Evalueringsværktøjet er en del af projektet 'Skolerenovering i en helhed,' som har arbejdet med at skabe sammenhængende, innovative løsninger med fokus på bedre indeklima og energibesparelser i danske skoler. Løsningerne tager udgangspunkt i brugernes behov, brugen af skolen og undervisningsformer, samt et langsigtet blik på investeringerne i indeklima i forhold til den efterfølgende drift.

Evalueringsværktøjet, som består af et excelark og denne beskrivelse af værktøjet, er en første prototype. Værktøjet skal derfor ikke betragtes som låst eller endegyldigt, men derimod et oplæg til et værktøj, som kan tilpasses den enkelte kommunes behov og bruges i større eller mindre grad ved en renovering.

Projektet er finansieret af EUDP - Det Energiteknologiske Udviklings- og Demonstrationsprogram under titlen: Indoor Climate System in school buildings (EUDP j.nr. 64014-0153).

## Evalueringsværktøjet er udarbejdet af en arbejdsgruppe i projektet 'Skolerenovering i en helhed':

Christian Anker Hviid, lektor, Danmarks Tekniske Universitet

Dan Kjærulff, Center for Ejendomme, Ballerup Kommune

Henrik N. Knudsen, seniorforsker, Statens Byggeforskningsinstitut, Aalborg Universitet

Jakob Markvart, seniorforsker, Statens Byggeforskningsinstitut, Aalborg Universitet

Jørgen Bjerg, indehaver, Tekma

Jørgen Bruun Christensen, konsulent, fysisk arbejdsmiljø, Danmarks Lærerforening

Malene Bugge Larsen, projektleder, Gate 21

Mette Daugaard Houe, arkitekt, COWI

Thomas Fænø Mondrup, teknisk konsulent, Green Building Council

## Udgivet som ebog

September 2018, Gate 21

## Layout

Lene Ulsted Carlsen, Gate 21

## Redaktion

Malene Bugge Larsen, Gate 21

Lene Ulsted Carlsen, Gate 21

## Fotos

Gate 21



Energiteknologisk udvikling og demonstration

# FORMÅL

Formålet med evalueringsværktøjet (kort: værktøjet) er at understøtte kommunale bygnings-ejere i at gennemføre helhedsorienterede skolerenoveringer. Evalueringsværktøjet er konkret et excelark, som du kan finde på [www.gate21.dk/evalueringsvaerktøj/](http://www.gate21.dk/evalueringsvaerktøj/). Denne e-bog beskriver værktøjet dybdegående og forklarer, hvorfor de enkelte områder i værktøjet er vigtige. Du kan bruge e-bogen som opslagsværk sammen med excelarket.

En helhedsorienteret skolerenovering gør op med et ofte snævert fokus på energi og økonomi og fokuserer i stedet på at skabe det optimale indeklima og læringsmiljø for elever og lærere samtidig med effektiv energistyring. Det betyder, at bygningsejer ved planlægning, udførelse, aflevering og evaluering af renoveringen skal tage udgangspunkt i den fulde kontekst, som renoveringen foretages i. For at gøre det bør der være fokus på:

- at få et sundt indeklima, som understøtter læring
- at få det bedste læringsmiljø for den givne økonomi – eventuelt prioriteret over en årrække
- at inddrage brugerne - eksempelvis elever, lærere, skoleledelse, driftspersonale - og forstå hvordan, de ønsker at bruge skolen
- at forstå, hvilke funktioner bygningen skal have for at skabe det ønskede læringsmiljø
- at økonomi og energibesparelser skal gå hånd i hånd med et sundt indeklima
- at sikre et sammenhængende og kommunikerende driftssystem, som understøtter skolens nye fysiske rammer og behov for effektiv indeklima- og energistyring.

Evalueringsværktøjet hjælper bygningsejer med en systematisk gennemgang og evaluering af otte udvalgte fokusområder, efterhånden som skolerenoveringen planlægges og udføres.

Evalueringsværktøjet er udviklet i projektet 'Skolerenovering i en helhed' for at evaluere, hvordan projektets løsninger, som eksempelvis ventilation, lys eller akustikplader, performer efter en renovering. Arbejdsgruppen bag værktøjet (kort: arbejdsgruppen) anbefaler dog, at værktøjet tages i brug tidligere i renoveringsprocessen. Det vil sige, at værktøjet kan tages i brug allerede inden, den kommunale bygningsejer påbegynder renoveringen for at identificere, hvilke problemer, der er på skolen, og hvor der er behov for forbedringer. Det giver det bedste udgangspunkt, når bygningsejer og rådgiver tidligt har taget stilling til, hvordan renoveringen skal evalueres.

Samtidig kan evalueringsværktøjet bruges til at sammenholde og evaluere alternative løsninger undervejs i renoveringsprocessen og herigennem hjælpe beslutningstagere med at prioritere relevante indsatser og løsninger med hensyn til indeklima, brugerinvolvering, energiforhold, (total)økonomi og bygningsmæssige rammer.

Evalueringsværktøjets otte fokusområder er ikke en udtømmelig liste, og andre områder kan være relevante at inddrage i andre projekter/cases, hvor andre forudsætninger er gældende for at være helhedsorienteret. Fokusområderne er, hvad arbejdsgruppen i projektet 'Skolerenovering i en helhed' har fundet mest relevante at fokusere på i forbindelse med skolerenoveringer, og som er gængse og bredt rammende for de fleste skoleprojekter. Værktøjet skelner mellem, hvordan de udvalgte fokusområder måles og opleves, fordi en løsning godt kan performe godt energimæssigt, men eksempelvis opleves som støjende af elever og lærere.

Evalueringsværktøjet er en første prototype og skal derfor ikke betragtes som et låst eller endegyldigt værktøj, men derimod et oplæg til et værktøj, som kan tilpasses efter behov og bruges i større eller mindre grad ved en renovering.



# HVEM KAN BRUGE EVALUERINGSVÆRKTØJET

Evalueringsværktøjet henvender sig særligt til kommunale bygningssejere og kan bruges som støtte i samarbejdet med en rådgiver. Projektet anbefaler tæt samarbejde mellem bygningssejer og rådgiver fra start for i fællesskab at kunne udvikle løsninger.

Bygningsejerens udbytte af at bruge værktøjet er:

- en større bevidsthed om hvilke elementer, der bør/kan indgå i en helhedsorienteret skolerenovering.
- at prioritere en helhedsorienteret tilgang til at evaluere forskellige fokusområder, som alle påvirker resultatet af skolerenoveringen. Det kan eksempelvis være at prioritere indeklime i forhold til energi og økonomi.
- at driften af skolebygningerne indgår i beslutningsgrundlaget for den planlagte skolerenovering, så projektets totaløkonomi tilgodeses.
- at skabe indblik i skolebygningen og overblik over renoveringsopgaven.
- at italesætte en tidlig inddragelse af relevante aktører, herunder eksempelvis bygningsejer, rådgivere, entreprenører, leverandører, elever og lærere.
- at få viden om skolens brugere og deres behov.
- at skabe et solidt vidensgrundlag for at danne afsæt for planlægning og effektivering af konkrete renoveringsløsninger – eventuelt i flere steps.

## HVORDAN ANVENDES EVALUERINGSVÆRKTØJET?



Denne e-bog er en beskrivelse og inspiration til brug af selve evalueringsværktøjet, som konkret består af et excelark. I excelarket og her i beskrivelsen finder du otte fokusområder. For hvert fokusområde er defineret en række kriterier, som er operationaliseret til indikatorer. Indikatorerne er målbare og kan tildeles point. På den måde kan bygningsejer nemmere prioritere, hvilke områder der er vigtigst i skolerenoveringen for at opnå et optimalt indeklime.

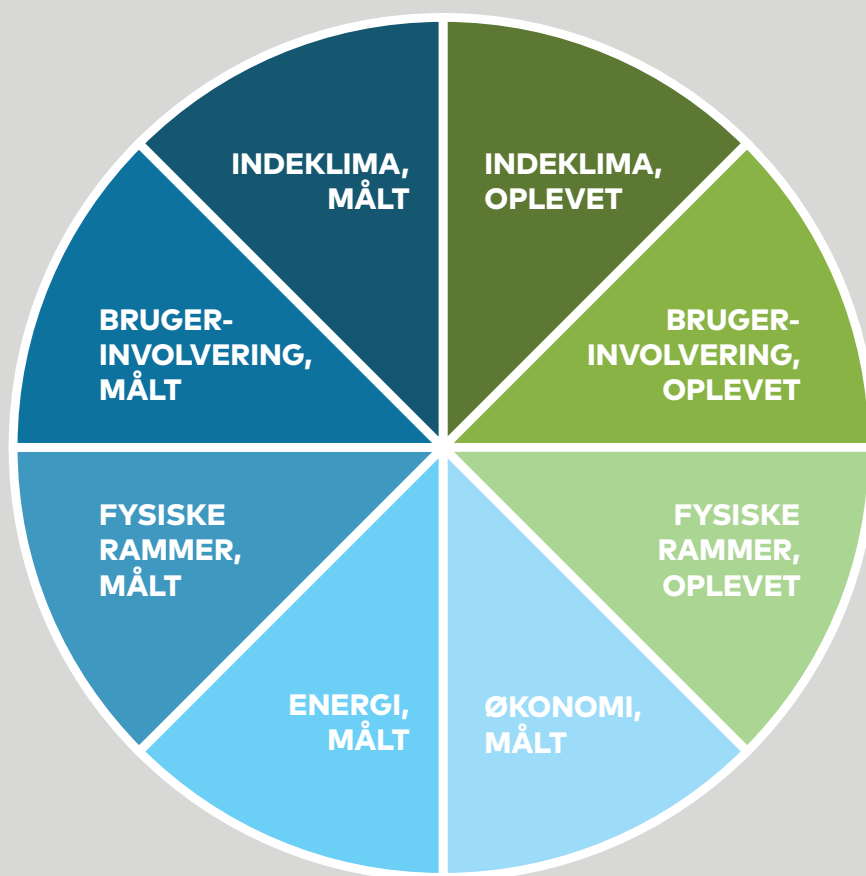
Operationaliseringen af kriterier til indikatorer er sket med udgangspunkt i gældende lovgivning og drøftelser i arbejdsgruppen om, hvad der skaber gode, sammenhængende løsninger. Formålet med at nedbryde fokusområderne til indikatorer er at synliggøre, inden for hvilke indikatorer skolen klarer sig dårligt, og hvor der derfor er behov for at sætte ind ved en renovering. Evalueringsværktøjet og dertil relevante bilag kan hentes på Gate21's hjemmeside: [www.gate21.dk/evalueringsvaerktoj](http://www.gate21.dk/evalueringsvaerktoj).

Arbejdsgruppen anbefaler, at værktøjet, udover at evaluere de installerede løsningers performance efter renoveringen, tages i brug helt fra starten af en renoveringsproces for at kunne prioritere indsats og sammenholde og evaluere alternative løsninger undervejs. Det giver den bedste mulighed for at skabe en helhedsorienteret proces, en valid evaluering og benchmark efter de målsætninger, som bygningsejer har sat i starten af renoveringsprocessen.

# EVALUERINGSVÆRKTØJETS FOKUSOMRÅDER

Der er i værktøjet udvalgt otte fokusområder, som arbejdsgruppen anbefaler, at der tages stilling til ved en given skolerenovering. Det er vigtigt at understrege, at de otte fokusområder ikke er udtømmende, men forslag til hvad bygningsejer bør tage stilling til i forbindelse med en renovering. Fokusområderne er udvalgt, fordi de repræsenterer en helhedsorienteret renoveringstilgang, og de spiller alle en vigtig rolle i renoveringsprocessen og for det endelige renoveringsresultat.

I værktøjet skelnes der mellem målte og oplevede fokusområder - altså en blanding af fysiske parametre der kan måles objektivt med et måleinstrument, og parametre som evalueres ved at spørge elever og lærere om, hvad de oplever og mærker. Ofte nedprioriteres de oplevede parametre ved en renovering, da de kan være vanskelige at analysere og drage entydige konklusioner fra. Arbejdsgruppen anbefaler imidlertid at afsætte tid til at indtænke de mere sanselige parametre, da de har afgørende betydning for brugerens komfort og trivsel i bygningen. Ved at inddrage både målte og oplevede fokusområder sikres en helhedsorienteret evaluering.



**Figur 1: EVALUERINGSVÆRKTØJETS FOKUSOMRÅDER**  
Fokusområderne beskrives i afsnittet  
'Gennemgang af evalueringsværktøjets fokusområder'.



## DERFOR ER FOKUSOMRÅDERNE VIGTIGE



### **Indeklima, målt og oplevet**

Indeklimaet påvirker elevers indlæring og læreres præstation. Samtidig har oplevelsen af indeklimaet stor betydning for elever og læreres komfort og velvære på skolen.



### **Brugerinvolvering, målt og oplevet**

Brugerinvolvering er ofte et overset element og kan være vanskelig at synliggøre værdien af. Involvering af brugere på de rigtige tidspunkter i renoveringsprocessen er imidlertid afgørende for, om renoveringen bliver succesfuld. Det målte og det oplevede skal illustrere, at brugerinitiativer ikke nødvendigvis medfører, at elever og lærere føler sig involveret og inkluderet i processen.



### **Energi, målt**

Energiforbruget i bygninger udgør cirka 40 procent af det samlede energiforbrug i Danmark, og der er store potentialer for energibesparelser. En bygning skal dog være mere end 'blot' energieffektiv, hvorfor der er behov for helhedsorienterede løsninger, som balancerer krav til energi, indeklima, økonomi, fysiske rammer og brugerinvolvering og proces.



### **Økonomi, målt**

Kommunens økonomiske råderum er afgørende for omfang og prioritering i forbindelse med renoveringer. Økonomisk bæredygtighed handler om at foretage valg ud fra en helhedstænkning med stillingtagen til både kort- og langsigtede valg - herunder anlægsøkonomi, drift og vedligehold og tilpasningsevne.



### **Fysiske rammer, målt og oplevet**

De fysiske rammer skaber grundlag for at identificere uudnyttede områder på skolen og giver overblik over, hvad der er muligt renoveringsmæssigt. Samtidig kan elever og læreres oplevelse af de fysiske rammer være med til at prioritere renoveringsindsatsen.

Vægtningen af de otte fokusområder afhænger af den givne bygningsejers og skoles prioriteringer, ønsker og plan for fremtidige renoveringer. Cirklen skal illustrere, at bygningsejeren skal 'hele vejen rundt' for at lave en helhedsorienteret skolerenovering, men det er den givne situation, der bestemmer, hvorvidt bygningsejeren vægter alle fokusområder lige højt. Der er ikke noget korrekt facit, men det er vigtigt, at bygningsejer er bevidst om vægtningen og aktivt tager stilling til alle fokusområder.

# HVORNÅR ANVENDES EVALUERINGSVÆRKTØJET?

Det er vigtigt at være bevidst om, hvor i renoveringsprocessen bygningsejer ønsker at anvende værktøjet. Værktøjet kan anvendes i alle faser af skolerenoveringen – blandt andet til at:

- prioriteret først i processen i forbindelse med at identificere indsatser og konkrete renoveringsløsninger.
- sammenligne performance af forskellige renoveringsløsninger.
- efterevaluere renoveringsløsninger.

