



INDEKLIMA I DAGINSTITUTIONER

hovedrapport

Arbejdet er udført under ledelse af:
DET ØKOLOGISKE RÅD

I samarbejde med:
ROCKWOOL
VELUX A/S
DET NATIONALE FORSKNINGSCENTER FOR ARBEJDSMILJØ (NFA)
VELTEK
KØBENHAVNS UNIVERSITET

Projektet er udført i perioden december 2017 til marts 2019 og målingerne er foretaget i perioden januar til maj 2018.

Det Økologiske Råd har det overordnede ansvar for indholdet i denne rapport.

I samme projekt er der desuden udgivet følgende tillægsrapporter:

- Bilagsrapport med 20 anonymiserede caserapporter til inspiration for andre institutioner
- Pixierapport – kort oversigt over resultater og anbefalinger

Publikationen kan frit downloades fra
Det Økologiske Råds hjemmeside:
<https://www.ecocouncil.dk/indeklima-i-daginstitutioner>

Citering, kopiering og øvrig anvendelse af publikationen er velkommen og kan frit foretages med kildeangivelse.

Udgivet af:
DET ØKOLOGISKE RÅD

Med støtte fra:
REALDANIA

Samt med bidrag fra:
ENERGIFONDEN
VELTEK
ROCKWOOL
VELUX A/S

Bedre indeklima i daginstitutioner
- et pilotstudie

1. udgave, marts 2019

ISBN: 978-87-93630-08-6

Tekst:
Lone Mikkelsen
Christian Jarby
Søren Dyck-Madsen
Kåre Press-Kristensen
- Det Økologiske Råd

Jens Christoffersen
- VELUX A/S

Mads Bolberg
- ROCKWOOL

Indhold

Sammenfatning	3
Introduktion og Formål.....	10
Hvad er målt og hvorfor?.....	12
<i>CO₂, temperatur og relativ luftfugtighed</i>	13
<i>Kemikalier</i>	18
<i>Radon</i>	19
<i>Ultrafine partikler</i>	20
<i>Dagslys og belysning</i>	20
<i>Akustik og efterklangstider</i>	21
<i>Interviews og anden videnindsamling</i>	21
Metode	23
<i>CO₂, temperatur og relativ luftfugtighed</i>	25
<i>Kemikalier</i>	26
<i>Radon</i>	27
<i>Ultrafine partikler</i>	27
<i>Dagslys og belysning</i>	28
<i>Akustik og efterklangstider</i>	30
Resultater, konklusioner og anbefalinger	31
<i>CO₂, temperatur og relativ luftfugtighed</i>	32
<i>Kemikalier</i>	41
<i>Radon</i>	51
<i>Ultrafine partikler</i>	53
<i>Dagslys og belysning</i>	58
<i>Akustisk og efterklangstider</i>	60
BILAG	68



SAMMENFATNING

Det Økologiske Råd har de seneste år sat fokus på børns indeklima, da det er et område, hvor der fortsat mangler viden om, hvordan indeklimaet påvirker vores velvære. Børn kan være ekstra sårbare i forhold til indeklimaet, og det er derfor vigtigt at være opmærksom på det indeklima, børn opholder sig i. Et dårligt indeklima har blandt andet indflydelse på børns søvn og koncentrationsevne, ligesom en udsættelse for høje koncentrationer af kemikalier og partikler kan have uheldige konsekvenser for børns helbred.

De fleste mindre børn opholder sig, ud over de mange timer de bruger i deres hjem, rigtig mange timer i daginstitutioner (vuggestue og børnehave). Det er derfor vigtigt at få belyst, hvordan indeklimaforholdene er i danske daginstitutioner.

Dette projekt har kortlagt indeklimaforholdene i detaljer i 20 danske daginstitutioner fordelt på fire kommuner. De deltagende institutioner har i to forskellige rum fået målt CO₂, temperatur, luftfugtighed, ultrafine partikler, radon, kemikalieniveauer i støvet samt lyd- og lysforhold. Alle målinger er foretaget i januar til maj 2018, da det typisk er i vinterperioden man ser problemer med indeklimaet.

Det er første gang et forskningsprojekt måler så mange indeklimaforureningsparametre i danske daginstitutioner. Måleresultaterne giver 20 meget præcise helhedsindtryk af, hvordan det står til i de undersøgte institutioner, som er meget forskellige ift. bygningsår, byggestil, tekniske installationer og indretning. Måleresultaterne kan derimod ikke skabe basis for statistisk valide undersøgelsesresultater. Der er tale om et pilotprojekt, som har fokus på at beskrive helhedsforståelsen af institutionernes indeklima. Derved kan denne undersøgelse danne udgangspunkt for udformning af efterfølgende statistisk valide undersøgelser af enkelte eller alle problematiske parametre, som er fundet i denne pilotundersøgelse.

Resultater

Kemikalier

I alle de undersøgte institutioner finder vi alt for høje koncentrationer af kemikalier, som i dag er forbudt i bl.a. legetøj og andre produkter til børn. Vi finder generelt høje niveauer af sundhedsskadelige ftalater og fosforbaserede flammehæmmere i institutionerne. Da der ikke findes nogen nedre grænse for, hvornår disse kemikalier er uskadelige, er det problematisk, at de overhovedet findes i vores indemiljø – og særligt at børn udsættes for dem, da de netop er skadelige pga. deres evne til at forstyrre vores hormoner og dermed kroppens udvikling.

Både ftalaterne og flammehæmmerne forekommer overordnet set i meget højere koncentrationer, end vi tidligere har fundet i lignende undersøgelse i danske børneværelser. Vi finder DEHP, som er den mest skadelige af ftalaterne, i alle institutioner. Det samme gør sig gældende for de tre mest skadelige flammehæmmere i denne undersøgelse – TCEP, TDCIPP og TCIPP. Disse kemikalier er alle forbudt at anvende i legetøj og andre produkter til børn. DEHP er tilmed forbudt i stort set alle forbrugerprodukter. Det kan derfor undre, at de forekommer i så

høje niveauer i børneinstitutioner – og tilmed i alle institutioner. Dette skyldes sandsynligvis, at de stadig findes i produkter, som er fremstillet inden disse forbud trådte i kraft eller i produkter, hvor forbuddene ikke gælder.

Ingen af de undersøgte institutioner går fri for kemikalier, men der er forskel på, hvor mange forskellige kemikalier der bliver fundet i hver enkelt institution og i hvor høje koncentrationer. Alle institutioner bør derfor gøre en aktiv indsats for at nedbringe kemikalieniveauerne, men det kan være forskelligt rettede indsatser der skal til for at sænke kemikalieniveauet i de enkelte institutioner.

CO₂, temperatur og relativ luftfugtighed (IC-meter-målinger)

I institutioner med helt moderne ventilationsanlæg med CO₂-styring ligger CO₂-niveauet generelt meget fint, med maksimale værdier mellem 900 og 1.100 ppm i løbet af dagen. Der er derfor ikke behov for tiltag fra personalets eller kommunens side ift. CO₂-niveauet.

Enkelte institutioner styrer ventilationsanlægget for hele institutionen efter en enkelt CO₂-sensor i et enkelt rum. Dette kan give særlige udfordringer, når der er få børn i det styrende rum, men mange børn i andre af institutionens rum. Der vil i sådanne tilfælde være behov for udluftning.

I institutioner med ventilationsanlæg, der er indstillet med fast grundventilation, ser vi både institutioner med fine niveauer for CO₂ og institutioner med CO₂-niveauer op over 2.000 ppm. For denne type af institutioner er der derfor typisk behov for, at der eventuelt justeres på ventilationsanlægget, og at personalet supplerer det installerede ventilationssystem med udluftninger. Især gælder dette i institutioner med mange børn på små stuer.

Behovet for supplerende udluftninger er ret forskelligt – alt efter grundventilation og hvor mange børn, der er pr. m².

I institutioner uden ventilationsanlæg ser vi ofte CO₂-niveauer der når op over 3.000 ppm, og der er derfor, i denne type institutioner, et meget stort behov for, at personalet er meget opmærksomme på, at indeklimaet har et fornuftigt lavt CO₂-niveau.

Observationerne viser, at når der er børn på stuen, skal der især i institutioner med mange børn på små stuer gennemluftes omkring hvert kvarter for at holde et fornuftigt CO₂-niveau, hvilket ikke er ikke praktisk muligt. Temperaturerne i stuerne risikerer også ved mange udluftninger at blive for lave.

Temperaturen på de målte stuer ligger generelt fornuftigt mellem 20 og 23 grader. I enkelte institutioner er dette udfordret af meget kraftige morgenudluftninger.

Der er ikke påsat moderne termostater på radiatorerne, så de automatisk lukker, når vinduer åbnes. Det giver anledning til en del varmetab og fluktuerende temperaturer, når personalet ikke skruer ned manuelt, når vinduer åbnes, og op igen, når de lukkes.

Den relative luftfugtighed ligger generelt fint i de målte institutioner.

I de institutioner der har velfungerende ventilationsanlæg, er der dog en tendens til, at den relative luftfugtighed er lav, hvilket særligt gør sig gældende i de kolde tørre vinterperioder. Der er for nylig kommet fokus på de mulige uheldige indeklimamæssige virkninger af for lav relativ luftfugtighed, som f.eks. tørre øjne, træthed og hovedpine¹.

Kun i institutioner uden ventilationsanlæg ser vi en lille tendens til for høje værdier af relativ luftfugtighed, når der er mange børn på stuen.

Ultrafine partikler

Der blev målt forureningsniveauer fra aktiviteter i en række institutioner, som må forventes at være problematiske for børn med luftvejslidelser, hvilket omfatter ca. 20 % af alle institutionsbørn.

Mados kan give høj indeklimaforurening i institutioner ved utilstrækkelig ventilation i køkkenet og åbne døre eller andre direkte åbninger (f.eks. serveringsluger) mellem køkken og institutionens stuer.

Stearinlys kan være en væsentlig kilde til indeklimaforurening, og anvendes ofte om vinteren, hvor den manuelle ventilation (åbne vinduer og døre) er begrænset og børnene opholder sig mere indenfor.

Hyppige bålaktiviteter i sommerhalvåret, hvor vinduer og døre til institutionen ofte er åbne, kan være en væsentlig kilde til høj indeklimaforurening. Børn ved bålet udsættes for meget høj luftforurening.

Der blev ikke målt indeklimaforurening fra nærliggende vejtrafik/dieseltog, når institutioners vinduer var lukkede.

Radon

De laveste koncentrationer af radon findes ikke nødvendigvis i nyere radonsikrede bygninger med mekanisk ventilation. Ældre bygninger kan have lige så lave eller endda lavere koncentrationer. Dette kan skyldes, at ældre bygninger har mere tætte fundamenter eller mere utætte klimaskærme, så luftskiftet nærmer sig det samme niveau som i moderne bygninger med

¹ <http://nfa.dk/da/nyt/nyheder/2019/toer-luft-er-markant-undervurderet-som-aarsag-til-daarlig-trivsel-blandt-kontoransatte>

mekanisk ventilation. Ligeledes kan mekanisk ventilation muligvis - under visse forhold - forøge radonkoncentrationen ved at skabe undertryk, så radon suges ind via fundamentets utætheder f.eks. rørgennemføringer. Moderne bygninger giver derfor ikke nødvendigvis det laveste indhold af radon. Der er dog behov for flere og systematiske undersøgelser for endeligt at dokumentere dette.

I undersøgelsen blev der målt overskridelser af den nedre grænseværdi for radon i tre ud af 20 institutioner. Dette er et bedre resultat end ventet, sammenholdt med tidligere målinger.

Dagslys og belysning

I de institutioner, hvor der er gennemført dagslysmålinger, er niveauet fra dagslys i rummet generelt lavt. Der er ingen generel anbefaling af dagslysniveau i børneinstitutioner, men ofte siger man at dagslysfaktoren bør være over 2 % i en betydelig del af rummet. Dagslysfaktoren falder hurtigt med stigende afstand fra vinduet, og i de målte institutioner var dagslysniveauet typisk mindre end 2 %, kun et par meter fra vinduet. Ofte skyldes det begrænsede dagslysniveauer, at der er udvendige skyggende forhold, der har en betydelig effekt på mængden af tilgængeligt dagslys. Hvis det er muligt, bør man fx overveje, om der er behov for udvendig overdækning foran alle rum. Man kan eventuelt 'nøjes' med overdækning, hvor behov for dagslys i det tilstødende rum er mindre vigtig.

I de institutioner hvor der er gennemført lysmåling fra den elektriske belysning, er niveauet i rummet ligeledes generelt lavt. Der anbefales i en europæisk standard, at niveauet er 300 lux. Dog er det vigtigt at skelne mellem de to væsentlige funktioner som den elektriske belysning skal understøtte, nemlig plads- og rumbelysning, da de understøtter forskellige aktiviteters behov for lys.

Rumakustiske målinger

De rumakustiske undersøgelser af børneinstitutionernes opholdsstuer viser, at seks ud af 20 stuer ikke overholder krav, som ifølge bygningsreglementet anses for at være tilfredsstillende forhold. Det bemærkes, at perforerede gipslofter på forskalling gør det sværere at opnå kravet på større stuer ($>100 \text{ m}^3$). Direkte monterede mineraluldslofter er det næstbedste alternativ, mens lofter nedhængt mere end 100 mm er bedst for opnåelse af kravet med voksende volumen på rummet.

Interview af medarbejdere på stuerne indikerer, at støjudfordringer kommer fra børnene og oftest opstår i forbindelse med skift imellem aktiviteter, mens der sjældent i forbindelse med styrede aktiviteter er problemer med støj. Det skal også bemærkes, at kun nogle medarbejdere mener, at børnene oplever gener fra støj.

Det er undersøgt, hvordan antal børn versus volumen og efterklangstid placerer stuerne i forhold til forventede gode forhold. Det blev fundet, at kun én stue ud af 20 levede op til dette forhold.

Generelt kan det observeres, at otte ud af 20 stuer har 2,0 m² eller mindre gulvareal pr. barn og kun tre af stuerne har mere end 3,5 m² gulvareal pr. barn på stuen.

Hovedanbefalinger

1. Rengøring skal prioriteres højt i daginstitutioner. Kemikalier bindes til støv, og grundig rengøring er derfor medvirkende til at nedbringe niveauet af kemikalier i indemiljøet. Desuden er der behov for strammere lovgivning på området.
2. Skum-/tumlemøbler m.v. indeholder ofte flammehæmmere. Institutioner bør derfor mindske mængden af disse eller sikre sig, at de er produceret uden kemikalier, som kan skade børn. Desuden bør plastikprodukter med indhold af PVC helt undgås.
3. Kommunen bør udarbejde en indkøbspolitik, som sikrer børn mod de mest problematiske kemikalier (f.eks. produkter mærket med Svanen eller EU-Blomsten). Det anbefales institutionerne at indkøbe produkter, der falder inden for definitionen af legetøj og småbørnsartikler eller på anden måde garanterer, at produkterne ikke indeholder stoffer, der er forbudt i legetøj. Der er særlige regler for tilsætningen af kemikalier til legetøj og småbørnsartikler.
4. Institutioner med moderne ventilationsanlæg med CO₂-styring har generelt et godt indeklima ift. CO₂, temperatur og relativ luftfugtighed. Derfor bør alle institutioner på sigt have installeret eller ombygget eksisterende ventilationssystemer til løsninger med CO₂-styring på rumniveau.
5. Institutioner, hvor ventilationen styres af en central CO₂-sensor og institutioner med ventilationssystemer uden behovsstyring vil have stor gavn af en mere præcis praksis for manuel udluftning.
6. Institutioner uden ventilationsanlæg har generelt alt for højt CO₂-niveau. Disse bør have ventilationssystem, men indtil det sker, kan en bedre styring af udluftningen dæmpe problemerne.
7. Kommunerne bør forankre det grundlæggende ansvar for opretholdelse af et fornuftigt indeklima i institutionerne hos sig selv og påtage sig ansvaret for både overvågning af indeklimaet og instruktionen af personalet. Det vurderes, at personalet ikke har tilstrækkelig faglig viden til at kunne pålægges ansvaret – og slet ikke uden klare instruktioner fra kommunen og tekniske installationer i daginstitutionerne, som muliggør at sikre indeklimaet gennem enkle intuitive handlinger.

8. Det bør i det hele taget overvejes, om eksisterende børneinstitutioner (og skoler) skal omfattes af kravet i bygningsreglementet til arbejdspladser om, at CO₂-niveauet generelt skal holdes under 1000 ppm.
9. Brug kraftig emhætte på højeste niveau når der laves mad, og luk desuden døre/luger til køkken. Også når ovnen selv-reenser. Åben vinduer med gennemtræk, hvis det opstår røg pga. madlavning.
10. Brug kun en evt. bålplads sjældent, så det er en unik begivenhed for børnene.
11. Placer en evt. bålplads længst væk fra institutionen og luk vinduerne før brug.
12. Brug aldrig bålhytte, da den koncentrerer forureningen omkring børnene.
13. Få målt radonkoncentrationen i institutionens opholdsrum, hvis det endnu ikke er gjort.
14. Det er væsentligt at placere aktivitetsområder, hvor betydningen af gode lysforhold er vigtigt (f.eks. fine detaljer, god farvegengivelse), i områder, hvor dagslysniveauet er tilstrækkeligt; nær et vindue. Områder til øvrige generelle aktiviteter og leg kan placeres i en lidt større afstand fra vinduerne, så der fortsat er et varierende lysmiljø med mulighed for både høje og lave niveauer. Den bagerste del af rummet hvor der er mørkere, kan evt. benyttes til hvile eller andre aktiviteter, hvor krav til lys er begrænset.
15. Der anbefales at rummets overflader er lyse, så som vægge og loft. Dog skal man være bevidst om ikke at have for kraftigt reflekterende gulvoverflader.
16. Det anbefales, at ventilationsanlæg er støjsvage modeller, og så vidt det er muligt, styres centralt, så motorer ikke placeres i eller nær opholdsstuer.
17. Fuldt dækkende lydabsorberende lofter, som er nedhængt minimum 100 mm, anbefales. Ved monteringen af de nye lofter forventes størst virkning med nedhængte akustiklofter. Næst efter med direkte monterede mineraluldslofter. Ved fremtidig vedligeholdelse, skal det indskræpes at lofterne ikke må males.
18. Det anbefales, at der altid suppleres med minimum 40 mm tykke vægabsorbenter på minimum en af alle parallelle vægge.
19. For at skabe gode lydforhold, anbefales det desuden, at antallet af kvadratmeter pr. barn som minimum er 4,0 m² og gerne en del højere.

A close-up photograph of a young child with light brown hair, looking down intently at a pile of colorful wooden blocks. The blocks are in various colors including red, yellow, orange, green, and purple. The child's face is partially visible on the right side of the frame, showing a focused expression. The background is a soft, out-of-focus white.

INTRODUKTION OG FORMÅL

Der har i mange år været forsket i indeklimaet og dets betydning for de mennesker, der opholder sig i det undersøgte indeklima. Der foreligger mest viden om arbejdsmiljø, men også boligens indeklima er der i mange år forsket i.

Det Økologiske Råd har de seneste år sat fokus på børns indeklima, da det er et område, hvor der fortsat mangler viden. Børn kan være ekstra sårbare i forhold til indeklimaet, og det er derfor vigtigt at være opmærksom på det indeklima, børn opholder sig i. Et dårligt indeklima har blandt andet indflydelse på børns søvn og koncentrationsevne.

I vinterperioden 2015/16 undersøgte Det Økologiske Råd indeklimaet i 17 sjællandske børneværelser, hvor resultaterne pegede på, at vores børn i mange tilfælde sover i et indeklima, der påvirker deres sundhed og trivsel. Vi målte på CO₂, temperatur, luftfugtighed, ultrafine partikler og kemikalier. På alle de målte parametre så vi større eller mindre udfordringer i de forskellige børneværelser og kun i et enkelt tilfælde af de 17 undersøgte kunne et korrekt indstillet ventilationssystem opretholde et rigtig godt indeklima. Vi danskere opholder os inden døre 80-90 % af tiden, og børn sover 10-13 timer i døgnet.

Da de fleste mindre børn, ud over de mange timer de bruger i deres hjem, opholder sig rigtig mange timer i daginstitutioner (vuggestue og børnehave), fandt vi det naturligt også at belyse indeklimaforholdene i danske daginstitutioner.

Hovedformålet med nærværende projekt er at kortlægge, hvordan det står til med indeklimaet i de danske daginstitutioner. Projektet er udført som et pilotstudie med 20 deltagende institutioner fordelt på fire kommuner. De deltagende institutioner har i to forskellige rum fået målt CO₂, temperatur, luftfugtighed, ultrafine partikler, radon, kemikalieniveauer i støvet samt lyd- og lysforhold.

Det er første gang et forskningsprojekt måler så mange indeklimaforureningsparametre i danske daginstitutioner. Måleresultaterne vil give 20 meget præcise indtryk af, hvordan det står til i de undersøgte institutioner, som er meget forskellige ift. bygningsår, byggestil, tekniske installationer og indretning. Måleresultaterne kan derimod ikke skabe basis for statistisk valide undersøgelsesresultater, da der kun er tale om et pilotprojekt med relativt få prøver, men giver en indikation af nogle mulige tendenser. Resultaterne vil give danske daginstitutioner mulighed for at sammenligne deres egen situation med en af de 20 kortlagte institutioner, hvis resultater og anbefalinger er beskrevet i 20 detaljerede anonymiserede rapporter. Dermed kan danske institutioner få en fornemmelse af, hvordan forholdene kunne være i deres egen institution.

Projektet er udført i samarbejde mellem Det Økologiske Råd, Det Nationale Forskningscenter for Arbejdsmiljø, Københavns Universitet, VELTEK, ROCKWOOL og VELUX A/S.

HVAD ER MÅLT OG HVORFOR



I alle 20 institutioner er der målt på otte indeklimaparametre; CO₂, temperatur, luftfugtighed, ultrafine partikler, radon, lysforhold, rumakustiske forhold samt kemikalier i støvet.

Der er desuden gennemført mundtlige interviews i alle institutioner, hvor der bl.a. er spurgt til personalets opfattelse af indeklimaet samt til fysiske installationer, som har indvirkning på indeklimaet.

De målte parametre har alle indflydelse på, hvordan folk, der opholder sig i bygningen, har det samt bliver påvirket – bevidst og ubevidst. Men opfattelsen af, hvad der er generende og usundt er individuel. Derfor er der lagt størst vægt på de data, der er indsamlet ved målingerne, mens de mundtlige interviews i denne sammenhæng bruges som supplerende information.

Alle målinger er foretaget i perioden januar til maj 2018. Om vinteren luftes der almindeligvis mindre ud, og børn og voksne opholder sig ofte mere indendørs. Derfor vil det normalt være sværere at opretholde et sundt indeklima om vinteren, og det er her institutionerne vil have mest brug for råd om, hvordan de skaber et godt indeklima. Desuden er det almindelig praksis at udføre indeklimamålinger om vinteren, så det skaber også mulighed for at kunne sammenligne data med allerede indsamlet viden på samme område.

