

**AMI DOKUMENTATION 11**

# **INDEKLIMAPÅVIRKNING I SKOLER**

Jan Pejtersen

**Arbejdsmiljøinstituttet  
København 2002**

AMI DOKUMENTATION 11

**Indeklimapåvirkninger i skoler**

Jan Pejtersen

Tryk: DT Kommunikation A/S

ISBN: 87-7904-103-5  
København 2002

Arbejdsmiljøinstituttet  
Lersø Parkallé 105  
2100 København Ø  
Tel: 39 16 52 00  
Fax: 39 16 52 01  
e-post: [ami@ami.dk](mailto:ami@ami.dk)  
Hjemmeside: [www.ami.dk](http://www.ami.dk)

Rapporten kan rekvireres fra:

Arbejdsmiljøbutikken  
Arbejdsmiljørådets Service Center – Ramsingsvej 7 – 2500 Valby  
Tlf. 3614 3131 – Fax. 3614 3190  
E-mail: [ekspedition@amr.dk](mailto:ekspedition@amr.dk)

# INDHOLD

<b>FORORD</b>	<b>5</b>
<b>BAGGRUND</b>	<b>6</b>
<b>METODE</b>	<b>7</b>
<b>RESULTATER</b>	<b>8</b>
INDEKLIMAEFFEKTER	9
Gener og symptomer	9
Tværsnitsstudier – Gener og symptomer	9
Astma og allergi	14
Tværsnitsstudier – Astma og allergi	14
INDEKLIMAPÅVIRKNINGER	16
Ventilation - Mekanisk ventilation i forhold til naturlig ventilation	16
Ventilation – Ventilationsrate	16
Allergener	19
Lufttemperatur	20
Mikroorganismer, vandskade og fugt (dampness)	20
Husstøvmider	22
Støv og rengøring	23
Vedligeholdelse, renovering og teknisk nedslidning	24
Tobaksrøg (ETS) og gasser	25
Produktivitet	25
Bygningsforhold	26
PSYKOSOCIALT ARBEJDSMILJØ	27
<b>ANBEFALINGER</b>	<b>29</b>
<b>REFERENCER</b>	<b>30</b>
<b>BILAG 1: KORT RESUME AF DE REVIEWEDE ARTIKLER</b>	<b>38</b>



## FORORD

Nærværende rapport er udarbejdet på baggrund af en litteraturgennemgang, foretaget for Arbejdstilsynet, af mulige indeklimapåvirkninger i skoler. Gennemgangen af den videnskabelig litteratur for Arbejdstilsynet er lavet på baggrund af studier fra ca. 1982 til 2000. I nærværende rapport er litteraturgennemgangen suppleret med studier fra 2001 og 2002. Desuden er der medtaget studier fra konferencen Indoor Air 2002, Monterey, Californien. Rapporten har kun i meget begrænset omfang medtaget studier fra det danske skimmelsvampe projekt: Skimmelsvampe i bygninger, som blandt andet omhandler undersøgelse af 15 danske skoler. Der henvises til separat afrapportering fra dette forskningsprogram (Forskningsprogrammet "Skimmelsvampe i bygninger". Gennemgang af programmets projekter. 2002).

Der rettes en tak til Professor Jan Sundell, Center for Indeklima og Energi, DTU, for værdifulde kommentarer til rapporten.

Jan Pejtersen  
Arbejds miljøinstituttet  
November 2002

## BAGGRUND

Det forventes, at der i de kommende år skal bygges en del nye skoler. Der er foretaget en litteraturgennemgang af studier, der har undersøgt indeklimapåvirkninger i skoler, dels for at kortlægge påvirkningen i eksisterende skoler, dels for at skabe et grundlag for at kunne forudsige indeklimaet i fremtidens skoler.

Ved undersøgelse af de fysiske, kemiske og mikrobiologiske påvirkninger er litteraturstudiet hovedsagelig blevet koncentreret om undersøgelser af skoler i Danmark, der er opført efter ca. 1980. Det vil sige skoler som er opført på basis af bygningsreglementet fra 1982 eller senere, men generelt er vægten lagt på nyere undersøgelser. Ved gennemgangen af den internationale litteratur er de fundne indeklimapåvirkninger blevet vurderet kritisk i forhold til specifikke danske forhold såsom udeklima, byggestil og brugs- og driftsmønstre.

Litteraturstudiet har hovedsagelig koncentreret sig om følgende indeklimapåvirkninger: ventilation, allergener, gasser og dampe, støv, mikroorganismer, fugt, bygningsforhold, termiske parametre og rengøring. Faktorer som lys og støj er kun i begrænset omfang medtaget i rapporten.

Det var projektets formål ved litteratursøgning og netværkskontakter at give en oversigt over, hvilke fysiske, kemiske, mikrobiologiske og psykosociale indeklimapåvirkninger, der kan forekomme i skoler.

## METODE

Litteraturstudiet baserer sig på en litteratursøgning via PubMed (MEDLINE) og Ingenta.com, en systematisk gennemgang af tidsskriftet Journal of Indoor Air, samt en systematisk gennemgang af de seneste års indeklimakonferencer: Indoor Air, Healthy Buildings og til dels ASHRAE IAQ. Der har været rettet henvendelse til ISIAQ, hvor en task force netop har afsluttet et dokument "Guidelines for indoor air quality in schools". Der er hentet informationer via internettet specielt fra det svenske program SKOLLIV ([www.skolliv.nu](http://www.skolliv.nu)) fra Arbejdslivsinstitutet og fra US EPA' "Indoor air quality tools for schools" kit ([www.epa.gov](http://www.epa.gov)). Der har desuden været knyttet kontakt til en forskningsgruppe fra Lawrence Berkeley National Laboratory, som i 1998 publiceret et omfattende review af indeklimateundersøgelser i hovedsagelig californiske og nordamerikanske skoler (Daisey & Angell, 1998).

Litteraturstudiet har hovedsagelig medtaget litteratur, der beskriver videnskabelige undersøgelser i skoler og ikke så meget case studier i enkelte skoler. Det er forfatterens opfattelse, at der findes en masse interne rapporter, hvor rådgivende ingeniører eller BST'er har undersøgt en enkelt skole, men hvor resultaterne af denne viden ikke er blevet publiceret i videnskabelige tidsskrifter eller på anden måde blevet gjort offentlig tilgængelig.

For en gennemgang af de psykosociale risikofaktorer i indeklimaet henvises til Rapporten fra Arbejds miljøinstituttet, 2001: 'Psykosocialt arbejdsmiljø og indeklimate symptomer' af Margit Velsing Groth (2001). I nærværende rapport er medtaget et kort referat af de vigtigste arbejder fra rapporten i relation til det psykosociale arbejdsmiljø i skoler.

I bilag 1 er der et kort resume af de reviewede artikler, der har dannet baggrund for nærværende rapport. Her kan man få nærmere oplysninger om de konkrete undersøgelser.

## RESULTATER

Resultater fra danske undersøgelser er meget sparsomme. Den mest gennemgribende undersøgelse er skoleundersøgelsen foretaget på 75 skoler i Storkøbenhavn (Meyer, 2000). Der er foretaget en undersøgelse af indeklimaet blandt ansatte ved folkeskolerne i Århus kommune, men der er kun foreløbige resultater klar (AMK Århus kommunehospital, 2000). Desuden er der en ældre undersøgelse af indeklimaet på 10 skoler i Storkøbenhavn, hvor der er foretaget målinger af flere risikofaktorer (Thorstensen, 1989; Thorstensen et al., 1990). Derimod er der foretaget en del undersøgelser af svenske (Norbäck & Smedje, 1996) og norske skoler (Dybendal, 1992), med hovedvægten lagt på støv, allergener, allergi og astma. Desuden er foretaget undersøgelser af finske skoler med vægt på allergi og skimmelsvampe (Taskinen et al., 1997; Taskinen et al., 1999; Nevalainen et al., 1997). Andersson et al. (2002a) har desuden kikket på udviklingen i symptomer i svenske skoler fra 1994 til 2000.