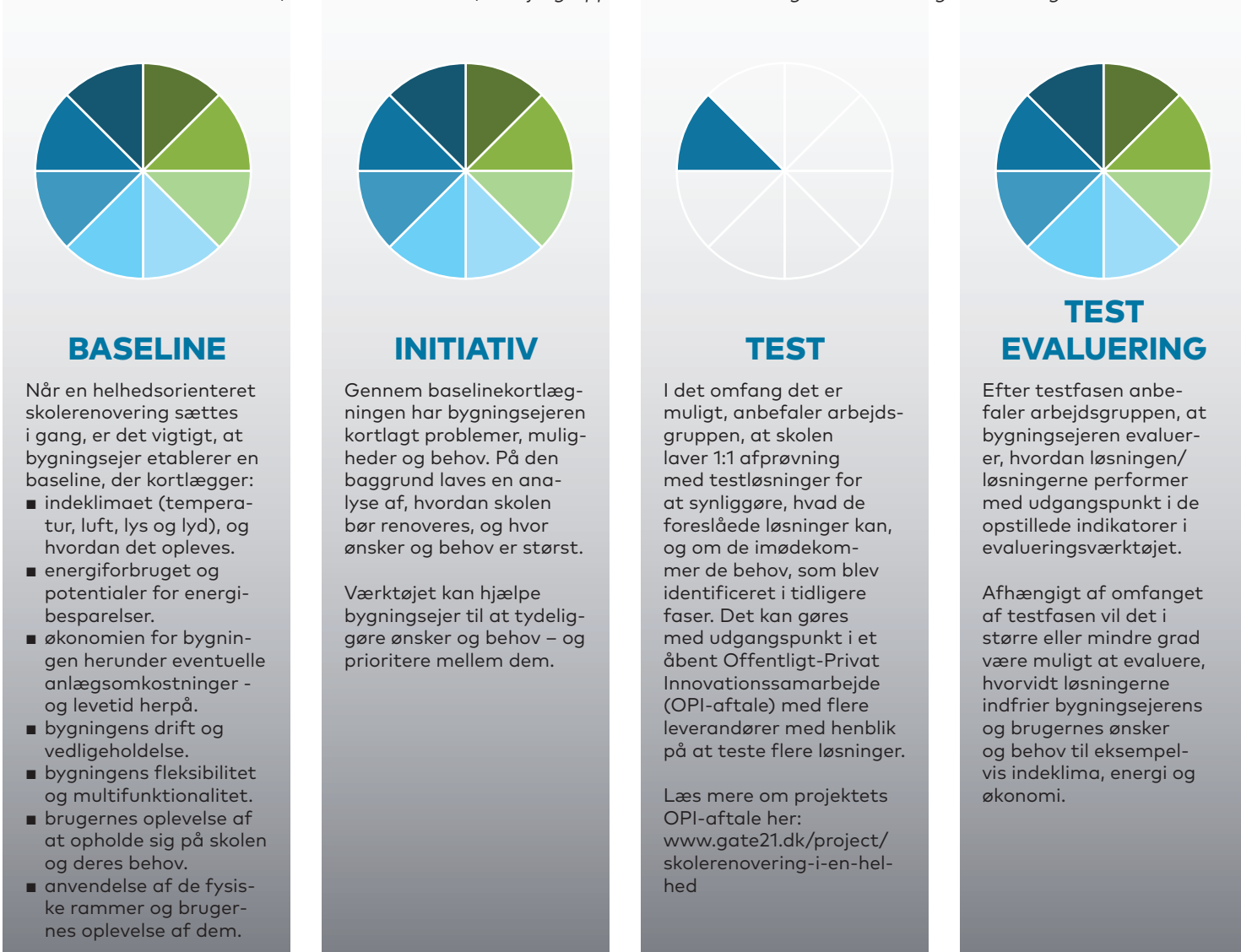
Anvendelsen af evalueringsværktøjet kan desuden variere afhængigt af omfanget af skolerenoveringen og bygningsejerens ønsker og krav til, hvad skolerenoveringen skal imødekomme.

Det er også væsentligt at være bevidst om, hvornår i processen der tages stilling til de enkelte fokusområder. Der kan således være faser, hvor nogle fokusområder er vigtigere at tage stilling til end andre. Det kan dog variere alt efter omfanget af renoveringen og skolens prioriteringer og planer. Nedenstående figur illustrerer, hvornår i renoveringsprocessen bygningsejer anbefales at have fokus på de enkelte fokusområder.

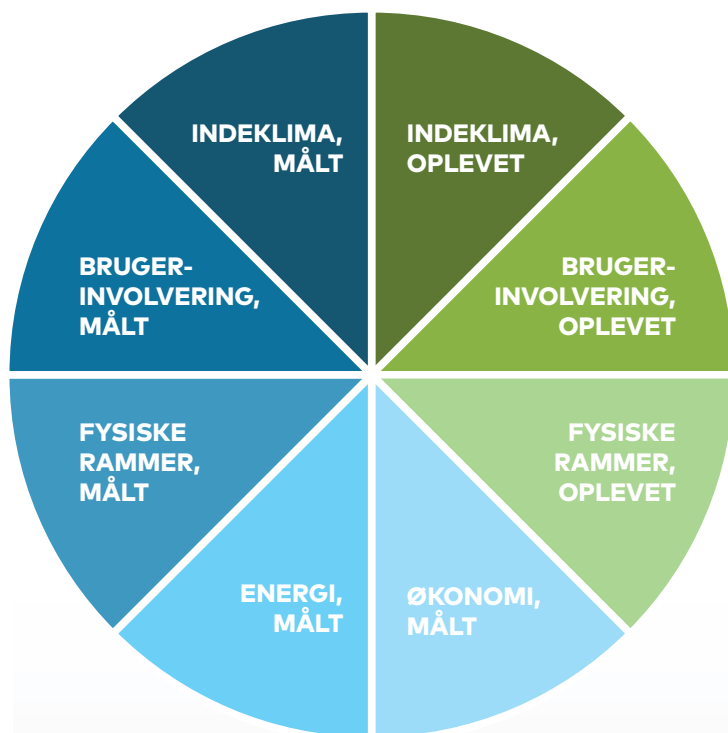
## RENOVERINGENS

**Figur 2: RENOVERINGSCIRKEL FORDELT OVER RENOVERINGENS FASER**

Cirkeludsnit i farver illustrerer, hvilke fokusområder, arbejdsgruppen anbefaler inddraget i de forskellige renoveringsfaser.







## FASER



### UDBUD

Opgaven tegnes og beskrives herefter i detaljer og sendes i udbud.



### UDFØRELSE

Koordinering og udførelse af selve byggeriet samt løsning af uforudsete problemstillinger.

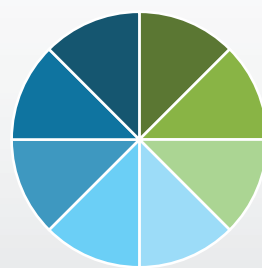
Her er den grundige baselinetegning og 1:1 test en fordel, da de ofte vil have afsløret eventuelle udfordringer, der skal tages højde for. Samtidig er det essentielt allerede nu at inddrage brugerne af skolen, så de forstår, hvornår og hvad der sker med skolen - og hvad fremtiden bringer.



### IBRUGTAGNING

Skolens lokaler tages i brug af elever og lærere. Driftspersonalet oplæres i nye tekniske anlæg og systemer for herigennem at sikre en god overlevering fra leverandører til driftspersonale. Samtidig vil det være en god idé også at oplære lærere og elever i den mest hensigtsmæssige brug af bygningen og eventuelle nye løsninger, hvis de selv kan påvirke dem.

Oplæringen kan have stor betydning for, hvordan det faktiske indeklima i bygningen bliver, men også om de etablerede læringsmiljøer og rammer anvendes på bedste vis.



### SLUT EVALUERING

De nye løsninger evalueres i forhold til de opstillede fokusområder i evalueringsværktøjet.

Afhængigt af skolens prioriteringer og indsatser kan nogle fokusområder være vigtigere at levere på end andre.

Formålet med værktøjet er ikke at pege på en optimal løsning, men derimod at nuancere billedet af de mulige løsninger og illustrere værdien af at renovere helhedsorienteret.

# CASE: SKOVLUNDE SKOLEN NORD

Som en del af en forestående skolerenovering har projektet Skolerenovering i en Helhed i samarbejde med Ballerup Kommune udført og evalueret forskellige løsninger inden for lys, ventilation og akustik i fire udvalgte klasselokaler på Skovlunde Skole Nord.

## FIRE TESTLOKALER

I projektet indgik fire klasselokaler som testlokaler placeret på den øverste gang i en af skolens fløje, som har et samlet areal på 3.600 m<sup>2</sup>. De fire testlokaler er udvalgt i tæt dialog med skoleledelsen og lærere, og der er blevet reflekteret over følgende:

- rumstørrelse
- rumudformning
- antal elever
- orientering
- klassestrin
- eksisterende tekniske virkemidler/komponenter

**På baggrund af de kriterier blev følgende fire testlokaler og løsninger udvalgt:**

### LOKALE 11 - HYBRID VENTILATION

Etablering af en hybrid ventilationsløsning, lofter med akustiske egenskaber samt LED-belysning i form af nedhængte amarturer og downlights med wall-wash funktion. CO<sub>2</sub> / PIR-følere.

### LOKALE 12 (referencelokale til lokale 13)

Etablering af manuelle vinduesåbnere. CO<sub>2</sub> / PIR-følere.

### LOKALE 13 - ADFÆRD

Adfærdslokale som omfattede undervisning om indeklima, workshops og etablering af alternative væresteder for herigennem at kunne aflaste klasselokalet. CO<sub>2</sub> / PIR-følere.

### LOKALE 15 - DIFFUST SIVELOFT

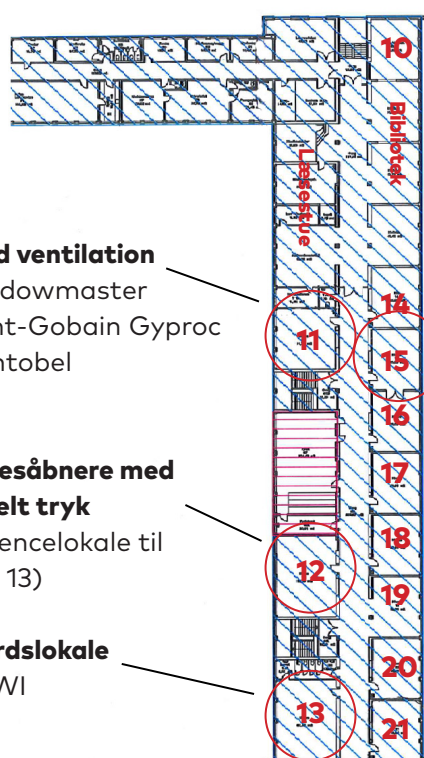
Etablering af decentral mekanisk ventilation, akustiklofter og LED-belysning i form af nedhængte amarturer og downlight med wall-wash funktion. CO<sub>2</sub> / PIR-følere.

Beslutningen om at teste decentrale løsninger skyldtes dels et ønske i projektet om at teste forskellige ventilationsløsninger, men også det faktum, at der var en udfordring med asbest på loftet, hvorfor skolen overvejede forskellige løsninger til at håndtere udfordringen på bedste vis. Skolens valg af ventilationsløsning til resten af skolefløjen endte med at blive en central ventilationsløsning med tre centrale ventilationsanlæg og CO<sub>2</sub>-styret VAV i de enkelte klasselokaler.

## OM SKOLEN

Skovlunde Skole Nord er en folkeskole i Ballerup Kommune med cirka 400 elever. Den undersøgte fløj er bygget i 1961 i to plan samt delvis kælder. Den samlede bygning er på 10.730 m<sup>2</sup> inklusiv sportshal og er bygget med røde tegl og med et tag af eternitskiffer med tagpap.

Fløjen er fjernvarmeforsynet, og belysningen er T5 eller D2 lysstofrør. Skolens varmeforbrug er på cirka 95 kWh/m<sup>2</sup>/år og har et årligt elforbrug på 37.886 kWh, hvor mere end halvdelen af forbruget stammer fra belysning



#### Hybrid ventilation

- Windowmaster
- Saint-Gobain Gyproc
- Zumtobel

#### Vinduesåbnere med manuelt tryk

(referencelokale til lokale 13)

#### Adfærdslokale

- COWI

#### Diffust sive loft

- Airmaster
- Saint-Gobain Gyproc
- Zumtobel



## VIDEN OM TYPE AF SKOLE?

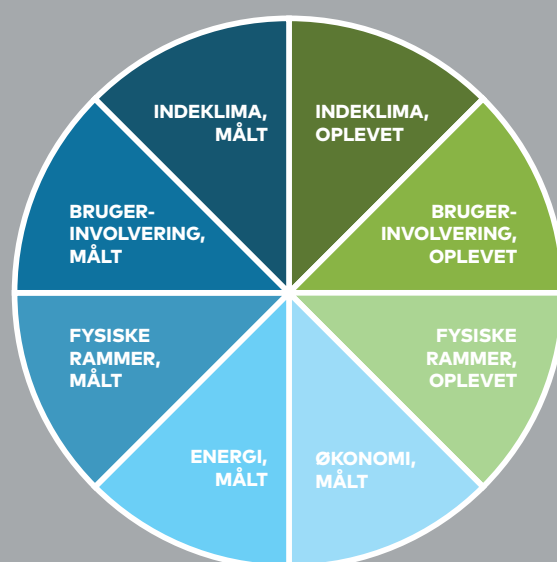
Ønsker du at læse nærmere om typeinddeling af skolebyggeri, kan du læse Alectias vejledning om ventilationssystemer til skoleklasser her:

[www.gate21.dk/ventilationssystemer\\_skoleklasser\\_vejl.pdf](http://www.gate21.dk/ventilationssystemer_skoleklasser_vejl.pdf)

## GENNEMGANG AF EVALUERINGSVÆRKTØJETS FOKUSOMRÅDER

Arbejdsgruppen har udvalgt otte fokusområder, som bygningsejer anbefales at tage stilling til i forbindelse med en renovering. Fokusområderne er udvalgt, fordi de sammen repræsenterer arbejdsgruppens bud på en helhedsorienteret renoveringstilgang og spiller en vigtig rolle i renoveringsprocessen og for det endelige renoveringsresultat. På de følgende sider gennemgås de otte fokusområder med udgangspunkt i de fire punkter listet nedenfor:

1. En kort introduktion til hvert enkelt fokusområde
2. Metodeforslag til hvordan hvert fokusområde kan evalueres og vurderes
3. Gennemgang af hvordan arbejdsgruppen tog stilling til hvert fokusområde på Skovlunde Skole Nord
4. Vigtige opmærksomhedspunkter relateret til fokusområdet



Gennemgangen af hvert enkelt fokusområde skal ses som inspiration til, hvordan bygningsejer kan tilgå en renoveringsproces, og hvordan evalueringsværktøjet kan understøtte denne. Arbejdsgruppen anbefaler, at læseren sidder med evalueringsværktøjet (excelarket), mens der læses om de otte fokusområder.

Evalueringsværktøjet og dertil relevante bilag kan hentes på Gate21s hjemmeside: [www.gate21.dk/evalueringsvaerktoj](http://www.gate21.dk/evalueringsvaerktoj)

For hvert fokusområde er der opstillet kriterier i excelarket, som er operationaliseret i indikatorer med det formål at synliggøre, inden for hvilke områder skolen klarer sig godt, og hvor der er behov for at sætte ind ved en renovering. Evalueringsværktøjet er fleksibelt i den forstand, at der kan tilføjes indikatorer, såfremt brugeren vurderer, at der mangler en indikator.

# INDEKLIMA

## INDEKLIMA - EN VIGTIG OG KOMPLEKS STØRRELSE

Begrebet 'indeklima' er en kompleks størrelse, hvori der indgår flere forskellige parametre.

Traditionelt opdeles indeklimaet i:

- termiske forhold - eksempelvis lufttemperatur, strålingstemperatur, lufthastighed/træk og luftfugtighed
- luftkvalitet - eksempelvis luftens indhold af gasser, dampe, partikler og støv
- visuelle forhold - eksempelvis lysstyrke, lysfarve, reflektanser og kontraster
- akustiske forhold - eksempelvis lydstyrke og efterklangstid.

Indeklimaet er vigtigt, da vi i Danmark opholder os 80-90 procent af tiden inden døre (Real-dania). Indeklimaet på skolen har betydning for elever og læreres velvære, sundhed, indlæring og præstation.

Når indeklimaet på en skole skal vurderes, kan det med fordel splittes op i to dele:

- Det oplevede indeklima, som vi kan registrere med vores sanser.
- Det målte indeklima, som måles med et instrument.

Det oplevede indeklima er i høj grad knyttet til komfort og trivsel. Ikke alt ved indeklimaet kan måles med et instrument, og det er ikke alt, vi registrerer med vores sanser, som vi er bevidste om, påvirker vores sundhed. Derfor er både det målte og det oplevede indeklima relevant.

Hvis skolens indeklima ikke er godt, kan elever og lærere opleve forskellige gener. Det kan være forhold, der påvirker slimhinderne i øjne, næse og svælg, samt symptomer som tunghedsfornemmelse i hovedet, hovedpine, utilpashed og træthed. Nogle er mere følsomme end andre - eksempelvis er børn mere følsomme end voksne.

## HYPPIGSTE SYMPTOMER PÅ DÅRLIGT INDEKLIMA

- Irritation i øjne, næse og svælg
- Hoste og træthed, tunghedsfornemmelse i hovedet og hovedpine
- Sansesubehag i form af lugtgener, lysgener og temperaturmæssigt ubehag
- Koncentrationsbesvær
- Nedsat motivation og udholdenhed
- Dårligere indlæringssevne
- Forværrede astma- og allergisymptomer

*Forebyggelsespakke, sundhedsstyrelsen*

Det samme indeklima kan desuden opleves forskelligt, da mennesker ikke er lige sensitive over for forskellige indeklimaparametre som eksempelvis lys, lyd og lugt. Her spiller konteksten også ind. For eksempel kan et indeklima opleves anderledes hjemme, end det gør på skolen. Det kan derfor være svært at have et indeklima i en skole, der tilfredsstiller alle elever og lærere hele tiden. Det betyder også, at hvis der skal drages solide konklusioner om indeklimaets kvalitet, så er det nødvendigt at indsamle både kvantitative og kvalitative data for at nuancere billedet.