Denne måleperiode har på grund af de særlige vejrforhold henover måleperioden givet oplysninger om forholdene i en varm vinterperiode (januar), en kold vinterperiode (februar og marts), en forårsperiode (april) og en sommerperiode (maj).

I det følgende bliver de målte indeklimaparametre begrundet, hvorefter målemetoderne og resultaterne af målingerne bliver gennemgået.

CO₂, temperatur og relativ luftfugtighed

To IC-metre blev installeret i hver institution i de 20 medvirkende institutioner, fordelt på fire kommuner i Danmark. Et IC-meter måler CO₂-koncentration, luftfugtighed, temperatur og lydtrykniveau. Derudover indhentes data om udetemperatur, udendørs luftfugtighed, vindhastighed og vindretning for den specifikke adresse via Norsk Metrologisk instituts hjemmeside, yr.no. Disse parametre har indgået i analyserne af, hvad der påvirker indeklimaet, og anbefalingerne til, hvordan hver enkelt institution får skabt et godt indeklima.

Indeklimaet kan påvirke det generelle velbefindende, og særligt CO₂ er mistænkt for at have en betydelig indvirkning, bl.a. på søvnen. En dårlig søvn (formiddags-/middagslur) kan bl.a. påvirke koncentrationsevnen², hvilket kan have stor betydning for et barns dag i en daginstitution.

² Se: https://realdania.dk/-/media/realdaniadk/publikationer/indeklimaiskoler/indeklima_i_skoler_samlet.pdf

Også det generelle niveau af CO₂ i de rum, hvor børnene opholder sig i løbet af dagen, kan have stor betydning for det generelle velbefindende. Overstiger CO₂-koncentrationen de anbefalede grænseværdier, er især børn i farezonen for at opleve "Sick Building Syndrome" (bl.a. hovedpine, svimmelhed og koncentrationsbesvær) samt astma og allergi-symptomer³.

IC-meter konceptet har en standard klassifikation, defineret af DTU, Center for Indeklima og Energi. Den består af en række intervaller og afspejler, hvad der er hensigtsmæssigt for mennesker, bygningen og miljøet. Intervallerne er forskellige for hver målt parameter (CO₂, temperatur og luftfugtighed) og er på IC-meters grafiske illustration af måledata angivet med en grøn, gul, rød farvekode alt efter om indeklimaet på denne parameter er henholdsvis godt, mindre godt eller dårligt.

Målingerne med IC-meter er foretaget med henblik på at fastlægge indeklimaet på de målte parametre for hver enkelt institution i forhold til institutionens faktiske tekniske og bygningsmæssige indretning, de tilstedeværende børn og pædagoger og den faktiske daglige funktion på daginstitutionen i forskellige vejrperioder.

På grund af daginstitutionernes meget varierede anvendelse af de forskellige rum hen over dagen og i de forskellige perioder er det betydeligt vanskeligere at opstille sammenfatninger af niveauer på IC-meterets målte parametre end f.eks. børneværelser eller skoler, hvor anvendelsen er langt mere fast.

Der er således ikke forsøgt opstilling af sammenlagte generelle statistiske data for alle institutionerne, men derimod gennemført en grundig gennemgang af måledata sammenholdt med den enkelte daginstitutions forskellige parametre.

Herigennem kan der ske en klassifikation af daginstitutionerne efter nogle få afgørende parametre, og der kan opstilles anbefalinger til hver enkelt institution. Og der kan udtrækkes generelle anbefalinger på baggrund af kortlægningen i de 20 daginstitutioner.

CO₂-niveau

CO₂ er en luftart, som findes naturligt i atmosfæren. I dag er CO₂ tilstede i vores atmosfære i en koncentration på lidt over 400 ppm (parts per million). CO₂ opstår ved afbrænding af materialer, der indeholder kulstof f.eks. træ, kul og olie. Mennesker og dyr har brug for ilt til livsprocessen. Den "brugte" ilt afgives som CO₂ i udåndingsluften. Planter og træer optager derimod CO₂ og omdanner det til ilt via fotosyntese, når solen skinner. Når det er mørkt, afgiver planter og træer dog CO₂. Det udendørs CO₂-niveau er derfor lidt højere om natten og i vinterhalvåret, hvor mange træer er gået i vinterdvale.

Det er ikke noget problem, når mennesker udånder CO₂ i fri luft, hvor den hurtigt blandes op med den omgivende luft. Men når mange mennesker opholder sig indendørs i mindre rum, så vil CO₂ i

3 (Stolwijk, 1991; Bekö et al., 2011).

udåndingsluften medføre et stigende niveau i indeluften, hvis der ikke er tilstrækkelig ventilation eller tilførsel af frisk luft til rummene.

Det er vigtigt at huske på, at CO₂ i de målte rum i institutionerne ikke nødvendigvis kun kommer fra børn og voksne i det rum, der måles i. Den kan også komme fra andre dele af institutionen, hvor der opholder sig andre mennesker eller der bliver skabt CO₂ på anden vis. En lukket dør ind til et specifikt rum adskiller kun luften i dette rum fra luften i resten af institutionen, indtil døren åbnes igen, hvorefter CO₂ i luften vil blandes i hele bygningen og dermed også strømme ind i eller ud af det undersøgte rum.

I det seneste Bygningsreglement (BR 18)⁴ er der specifikke krav til opholdsrum i daginstitutioner og undervisningsrum i skoler og lignende til ventilationsrater og til det maksimale CO₂-niveau i bygningen under dimensionerende forhold. Disse krav skal overholdes ved nybyggeri og større ombygninger.

Ventilationsraten for opholdsrummene, fastlagt pr m² gulvareal eller pr m³ rumindhold, er ikke i sig selv tilstrækkelig til under alle forhold at sikre, at CO₂-indholdet i indeluften ikke overstiger 1.000 ppm. Derfor bør ventilationsanlæg i daginstitutioner indrettes med variabel ydelse fastsat efter CO₂-indhold i luften og således afhængigt af belastningen, så luftskiftet er højere i de rum, hvor tilstedeværelsen af personer er størst, og mindre i rum, hvor der er mindre behov.

Ved de dimensionerende forhold menes den normale drift af bygningen. For eksempel skal ventilationsanlægget i et skoleundervisningslokale til 24 børn og 2 lærere kunne holde CO₂-niveauet under 1000 ppm ved en sådan belastning. Der kan optræde enkeltstående situationer, hvor CO₂-niveauet alligevel er over 1000 ppm, for eksempel hvis der er højere aktivitet, flere personer på besøg i klassen eller længere anvendelsestid end forudsat.

I beregningen af de nødvendige luftmængder kan det normalt antages, at udeluftkoncentrationen af CO₂ er lidt over 400 ppm i fritliggende områder og på omkring 430 ppm i tættere byområder.

Arbejdstilsynet anbefaler tilsvarende, at koncentrationen af CO₂ indendørs ikke, over længere tidsperioder, bør være meget højere end 1.000 ppm, da det er et tegn på, at luften ikke er blevet fornyet i længere tid. Opholder man sig i længere tid i et rum med en CO₂-koncentration over 1000 ppm tyder studier på, at det kan give nedsat koncentrationsevne, mens højere koncentrationer bare gør situationen værre. En CO₂-koncentration over 2.000 ppm kan give træthedsfølelse og hovedpine/tungt hoved⁵. Og værre bliver det, når CO₂-koncentrationen når højere niveauer end dette.

Studier har også vist, at høje CO₂-koncentrationer har en negativ effekt på, hvor godt man sover og på indlæringsvevnen dagen efter. Ved at opholde sig i et lokale med lave CO₂-koncentrationer

⁴ Bygningsreglementet: http://bygningsreglementet.dk/Historisk/BR18_Version1/Tekniske-bestemmelser/22/Vejledninger/Generel_vejledning/Kap-1_7

⁵ Indeklimaportalen: http://www.indeklimaportalen.dk/indeklima/luftkvalitet/maaling/indendørs_co2

(under 1.000 ppm), vil man altså føle sig mere oplagt og have bedre koncentrationsevne. Hvis det er et soverum, hvor børnene sover middagslur, vil man blive mere udhvilet i et rum med lave CO₂-koncentrationer⁶.

Vi har i undersøgelsens grafiske fremstillinger fastholdt farvekoderne for grænseværdier for et passende, kritisk eller dårligt indeklima ud fra de standarder, som virksomheden bag måleapparatet har opstillet. Her er definitionen, at når CO₂-niveauet overstiger 1.000 ppm begynder indeklimaet at være uhensigtsmæssigt at opholde sig i igennem længere tid (grafens farves rød).

Der er dog netop fremført en ny definition, hvor indeklimaforskere fra DTU, i forbindelse med et indeklima-adfærds-projekt har formuleret at:

- Under 1000 ppm er et "fint indeklima"
- Over 1000 ppm er "mindre godt" at opholde sig i (1.000-1.999 ppm er "mindre godt")
- Over 2.000 ppm er "skidt, uden at være kritisk" (2.000-2.999 ppm er "dårligt")
- Over 3.000 ppm "er der grund til at være bekymret" (alt over 3.000 ppm er "meget dårligt").

Denne nye definition⁷ forholder vi os til i diskussionen af resultaterne.

Luftfugtighed

Luftfugtighed er et mål for, hvor fugtig luften er. Luftfugtighed angives som relativ luftfugtighed, og tallet angiver hvor mange procent vanddamp luften indeholder i forhold til det maksimale indehold ved den faktiske temperatur. Jo varmere luften er, jo mere vanddamp kan den indeholde. Og modsat, at jo koldere luften er, jo mindre vanddamp kan den indeholde. Dette fysiske fænomen har især stor betydning, når luft opvarmes eller afkøles.

Bolius har opsat følgende intervaller for en velegnet indendørs luftfugtighed⁸:

- Den relative fugtighed bør ligge på 25-65 procent
- Om sommeren bør den ligge under 60-65 procent
- Om vinteren under 40-45 procent

⁶ The effect of CO₂ controlled bedroom ventilation on sleep and next-day performance; P Strøm-Tejsen et. al; International Centre for Indoor Environment and Energy, Department of Civil Engineering, Technical University of Denmark. Roomvent 2014

⁷ Kan adfærdsdesign forbedre indeklimaet på børneværelset? Realdania, August 2018

⁸ Bolius: <https://www.bolius.dk/hvor-hoej-maa-luftfugtigheden-vaere-indendoers-24946/>

Den indendørs luftfugtighed påvirker vi blandt andet, når vi udånder vanddamp, sveder, tørrer tøj og laver mad.

Lav relativ luftfugtighed holder husstøvmider og skimmelsvamp væk, og derfor er det afgørende for ens trivsel, at luften ikke er mættet med vanddamp. For høj relativ luftfugtighed giver altså grobund for f.eks. husstøvmider og skimmelsvampe.

Det er som regel kun muligt at opnå en lav relativ luftfugtighed om vinteren, hvor vi varmer udeluften op i vores boliger, og derved reducerer den relative luftfugtighed ganske betydeligt. Jo koldere udeluft, jo lettere er det at opnå en lav relativ luftfugtighed i vores opvarmede boliger.

Men det er også om vinteren, at dele af vores bygninger kan tage skade af såkaldte "kuldebroer", dvs. områder på indersiden af bygningen, hvor temperaturen er betydeligt koldere end lufttemperaturen i bygningen. Luft med for høj relativ luftfugtighed vil nemlig kondensere sådanne steder og dermed give anledning til dannelse af mug og skimmel.

Den relative luftfugtighed om sommeren er som regel mellem 60 og 80 % udendørs⁹, og da vi ikke varmer denne yderligere op udover via evt. solvarme gennem vinduer, vil det på denne årstid være den udendørs luftfugtighed, som i høj grad bestemmer den relative luftfugtighed indendørs. Det kan derfor være svært helt at opnå en tilstrækkeligt lav relativ luftfugtighed om sommeren. Men det er jo som beskrevet heller ikke så kritisk om sommeren som om vinteren.

Temperatur

Temperaturen i en bygning har betydning for, hvor behageligt indeklimaet føles, og hvor fugtigt der bliver. Temperaturer på 19-22 °C er optimale for et godt indeklima. Den optimale temperatur afhænger dog af mange ting, herunder beklædning, aktivitetsniveau, placering i rummet, fugtighed, lufthastighed, tilstedeværelse af kolde flader indvendigt i bygningen mv. I daginstitutioner, hvor børn opholder sig tæt på gulvet, kan der argumenteres for et optimalt temperaturspænd på 20-23 °C i stedet.

Særligt kan lave temperaturer i et rum være medvirkende til, at der føles koldt og, at luftfugtigheden bliver forøget, hvis der tilføres varmere luft fra et andet rum, eller hvis den tilførte udeluft har en rimelig høj temperatur og en høj relativ luftfugtighed.

Lydtrykniveau

Lydtrykniveauet, målt via de opsatte IC-metre i institutionerne, er ikke medtaget i vores vurdering af indeklimaet. Dette skyldes, at IC-meteret kun måler lydtrykket uanset karakteren af lyden. Morgensangen med børnene er jo dejlig "støj", mens lyden fra en forbikørende lastbil er irriterende "støj" (se i stedet det senere afsnit om rumakustiske forhold for lydens påvirkning af

⁹ Astma-Allergi Danmark: <http://allergi.astma-allergi.dk/andreallergier/husstoevmider/hvaderhusstoevmider?doAsUserId=gPHHAwt0+ko%253D>

indeklimaet). Lydtryksmålingerne fra IC-Lydtrykniveauet fra IC-meter-målingerne er derfor udelukkende anvendt til at give et indtryk af aktiviteten i institutionen (hvornår er der børn på stuen, der måles på, og hvornår er der rengøringspersonale), hvilket kan underbygge forståelsen af svingningerne i de andre målte parametre fra IC-metrene.

Kemikalier

Støvprøverne, som er indsamlet i to forskellige rum i hver enkelt institution, analyseres for 24 forskellige ftalater – herunder nogle af de ”gamle”, som man ved er meget problematiske, men som burde findes i mindre grad nu. Mange af de undersøgte ftalater forekommer i så lav en koncentration, at de ikke kan måles. Der er kun et udvalg af de mest udbredte og problematiske ftalater, som er medtaget på graferne. Se bilag 3 for en udførlig liste af de ftalater, som er medtaget i undersøgelsen.

Prøverne analyseres desuden for 11 fosforbaserede flammehæmmere. De anvendes dels som substitution for de bromerede flammehæmmere og dels som blødgørere, da flere af dem også har blødgørende virkning og dermed kan anvendes som alternativer til ftalaterne – eller som en kombination af flammehæmmer og blødgørere. Se bilag 4 for en udførlig liste af de fosforbaserede flammehæmmere, som er medtaget i undersøgelsen.

Ftalater findes typisk i legetøj af blød plast, samt i andre materialer af blød plast, som f.eks. badeforhæng, voksduge og regntøj. Dog er flere af ftalaterne på forskellig vis reguleret i dag. Danmark har f.eks. et totalt forbud mod ftalater i legetøj til børn mellem 0 og 3 år. I EU er der desuden et forbud mod seks ftalater (DEHP, DBP, BBP, DINP, DIDP og DNOP) i legetøj til børn op til 14 år. Det danske forbud har været gældende siden 1999 og det europæiske siden 2007. Det er særligt de lavmolekylære ftalater, som vækker bekymring, og også dem vi finder i de højeste koncentrationer.

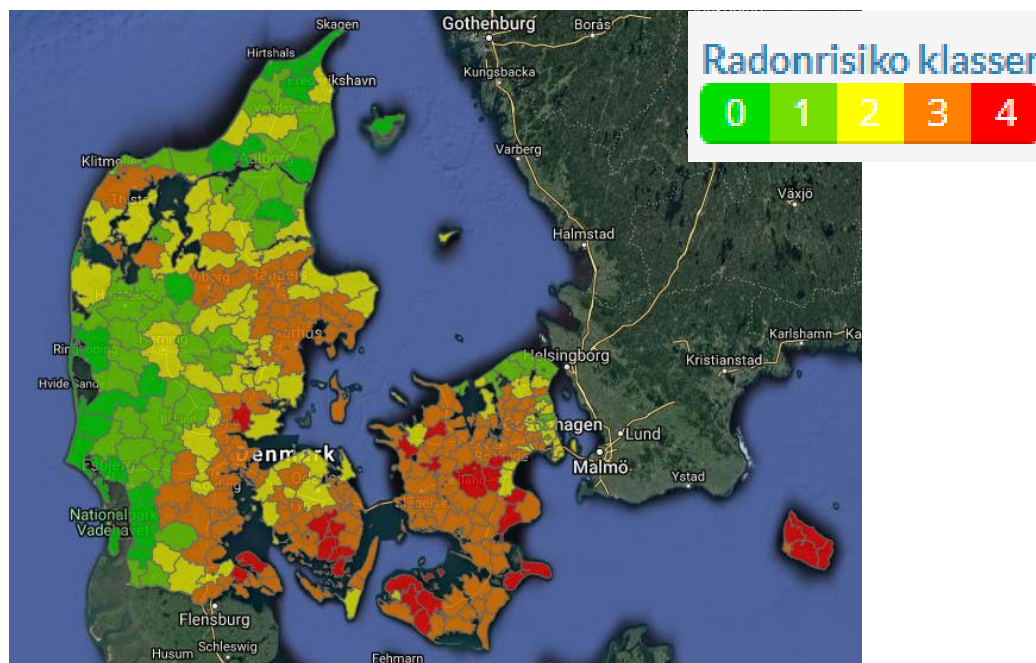
Fosforbaserede flammehæmmere vil typisk forekomme i elektronik, visse tekstiler såsom gulvtæpper og gardiner samt i skum, som bruges i f.eks. madrasser, puslepuder og bæreseler. EU har vedtaget grænseværdier for tre af de fosforbaserede flammehæmmere, TCEP, TCIPP og TDCIPP i legetøj til børn mellem 0 og 3 år eller legetøj, der er beregnet til at komme i munden. Grænseværdierne trådte i kraft i december 2015 og er så lave, at de i praksis fungerer som et forbud¹⁰. Begrundelsen for denne regulering er, at både TCEP og TDCIPP er klassificeret kræftfremkaldende og da den kemiske struktur af TCIPP minder meget om de to andre, er den blevet forbudt i sammen omgang.

¹⁰ Miljøstyrelsen: <http://mst.dk/virksomhed-myndighed/kemikalier/fokus-paa-saerlige-stoffer/bromerede-flammehaemmere/>

Der blev for begge rum med støvprøveindsamling lavet et skøn af mængden af legetøj og andet inventar, ligesom det blevet noteret hvorledes legetøjet var opbevaret (f.eks. lukkede skabe, åbne reolsystemer, i kasser). Dette bruges ved den endelige analyse, hvor det vil blive sammenholdt med resultaterne for at se, om der er en mulig sammenhæng. F.eks. fordi det kan være svært at gøre tilstrækkeligt rent til at få fjernet støvet, hvor kemikalier kan være ophobet. Desuden kan det give en indikation på, om der er en sammenhæng mellem mængden og typen af legetøj og de målte niveauer af kemikalier.

Radon

Radon er en naturligt forekommende radioaktiv luftart, der siver ind i boliger fra undergrunden. Radon er i stand til at trænge ind i boligen fra jorden under og omkring huset. Det sker både gennem kældervægge og -gulve og gennem terrændækket i huse uden kælder eller krybekælder, hvis der er utætheder i konstruktionerne. Radon kan hverken lugtes, høres, ses eller smages. Radonindholdet i undergrunden varierer fra landsdel til landsdel, som det er illustreret i Figur 1. Der kan dog desuden være stor lokal variation.



Figur 1. Kort over radonrisici i forskellige områder i Danmark. Kilde: <https://www.dingeo.dk/data/radon/>

Radon er i stand til at trænge ind i bygningen fra jorden under og omkring huset. Det sker både gennem kældervægge og -gulve og gennem terrændækket i bygninger uden kælder eller krybekælder, hvis der er utætheder i konstruktionerne. Radon kan hverken lugtes, høres, ses eller smages. En høj koncentration af radon i indeluften øger risikoen for udvikling af lungekræft. Det er

let at måle om radonkoncentrationen i en bygning er høj, og det er ofte let at sænke indholdet af radon i indeluften ved hjælp af simple tiltag.

Myndighederne i Danmark har fastsat en grænseværdi for radonindholdet i nye huse på 100 Bq/m³ indeluft ud fra Verdenssundhedsorganisationens (WHO) anbefaling for radioaktiviteten i bygninger. WHO's anbefaling blev givet i oktober 2009 og indført i bygningsreglementet BR10.

Ultrafine partikler

Ultrafine partikler er defineret som havende en diameter under 0,1 mikrometer. Ved partikelmålinger måler man antal partikler per cm³. Ultrafine partikler i indeklimaet stammer fra forbrændingsprocesser. De primære forureningskilder til ultrafine partikler i institutioner stammer fra madlavning samt bålaktiviteter, hvis disse forhold er til stede. Sekundært tilføres ultrafine partikler til institutionerne via udeluften, hvor de typisk stammer fra diesel- og benzindrevne køretøjer samt brændefyring i nærtliggende villaer.

Ultrafine partikler anses for særligt sundhedsskadelige. Dels fordi partiklerne har en størrelse, der gør, at de afsættes i lungernes fineste forgreninger (alveolerne) og kan overføres direkte til blodet. Dels fordi partiklerne stammer fra forbrændingsprocesser og derved oftest har et relativt højt indhold af giftigt sod og kræftfremkaldende tjærestoffer. Partikelforurening øger risikoen for hjertekarsygdomme, blodpropper, luftvejslidelser og kræft. Der eksisterer endnu ikke grænseværdier for ultrafine partikler. Men jo færre ultrafine partikler desto sundere indeklima. Som sammenligningsgrundlag kan nævnes, at der er ca. 40.000 partikler pr. cm³ på en af landets mest forurenede veje i myldretiden. Det har været en hypotese, at dieselpartikler fra vejtrafikken muligvis er mere skadelige end partikler fra indendørs forureningskilder, men dansk forskning konkluderer, at det ikke ser ud til at være tilfældet¹¹.

Dagslys og belysning

Der er ingen særlige regler for lysforholdene ift. børn. I Bygningsreglementet står det beskrevet, at *"rummene skal være velbelyste, og at vinduer skal udføres, placeres og eventuelt afskærmes, så solindfald gennem dem ikke medfører overophedning i rummene"*. Disse krav er opfyldt, hvis det samlede vinduesareal i et rum udgør mindst 10 % af rummets gulvareal. Hvis lyset kommer fra ovenlys, vil et samlet areal på 7 % af gulvarealet dog være tilstrækkeligt ifølge vejledningen i

¹¹ http://cisbo.dk/system/files/cisbo_indeklima_og_sundhed_i_boliger_web.pdf

bygningsreglementet. For børnehaver og vuggestuer er det angivne krav 200 lux som almenbelysning¹². U hensigtsmæssig belysning kan f.eks. være blænding fra dagslys, dårlige belysningsanlæg eller forkert belysning til skærmarbejde. Vinduer skal give mulighed for udsyn.