I USA er der foretaget et gennemgribende review af indeklimaet i skoler med vægt på californiske, amerikanske og canadiske skoler, men der refereres også til de europæiske undersøgelser, som er koncentreret om de norske, svenske og finske undersøgelser. Der er foretaget et interessant review af J.V. Bakke fra det norske Arbejds miljøinstitut omkring indeklimaet i skoler, som meget er koncentreret om de nordiske undersøgelser (Bakke, 1998). Reviewet har i stor udstrækning dannet baggrund for det dokument som er publiceret af ISIAQ Task Force 7 'Guidelines for indoor air quality in schools' (ISIAQ, 2000). Desuden er der et review af Kjellman og Sundell (1995) som gennemgår indeklimapåvirkningerne i hjem, på arbejdspladsen og i skolen. Ligeledes har Norbäck foretaget et review af indemiljøet i skoler (Norbäck, 1997).

Nærværende litteraturreview har lagt hovedvægten på de tidligere review af området og på de nordiske undersøgelser, hvor der er skelet til den store klimatiske forskel som der kan være mellem de nordiske lande.

## INDEKLIMAEFFEKTER

### Gener og symptomer

Danmark har været et foregangsland indenfor studiet af gener og symptomer i indeklimaet, hvor den danske rådhusundersøgelse stadig er en af de betydeligste arbejder omkring studier af indeklimagener og symptomer blandt ansatte i ikke industrielle bygninger (Skov et al., 1987). Det anvendte spørgeskema fra denne undersøgelse er nu viderebearbejdet af en gruppe omkring Arbejdsmedicinsk klinik på Amtssygehuset i Glostrup, hvor det er tiltænkt som et standardiseret spørgeskema for arbejdsmiljøprofessionelle i Danmark (Brauer et al., 1999). Skemaet ligger tæt op af det Svenske Örebro-skema (Andersson et al., 1993) som ofte har været anvendt i de øvrige nordiske lande, men ved de fleste spørgeskemaer, der er anvendt i indeklimasammenhæng, er der et betydeligt overlap af de stillede spørgsmål (Clausen et al., 1993; Wyon & Wyon, 1987; Kildesø et al., 1999). Generegistreringen i indeklimaundersøgelser omhandler generelt gener forårsaget af træk, temperatur, indelukket luft, tør luft, lugt, statisk elektricitet, støj, tobaksrøg, støv og lys. Symptomregistreringen omhandler slimhinesymptomer, dvs. symptomer i øjne, i næse eller i hals; hudsymptomer; almensymptomer, dvs. træthed, hovedpine, tung i hoved, svimmelhed eller utilpashed; desuden kan der være spørgsmål om koncentrationsbesvær og åndedrætsbesvær.

### Tværsnitstudier – Gener og symptomer

Skoleundersøgelsen i København, der blev foretaget blandt 7.884 (svarprocent 66) lærer og elever fra de ældste klasser på 75 skoler, viste at 36% klagede over unormal træthed, 25% havde hovedpine og 22% havde koncentrationsbesvær (Meyer, 2000). Slimhinesymptomer forekom hos 12% af de adspurgte. Der blev fundet en sammenhæng mellem prævalensen af indeklimasymptomer og flade tage samt prævalensen af almensymptomer og plads per person. I anden fase af undersøgelsen blev de ti skoler med færrest indeklimasymptomer og de ti skoler med flest indeklimasymptomer udvalgt. I de skoler med flest klager var temperaturen højere, der var mindre rumfang per person og der var flere lokaler med mekanisk ventilation end i skoler med færrest klager. I skolerne med flest klager indeholdt støvet mere allergen fra hund og kat og støvet var mere potent målt som udskillelse af IL-8 fra humane lungeepitelceller end i skoler med få klager. For enkelt sympto-

mer var der generelt flere symptomer i mekanisk ventilerede lokaler end i naturligt ventilerede. Der var flere personer, der havde hovedpine i lokaler, hvor støvet var meget potent.

I en spørgeskemaundersøgelse blandt 3030 (80%) af de ansatte ved 54 skoler i Århus Kommune fandtes at 16% af de ansatte havde slimhinde- og hudsymptomer, mens 26% havde almensymptomer (AMK Århus kommunehospital, 2000). På 95% af skolerne havde op til 30% af de ansatte hud- eller slimhindesyntomer og op til 40% af de ansatte almensymptomer. Symptomerne forekom hyppigere hos personer, som samtidig rapporterede at indeklimaet ikke var tilfredsstillende.

I en undersøgelse blandt 602 ældre elever i 10 danske skoler fandt Thorstensen et al. (1990) at 26% havde slimhindesyntomer og 42% havde almensymptomer.

Norbäck (1996) og hans gruppe fandt i en undersøgelse af symptomprævalensen i 39 svenske skoler at ca. 26% af lærerne havde almensymptomer, ca. 26 % havde luftvejssymptomer og ca. 13 % havde hudsymptomer. For de mindste børn var symptomerne generelt under 14 %. Symptomprævalenserne var omtrent det samme ved de to undersøgelsestidspunkter i 1993 og i 1995 for de mindste elever og lærerne. Derimod sås en stigning i almensymptom for de ældste elever fra 25 % i 1993 til 43 % i 1995. Mens luftvejssymptomer var ca. 15 % og hudsymptomer ca. 11% i begge år. Norbäck giver ingen forklaring på denne stigning. Der blev fundet sammenhæng mellem Sick Building Syndrome (SBS) eller oplevet luftkvalitet og luftskifte, rumtemperatur, åbne hylder, flygtige organiske forbindelser (VOC), Mikrobielle VOC'er (MVOC), luftbårne mikroorganismer, formaldehyd, NO<sub>2</sub>, respirabelt støv, indhold af katteallergen i sedimenteret støv og mængde sedimenteret støv. I samme studie blev der desuden spurgt til den oplevede luftkvalitet blandt lærerne (Smedje, 2000; Smedje et al., 1997b). 53% af lærerne klagede over dårlig luftkvalitet i skolerne. Der var ingen sammenhæng mellem bedømmelserne af luftkvaliteten og ventilationsrate eller CO<sub>2</sub>. Luftkvaliteten blev bedømt værre, når koncentrationen af VOC'er, skimmelsvampe, bakterier, respirabelt støv og indhold af katteallergen i sedimenteret støv var høje. Undersøgelsen af 82 skoler i Stockholm startede i 1997 og skulle afsluttes i 2001 (Andersson et al., 1999a; Andersson et al., 1999b; Dahm, 2000). Hidtil har 27 000 lærer og elever besvaret et spørgeskema vedrørende indeklimasyntomer. Blandt skolepersonalet var 40% ofte generet af støv og skidt, 31% var generet af indelukket 'dårlig' luft og 32% var generet af støj. Klagerne over den utilstrækkelige rengøring gik mest på at nogle flader

sjældent blev gjort rent. Dårlig luftkvalitet hang ofte sammen med høj personbelastning, høj temperatur og utilstrækkelig ventilation. Støj gik mest på støj fra elever og ikke den udefra komne støj. Symptomerne var almensymptomer som træthed, tunghedsfølelse og hovedpine samt tørhed i hals. 80% af de ansatte fandt deres arbejde stimulerende, men samtidig synes 46% af de havde for meget at lave. 56% af de større elever trivedes i skolen, men 31% var generet af støv og snavs, 36% var generet af indelukket luft og 21% af ubehagelig lugt. 21% var generet af lav temperatur i vinterhalvåret. Mange af klagerne gik på toiletter, gymnastiksale og omklædningsrum.

Andersson et al. (2002a) har foretaget en analyse af en database med oplysninger om det oplevede indeklima og symptomer fra 19973 personer i 650 skoler i Stockholm i årene 1994 til 2000. Analysen viste at klager over træthed, støj, støv og snavs og indelukket luft steg signifikant fra 1994 til 2000. Desuden var der en stigning i forekomst af træthed blandt skolepersonalet.

