



Valg af ventilationstekniske løsninger i børneinstitutioner

af Alireza Afshari og Claus Reinhold, Statens Byggeforskningsinstitut, Afdelingen for Sundhed og Komfort.

Afdelingen for Sundhed og
Komfort

Alireza Afshari
Claus Reinhold

30. oktober 2006

Introduktion

Bygningsreglementet har siden 1995 krævet, at opholdsrum i dag- og døgninstitutioner skal ventileres med mekaniske ventilationsanlæg, der har både indblæsning og udsugning. Der er dog i de seneste år opført nogle institutioner, hvor kravene i Bygningsreglementet fraviges og naturlig ventilation anvendes, uden at der findes nogen systematisk dokumentation for hverken påståede energibesparelser eller opnåelse af et tilfredsstillende indeklima.

Dette er muligvis en positiv udvikling, som kan give energibesparelser i form af sparet el til ventilatorerne, mindre kanaltrækning og dermed mindre varmetab fra kanaler, reduceret pladsbehov og lavere anlægsomkostninger. Men forudsætningen er, at en sådan løsning også er energibesparende ud fra en total betragtning af institutionens energiforbrug, og at denne løsning ikke forringer sundheden og komforten for de børn og voksne, som opholder sig i institutionen. Et "frit" valg af ventilationsteknisk løsning til en konkret institution bør optimere valget efter løsningens ydeevne på punkter som energiforbrug (til ventilation, "plads til ventilation", opvarmning), ventilationseffektivitet (fx CO₂, fugt), termisk indeklima (temperaturforhold), lufthastigheder ("træk"), luftkvalitet (gas, partikler), støj (fra anlæg, udefra) og driftssikkerhed. Derudover bør løsningen tilpasses de lokale forudsætninger, for eksempel udemiljøet (by/land), forureninger og støj (trafik, industri). Endelig kan valg af løsning påvirkes af en eventuel pædagogisk holdning, ligesom den tekniske løsning påvirkes/påvirkes af facadeudformning, som igen påvirker lysmiljøet osv. De sidstnævnte faktorer behandles ikke i dette projekt.

Der findes altid flere mulige ventilationstekniske løsninger, som kan opfylde en kombination af krav, som stilles af hensyn til aktiviteter og bygningsudformning. Det er ikke umiddelbart indlysende, at det økonomisk mest fordelagtige altid vil være at vælge mekanisk ventilation, uden at der er foretaget en analyse af bl.a. energiforbrug og brugernes sundhed og komfort. På den anden side er der en risiko ved at anvende moderne naturlig ventilation som alternativ til den mekaniske, hvis der ikke forinden foretages en analyse af alle de krav, som ventilationen skal opfylde, og hvilket bygningsmiljø den skal fungere i.

I de seneste år er børns livsvilkår taget op i mange sammenhænge. Vi tilbringer 85-90 % af tiden indendørs, og småbørn opholder sig fra 25 og helt op til 50 timer om ugen i institutioner [1]. Børns eksponeringsmønster adskiller sig fra voksnes, selv om viden på dette område er begrænset [2, 3]. Småbørn opholder sig mere i nærheden af gulvet end voksne. Børnene ligger eller kravler ofte på gulvet, hvor de er mere udsat for ophvirvlet støv. Børns åndedrætsmønster er desuden anderledes, og deres lunger er under udvikling, hvilket bidrager til en øget udsættelse for luftforurening.

Indeklimaet i børneinstitutioner påvirkes af mange faktorer, en af disse er luftbårne forureninger. Disse forureninger tilføres med ventilationsluften og indtrængende udeluft. Ud over de forureninger, der tilføres udefra, genererer børn, voksne og aktiviteterne en del forureninger indendørs. Indholdet af forureninger, både udendørs og indendørs, er typisk betydeligt højere i bymiljø end på landet. Tidligere studier viser, at man med forbedret ventilation kan formindske frekvensen af astmasymptomer, der er relateret til opholdet i skoler og institutioner. Resultaterne fra et nyligt publiceret amerikansk skolestudie tyder på en sammenhæng mellem sygefravær og forringet ventilation, målt som højt indhold af CO₂ i klasseværelserne.

Lydforholdene i daginstitutioner har betydning for både voksnes og børns miljø, og Bygningsreglementets bestemmelser omfatter begge parter. For alle ansatte og børn i institutionerne vil utilfredsstillende lydforhold betyde en ekstra belastning af hørelse, stemme og velbefindende i dagligdagen, for børnene herudover en række risici med hensyn til udvikling, herunder sproglig udvikling [6]. Derfor stiller Bygningsreglementet krav om lydisolering mellem forskellige rum og mellem inde og ude. Dette får speciel betydning for ventilationsanlæggene i institutionerne, især hvis ventilationen forudsætter åbninger mod det fri eller mellem rummene for at kunne fungere.