Alternativt kan dagslyset anses for at være tilstrækkeligt, hvis det ved en beregning kan eftervises, at der er en dagslysfaktor på 2 % i halvdelen af rummet. Dagslysfaktoren er et tal for, hvor stor en procentdel af dagslyset, der kommer ind i rummet, og er den målemetode der er anvendt i dette projekt.

Akustik og efterklangstider

Arbejdstilsynets vejledning for akustik i et arbejdsrum gengiver i bilag 2 til deres vejledning byggemyndighedernes krav til de akustiske forhold i daginstitutioner, undervisningsrum, kontorer og hospitaler. Men da der ikke er beskrevet krav til børns indeklima, vil vi her tage udgangspunkt i disse krav. Her står der bl.a.: "Efterklangstiden i rum skal være i overensstemmelse med rummenes anvendelse". Derudover har vi taget udgangspunkt i Bygningsreglementets krav jf. senere afsnit.

Hvis lydrefleksionerne i et rum ikke dæmpes tilstrækkeligt, bliver akustikken dårlig. Først og fremmest stiger det generelle støjniveau, og støjen vil påvirke personer, der opholder sig i lokalet. Et rums akustik beskrives normalt ved dets efterklangstid. Efterklangstiden er et udtryk for, hvor hurtigt en lyd vil dø ud i rummet. Det angives med det antal sekunder, der går, før et lydniveau er faldet 60 decibel. Det er denne tilgang vi har brugt i dette projekt. Arbejdet er udført af ROCKWOOL.

Interviews og anden videnindsamling

Der er gennemført personlige interviews i alle 20 daginstitutioner, hvor den samme spørgeramme er gennemgået med alle (vedlagt som bilag 1).

Særligt oplysninger om tekniske installationer i daginstitutionerne manglede der viden om blandt lederne(/personalet). Derfor er meget af denne viden indsamlet via kommuner, KAB og specifikke fagfolk. Her er der bl.a. blevet udsendt et skema med en række spørgsmål omhandlende varme og energiforhold (vedlagt som bilag 2). Desuden har vi fundet oplysninger om bygningerne i energimærkningsrapporter, som vi har fået adgang til via internettet.

¹² Arbejdstilsynet. <https://arbejdstilsynet.dk/da/brancher/social-og-sundhed/wwwplejeatdk/indeklima-i-dag-og-doegninstitutioner-for-boern-og-voksne/lys/om-lys>

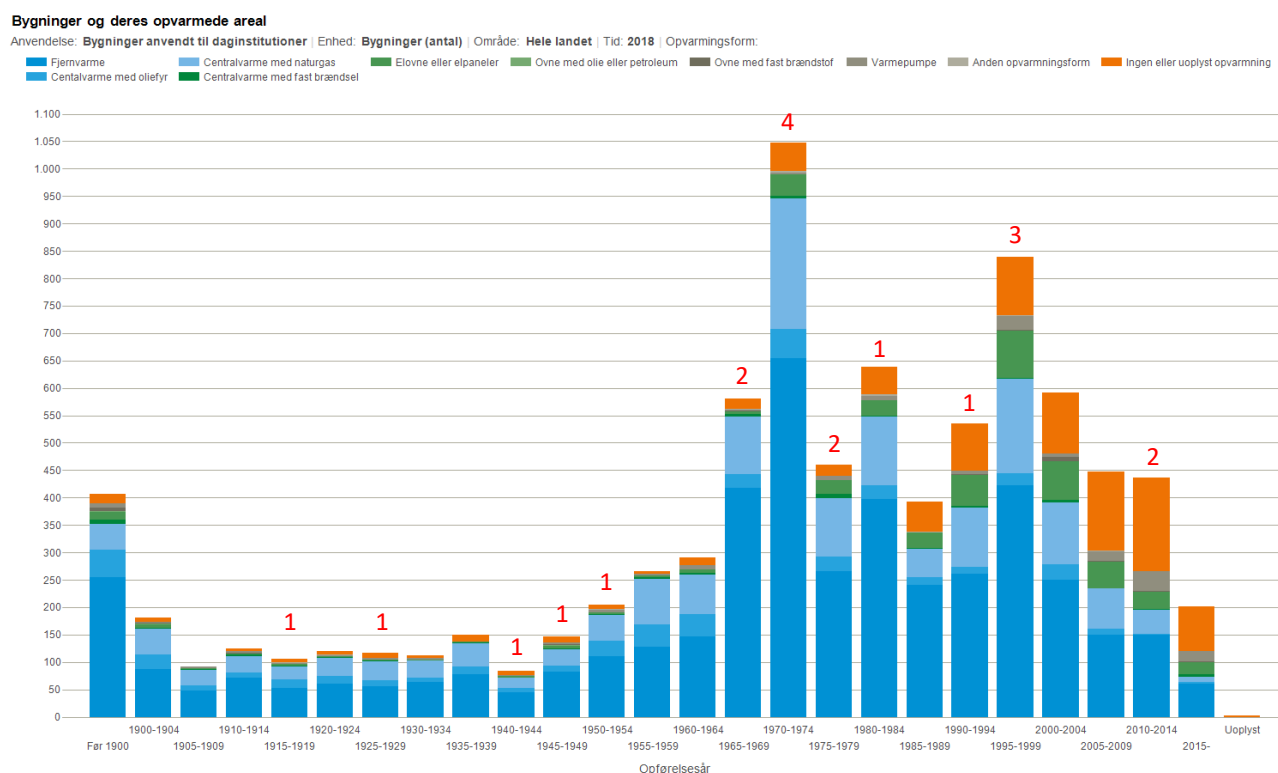
Der er i dette projekt lagt stor vægt på indsamling af viden om de ventilationsanlæg, som er installeret i de undersøgte daginstitutioner. Dette bl.a. på baggrund af, at vores tidligere undersøgelse af indeklimaet i børneværelser viste, at netop et korrekt indstillet ventilationsanlæg kunne skabe et godt indeklima.

A photograph of stationery items on a light blue grid paper background. The items include a clear ballpoint pen, a black ballpoint pen with a silver textured grip, a silver metal pencil sharpener, and a black pencil with a gold eraser. The word 'METODE' is printed in large, black, sans-serif capital letters in the bottom right corner of the grid paper.

METODE

Hovedvægten i projektet omfatter nye undersøgelser i 20 typiske danske daginstitutioner. Institutionerne er udvalgt på baggrund af følgende kriterier:

- Typiske institutioner, som forekommer i stort antal i Danmark (herunder nyere, ældre og renoverede institutioner). Se Figur 2.
- Placering af institutioner i fritliggende et-etagers bygninger eller som en del af en større bygning
- Skal dække både vuggestuer med små børn (opholder sig meget inde og sover stort set alle middagslur) og børnehaver (lidt større børn som opholder sig mere ude)
- Dækker forskellige former for ventilation (mekanisk ventilation, med og uden styring, åbning af døre/vinduer/ovenlysvinduer eller kombinationer heraf).



Figur 2. En oversigt over, hvornår danske daginstitutioner er bygget. Der er udvalgt flest institutioner fra de to perioder, hvor der er bygget flest; 1970-1974 og 1995-1999. Resten af institutionerne er valgt ift. at kunne repræsentere bredt de resterende byggeperioder. De røde tal over kolonnerne angiver, hvor mange institutioner der er valgt fra hver periode. Farveangivelserne på hver enkelt kolonne viser desuden, hvordan bygningen er opvarmet. Kilde: Danmarks Statistik

Vi har gennem hele projektet været i dialog med de fire udvalgte kommuner/organisationer, hvorigennem vi har fået kontakt til de deltagende institutioner. Kommunerne har desuden hjulpet med teknisk data samt formidlet kontakt til relevante fagpersoner, når behovet har været der. Desuden har vi samarbejdet med BUPL, som ligeledes har været behjælpelige med at finde relevante institutioner til projektet.

I projektet er der analyseret på, hvordan de målte parametre indvirker på indeklimaet, og det er kortlagt, bl.a. gennem interviews med personalet, om der findes sammenhænge mellem sådanne forekomster og en konkret oplevelse af dårligt indeklima.

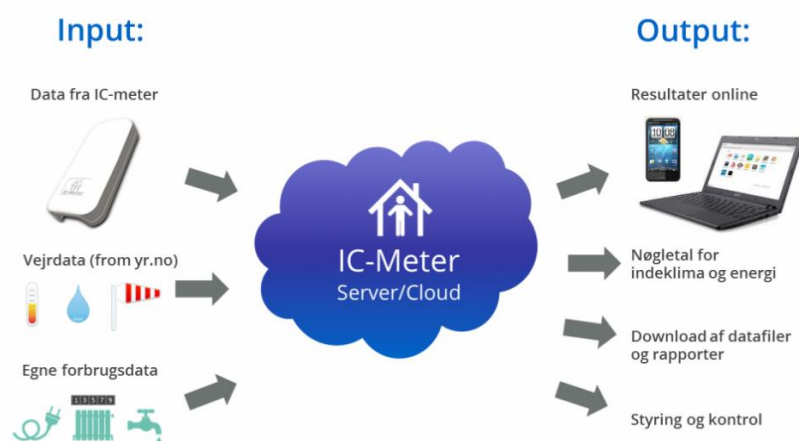
Alle de undersøgte institutioner er anonymiseret i denne rapport. Dog er alle data fra de enkelte institutioner lagt åbent frem for den relevante kommune samt institutionen selv. Dette efter aftale med institutionens leder iht. persondataforordningen (GDPR).

Følgende data er indsamlet via interviews med institutionens leder/personale, kommune/organisation, specifikke fagfolk, energimærkerapporter samt selvsyn i institutionerne:

- Info om institutionen herunder bygningens alder, bygningstype, bygningsindretning, gennemførte forbedringer af klimaskærmen mm.
- Info om de tekniske installationer herunder emhætte, udsugning i vådrum, mulighed for udluftning, eventuelt ventilationsanlæg (og herunder om det regelmæssigt kontrolleres) mm.
- Info om mængden af interiør (møbler, legetøj m.v.) og karakteren af de mest udbredte materialer – plastik, tekstiler, træ, malede/lakerede overflader m.v. (er i alle institutioner skønnet af den samme person, for ensartet vurdering).
- Info om vinduer og dagslysadgang samt udluftningsvaner.
- Info om bygningens anvendelse og indeklimamæssig adfærd – hvor befinder børnene sig typisk i løbet af dagen, er der stor koncentration af børn i delområder af institutionen til bestemte tidspunkter og funktioner, er der f.eks. åben dør til køkkenet under madlavning (stegning/bagning), åben dør til legepladsen når børnene er ude (frisk luft, men også partikler fra eventuelt bål), om døren til kælderens typisk er åben eller lukket (i forhold til radon) osv.

CO₂, temperatur og relativ luftfugtighed

Der blev, som tidligere beskrevet, opsat to IC-metre i hver institution. Rummene blev udvalgt på baggrund af, at der var ophold af børn det meste af dagen, og at der evt. var specielle forhold, f.eks. at det lå i direkte forbindelse med et anvendt køkken, at det var et specifikt soverum eller et tumlerum fyldt med særligt udstyr. IC-meteret blev så vidt muligt placeret minimum 1 meter over gulvet, uden for direkte sollys og op ad en væg, der stødte op til et af bygningens øvrige rum. Herefter blev der indtastet konkrete oplysninger i IC-meterets database, som knyttede sig til hver enkelt institution og det specifikke rum (adresse og rumvolumen). Data blev indsamlet fra IC-meteret over ca. 4 måneder (januar til april/maj 2018), og der opsamles et datasæt hvert femte minut døgnet rundt.



Figur 3. Illustration fra ic-meter.com, som på enkel vis forklarer, hvordan IC-meteret måler indeklimaforhold og udendørs vejrforhold og løbende samler alle data i en database til brug for modtageren.

Kemikalier

Der blev taget to specifikke støvprøver fra hver af de rum, hvor der også var opsat et IC-meter. Forud for støvprøveindsamlingen var alle filtre konditioneret, vejjet og pakket individuelt i alufolie. Hvert filter var mærket med et unikt filternummer. Desuden var hvert enkelt filter pakket i mindre poser, så det lå isoleret indtil brug. Dette bl.a. for at undgå forurening med kemikalier udefra. Før støvsugning, blev et filter monteret i støvsugerens særlige mundstykke. Dette arbejde blev gjort med pincet og nitrilhansker. Vandrette overflader i op til 30 cm højde blev støvsuget med mundstykket – materialer af plastik blev undgået, ligesom der ikke blev støvsuget i kasser med legetøj osv. Der blev støvsuget i ca. 5 min. Blev mindre dele (f.eks. legetøj) støvsuget op, blev de efterfølgende fjernet fra filteret.

Efter endt støvsugning blev filteret afmonteret med pincetten samt nitrilhansker, og det blev forsigtigt og i sammenfoldet tilstand, pakket ind i det samme alufolie, som det blev pakket ud af. På denne måde var mærkningen med filternummer og ID stadig korrekt. Det sammenpakkede filter blev ilagt ny Rilsan-pose, hvor filter-ID ligeledes blev noteret.

Efter endt støvprøveindsamling i et rum blev støvsugermundstykket og pincetten vasket med vand og tørret efter med en steril renseserviet (isopropanol wipe). Efter hver runde støvprøveindsamlinger blev filtrene endnu engang konditioneret og vejjet. Derefter blev de opbevaret koldt indtil afsendelsen til analyselaboratoriet Eurofins GfA Lab Service GmbH i Hamburg.

Der blev medsendt blindfiltre til laboratoriet i Tyskland. Disse var behandlet som de andre filtre med konditionering og vejning før og efter prøvetagningsrunden, og var desuden opbevaret og i øvrigt behandlet på samme måde som de andre prøvefiltre, blot uden støvsugning.

Radon

Radonmålingerne foregik i det samme interval, som de resterende dataindsamlinger. Radon måles som gennemsnitlige langtidsmålinger (2-3 måneder mellem januar og april 2018) med sporbokse som anbefalet af Statens Byggeforskningsinstitut. Måleapparatet lå uforstyrret i de samme to rum, hvor der også var opsat et IC-meter. Boksene blev herefter indsamlet og sendt til et laboratorie, som behandlede resultaterne.

Ultrafine partikler

I projektet blev ultrafine partikler målt med P-Traks (Model 8525 Ultrafine Particle Counter) fra TSI. Måleudstyret blev kalibreret før målingerne og kontrolkalibreret efter målingerne. Kalibreringerne viste, at måleudstyret fungerede korrekt i hele måleperioden. I måleperiode i hver enkelt institution blev der foretaget en måling hvert sekund, men gennemsnit per minut blev anvendt ved databehandling. 10 minutter repræsenterer således 600 målinger.

Da ultrafine partikler i institutioner typisk kommer fra madlavning, bålaktiviteter og trafikforurening var det disse områder der blev sat fokus på i denne undersøgelse. Luftkvaliteten af udeluften målt for at kende en mulig baggrundsforurening. Forud for målingerne oplyste institutionens medarbejdere om eventuelle aktiviteter (såsom tilberedning af morgenmad til børnene) der kunne have bidraget til et højere startniveau af ultrafine partikler end man ellers kunne forvente uden forudgående aktivitet.

Målingen blev foretaget i de mest relevante rum i institutionen – f.eks. et opholdsrum i direkte forbindelse med køkken, eller en stue, hvor bålpladsen var placeret lige udenfor vinduet. Der blev målt start-partikelniveau og efterfølgende de ændringer der skete som følge af institutionens aktiviteter, såsom madlavning, bålaktivitet og hente/bringe situationer, med mange biler i tomgang. Hver institution fulgte sine egne vaner, og data er derfor et forholdsvis retvisende billede af hver enkelt institutions partikelbelastning stammende fra hverdagsaktiviteter.

Data er opstillet i en graf, for hver enkelt af de 20 deltagende institutioner, hvor alle aktiviteter er markeret på tidslinjen, og hvor udviklingen i partikelniveauet fremgår.

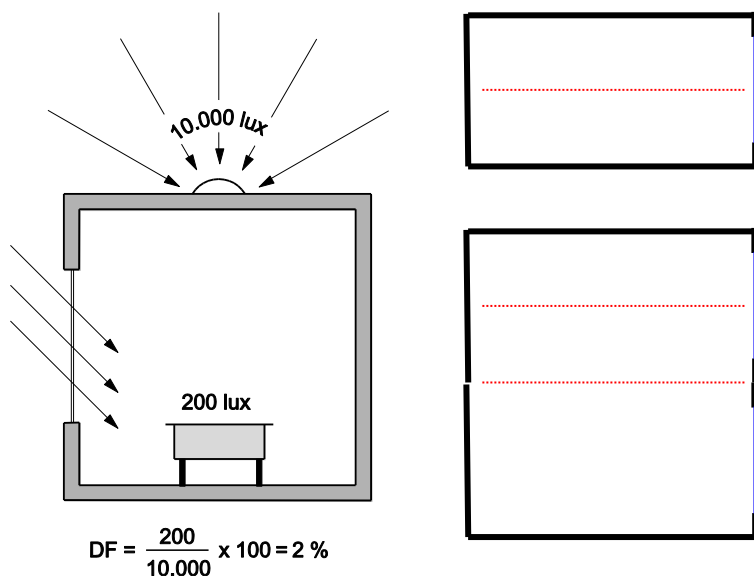
Målinger er ligesom de andre målinger ikke nødvendigvis repræsentative for hele kalenderåret, da man må gå ud fra, at vinduer står mindre åbne grundet den kolde årstid, samt at mange vil have eksempelvis mere bålaktivitet om sommeren.

Dagslys og belysning

For at kunne foretage en kvantitativ og til dels kvalitativ vurdering af dagslyset i et rum er der gennemført måling af dagslysfaktorer (DF). Dagslysfaktoren er defineret som forholdet mellem den målte belysningsstyrke i et punkt i rummet (E_{inde}) og den samtidigt målte belysningsstyrke på vandret i det fri med fri horisont og jævnt overskyet himmel (E_{ude}).

$$DF = \frac{E_{inde}}{E_{ude}}$$

Dagslys er målt med håndholdt lux-meter udendørs samt indendørs i de rum, hvor der er opsat IC-Meter. Måling og analyse af dagslysforholdene kan kun ske, når vejret udenfor er overskyet og al elektrisk belysning inde i rummet er slukket. For at bestemme en forholdsmæssig præcis fordeling af dagslys på et vandret plan i et rum, måles belysningsstyrken med luxmeteret i en lige linje fra vinduet og ind i rummet i en afstand 0,85 m over gulv. Målingerne bør foretages i områder, hvor møblement i lokalet ikke får nævneværdig indflydelse på målingerne, fx ikke i nærheden af høje reoler, som kan give skygge-virkning. I små rum vil en kurve over dagslysfaktoren målt midt for vinduet som funktion af afstanden ind i rummet ofte være tilstrækkelig. I større rum, hvor vinduespartiet er opdelt i flere fag, bør der også måles i en linje mellem to vinduesfag. Hvis der skal måles meget detaljeret i et rum, bør målepunkterne lægges ud i et netværk. Da dagslyset aftager meget hurtig som funktion af afstanden fra vinduet, bør afstanden mellem målepunkterne i den forreste del af rummet ikke overstige 0,5 m. Dybere inde i rummet kan afstanden øges til 1,0 m. Som tommelfingerregel bør målepunkterne ligge tæt i områder nær et vindue eller et ovenlys, mens afstanden i områder, der får et mindre dagslys, kan være større.



Figur 4. Måling af dagslysfaktoren i en lige linje (rød) fra vinduet (blå) og ind i rummet i en afstand 0,85 m over gulvet. I små rum (venstre rum) vil en kurve over dagslysfaktoren målt midt for vinduet som funktion af afstanden ind i rummet ofte være tilstrækkelig. I større rum (højre rum), hvor vinduesfacaden er opdelt i flere fag, bør der også måles i en linje mellem to vinduesfag.

For at bestemme en dagslysfaktor i et punkt i rummet skal der foretages en samtidig måling af belysningsstyrken i punktet inde i rummet og en måling på vandret i det fri med fri horisont. Måling af udendørs belysningsstyrke skal i videst muligt omfang ske uden skyggevirkning fra omgivelserne. Enten måles der fra taget af bygningen eller der findes et område hvor der er få skyggende omgivelser.

For at sikre at måling af dagslysfaktoren i rum udføres under 'acceptable' forhold, skal følgende være opfyldt:

- Solen må ikke være synlig på himlen.
- Det skal helst ikke være for mange huller i skydækket (blå himmel), men nogle få områder kan accepteres hvis disse ikke er i nærheden af solen eller ikke kan observeres indefra hvor målingen udføres
- Kraftig lyse og mørke områder på himlen bør ikke være synlige indefra hvor målingen udføres.
- Det må ikke være sne på jorden.

Til en analyse af dagslysf forholdene hører en beskrivelse af lokalet (f.eks. længde/bredde forhold, m²), herunder en vurdering af overfladernes reflektans (f.eks. ved beskrivelse af farve og materiale) og glassets transmittans (f.eks. om det er en 2-lags evt. 3-lags rude, vindue med forsatsløsning ol.), samt vinduesplaceringer (f.eks. højt placeret, antal vinduer, geometrisk beskrivelse såsom bredde/højde forhold), størrelser (f.eks. ved at måle murhullets størrelse og

antage et karmareal svarende til 30 % af det totale areal) og evt. afskærmninger eller forhindringer (f.eks. gardin, planter etc.), der reducerer dagslystilgangen. Registrering af lokalet i form af fotos kan være til stor hjælp ved en efterfølgende vurdering af målingerne. Desuden vil en personlig subjektiv vurdering af forholdene give supplerende information (f.eks. opleves rummet lyst/mørk, fordeling af dagslys osv.).

Akustik og efterklangstider

Der er foretaget rumakustiske kontrolmålinger iht. SBI 217. Der er desuden foretaget optegnelser af rumdimensioner og overflader, samt noteret bemærkninger om evt. støj fra tekniske anlæg og trafik.

Der benyttes to højttalerpositioner (én i siderum, én i midterrum) og tre mikrofonpositioner (én i hvert rum) i 120-160 cm højde. Afstand til vægge og diffuserende elementer er mere end 1 m. Der måles i 1/1 oktavbånd fra 63-8 kHz.

Målt efterklangstid (T) er sammenlignet med krav til daginstitutioner i BR18 (svarende til forventelige tilfredsstillende akustiske forhold). Dertil er udført selvstændige telefoninterview af medarbejdere.



RESULTATER

KONKLUSIONER OG ANBEFALINGER

CO₂, temperatur og relativ luftfugtighed

Der er foretaget målinger af CO₂-niveauet, temperatur-niveauet og den relative luftfugtighed samt lydtrykniveau i to rum i alle de undersøgte 20 institutioner. Alle målinger er foretaget ved installation af IC-meter i rummene i institutionerne. I alt er der således målt i 40 enkeltrum i 20 institutioner.

Der er typisk målt i institutionerne fra omkring midt januar til slut maj, dog med lidt forskelle i opsætnings- og nedtagningstidspunkt. Der er således målt henover vinterperioden, hvor børnene typisk er meget indenfor, og hvor vinduer og døre er lukkede, bortset fra ved udluftninger (og indgang og udgang af institutionerne). Og der er målt under sommerforhold, idet maj måned 2018 var usædvanlig varm og tør og kan sammenlignes med en god normal dansk sommer.