# MÅLT OG OPLEVET



## SÅDAN KAN I EVALUERE INDEKLIMAET

I dette afsnit gives nogle forslag til, hvordan man metodisk kan evaluere indeklimaet på en skole. Det er ikke en udtømmelig liste af metoder, men vigtige nedslagspunkter som arbejdsgruppen anbefaler, at der tages stilling til.

Behov for renoveringer af skoler starter ofte med, at nogle forhold ikke er i orden. Hvad angår indeklimaet på mange skoler, så konstateres der ofte for høje CO<sub>2</sub>-koncentrationer og for dårlige lysforhold.

Det er vigtigt at have for øje, at valg af løsning på ét problem ikke skaber et nyt problem - eksempelvis valg af mekanisk ventilation, der medfører støj.

### DET OPLEVEDE INDEKLIMA

Inden bygningsejeren påbegynder en renovering, anbefaler arbejdsgruppen at evaluere det eksisterende indeklima i forhold til at afklare behovet for at forbedre de eksisterende forhold. Det er nødvendigt at fokusere på flere områder samtidigt og at kortlægge, hvor der er størst behov og potentiale for forbedringer. En kortlægning kan eksempelvis bestå af:

- Interview
- Spørgeskemaer
- Workshops

De nævnte metoder anvendes for at opnå indsigt i, hvordan elever og lærere oplever indeklimaet. Det vil sige, hvordan de oplever:

- Termisk komfort (sommer / vinter)
- Træk (sommer / vinter)
- Indendørs luftkvalitet
- Dagslys i bygningen
- Blænding fra dagslys og elektrisk belysning
- Lysniveau og fordeling fra elektrisk belysning
- Styring af indeklimaet
- Akustisk komfort

Ovenstående punkter er kriterier i evalueringsværktøjet, som er operationaliseret til indikatorer (spørgsmål i spørgeskemaet og interviews). Ved at spørge ind til ovenstående tegnes et billede af, hvad elever og lærere oplever som godt og skidt ved indeklimaet.

# INDEKLIMA

## DET MÅLTE INDEKLIMA

Mange indikatorer for, hvor godt indeklimaet er, kan måles ved brug af sensorer. Faktorer som temperatur, CO<sub>2</sub>, fugtighed, støj og lysforhold kan måles og vurderes ud fra, hvad der erfaringsmæssigt er ideelt.

Det er oftest de tekniske installationer, der er afgørende for, om indeklimaet kan indreguleres. De tekniske installationers stand bør holdes op imod deres effektivitet, både hvad angår energiforbrug og hvor godt et indeklima, de formår at opretholde.

At få målt indeklimaet og andre forhold, hvis der er mistanke om specifikke problemer i de lokaler, hvor elever og lærere har deres daglige gang, er væsentligt for at dokumentere, hvor systemerne er utilstrækkelige til at opretholde de gældende krav til indeklimaet. Det gælder både lovkraft og de krav, som bygningsejere eller brugerne selv opstiller. I den forbindelse er det vigtigt at have fokus på, om det målbare indeklima opfylder nuværende, men også fremtidige krav og behov.

For at kunne evaluere på bygningens indeklima har arbejdsgruppen opstillet en række kriterier, som er operationaliseret i indikatorer, der kan bruges til at evaluere indeklimaet.

Følgende kriterier blev formuleret:

- Termisk komfort - sommer / vinter
- Træk - sommer / vinter
- Indendørs luftkvalitet
- Dagslysadgang
- Solafskærmning
- Lysniveau og lysfordeling fra elektrisk belysning
- Styring af indeklimaet
- Akustisk komfort

Målene for, hvor godt skolen skal performe inden for forhold som eksempelvis lys eller ventilation, bør bero på ekspertvurderinger, renoveringsprocessen og diskussioner mellem relevante interessenter om forholdene.

I dette afsnit opstilles ikke indeklimakrav og specifikationer, men en hurtig gennemgang vedrørende generelle målbare indeklimakrav til:

- 1) ventilation
- 2) dagslysadgang
- 3) den elektriske belysning og
- 4) akustik for skoler er listet i appendix.

# MÅLT OG OPLEVET



## SÅDAN GJORDE VI PÅ SKOVLUNDE SKOLE NORD

Indeklimaet på Skovlunde Skole Nord blev evalueret på baggrund af elevers og læreres indeklimateoplevelser og målinger af udvalgte indeklimaparametre. Kriterierne for indeklimatevaluering er blevet operationaliseret til indikatorer undervejs i processen i takt med de erfaringer, som blev gjort. Det indsamlede indeklimatedata er løbende forsøgt evalueret og vurderet med udgangspunkt i indikatorerne i evalueringssværtøjet. Formålet med at anvende evalueringssværtøjet har været at illustrere, inden for hvilke indikatorer skolen klarer sig godt, og hvor det er behov for at sætte ind ved en renovering.

Både det oplevede indeklimate og det målte indeklimate blev vurderet på en femtrinsskala fra 1 til 5. Vægtningsen af forholdene er lavet ud fra, om forholdene er over eller under gældende standarder og lovkraft, men også ud fra diskussioner i arbejdsgruppen om, hvad der var over eller under et acceptabelt niveau. En bygningsejers vægtnings af de forskellige forhold i en samlet vurdering vil afhænge af den konkrete bygning, de valgte løsninger og (politiske) prioriteringer.

### DET OPLEVEDE INDEKLIMATE PÅ SKOVLUNDE SKOLE NORD

For at evaluere det oplevede indeklimate blev der for elever og lærere på klassetrinnene 4.-9. gennemført en spørgeskemaundersøgelse.

Spørgeskemaet afdækker tilfredsheden med forskellige aspekter ved indeklimate herunder temperatur, luftkvalitet, lys og lyd, og hvilke indeklimate relaterede symptomer elever og lærere har, når de opholder sig på og uden for skolen.

Spørgeskemaet er baseret på glade/sure smiley'er, som erfaringsmæssigt er anvendelige blandt skoleelever, når de skal evaluere det indeklimate, de oplever. Spørgsmålene, der relaterer sig til indeklimate, er indsat som indikatorer i evalueringssværtøjet (excelarket), hvor de vurderes på en 5-trinsskala fra 'meget sur' til 'meget glad'.

Se eksempel på spørgsmål om skolens indeklimate fra spørgeskemaet til højre.

#### Figur 4: SPØRGESKEMA

Eksempel på spørgsmål i spørgeskema baseret på glade/sure smiley'er for at afdække aspekter ved indeklimate, herunder temperatur, luftkvalitet, lys og lyd forhold som elever eller lærere oplever, når de opholder sig i et lokale.

Projekt: Skolerenovering i en helhed. ELEV-SKEMA  
02E-05A-1

Klasse/klasselokale: \_\_\_\_\_

Er du en dreng eller pige?  Dreng  Pige

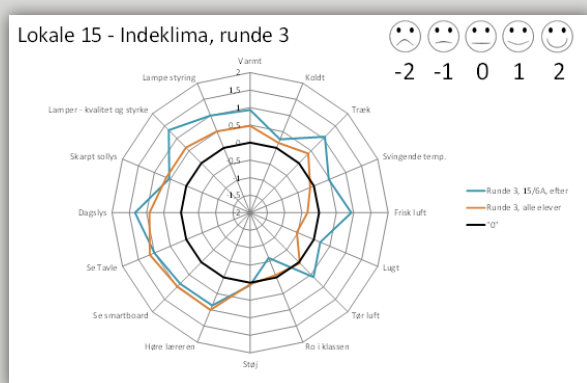
Svar på spørgsmålene ved at sætte kryds over den smiley, der gælder for dig:

Hvordan har klasselokalet været i den sidste uges tid?

Der var <u>ikke</u> for varmt	☹️ ☹️ ☹️ ☹️ ☹️	Der var for varmt
Der var <u>ikke</u> for koldt	☹️ ☹️ ☹️ ☹️ ☹️	Der var for koldt
Jeg følte <u>ikke</u> træk	☹️ ☹️ ☹️ ☹️ ☹️	Jeg følte træk
Jeg oplevede <u>ikke</u> svingende temperaturer	☹️ ☹️ ☹️ ☹️ ☹️	Jeg oplevede svingende temperaturer
Luften var frisk	☹️ ☹️ ☹️ ☹️ ☹️	Luften var dårlig
Der lugtede <u>ikke</u> dårligt	☹️ ☹️ ☹️ ☹️ ☹️	Der lugtede dårligt
Luften var <u>ikke</u> tør	☹️ ☹️ ☹️ ☹️ ☹️	Luften var tør
Der var ro i klassen	☹️ ☹️ ☹️ ☹️ ☹️	Der var <u>ikke</u> ro i klassen
Jeg oplevede <u>ikke</u> generende støj	☹️ ☹️ ☹️ ☹️ ☹️	Jeg oplevede generende støj
Jeg kunne tydeligt høre hvad læreren sagde	☹️ ☹️ ☹️ ☹️ ☹️	Jeg kunne <u>ikke</u> høre hvad læreren sagde
Jeg kunne nemt se hvad der var på smartboardet	☹️ ☹️ ☹️ ☹️ ☹️	Jeg kunne <u>ikke</u> se hvad der var på smartboardet
Jeg kunne nemt se hvad der blev skrevet på tavlen	☹️ ☹️ ☹️ ☹️ ☹️	Jeg kunne <u>ikke</u> se hvad der blev skrevet på tavlen
Der var rigeligt med dagslys	☹️ ☹️ ☹️ ☹️ ☹️	Der var for lidt dagslys
Jeg har <u>ikke</u> oplevet problemer med skarpt sollys	☹️ ☹️ ☹️ ☹️ ☹️	Jeg har oplevet problemer med skarpt sollys
Kvalitet og styrke af lyset fra lamperne var passende	☹️ ☹️ ☹️ ☹️ ☹️	Kvalitet og styrke af lyset fra lamperne var <u>ikke</u> passende
Styringen af lamperne var egnet/god	☹️ ☹️ ☹️ ☹️ ☹️	Styringen af lamperne var <u>ikke</u> egnet/god

# INDEKLIMA

Spørgeskemaerne viste blandt andet, at eleverne både i projektets testlokaler og i de resterende klasser syntes, der var for varmt på skolen om sommeren og for koldt om vinteren. Denne information var vigtig i forhold til at finde en løsning, som sikrede et mere stabilt temperaturniveau. Efter opsætning og igangsættelse af ventilationsanlæg i lokale 15 oplevede eleverne færre temperaturudsving (se figur 5).



**Figur 5: OPLEVET INDEKLIMA**

Eksempel på hvordan eleverne i lokale 15 og alle adspurgte elever fra 4.-9. klasse oplever indeklimaet i tredje spørgeskemarunde.

Som supplement til spørgeskemaundersøgelsen blev også gennemført 16 interviews med henholdsvis syv lærere på forskellige årgange, to elever fra 4. klasse, en elev fra 6. klasse, en fra 7. klasse samt en elev fra 8. klasse og to tekniske driftsmedarbejdere.

Efter opsætning af testløsninger i klasselokalerne blev desuden gennemført kvalitative interviews med elever og lærere i lokale 11, 12 og 15. Interviewene skulle afdække, hvordan indeklimaet blev oplevet, og hvilke forbedringer og ændringer elever og lærere eventuelt kunne mærke efter tiltagene.

## NY LED-BELYSNING SKABER RUM FOR NYE LÆRINGSMILJØER

Klasselokale 11 og 15 har fået ny og forbedret belysning med flere belysningsfunktioner, som på papiret er lige gode - men de opleves meget forskelligt. I lokale 15 med diffus belysning beskrives lyset som et godt arbejdslys, og en lærer udtaler, at det er "nemmere at se", mens en anden lærer udtaler: "Især lyset er jeg rigtig glad for. Det er virkelig rart med noget ordentlig lys at arbejde i." Det retningsbestemte lys i lokale 11 giver omvendt brugerne en følelse af, at det er hyggeligt og behageligt.





# MÅLT OG OPLEVET



## HALVERET CO<sub>2</sub>-KONCENTRATION

Opsætning af ventilationsanlæg har reduceret CO<sub>2</sub>-niveauet markant i lokale 11 og 15. Eleverne fremhæver, at de har fået mindre ondt i hovedet i lokale 15, og at luften er blevet mere frisk i lokale 11. Erfaringen er samtidig, at brugerne ikke helt forstår formålet med anlæggene, og at de ikke kan sættes til at køle.

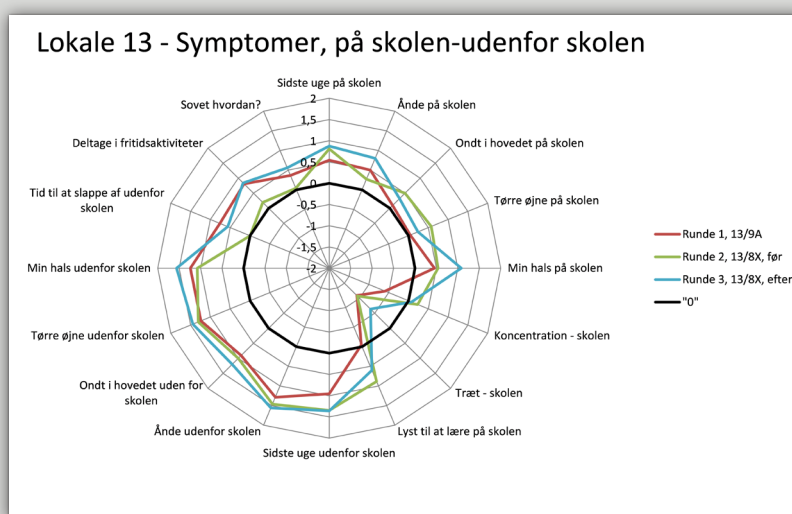
"Lyset har været meget bedre. Men den der 'luftting' tror vi ikke virker, fordi der er meget varmt derinde."  
Elev

"Der har egentlig ikke været så mange klager over hovedpine, så den (red. ventilationen) har nok gjort et eller andet."  
Lærer

### Gener og symptomer

Elever og lærere blev også spurgt om deres oplevelse af eventuelle gener, symptomer og fysiske velvære på skolen. Der blev eksempelvis spurgt ind til irritation ved øjne, næse og hals, herunder mulighed for at kunne ånde frit og tørre øjne. Ligeledes blev spurgt ind til træthed, hovedpine, koncentration og lyst til at lære.

Se eksempel på hvordan eleverne i lokale 13 oplevede gener og symptomer i figur 6.



**Figur 6: OPLEVEDE INDEKLIMARELATEREDE SYMPTOMER**

Eksempel på hvordan eleverne i lokale 13 oplevede en række indeklimarelaterede symptomer på skolen

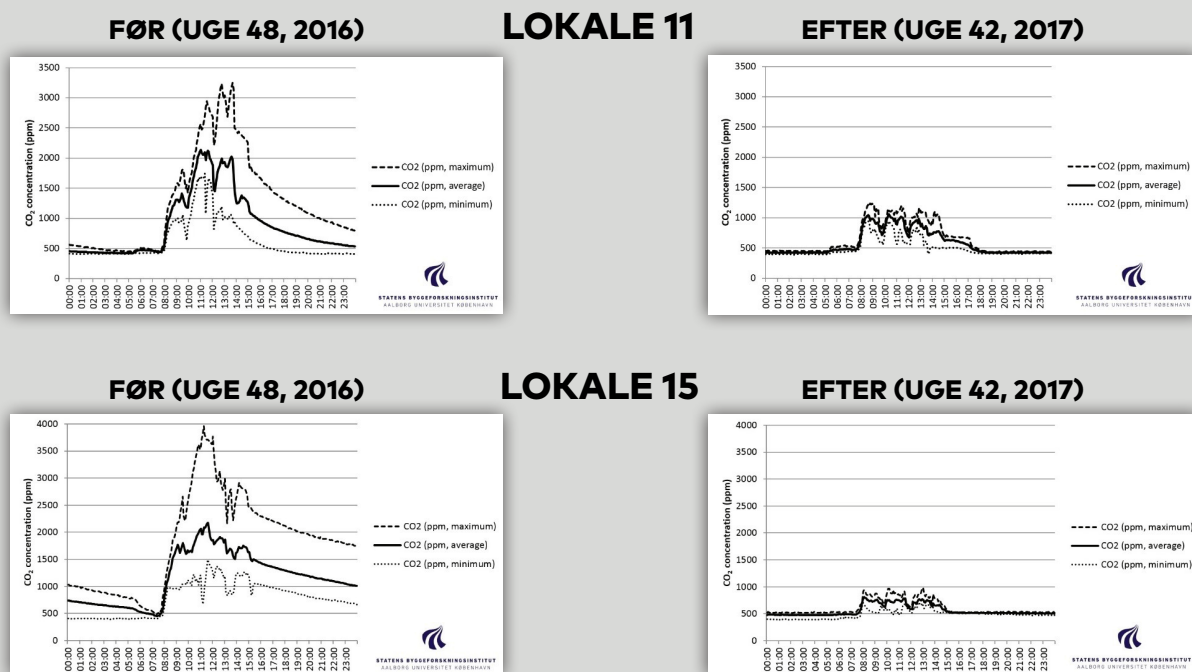
# INDEKLIMA

## DET MÅLTE INDEKLIMA PÅ SKOVLUNDE SKOLEN NORD

Som supplement til evalueringsværktøjet (excelarket), som evaluerer på alle otte fokusområder, er udviklet et selvstændigt excelværktøj til at vurdere udvalgte indeklimaindikatorer, som stammer fra IC-meter-målinger. Excelværktøjet vurderer indeklimadata som CO<sub>2</sub>, temperatur, fugt og støj for en repræsentativ uge og tegner et ugentligt billede af indeklimaet i et givent klasselokale. Excelværktøjet kan findes her: [www.gate21.dk/project/skolerenovering-i-en-helhed/](http://www.gate21.dk/project/skolerenovering-i-en-helhed/)

For at vurdere det indsamlede indeklimadata er der opsat kriterier for, hvornår målte data evalueres positivt eller negativt på en 5-trinsskala fra -2 til 2 og ud fra lovkrav og anerkendte indeklimastandarder samt hvor lang tid, de målte parametre lå inden for 5-trins skalaen.