Både Andersson et al. (2002b) og Norbäck et al. (1996) har undersøgt forskellen i symptomprævalensen blandt lærer og elever. Begge fandt at gymnasieelever havde en højere forekomst af almensymptomer, men en lavere prævalens af hudsymptomer end lærer. Andersson fandt desuden at lærer havde en højere prævalens af slimhindeirritation end gymnasieelever. De mindre skolebørn havde generelt meget lav symptomprævalens (Norbäck & Smedje, 1996).

Til sammenligning viste rådhusundersøgelsen at 37% havde arbejdsrelateret almensymptomer, 30% havde slimhindsymptomer og 8% havde hudsymptomer blandt rådhusansatte i Storkøbenhavn (Skov et al., 1987). I den store svenske undersøgelse blandt 4938 kontoransatte i Nordsverige fandt Sundell et al. (1994) at 28% havde almensymptomer og 22% havde slimhindeirritation. I den svenske undersøgelse er der ikke taget hensyn til om symptomet forsvandt på fridage, hvorimod den danske undersøgelse kun rapporterer de arbejdsrelaterede symptomer.

I tabel 1 er angivet forekomsten af almensymptomer og slimhindeirritation i de reviewede tværsnitsundersøgelser. Selvom spørgeskemaerne fra de forskellige undersøgelser generelt spørger til de samme gener og symptomer, skal man være opmærksom på, at der kan være forskel på den måde, hvorpå symptomerne er gjort op. Ligeledes kan der være stor forskel på, hvordan symptomerne indiceres i de traditionelle indeks slimhindeirritation og almensymptomer, se tabel 1. Specielt er der stor forskel på, hvad de enkelte forfattere kalder slimhindeirritation. I nogle af undersøgelserne er der angivet om symptomerne var arbejdsrelateret, dvs. om symptomerne forsvandt

når personen forlod bygningen, mens andre undersøgelser har opgjort det totale forekomst af symptomer. Desuden er der forskel på om man har spurgt eleverne, lærerne eller begge dele. I nogle tilfælde er symptomprævalenserne endda angivet for en den samlede gruppe af lærer og elever. Dette gør at det kan være tvært at sammenligne på tværs af studierne. Desuden skal man være opmærksom på forskellene på de klimatiske forhold i undersøgelserne, som f.eks. når man sammenligner undersøgelser fra det nordligste Sverige med undersøgelser fra Danmark. Til trods for disse forskelle, så peger undersøgelserne i retning af at skoler er karakteriseret ved en højere prævalens af almensymptomer end kontorer, men en mindre prævalens af slimhindeirritation.

I rådhusundersøgelsen fandt man at stort set alle almensymptomerne var arbejdsrelateret, mens ca. 60% af slimhindsymptomerne var arbejdsrelateret. Dette er for skoler kun belyst i studiet af Anderson et al. (1999a), som fandt at ca. 70% af almensymptomerne var arbejdsrelateret, mens ca. 66% af slimhindsymptomerne var arbejdsrelateret.

Tabel 1. Almensymptomer og slimhindeirritation i nordiske skoler, sammenlignet med kontorer.

	Almen- symptomer [%]	Slimhinde- irritation [%]	Totale symptomer eller arbejdsrelateret	Population*
Meyer <sup>1</sup>	49 <sup>a</sup>	14 <sup>b</sup>	Total	5412 elever og 2456 lærer
AMK Århus <sup>2</sup>	26 <sup>c</sup>	16 <sup>d</sup>	Ej oplyst	3030 lærer
Thorstensen <sup>3</sup>	42 <sup>e</sup>	26 <sup>f</sup>	Arbejdsrelateret	602 elever
Norbäck <sup>4</sup>	28/29 <sup>g</sup>	8/7 <sup>h</sup>	Ej oplyst	1410/1308 lærer i 1993/1995
	25/43 <sup>g</sup>	1/2 <sup>h</sup>	Ej oplyst	627/573 elever i 1993/1995
Andersson <sup>5</sup>	41 <sup>i</sup>	24 <sup>j</sup>	Total	2933 lærer
	29 <sup>i</sup>	16 <sup>j</sup>	Arbejdsrelateret	2933 lærer
Rådhusundersøgelsen <sup>6</sup>	37 <sup>e</sup>	30 <sup>f</sup>	Arbejdsrelateret	3507 rådhusansatte
Kontorer i Nordsverige <sup>7</sup>	28 <sup>k</sup>	22 <sup>j</sup>	Total	4938 kontoransatte

<sup>1</sup>(Meyer, 2000) <sup>2</sup>(AMK Århus kommunehospital, 2000) <sup>3</sup>(Thorstensen, 1989) <sup>4</sup>(Norbäck & Smedje, 1996)  
<sup>5</sup>(Andersson et al., 1999a) <sup>6</sup>(Skov et al., 1989) <sup>7</sup>(Sundell, 1994)

\* Der er her kun medtaget elever fra de ældste årgange, selvom nogle af studier også har medtaget de mindre årgange

<sup>a</sup> Et eller flere af symptomerne: Unormalt træthed, hovedpine eller koncentrationsbesvær flere gange om ugen eller dagligt.

<sup>b</sup> Mindst 2 af generne: Øjen-, næse-, hals-, hud eller lungegener flere gange om ugen eller dagligt.

<sup>c</sup> Et eller flere af symptomerne: Unormalt træthed, hovedpine eller koncentrationsbesvær (Hyppighed ikke angivet).

<sup>d</sup> Et eller flere af symptomerne: Øjenirritation, næseirritation, næseflåd, svælgirritation eller tør eller blussende ansigtshud (Hyppighed ikke angivet).

<sup>e</sup> Et eller flere af symptomerne: Tunghedsfornemmelse i hovedet, hovedpine, træthed eller utilpashed et par gange om ugen eller mere.

<sup>f</sup> Et eller flere af symptomerne: Irritation i øjne, næse eller hals et par gange om ugen eller mere.

<sup>g</sup> Hovedpine eller træthed mindst en gang om ugen.

<sup>h</sup> NB! Norbäck angiver ikke slimhindeirritation, men har spurgt om øjenirritation mindst en gang om ugen eller mere.

<sup>i</sup> Træthed, tung i hovedet, hovedpine, svimmel eller koncentrationsbesvær mindst en gang om ugen

<sup>j</sup> Øjenirritation, næseirritation, halsirritation eller hoste mindst en gang om ugen

<sup>k</sup> Træthed, tung i hovedet, hovedpine, kvalme, svimmel eller koncentrationsbesvær mindst en gang om ugen

### *Sammenfatning - Gener og symptomer*

Der er generelt fundet en højere prævalens af almensymptomer i de undersøgte skoler i forhold til tilsvarende undersøgelser på kontorer, hvorimod der

er en lavere prævalens af slimhindeirritation end tilsvarende undersøgelser på kontorer. Studier peger på en sammenhæng mellem symptomprævalens og temperatur, åbne hylde, VOC'er, støv, støj, luftkvalitet og forekomst af allergener.

## Astma og allergi

Allergi betyder oprindelig ændret følsomhed overfor geneksponering til den specifikke agens, og anvendes om forskellige overfølsomhedsreaktioner (Dybendal, 1992; Strannegård, 2000). Man skelner mellem atopisk allergi, der medieres af immunforsvaret ved udløsning af IgE antistof reaktion (type 1) og anden overfølsomhed, hvor mekanismerne ikke altid er kendte. Symptomerne kan dog være de samme. De mest almindelige symptomer er høfeber, astma og eksem. Når sammenhængen mellem allergi og indeklimapåvirkninger undersøges er det vigtigt at skelne mellem disse reaktioner. Betegnelsen allergi er som regel reserveret til den IgE udløste, men overgangen til overfølsomhed er flydende. Man skelner mellem allergisk sensibilisering på grund af en agens og om en agens kan udløse en allergisk reaktion.