Den målte periode har i praksis derfor både omfattet en varm vinterperiode (januar og starten af februar), en kold vinterperiode (fra midt februar og marts), en forårsperiode (april) og en sommerperiode (maj).

Generelle observationer:

Der er meget stor forskel på indeklimaet på de målte parametre i de 20 institutioner – og i de 40 målte rum.

Der kan identificeres mange parametre, som medvirker til de store forskelle, men tre parametre er fundet at have en meget stor betydning:

- Tilstedeværelse og type af ventilationsanlæg
- Anvendelsen af de enkelte rum
- Personalets adfærd

Hertil kommer, at indeklimaet i de målte rum naturligvis også var påvirket af det aktuelle udevejr i måleperioden.

Betydning af ventilationen:

Observationerne udpeger tilstedeværelse og karakter af ventilationsanlæggene, som det enkeltelement, som har klart størst betydning for indeklimaet i de 20 institutioner.

Institutionerne (og i enkelte tilfælde de enkelte rum) kan således opdeles i tre kategorier alt efter ventilationsmulighederne:

1. Institutioner med helt moderne mekanisk balanceret ventilationsanlæg med CO₂-styring af ventilationsmængden og indblæsning i alle rum.
2. Institutioner med mekanisk balancerede ventilationsanlæg med indblæsning i alle rum med fast indblæsning efter antal m² i rummet uanset tilstedeværelse af børn – evt. med

tidsstyring, så ventilation nedsættes uden for åbningstid.

3. Institutioner uden ventilationsanlæg, dvs. med manuel udluftning ved åbning af vinduer og døre, ventilation gennem utætheder i bygningen og med mekanisk udsug fra køkken og toiletter.

I undersøgelsen indgår:

- 5 institutioner med ventilationssystem i kategori 1
- 9 institutioner i kategori 2
- 3 institutioner i kategori 3
- 3 institutioner med et målt rum i kategori 2 og et målt rum i kategori 3

Betydning af opvarmningen:

Institutionerne er også meget forskelligt opvarmede, især i forhold til, hvor stor muligheden og behovet er for, at personalet styrer temperaturen i institutionerne.

Nogle steder er alt styret centralt, det virker, og personalet behøver ikke gøre noget. Andre steder er der både muligheder og behov for, at personalet selv kan regulere temperaturindstillingen på varmegiverne, som typisk er radiatorer.

Alle institutioner har termostater på radiatorerne, helt generelt af den gammeldags type, hvor termostaterne ikke selv skruer ned, når pludselige temperaturfald indikerer, at et vindue åbnes for udluftning.

Betydning af personalets adfærd:

Det er meget forskelligt, hvor megen faktisk handling, der lægges over på personalet for at opretholde et godt indeklima i institutionerne.

Især med ventilationsanlæg i kategori 2, der kun har grundventilation, og i kategori 3 uden ventilationsanlæg er personalets aktive indsats nødvendig for at skabe et så godt indeklima som muligt, og her er personalets korrekte adfærd derfor af meget stor betydning for indeklimaets kvalitet.

Observationer opdelt efter ventilationssystem:

Kategori 1 med CO₂-styring:

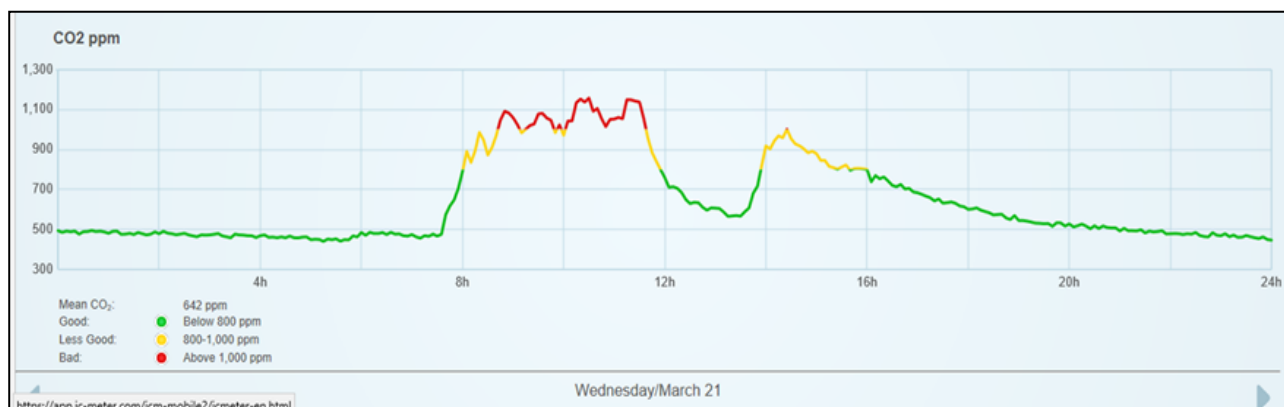
CO₂-niveauet ligger generelt meget fint mellem maksimalt 900 og 1.100 ppm i løbet af dagen i de 5 institutioner med et ventilationssystem med CO₂-styring.

Der ses dog i perioder i enkelte rum, at CO₂-niveauet kan blive betydeligt højere, men her skønner vi, at der kan være tale om spontane kortvarige fejl i styringen af ventilationssystemet, manglende indregulering og generel manglende jævnlig kontrol af funktionen.

Der er ikke observeret et behov for, at personalet supplerer ventilationsanlæggets funktion med manuelle udluftninger i disse institutioner. Og der er derfor heller ikke observeret adfærd, som i væsentlig grad er uhensigtsmæssig i forhold til opretholdelse af et samlet godt indeklima med et lavt energiforbrug.

I disse fem institutioner ligger temperaturen generelt også pænt.

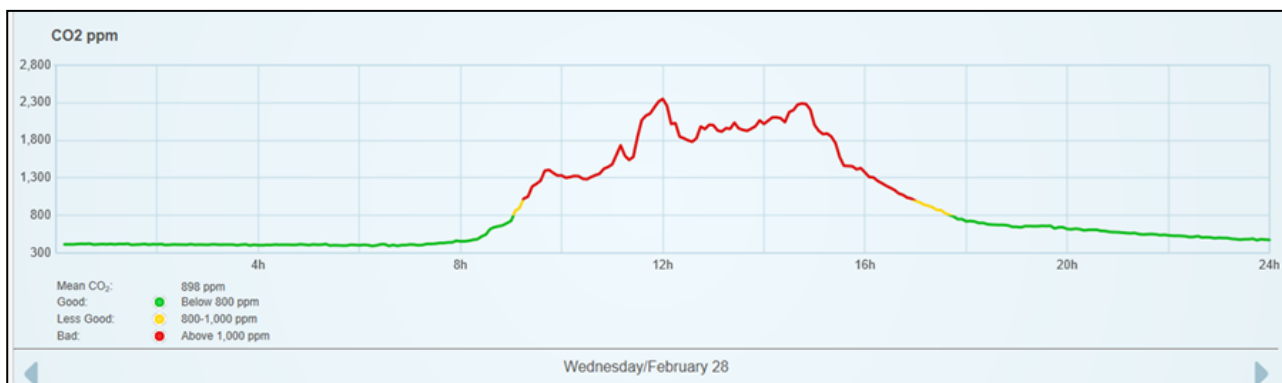
Den relative luftfugtighed i de fem institutioner i kategori 1 ligger generelt nydeligt, og meget langt under et problematisk højt niveau. På de kolde og tørre vinterdage vil luftfugtigheden dog komme meget langt ned under de anbefalede niveauer, hvilket normalt ikke giver problemer i den ofte korte periode, hvor sådanne vejrforhold råder.



Figur 5. Eksempel på CO₂-niveau i institution med helt moderne ventilationsanlæg med CO₂ styring

Kategori 2 med fast grundventilation:

CO₂-niveauerne i de ni institutioner plus de tre rum i yderligere tre institutioner, som har et godt, men lidt gammeldags ventilationssystem, svinger meget alt efter, hvor mange børn, der er pr. m², hvor højt der er til loftet, hvor stor luftmængde, der skiftes i timen, udformningen af institutionen, tilstedeværelse i rummene og personalets adfærd.



Figur 6. Eksempel på CO₂-niveau i institution med ældre ventilationsanlæg, der er indstillet med jævn ventilation pr. m²

Generelt er der i disse institutioner behov for, at personalet i større eller mindre grad medvirker aktivt til opretholdelse af et godt indeklima gennem manuel udluftning ved åbning af vinduer og døre i korte perioder, når især CO₂-niveauet bliver for højt.

Fastsættelsen af grundventilationen har naturligvis betydning for kvaliteten af indeklimaet. En høj grundventilation pr. kvadratmeter giver naturligvis et bedre indeklima med et lavere CO₂-niveau, men giver også et højere energiforbrug i institutionerne, da der også ventileres kraftigere i rum, som i perioder er ubenyttede.

På trods af, at der er et klart behov for supplerende handlinger med manuelle udluftninger fra personalets side, så har vi ikke gennem interviewene observeret, at der var udarbejdet egentlige instrukser fra kommunens side om, hvornår og hvordan disse manuelle handlinger optimalt skulle foretages under hensyn til den faktiske anvendelse af de enkelte rum.

Vi kan konstatere, at spredningen i indeklimaet målt på CO₂-niveauer er ganske stor i disse institutioner.

Nogle institutioner med relativt gode betingelser evner at opretholde et ganske acceptabelt CO₂-niveau i institutionen med få korrekt udførte udluftninger med gennemtræk på de optimale tidspunkter i institutionens daglige rytme.

Andre institutioner - ofte med dårlige betingelser og meget ofte med en misforstået opfattelse af, hvornår der er brug for manuelle udluftninger - kan ikke at opretholde et tilstrækkeligt lavt CO₂-niveau. Der ses her alt for ofte et for dårligt indeklima både med hensyn til et for højt CO₂-niveau, men også for det termiske indeklima, som kan svinge ganske meget ved for lange udluftninger på ikke-optimale tidspunkter og uden at radiatortermostaterne lukkes ned under udluftningerne.

Faktisk ser vi tilfælde af, at en forkert udluftningsrytme kan få både CO₂-niveau, men især temperaturniveauet til at svinge ganske voldsomt på grund af uheldige samspil mellem åbnede

vinduer, varme radiatorer og efterfølgende behov for yderligere udluftning, når temperaturen på stuen stiger hurtigt, når vinduet lukkes.

Vi ser også, at udluftningerne både er for langvarige, og sker på tidspunkter, hvor der ikke er behov for dette rent CO₂-mæssigt.

Det ses ofte, at der sker udluftninger, når personalet møder ind, og hvor CO₂-niveauet er fint. Der sker langvarige udluftninger, når børnene har spist og er ude af stuen, og hvor ventilationssystemet alligevel ville have klaret problemet. Og der sker udluftninger lige inden lukketid, når børnene har forladt institutionen, og hvor de mange nattetimer frem til morgenåbningen sagtens kan bringe CO₂-niveauet ned igen inden næste morgen.

Denne adfærd giver ingen fordele for CO₂-niveauet, men bidrager ofte til uhensigtsmæssige svingninger i temperaturniveauet, og til at der bruges unødigt meget varme. De kan dog skyldes andre årsager, som dårligt lugt, hvilket der bør tjekkes for.

Generelt ses dog fornuftige temperaturforhold i institutionerne, når der ses bort fra de få, hvor personalets uhensigtsmæssige adfærd udgør et forstyrrende element for temperaturreguleringen.

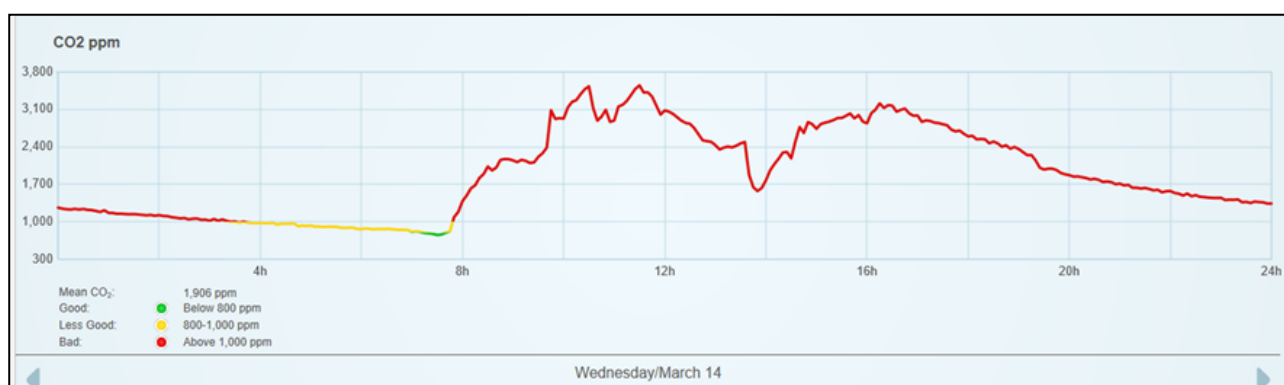
Den relative luftfugtighed ligger generelt pænt for institutioner med grundventilation per arealenhed.

Også her ses næsten ingen tilfælde af for høj luftfugtighed, men der kan observeres lave relative luftfugtigheder i de (korte) perioder, hvor det er meget koldt og tørt udenfor.

Kategori 3 uden ventilationssystem:

CO₂-niveauerne i de tre institutioner plus de tre rum i yderligere tre institutioner, som ikke har et ventilationssystem, er generelt alt for højt i lange perioder af dagen.

Disse institutioner og rum har generelt et dårligt indeklima med et alt for højt CO₂-niveau.



Figur 7. Eksempel på CO₂-niveau i institution uden ventilationsanlæg

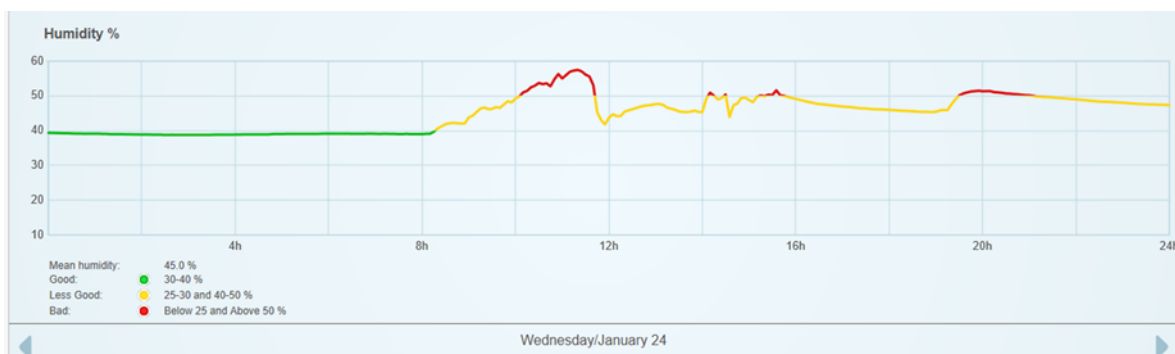
Generelt er hele ansvaret for at opretholde et ikke alt for ringe indeklima i institutioner uden ventilationsanlæg lagt på personalet og deres manuelle udluftninger. Ofte, eller altid, endda uden at der foreligger instruktioner fra kommunen i, hvornår og hvordan der bør udluftes for at optimere den positive effekt på indeklimaet. Og uden, at der er installeret en simpel CO₂-alarm, som kan guide personalet til en bedre udluftningsadfærd.

Flere af institutionerne vurderes efter målingerne at have så dårlige forhold for at kunne opretholde et fornuftigt indeklima, at det i praksis er en umulig opgave for personalet at sikre et godt indeklima vurderet på CO₂-niveauet udelukkende ved manuelle udluftninger. Der skal så meget udluftning til, at det vil gå kraftigt ud over både temperatur og energiforbrug i institutionen.

I disse institutioner ses der også ofte en meget vanskelig temperaturstyring, idet de termostatstyrede radiatorer ikke kan "følge med" de nødvendige hyppige udluftninger.

En enkelt institution havde installeret varmepumper til opvarmning, men havde samtidigt bibeholdt de gamle el-varmepaneller. Dette gav anledning til en forkert styring, da set-punktet for start af varmepumperne var lavere end set-punktet for brug af el-radiatorerne. Derfor skete opvarmningen fortsat med direkte elvarme.

Også den relative luftfugtighed kan i disse institutioner uden et ventilationsanlæg, udover udsugning i køkken og bad, være udfordret i perioder. For med mange børn på stuen uden udluftning vil både CO₂-niveau og relativ luftfugtighed stige meget på kort tid.



Figur 8. Den relative fugtighed i en institution uden ventilationsanlæg

Nat- og weekendsænkning af temperaturen:

Nat- og weekendsænkning er relevant af hensyn til reduktion af energiforbruget til opvarmning især i institutioner bygget af lette materialer, som er opvarmet med fossil naturgas.

I interviewene med institutionsledere og især i svarene på spørgsmål herom til kommunerne angives, at der er nat- og weekendsænkning af temperaturen i mange institutioner.

I rigtig mange tilfælde har vores målinger ikke kunnet konstatere, at dette skete i praksis. Vi har observeret tilfælde, hvor der ligefrem skete en nat- og weekendhævning af temperaturen selv på kolde dage. Dette giver ikke årsag til problemer med indeklimaet, men er årsag til et u hensigtsmæssigt højt energiforbrug.

I enkelte institutioner var der desuden problemer med, at nat- og weekendsænkningen medførte en alt for lav morgentemperatur, og dermed u hensigtsmæssige temperaturer med en kold start på dagen – og indimellem en for varm slutning på formiddagen, da alle radiatorer blev skruet op for at kompensere for den for lave morgentemperatur.

Konklusioner - Institutioner med helt moderne ventilationsanlæg med CO₂-styring

Generelt ligger CO₂-niveauet meget fint i disse institutioner med maksimale værdier mellem 900 og 1.100 ppm i løbet af dagen. Der er derfor ikke af hensyn til CO₂-niveauet behov for tiltag fra personalets eller kommunens side.

Konklusioner - Institutioner med ventilationsanlæg, der er indstillet med fast grundventilation

Her ses både institutioner med fine niveauer for CO₂ og institutioner med CO₂-niveauer op over 2.000 ppm. Der er derfor typisk for denne type af installationer et behov for, at der eventuelt justeres på ventilationsanlægget, og at personalet supplerer det installerede ventilationssystem med udluftninger.

Behovet for supplerende udluftninger er ret forskelligt – alt efter grundventilation og hvor mange børn, der er pr. m².

Ofte sker udluftningen efter "gamle vaner" – om morgenen, når personalet møder, efter spising, når børnene er ude og lege og ved lukketid i institutionen.

Dette er ikke hensigtsmæssigt, da det netop er tidspunkter, hvor ventilationssystemet selv klarer opgaven. Der skal i stedet udluftes målrettet hver hele eller halve time, når der er tilstedeværelse af mange børn. Der skal desuden fokus på lavt CO₂-niveau, når der skal soves.

Der mangler generelt vejledning til personalet fra kommunen eller via en CO₂-alarm med henblik på, at der udluftes optimalt.

Konklusioner - Institutioner uden ventilationsanlæg

Her ses ofte CO₂-niveauer op over 3.000 ppm, og der er derfor typisk for denne type af installationer et meget stort behov for, at personalet er meget opmærksomme på at opretholde et fornuftigt lavt CO₂-niveau.

Observationerne viser, at når der er børn på stuen, skal der især i institutioner med mange børn på små stuer gennemluftes omkring hvert kvarter for at holde et fornuftigt CO₂-niveau, hvilket

ikke er ikke praktisk muligt. Temperaturerne i stuerne vil også ved mange udluftninger blive for lave.

Når CO₂-niveauet stiger voldsomt, stiger også den relative luftfugtighed pga. børnenes udånding af vanddamp – ofte over de anbefalede 50 %

Heller ikke i disse institutioner foreligger der forskrifter til udluftning fra kommunen side – og heller ikke vejledning i form af installation af en CO₂-alarm.

Konklusioner - Temperatur og natsenkning

Temperaturen på de målte stuer ligger generelt fornuftigt mellem 20 og 23 grader. I enkelte institutioner er dette udfordret af meget kraftige morgenudluftninger.

Nat- og weekend senkning fungerer derimod kun sporadisk – mange steder uden for fjernvarmen er den i praksis fraværende, selv om det angives, og en del steder giver det problemer for personalet, når de møder ind til en kold institution.

Der er ikke påsat moderne termostater på radiatorerne, så de automatisk lukker, når vinduer åbnes. Det giver anledning til en del varmetab og fluktuerende temperaturer, når personalet ikke skruer ned manuelt, når vinduer åbnes, og op igen, når de lukkes.

Konklusioner - Relativ luftfugtighed, RF

Den relative luftfugtighed ligger generelt fint i de målte institutioner.

Der er tendens til, at den ligger meget lavt i de kolde tørre vinterperioder, hvor der er ventilationsanlæg – men de perioder er der ikke ret mange af. Der er dog for nylig kommet fokus på de mulige uheldige indeklimamæssige virkninger af for lav relativ luftfugtighed, som f.eks. tørre øjne, træthed og hovedpine¹³.

Kun i institutioner uden ventilationsanlæg kan ses en lille tendens til for høje niveauer af relativ luftfugtighed, når der er børn på stuen.

Anbefalinger

1. Institutioner med moderne ventilationsanlæg med CO₂-styring har generelt et godt indeklima, og derfor bør alle institutioner på sigt have installeret eller ombygget eksisterende ventilationssystemer til løsninger med CO₂-styring på rumniveau.
2. Institutioner uden ventilationssystem har generelt et dårligt indeklima, og det er ikke muligt for personalet at kompensere tilstrækkeligt for den manglende ventilation via manuelle udluftninger. Installation af ventilationssystemer, evt. decentrale per belastet

¹³ <http://nfa.dk/da/nyt/nyheder/2019/toer-luft-er-markant-undervurderet-som-aarsag-til-daarlig-trivsel-blandt-kontoransatte>

rum, bør derfor have høj prioritet.