På Skovlunde Skole Nord blev opsat IC-meter måleenheder i alle klasselokaler, som blev brugt til at måle CO<sub>2</sub>, temperatur, fugt og støj – både før og efter renoveringen. Ligeledes blev opsat en KNX-plattform, der loggede data som temperatur, CO<sub>2</sub>, belysningsfunktioner og radiatorventil i de fire testlokaler, og som gjorde det muligt at indregulere systemerne. I figur 7 er et eksempel på brug af excelværktøj til at vurdere CO<sub>2</sub>-koncentrationen for lokale 11 og 15 før og efter renoveringen i en repræsentativ uge mandag til fredag.



Figur 7: SAMMENLIGNING AF CO<sub>2</sub>-MÅLINGER FØR OG EFTER RENOVERING

På baggrund af det målte og indsamlede data både før og efter renoveringstiltagene blev der foretaget en vurdering af testlokalernes indeklima. Det blev vurderet, at systemerne ydede tilfredsstillende i forhold til specifikationer og opstillede krav.

# MÅLT OG OPLEVET



## OPMÆRKSOMHEDSPUNKTER INDEKLIMA

Nedenfor er nævnt nogle opmærksomhedspunkter for renovering af klasselokaler, som skal tænkes ind i forbindelse med evaluering af før- og efter-situationer, eller når to forskellige løsninger ønskes sammenlignet og evalueret. Punkterne er opdelt i udfordringer knyttet til måling og evaluering af det oplevede indeklima og måling og evaluering af det målte indeklima.

### METODISKE OPMÆRKSOMHEDSPUNKTER VED GENNEMFØRELSE AF SPØRGESKEMAUNDERSØGELSER OG INTERVIEWS

En skole er et komplekst og dynamisk miljø, hvor det er svært at gennemføre kontrollerede indeklimatestninger med henblik på at opnå sikre konklusioner. Det skal der tages hensyn til, når for eksempel en spørgeskemaundersøgelse skal gennemføres. Ved gennemførelse af spørgeskemaundersøgelser og interviews om indeklima blandt skoleelever er der derfor en række forhold, som bygningsejeren bør have for øje, fordi de kan påvirke resultatet af undersøgelsen. På Skovlunde Skole Nord stødte arbejdsgruppen på en række praktiske udfordringer, såsom:

- Ved undersøgelser, der løber over en længere periode, er der risiko for, at det ikke er de samme elever og lærere, der er i lokalerne. Det gælder eksempelvis før/efter en sommerferie, hvor eleverne rykker en klasse op. Det kan give usikkerhed, når indeklimatestninger skal evalueres med for eksempel ét års mellemrum for at eliminere effekten af årstidernes skiftet.
- Der kan foregå forskellige aktiviteter i klasserne, og de er ikke nødvendigvis koordineret klasserne imellem. Det skal der tages hensyn til, når en spørgeskemaundersøgelse gennemføres for at sikre, at eleverne rent faktisk har opholdt sig i det lokale, der spørges ind til.
- Omfanget af spørgeskemaet er væsentligt. Det bør være så kort som muligt, da der bag-efter skal afsættes tid og ressourcer til at analysere og tage action på det. Der kan også være fare for, at elever og lærere trættes, hvis de skal bruge meget tid på en undersøgelse.
- Det er mest overkommeligt tidsmæssigt og økonomisk at gennemføre spørgeskemaundersøgelser elektronisk, eksempelvis ved at udsende en e-mail med et link og en adgangskode til spørgeskemaet på internettet. I praksis er erfaringen dog, at det ofte ikke er en mulighed som lærere og elever har i klassen, hvorfor det kan være nødvendigt med spørgeskema på papir.
- Antallet af elever i klasserne kan variere meget - i denne undersøgelse fra 16 til 27 elever. Det har betydning for vægtningen af resultaterne eksempelvis ved sammenligninger mellem forskellige lokaler.
- De elever og lærere, som bliver interviewet, er repræsentanter fra en klasse, men deres holdninger er ikke nødvendigvis repræsentative. Derfor bør deres svar og udsagn anvendes som enkeltstående udsagn og ikke generaliseres til at være hele klassens holdning.

# INDEKLIMA

- Der er forskel på den information, der gives til elever i forskellige klasser - eksempelvis graden af information om en løsning der blev installeret. Det medfører en risiko for bias, hvor elever svarer ud fra, hvad de tror, spørgerne gerne vil høre.
- Der er forskel på orientering af vinduespartier i forskellige lokaler. Det har betydning for indstrålingen – herunder både lysforhold og temperatur. Lokalets orientering er ligeledes vigtig for evaluering af eventuelt udefra kommende støj fra for eksempel en skolegård, som kan påvirke elever og læreres oplevelse af indeklimaet.
- Andre faktorer, som om eleverne trives i klassen, kan have betydning for, hvordan de opfatter indeklimaet.



# MÅLT OG OPLEVET



## **METODISKE OPMÆRKSOMHEDSPUNKTER I FORBINDELSE MED BRUG AF MÅLEUDSTYR**

Brug af måleinstrumenter til at vurdere indeklimaet er relativt nemt i forhold til at skulle spørge elever og lærere. Modsat mennesker så er måleinstrumenter og de data, som måles, mere objektive, men de vil måle og give resultater efter, hvordan de anvendes. Følgende opmærksomhedspunkter bør tages i betragtning ved brug af måleinstrumenter - eksempelvis ved brug af IC-metre:

- Placering af måleenhederne: her er sund fornuft altafgørende for at få repræsentative indeklimamålinger, men også i forhold til mere praktiske forhold som rengøringspraksis og undervisningen. Placering bør være i hovedhøjde på eksempelvis en væg, der ikke påvirkes af varme fra radiator eller elektronik, direkte sol eller træk fra placering nær et vindue eller en dør.
- Sikre strømforsyningen: det er vigtigt så vidt muligt at lave foranstaltninger, der gør, at strømforsyningen til måleenhederne ikke afbrydes, da man herved risikerer at miste data. Det kan være en udfordring på skoler, hvis der ikke er så mange stikkontakter, og børnene afkobler måleinstrumenterne for eksempelvis at oplade en mobiltelefon.
- Kalibrering af måleenhederne: det er vigtigt at kontrollere, at udstyret måler rigtigt. Derfor bør der altid foretages en test, hvor måleenhederne testes side om side mod en referencesensor.

Det er vigtigt at kende sit udstyr og hvor præcist, det måler. Som eksempel foretager nogle CO<sub>2</sub>-sensorer periodevis en selvkalibrering, så den laveste registrerede CO<sub>2</sub>-måling over tid bruges til at indregulere sensorens minimum CO<sub>2</sub>-koncentration (udendørsniveauet på cirka 400 ppm). Det er kun praktisk, hvor der med mellemrum er foretaget et totalt luftskifte, hvor sensoren er placeret. Usikkerheden på mange CO<sub>2</sub>-sensors målinger til dato kan være på +/- 50 ppm eller højere.

## **OPSAMLING PÅ OPMÆRKSOMHEDSPUNKTER**

Ovenstående udfordringer og uhensigtsmæssigheder – både hvad angår spørgeskemaer, interviews og måleudstyr - betyder ikke, at projektets metoder ikke bør anvendes, men at spørgeren / personen, som opsætter måleenheder, bør være opmærksom på de nævnte faldgruber, så de bedst mulige forsøgsbetingelser opnås.

At anvende flere metoder, der kan supplere hinanden, er en stor fordel. Viser flere metoder den samme effekt eller tendens, så kan man med større sikkerhed konkludere, at tendensen er afledt af den implementerede løsning. Det oplevede indeklima kan dog godt afvige fra det målte indeklima, og det er vigtigt at undersøge årsagen til afvigelserne.

# ENERGI

## ENERGI - BALANCE MELLEM ENERGIFORBRUG OG INDEKLIMA

I en bygning, der kan opretholde et godt indeklima, har man en behagelig temperatur både om sommeren og vinteren, en god luftkvalitet og velfungerende lysforhold, der er tilpasset de aktuelle aktiviteter. I skolerne varetages disse områder i høj grad af tekniske løsninger, der alle er forbundet med et energiforbrug. Det er derfor vigtigt, at bygningsejer ved valg af en indeklimaløsning også har blik for energiforbruget.

Nedenfor er en kort beskrivelse af, hvilke forhold der påvirker skolernes energiforbrug, og som bygningsejer bør være opmærksom på i forbindelse med en renovering:

### **Klimaskærmen**

Det bør være særligt fokus på, at klimaskærmen er velisoleret og tæt. Disse to områder er fundamentet for et lavt energiforbrug og et godt indeklima. Er klimaskærmen ikke i orden, kan der opleves træk og kuldestråling. Samtidig kan man om vinteren få et stort varmebehov, der medfører en høj varmestråling fra radiatorer, hvilket udover et højt energiforbrug også har en negativ virkning på indeklimaet.

### **Skolens opbygning**

Indretningen skaber rammerne for skolens aktiviteter og arealudnyttelse. Hvis der er store arealer, der ikke benyttes særlig meget som eksempelvis gange og faglokaler, vil det ofte medføre, at skolen får et højere energiforbrug. Derfor bør bygningsejer forsøge at få en mere aktiv anvendelse af arealerne, hvorved andre områder aflastes. Energiforbruget reduceres ikke, men man får nye funktioner for en lav stigning i energiforbruget.

### **Tekniske anlæg**

Da de tekniske anlæg har stor indflydelse på at opretholde et godt indeklima - eksempelvis varme, lys og ventilation, er det vigtigt, at de dimensioneres, så de kan opfylde indeklimakravene. Det er samtidig vigtigt, at anlæggene sammensættes af energieffektive komponenter og opbygges, så man får minimale tab. Herved får man et effektivt anlæg, der har et lavt energiforbrug, holder i mange år samtidig med, at det er let at vedligeholde.

### **Styring af tekniske anlæg**

Der er ingen grund til at holde en høj temperatur eller foretage et højt luftskifte, hvis et område på skolen ikke benyttes. En effektiv styring sikrer, at anlæggene kan følge de aktuelle behov. Hvis der er stor variation i, hvordan området/lokalerne anvendes, eller hvor mange personer der er i området/lokalet, vil en effektiv styring få stor indflydelse på det konkrete energiforbrug.

### **Brugeradfærd og -behov stiller krav til tekniske anlæg**

Når vi læser, har vi behov for mere lys, end når vi ser film, og voksne har behov for mere lys end børn. Ofte vil de aktiviteter, der foregår i skolens lokaler stille forskellige krav. Krav vi kan forsøge



at imødegå, hvis de tænkes ind i dimensioneringen af de tekniske anlæg. Det er vigtigt, at man ikke ukritisk hæver indstillingen af anlæggene til at give mere lys eller højere ventilation, hvis den funktion, der kræver det høje niveau, ikke foregår særlig ofte. Her vil en effektiv styring være at foretrække.

### **Brugernes overstyring af tekniske anlæg**

Hvis elever og lærere kan påvirke de tekniske anlægs drift eller ændre sætpunkter som eksempelvis tidsinterval for ventilation eller lignende, bør de informeres om, hvordan deres adfærd påvirker energiforbruget, og hvordan de kan bidrage til et lavt energiforbrug. Herudover bør der være fokus på, hvordan bygningsejeren eller driftspersonalet følger op på, at anlæggene fungerer, og sætpunkterne er indstillet korrekt.

Det er vigtigt at tage stilling til, hvilke forhold der kan påvirkes i renoveringen af skolen. Renoveringen er en oplagt mulighed for at optimere klimaskærmen samt de tekniske anlæg. Medtages disse områder ikke i renoveringen, vil det være sværere at lave om på senere.

### **SKOLERS ENERGIFORBRUG**

I det efterfølgende gives en kort oversigt over fordelingen af skolers energiforbrug. Overordnet set inddeles energiforbrug på skoler i energiforbrug til opvarmning og elforbrug til teknisk udstyr.

#### **Energi til opvarmning går til:**

- Opvarmning af lokaler
- Opvarmning af ventilationsluft
- Opvarmning af varmt vand
- Varmetab fra de tekniske installationer  
- eksempelvis rør og kanaler

#### **Elforbrug går til:**

- Lys
- Ventilation
- PC og AV-udstyr
- Diverse, der dækker forbrug som køleskabe, udstyr i faglokaler, administrationen, teknikrum osv.

## **LAVT ENERGIFORBRUG I EN SKOLE KRÆVER**

- En klimaskæm, der er tæt og godt isoleret
- Tekniske anlæg, der er opbygget af energieffektive komponenter
- Fordelingsanlæg med minimalt tab
- Effektiv styring, der tilpasser de tekniske anlægs ydelse efter behov
- En effektiv vedligeholdelsesstrategi, der sikrer den krævede funktion og opretholder en høj energieffektivitet.

# ENERGI

## SÅDAN KAN I EVALUERE ENERGIFORBRUGET

Et væsentligt element ved at igangsætte en renovering er at tage stilling til skolens nuværende energiforbrug og hvilke muligheder, renoveringen giver for at optimere klimaskærmen og de tekniske anlæg.

I dette afsnit gives nogle forslag til, hvordan bygningsejeren metodisk kan evaluere på energiforbruget på en skole. Det er ikke en udtømmelig liste af metoder, men vigtige nedslagspunkter som arbejdsgruppen anbefaler, der tages stilling til.

### **KORTLÆGNING AF SKOLENS OPBYGNING, TEKNISKE ANLÆG OG ENERGIFORBRUG**

Når bygningsejer skal vurdere energiforbruget på en skole, skal der tages udgangspunkt i energiforbruget fra de foregående år. Årsforbruget sammenholdt med skolens alder samt en overordnet gennemgang af bygningen og de tekniske installationer giver et rimeligt billede af klimaskærmen samt hvilke tekniske anlæg, der er på skolen.

Når bygningsejer har overblik over omfanget af renoveringen og hvilke tekniske anlæg, der berøres, inklusive ventilation og varmeanlæg, udarbejdes en mere detaljeret kortlægning af energiforbruget. Kortlægningen tager udgangspunkt i driftsmønstret samt opbygning af de tekniske anlæg. Der er særlig fokus på de anlæg, der er en fast del af bygningen, såsom varmeanlæg, ventilationsanlæg og belysning.

Kortlægningen skal give overblik over energiforbruget, de tekniske anlæg og brugsmønstret, herunder hvor meget og hvordan skolen benyttes.

### **Mulige energieffektive løsninger**

Efter kortlægningen kan bygningsejer vurdere, hvilke muligheder der er for at skabe et godt indeklima i bygningen, uden det giver et unødvendigt højt energiforbrug. I mange tilfælde kan der også opnås en energibesparelse. Det er vigtigt, at de tekniske løsninger i denne fase vurderes ud fra en livscyklus betragtning, da valget vil påvirke skolens energiforbrug mange år frem i tiden.



## LÆS MERE OM BYGNINGENS LIVSCYKLUS HER:

[www.sbi.dk/Assets/Bygningens-livscyklus/sbi-2015-09-1.pdf](http://www.sbi.dk/Assets/Bygningens-livscyklus/sbi-2015-09-1.pdf)





For at sikre et godt indeklima kan bygningsejer arbejde med flere tekniske områder, der alle kan have stor indflydelse på skolens fremtidige energiforbrug. Arbejdsgruppen har i evalueringsværktøjet opstillet fire kriterier til at vurdere energi, som blev operationaliseret i indikatorer. Følgende kriterier og indikatorer (*kursiv*) blev formuleret:

- Klimaskærm - *kuldestråling, træk og energieffektivitet*
- Varmeanlæg - *temperaturregulering, varmestråling og energieffektivitet*
- Belysningsanlæg - *lysmængde, lyskvalitet og energieffektivitet*
- Ventilationsanlæg - *luftkvalitet, træk, støj og energieffektivitet*

Da de tekniske anlæg får stor indflydelse på indeklimaet, er det vigtigt, at bygningsejer i renoveringsprojektet tager højde for de ovenfornævnte områder.