Eksisterende kriterier for vurdering af ventilationens betydning for komforten er baseret på mange års forskning i indeklima. Denne forskning omfatter voksne personers oplevelse af komforten sammenholdt med de målelige, fysiske parametre, som kan beskrive tilstanden; for eksempel temperatur og lufthastighed. Der findes også forskning, der omfatter større børns oplevelse af komforten, men der findes ingen forskning i småbørns oplevelse af komforten. Da dette projekt netop har fokus på ventilationen i institutioner for småbørn, anser vi det for nødvendigt at kombinere eksisterende vurderingskriterier med nye metoder til vurdering af småbørns reaktioner. Der er derfor indarbejdet begrænsede studier baseret på observationer i de aktuelle institutioner.

Pilotprojekt

Metoder

SBI gennemfører i 2005 et pilotprojekt for at afdække nogle af de specielle krav til naturlig ventilation i børneinstitutioner.

Undersøgelsen blev udført i to danske bygninger under normale betingelser. Den ene af bygningerne var udstyret med et hybrid ventilations anlæg (bygning A), hvorimod den anden bygning (bygning B) var udstyret med et anlæg udelukkende for naturlig ventilation. Måleresultater omfattede lufttemperatur, relativ luftfugtighed, lufthastighed, turbulensintensitet and CO₂-niveau. PerFluorcarbon Tracer (PFT) metoder [4] blev anvendt til at undersøge luftskifterater. Målingerne blev foretaget om vinteren i udvalgte dele af bygningerne. Der bliver lagt særlig vægt på indeklimaperspektiver der er relateret til børn i alderen 0-6 år.

Toiletterne og køkkenet i bygning A var udstyret med mekanisk ventilation. Indblæsningsluften passerede gennem en klimazone i glasfacaden placeret langs med sydsiden af bygningen for at opvarme indblæsningsluften foran luftindtagene i opholdsrum. Indblæsningsluften til andre rum (kontor, på-

klædningsværelse mv.) blev blæst ind gennem indblæsningsanordninger placeret bagved radiatorerne. Udsugning sker via skorstene over garderobernes tag – ved den naturlige ventilation og eventuelt forstærket med ventilatorer. Man skal lægge mærke til at anordningerne til indblæsningsluften i bygning A ikke virkede i måleperioden. Derfor er kun CO₂-koncentrationen og den gennemsnitlige luftskifterate relevant for denne præsentation.

Bygning B var udstyret anlæg med udelukkende naturligt ventilation, hvorimod toiletter og køkken var udstyret med mekanisk ventilation. Den naturligt ventilerede del af bygningen var inddelt i fire forskellige zoner. Udeluften blev tilført rummene gennem vinduer placeret i facaderne i 2 m højde over gulvniveau og strømmer ud vi luger i taget. Det var muligt at styre indblæsningsluften enten manuelt eller automatisk.

Det bemærkes, at om vinteren blev der tilført udeluft til alle zoner i bygningen efter et bestemt tidsskema (kl. 08:00, 10:00, 12:00, 14:00 og 16:00), og kun hvis CO₂ koncentrationen var over en fastsat grænseværdi dvs. 700 eller 800 ppm. I det tilfælde var de højtsiddende vinduer åbne i 10 minutter i hver periode. Derudover åbnede personalet vinduerne, hvis der var ekstra behov.

Den termiske komfort blev målt i et ubeboet rum og et af de højt placerede vinduer blev tvangsåbnet manuelt under målingerne. Lufthastighederne og lufttemperaturerne blev målt i 48 forskellige positioner i en afstand af 0,5, 1,0, 1,5 og 2 m. De 12 sensorer blev placeret i henholdsvis 0,1, 0,6 1,1 og 1,7 m højde over guldniveau. Man gør opmærksom på at målezonen er en del af det areal, der normalt benyttes i en børneinstitution. Man skal lægge mærke til at denne del af bygningen forventes at være mere udsat for træk pga. den ydre glasvæg og indblæsningsluften fra det højtsiddende vindue.

Luftskiftet og udvekslingen af luft mellem de forskellige rum blev bestemt i hele bygning A og halvdelen af bygning B. For at kunne studere det totale luftskifte og luftbevægelserne mellem rummene blev målingerne gennemført med passiv sporgasteknik (PFT) [4]. emissionskilderne blev placeret samme dag som adsorptionsrørene, hvorefter disse blev eksponeret igennem en uge. Bygningerne er begge i brug kl. 07-18 i måleperioderne.