3. Institutioner med "gammeldags" grundventilation, som ventilerer efter antal m², har meget forskelligt indeklima. Indtil, typisk de institutioner med mange børn på små stuer, kan opgraderes med CO₂-styret ventilation, kan institutionerne bringes til at have et fornuftigt indeklima ved generelt at øge den mekaniske ventilation i institutionen og supplere med målrettede manuelle udluftninger fra personalets side.
4. Sådanne institutionen har behov for en klar instruks fra kommunen om, hvornår og hvordan udluftninger bedst foretages under hensyn til vejrforhold og anvendelse af rum.
5. Til yderligere hjælp til optimal udluftningsadfærd i disse institutioner bør der indkøbes en relativt billig CO₂-alarm, som kan sættes til at afgive signal, når CO₂-niveauet passerer 1000 ppm CO₂, som tegn på, at der skal luftes igennem i 3 minutter.
6. Kommunerne bør forankre det grundlæggende ansvar for opretholdelse af et fornuftigt indeklima i institutionerne hos sig selv og påtage sig både overvågning af indeklimaet og instruktionen af personalet. Det vurderes, at personalet ikke har tilstrækkelig faglig viden til at kunne pålægges ansvaret – og slet ikke uden klare instruktioner fra kommunen og tekniske installationer i daginstitutionerne, som muliggør at sikre indeklimaet gennem enkle intuitive handlinger.
7. Indtil institutioner uden ventilationsanlæg ud over udsugning i køkken og bad kan opgraderes med et CO₂-styret ventilationssystem, har disse institutioner i høj grad også brug for både instruks fra kommunen i korrekt udluftningsadfærd og CO₂-alarm.
8. Alle termostater i institutioner, hvor der er behov for manuelle udluftninger, bør skiftes til de nyeste modeller, som selv lukker for varmetilførslen til radiatorer ved pludselige temperaturfald ved udluftning.
9. For at luge ud i de forholdsvis mange perioder i alle typer institutioner, hvor der tilsyneladende er fejlfunktioner i enten styring af ventilationsanlæg eller varmeanlæg, bør kommunerne intensivere overvågningen af de tekniske systemer.
10. Der bør sikres en ordentlig indkøring ved nye installationer og efterfølgende service, rensning af filtre mm af især ventilationssystemer, men også af varmepumper.
11. Der er et klart behov for tjek af, at nat- og weekendsænkning af temperaturen, hvor opvarmningen sker med naturgas, fungerer efter hensigten. Der er observeret mange fejl i

denne styring med et for højt energiforbrug til følge.

12. Det bør i det hele taget overvejes, om eksisterende børneinstitutioner (og skoler) skal omfattes af kravet i bygningsreglementet til arbejdspladser om, at CO₂-niveauet generelt skal holdes under 1000 ppm.

Kemikalier

Der findes ikke specifikke grænseværdier for, hvor høj koncentrationen af kemikalier må være i indeklimaet, men eftersom de typer af kemikalier vi har målt på i dette projekt, er klassificeret som hormonforstyrrende (ftalater og flammehæmmere), og nogle yderligere som kræftfremkaldende (tre af de undersøgte flammehæmmere), ønsker vi slet ikke, at nogen udsættes for dem – og slet ikke børn der kan blive særligt påvirket, da de stadig er undervejs i deres udvikling. Det er den samlede udsættelse for skadelige kemikalier man er bekymret for (altså samlet set i og udenfor institutionen), og derfor bør der altid arbejdes på at nedsætte koncentrationen af sundhedsskadelige kemikalier så meget som muligt.

Vi har fundet meget store forskelle i kemikalieniveauerne i de undersøgte daginstitutioner. Der er foretaget to målinger i hver af de 20 institutioner (to forskellige rum), og også indenfor samme institution kan der være meget store forskelle i målingerne af hhv. ftalater og fosforbaserede flammehæmmere i hver af de to rum.

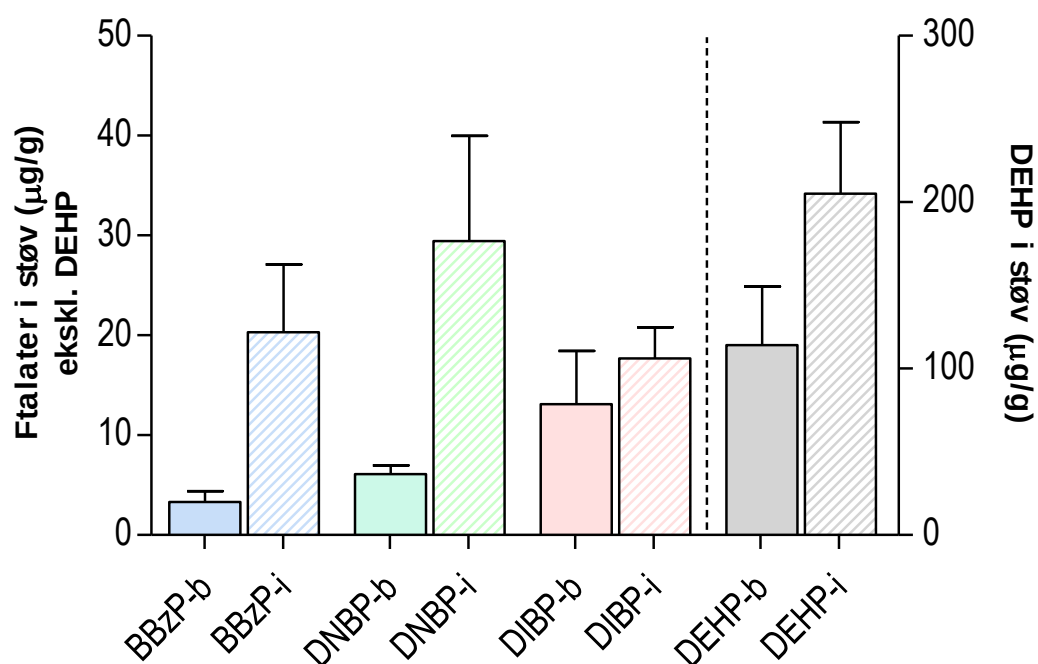
De fundne koncentrationer af de undersøgte ftalater er gennemgående meget højere end koncentrationerne af de undersøgte fosforbaserede flammehæmmere. Gerne omkring en faktor 1000 højere. Dette er tilsvarende, hvad vi tidligere har fundet i en lignende undersøgelse af indeklimaet i børneværelser. Dog ligger de fundne koncentrationer af kemikalier i daginstitutionerne generelt højere, end dem vi fandt i børneværelser. Dette kan have flere forklaringer, som f.eks. mere inventar i daginstitutioner, hvorfra der kan udskilles kemikalier, samt flere udfordringer ift. at få gjort grundigt rent (f.eks. kort tid til rengøring og/eller mange åbne opbevaringsmøbler, hvor støv let ophobes). Om dette kan være en af årsagerne til, at vi finder højere niveauer i daginstitutioner er dog ikke undersøgt nærmere.

Kemikalier ophobes i støv, og derfor er det vigtigt med et stort fokus på rengøring, som kan være medvirkende til at mindske det niveau af kemikalier, man udsættes for, når man opholder sig i institutionen. Denne indsats inkluderer bl.a., at rengøringspersonalet har mulighed for at fjerne støv alle steder.

Ftalater

Ftalater bruges til at gøre plastik blødt og bøjeligt. De anvendes f.eks. i badeforhæng, plastfodbolde, ledninger, vinylgulve, presenninger og andre bløde forbrugerprodukter af plast. Desuden kan de forekomme i en lang række produkter importeret fra lande udenfor EU, hvor de stadig kan anvendes lovligt i produktionen. Udover at være klassificeret som skadelige for forplantningsevnen er fire ftalater, DEHP, DBP, DIBP og BBP, også anerkendt som hormonforstyrrende i mennesker, og DEHP er desuden anerkendt som hormonforstyrrende i miljøet.

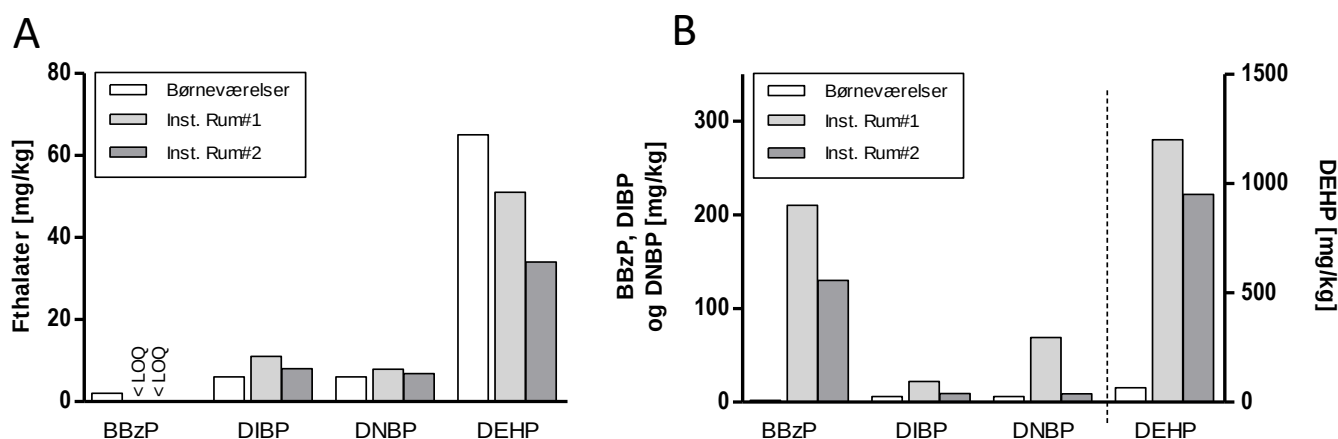
Disse ftalater indgår alle i vores undersøgelse. I 19 ud af 20 daginstitutioner er det DEHP, som vi finder i den højeste koncentration – i mange tilfælde minimum en faktor 10 højere end alle de andre ftalater. Dette er meget bekymrende, da DEHP er den af de undersøgte kemikalier der er bedst undersøgt og desuden bedst reguleret (pga. mest omfattende skadelige effekter). Siden 2015 har det været forbudt at anvende DEHP, DBP, DIBP og BBP i stort set alle forbrugerprodukter, med mindre man har indhentet en særlig tilladelse (de står opført på EU's liste over godkendelsespligtige stoffer). Forklaringen på, at vi alligevel finder dem, i så forholdsvis høje koncentrationer, skyldes sandsynligvis dels, at de forekommer i forbrugerprodukter og bygningsmaterialer, som er produceret, inden dette forbud trådte i kraft, eller fordi de er produceret uden for EU's grænser og dels, at nogle kemikalieproducenter har fået tilladelse til fortsat at producere og sælge stofferne til europæiske producenter af forbrugerprodukter. Dog vil det fra medio 2020 generelt blive forbudt at sælge varer på det europæiske marked, hvor en eller flere af disse ftalater er anvendt, da de fire stoffer også står opført på EU's forbudsliste. Det vil dog kun gælde varer produceret efter denne dato.



Figur 9. Figuren viser en sammenligning af de gennemsnitlige niveauer vi har fundet for ftalater i henholdsvis børneværelser (fuldt farvelagte søjler) og institutioner (stribede søjler). Her ses det tydeligt, at vi gennemgående finder højere kemikalieniveauer i institutionerne end i børneværelser. Projektet, hvor vi har undersøgt indeklimaet i børneværelser, blev udført i 2015/16¹⁴.

Af Figur 10 fremgår det, at der er store forskelle mellem institutionerne ift. hvor høje koncentrationer af ftalater vi finder. Det spænder fra niveauer der er lavere, end dem vi fandt på børneværelserne i vores tidligere undersøgelse, til at de er mange 100 gange højere. Dette kan have mange årsager. Og da vi ikke måler på andet end selve kemikaliekoncentrationerne i støvet, kan vi kun gisne om mulige sammenhænge. Men plausible forklaringer kan bl.a. være 1) mængden af inventar, som frigiver skadelige ftalater (herunder særligt blødt og bøjeligt plastik, som f.eks. noget legetøj og voksduge), 2) rengøringsniveauet, 3) gulvtypen (f.eks. kan vinylgulve frigive ftalater) og 4) måden, legetøjet er opbevaret på.

¹⁴ <https://www.ecocouncil.dk/frisk-luft-og-mindre-kemi-pa-bornevaerelset-2>



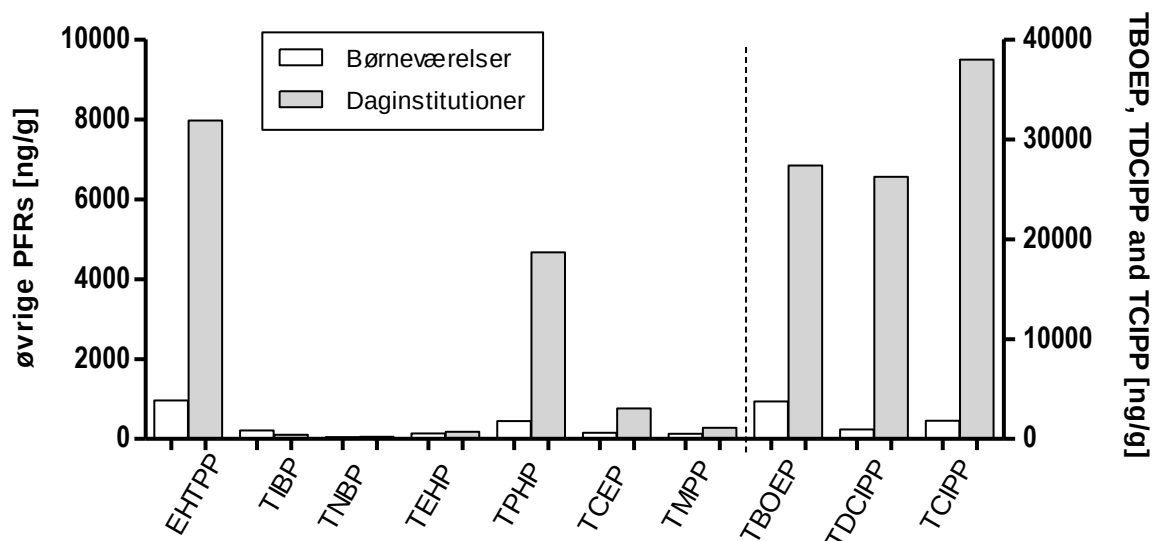
Figur 10. De to figurer (A og B) giver et godt billede af de forskelle vi finder i de målte niveauer af ftalater institutionerne imellem. Figur A viser resultaterne for en specifik institution, hvor vi generelt finder overraskende lave koncentrationer af ftalaterne, mens figur B er et eksempel på en specifik institution, hvor vi finder meget høje niveauer. Desuden viser figurerne, hvor stor forskel der kan være på målingerne i forskellige rum indenfor den samme institution. Læg mærke til, at figur B har meget højere akseangivelser end figur A. Aksen på højre og venstre lodrette side af figur B har desuden forskellige angivelser (adskilt af den stiplede lodrette streg inde i figuren). Projektet, hvor vi har undersøgt indeklimaet i børneværelser, blev udført i 2015/16¹.

For at undersøge muligheden for, at en specifik faktor (f.eks. vinylgulv) i institutionen var udslagsgivende for, om vi målte et højt eller lavt niveau af ftalater i de enkelte institutioner, har vi sammenlignet de to målte niveauer i samme institution og opsat dem parvist overfor alle de andre institutioner i undersøgelsen (se Figur 11). Her ser vi et meget blandet billede, hvor nogle institutioner har et meget ensartet målt niveau i de to rum (hvilket kan være både lavt og højt), mens andre har et meget forskelligartet niveau. Dette siger mest noget om, at det sandsynligvis ikke er enkelte faktorer der spiller ind på kemikalieniveauet, men højst sandsynligt en blanding af bidragende faktorer. Derfor vil det også være vigtigt at sætte ind med forskelligartede indsatser for at få mindsket kemikalieniveauerne. Dog må det anses som særdeles væsentligt at sørge for grundig rengøring, da kemikalierne binder sig til støvet.

karakteriseret som kræftfremkaldende og på den baggrund forbudt i legetøj til børn mellem 0 og 3 år eller legetøj, der er beregnet til at komme i munden.

De undersøgte flammehæmmere forekommer i noget lavere niveau end ftalaterne (ofte en faktor 100 til 1000), men er også taget i industrielt brug langt senere, og ofte som en erstatning for de bromerede flammehæmmere, som vi ikke har undersøgt for. Der er stadig en bekymring for disse kemikalier trods de forholdsvis lavere niveauer, da det er den samlede eksponering i samfundet der er alarmerende. Desuden kan der være samvirkende effekter mellem disse og/eller andre kemikalier, som man endnu ikke har undersøgt for.

Syv ud af elleve af de undersøgte flammehæmmere finder vi i alle daginstitutionerne. TDCIPP, som er blandt de forbudte flammehæmmere i legetøj, er det stof vi finder i den allerhøjeste koncentration; 524000 ng/g. Dog vil man på Figur 12 nedenfor se, at både TBOEP og i særdeleshed TCIPP i gennemsnit findes i højere niveauer end TDCIPP. Dette skyldes, at vi oftere finder meget høje koncentrationer af de to sidstnævnte, og derfor får de en højere middelværdi. Alle tre kemikalier vækker bekymring, når de så ofte forekommer i så høje niveauer. TDCIPP og TCIPP er som tidligere nævnt klassificeret som kræftfremkaldende og derfor skal de stoffer naturligvis undgås i videst muligt omfang. Desuden er alle flammehæmmerne mistænkt for at være hormonforstyrrende og derfor er det også væsentligt, at de andre, herunder TBOEP, ikke findes i vores indemiljø, særligt når det er steder, hvor børn opholder sig i længere tid ad gangen. Hvad der særligt er væsentligt at bemærke er, at vi for stort set alle de undersøgte flammehæmmere finder meget højere koncentrationer i de undersøgte institutioner, end hvad vi tidligere har fundet i danske børneværelser. Projektet, hvor vi har undersøgt indeklimaet i børneværelser, blev udført i 2015/16.

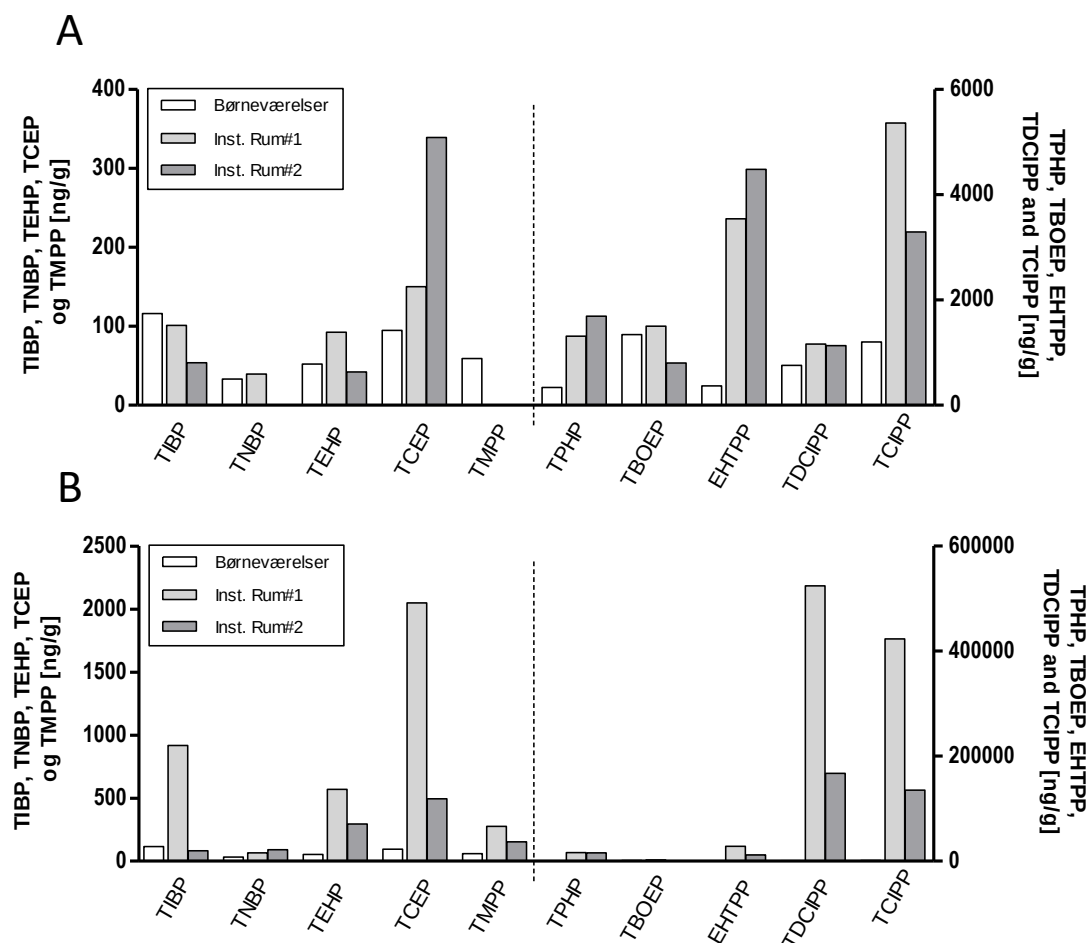


Figur 12. Figuren viser en sammenligning af de gennemsnitlige niveauer vi har fundet for fosforbaserede flammehæmmere i henholdsvis børneværelser (hvide søjler) og institutioner (grå søjler). Her ses det tydeligt, at vi gennemgående finder højere kemikalieniveauer i institutionerne end i børneværelser. Bemærk, at akse på højre og venstre lodrette side har forskellige koncentrationsangivelser (adskilt af den stiplede lodrette streg inde i figuren).

Projektet, hvor vi har undersøgt indeklimaet i børneværelser, blev udført i 2015/16¹⁵.

Ligesom for ftalaterne, finder vi også for flammehæmmere store forskelle mellem institutionerne ift. hvor høje koncentrationer vi måler, hvilket fremgår af Figur 13. Det spænder også for denne kemikalietype fra niveauer, der er lavere, end dem vi fandt på børneværelserne i vores tidligere undersøgelse, til at de er mange 100 gange højere. Dette kan have mange årsager. Og da vi ikke måler på andet end selve kemikaliekoncentrationerne i støvet, kan vi kun gisne om mulige sammenhænge. Men plausible forklaringer for niveauerne af flammehæmmere kan bl.a. være 1) mængden af inventar, som frigiver skadelige flammehæmmere (herunder i særdeleshed elektronik og skummøbler/-legetøj), 2) rengøringsniveauet, 3) anvendelsen af rummet (f.eks. pudrum eller soverum, hvor der ofte vil være meget skum i inventaret) og 4) opbevaringen i rummet.