Det er desuden vigtigt, at bygningsejer forholder sig til, hvordan de tekniske anlæg skal styres, hvordan styringen skal opbygges, hvor meget der skal styres af teknik og driftspersonale, og hvad der skal kunne styres af elever og lærere?

Sidst, men ikke mindst, er det vigtigt, at bygningsejer vurderer, hvordan anlæggene skal vedligeholdes, så man sikrer funktionen og opretholder den høje energieffektivitet. Det kan i nogle situationer være en fordel at indgå en vedligeholdsaftale med leverandøren.



# ENERGI

## SÅDAN GJORDE VI PÅ SKOVLUNDE SKOLE NORD

I starten af projektet udførte vi en energikortlægning af fløj fem på Skovlunde Skole Nord. Gennem kortlægningen vurderede vi skolens klimaskærm, der omfattede isolering i tag, loft og ydervægge samt standen på vinduer og døre. Herefter vurderede vi de tekniske anlæg, der omfattede varmeanlæg, varme fordelingsanlæg, radiatoranlæg, ventilationsanlæg og belysningsanlæg. Hvorefter vi vurderede skolens opbygning og driftsmønstre. Ud fra disse oplysninger lavede vi en samlet kortlægning af energiforbruget.

Kortlægningen viste, at man på skolen havde haft fokus på at reducere/opretholde et lavt energiforbrug. Klimaskærmen var energimæssig i rimelig god stand, og energiforbruget til varme blev kortlagt til 95 KWh/år/m<sup>2</sup>.

### KORTLÆGNING AF ELFORBRUGET

Kortlægningen af elforbruget viste, at over halvdelen - 57 procent - af elforbruget gik til lys. Se figur 8 over fordeling af elforbruget.

#### Belysningsanlægget

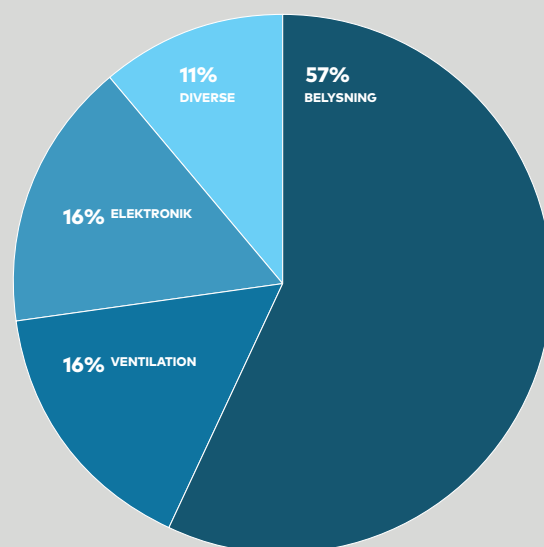
Belysningsanlægget er opbygget med armaturer med T5 eller D2 lysstofrør, der er monteret direkte på lofterne. Derudover er der i de fleste lokaler en tavlebelysning, der kan tændes og slukkes separat. Der er bevægelsessensor i hvert lokale, der sørger for, at lyset slukker automatisk, når der ikke er nogen tilstede i lokalet.

Belysningen er desuden udført med aktiv tænd, så det først tænder, når man tænder på kontakten; men slukker, når der ikke er personer i lokalet. Lysmængden er målt til cirka 200 lux.

Belysningen er opbygget med energieffektive lyskilder og en god styring.

### VARMEFORBRUG PÅ SKOVLUNDE SKOLE NORD PÅVIRKES AF

- Radiatoranlæg med termostater
  - mange radiatorer var indstillet på 3
  - en del stod højere
  - radiatorer er hårdt belastet, når der luftes ud
- Store vinduesarealer på trappen
- Ingen radiatorer på gangen
- Skolen er generelt godt isoleret



Figur 8: FORDELING AF ELFORBRUG PÅ SKOVLUNDE SKOLE NORD - FLØJ 5



## Ventilationsanlægget

Ventilationsanlægget var opbygget med to udsugningsventilatorer placeret i hver sin ende af loftrummet.

Kortlægningen viste en del problemer med ventilationsanlægget, der ikke kørte optimalt. Anlæggene støjede, og luftmængden var meget lav og ikke balanceret. Der var ingen tvivl om, at anlægget var i dårlig stand, og luftmængden var lav og burde hæves.

## Elektronik

Elektronik dækker forbrug til PC og smartboard - det blev ikke skønnet, at der er energimæssige grunde til at ændre på dette område.

## Diverse

Diverse dækker forbrug til udstyr og maskiner i faglokaler og pumper og lignende i teknikrum.

## Valg af testløsninger

I projektet blev der fokuseret på at optimere indeklimaet i to testlokaler, hvor arbejdsgruppen udskiftede belysning og installerede decentrale ventilationsanlæg i lokale 11 og 15. Samtidig sikrede arbejdsgruppen, at de valgte anlæg var energieffektive, så en unødigt stigning i energiforbruget kunne undgås.

## ENERGIEFFEKTIVT LED-BELYSNING

I testlokale 11 og 15 på Skovlunde Skole Nord blev opsat energieffektivt LED-belysning, som betød en markant forbedring af grundbelysningen fra 200 til 500 lux.

Det oprindelige belysningsanlæg havde en rimelig god energieffektivitet, hvorfor baggrunden for at opsætte LED-belysning i mindre grad afhæng af den relativt lille energibesparelse, men snarere var et ønske om at forbedre lyskvaliteten og etablere lysscenerier, som kan understøtte forskellige læringsmiljøer uden, at energiforbruget stiger. Opsætning af ny belysning har således betydet en forbedring af lyskvalitet, styrke og lysscenerier, men uden at medføre en stigning i energiforbruget.

## DECENTRAL OG HYBRID VENTILATION

På Skovlunde Skole Nord var CO<sub>2</sub>-koncentrationen i klasselokalerne høj. I testlokalerne blev CO<sub>2</sub>-koncentrationen afhjulpet med decentral mekanisk ventilation og hybrid ventilation i de to testlokaler. En central ventilationsløsning blev valgt af bygningsejer til de resterende klasselokaler.

Forinden var der stort set ingen ventilation og som følge heraf et meget lavt energiforbrug. Etablering af luftskifte vil medføre et energiforbrug, hvilket er forventeligt, da man ikke kan tale om en energioptimering, hvis man undlader at ventilere. Anlæggene, der blev brugt i projektet, blev valgt, så de er energieffektive, har en god varmegenvinding og er lydsvage.

# ENERGI

## OPMÆRKSOMHEDSPUNKTER VED MÅLING AF ENERGIFORBRUG

Ved kortlægningen af energiforbruget på Skovlunde Skole Nord og under de efterfølgende test i de fire testlokaler er arbejdsgruppen stødt på en række udfordringer, som en bygningsejer bør være opmærksom på, herunder:

- **Udfordringer i bygningen – hvilke løsninger kan lade sig gøre?**

På Skovlunde Skole Nord viste det sig vanskeligt at trække ventilationsrør på loft (på grund af asbest) samt få rørføring gennem etageadskillelser. Det gjorde det vanskeligt at etablere et centralt ventilationsanlæg.

- **Placeringen af skolen – er der udefrakommende forhold, der skal tages højde for?**

Skovlunde Skole Nord er placeret tæt på togbane, hvilket støjer, når vinduerne er åbne

- **Forældede og uhensigtsmæssige byggematerialer – er der materialer, der skal fjernes eller undgås?**

Der er asbest på loftet på Skovlunde Skole Nord, som skal håndteres, hvis der skal installeres anlæg i loftrummet.

- **Uhensigtsmæssig anvendelse af arealer – kan skolen bruges på en anden måde?**

Skovlunde Skole Nord har en stor, bred gang, som sjældent benyttes om vinteren på grund af kulde, men er et godt område at inddrage til eksempelvis gruppearbejde. Det kræver installation af varme på gangen samt reduktion af træk fra trappeområde.

- **Lysindfald – hvor er der godt og dårligt lysindfald?**

Skovlunde Skole Nord lider under et stort lysindfald fra øst, hvilket giver blænding om morgenen - særligt i forår og efterår.

- **Klassestørrelser - arealmæssigt og antal elever**

På Skovlunde Skole Nord varierer størrelsen af klasserne meget arealmæssigt - fra 49 kvm til 83 kvm, og antallet af elever i klasserne varierer fra 16 til 27 elever. Det giver forskellige udfordringer i brugen af lokalerne og stiller store krav til reguleringen af de tekniske anlæg.

- **Balance mellem et godt indeklima og et lavt energiforbrug**

MÅLT



# ØKONOMI

## ØKONOMI MED FOKUS PÅ BÅDE BYGGEOMKOSTNINGER OG DRIFT

Det traditionelle renoveringsforløb koncentrerer sig ofte om at minimere selve byggeomkostningerne, og der tages kun i begrænset omfang højde for de efterfølgende omkostninger, som opstår under brug og drift af skolen. Økonomisk bæredygtighed handler om at foretage valg ud fra en helhedstænkning med stillingtagen til både kort- og langsigtede konsekvenser af de prioriteringer og valg, som bygningsejeren har gjort i renoveringsprocessen og -løsningerne.

Ideelt set vil evalueringen af økonomisk bæredygtighed inkludere de samlede levetidsomkostninger samt de positive bidrag og afledte gevinster knyttet til renoveringen. Herunder eksempelvis værdiskabelsen i form af øget bygningsværdi, øget udlejningspris, forbedret indeklima og øget kvalitet for skolens elever og lærere. I projektet Skolerenovering i en Helhed fokuserer evalueringen af økonomisk bæredygtighed dog mere snævert ved udelukkende at se på renoveringsløsningernes bygge- og anlægsomkostninger, løsningernes levetider, krav til drift og vedligehold samt forhold for fleksibilitet og tilpasningsevne.

Når en skole skal renoveres, kan de ønskede løsningernes (total)økonomiske forhold evalueres ved at bygningsejer tager stilling til:

1. Bygge- og anlægsomkostninger til konstruktioner, materialer og tekniske installationer
2. Levetiden for renoveringsløsningen
3. Drift og vedligeholdelse knyttet til renoveringsløsningen
4. Flexibilitet og tilpasningsmuligheder knyttet til renoveringsløsningen

Det skal bemærkes, at honoraromkostninger til rådgivning, projekteringsomkostninger og andre administrative omkostninger ikke er medtaget i evalueringseksemplet for Skovlunde Skole Nord, men det anbefales også at kigge på det i en konkret skolerenovering.





## SÅDAN KAN I EVALUERE ØKONOMIEN

Følgende afsnit fremhæver metodiske forslag til, hvordan det er muligt at evaluere økonomisk bæredygtighed for renoveringsløsninger. Forslagene skal betragtes som et eksempel og en mulig evalueringsmetodik - ikke en udtømmelig liste.

Forslagene tager udgangspunkt i evalueringsværktøjets fire kriterier til at vurdere og evaluere økonomisk bæredygtighed, som er operationaliseret i indikatorer. Kriterierne er beskrevet i det følgende.

### **Bygge- og anlægsomkostninger**

Når en skole skal renoveres – og senere evalueres - ud fra en økonomisk bæredygtighedsbetragtning er det væsentligt at tage stilling til bygge- og anlægsomkostningerne i forhold til det samlede renoveringsbudget.

Bygge- og anlægsomkostninger omfatter alle omkostningerne til konstruktioner, indkøbte byggematerialer samt alle tekniske installationer. Ligeledes indgår håndværkerudgifter samt omkostninger til eventuelle nedrivninger og bortskaffelser udført i forbindelse med forberedelse og gennemførelse af renoveringsløsningen. I denne evalueringsmetode foreslås det, at de anslåede bygge- og anlægsomkostninger knyttet til renoveringsløsningen opgøres som én samlet totalomkostning i kroner per kvadratmeter.

Når bygge- og anlægsomkostninger estimeres i den tidlige planlægningsfase, hvor alle omkostninger ikke nødvendigvis er kendte, så bør totalomkostningen estimeres som et overslag med udgangspunkt i planlagte renoveringstiltag og forventede omkostninger. I estimeringen kan det vælges at medregne et overslag for eventuelle uforudsete tillægsomkostninger.

### **Levetid**

Robuste løsninger med lange levetider kan medvirke til en totaløkonomisk gevinst for bygningsejeren i det lange løb. Erfaringer viser, at merinvesteringer i bygge- og anlægsfasen ofte kan betale sig, hvis den valgte renoveringsløsning er robust og langtidsholdbar. Renoveringsløsningens levetid beregnes og evalueres ved at sammenfatte referencelevetider for de enkelte bygningsdele og hovedkomponenter i én gennemsnitlig levetid. Renoveringsløsningens samlede levetid opgøres i den foreslåede metode i antal år.

Det skal bemærkes, at der i løbet af renoveringsløsningens levetid gerne må udskiftes delkomponenter uden, at dette vil definere løsningens generelle levetid. Et eksempel herpå kan være levetiden for et ventilationsanlæg, som ofte estimeres til en forventet levetid på cirka 25 år på trods af løbende udskiftning af eksempelvis filtre.

## Drift og vedligehold

Når bygningsejeren skal evaluere renoveringsløsningers totaløkonomi, indgår omkostninger knyttet til selve driften af løsningerne - eksempelvis faste, årlige omkostninger til drift, diverse eftersyn, vedligeholdelse, eventuelle reparationer og udskiftninger. Omkostninger til drift og vedligehold evalueres ofte ved at betragte driftsomkostningerne over en længere brugsperiode på eksempelvis 50 år.

Arbejdsgruppen foreslår en mere simpel tilgang til at evaluere drift og vedligehold. I evalueringen rettes fokus mod renoveringsløsningens tekniske systemer og drifts- og vedligeholdelsesforholdene for disse. Drift og vedligehold evalueres således ud fra en overordnet betragtning af adgangen til de tekniske systemer, hvorvidt adgangen fremstår let eller besværlig samt et overslag over antal arbejdsgange for vedligehold.

Baggrunden for at simplificere evalueringen er, at det i renoveringsprojekter ofte kan være vanskeligt at indsamle tilstrækkelig viden om forventede drifts- og vedligeholdelsesforhold særligt i den tidlige design- og planlægningsfase.

## Fleksibilitet og tilpasningsevne

Fleksibilitet og en god tilpasningsevne kan have en positiv effekt på en renoveringsløsning økonomiske succes. Set ud fra et totaløkonomisk perspektiv er det derfor fordelagtigt, at der i renoveringsløsningen indtænkes fleksibilitet, således at det er muligt at ændre og tilpasse løsninger i tilfælde af, at elever og lærere ændrer behov. Som eksempel kan det blive nødvendigt at tilpasse løsningen, hvis der opstår et behov for ekstra elever i et undervisningslokale, eller hvis skolen eller lokalet skal bruges til andet end klasselokale.

Når en bygningsejer evaluerer fleksibilitet og tilpasningsevne i renoveringsprojekter, er det ofte fleksibiliteten i de nye tekniske systemer, da de fysiske rammer ofte bibeholdes eller blot opdateres og moderniseres. Det er også tilfældet i projektet Skolerenovering i en helhed og den foreslåede evalueringsmetode. Her evalueres fleksibilitet og tilpasningsevne for de valgte renoveringsløsninger ud fra en betragtning af mulighederne for en eventuel øget kapacitet eller ombygning af løsningens tekniske systemer. Eksempler kan være mulighederne for at øge kapaciteten i ventilations-systemet, herunder forøge i luftmængder, samt ombygge ventilationskanaler eller belysningsystem med ændring af lysmængder og styring.







## SÅDAN GJORDE VI PÅ SKOVLUNDE SKOLE NORD

På Skovlunde Skole Nord har arbejdsgruppen evalueret to helhedsorienterede testløsninger i forhold til økonomisk bæredygtighed:

- Lokale 11, renoveringsløsning:  
Hybridventilation, akustiklofter, LED loftsbelysning og styring
- Lokale 15, renoveringsløsning:  
Fuld mekanisk ventilation, sive/akustiklofter, LED loftsbelysning og styring

Målet var at kortlægge de totaløkonomiske forhold for begge renoveringsløsninger og herigennem at danne et oplyst grundlag for valg og prioriteringer i det videre renoveringsforløb af skolen.

Arbejdsgruppen evaluerede renoveringsløsningerne installeret i de to lokaler og klassefløjen i forhold til:

### 1. Bygge- og anlægsomkostninger

Da en renovering af et enkelt lokale aldrig ville finde sted, er det ikke retvisende at udregne denne omkostning.

### 2. Levetid

Her indgik alle forventede levetider for alle løsnings hovedkomponenter. Levetiderne blev bestemt enkeltvist med input fra leverandører. Til slut blev der beregnet en samlet/gennemsnitlig levetid for de enkelte renoveringsløsninger.