I hver af bygningerne målt luftskiftet i det rum, hvor det termiske indeklime også blev undersøgt. I disse rum blev luftskiftet også målt ved dosering af sporgas og analyse af henfaldet. For at måle henfaldets forløb blev der brugt en Brüel & Kjær analysator type 1302. Målingerne blev gennemført i et punkt igennem en periode på en time.

Parallelt med sporgasmålingerne målt temperaturen i de forskellige zoner for at muliggøre en bestemmelse af sporgaskildernes afgangshastighed. Samtidigt målt ude- og indetemperaturerne med en temperaturlogger af typen TinyTag Ultra (Intab, 2006).

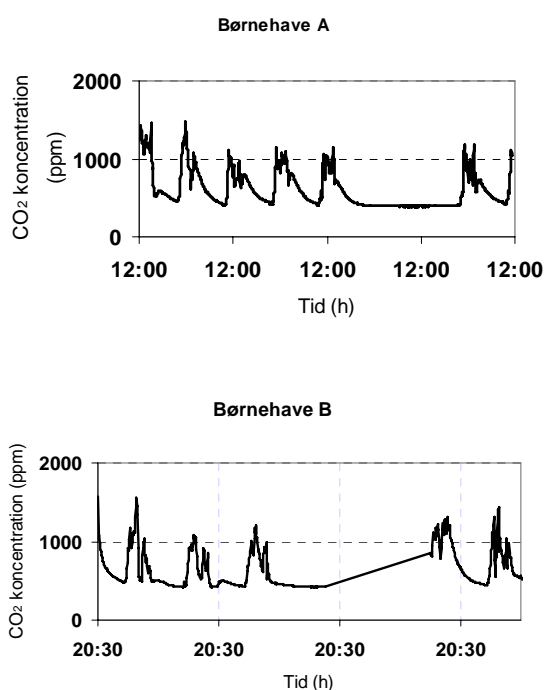
Resultat

Måleresultaterne for termisk komfort og luftkvalitet præsenteres i det følgende for hver bygning:

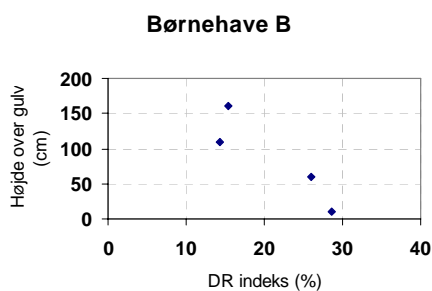
Det termiske indemiljø bestemmes af adskillige parametre. De termiske komfort parametre, der blev målt i denne undersøgelse, var lufthastighed, lufttemperatur og turbulensintensitet. Som grundlag for vurdering af et af kriterierne for termisk komfort kan der benyttes et velkendt kriterium for trækrisiko udtrykt DR indeks [5] (se figur 2).

I bygninger som disse er det interessant at måle CO₂ koncentrationen, da CO₂ kan betragtes som en indikator for indeluftkvaliteten. Figur 1 viser registreringerne af CO₂ koncentrationerne for henholdsvis bygning A og bygning B. Som forventet varierede CO₂ – koncentrationerne væsentligt i løbet af dagen i disse bygninger.

Den gennemsnitlige luftskiftrate målt over en uge med den passive sporgasteknik (PFT) i Bygningerne A og B lå på ca. 0,5 h⁻¹.



Figur 1. CO₂ – koncentrationer målt i indeluften i bygning A og B.



Figur 2. DR-indekset blev beregnet ud fra de målte værdier i en afstand af 0,5 m fra den ydre glasvæg, når vinduerne/luftindtagene var helt åbne.

Side 5 af 7

Diskussion og konklusioner

Hvis det fremover skal blive muligt at opføre naturligt ventilerede børneinstitutioner, bør disse designes, så de leverer termisk komfort og opnår tilstrækkelige ventilationsrater og forureningsniveauer for både børn og ansatte. Desuden bør det være et mål, at det samlede energiforbrug er lavere end for mekanisk ventilerede institutioner.

Denne artikel præsenterer et pilot-feltprojekt, der blev udført for at undersøge indeluftkvaliteten og den termiske komfort i to naturligt ventilerede børneinstitutioner. Undersøgelsen er en forløber for mere omfattende studier, der retter sig mod en bedre forståelse af konsekvenserne af at skifte fra et mekanisk ventilationssystem til andre former for ventilationssystemer, når der lægges speciel vægt på indeklimaperspektiver relateret til børn i alderen 0-6 år.