¹⁵ <https://www.ecocouncil.dk/frisk-luft-og-mindre-kemi-pa-bornevaerelset-2>

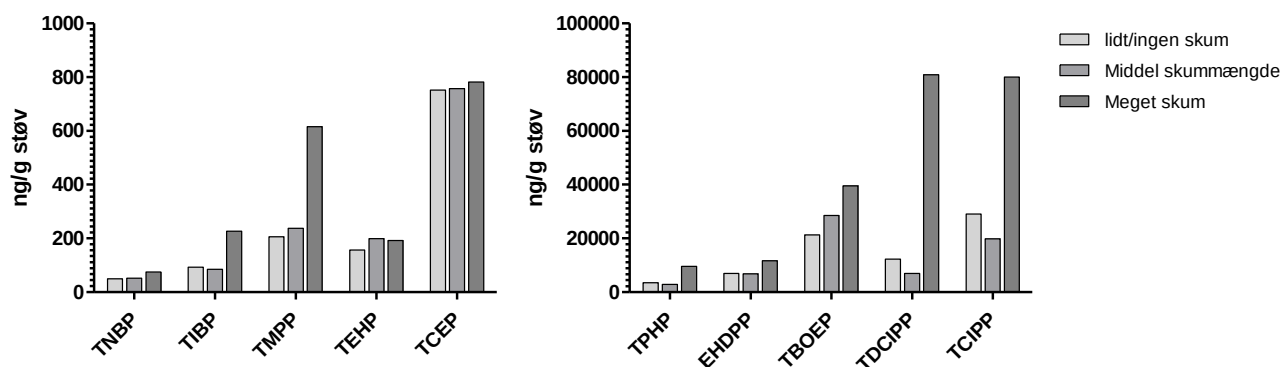


Figur 13. De to figurer giver et godt billede af de forskelle vi finder i de målte niveauer af fosforbaserede flammehæmmere institutionerne imellem. Figur A viser resultaterne for en specifik institution, hvor vi generelt finder forholdsvis lave koncentrationer af fosforbaserede flammehæmmere, mens figur B er et eksempel på en specifik institution, hvor vi finder meget høje niveauer. Desuden viser figurerne, hvor stor forskel der kan være på målingerne i forskellige rum (lyse- og mørkegrå søjler) indenfor den samme institution. Læg mærke til, at figur B har meget højere akseangivelser end figur A, og at akse på højre og venstre side af figuren har forskellige angivelser (adskilt af den stiplede streg i midten af figurerne).

For at undersøge, hvorvidt mængden af skum i de specifikke rum, hvor målingerne er udført, har indflydelse på mængden af målte flammehæmmere, har vi opdelt det observerede niveau af skummøbler/-legetøj i tre kategorier; 1) lidt/ingen skum, 2) middel skummængde og 3) meget skum. Af Figur 14 fremgår det, at der ikke er nogen meget tydelig sammenhæng. Dog tegner der sig en tendens til, at de rum der indeholder mange skummøbler, -legetøj og/eller madrasser generelt har højere niveauer af flammehæmmere end andre rum. Forskellene mellem de rum, hvor vi har skønnet middel og lave niveauer af inventar med skumindhold, er meget mindre og viser dermed ikke samme tendens. Det skal understreges, at ingen af forskellene er statistisk signifikante.

De steder vi særligt ser høje niveauer af flammehæmmere er da også i soverum (hvor der er mange skummadrasser) og tumlerum (hvor der er mange skummøbler/-legetøj), men ikke i alle

tumlerum er der høje niveauer. Der er som sagt tale om en tendens, og der kan derfor ikke nødvendigvis sættes lighedstegn mellem mange skummøbler og høje niveauer af flammehæmmere.



Figur 14. Trends for de fosforbaserede flammehæmmere opdelt efter hvor meget skum (møbler, skumlegetøj, madrasser osv.) der er observeret i det rum, hvor målingen er foretaget (mængderne er en skønsmæssig vurdering foretaget af de samme to medarbejdere fra Det Økologiske Råd). Der er muligvis tendenser, men ingen af forskellene er statistisk signifikante. De to grafer er blot opdelt på baggrund af de meget forskellige koncentrationer de er målt i, og viser tilsammen de 10 flammehæmmere, som vi gennemgående har skitseret. Læg derfor mærke til den store forskel i koncentrationsangivelsen (y-aksen) mellem de fem flammehæmmere der er angivet på grafen til venstre og de fem andre på grafen til højre.

Samlet konklusion

Kemikalier, som i dag er forbudt i bl.a. legetøj og andre produkter til børn, findes i alt for høje koncentrationer i de 20 undersøgte institutioner. Vi finder generelt høje niveauer af sundhedsskadelige ftalater og fosforbaserede flammehæmmere i institutionerne. Da der ikke findes nogen nedre grænse for, hvornår disse kemikalier er uskadelige, er det problematisk, at de overhovedet findes i vores indemiljø – og særligt at børn udsættes for dem, da de netop er skadelige pga. deres evne til at forstyrre vores hormoner og dermed kroppens udvikling.

Både ftalaterne og flammehæmmerne forekommer overordnet set i meget højere koncentrationer, end vi tidligere har fundet i lignende undersøgelser af danske børneværelser. Vi finder DEHP, som er den mest skadelige af ftalaterne, i alle institutioner. Det samme gør sig gældende for de tre mest skadelige flammehæmmere i denne undersøgelse – TCEP, TDCIPP og TCIPP. Disse kemikalier er alle forbudt at anvende i legetøj og andre produkter til børn. DEHP er tilmed forbudt i stort set alle forbrugerprodukter. Det kan derfor undre, at de forekommer i så høje niveauer i børneinstitutioner – og tilmed i alle institutioner. Dette skyldes sandsynligvis, at de stadig findes i produkter, som er fremstillet inden disse forbud trådte i kraft eller i produkter, hvor forbuddene ikke gælder.

Ingen af de undersøgte institutioner går fri for kemikalier, men der er forskel på, hvor mange forskellige kemikalier der bliver fundet i hver enkelt institution og i hvor høje koncentrationer. Alle institutioner bør derfor gøre en aktiv indsats for at nedbringe kemikalieniveauerne, men det kan være forskelligt rettede indsatser der skal til for at sænke kemikalieniveauet i de enkelte institutioner.

Anbefalinger

Der findes ikke specifikke grænseværdier for, hvor høj koncentrationen af kemikalier må være i indeklimaet, men eftersom de typer af kemikalier vi har målt på i denne undersøgelse, er klassificeret som hormonforstyrrende (ftalater og fosforbaserede flammehæmmere), og for nogle endda også kræftfremkaldende (tre af de valgte flammehæmmere), ønsker vi slet ikke, at nogen udsættes for dem – og slet ikke børn der kan blive særligt påvirket, da deres krop og hjerne stadig ikke er færdigudviklet. Det er den samlede udsættelse for skadelige kemikalier man er bekymret for (altså samlet set i og udenfor institutionen), og derfor bør der altid arbejdes på at nedsætte koncentrationen af kemikalier så meget som muligt. Dette kan gøres ved en lang række indsatser.

1. Rengøring bør være en høj prioritet i daginstitutioner. Kemikalier bindes til støv, og grundig rengøring vil derfor være medvirkende til at nedbringe niveauet af kemikalier i indemiljøet.
2. Det anbefales, at reoler og kasser er på hjul. Således kan rengøring, evt. med planlagte intervaller, køre inventaret væk og få rengjort grundigt under det.
3. Lukkede opbevaringsløsninger, f.eks. skabe med gennemsigtige låger, er en fordelagtig løsning til opbevaring af legetøj, kreaudstyr osv. Dette giver en mindre ophobning af støv, da støvet i mindre grad vil lægge sig på de vandrette flere, når de er tillukkede.
4. Åbne kasser til legetøj bør undgås, da der hurtigt ophobes støv heri, og de desuden vil være meget tidskrævende at få gjort ordentligt rene – da al legetøjet skal tages ud og lægges tilbage.
5. I tumlerum samt soverum bør skummøblerne/madrasserne jævnligt stables (forskellige steder i rummet hver gang), så der kan blive gjort så grundigt rent på gulvarealet som muligt. Hvis soverummet også anvendes som lege-/opholdsrum, når børnene ikke sover, anbefales det, at skummadrasserne opbevares i et særskilt opbevaringsrum, når de ikke er i brug.
6. Det anbefales institutionerne at indkøbe produkter der falder inden for definitionen af legetøj og småbørnsartikler eller på anden måde garanterer, at produktet ikke indeholder

stoffer der er forbudt i legetøj. Der er særlige regler for tilsætningen af kemikalier til legetøj og småbørnsartikler. Dette gælder bl.a. for ftalater og udvalgte flammehæmmere, da disse stoffer er hormonforstyrrende og derfor særligt problematiske for børn og unge, da deres krop og hjerne stadig ikke er færdigudviklet.

7. Ligeledes anbefaler vi institutionen at købe produkter med miljømærkerne "Svanen" eller "EU-Blomsten", da de stiller krav om, at de problematiske ftalater ikke må anvendes i en række produkttyper. Desuden er der i Svanemærket strammere krav for legetøj end blot dét, legetøjsdirektivet foreskriver. For andre produktgrupper end legetøj er det yderligere en hjælp, da der her er slappere krav ift. kemikalier. Dette gælder f.eks. møbler, madrasser og elektronik, hvor der for alle produktgrupper findes Svanemærkede modeller.
8. Institutionerne bør være særligt opmærksomme på gammelt legetøj af plastik der er fra før 1999/2007, hvor der kom strammere regler for mængden af ftalater i henholdsvis Danmark og EU. Undgå desuden produkter der er lavet af eller indeholder PVC. Dette kan f.eks. være badebassiner. Desuden skal institutionerne være opmærksomme på legetøj fra før 2016, hvor flere flammehæmmere var tilladt i produktionen af disse produkter. Af denne årsag anbefaler vi institutionerne at indføre en politik omkring modtagelse af gammelt legetøj fra f.eks. forældre til institutionens børn. Bøger vil være en undtagelse, da der ikke oplagt er brugt problematiske kemikalier, som i dag er forbudt.

Radon

Myndighederne i Danmark har, som tidligere beskrevet, fastsat en grænseværdi for radonindholdet i nye huse på 100 Bq/m³ indeluft. Dette er den såkaldte nedre grænseværdi. Dertil kommer en øvre grænseværdi, som er fastsat til 200 Bq/m³ indeluft.

I projektet blev der målt overskridelser af den nedre grænseværdi for radon i tre ud af 20 institutioner. Ingen institutioner overskred den øvre grænseværdi. Dette er få overskridelser sammenholdt med andre tidligere målinger fra bl.a. København, hvor 45 % af institutionerne overskred den nedre grænseværdi¹⁶.

¹⁶ <https://www.berlingske.dk/samfund/koebenhavnske-daginstitutioner-overskrider-graensevaerdien-for-radioaktiv-gas>

Konklusion

De laveste koncentrationer af radon findes ikke nødvendigvis i nyere radonsikrede bygninger med mekanisk ventilation. I ældre bygninger kan være lige så lave eller endda lavere koncentrationer. Dette kan skyldes, at ældre bygninger har mere tætte fundamenter eller mere utætte klimaskærme, så luftskiftet nærmer sig det samme niveau som i moderne bygninger med mekanisk ventilation. Ligeledes kan mekanisk ventilation muligvis - under visse forhold - forøge radonkoncentrationen ved at skabe undertryk, så radon suges ind via fundamentets utætheder f.eks. rørgennemføringer. Moderne bygninger giver derfor ikke nødvendigvis det laveste indhold af radon. Der er dog behov for flere og systematiske undersøgelser for endeligt at dokumentere dette.

Anbefalinger

På basis af målingerne har Det Økologiske Råd opstillet en række forslag til, hvordan forureningen med radon kan nedbringes i daginstitutioner.

Generelt

1. Få målt radonkoncentrationen i institutionens opholdsrum, hvis det endnu ikke er gjort.
2. Luft ofte ud med gennemtræk og lad vinduerne stå i ventilationsstilling udenfor fyringssæsonen.
3. Etabler og brug mekanisk ventilation, såfremt dette er muligt.

Den nedre grænseværdi på 100 Bq/m³ overskrides. Gennemfør flere af følgende tiltag:

1. Simple tætninger af revner og sprækker samt tætning ved rørgennemføringer i fundamentet.
2. Justering af mekanisk ventilation, så den afbalanceres og ikke skaber undertryk i bygningen.
3. Hold døren lukket til evt. kælder og sørg for at døren lukker tæt – påfør gerne tætningslister.
4. Undgå længere tids (over 2 timer dagligt) ophold i de rum, hvor grænseværdien overskrides.
5. Få udført nye målinger i mindst 60 dage i fyringssæsonen for at sikre, at tiltagene har hjulpet.

Den øvre grænseværdi på 200 Bq/m³ overskrides. Gennemfør:

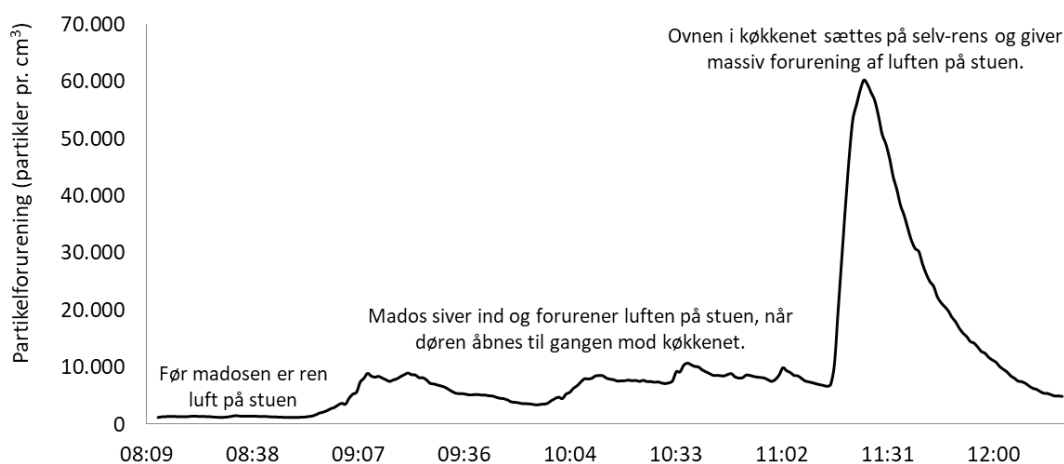
1. Alle reduktionstiltag nævnt under pkt. 1) og 2) ovenfor.
2. Markant øget ventilation (manuel og mekanisk) i bygningens nederste etage året rundt.
3. Omfattende tætninger af fundamentet, radonsug og/eller mekanisk ventilation af kælderen.
4. Tag kontakt til en professionel rådgiver, der ved noget om radonforurening og afhjælpning.
5. Få udført nye målinger i mindst 60 dage i fyringssæsonen for at sikre, at tiltagene har hjulpet.

Ultrafine partikler

Nedenfor findes udvalgte illustrative resultater fra forureningsmålinger i institutioner med fokus på indeklimaforurening fra mados, stearinlys og bålpladser. Sekundært ses på dieselos fra trafik og tog.

Mados

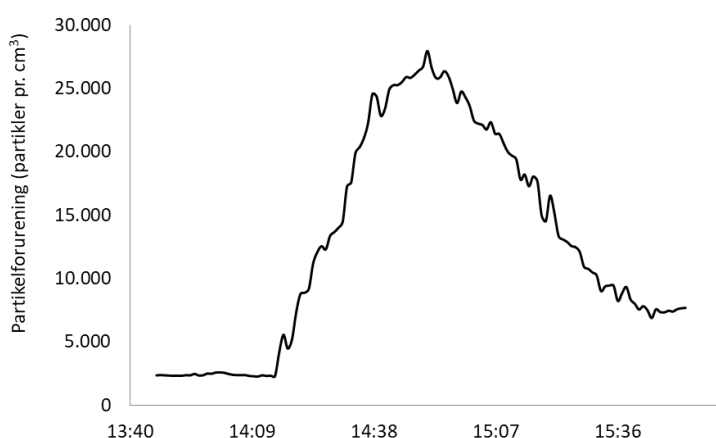
Typen og brugen af emhætte og effektiv udluftning i køkkenet samt afskærmning af køkkenet fra institutionens stuer via lukkede døre kan forhindre, at madosen forurener luften i institutionen. På figuren nedenfor ses et eksempel fra en institution med god industriemhætte, men hvor døre mellem køkkenet og stuer løbende åbnes, så forurening fra køkkenet spredes til institutionens stuer.



Figur 15. Af figuren ses det, at når madlavningen påbegyndes i køkkenet kan der ses en stigende forurening af ultrafine partikler på børnehavestuen. Dette skyldes, at madosen hurtigt siver fra køkkenet og ud i institutionens andre rum. Det er dog i dette tilfælde ikke i høje niveauer. Der opstår til gengæld en massiv forurening af stuen, når ovnen i køkkenet sættes på selv-rens funktion. Måleapparatet er opstillet i en af institutionens stuer.

Stearinlys

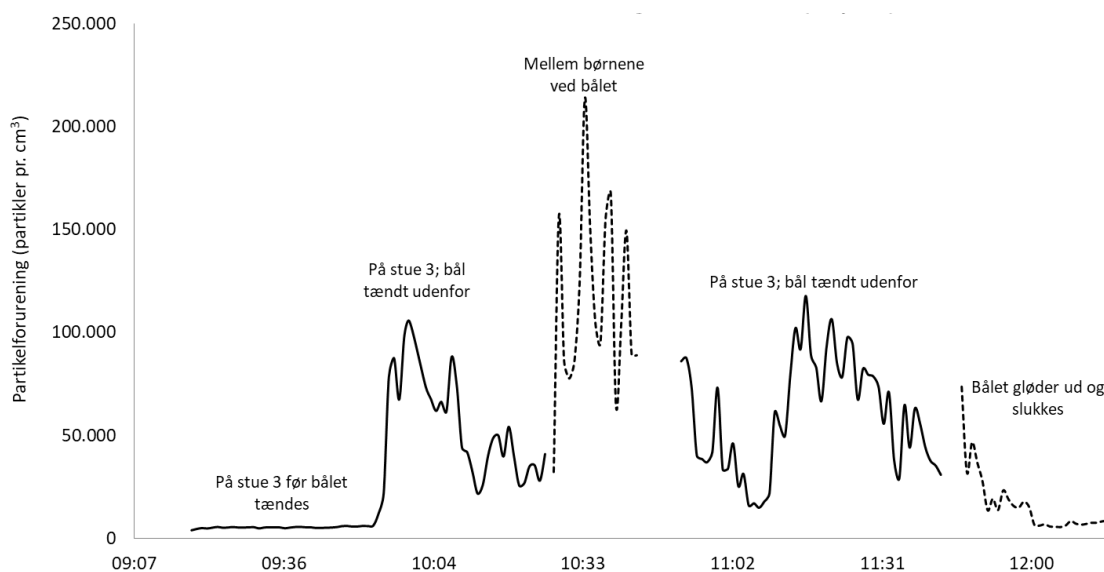
Stearinlys kan give høj luftforurening selv ved kort tids brug. På figuren nedenfor ses forurening fra blot 25 minutters brug af stearinlys på en stue. Forureningen ved længere tids brug havde været højere.



Figur 16. Af figuren ses det, at der hurtigt kommer en stor stigning i forureningen med ultrafine partikler, når der tændes et stearinlys på stuen. En time efter, at stearinlyset er slukket, er partikelniveauet stadig ikke kommet ned på det samme rene niveau, som der var inden lyset blev tændt. Denne institution har ikke noget ventilationsanlæg, hvilket højest sandsynligt ville have hjulpet med hurtigt at komme tilbage på samme rene niveau som før. I stedet bør de lufte kortvarigt ud med gennemtræk, når de slukker stearinlyset.

Bålpladser

Bålpladser kan være en væsentlig kilde til indeklimaforurening i institutioner, da bålpladser anvendes i sommerhalvåret, når døre og vinduer til institutionen ofte står åbne. Bålpladser giver ligeledes en meget høj forurening for børn, der deltager i bålaktiviteter eller er tæt på bålet. På figuren nedenfor ses et eksempel fra en institution, hvor bålaktiviteter får indeklimaforurening på stuen i institutionen til at stige 50 gange, og samtidig er børnene ved bålet udsat for ekstremt høje forureningsniveauer.



Figur 17. Af figuren ses det, hvordan bålaktivitet påvirker forureningen med ultrafine partikler både indenfor på en vuggestuestue (som støder op til bålområdet) og udenfor ved selve bålet. Før bålet tændes er der rimelig ren luft på stuen (fuldt optrukken linje). Kort efter bålet er blevet tændt bliver luften på stuen hurtigt forurenet til meget høje niveauer. Dette kan være særligt kritisk, hvis der er børn der sover lur på stuen. Til sammenligning indeholder rimelig ren luft 2-3.000 partikler pr. cm³. Børnene ude ved bålet er udsat for ekstreme forureningsniveauer (stiplet linje), mens der laves mad over bålet.

Vejtrafik og dieseltog

Indeklimaforurening fra vejtrafik og dieseltog blev undersøgt i institutioner liggende op til jernbanen og en større ringvej. Det blev ikke fundet, at luftforureningen fra vejtrafik og dieseltog i problematisk omfang påvirker indeklimaforureningen i institutioner, når vinduerne er lukkede. Tidligere målinger viser udendørs luftforurening på legepladser direkte op til banen og større veje.

Konklusion

Der blev målt forureningsniveauer fra aktiviteter i en række institutioner, som må forventes at være problematiske for børn med luftvejslidelser, hvilket omfatter ca. 20 % af alle institutionsbørn.

Mados kan give høj indeklimaforurening i institutioner ved utilstrækkelig ventilation i køkkenet og åbne døre eller andre direkte åbninger (f.eks. serveringsluger) mellem køkken og institutionens stuer.

Stearinlys kan være en væsentlig kilde til indeklimaforurening, og anvendes ofte om vinteren, hvor den manuelle ventilation (åbne vinduer og døre) er begrænset og børnene opholder sig mere indenfor.

Hyppige bålaktiviteter i sommerhalvåret, hvor vinduer og døre til institutionen ofte er åbne, kan være en væsentlig kilde til høj indeklimaforurening. Børn ved bålet udsættes for meget høj luftforurening.

Der blev ikke målt indeklimaforurening fra vejtrafik/dieseltog, når institutioners vinduer var lukkede.

Anbefalinger

På basis af målingerne har Det Økologiske Råd opstillet en række forslag til, hvordan forureningen med ultrafine partikler kan nedbringes i daginstitutioner.

Generelt

1. Brug mekanisk ventilation, såfremt dette er muligt og husk at rense filtre mm jævnligt.
2. Luft ofte ud med gennemtræk i korte perioder uanset årstid, når der laves mad.
3. Hold vinduer og døre lukkede, når der er bål eller meget trafik.
4. Få målt indeklimaforureningen, hvis der hersker tvivl/usikkerhed.

Mados

1. Brug altid industriemhætte på højt udsug, når det laves mad.
2. Stil og anvend brødrister/toastmaskine under tændt emhætte.
3. Luk døre/luger til køkken, når der laves mad og ovnen selv-reenser.

4. Luft grundigt ud med gennemtræk i køkkenet efter madlavning.
5. Luft grundigt ud, når mad brænder på eller når ovnen selv-reenser.
6. Lav oftere retter, hvor maden koges, end hvor den steges/ristes.

Stearinlys

1. Erstat stearinlys i institutionen med virkelighedsnære batterily.
2. Brug stearinlys sjældent og luft ud med gennemtræk efterfølgende.

Bålpladser

1. Brug kun bålpladsen sjældent, så det er en unik begivenhed for børnene.
2. Brug kun bålpladsen på dage, hvor vinden blæser røgen væk fra bygninger.
3. Placer bålpladsen længst væk fra institutionen og luk vinduerne før brug.
4. Brug aldrig bålhytte, da den koncentrerer forureningen omkring børnene.
5. Tjek at børn ved bålpladsen ikke har luftvejslidelser (astma, hoste m.v.).
6. Hav ild i bålet kortest mulig tid – lav ikke mad over bålet, der tager tid.
7. Lad ikke børnene sidde længere tid omkring bålet – spis ikke mad ved bålet.
8. Sluk bålet effektivt så snart børnene er færdige med at være ved bålet.
9. Pas på ikke at forurene sovesale, da røgen øger risikoen for vuggedød.
10. Husk at røgen fra bålet ikke må genere omkringliggende institutioner/boliger.
11. Undersøg hvem der har ansvaret, såfremt bålet giver jordforurening på matriklen.
12. Sørg for tilladelse fra forældre, hvis deres børn ofte udsættes for røg fra bål.
13. Lav en APV (kræft og sygdom) for personale, der ofte arbejder tæt på bål.