### 3. Drift og vedligehold

Her indgik betragtninger om adgang til de tekniske systemer samt antallet af nødvendige arbejdsgange knyttet til den daglige drift og vedligehold af renoveringsløsningerne. Drifts- og vedligeholdelsesforholdene blev bestemt med input fra leverandører. Ydermere blev skolens driftspersonale spurgt til råds.

### 4. Fleksibilitet og tilpasningsevne

Her blev mulighederne for at justere og øge løsningernes kapacitet evalueret. Fleksibilitet og mulighederne for at tilpasse blev bestemt med input fra leverandører. Ydermere blev skolens driftspersonale spurgt til råds.

På næste side ses et eksempel på vurdering af levetid, drift- og vedligehold samt fleksibilitet og tilpasningsevne for testløsningerne i lokale 11, 15 og den løsning, som skolen efterfølgende valgte for klassefløjen.

Nedenfor ses et eksempel på vurdering af levetid, drift- og vedligehold samt fleksibilitet og tilpasningsevne for testløsningerne i lokale 11, 15 og klassefløjen. Det er vigtigt at være opmærksom på, at der i eksemplet evalueres på to enkeltstående lokaler og en klassefløj, hvilket ikke normalt er tilfældet ved en renovering, som typisk vil dække over et større antal lokaler eller en fløj i en bygning.

	Levetid	Point	Drift og vedligehold	Point	Fleksibilitet og tilpasningsevne	Point
	[År]	[1-5]	[ - ]	[1-5]	[ - ]	[1-5]
<b>Lokale 11 Hybrid-ventilationsløsning, 62 m<sup>2</sup></b>						
WindowMaster, anlæg + montage [WindowMaster]	15-20	3	Let adgang til teknik, rimelige arbejdsgange for vedligehold	3	Let at øge kapacitet, udvide og ombygge	3
Loft, inklusiv akustik [Gyproc]	30-40	5	Let adgang til teknik, få arbejdsgange for vedligehold	4	Let at øge kapacitet, udvide eller ombygge	4
Belysning, armaturer inklusiv montage [Zumtobel + AI]	20-25	4	Let adgang til teknik, få arbejdsgange for vedligehold	4	Let at øge kapacitet, udvide eller ombygge	4
KNX-styring, CO <sub>2</sub> /PIR-følere [Schneider]	15-20	3	Let adgang til teknik, få arbejdsgange for vedligehold	4	Meget let at øge kapacitet, udvide og ombygge	5
<b>SUM</b>		<b>3,8</b>		<b>3,8</b>		<b>4,0</b>
<b>Lokale 15 Siveloftløsning, 48 m<sup>2</sup></b>						
Airmaster, anlæg + taghætter + montage [Airmaster]	20-25	4	Let adgang til teknik, rimelige arbejdsgange for vedligehold	3	Let at øge kapacitet, udvide og ombygge	3
Siveloft, inklusiv akustik [Gyproc]	30-40	5	Let adgang til teknik, få arbejdsgange for vedligehold	4	Let at øge kapacitet, udvide eller ombygge	4
Belysning, armaturer inklusiv montage [Zumtobel + AI]	20-25	4	Let adgang til teknik, få arbejdsgange for vedligehold	4	Let at øge kapacitet, udvide eller ombygge	4
KNX-styring, CO <sub>2</sub> /PIR-følere [Schneider]	15-20	3	Let adgang til teknik, få arbejdsgange for vedligehold	4	Meget let at øge kapacitet, udvide og ombygge	5
<b>SUM</b>		<b>4,0</b>		<b>3,8</b>		<b>4,0</b>
<b>Klassefløj</b>						
Exhausto centralt anlæg + montage	20-25	4	Let adgang til teknik, få arbejdsgange for vedligehold	4	Let at øge kapacitet, udvide og ombygge	3
KNX-styring, CO <sub>2</sub> /PIR-følere [Schneider]	15-20	3	Let adgang til teknik, få arbejdsgange for vedligehold	4	Meget let at øge kapacitet, udvide og ombygge	5
<b>SUM</b>		<b>3,5</b>		<b>4,0</b>		<b>4,0</b>

Det ses, at der i evalueringen er givet point trinvist for hver enkelt delkomponent af hver løsning. Herved belyses løsningernes fordele og ulemper fra et totaløkonomisk synspunkt for alle delkomponenter samt renoveringsløsningerne i sin helhed.



## OPMÆRKSOMHEDSPUNKTER VED ØKONOMIEN

Der er flere ting, en bygningsejer skal være opmærksom på, når økonomisk bæredygtighed evalueres. Særligt skal bygningsejer være opmærksom på, at der kan komme ekstraomkostninger på grund af uforudsete udfordringer – det kan eksempelvis være fund af problematiske stoffer i konstruktioner i forbindelse med nedrivning og klargøring af renoveringen. Dette punkt bør så vidt muligt tages med i evalueringen af bygge- og anlægsomkostninger.

Et andet opmærksomhedspunkt kan være begrænsede muligheder for, at de valgte løsninger i fremtiden kan tilpasses fleksibelt til bygningen på grund af byggetekniske begrænsninger i det eksisterende byggeri. Dette punkt bør tages med i evalueringen af fleksibilitet og tilpasningsevne.

I forbindelse med evaluering af drift og vedligehold bør bygningsejer være opmærksom på, at det er fordelagtigt at inddrage skolens driftspersonale, da de vil indgå i den daglige drift af renoveringsløsningerne og de tekniske systemer. Der bør også være fokus på at overlevere renoveringsløsningerne til driftspersonalet og videregive drift- og vedligeholdelsesinstruktioner, herunder funktionsbeskrivelser med specifikationer for styringsparametre for luft, lyd, lys og energi, samt guidelines og retningslinjer for løbende justering og tilpasning.



# BRUGERINVOLVERING OG PROCES

## BRUGERINVOLVERING SIKRER EJERSKAB

En god og optimeret brugerproces har fokus på at skabe helhedsorienterede løsninger, hvor bygningsejeren tager stilling til problemstillinger, ønsker, krav og behov fra skoleledelse, elever, lærere og driftspersonale fra start til slut. En brugerproces varer som regel i hele skolerenovringens løbetid og giver plads til forandringsledelse og omstilling.

Den gode proces opnås ved dels at gennemføre brugerinitiativer for at blive klogere på brugerønsker og behov, men har også fokus på, at brugerne føler sig hørt, involveret og tager ejerskab til løsningerne. På denne baggrund anbefaler arbejdsgruppen, at bygningsejer i renoveringsprocessen forholder sig til:

- **Den målte brugerinvolvering**, det vil sige, om der skal gennemføres brugerinitiativer såsom afholdelse af workshops, udsendelse af spørgeskemaer, afholdelse af interviews og møder for at udnytte de ressourcer og idéer, som brugerne har.
- **Den oplevede brugerinvolvering** er løbende målinger af, om brugerne føler, at deres behov og ønsker er blevet hørt, og om initiativerne i deres øjne har været de rigtige og givet værdi.

Den gode proces sætter de konkrete brugere som eksempelvis elever, lærere, driftspersonale og skoleledelse sammen med medarbejdere fra kommunens Teknik- og Miljøforvaltning, arkitekter og rådgivere, der har de nødvendige tekniske kompetencer på det rigtige tidspunkt i renoveringsprocessen. Det er vigtigt, at alle bliver samlet samtidig.

Et andet vigtigt element for at forbedre den oplevede brugerinddragelse er kommunikation til og med de nævnte aktører. Det gælder både i forhold til envejskommunikation i form af eksempelvis beskeder, men også inddragende kommunikation i form af workshops, spørgeskemaer og interviews, hvor brugere kan bidrage undervejs.

Det er væsentligt at inddrage brugerne fra start for at få alle relevante input til for eksempel drift, vedligeholdelse, styring, ønsker og pædagogik for at forhindre, at der træffes u hensigtsmæssige beslutninger. Elever og læreres input kan give bygningsejeren og rådgiverne vigtig viden om, hvordan bygningen bruges i dag og ønskes brugt i fremtiden, og hvordan indeklimaet opleves. Samtidig kan dialogen bruges til at åbne elever og læreres øjne for nye muligheder og behov gennem nye løsninger.

Brugerne inddrages bedst ved at afholde fælles byggeudvalgsmøder eller særlige emnemøder, hvor specifikke emner eller krav drøftes i plenum mellem planlæggere/rådgivere og brugerne. Byggeudvalgsmøder på skoler omfatter i en optimeret proces alle de personer, der skal kunne tage ejerskab for projektet, når det er færdigt, herunder: skolelederen, viceskolelederen, den

# MÅLT OG OPLEVET



tekniske ejendomsleder (pedellen) / driftspersonalet, tillidsrepræsentanten, arbejdsmiljørepræsentanten for lærerne, relevante faglærere, en lærer fra hvert relevant skoletrin, den offentlige bygherres projektleder, arkitekten, bygningskonstruktøren, sagsingeniøren og eventuelt entreprenøren.

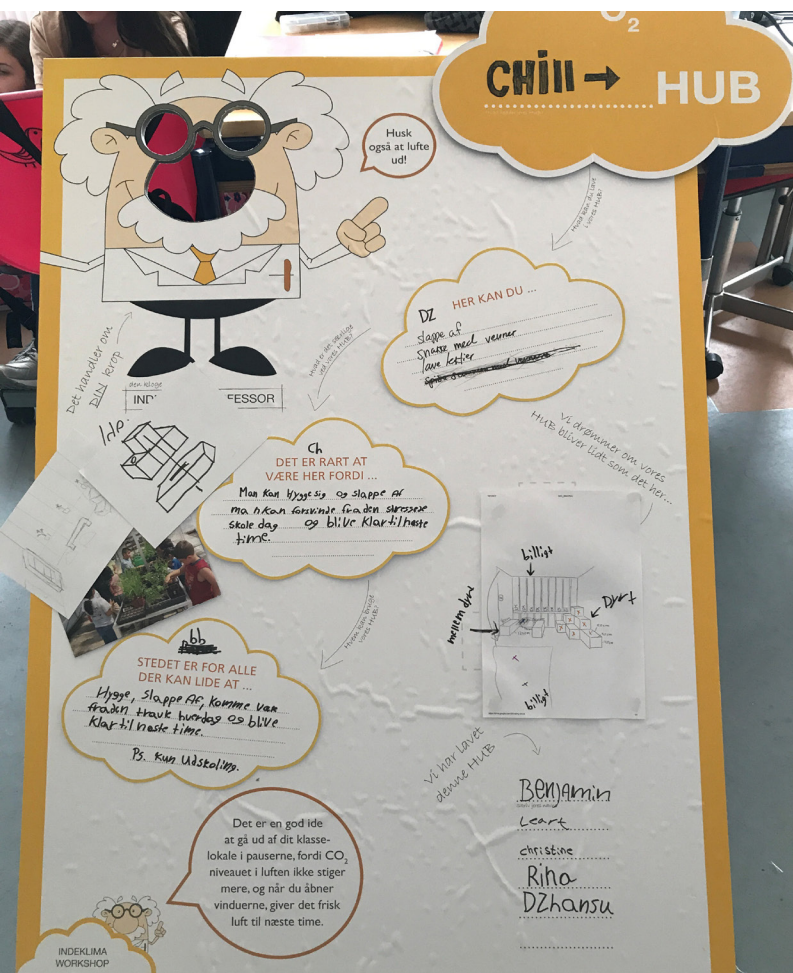
Byggeudvalgsmøderne er en række møder, hvor alle parter får mulighed for at drøfte og reflektere over de foreslåede / udarbejdede løsningsforslag, og hvor problematiske løsninger bliver diskuteret, før en løsning implementeres. Det er vigtigt for, at flere tager ejerskab for løsningerne.

Driftspersonalet har muligvis faste samarbejdsaftaler, pålagte ramme- og indkøbsaftaler eller begrænset teknisk viden, som medfører andre løsninger end de mest oplagte. Det skal indtænkes i planlægningen, og det er rådgiverens ansvar at afdække det reelle vidensniveau for brugerne og medtage det i sine betragtninger, så man kan give den 'rigtige' rådgivning i stedet for den 'sædvanlige'.

Når renoveringsløsningerne er implementeret, er det ekstra vigtigt, at driftspersonalet bliver instrueret i at drifte og betjene de tekniske løsninger. Det er en nødvendighed for at få systemerne til at virke efter hensigten og for at sikre, at personalet ikke fortsætter med at gøre, som de har gjort hidtil på skolen.

Derudover er det helt essentielt, at elever og lærere også bliver instrueret i, hvordan det er tænkt, at de fremadrettet skal bruge undervisningslokaler, møbler, indretning og teknisk udstyr for at sikre, at de får det meste ud af løsningerne, og at de ikke gør det, de altid har gjort. Det kræver en stor indsats og synlighed fra arkitekten fra start til slut.

Det er vigtigt, at der under hele forløbet tages hensyn til den daglige skolegang og hverdag på skolen, som stadig skal kunne fungere. Involvering skal ske med blik på skoleskemaer, ferier, lærerskifte, planlagte forløb og andre aktiviteter efter skoletid.



# BRUGERINVOLVERING OG PROCES

## SÅDAN KAN I EVALUERE BRUGERINVOLVERING OG PROCES

Brugerinvolvering er helt essentielt for succesraten på skoleprojekter generelt. En god brugergruppe sammensat med en engageret bygningsejer, en effektiv bestiller og det rigtige rådgiverteam giver typisk en effektiv og succesfuld brugerproces.

Det er dog afgørende, at den personlige kemi parterne imellem er positiv, og at brugerne føler sig hørt. Jo flere mennesker, der er involveret, jo flere meninger, holdninger, behov, ønsker og krav vil der være, og nogle af disse krav, ønsker og behov vil per definition være forskellige. Derfor er det også vigtigt at forventningsafstemme, hvad kan der forventes inden for den økonomiske ramme.

Nedenstående afsnit er metodiske forslag til, hvordan man kan planlægge en god brugerproces. Det er ikke en udtømmelig liste.

### DEN MÅLTE BRUGERINVOLVERING OG PROCES

De metodiske forslag tager udgangspunkt i evalueringsværktøjets kriterier til at vurdere og evaluere brugerinvolvering og proces, som er operationaliseret i indikatorer. Arbejdsgruppen har defineret følgende kriterier og indikatorer (kursiv):

Brugerinvolvering og proces, målt:

#### ■ Inddragende proces

1. *Der er sammensat et byggeudvalg*
2. *Der er udarbejdet en handlingsplan og tidsplan for brugerinddragelse*
3. *Der er løbende afholdt byggemøder og emnemøder*
4. *Der er løbende afholdt særlige emnemøder*
5. *Der er anvendt forskellige informations- og kommunikationskanaler*

#### 1. Sammensæt et byggeudvalg

Ved opstart af en renoveringsproces for en skole bør bygningsejer lave en interessentanalyse over relevante personer, der måtte have et ønske om at blive inddraget i projektet på baggrund af det konkrete projekts omfang. Listen over personer indsnævres i samarbejde med bygherren til en bruttoliste over personer, der bør være med i et byggeudvalg. Listen skal herefter verificeres af de konkrete brugere, som eksempelvis skolens ledelse og arbejdsmiljørepræsentant.

Et typisk byggeudvalg vil ofte, foruden den kommunale bygningsejer, bygherren, muligvis en bygherrerådgiver og rådgiverteamet, bestå af en skoleleder, en viceskoleleder, en teknisk ejendomsleder, en eller to tillidsrepræsentanter, en arbejdsmiljørepræsentant, faglærere, udvalgte lærere og fritidsordningsledelse- / personale.

# MÅLT OG OPLEVET



## 2. Udarbejd en procesplan

Når hovedtidsplanen for renoveringen af skolen er udført, kan rådgiveren komme med et oplæg indenfor tidsplanen, hvor der kan afholdes:

- Byggeudvalgsmøder (overordnet projektplanlægning og -kommunikation)
- Særlige emnemøder (om eksempelvis teknik, rengøring, drift, faglokaler)

Møderækken og især beslutningsprocessen illustreres ofte bedst ved at opstille en procesplan, hvor alle tidspunkter/datoer for møder og konkrete beslutninger oplistes.

Procesplanen kan udarbejdes, som man har lyst, men det er vigtigt, at de forskellige interessenter kan identificere, hvornår der forventes noget af dem, eller hvornår de kan forvente at modtage materiale til kommentering. Det er også med til at tydeliggøre, hvornår de forskellige interessenter har en rolle at spille eller ej.

## 3. Afhold byggeudvalgsmøder

På de første byggeudvalgsmøder har bygningsejeren brug for at få alle til at trække i samme retning, tage ejerskab, afstemme forventninger og aftale fælles spilleregler og fremgangsmåde. På disse møder vil bygningsejeren tilstræbe at etablere fælles afsæt, grundlag og mål for det fælles arbejde.