Epidemiologiske undersøgelser har vist at astma forekomsten er steget i såvel Sverige som i andre vestlige lande (Smedje, 2000). Den vigtigste personlige risikofaktor for astma er arvelig disponering og allergi. Den mest udbredte allergi hos skolebørn i Sverige er katteallergi (Smedje, 2000; Dybendal, 1992). Påvirkningsfaktorer i indeklimaet er mistænkt for at bidrage til stigningen i astma og allergi, men mekanismerne er stadig ukendte og grunden til den generelle stigning i allergi hos befolkningen er uafklaret (Smedje, 2000; Bakke, 1998). Der er en række spørgsmål om børns allergi, der er uforklarlige. Hvorfor bliver børn i byerne oftere allergiske overfor dyr end børn på landet? Hvorfor er der færre allergikere i de forurenede dele af Østeuropa i forhold til det mindre forurenede Norden. Hvorfor er der mere allergi i Nordsverige i forhold til Sydsverige? Hvorfor synker risikoen for allergi med øgede antal ældre søskende? (Bakke, 1998; Strannegård, 2000).

## Tværsnitstudier – Astma og allergi

I de Københavnske skoler angav 25 % af eleverne og 30 % af lærerne at de havde høfeber. 12 % af eleverne og 9 % af lærerne angav at de havde astma (Meyer, 2000). Der blev ikke fundet nogen sammenhæng mellem de målte eller registrerede indeklimafaktorer og prævalensen af astma.

I Sverige har der været stor fokus på astma og allergi i skolemiljøet. Smedje og Norbäck har foretaget undersøgelser af forekomst af astma og allergi blandt elever i 39 skoler i Uppsala (Norbäck & Smedje, 1996; Smedje, 2000). Undersøgelsen viste at 6,4% af de 13-14 årige havde astma, og astma var især udbredt, hvis man havde allergi eller havde været på institution i mange år (Smedje et al., 1997a). Undersøgelsen indikerer at astma og astmatiske symptomer hos skolebørn har relation til forureninger i skolen og at disse forureninger afhænger af bygningsfaktorer. Der var flest tilfælde af astma: i store skoler, i skoler med mange åbne hylder, i skoler med lav rumtemperatur, i skoler med høj relativ luftfugtighed, i skoler med høj koncentration af VOC, i skoler med mange levende skimmelsvampe og bakterier og i skoler med mange katte allergener i det sedimenteret støv. 77% af de undersøgte klasser overholdt ikke ventilationsstandarden. Undersøgelserne blev foretaget i 1993 og for nogle af skolerne gentaget i både 1995 og 1997. Der var flere med astma, allergi og astmatiske symptomer i 1997 og 1995 end i 1993. Der var overhyppighed af nye astmatilfælde i skoler med mest sedimenteret støv og flest katteallergener i støvet. I en del af skolerne blev der installeret nyt ventilationsanlæg med fortrængningsventilation (Smedje & Norbäck, 2000). I de skoler, hvor der var installeret nyt ventilationsanlæg, steg luftskiftet, forureningsniveauerne faldt og der var færre med astma, allergi eller astmatiske symptomer sammenlignet med skoler, hvor ventilationsforholdene ikke var ændret.

Lundin fandt i en undersøgelse blandt 1715 elever på 5 gymnasier i Sydsvetrigen at allergikere oftere har indeklimasympptomer end ikke allergikere (Lundin, 1999). Bevidstheden om deres egen følsomhed, kan gøre at de er mere opmærksomme på risikofaktorer, hvilket kan medføre angst og stress, som bevirker at de oplever symptomerne værre.

I undersøgelsen af 82 skoler i Stockholm (Andersson et al., 1999b; Dahm, 2000) blev de mindste klasser udspurgt om allergiforhold via deres forældre. 6,5% angav at de havde haft astmabesvær, 6,5% havde høfeber og 17% havde haft eksem. Forældrene gav et positivt billede af skolen, idet mindre end 20% fandt skolemiljøet dårligt. Forældrene klagede dog over store klasser, manglende rengøring, dårlig luftkvalitet og temperaturvariationer.

#### *Sammenfatning – Astma og allergi*

Risikofaktorer for astma i skoler: store skoler, skoler med mange åbne hylder, skoler med lav rumtemperatur, skoler med høj relativ luftfugtighed, sko-

ler med høj koncentration af VOC, skoler med mange levende skimmelsvampe og bakterier og skoler med mange katte allergener i det sedimenterede støv.

## INDEKLIMAPÅVIRKNINGER

### Ventilation - Mekanisk ventilation i forhold til naturlig ventilation

Adskillige undersøgelser har vist, at der er højere symptomprævalens hos kontoransatte i mekanisk ventilerede bygninger end i naturligt ventilerede bygninger (Finnegan et al., 1984; Burge et al., 1987; Skov et al., 1987; Mendell, 1993). Det er dog flest klager i bygninger med mekaniske ventilationsanlæg, hvor der er befugtning eller hvor der er køling, så luften også affugtes og der kan opstå fugtproblemer (Burge et al., 1987). I undersøgelserne er der ofte større variation i symptomprævalensen blandt de mekanisk ventilerede bygninger end blandt de naturligt ventilerede bygninger (Burge et al., 1987; Skov et al., 1987). I rådhusundersøgelsen f.eks. fandtes såvel de bygninger med lavest symptomprævalens som dem med højest symptomprævalens blandt de mekanisk ventilerede bygninger (Skov et al., 1987). Mekanisk og naturligt ventilerede bygninger adskiller sig ofte i mange henseender som f.eks. alder, bygningsmaterialer, type af rum etc. Det er ikke underbygget godt nok, at det er den mekaniske ventilation i sig selv, der er årsagen til forskellen i symptomprævalensen (Pejtersen et al., 2001).

Meyer (2000) fandt at forekomsten af bygningsrelaterede symptomer var associeret med mekanisk ventilation, således at personer i mekanisk ventilerede skolelokaler havde en højere prævalens af symptomer end personer i naturligt ventilerede skolelokaler. I de 10 skoler med flest indeklimasymp-tomer var der en større andel af lokaler med mekanisk ventilation end i de 10 skoler med færrest indeklimasymp-tomer. Norbäck og Torgén (1989) fandt ingen forskel på i prævalensen af symptomer blandt personer i mekanisk og naturligt ventilerede bygninger i undersøgelsen omkring gulvbelægning i 6 skoler.

### Ventilation – Ventilationsrate

Nye review af den videnskabelige litteratur viser at effekten af ventilationsraten på gener og symptomer i indeklimaet har været undervurderet. En eu-

ropæisk interdisciplinær gruppe EUROVEN har gennemgået den internationale litteratur vedrørende sammenhængen mellem sundhedseffekter, produktivitet, oplevet luftkvalitet og ventilationsraten i ikke-industrielle bygninger (Wargocki et al., 2002). Gruppen fandt, at der er en klar sammenhæng mellem ventilation og komfort og mellem ventilation og sundhed. Der er muligvis også en sammenhæng mellem ventilation og produktivitet. Der er bevis for at stigende udelufttilførelse i ikke industrielle bygninger forbedrer den oplevede luftkvalitet og at udelufttilførelse på under 25 L/s per person i kontorer og skoler øger risikoen for SBS symptomer, øger sygefravær og ned sætter produktiviteten. Næsten tilsvarende resultater finder Seppänen et al. (1999). I næsten alle de reviewede studier fandt Seppänen et al. at en ventilationsrate på under 10 L/s per person i hvilken som helst bygningstype var forbundet med en signifikant forværring af den oplevede luftkvalitet eller af et eller flere af de undersøgte symptomer. Nogle studier fandt at en forøgelse af ventilationsraten over de 10 L/s per person op til ca. 20 L/s per person var forbundet med et signifikant fald i symptomprævalensen eller en signifikant forbedring af den oplevede luftkvalitet.

Der er relativt få undersøgelser i skoler, der har inkluderet målinger af udeluftskiftet. Meyer (2000) fandt et gennemsnitligt udeluftskifte på 3,3 l/s per person i de ti skoler med færrest klager og 5,5 l/s per person i de skoler med flest klager. Dette er overraskende da man ville forvente færre klager i skolerne med højest ventilation. Meyer fandt dog også at i de skoler med færrest klager var den gennemsnitlige koncentration af CO<sub>2</sub> 1426 ppm, mens den i de skoler med flest klager var 1618 ppm. Tallene for CO<sub>2</sub> passer ikke sammen med de angivne ventilationsrater og enten er CO<sub>2</sub>-målingerne eller også er ventilationsraterne behæftet med fejl, med mindre der har været meget stor forskel på elevantallet i de 2 typer af skoler.