Vejtrafik og dieseltog

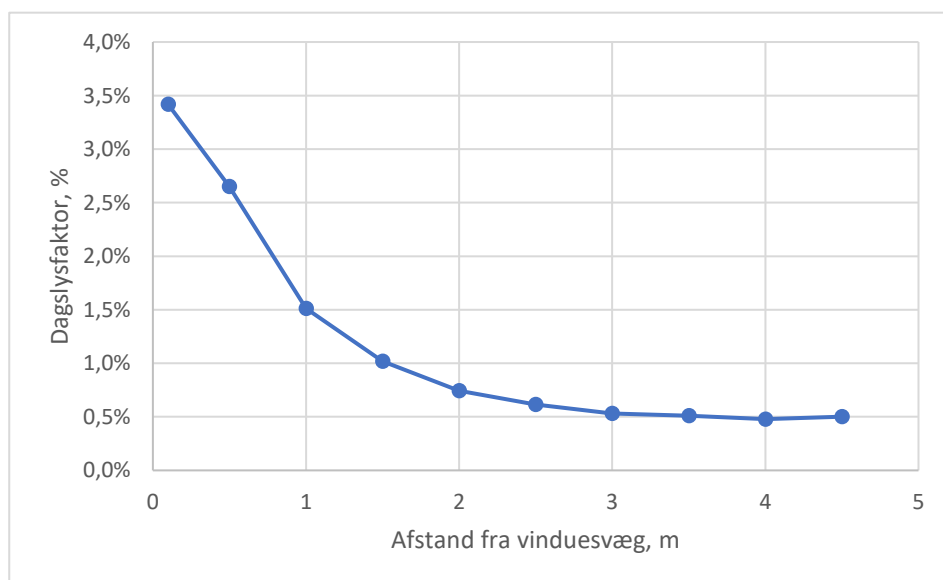
1. Hold vinduerne lukkede i myldretiden, hvis institutionen ligger ud til større veje.
2. Bed forældre slukke motoren, mens de er inde i institutionen, når de henter/bringer.
3. Få evt. målt luftforureningen indenfor med åbne vinduer og ude på legepladsen.

Dagslys og belysning

Der er gennemført dagslysmålinger samt måling af lysniveauer fra den elektriske belysning i udvalgte punkter. Dagslysmålinger gennemføres, typisk, når vejret udenfor er overskyet, idet definitionen af en dagslysfaktor er forholdet mellem lysniveau indenfor og det samtidige lysniveau udenfor. Alle målinger er udført når vejret var overskyet, og der ikke var sne. Desværre skulle perioden fra januar til maj vise sig at være meget udfordrende vejræssig, da sneen lå længe (til begyndelsen af april), og vi hurtigt havde meget solrige perioder (maj). Det var derfor kun muligt, under disse forhold, at gennemføre dagslysmålinger i fem institutioner.

Konklusioner - dagslys

I de institutioner, hvor der er gennemført dagslysmålinger, er niveauet fra dagslys i rummet generelt lavt. Der er ingen generel anbefaling af dagslysniveau i børneinstitutioner, men ofte siger man, at dagslysfaktoren bør være over 2 % i en betydelig del af rummet. Dagslysfaktoren falder hurtigt med stigende afstand fra vinduet, og i de målte institutioner var dagslysniveauet typisk mindre end 2 %, kun et par meter fra vinduet. Ofte skyldes de begrænsede dagslysniveauer, at der er udvendige skyggende forhold, der har en betydelig effekt på mængden af tilgængeligt dagslys. Hvis det er muligt, bør man f.eks. overveje, om der er behov for udvendig overdækning foran alle rum. Man kan eventuelt 'nøjes' med overdækning, hvor behov for dagslys i det tilstødende rum er mindre vigtig, og i stedet sørge for anden solafskærmning, som f.eks. gardiner eller markiser, som kan tages til og fra.



Figur 18. Figuren er et eksempel på, hvordan det ser ud i en af de undersøgte institutioner. Grafen er et billede af den målte dagslysfaktor i stigende afstand fra vinduesvæggen. I dette undersøgte rum kan man se, at kommer man bare en lille meter væk fra vinduet begynder dagslysfaktoren i dette rum at være for lav (under 2 %).

Anbefalinger

1. Placer aktivitetsområder, hvor der er krav til gode synsforhold (f.eks. fine detaljer, god farvegengivelse), i områder med tilstrækkeligt dagslys; tæt ved vindue.
2. Områder til øvrige generelle aktiviteter og leg kan placeres i en lidt større afstand fra vinduerne, så der fortsat er et varierende lysmiljø med mulighed for både høje og lave niveauer.
3. Den bagerste del af rummet hvor der er mørkere, kan evt. benyttes til hvile eller andre aktiviteter, hvor krav til lys er begrænset.
4. Der anbefales at rummets overflader er lyse, så som vægge og loft. Dog skal man være bevidst om ikke at have for kraftigt reflekterende gulvoverflader.
5. Ønskes rumopdeling ved anvendelse af reoler, bør de være lave. Høje reoler bør placeres langs væg (denne anbefaling er målrettet lysforhold, men strider imod anbefalinger på området for rumakustik).
6. Hvis muligt, kan der suppleres med ovenlys i de mørkeste områder.

Konklusioner - elektrisk belysning

I de institutioner hvor der er gennemført lysmåling fra den elektriske belysning, er niveauet i rummet generelt lavt. Der anbefales i en europæiske standard at niveauet er 300 lux. Dog er det vigtigt at skelne mellem de to væsentlige funktioner som den elektriske belysning skal understøtte, nemlig plads- og rumbelysning, da de understøtter forskellige aktiviteters behov for lys.

Anbefalinger - rumbelysning

1. Generel rumbelysning bør udformes således, at der er tilstrækkeligt lys til de aktiviteter, der ikke er specielt lyskrævende mht. detaljer og farver.
2. Husk at børn ofte leger på gulvet, og derfor bør belysningsarmatur vælges, så der ikke gives direkte indkig til lyskilden og blænding.
3. Hvis lyset både kan dæmpes og reguleres i zoner, kan det give et varierende lys-miljø, der kan understøtte de mangfoldige aktiviteter, der er i institutioner.

Anbefalinger - pladsbelysning

1. Det anbefales at have fokus omkring pladsbelysningen, hvor børn og voksnes aktiviteter kræver særlig gode belysningsforhold til at udføre effektive og præcise synsopgaver. Det er f.eks. tegning, maling, højtlesning, madlavning osv.

2. Det er vigtigt, at de armaturer man vælger, giver et tilstrækkeligt lysniveau, har gode farvegengivelser, og fin lysfordeling i det område man udfører disse aktiviteter. F.eks. kan nedhængte pendler være en enkel løsning til at give fornuftig pladsbelysning.

Yderligere viden

I publikation fra Statens Byggeforskningsinstitut (SBI) (By og Byg Resultater 31; 'Lyset i Skolen'¹⁷) beskrives betydningen af lyset iht. børns udvikling af synssansen. Heri beskrives, at børn i børneinstitutioner gennem f.eks. leg udvikler et mere præcist samspil mellem synssans og bevægelse. Børneinstitutioner bør derfor sikre gode lysforhold, både dagslys og elektrisk lys, der understøtter udviklingen af evnen til at fokusere, samt at lysforholdene medvirker til træning af præcision i koordinering mellem kropsligt og visuelt indtryk, f.eks. træning af balancen eller øje-hånd koordination. I SBI Anvisning 238 'Lys i daginstitutioner'¹⁸ gives gode råd til, hvordan man indretter nye og eksisterende vuggestuer og børnehaver, så børnene får et lys, der passer til hverdagens forskellige aktiviteter.

Akustisk og efterklangstider

Der er foretaget rumakustiske kontrolmålinger af efterklangstid og optegnelser af rumdimensioner og overflader, samt bemærkninger om evt. støj fra tekniske anlæg og trafik. De målte efterklangstider (T) er sammenlignet med krav til daginstitutioner i BR18, svarende til forventelige tilfredsstillende akustiske forhold. Dertil er udført telefoninterview af medarbejdere på institutionerne.

Input fra optegnelser og målte efterklangstider er sammenholdt for at registrere bedste designgrundlag for godt akustisk indeklima. Efterklangstider er sammenholdt med dels antal børn tilskrevet stuen og kommentarer fra interviews.

Generelle observationer

Støj er defineret som uønsket lyd. Da støj dermed er afhængig af den gene, den påfører en person, er den både relateret til kontekst og personen. Et akustiske miljø vil som oftest bestå af både ønsket og uønsket lyd, og denne skelnen er ikke nødvendigvis ens for alle de personer, der

¹⁷ <https://sbi.dk/Pages/Lyset-i-skolen.aspx>

¹⁸ <https://sbi.dk/anvisninger/Pages/238-Lys-i-daginstitutioner-1.aspx>

befinder sig i det miljø. Alle rum er undersøgt for rumakustiske forhold uden personer, men der er foretaget stikprøve-interview af medarbejdere på stuerne for at afdække de gennemæssige forhold. Det er værd at notere, at kun nogle af medarbejderne, mener at børnene oplever gene fra støj. I de tilfælde, hvor de gør, er der oftest tale om vuggestuebørn, som f.eks. ikke har vænnet sig til institutionens lyde.

Det er dokumenteret, at støj kan relateres til en række sygdomme og derigennem også dødsfald. Det kan dog diskuteres om gene fra støj i institutioner opleves på lige fod for medarbejdere og børn. Børns primære kommunikative værktøj er ikke nødvendigvis sproget, som det er for normalthørende voksne, og det må forventes at børns selvbevidsthed omkring deres egen påvirkning på det omgivne miljø er væsentlig anderledes end hos voksne. Når mange personer samles i et rum, vokser støjen fra tale med antallet af personer i rummet ganske jævnt. Dette er kendt som Lombard effekten. Lombardeffekten påvirkes af, hvorvidt vi kan forstå personerne, vi taler med. Har vi svært ved at forstå, hvad de siger, løfter vi selv vores stemmer. Normalt kan vi forstå tale selvom den ligger under baggrundsstøjen i lydniveau. Dette betyder, at vi mister en del information i talen, som vores hjerner selv lapper hullerne i. Dermed kan vi forstå, hvad en person siger uden at høre alt, hvad der bliver sagt, hvilket er kendt som Cocktail-Party effekten. Denne egenskab skal tillæres og kræver træning, og kommer løbende efter at have hørt ordene udtalt tydeligt i mange år. Af denne årsag er vi også bedre til dette på vores modersmål end på fremmedsprog. Der er kun få studier af Lombard effekten hos f.eks. skolebørn, som viser at støjen stiger kraftigere hos dem end for voksne. Om dette er tilfældet for mindre børn, kan ikke siges med sikkerhed. I alle tilfælde kan vi ikke forvente, at små børn har opbygget nok sprogkunderskaber til at have erhvervet sig Cocktail-Party effekten.

Af ovenstående grunde må det forventes, at børn, særligt i de første skoleår og før, er mere sensitive for støj i formidlingssituationer, hvor de skal forstå en pædagog eller lærer. I institutionerne er dette særligt vigtigt for sprogindlæring. Og hvis børnene samtidigt er mindre selvbevidste, kan de rumakustiske forhold, som danner rammen for det akustiske miljø og støjen på opholdsstuerne være essentiel for børnenes sprogudvikling. Samtidig skal det gøres klart, at de akustiske forhold aldrig kan være bedre end forholdene udendørs, og at der derfor er en grænse for, hvornår de akustiske forhold kan forbedres med rumakustiske forbedringer, som f.eks. at sænke efterklangstiden. Kort sagt; hvis der er for mange børn på stuerne, forbliver forholdene ringe, selvom der investeres kraftigt i lydabsorbenter.

Det er tidligere blevet foreslået af Rindel et al., at der i restauranter kan opstilles et krav for den akustiske kapacitet, defineret ved hvor mange personer et rum med en given efterklangstid kan rumme, og stadig være tilfredsstillende. Overføres dette til daginstitutionerne med en forventning om, at børn typisk leger i grupper af tre, kan et lignende forhold opstilles. Med en konservativ forventning om, at børnene har samme Lombard effekt som voksne fås:

Den akustiske kapacitet i daginstitutionernes stuer for tilstrækkelige akustiske forhold (jf. Lombard):

$$N_{max} = \frac{V}{25 \cdot T}$$

Og for gode akustiske forhold (jf. Lombard):

$$N_{max} = \frac{V}{50 \cdot T}$$

hvor N_{max} er akustiske kapacitet, V er volumen og T er efterklangstiden.

Med en efterklangstid som bygningsreglementets krav på 0,4 sekunder og en rumhøjde på 2,6 meter, kan der altså på en 100 m² stue være 13 børn, hvis der skal være gode akustiske forhold.

Tilsvarende kan opnås en værdi for passende efterklangstid, T_{max} , i forhold til antallet af børn, N , og størrelsen af daginstitutionsstuen, V . For tilstrækkelige akustiske forhold:

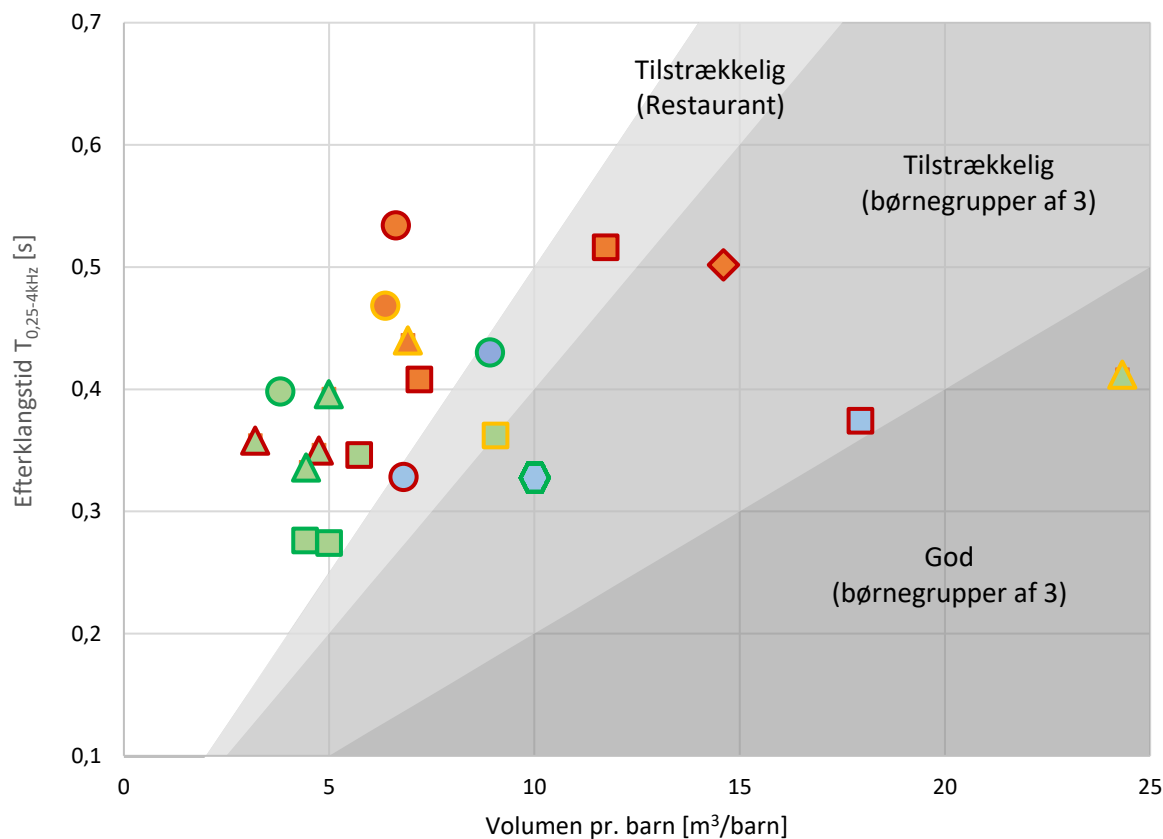
$$T_{max} = 0,04 \cdot \frac{V}{N}$$

Og for gode akustiske forhold:

$$T_{max} = 0,02 \cdot \frac{V}{N}$$

Forholdes de målte gennemsnitlige efterklangstider i forhold til volumen pr. barn, $\frac{V}{N}$, fordeler de undersøgte stuer sig som i figur 19. Figuren viser også, hvor tilstrækkelige forhold i hhv. en restaurant og en daginstitutionsstue, samt gode forhold i en daginstitutionsstue ligger.

Figur 19. Gennemsnitlig efterklangstid (250 Hz – 4 kHz) i daginstitutionsstuer fordelt på volumen pr. barn, som er tilknyttet stuen. Grå felter indikerer områder som svarende til hvad der forventes at være tilstrækkelige forhold i hhv. en restaurant og en daginstitutionsstue, samt gode forhold i en daginstitutionsstue. Farver og former indikerer hhv. om BR18-krav er overholdt, typen af loftabsorbent og brugen af vægabsorbenter.



Skønnede lofter typer på baggrund af visuel inspektion.

- Mineraluldslofter monteret direkte på undertag/loftflade
- Perforeret gipslofter monteret på 45 mm forskalling
- △ Nedhængte lofter >100 mm (perf. gips eller mineraluld)
- ◇ Mineraluldslofter monteret direkte på ca. 50 % af loftfladen
- ⬡ Perforerede gips og glasloft, samt lavhængende flåder

Vægabsorbenter

- Ingen vægabsorbenter
- Ringe vægabsorbenter
- Gode vægabsorbenter (baseret på 40mm mineraluld)

Overholdelse af lovkrav

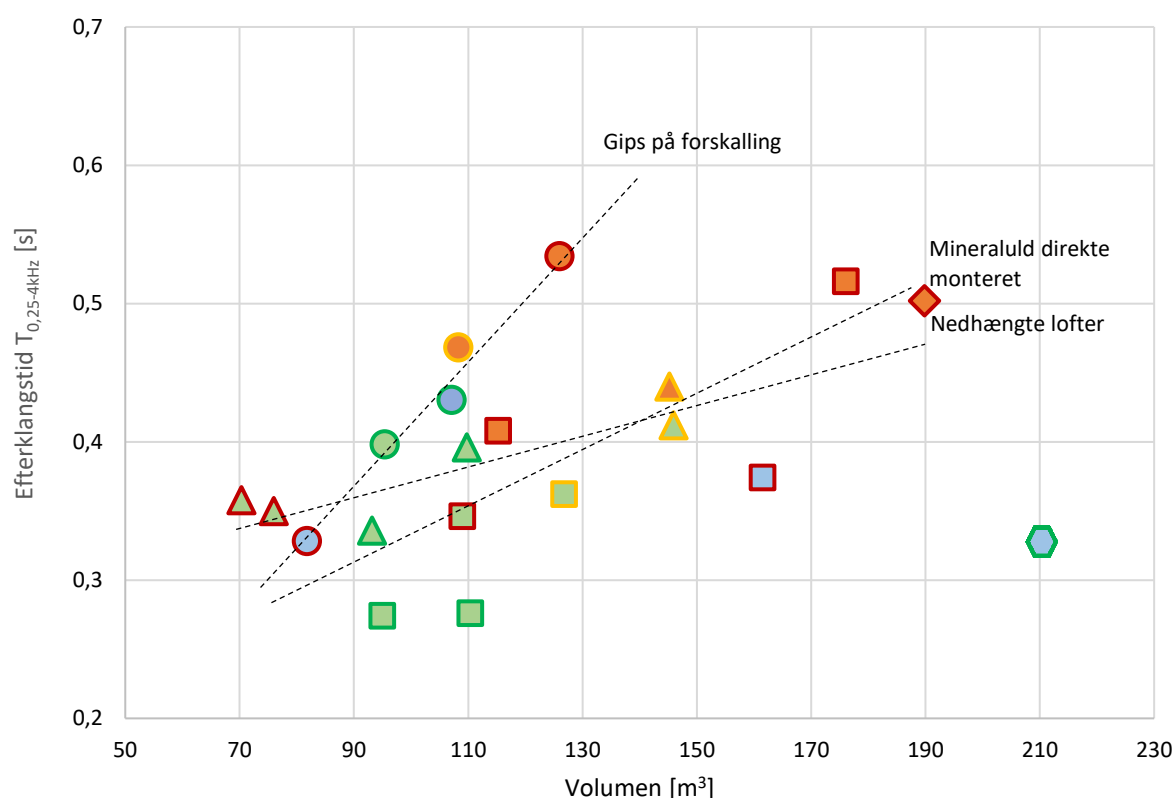
- Overholder ikke BR18 krav
- Overholder netop BR18 krav¹
- Overholder BR18 krav

¹ Overholder med 1-2 overskridelser i enkelte frekvensbånd iht. forskrift for kontrolmålinger i BR18.

Efterklangstid og rumforhold

Fordeles de målte efterklangstider som funktion af volumen, som i Figur 20, ses en tendens, der adskiller tre typiske lofttyper. Det kan konkluderes at med perforerede gipslofter på forskalling er det svære at opnå lav efterklangstid på de større stuer. Direkte monterede mineraluldslofter er det næstbedste, og lofter nedhængt mere end 100 mm er bedst for opnåelse af lav efterklangstid.

Figur 20. Gennemsnitlig efterklangstid (250 Hz – 4 kHz) i daginstitutionsstuer fordelt på volumen. Stiplede linjer indikerer tendenser for rum med lofter af hhv. perforeret gips på forskalling, direkte monterede mineraluldslofter, samt nedhængte lofter. Farver og former indikerer hhv. om BR18-krav er overholdt, typen af loftabsorbent og brugen af vægabsorbenter.



Skønnede loftstyper på baggrund af visuel inspektion.

- Mineraluldslofter monteret direkte på undertag/loftflade
- Perforeret gipslofter monteret på 45 mm forskalling
- △ Nedhængte lofter >100 mm (perf. gips eller mineraluld)
- ◇ Mineraluldslofter monteret direkte på ca. 50 % af loftfladen
- ⬡ Perforerede gips og glasloft, samt lavhængende flåder

Vægabsorbenter

- Ingen vægabsorbenter
- Ringe vægabsorbenter
- Gode vægabsorbenter (baseret på 40mm mineraluld)

Overholdelse af lovkrav

- Overholder ikke BR18 krav
- Overholder netop BR18 krav¹
- Overholder BR18 krav

¹ Overholder med 1-2 overskridelser i enkelte frekvensbånd iht. forskrift for kontrolmålinger i BR18.