På byggeudvalgsmøder drøftes følgende:

- Funktion / Indretning
- Materialer
- Teknik
- Kommunikation
- Forundersøgelser
- Myndigheder
- Tidsplan
- Eventuelt

Efter de første byggeudvalgsmøder kan rådgiverteamet arbejde på det, der er aftalt, så man allerede på de næste byggeudvalgsmøder kan fremlægge oplæg til eksempelvis løsningsmodeller, handlingsplaner, tidsplaner og kommunikationsplaner.

På de efterfølgende byggemøder bliver der fulgt op på fremgangen i projektet. Den tid, der er mellem møderne, vil erfaringsmæssigt også give byggeudvalgets medlemmer tid til at reflektere over særlige problemstillinger eller emner, der går dem på. Problemstillingerne bør løbende tages op og håndteres.

# BRUGERINVOLVERING OG PROCES

## 4. Afhold særlige emnemøder

På særlige emnemøder kan specifikke problemstillinger drøftes til bunds med relevante personer. Disse møder kan for eksempel omhandle:

- Indretning af faglokaler
- Elevernes ønsker
- Genhusning
- Økonomi
- Tekniske anlæg og drift af disse
- Planlægning af styring af tekniske anlæg
- Undervisning / instruktion i nye installerede løsninger
- Håndtering af løbende drift og vedligeholdelse samt rengøring efter ibrugtagning

Til disse møder vil det typisk være relevant for konkrete persongrupper at deltage. For eksempel ville den tekniske ejendomsleder, ventilationsingeniøren og projektlederen være relevante personer ved et møde om et nyt ventilationsanlæg, eller en faglærer, skolelederen, arkitekten og en gruppe udvalgte børn til at drøfte elevernes ønsker til et projekt. Resten af byggeudvalget bliver herefter orienteret via referater fra de særlige emnemøder.

## 5. Brug forskellige informations- og kommunikationskanaler

For at sikre en god renoveringsproces er det vigtigt at tage stilling til, hvordan der kommunikeres i og om renoveringen. Det gælder blandt andet i forhold til envejskommunikation i form af eksempelvis beskeder, herunder hvornår og hvordan der kommunikeres til forældre og elever om for eksempel formål med renoveringen og tidsplanen.

Lige så vigtigt er det at tage stilling til, hvordan der kommunikeres internt på møder, hvordan eventuelle uenigheder håndteres, men også hvornår og hvordan relevante aktører skal involveres, og om det skal være i form af workshops, interviews, spørgeskemaer eller noget helt fjerde.

## DEN OPLEVEDE BRUGERINVOLVERING OG PROCES

De metodiske forslag tager udgangspunkt i evalueringsværktøjets kriterier til vurdering og evaluering af brugerinvolvering og proces, som er operationaliseret i indikatorer i excelarket. Arbejdsgruppen har defineret følgende indikatorer og spørgsmål, som stilles til målgrupperne: elever, lærere, skolebestyrelse og driftspersonale i excelarket (kursiv):

- **Brugerinvolvering og proces, oplevet**
  1. Brugeroplevelse af lokale - *brugerne føler, at de har mulighed for at få indflydelse på de lokaler, de undervises i*
  2. Inddragelse af processen - *brugerne føler, at de har haft mulighed for at bidrage med inputs, evaluere på løsninger og forstår valg af løsning*
  3. Ejerskab til løsningerne - *brugerne føler, at de har haft mulighed for at få indflydelse på, hvilke løsninger, som blev valgt*





# MÅLT OG OPLEVET

## 1. Brugeroplevelse før og efter reovering

Ved at måle den oplevede brugerinvolvering før, under og efter en reovering er det muligt for udførende parter at sørge for, at alle brugere føler sig tilstrækkeligt hørt gennem hele processen. Herved har parterne også mulighed for at dokumentere overfor brugerne og interesserede, for eksempel lokale medier, hvordan den samlede tilfredshed i forhold til inddragelsen er og har været. Det signalerer overfor brugerne, at deres forståelse af processen er vigtig for det endelige resultat.

## 2. Følelse af inddragelse i proces

Der skal igennem forløbet måles på, om de involverede brugere føler sig tilstrækkeligt hørt, og om de efter egen mening har haft mulighed for at bidrage med alle relevante inputs/forslag. Hvis det viser sig, at de ikke er tilfredse, er der mulighed for at rette op herpå inden projektet afsluttes og at intensivere deres indflydelse. Det er også muligt at ændre på måden, hvorpå de involveres.

Det er vigtigt at opnå et tillidsforhold til byggeudvalgets medlemmer, da de er direkte ambassadører for projektet både før og under udførelsen. Man skal gennem projekteringen og udførelsen fastholde det fælles ejerskab gennem tydelig og synlig kommunikation – både internt i byggeudvalget og til øvrige brugere, der berøres af reoveringen.

## 3. Ejerskab til løsninger

For at sikre at brugerne føler ejerskab til løsninger, er det vigtigt, at de undervejs i reoveringsprocessen føler, at de har haft indflydelse på endelige valg. Hvis brugerne føler, at de bliver lyttet til, vil de i så højere grad have lyst til at bidrage til de endelige løsningsmodeller. Som opfølgning på de forskellige brugerinvolveringsinitiativer kan man spørge skolens brugere om deres oplevelser i forhold til at blive involveret i projektet, og hvor meget de følte, at de havde haft ansvar og medbestemmelse over de nye tiltag. Det giver brugerne en fortsat forståelse af, at de stadig er vigtige aktører i reoveringsprojektet, og at indeklimaet stadig er på dagsordenen.



# BRUGERINVOLVERING OG PROCES

## SÅDAN GJORDE VI PÅ SKOVLUNDE SKOLE NORD

På Skovlunde Skole Nord har der været fokus på at inddrage og involvere brugerne undervejs i renoveringsprocessen af testlokaler samt at teste effekten af adfærdsinitiativer og nudging i forhold til at skabe et bedre indeklima. Kriterier i evalueringsværktøjet er blevet operationaliseret til indikatorer undervejs i processen i takt med de erfaringer, som blev gjort. Som følge heraf er ikke alle kriterier, som anbefales i evalueringsværktøjet, blevet anvendt i projektet. Brugerinvolvering og proces, målt og oplevet, er beskrevet parallelt i dette afsnit.

### INVOLVERING FØR UDFØRELSE

#### Udarbejdelse af projekt- og tidsplan og orientering af brugere

Efter renoveringstiltagene var planlagt i overordnede rammer af arbejdsgruppen, blev skolens ledelse, arbejdsmiljørepræsentant og enkelte lærere inviteret til et "byggeudvalgsmøde", hvor næsten færdige løsninger for testlokalerne blev fremlagt og drøftet.

Det blev drøftet, hvordan lokalerne kunne differentieres og hvilke specifikke lokaler, det ville give mening at udføre i renoveringsprojektet både i forhold til fysiske forhold, men også i forhold til at kunne sammenligne løsningerne.

Tidsplanen var meget stram, da installationen af løsninger i testlokalerne skulle udføres på én enkelt uge, hvor skolen holdt efterårsferie. Det gav ikke så meget plads til refleksion over den brugerproces, som kørte delvist forinden, delvist parallelt. Det gjaldt blandt andet gennemførelse af spørgeskemaundersøgelser, interviews og workshops (se afsnit 'Inddragelse i proces via spørgeskemaer, interviews og workshops' for nærmere information), hvor der blev spurgt ind til, hvordan elever og lærere oplevede skolen, og hvad det særlige ved skolen var.

Seks uger før projektet skulle udføres, blev projektet færdigprojekteret og sendt til de entreprenører, der skulle udføre det. Samtidig blev der udsendt et orienteringsbrev til skolens elever, forældre og lærere via skolens intranet, så alle på forhånd blev orienteret om, hvad der skulle ske og hvornår.

### INVOLVERING UNDER UDFØRELSEN

Mens de nye løsninger blev opsat, var der et højt niveau af involvering af den tekniske ejendomsleder på skolen, som kunne assistere med oplysninger, eksempelvis hvor man kunne tænde / slukke for installationer, eller hvor man fik adgang til områder.

Under projektering og implementering var der tæt dialog med skoleledelsen og driftspersonalet. I samarbejde med skoleledelsen blev lærerne informeret om forestående ændringer i lokalerne, og hvordan de skulle forholde sig til dem. Det gav lærerne en tryghed og opbakning til at fortsætte deres daglige undervisning og pædagogik trods de nye løsninger i lokalerne.

# MÅLT OG OPLEVET



## INVOLVERING EFTER UDFØRELSEN

### Overlevering

Der blev afholdt et overleveringsmøde mellem det tekniske driftspersonale og leverandører, hvor man fastlagde ansvarsopgaver i forhold til drift og vedligeholdelse for driftspersonalet efter implementering af løsninger. I den forbindelse blev der udarbejdet notat over rolle- og ansvarsfordeling.

Elever og lærere i de berørte lokaler blev efter udførelsen instrueret i, hvad der var tænkt med løsningerne, og hvordan de kunne påvirke dem selv i løbet af deres dag. Et læringselement fra projektet var, at der skulle have været fulgt op på overleveringen, så man havde sikret sig, at brugerne fortsat var ajourført med de nye vaner.

## PARALLELT ADFÆRDSSPOR

### Involvering og ejerskab

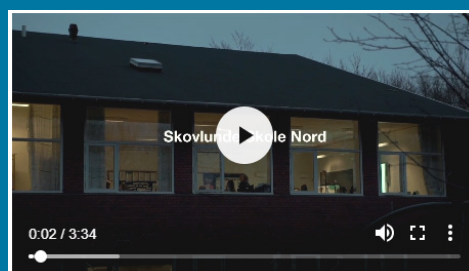
I den direkte brugerinvolvering skulle eleverne i 8.x (lokale 13) og deres klasselærer arbejde med adfærdsændringer. Formålet var at undersøge, hvor store forbedringer der kunne opnås uden brug af mekaniske/automatiske løsninger. Indeklima blev integreret som tema i undervisningen for at give elever og lærere bedre kendskab til, hvad der kendetegner et godt og dårligt indeklima. Samtidig var der fokus på udvikling af løsningsforslag til, hvordan eleverne kunne bruge skolens lokaler mere adspredt.

Klasselæreren for 8.x var primus motor for, at involveringen af eleverne lykkedes. Eleverne udtaler i interviews, at de har ændret adfærd som følge af ny viden om indeklima. De er blevet beviste om sammenhængen mellem et sundt indeklima i deres klasselokale og vigtigheden i at benytte andre lokaler til ophold i pauser og ved for eksempel gruppearbejde.

## EJERSKAB TIL NYE VÆRESTEDER

Gennem udvikling, design og implementering af to hyggekroge på gangarealet havde eleverne selvbestemmelse. Det giver større sandsynlighed for, at de vil tage ændringerne til sig. Der er kommet en video ud af processen - se den her:

[www.gate21.dk/skrevetogsagt](http://www.gate21.dk/skrevetogsagt)



# BRUGERINVOLVERING OG PROCES

## INDDRAGELSE I PROCES

### via spørgeskemaer, interviews og workshops

Der blev i forbindelse med planlægningen af projektet fremsendt spørgeskemaer til at afdække, hvordan elever og lærere oplevede skolens indeklima, faciliteter og indeklimarelaterede symptomer på/uden for skolen. Skemaerne er endvidere blevet udsendt efter implementering af løsningerne til at sammenligne og indhente data. Spørgeskemaerne bør også anses som en del af den brugerinvolverende proces, da spørgeskemaerne giver et signal om, at bygnings-ejeren er interesseret i elever og læreres mening og vil ofte skabe en forventning hos de adspurgte om videre inddragelse eller om at få indblik i resultaterne.

Ligesom med spørgeskemaerne blev der foretaget interviews både inden og efter implementering af testløsningerne med elever og lærere i de valgte testlokaler. Forinden implementeringen af løsningerne blev foretaget interviews med elever, lærere og driftspersonale, hvor udsagn og personlige beretninger vedrørende hverdagen på skolen blev indsamlet.

Ligeledes blev der afholdt en miniworkshop med lærerne. Her skulle de blandt andet svare på, hvad det særlige ved skolen var, og ordet var frit. Flere lærere påpegede det gode sammenhold og deres evner til at inkludere alle blev fremhævet. Herved blev en fælles forståelse og et engagement udbredt mellem lærerne, og de blev dermed rustet og engagerede i forhold til de tiltag, de snart skulle møde. Der blev også afholdt samtale med skoleledelsen for at sikre deres opbakning.

Projekt: Skolerenovering i en helhed. **ELEV-SKEMA**  
02E-05A-1

Klasse/klasselokale: \_\_\_\_\_

Er du en dreng eller pige?  Dreng  Pige

Svar på spørgsmålene ved at sætte kryds over den smiley, der gælder for dig:

Hvordan har klasselokalet været i den sidste uges tid?

Der var <u>ikke</u> for varmt	☹️ ☹️ ☹️ ☹️ ☹️	Der var for varmt	☺️ ☺️ ☺️ ☺️ ☺️
Der var <u>ikke</u> for koldt	☺️ ☺️ ☺️ ☺️ ☺️	Der var for koldt	☹️ ☹️ ☹️ ☹️ ☹️
Jeg følte <u>ikke</u> træk	☺️ ☺️ ☺️ ☺️ ☺️	Jeg følte træk	☹️ ☹️ ☹️ ☹️ ☹️
Jeg oplevede <u>ikke</u> svingende temperaturer	☺️ ☺️ ☺️ ☺️ ☺️	Jeg oplevede svingende temperaturer	☹️ ☹️ ☹️ ☹️ ☹️
Luften var frisk	☺️ ☺️ ☺️ ☺️ ☺️	Luften var dårlig	☹️ ☹️ ☹️ ☹️ ☹️
Der lugtede <u>ikke</u> dårligt	☺️ ☺️ ☺️ ☺️ ☺️	Der lugtede dårligt	☹️ ☹️ ☹️ ☹️ ☹️
Luften var <u>ikke</u> tør	☺️ ☺️ ☺️ ☺️ ☺️	Luften var tør	☹️ ☹️ ☹️ ☹️ ☹️
Der var ro i klassen	☺️ ☺️ ☺️ ☺️ ☺️	Der var <u>ikke</u> ro i klassen	☹️ ☹️ ☹️ ☹️ ☹️
Jeg oplevede <u>ikke</u> generende støj	☺️ ☺️ ☺️ ☺️ ☺️	Jeg oplevede generende støj	☹️ ☹️ ☹️ ☹️ ☹️
Jeg kunne tydeligt høre hvad læreren sagde	☺️ ☺️ ☺️ ☺️ ☺️	Jeg kunne <u>ikke</u> høre hvad læreren sagde	☹️ ☹️ ☹️ ☹️ ☹️
Jeg kunne nemt se hvad der var på smartboardet	☺️ ☺️ ☺️ ☺️ ☺️	Jeg kunne <u>ikke</u> se hvad der var på smartboardet	☹️ ☹️ ☹️ ☹️ ☹️
Jeg kunne nemt se hvad der blev skrevet på tavlen	☺️ ☺️ ☺️ ☺️ ☺️	Jeg kunne <u>ikke</u> se hvad der blev skrevet på tavlen	☹️ ☹️ ☹️ ☹️ ☹️
Der var rigeligt med dagslys	☺️ ☺️ ☺️ ☺️ ☺️	Der var for lidt dagslys	☹️ ☹️ ☹️ ☹️ ☹️
Jeg har <u>ikke</u> oplevet problemer med skarpt sollys	☺️ ☺️ ☺️ ☺️ ☺️	Jeg har oplevet problemer med skarpt sollys	☹️ ☹️ ☹️ ☹️ ☹️
Kvalitet og styrke af lyset fra lamperne var passende	☺️ ☺️ ☺️ ☺️ ☺️	Kvalitet og styrke af lyset fra lamperne var <u>ikke</u> passende	☹️ ☹️ ☹️ ☹️ ☹️
Styringen af lamperne var egnet/god	☺️ ☺️ ☺️ ☺️ ☺️	Styringen af lamperne var <u>ikke</u> egnet/god	☹️ ☹️ ☹️ ☹️ ☹️

Figur 9: EKSEMPEL PÅ SPØRGESKEMA

# MÅLT OG OPLEVET



## OPMÆRKSOMHEDSPUNKTER VED BRUGERINDDRAGELSE

Ved planlægning af tekniske løsninger er det vigtigt at huske, at forskellige lokaler med forskelligt antal elever vil kræve forskellige løsninger både i forhold til lys, lyd og luft. Grundprincipper kan godt anvendes, men skal altid tilpasses det enkelte sted.

Ligeledes er det væsentligt at huske at inddrage brugerne fra starten af projektet, og ikke først når man skal bygge. Hvis ikke dette prioriteres, bliver det meget svært at opnå ejerskab og skabe optimale løsninger, der tilgodeser brugernes ønsker, krav og behov. Et vigtigt element er derfor kommunikation. Der skal fra start identificeres, hvilke kommunikationskanaler der skal anvendes til at kommunikere med de forskellige brugergrupper, hvornår der skal kommunikeres og hvordan.