I skoleundersøgelsen af Thorstensen et al. (1990) blev fundet en gennemsnitlig udeluftskifte på 5,5 l/s per person, men en sensorisk undersøgelse af forureningsbelastningen viste også at den dominerende forureningskilde ikke var personerne, men forureningen fra materialer og især ventilationsanlægget (Thorstensen et al., 1990).

I en tidligere SBI-undersøgelse af luftkvalitet og udelufttilførelse i skoler i Storkøbenhavn var den gennemsnitlige udelufttilførelse 6,6 l/s per person og i gennemsnit var 31 % utilfredse med luftkvaliteten (Nielsen & Bredsdorff, 1987). Der blev fundet en sammenhæng mellem utilfredshedsgraden og udeluftskiftet for hver skole, men sammenhængen er meget forskellig fra skole til skole.

I de svenske undersøgelser foretaget af Norbäckgruppen blev der fundet en gennemsnitlig ventilationsrate på henholdsvis 5 l/s per person (6 skoler) og 6 l/s per person (39 skoler) (Norbäck & Torgén, 1989; Norbäck & Smedje, 1996). Der blev desuden foretaget en opfølgende undersøgelse fra den store undersøgelse i Uppsala, i det de to skoler med det laveste luftskifte ( $0,6 \text{ h}^{-1}$ ) og højeste luftskifte ( $5,2 \text{ h}^{-1}$ ) blev udvalgt (Wålinder et al., 1997b; Wålinder et al., 1997a). Skolen med lavest luftskifte havde højest koncentration af luftforureninger, mikroorganismer,  $\text{CO}_2$ , respirabelt støv og VOC. Overfladestøvniveauerne var de samme i de 2 skoler. Fysiologiske målinger viste at næseslimhinden var forstørret hos elever, der var i skolen med lavt luftskifte. Undersøgelsen konkluderer at udsættelse for forhøjede indeklimakoncentrationer medfører en effekt på luftvejene, idet slimhinderne udvides.

Smedje et al. (2000) har endvidere med baggrund i undersøgelsen af de 39 skoler studeret effekten af at installere nyt ventilationssystem i nogle af skolerne og dermed forøge ventilationsraten. I 12% af de klasser som blev undersøgt i 1993 blev der før undersøgelsen i 1995 installeret nye ventilationsanlæg med fortrængningsventilation. Den gennemsnitlige ventilationsrate blev forøget fra 1,3 l/s per person til 11,5 l/s per person og blandt de 43 elever som fik højere ventilationsrate var der færre astmatiske symptomer end dem der ikke fik forøget ventilationsraten. Der blev dog ikke foretaget en sammenligning mellem ændringen af symptomer i interventionsgruppen i forhold til ændringen af symptomer i kontrolgruppen. I en tidligere publikation har Smedje et al. (1997b) endvidere vist at i skoler med fortrængningsventilation var der færre der var utilfredse med luftkvaliteten end ved andre ventilationsprincipper.

I fire gymnasieskoler med naturlig ventilation og en gymnasieskole med mekanisk udsugning fandt Valbjørn & Aggerholm (1989) at den gennemsnitlige udelufttilførelse var 2 l/s per elev i de naturligt ventilerede gymnasier og 8 l/s per elev i gymnasiet med mekanisk udsugning. Den gennemsnitlige  $\text{CO}_2$  koncentration var henholdsvis 2000 ppm i gennemsnit i de naturligt ventilerede skoler og 800 ppm i den med mekanisk udsugning.

I en norsk undersøgelse af symptomer og præstationsevne hos 800 elever i 35 skoleklasser på 8 skoler fandt Myhrvold et al. (1996; 1997) en korrelation mellem henholdsvis symptomer og  $\text{CO}_2$  og mellem præstationsevne og  $\text{CO}_2$ . Der var flere generelle symptomer og en lavere præstationsevne når  $\text{CO}_2$  koncentrationen var højere end 1500 ppm. En  $\text{CO}_2$  koncentration på 1500 ppm svarer til en ventilationsrate på ca. 4 l/s per person (Bienfait et al., 1992; Fanger, 1988). Den gennemsnitlige ventilationsrate i skoler, hvor der

senere blev foretaget interventioner var ca. 4 l/s per person (1515 ppm CO<sub>2</sub>) (Myhrvold & Olsen, 1997). Den gennemsnitlige ventilationsrate i kontrol skoler med dårlig indeklima var ca. 3,6 l/s per person (1650 ppm CO<sub>2</sub>), mens den gennemsnitlige ventilationsrate i kontrol skoler med godt indeklima var 8,5 l/s per person (905 ppm CO<sub>2</sub>).

#### *Sammenfatning - Ventilation*

Der er mange skoler, der har en lavere ventilationsrate, end der er specificeret i ventilationsstandarderne og dermed er der øget risiko for SBS symptomer, øget sygefravær og nedsat produktivitet.

#### Allergener

Skoler kan være en betydelig kilde til eksponering for hunde- og katteallergener (Munir et al., 1993; Berge et al., 1998; Einarson et al., 1995; Perzanski et al., 1999; Dybendal, 1992; Almqvist et al., 1999). Ifølge Munir et al. (1993) er 70 % af skandinaviske børn med vedvarende astma allergiske overfor hunde eller katte.

Allergenerne bringes fra hjemmet i børns og ansattes tøj og afsættes i skolen. Niveauerne af allergener er størst på stolene, hvor børnene sidder og niveauerne er størst for hunde i forhold til katte, muligvis fordi børn generelt kommer tættere på hunde end katte (Munir et al., 1993; Berge et al., 1998; Einarson et al., 1995). Niveauerne fundet i skoler er sikkert højt nok til at sensibilisere børn og forårsage astma hos de fleste børn, der er allergisk overfor hunde og katte (Munir et al., 1993; Einarson et al., 1995). Ifølge Almqvist et al. (1999) er niveauerne af katteallergener i skoler høje nok til at forværre eller opretholde inflammation i slimhinderne og til at udløse astma hos allergikere.

Udover at f.eks. katteallergener transporteres i børns tøj fra hjem med katte til skolen, så bringes allergenerne også videre til hjem uden katte, idet der er fundet niveauer i hjem uden katte, der er på same niveauer som i skoler (Almqvist et al., 1999).

Dybendal (1992) har undersøgt støvet fra henholdsvis glatte og tæppebelagte overflader i skoler. Generelt var der flere allergener i støv fra tæpper end fra glatte overflader. Hunde og katteallergener var mest udbredt, men alle prøver indeholdt også æggehviteproteiner og allergener fra fisk, hvilket skyldes at børnene spiser i klasseværelserne.

### *Sammenfatning – Allergener*

Der findes høje niveauer af katte- og hundeallergener i skoler. Der er højere niveauer af hundeallergener end katteallergener. Allergenerne bringes fra hjemmet i børns og ansattes tøj og afsættes i skolen.

### Lufttemperatur

I skoleundersøgelsen i København var middeltemperaturen målt i de ti skoler med færrest indeklimasymptomer 21 °C og i de ti skoler med flest symptomer 22 °C (Meyer, 2000). I undersøgelsen af ti skoler i København af Thorstensen et al. (1990) var middeltemperaturen 22 °C og i de 39 skoler i Uppsala var middeltemperaturen 24 °C (Norbäck, 1997). På baggrund af Norbäck's studier og Bakkes review (Bakke, 1998) anbefaler ISIAQ's "Task Force on Schools" at temperaturen i skoler skal være lavere end 22 °C. Jaakola et al. (1989) har vist, at der er en sammenhæng mellem stigende temperatur og stigende SBS i kontorbygninger ved temperaturer over 22 °C. Både Meyer og Norbäck et al. har fundet en association mellem øget symptomprævalens og stigende lufttemperatur.