Generelle bemærkninger

1. Perforerede gipslofter er i mange tilfælde etableret på forskalling og uden bagvedliggende mineraluld, hvilket gør dem mindre effektive. Lægges der blød mineraluld bag gipslofterne imellem forskallingen eller erstattes loftet helt med mineraluldslofter på min. 20 mm opnås en tydelig forbedring. Sænkes loftet yderligere, således at det eksisterende fjernes, og det nye bygges med min. 200 mm hulrum – gerne udfyldt med blød mineraluld - mellem dæk og loft, vil lydabsorptionen igen blive forbedret.
2. Det blev bemærket flere steder, at akustiklofter var overmalede, hvormed de mister det meste af deres lydabsorberende effekt. Nogle steder var der placeret nye mineraluldsabsorbenter uden på gips-akustiklofter eller malede mineraluldslofter. Der ville disse steder være opnået større effekt, hvis de gamle lofter var fjernet før de nye lofter kom op.
3. Det kan bemærkes at personalet, ofte nævner støj som problematisk i forbindelse med ikke-styrede aktiviteter, såsom fri leg om eftermiddagen og i forbindelse med skift fra én aktivitet til en anden.
4. Personalet rapporterer generelt, at under styrende aktiviteter og i frokostsituationer, er støj ikke et problem.

Samlet konklusion

De rumakustiske undersøgelser af børneinstitutionernes opholdsstuer viser, at seks ud af 20 stuer ikke overholder krav, som ifølge bygningsreglementet anses at modsvare tilfredsstillende forhold. Det bemærkes, at perforerede gipslofter på forskalling gør det sværere at opnå kravet på større stuer ($>100 \text{ m}^3$). Direkte monterede mineraluldslofter er det næstbedste alternativ, mens lofter nedhængt mere end 100 mm er bedst for opnåelse af kravet med voksende volumen på rummet.

Interview af medarbejdere på stuerne indikerer, at støjudfordringer kommer fra børnene og oftest opstår i forbindelse med skift imellem aktiviteter, mens der sjældent i forbindelse med styrede aktiviteter er problemer med støj. Det skal også bemærkes, at kun nogle medarbejdere mener, at børnene oplever gene fra støj.

Det er undersøgt, hvordan antal børn versus volumen og efterklangstid placerer stuerne i forhold til forventede gode forhold. Det blev fundet, at kun én stue ud af 20 levede op til dette forhold. Generelt kan det observeres, at otte ud af 20 stuer har $2,0 \text{ m}^2$ eller mindre gulvareal pr. barn og kun tre af stuerne har mere end $3,5 \text{ m}^2$ gulvareal pr. barn på stuen.

Anbefalinger - bygningstekniske forhold

1. Det anbefales, at ventilationsanlæg er støjsvage modeller, og så vidt det er muligt, styres centralt, så motorer ikke placeres i eller nær opholdsstuer.

2. Det anbefales, hvis der opleves gene fra den lavfrekvente støj, at dette undersøges yderligere. Lavfrekvent støj i ventilationsafkast eller sug kan være genereret af mange ting. Herunder er et par eksempler:
 - a. For høj fremføringshastighed ift. rørdimensionerne i ventilationssystemet.
 - b. Manglende/ringe lyddæmper.
 - c. Manglende/ringe afkoblinger mellem rør og vibrerende dæk/maskiner/mv.
 - d. Ringe lydisolation mellem ventilationsanlæg og rummet.
 - e. Placering af ventilationsanlæg på tag med fastgørelser uden vibrationsdæmpere i tagdæk.
3. Fuldt dækkende lydabsorberende lofter anbefales. Ved monteringen af de nye lofter forventes størst virkning med nedhængte akustiklofter. Næst efter med direkte monterede mineraluldslofter. Ved fremtidig vedligeholdelse, skal det indskræpes at lofterne ikke må males.
4. Det anbefales, at der altid suppleres med dedikerede vægabsorbenter på minimum én af alle parallelle vægge. Det bedste resultat med følgende anbefalinger:
 - a. Vægabsorbenter er min. 40 mm tykke af mineraluld - evt. betrukket med tekstil eller filt.
 - b. Der etableres min. 2 m² på hvert par parallelle vægge, dvs. min. 4 m² i alt i et firkantet rum.
 - c. Vægabsorbenter placeres i normal øre-højde.
5. Det anbefales, at antallet af kvadratmeter pr. barn ikke er under 4,0 m² – og gerne en del højere.
6. Det anbefales at sikre, at døre mellem stuer og fællesarealer kan lukke tæt og er af god kvalitet, således at støj herfra ikke skaber gene på stuerne.

Anbefalinger - indretning

1. Indretning af opholdsrum, så de består af flere mindre rum, kan give en naturlig opdeling af aktiviteter. En opdeling af opholdsrummet er god for det akustiske indeklima, hvis de daglige rutiner understøtter det. Der kan med fordel benyttes ikke-lydtætte døre indtil birum, således at støj mellem rummene dæmpes, men ikke nødvendigvis så meget, at personalet ikke kan orientere sig om aktiviteter i birummet. Der kan også suppleres med glas, hvis der er behov for visuel kontakt fra personalet ind til birummet. På den måde vil hvert rums aktiviteter påvirke hinanden mindre sammenlignet med en situation, hvor de er placeret i ét stort åbent rum. Vær dog opmærksom på de udfordringer der kan være i at skaffe tilstrækkeligt med dagslys til alle legeområder i rummet.
2. Overvej placeringer af mere støjende legeaktiviteter og tilhørende legetøj i forhold til mere stille aktiviteter som læsesofaer, dukkehjørner, mv. Disse er støjmæssigt modsatrettede

aktiviteter og det kan ikke forventes, at begge aktiviteter kan foregå uforstyrret samtidigt, hvis de er placeret tæt ved hinanden.

3. Udnyt muligheder for at lave områder med (lidt) forskellig akustik til at markere zoner med forskellige typer aktiviteter. F.eks. kan der i mere klangfulde rum placeres rolige aktiviteter som højtlesning og sanglege, der har gavn af et mere klangfuldt rum.
4. Rum "blødes" op af møbleringer, så som legetæpper, madrasser, mv. Vær opmærksom ifm. ændringer i møbleringen og vægabsorbenter, da dette kan have stor betydning på det akustiske indeklima. Vær desuden opmærksom på de modsatrettede effekter der kan være ved opblødende møblering – at kemikalier bindes i støv og dermed i tæpper, samt at møbler med skumfyld kan risikere at afgive skadelige flammehæmmere.

Anbefalinger - adfærd

1. Evaluér løbende blandt personalet om støjkloder som akvarier og lignende er generende.
2. Sørg for, at stuerne kan rumme alle de børn, der er tilknyttet stuen. Hvis rummene er for små, vil der være meget støj på stuen, hvis døren lukkes uafhængigt af rumakustiske forhold. Omvendt kan der komme meget støj ind, hvis døren er åben og børnene således også kan fordeles på fællesområder. Samtidigt vil børnene kunne påføre andre rum gene. Hvis dette ikke er muligt, bør det evalueres, hvordan institutionen vil sikre, at det stadig er muligt at have ikke-støjende områder.

Yderligere viden

Opleves der gener med støj, henvises der generelt til udfaldskrav i SBI 218 "Lydforhold i undervisnings- og daginstitutionsbygninger"¹⁹, samt anbefalingerne SBI 258 "Anvisning om Bygningsreglementet 2015"²⁰, som er enslydende med Arbejdstilsynets vejledning "AT-Vejledning A.1.16".

¹⁹ <https://sbi.dk/anvisninger/Pages/218-Lydforhold-i-undervisnings-og-daginstitutionsbygninger-1.aspx>

²⁰ <https://sbi.dk/anvisninger/Pages/258-Anvisning-om-Bygningsreglement-2015-1.aspx>

BILAG

BILAG 1

Spørgeramme til indledende interview med institution

Fakta om institutionen (udfyldes i videst muligt omfang før interview)

Tlf.

Mail

Adresse

Vuggestue/børnehave/integreret?

Institutionens størrelse og hvem bor i institutionen?

- Hvor mange børn – og hvilken alder
- Hvor mange ansatte

Hvilken hus-/ejendomstype (fritlæggende/sammenhængende)?

Opført hvilket år?

Bygget efter BR?

Hvilke byggematerialer er anvendt?

Tilbygning/renovering fra hvilket år?

- Hvad blev renoveret (f.eks. vinduer udskiftet osv.)?

Skitse over institution – er tegnet/findes?

Kælder?

- Hvis ja - hvad bruges den til?
- Og hvis den bruges aktivt af børnene, hvor mange timer dagligt er de normalt dernede?

Primær opvarmning?

- Radiatorer, gulvvarme eller andet?

Har institutionen solafskærmning (udvendig/indvendig)?

- Er den fast monteret, eller kan den køres til og fra?

Har institutionen eget køkken?

- Med emhætte? Hvor ofte bruges den?
- Hvor ofte bruges komfuret – laves der varm mad hver dag? Både morgen og frokost eller kun nogle dage om ugen?

Anvendt bålplads?

- Hvis ja – hvor ofte tændes der bål?

Er der dyr tilknyttet institutionen?

- Indenfor
- Udenfor

Bygningens afstand fra stærkt trafikeret vej?**Er institutionen placeret i et villakvarter (ift. brændefyring)?****Data vedr. ventilation (hvis der findes ventilation på stedet)**

- Behovsstyret ventilation?
- Hybrid ventilation – mekanisk med varmegenvinding om vinteren og naturlig om sommeren?
- Kan der skrues op for ventilationen i benyttede rum uden, at der også skrues op i ubenyttede rum?
- Hvor findes luftindtag, hvis ikke der er balanceret ventilation
- Fast serviceaftale på ventilationsanlæg fx gennem VENT-ordning?
- Serviceret sidst (år)?

- Er anlægget indreguleret og hvornår?
- Type ventilation (balanceret, udsugning mm)
- Hvordan styres anlægget?
- Separat emhætte til madlavning?
- Udluftning/ventilation i kælder (ja/nej)
- Er der indblæsning af frisk luft i institutionen/stuen?
 - med varmegenvinding?
 - uden varmegenvinding

Observationer i institutionen

Vinduer, døre og ventilationsmuligheder

- Er der lavenergiruder?
- Vinduernes orientering: nord, vest, syd, øst, placeret i taget
- Kan vinduer åbnes? Kun manuelt, eller er der også mulighed for automatisk styring?
- Er der udluftningskanal/ventil i vindue?
- Er der udluftningskanal i væg eller loft?
- Nye yderdøre?
- Er der fugtfølere i toiletrum?
- Mekanisk ventilation i badeværelse(r)?
- Vaskemaskiner/tørretumbler? Hvor er det placeret ift. hvor der måles?
- Tørrestativer i opholdsrum?

Legetøj (understreg det der findes på stedet)

- PC'er
- Elektroniske spil
- Tablet/IPAD
- TV-skærm
- Radio
- Fjernstyrede biler, racerbaner o.lign.
- Puslespilstæpper, plastik vejbaner o.lign.
- Åbne dukkehuse
- Legetøj – plastik – udækket – i hvilke mængder
- Legetøj – plastik – tildækket
- Lagring af legetøj, der ikke bruges mere
- Andet

Om institutionen/stuen i øvrigt (understreg det der findes på stedet)

- Vedligeholdelsesmæssig tilstand (meget fin, fin, gennemsnitlig, med udfordringer, slidt)
- Plastikmøbler
- Skabe og andet i spånplade
- Rå vægge/filt/savsmuldstapet/andet
- Plankegulv/parketgulv
- Betongulv
- Tæpper – væg-til-væg eller små tæpper (syntetisk, uld, bomuld)
- Er der stearinlys?
- Andet

Spørgeramme (specifikt til lederen/personalet i institutionen)

1. Har I/har I haft møbler, tæpper eller legetøj i institutionen der lugtede kemisk?
2. Tænker I over, hvilke legesager og andet inventar der er i institutionen, ift. indeklimaet?

3. **Mest for vuggestue** – soves der indendørs i separat rum eller udendørs i overdækket område?
4. **For børnehave** - Hvor mange børn sover indendørs? – På stuen der måles på? I adskilt rum?
5. Soves der i et hertil indrettet rum? Står døren i så fald åben når børnene sover?
6. Antal stuer, antal børn pr stue, antal voksne pr stue
7. Er der skovbusordninger for dele af børneflokkene?
8. Hvor vaskes tøj/tekstiler, hvis det gøres internt i institutionen? Og hvordan tørres tøj/tekstiler?
9. Hvor tit gøres der rent i institutionen (f.eks. grundig afstøvning og støvsugning)?
10. Rydes legetøj på gulvet op inden støvsugning?
11. Er der kasser og/eller reoler med legetøj, som er svære at få rengjort – f.eks. at få fjernet støv fra?
12. Føles det nogle gange for fugtigt i institutionen om vinteren?
13. Er der skimmelsvamp nogle steder i institutionen?
14. Åbner I vinduer og døre i vinterhalvåret bare for at få frisk luft ind?
15. Bruger I solafskærmningen om sommeren for at undgå at der bliver for varmt indenfor?

16. Åbner I vinduer om sommeren for at undgå at der bliver for varmt indenfor?
17. Er der bestemte tidspunkter eller rutiner der har indflydelse på hvornår I lugter ud?
18. Er der indeklimaproblemer (træk, fugt, lugt, kulde mm) og hvor?
19. Bliver det elektriske lys tændt om morgenen og slukket om aftenen, eller tænker I på hvor meget elektrisk lys der er brug for, afhængig af dagslyset?
20. Får I, i institutionen, selv glæde af besparelser i energiforbruget, eller tilfalder det kommunen?

BILAG 2

Spørgeramme om energiforhold i daginstitutionerne

Til den deltagende kommune

På de følgende sider finder I en spørgeramme relateret til diverse energiforhold i de x daginstitutioner i jeres kommune, hvor vi (Det Økologiske Råd) måler på indeklimaet.

Der er i dette dokument en spørgeramme for hver af de daginstitutioner, vi måler på i jeres kommune. De kommer efter hinanden længere nede i dokumentet.

Hvordan skal spørgerammen besvares

I kan enten besvare spørgsmålene direkte i dette dokument, og sende det tilbage.

I kan også printe dokumentet ud og udfylde det i hånden, hvis det gør det nemmere at overskue alle spørgsmålene. I så tilfælde skal I bare sende det scannet tilbage.

Vi vil værdsætte så detaljeret information/besvarelse til hvert spørgsmål som muligt, men mange er formuleret som et simpelt ja/nej spørgsmål.

Kontaktinformation ved tvivlsspørgsmål

Hvis der er nogen som helst tvivl angående spørgerammen eller generelle spørgsmål til projektet er I meget velkomne til at kontakte os.

Spørgsmål om projektet generelt:

Lone Mikkelsen, Projektleder og Seniorrådgiver på kemikalier

Direkte tlf: 33 18 19 34

Mobil: 25 79 20 01

Mail: lone@ecocouncil.dk

Spg. om energiforhold:

Christian Jarby, Seniorrådgiver på Energi

Direkte tlf: 33 18 19 49

Mobil: 20 14 72 45

Mail: cj@ecocouncil.dk

Navn på specifik institution	
Spørgsmål	Kommentar
Bygningsdata	
Bygningen/bygningerne er opført i hvilket år?	
Bygget efter hvilket bygningsreglement (<i>BR</i>)?	
Hvilke byggematerialer er anvendt (<i>kort fx mursten, beton, træ osv.</i>)?	
Der er tilbygget/renoveret og hvilket år?	
Hvad blev tilbygget?	
Hvad blev renoveret (<i>fx vinduer udskiftet, nyt ventilationssystem osv.</i>)?	
Blev ventileringen af bygningen forbedret ved denne lejlighed (<i>fx udluftningsspjæld, øget ventilation mm</i>)?	
Data vedr. ventilation (hvis der findes ventilation på stedet)	
Ventilationstyper	
<i>Hvordan ventileres institutionen fx:</i>	
I alle brugsrum og udsugning i vådrum (<i>se nedenfor</i>)?	

Balanceret mekanisk ventilation med varmegenvinding og indblæsning?	
Hybrid mellem balanceret mekanisk ventilation med varmegenvind om vinteren og naturlig ventilation om sommeren?	
Kun med indblæsning i nogle af rummene (<i>Hvad gøres i rum uden indblæsning</i>)?	
Designet Naturlig ventilation (<i>fx styret ovenlysvinduer eller solskorstene</i>)?	
Mekanisk udsugning i køkken, toilet og bad – ingenting i øvrige rum– hvor er luftindtag placeret (<i>se også nedenfor</i>)?	
Er der behov for at personalet åbner vinduer til udluftning – og hvilken instruks er der evt. herom?	
Styring af ventilationsbehov <i>Hvordan styres ventilationsanlægget fx:</i>	
Fast grundindstilling af ventilationsanlæg over ugen?	
Tidsstyring efter normal tilstedeværelse af børn og voksne på stuerne og hvilket tidsrum?	
Er der CO ₂ -styring? (<i>og hvilke værdier styres efter</i>)?	
Behovsstyring efter CO ₂ -niveau kombineret med grundventilation uden for åbningstid?	

Kan der skrues op og ned for ventilationen i benyttede rum uden, at der også skrues op og ned i ubenyttede rum?	
Hvor stor grundventilation foretages, kontrolleres dette og hvorledes er det fastsat?	
Sker styringen lokalt i institutionen eller via centralt CTS-anlæg?	
Ventilation i vådrum <i>Hvordan ventileres vådrum fx:</i>	
Fugtstyring af udsugning i vådrum (<i>toilet, bad, køkken</i>)?	
Tidsstyring med minutters udsugning efter tænding af lys?	
Er der fugtfølere i toiletrum?	
Er der mekanisk ventilation i toilet og badeværelse(r)?	
Er der emhætte i køkken og hvordan styres den?	
Service og indregulering <i>Hvordan vedligeholdes ventilationsanlægget fx:</i>	
Fast serviceaftale på ventilationsanlæg fx gennem VENT-ordning?	
Serviceret sidst (år)?	
Er anlægget indreguleret og hvornår?	

Data vedr. varme og budgetansvar for energi	
Styring af rumvarmen <i>Hvordan styres varmen i institutionen fx:</i>	
Er der temperaturstyring af varmen og hvordan (<i>hvilke værdier styres efter</i>)?	
Udføres natsænkning af varmen og hvordan styres den? (<i>Er der fx tidsstyring og hvilke tidsintervaller?</i>)	
Er det de ansattes ansvar at skrue ned, når de forlader institutionen?	
Budgetansvar for energi <i>Hvordan finansieres energibesparende tiltag, og hvem for glæde af besparelserne fx:</i>	
Er energiøkonomien udelukkende centralt placeret?	
Er energiøkonomien delt med institutionen som tilskyndelse til energieffektivitet?	
Er placering af energiøkonomien meldt klart til institutionen og dens ansatte	
Har de ansatte reel mulighed for at regulere på varme og ventilation for at spare energi?	
Er de ansatte informeret om, at en reduktion af ventilation kan give ringere indeklimate?	

BILAG 3

De målte blødgørere inkl. ftalater i støv fra to forskellige rum i 20 daginstitutioner [mg/kg], værdier <LOQ er sat lig ½LOQ i beregning af middel og median.

Blødgørere (ftalater m.fl.)	Akronym	CAS#	% >LOQ	min	max	middel	median
Dimethylftalat	DMP	131-11-3	5%	<1	1,80	0,56	<LOQ
Diethylftalat	DEP	84-66-2	38%	<1	7,60	1,24	<LOQ
Diisobutylftalat	DIBP	84-69-5	93%	<5	100	17,7	9,90
Dibutylftalat	DNBP	84-74-2	90%	<5	430	29,4	14,0
Butylbenzylftalat	BBzP	85-68-7	43%	<5	210	20,3	<LOQ
Di-(2-Ethylhexyl)ftalat	DEHP	117-81-7	100%	34,0	1200	205	110
Di-n-oktylftalat	DNOP	117-84-0	5%	<5	210	11,1	<LOQ
Diisoheptylftalat	DIHP	71888-89-6	0%	<20	<20	<20	<LOQ
Diisononylftalat	DINP	68515-48-0	100%	23,0	7400	435	175
Diisodecylftalat	DIDP	26761-40-0	63%	<20	330	54,3	25,0
Diethyladipat	-	141-28-6	0%	<5	<5	<5	<LOQ
Diisobutyladipat	-	141-04-8	10%	<5	56,0	4,11	<LOQ
Dibutyladipat	-	105-99-7	0%	<5	<5	<5	<LOQ
Di(2-ethylhexyl)adipat	DEHA	103-23-1	90%	<5	430	41,2	16,0
Dibutylsebacat	-	109-43-3	0%	<5	<5	<5	<LOQ
1,2-cyclohexanedicarboxylsyre diisononylester	DINCH	474919-59-0	98%	<20	1600	329	155
Acetyltributylcitrat	-	77-90-7	95%	<5	290	45,6	27,5
Di(2-propylheptyl)ftalat	DPHP	53306-54-0	28%	<10	59,0	10,2	<LOQ
Di(2-methoxyethyl)ftalat	-	117-82-8	0%	<5	<5	<5	<LOQ
Di-(Heptyl/nonyl/undecyl)ftalat	DHNUP	68515-42-4	0%	<100	<100	<100	<LOQ
Bis(2-ethylhexyl)tereftalat	DEHT	6422-86-2	98%	<5	2000	333	195
Acetyltriethylcitrat	-	77-89-4	0%	<5	<5	<5	<LOQ
1-isopropyl-2,2-dimethyltrimethylen diisobutytrat	TXIB	6846-50-0	63%	<10	140	19,7	16,0
Di-n-hexylftalat	DNHP	84-75-3	5%	<5	8,80	2,78	<LOQ

BILAG 4

De målte fosforbaserede flammehæmmere (PFR) i støv fra to forskellige rum i 20 daginstitutioner [ng/g], værdier <LOQ er sat lig ½LOQ i beregning af middel og median.

Fosforbaserede flammehæmmere	Akronym	CAS#	% >LOQ	min	max	middel	median
Triphenylfosfat	TPHP	115-86-6	100%	337	28300	4668	1700
Tris(2-chloroethyl)fosfat	TCEP	115-96-8	100%	24	3630	760	504
Tri-n-butylfosfat	TNBP	126-73-8	93%	<20	151	51	47
Triisobutylphosphat	TIBP	126-71-6	90%	<35	918	102	69
Tri-o-cresylfosfat	o-TMPP	78-30-8	0%	<5	<5	<5	<LOQ
(2-Ethylhexyl)-diphenylfosfat	EHDPP	1241-94-7	100%	403	49600	7975	3750
Tricresylfosfat	TMPP	1330-78-5	93%	<18	3790	283	128
Tris(1,3-dichloroisopropyl)fosfat	TDCIPP	13674-87-8	100%	365	524000	26241	4695
Tris(2-ethylhexyl) fosfat	TEHP	78-42-2	100%	29	570	176	168
Tris(2-butoxyethyl)fosfat	TBOEP	78-51-3	100%	459	283000	27386	4475
Tris(2-chloroisopropyl)fosfat	TCIPP	13674-84-5	100%	2650	423000	37971	12550