Læs mere om opmærksomhedspunkter ved spørgeskemaer og interviews under INDEKLIMA-afsnittet.



# FYSISKE RAMMER

## FYSISKE RAMMER - BEGRÆNSNINGER OG NYE MULIGHEDER

Skolens bygninger og faciliteter benyttes i stigende grad på dagsbasis af forskellige brugere: elever, lærere, ledelsen og eventuelle eksterne brugere som aftenskoleundervisning eller gymnastikforeninger. Brugerne har forskellige behov og ønsker, som der så vidt muligt skal tages hensyn til, når en skole renoveres. Når de fysiske rammer skal vurderes, kan det med fordel splittes op i to dele:

- Fysiske rammer, målt
- Fysiske rammer, oplevet

Værdien af at splitte de to op er, at bygningsejer ved at måle og vurdere de fysiske rammer kan blive klogere på skolens arealanvendelse, spildplads og optimering af arealer. Og samtidig få viden om, hvor elever og lærere kan lide / ikke kan lide at opholde sig og hvorfor ved at spørge dem.

## SÅDAN KAN I EVALUERE DE FYSISKE RAMMER

Inden en renovering påbegyndes, er det vigtigt at kortlægge, hvordan de eksisterende inde- og udearealer anvendes. Det skal gøres både for at afdække udgangspunktet, men også for at forstå brugernes oplevelse af omgivelserne. Kortlægningen gør det muligt at vurdere, hvordan de fysiske rammer og læringsmiljøer kan forbedres. Nedenstående afsnit er metodiske forslag til, hvordan man kan vurdere de fysiske rammer. Det er ikke en udtømmelig liste af metoder, men vigtige nedslagspunkter arbejdsgruppen anbefaler, der tages stilling til.

### FYSISKE RAMMER, MÅLT

De metodiske forslag tager udgangspunkt i evalueringsværktøjets kriterier til vurdering og evaluering af fysiske rammer, som er operationaliseret i indikatorer. Arbejdsgruppen har defineret følgende kriterier og indikatorer (kursiv):

#### Fysiske rammer, målt

- Indledende kortlægninger
  - Der er foretaget en kortlægning af bygningens materialer og potentielt skadelige stoffer*
  - Der er foretaget en kortlægning af bygningens arealudnyttelse*
  - Der er foretaget en kortlægning af bygningens kapacitet og elevantal i lokaler*

Kortlægningen af skolens arealer kan udføres ved at se på fordelingen af kvadratmeter til henholdsvis undervisningslokaler, fællesarealer (for eksempel bibliotek), administration (lærer-værelse og forberedelsesarealer), gangareal, faglokaler, servicearealer (herunder toiletter og depoter) og udearealer baseret på plantegninger og en eventuel fysisk gennemgang på skolen.

# MÅLT OG OPLEVET



Som en del af kortlægningen af de eksisterende forhold kan det være en fordel at registrere elevantal- og fordeling på de forskellige klassetrin samt at notere, hvilke undervisningsformer der gør sig gældende i de forskellige klasser/klassetrin.

Udover kortlægningen af arealanvendelse og brugerantal anbefaler arbejdsgruppen løbende dialog med skoleledelsen, som blandt andet kan hjælpe med opdateringer på elevantal- og fordeling samt undervisningsformer og om eventuelle fremtidige ændringer heraf.

## FYSISKE RAMMER, OPLEVET

De metodiske forslag tager udgangspunkt i evalueringsværktøjets kriterier til vurdering og evaluering af fysiske rammer, som er operationaliseret i indikatorer i excelarket. Arbejdsgruppen har defineret følgende indikatorer og spørgsmål, som kan stilles til målgrupperne: elever og lærere (kursiv):

### Fysiske rammer, oplevet

- Brug af udearealer  
*Kan elever og lærere lide skolens udearealer?*
- Brug af indearealer  
*Kan elever og lærere lide skolens gangarealer?*  
*Kan elever og lærere lide skolens faglokaler?*
- Sammenhæng og vekslen mellem brug af arealer  
*Oplever elever og lærere en sammenhæng mellem inde- og udearealer?*  
*Oplever elever og lærere, at skolens fysiske rammer inddrages i undervisningen som et pædagogisk redskab?*  
*Er der mulighed for differentieret undervisning?*

Kortlægningen af brugernes oplevelse af de faglige læringsmiljøer og de fysiske rammer kan opnås gennem møder, spørgeskemaer, workshops og interviews. Ved at bruge en eller flere af nævnte metoder synliggøres muligheder og udfordringer i forhold til, hvad der rent praktisk kan lade sig gøre, men også hvordan brugeren oplever at opholde sig på de forskellige arealer. Det er her vigtigt både at undersøge kvantitativt og kvalitativt, hvordan områderne opfattes. Ved at gøre dette kan områder afdækkes, hvor der er stort potentiale for forbedringer og også vise hvilke områder, der opleves som velfungerende, og som der ikke akut skal ændres ved.

Derudover skal brugerne have mulighed for at bidrage kvalitativt med deres udsagn og have mulighed for at komme med idéer til konkrete forbedringer, hvor de kan se potentiale. Dette giver ejerskab for løsningerne. Projektets spørgeskemaer kan bruges som inspiration og kan udbygges med relevante spørgsmål. Ved at forstå brugernes oplevelse af de fysiske rammer er det nemmere at gøre en indsats for at 'nudge' lærere og elever til en ønsket adfærd. Hvis brugerne oplever de fysiske rammer som tidssvarende/velindrettede/rene/interessante, så har de større incitament for at bruge et bredt spektrum af lokaler.

# FYSISKE RAMMER

## SÅDAN GJORDE VI PÅ SKOVLUNDE SKOLE NORD

På Skovlunde Skole Nord arbejdede arbejdsgruppen både med at måle de fysiske rammer og spørge ind til, hvordan elever og lærere oplevede de fysiske rammer. Kriterierne for fysiske rammer i evalueringsværktøjet er operationaliseret til indikatorer undervejs i processen i takt med de erfaringer, som blev gjort.

Fysiske **målte** rammer vurderes med udgangspunkt i et enkelt kriterie, kortlægning, som nedbrydes i tre indikatorer for, hvad kortlægningen bør indeholde. Det drejer sig om at kortlægge bygningens materialer, arealfordeling og elevantal og brugsmønstre af skolens arealer. Fysiske **oplevede** rammer vurderes med udgangspunkt i tre kriterier: brug af udearealer, indearealer og sammenhæng og vekslen mellem brug af arealer, som er operationaliseret i seks indikatorer.

### FYSISKE RAMMER, MÅLT

For at kortlægge bygningens fysiske rammer følgende undersøgelser foretaget i projektet:

#### ■ Kortlægning af byggematerialer og stoffer

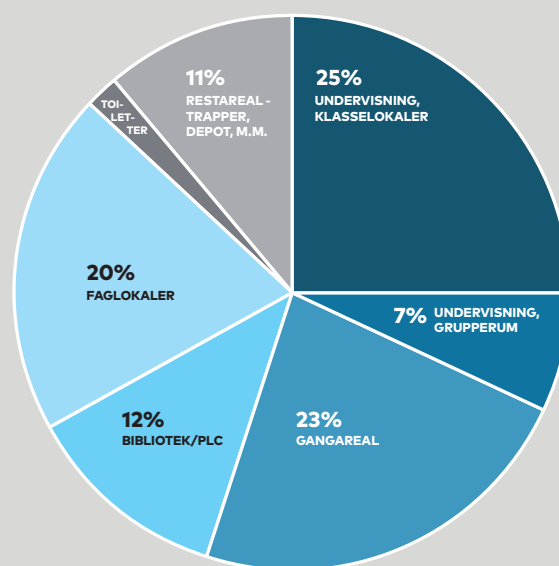
I forbindelse med kortlægning af skolens byggematerialer fandt skolen frem til, at der var udfordringer med PCB. Dette blev håndteret ved at udskifte vinduer i det ene testlokale og i forbindelse med skolens senere valg af central ventilationsløsning til hele skolen.

#### ■ Opmåling af areal

Areal blev opmålt på undervisningslokaler, faglokaler, gangarealer, fællesarealer og servicearealer (herunder toiletter, trapper og depoter) jævnfør plantegninger og registrering.

Arealopdelingen viste, at 23 procent af skolens indearealer er gangareal. Denne information var vigtig i forbindelse med adfærdsinitiativerne i lokale 13 og arbejdet med at skabe alternative væresteder.

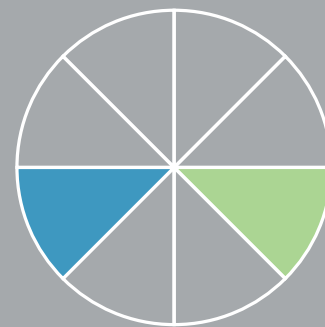
Samtidig viste arealkortlægningen, at der er stor forskel på størrelsen på klasseværelserne (fra 49 m<sup>2</sup> til 83 m<sup>2</sup>), hvilket er et vigtigt fokuspunkt i forhold til brugsmønstre.



Figur 10: FORDELING AF AREAL PÅ SKOVLUNDE SKOLE NORD



# MÅLT OG OPLEVET



## ■ Registrering af elevantal og fordeling

Kortlægningen af elevantal viste, at der var stor forskel på antallet af elever i de forskellige klasser, som veksler mellem 16 og 27. Det er et vigtigt fokuspunkt, som kan være en udfordring i forhold til brugsmønstre og valg af tekniske anlæg.

## ■ Registrering af undervisningsformer

Undervisningsformerne på skolen blev kortlagt, og i hvilke rammer de udføres, herunder hvordan de fysiske rammer understøtter arbejdsformer som for eksempel gruppearbejde.

## FYSISKE RAMMER, OPLEVET

For at undersøge hvordan skolens elever oplevede de fysiske rammer og læringsmiljøer, blev kvantitative spørgeskemaer udleveret. Dette blev gjort for at få en bred forståelse af elevernes oplevelse af de lokaler, som de til dagligt befinder sig i både i forbindelse med undervisning og i frikvarter. Spørgeskemaerne blev suppleret med kvalitative interviews af en gruppe udvalgte lærere, elever og driftspersonale for at undersøge:

- Hvilke lokaler og områder, der havde størst potentiale i forhold til brugernes oplevelse af dem, herunder:

*Brugerens oplevelse af gangarealer, faglokaler og udearealer*

*Brugerens oplevelse af sammenhæng mellem inde- og udearealer*

- Konkrete idéer til forbedringer af de fysiske rammer og læringsmiljøer

*Brugerens oplevelse af muligheden for differentieret undervisning*

*Brug af de fysiske rammer som pædagogisk redskab*

Gennem det indsamlede materiale fra spørgeskemaerne kunne det ses, at skolens gangarealer blev oplevet som dårligt indrettede i forhold til gruppearbejde. Her gav udskolingseleverne udtryk for, at områderne uden for klasserne ikke var attraktive, og at de ikke indbød til ophold.

Kortlægningen af skolens arealer viste, at gangarealerne udgjorde et stort potentiale i forhold til de mange uudnyttede kvadratmeter. Elever og lærere kom med input til potentielle forbedringer, så de kunne se sig selv bruge gangarealerne aktivt. Spørgeskemaer og interviews var også med til at belyse, at hver lærer og klasse havde forskellige behov på baggrund af deres læringsmetoder samt deres brug af fællesarealer samt lokaler.

Brugernes input og ønsker til de fysiske rammer gav en pejling mod hvilke indsatser, skolen skulle fokusere på. Blandt andet var kortlægningen af de fysiske rammer med til at danne grundlag for workshoppen og adfærdsforsøget i 8.x, der benytter lokale 13. Eleverne designede og byggede i fællesskab en hyggekrog på gangen, som løsning på udskolingselevernes manglende muligheder for opholdsarealer udenfor klasselokalerne.



# FYSISKE RAMMER

## OPMÆRKSOMHEDSPUNKTER VED DE FYSISKE RAMMER

Når de eksisterende rammer og læringsmiljøer kortlægges, er det vigtigt at kigge nærmere på elevantal- og fordeling, da dette som udgangspunkt ændres fra skoleår til skoleår. Ændringer, der skal tages hensyn til i de kommende renoveringstiltag for at fremtidssikre læringsmiljøet og indeklimaet. I denne proces er en god dialog med skoleledelsen vigtig for at lette processen om at foretage ændringer.

Et andet opmærksomhedspunkt går på et stigende ønske fra mange skoler om fleksible skoler og 'smarte kvadratmeter'. Skoler skal i højere grad end tidligere være multifunktionelle, og det stiller krav til indretning og kapaciteten af de tekniske anlæg





# APPENDIX - SPECIFIKKE KRAV

## 1) SPECIFIKKE KRAV TIL VENTILATION

For ventilation lyder kravet, at CO<sub>2</sub>-koncentrationen skal ligge under 0,1 promille (svarende til 1.000 ppm), hvilket ofte medfører et luftskiftebehov på omkring 800-1.000 m<sup>3</sup> luft/time i et typisk klasselokale.

### God ventilation

- Kan skifte luften så max 1.000 ppm CO<sub>2</sub>-koncentrationer overholdes
- Kan skifte luften på rumniveau (rumstyret via bevægelsesfølere OG CO<sub>2</sub>-føler)
- Kan serviceres enkelt og få steder
- Har lave driftsomkostninger (strøm og vedligehold)
- Kan sikre god generel temperatur uden store udsving
- Kan udføres uden trækgener

Se i øvrigt: [http://www.trafikstyrelsen.dk/-/media/Dokumenter/09%20Byggeri/Sikre%20og%20sunde%20bygninger/ventilationssystemer\\_skoleklasser\\_katalog.pdf](http://www.trafikstyrelsen.dk/-/media/Dokumenter/09%20Byggeri/Sikre%20og%20sunde%20bygninger/ventilationssystemer_skoleklasser_katalog.pdf)

## 2) SPECIFIKKE KRAV TIL DAGSLYS

Der er krav om, at lokalerne skal have gode dagslysforhold, hvilket typisk vil være opfyldt, når der er en dagslysfaktor på to procent ved arbejdspladserne.

Der henvises til:

- Bygningsreglementet kapitel 6.5.2 Dagslys:  
[http://bygningsreglementet.dk/br15\\_03\\_id102/0/42](http://bygningsreglementet.dk/br15_03_id102/0/42)
- By og Byg Anvisning 203 Beregning af dagslys i bygninger
- SBI-anvisning 219 Dagslys i rum og bygninger.

## 3) SPECIFIKKE KRAV TIL DEN ELEKTRISKE BELYSNING

Der gælder, at den elektriske belysning leverer 300 lux horisontalt og jævnt målt i lokalet.

### God elektrisk belysning skal desuden:

- Kunne holde i lang tid
- Være nem at styre
- Være flimmerfri
- Være billig i drift (strømforbrug og vedligehold)
- Have lang holdbarhed
- Være dagslysstyret
- Have automatisk on/off via bevægelsesmeldere OG manuel tænd/sluk
- Have god Macadams værdi (ensartethed i produktionskvalitet på både armatur og lyskilde)

Det kan i øvrigt være væsentligt at overveje, om løsningen for belysning skal være en komplet installation, eller om det er muligt, at løsningen opbygges i moduler, så dele kan udskiftes i takt med udviklingen af, at den eksisterende teknologi forældes og at nye, bedre teknologier/komponenter kommer på markedet.

Se i øvrigt Dansk Center for Lys' (DCL) branchevejledningener på:  
[www.centerforlys.dk/viden-om-lys/branchevejledning/](http://www.centerforlys.dk/viden-om-lys/branchevejledning/)

#### 4) SPECIFIKKE KRAV TIL AKUSTIK

I henhold til Bygningsreglementet så skal bygninger "planlægges, projekteres, udføres og indrettes, så brugerne sikres tilfredsstillende lydforhold". Kravet til lydforhold i klasselokaler er 0,6 sekunder i efterklangstid og for fællesrum eller flerfunktionelle lokaler er efterklangstiden 0,4 sekunder.

##### God akustik skal resultere i:

- 0,6 sekunders efterklangstid der kræver akustiklofter med 45 millimeter isolering generelt og 70 millimeter isolering i randzoner (bassabsorbktion)
- 0,4 sekunders efterklangstid kræver akustiklofter med 45 millimeter isolering generelt og 70 millimeter isolering i randzoner (bassabsorbktion) OG væg-absorbenter. Nødvendige antal vægabsorbenter svarer til cirka 30 procent af gulvarealet.

Desuden er der krav omkring støj fra tekniske installationer, trafikstøj og krav om, at særskilte lydisolerende tiltag iværksættes ved rum med særligt generende støj (eksempelvis musiklokaler eller værkstedslokaler stødende op til et opholdsrum).





foto: Gate 21

**Projektpartnere i Skolerenovering i en helhed**



STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT  
AALBORG UNIVERSITET KØBENHAVN



FREDERIKSBERG  
KOMMUNE



zumtobel group



TEKMA