### *Sammenfatning – Lufttemperatur*

Lufttemperaturen i skoler bør være under 22 °C, da der ellers er risiko for forøget forekomst af symptomer.

### Mikroorganismer, vandskade og fugt (dampness)

Gennemgangen af den internationale videnskabelige litteratur af den interdisciplinære nordiske forskergruppe, Nordamp, viste at der er en stærk sammenhæng mellem fugtige bygninger (dampness) og sundhedseffekter såsom respiratoriske symptomer, astma og allergi (Bornehag et al., 2001). Reviewet viste at fugtige i bygninger forøger risikoen for en række sundhedseffekter i luftvejene, såsom hoste, hvæsen og astma. Det ser også ud som om, at der er en forbindelse mellem fugtige bygninger og symptomerne træthed, hovedpine og luftvejsinfektioner. Men mekanismerne er stadige ukendte og det er ukendt, hvilke agenser som forårsager helseproblemerne i fugtige bygninger. Fugt i bygninger bør derfor undgås.

Ved en nordiske konsensuskonference blev årsagerne til klager i fugtige bygninger diskuteret blandt eksperter, med specielt fokus på om indeklimasymptomer kan relateres til skimmelsvampe eller andre mikroorganismer

(Würtz et al., 2001). Det var ikke muligt at opnå enighed omkring mikroorganismernes betydning for symptomerne. En gruppe mente at den videnskabelige litteratur ikke er konklusiv med hensyn til betydningen af mikroorganismer for gener og symptomer. Der var dog enighed om sammenhængen mellem fugtige bygninger og sundhedseffekter, hvorfor fugt i bygninger bør undgås.

I en undersøgelse af 279 skoleansatte i 12 skoler fandt Norbäck et al. (2000) blandt andet en stærk korrelation mellem biomarkører i næsen og tilstedeværelsen af *aspergillus*. I de samme skoler var formindsket næsevolumen og inflammatorisk respons i næsen associeret med bygninger med flade tage og bygning med fundament af betonplader (Wålinder et al., 2001). Disse faktorer kan være forbundet med vandskade, fugtighed og mikrobiel vækst. Rudblad et al. (2001) fandt ligeledes at ændringer i næseslimhinden (hyperreaktivitet) blandt lærer var forbundet med vandskade i skoler.

I Finland er der foretaget flere studier for at klarlægge sammenhængen mellem fugt og skimmelsvamp i skoler og åndedrætssymptomer, astma og allergi. I en undersøgelse af 133 børn i 3 vandskadede skoler og en ikke vandskadede skole blev der fundet en svag sammenhæng mellem astma, astmalignende symptomer og overfølsomhed over for svampe (Taskinen et al., 1997). Dette resultat kunne dog ikke bekræftes i et større studie, hvor 612 børn i alderen fra 7-13 år fra 2 skoler, en vandskadede og en uden vandskade, blev undersøgt. Der var ingen forskel i prævalensen af astma (5%) i de 2 skoler. Der var dog flere problemer med hvæsen (16% vs. 6 %) og hoste (21 % vs. 9 %) i den vandskadede skole i forhold til kontrolskolen (Taskinen et al., 1999).

I et case studie fandt Haverinen et al. (1999), at respiratoriske- og almen-symptomer blandt elever var mest udbredt i en vandskadede skole i forhold til en skole uden vandskade. Vandskaden i skolen var forårsaget af lækage i bygningsskallen, utilstrækkelig ventilation og generelt problemer med vand. Vandskaden som var mest udbredt i 2 ud af 3 bygninger gav usædvanlig høj mikrobiel vækst.

Åhman et al. (2000) har ligeledes i et case studie vist at der var en positiv effekt af at udskifte et vandskadede linoleumsgulv i forhold til en kontrolskole. Samme resultat finder Meklin et al. (2002) som har undersøgt 414 børn i vandskadede skole og 431 i ikke vandskadede skole. Efter renoveringen var der et fald i den luftbårne koncentration af skimmelsvamp og prævalensen af respiratoriske symptomer faldt ligeledes.

Savilahti et al. (2000) har undersøgt effekten af at renovere en vandskadet skole på respiratoriske symptomer og sygdomme. Der blev foretaget spørgeskemaundersøgelser før og efter renoveringen med spørgsmål om blandt andet symptomer, sygdomme, antal lægebesøg og brug af medicin og der blev også foretaget samtidige målinger i kontrolskole. Forfatterne konkluderer at interventionen har effekt, da flere af effektvariablene falder efter renoveringen. Imidlertid falder flere af effektvariablene også i kontrolbygningen og der foretages ikke en direkte sammenligning mellem ændring i interventionsgruppe i forhold til ændring i kontrol.

Der er foretaget flere og flere interventionsstudier, der har undersøgt effekten af at renovere vandskadede skoler. Der foretages spørgeskemaundersøgelser og målinger af skimmelsvampe og der foretages tilsvarende undersøgelser i ikke vandskadede skoler. Der foretages imidlertid ikke en statistisk analyse af ændringen i interventionsgruppen i forhold til ændringen i kontrolgruppen, hvorfor validiteten af undersøgelserne er svære at vurdere. Men der er flere undersøgelser der peger på at koncentrationen af skimmelsvampe falder og prævalensen af symptomer går ned, når en vandskadet skole renoveres.

I forbindelse med det danske forskningsprojekt 'Skimmelsvampe i bygninger' er der foretaget spørgeskemaundersøgelser og målinger af forekomsten af skimmelsvampe i 15 skoler (Meyer, 2000). Skolerne blev desuden karakteriseret som våde eller tørre skoler ud fra en bygningsgennemgang og visuel bedømmelse. De foreløbige resultater viser, at der var højere prævalens af symptomer i de skoler der var kategoriseret som tørre skoler end i de tilsvarende våde skoler. Forskellen var dog kun signifikant for øjenirritation. Der blev dog fundet en signifikant højere prævalens af øjenirritation, halsirritation, hovedpine, svimmelhed og koncentrationsbesvær med stigende niveau af totale levende skimmelsvampe i gulvstøvet.

#### *Sammenfatning - Mikroorganismer, vandskade og fugt (dampness)*

Fugt bør undgås i skoler, da der er fundet sammenhæng mellem fugt i bygninger og helbredseffekter.

#### Husstøvmider

Husstøvmider er en alvorlig kilde til allergi, men den optræder hovedsagelig i boligen, hvor den er koncentreret omkring sengemiljøet. De kan forekomme i skoler, men er mest udbredt i hjem med fugtproblemer (Kjellman &

Sundell, 1995). Munir et al. (1993) har undersøgt forekomsten af mider i skolestøv. Der blev fundet højere niveauer på borde end på stole og gulv, hvilket forklares med at miderne kommer fra elevernes hår. Niveauer der blev fundet i Midtsverige var lave, mens niveauerne var højere i Sydsverige (Munir et al., 1993). Der er en direkte sammenhæng mellem frekvensen af allergi hos børn og antallet af husstøv mider i hjemmet (Strannegård, 2000).

#### *Sammenfatning – Husstøvmider*

Husstøvmider kan forekomme i skoler, men er hovedsagelig et problem i hjem. Der er sammenhæng mellem frekvensen af allergi hos børn og antallet af mider i hjemmet.

#### Støv og rengøring

Der har som tidligere beskrevet været intensive studier især i Norge og Sverige vedrørende støv i skoler med henblik på at se på indholdet af allergen og udbredelsen af allergi. (Dybendal, 1992; Smedje, 2000). Undersøgelserne peger på at der er mere astma og allergi, hvis der er meget støv. Der blev generelt ikke opsamlet mere støv fra tæppebelagte gulve end fra glatte overflader, men der var flere allergener i støvet fra de tæppebelagte gulve. Det tyder på at det er sværere at rengøre tæpper, da de kan holde på støvet der både kan indeholde mikroorganismer og allergener. Flere undersøgelser påpeger at støv bør undgås og at der skal være bedre rengøring i skoler (Bakke, 1998; ISIAQ, 2000; Kjellman & Sundell, 1995; Andersson et al., 1999b). Wålinder og Norbäck (1999) har vist en sammenhæng mellem fysiologiske målinger i næsen (nasal obstruction) og støvmængde. I et andet studie af 279 skoleansatte i 12 skoler blev der fundet en sammenhæng mellem respirabelt støv og biomarkører i næsen, om end sammenhængen var svag (Norbäck et al., 2000) og i det ældre tæppestudie er der også fundet en sammenhæng mellem respirabelt støv og SBS (Norbäck et al., 1990).