Som tidligere nævnt, var ventilationssystemet i bygning B aktivt om dagen i overensstemmelse med en styringsstrategi baseret på en fast tidsplan og CO₂ niveau. Når der var behov for yderligere ventilation, åbnede de ansatte vinduer for at få frisk luft i rummene. Udover den styrede, naturlige ventilation bør den naturlige ventilation i rum øges, ved at åbne vinduer, så ofte der er behov, og når det er muligt uden ubehag for rummets brugere. Det var derfor vigtigt at undersøge om der ville være træk i rummene. Resultaterne viste, at DR-indekset var 29 % beregnet ved de målepunkter med højeste lufthastighed målt i en afstand af 0,5 m fra den ydre glasvæg. DR indeks højere end 20 % bedømmes som uacceptabelt efter DS474. Målepunktet lå i luftindtagets nærområde i bygning B. Luftskifteraten i det undersøgt rum var 0,6 h⁻¹.

Den gennemsnitlige temperatur i bygning A og B var ca. 21 °C. Resultaterne af lufttemperaturens fordeling målt i periode på en uge gennem adskillige rum i bygning A og B viser, at lufttemperaturen i disse rum var ensartet undtagen for klimazonen i bygning A, som ikke var udstyret med noget varmeanlæg.

CO₂ -koncentrationernes niveau giver en god ide om indeluftens kvalitet. De målte CO₂ – koncentrationer i bygningerne var ofte tæt ved eller over 1000 ppm, den højeste accepterede værdi for børneinstitutioner i henhold til de fleste standarder. En måde at skabe god luftkvalitet i disse bygninger var ved at øge luftstrømmen i bygningerne.

Resultaterne viste imidlertid, at der ikke kunne skabes et luftskifte på selv 0,6 h⁻¹ uden at lufthastigheden blev for høj og dermed øgede risikoen for træk. Spørgsmålet er, om vi altid kan eller bør designe for mindstekravene? Burde vi ikke hellere designe et system, der giver den bedste luftkvalitet for børnene?

Disse pilotundersøgelsesresultater indikerer, at der er behov for yderligere undersøgelser for at etablere en viden, der omfatter naturligt ventilerede børneinstitutioner, termisk indeklima og luftkvalitet, ventilationskapacitet og energibehov.

Derfor er der efterfølgende blevet igangsat et projekt, som gennemføres af en tværvideenskabelig gruppe bestående af Statens Byggeforskningsinstitut, SBI, Afdelingen for Sundhed og Komfort, Aalborg Universitet, Institut for Bygningsteknik, Danmarks Pædagogiske Universitet, Institut for Curriculumforskning, WindowMaster og Exhausto A/S. Projektet støttes af Energistyrelsen gennem energiforskningsprogrammet EFP2005 og afsluttes i 2008.

Dette projekt har til opgave at skabe et helhedssyn og en viden om, hvilke ventilationstekniske løsninger som kan anvendes for at give den bedste løsning på langt sigt ud fra en afvejning af en række relevante parametre, når der tages særligt hensyn til børnene og de forhold, som gælder i børneinstitutioner.

Referencer

- [1] M. Berglund, B. Lind, S. Sørensen and M. Vahter. Impact of soil and dust lead on children's blood in contaminated area of Sweden. Archives of Environmental Health 2000; 55:93-97.
- [2] N. S. Tulve, J. C. Suggs, T. McCurdy, E. A. Cohen Hubal and J. Moya. Frequency of mouthing behaviour in young children. Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology 2002; 12:259-264.
- [3] C. F. Bearer. How are children different from adults? Environ Health Perspect 1995; 103 (Suppl 6): 7-12.
- [4] R. N. Dietz, R. W. Goodrich, E. A. Cote and R. F. Wieser. Detailed description and performance of a passive Perfluorocarbon tracer system for building ventilation and air exchange measurements. Presented at the Symposium on Measured Air Leakage Performance of Buildings, American Society for Testing and Materials, Philadelphia, PA April 2-3, 1984.
- [5] P. O. Fanger, A. K. Melikov, H. Hanzawa and J. Ring. Turbulence and draft. ASHRAE Journal. 31, 4 (1989) 18-25.
- [6] Erhvervs- og Boligstyrelsen. Vejledning om lydforhold i undervisnings- og daginstitutioner, 2004.

Figurtekster og fototekster

Alireza Afshari, seniorforsker ved Statens Byggeforskningsinstitut, Afdelingen for Sundhed og Komfort, og docent ved Chalmers Tekniske Universitet.

Claus Reinhold, forskningschef ved Statens Byggeforskningsinstitut, Afdelingen for Sundhed og Komfort.

Figur 3: Børn eksponeres anderledes i indeklimaet end voksne – men der er begrænset viden om indeklimaets virkning på de små børn. (Model og foto af Katrin Barrie Larsen).

Figur 4: Af etiske grunde fotograferer (og offentliggør) vi ikke børn i børneinstitutionerne – men benytter os af tegninger og modeller. (Tegning af Katrin Barrie Larsen)