I en undersøgelse af forbedret rengøringsmetoder i en skole, en børnehave og en kontorbygning i Danmark, blev der fundet mere støv på overflader og mere luftbåren støv i skolen end i kontorbygningen (Kildesø et al., 1998). For børnehaven var overfladestøvet på sammen niveau som i skolen, mens der var mere luftbåren støv i børnehaven end i både skolen og kontorbygningen. Der blev dog ikke fundet nogen stor effekt af de forbedrede rengøringsmetoder.

### *Sammenfatning - Støv og rengøring*

Støvbelastningen i skoler er stor. Rengøringen i skoler bør være bedre, da støvet blandt andet kan indeholde allergener.

### Vedligeholdelse, renovering og teknisk nedslidning

Vedligeholdelse af skoler er et stort emne i medierne, men mange undersøgelser af skolernes bygningstilstand når ikke ud i den videnskabelige litteratur. Fra Statens Provningsanstalt i Sverige er der imidlertid lavet en opgørelse af skader fra 220 skoler (Hilling, 1998). Skolerne er ikke tilfældigt valgte, men drejer sig udelukkende om skoler, der selv har henvendt sig med problemer. Skaderne eller bygningsfejlene kan opdeles i 3 grupper: Fejl vedrørende vandtæthed i bygningen, fejl vedrørende lufttæthed i bygningen og fejl vedrørende ventilationssystemet.

I amerikanske skoler anslås det at 14 millioner børn går i skoler, der burde renoveres (Bascom, 1997)(Citat fra amerikansk rapport: The Government Accounting Office School Facilities Report). Bascom mener der er to store epidemier i skoler: En astmaepidemi og epidemi med skolebygninger der forfalder. I revideret af amerikanske skoler har Angell og Daisey gennemgået 88 rapporter fra NIOSH om indeklimaproblemer i skoler (Angell & Daisey, 1997). I 85% af skolerne var der for lav udelufttilførsel, i 57% af skolerne var der vandskade, 45% havde utilstrækkelig udsugning fra toiletter og køkkener, 45% havde problemer med luftfordeling og ubalancerede ventilationsanlæg, 39% havde dårligt vedligeholdte ventilationsanlæg og 27% havde andre fejl på anlæggene.

Under den Nordiske Konsensus konference blev problematikken omkring vedligeholdelse af ventilationssystemer diskuteret (Pejtersen et al., 2001). Dårligt vedligeholdte ventilationsanlæg kan udgøre en risikofaktor i indeklimaet. Servicing af anlæggene inklusive hyppige filterskift bør prioriteres højt. Adskillige undersøgelser har vist at brugte ventilationsfiltre kan give anledning til dårlig luftkvalitet, mens nye filtre ikke udgør en risiko (Pejtersen, 1996).

I undersøgelsen i af 54 kommune skoler i Århus viste det sig at skolens vedligeholdelsesbehov var relateret til almensymptomer (AMK Århus kommunehospital, 2000).

### *Sammenfatning - Vedligeholdelse, renovering og teknisk nedslidning*

Næsten ingen videnskabelige undersøgelser af bygningsvedligeholdelsens indvirkning på helbredseffekter.

### Tobaksrøg (ETS) og gasser

Generelt viser undersøgelser, at CO<sub>2</sub> koncentrationen ofte er over de 1000 ppm som regnes for grænseværdier for komfort. I de amerikanske skoler var 40 % af målingerne i 1/3 af skolerne over 1000 ppm (Daisey & Angell, 1998). I skoleundersøgelsen i København var kun én af de naturligt ventilerede skoler og 1/3 af de mekanisk ventilerede skoler under 1000 ppm (Meyer, 2000) og i majoriteten af skolerne i Uppsala (ca. 70%) oversteg koncentrationen 1000 ppm. Dette viser at enten er ventilationsraten for lav eller også er der for mange elever i klasserne.

Tobaksrygning er stadig en af de største kilder til indendørs luftforurening og bør undgås i indemiljøet. Det kan ikke lade sig gøre at ventilere sig ud af problemet, hvorfor ETS er et politisk problem og ikke et forskningsmæssigt problem (Pejtersen et al., 2001).

Norbäck et al. (1990) fandt ved undersøgelse af seks skoler med fire års mellemrum, at nye tilfælde af SBS var relateret til ETS og Kjellman og Sundell (1995) referer til studier, der viser at tobaksrygning i hjemmet kan øge børns sensibiliseringen for astma og allergi.

### *Sammenfatning - ETS og gasser*

Tobaksrygning bør undgås i skoler, da det ikke er muligt at ventilere sig ud af problemet. Ventilationen i skoler er ofte så lav at CO<sub>2</sub> koncentrationen overstiger 1000 ppm.

### Produktivitet

Der er generelt meget få studier omkring indeklimaets effekt på produktivitet. Der er studier om produktivitet, der omhandler generel termisk komfort, men som ikke er relateret til skolemiljøet (Wyon, 1993). Wyon (1993) beskriver bl.a. et klimakammerforsøg, hvor forsøgspersonernes komforttemperatur var 27 °C, mens de havde den højeste produktivitet ved 20 °C, selvom de fleste af dem følte sig ukomfortabel kold ved denne temperatur. Termisk optimum betyder således ikke nødvendigvis, at man mentalt er mest effektiv (Wyon, 1993).

Det er den generelle opfattelse at forhøjet CO<sub>2</sub> på grund af utilstrækkelig ventilation eller for stor personbelastning medfører reduceret produktivitet, men der er ifølge Wyon (2000) ingen studier, der har undersøgt det. For nylig har Wargocki et al. (2000) foretaget et laboratoriestudie med simuleret kontorarbejde og vist, at forsøgspersonerne havde en forøget produktivitet ved forøget ventilationsrate, om end det kun var en svag signifikant sammenhæng. I et tilsvarende forsøg har den samme gruppe vist, at når forsøgspersonerne var udsat for luft forurenet med emissioner fra et tæppe, så var produktiviteten nedsat med 6,5 % i forhold til når personerne arbejdede i lokalet uden tæppet tilstede (Wargocki et al., 1999). Produktiviteten i begge studier blev dog målt ved simuleret kontorarbejde ved en computer, hvilket er forskelligt fra det arbejde, der foregår i en skole.

Heath og Mendell (2002) har foretaget et review af studier, der undersøger sammenhæng mellem indemiljøet i skoler og elevernes præstation. Da der imidlertid ikke er så mange studier er også studier med voksne medtaget. Der var 21 studier, der blev reviewet, hvoraf 14 var i skoler. Kun 6 studier blev vurderet til at have et stærkt eksperimentelt design og heraf var der kun et i en skole. Konklusionen var at lav ventilationsrate og mindre dagslys eller belysning reducerer okkupanternes performance, også for skolebørn.

Heschong (2002) har for nylig vist at dagslys har stor betydning for skolebørns performance. I det en undersøgelse af 8-9000 elever viste at børn i klasser med mest dagslys læste 26% hurtigere og regnede 20% hurtigere end børn i klasserum med mindst lys. Tilsvarende tal blev fundet hvis man sammenlignede skoler med størst vinduesareal i forhold til skoler med mindst vinduesareal. Derimod var der en negativ effekt på performance, hvis lyset kom ind i klasserne, uden at man kunne kontrollere det.

#### *Sammenfatning - Produktivitet*

Meget få studier i skoler. Lav ventilationsrate og for lidt dagslys ser ud til at have en negativ effekt på elevers præstation i skoler.

#### Bygningsforhold

Tæpper og lodne overflader bør undgås (Bakke, 1998; Norbäck & Torgén, 1989; Norbäck et al., 1990). Norbäck har vist at der er en effekt af at skifte tæpper ud, hvilket også er bekræftet i studier i kontormiljøer (Mølhav, 1982; Wyon & Wyon, 1987). Gravesen et al. (1986; 1983) har også fundet større koncentrationer af luftbårne mikroorganismer i skoler med tæpper end

skoler med hårde overflader. Det anbefales generelt at undgå tæpper og lodne overflader i skoler.

I den Københavnske skoleundersøgelse blev der fundet en sammenhæng mellem bygningsrelateret indeklimasympptomer og flade tage samt mellem almensymptomer og mindre plads per person for hele skolen (Meyer, 2000). På skoler med flade tage kan der ligge vand på taget i længere perioder og flade tage er ofte forbundet med vandskader, fordi vandet ikke løber væk fra taget men siver ned i de utætheder, der kommer med tiden. Wålinder har tillige fundet en sammenhæng mellem objektive målinger i næsen og forekomst af flade tage (Wålinder et al., 2001), se afsnittet om *Mikroorganismer, vandskade og fugt (dampness)*.

#### *Sammenfatning - Bygningsforhold*

Tæpper bør undgås i skoler. Flade tage er en risikofaktor for vandskader.

## PSYKOSOCIALT ARBEJDSMILJØ

Der er kommet mere fokus på det psykosociale arbejdsmiljø og dets relation til gener og symptomer i indeklimaet. Arbejdsmiljøinstituttet har netop afsluttet et litteraturstudie vedrørende indeklimasympptomer og psykosocialt arbejdsmiljø (Groth, 2001). Der henvises derfor til rapporten, der i detaljer redegør for samspillet mellem indeklimasympptomer og det psykosociale arbejdsmiljø. I nærværende rapport er medtaget de vigtigste arbejder omkring forholdene i skoler.

Den svenske Rektorundersøgelse med spørgeskema i 1992, 1993 og 1997 viste, at der var et mindre fald i klager over fysiske faktorer (ca. 10% fald), mens der var en markant stigning i psykosociale klager (fra 12 til 54 %)(Bakke, 1998). I skoleundersøgelsen i København fandt Meyer (2000) at der var øget forekomst af slimhinde- og almensymptomer blandt kvinder, rygere, personer med atopi og personer, der følte sig generet af det psykosociale arbejdsmiljø. I de svenske undersøgelser i Uppsala viste det sig at indeluftkvaliteten blev oplevet som ringere af yngre og af dem som var utilfredse med det psykosociale arbejdsklima (Smedje et al., 1997b). Norbäck et al. (1989; 1990) viste også i studiet af tæpper i skoler, at der var stærk sammenhæng mellem SBS og det psykosociale arbejdsmiljø.

I den store undersøgelse af skoler i Stockholm, hvorfra der kun er kommet præliminære resultater, viste Anderson et al. (1999a) at der var sam-

menhæng mellem psykosociale faktorer og almensymptomer, men kun i mindre grad med slimhindsymptomer og hudsymptomer. Stor arbejdsbyrde og begrænset indflydelse på arbejdet var stærkt relateret til en høj prævalens af almensymptomer, især de arbejdsrelaterede almensymptomer.

I en analyse af data fra spørgeskemaundersøgelser blandt 19973 personer i 650 skoler i årene 1994 til 2000 fandt Andersson et al. (2002a) at prævalensen af stress steg dramatisk fra midten af perioden.

#### *Sammenfatning – Psykosocialt arbejdsmiljø*

Stigning i klager over det psykosociale arbejdsmiljø i skoler. Der er muligvis en sammenhæng mellem det psykosociale arbejdsmiljø og klager over indeklimasymptomer, men der er endnu ganske få undersøgelser i skoler.

## ANBEFALINGER

Den litteratur, der har dannet baggrund for nærværende rapport, indeholder en række anbefalinger, som i det følgende summeres:

- Lufttemperaturen bør holdes under 22 °C i skoler.
- Der bør være en udelufttilførelse på minimum 10 l/s per person og gerne højere. Fortrængningsventilation, hvor elever placeres i tilstrækkelig afstand til indblæsningsarmaturerne bør foretrækkes.
- Skoler skal indrettes med så få åbne hylder som muligt. Man skal undgå allergener, tobaksrygning, mikroorganismer og fugt.
- Lav emitterende materialer bør anvendes for at undgå høje koncentrationer af VOC'er.
- Skolen skal have tilstrækkelig rengøring og skal vedligeholdes.
- Ventilationsanlæg skal vedligeholdes og filtre skiftes ofte.
- Tæpper og lodne overflader bør undgås.
- Flade utætte tage bør undgås.
- Der skal være god adgang til dagslys.
- Der bør være et godt psykosocialt arbejdsmiljø i skoler.

## REFERENCER

- Forskningsprogrammet "Skimmelsvampe i bygninger". Gennemgang af programmets projekter. Gravesen, S., Nielsen, P. A., and Valbjørn, O. 1-155. 2002. By og Byg. Statens Byggeforskningsinstitut. By og Byg Dokumentation 026.
- Almqvist, C., Larsson, P. H., Egmar, A.-C., Hedrén, M., Malmberg, P., and Wickman, M. (1999). School as a risk environment for children allergic to cats and a site for transfer of cat allergen to homes. *J Allergy Clin Immunol* **103**, 1012-1017.
- AMK Århus kommunehospital. Indeklimagener blandt ansatte ved folkeskolerne i Århus Kommune. 2000. Arbejdsmedicinsk klinik, Århus kommune hospital. Skoleundersøgelse i Århus 1999.
- Andersson, K., Bodin, L., Fagerlund, I., and Aslaksen, W. The perceived physical and psychosocial climate in swedish schools from 1989 to 2000 - A database analysis. Levin, H. 2, 296-300. 2002a. Santa Cruz. Indoor Air 2002: Proceedings of the 9th International Conference on Indoor Air Quality and Climate.
- Andersson, K., Fagerlund, I., Norlén, U., and Nygren, M. The association between SBS symptoms and the physical and psychosocial environment of school personnel. 5, 360-365. 1999a. Edinburg, Proceedings of indoor air '99.
- Andersson, K., Fagerlund, I., and Wistrand, B. Inomhusklimatet i Stockholms skolor. Resultater av en enkätundersökning omfattande tre av Stockholms sex skoldistrikt. 1-15. 1999b. Yrkes- och miljömedicinska kliniken, Regionsjukhuset i Örebro. Stabs-rapport.
- Andersson, K., Stridh, G., Fagerlund, I., Aslaksen, W., and Rudblad, S. Comparison of the perceived indoor climate and symptoms reported by students and personnel in 16 senior high schools from in Sweden. Levin, H. 3, 399-403. 2002b. Santa Cruz. Indoor Air 2002: Proceedings of the 9th International Conference on Indoor Air Quality and Climate.
- Andersson, K., Stridh, G., Fagerlund, I., and Larson, B. The MM-questionnaire - A tool when solving indoor climate problem. 1993. Örebro, Sweden, Department of Occupational and Environmental Medicine.
- Angell, W. J. and Daisey, J. Building factors associated with school indoor air quality problems: A perspective. 143-148. 1997. Healthy Buildings. IAQ.

- Bakke, J. V. Inneklima i skolebygg - systematisering av miljømedisinsk forskning - hvilke krav bør vi stille til inneklima i skolebygg. 7, 1-65. 1998. Oslo, Lærerforbundet. Lærerforbundets informasjonshefter.
- Bascom, R. Plenary paper: Health and indoor air quality in schools: A spur to action or a false alarm? 3-12. 1997. Healthy Buildings. IAQ.
- Berge, M., Munir, A. K., and Dreborg, S. (1998). Concentrations of cat (Fel d1), dog (Can f1) and mite (Der f1 and Der p1) allergens in the clothing and school environment of Swedish schoolchildren with and without pets at home. *Pediatric Allergy and Immunology* **9**, 25-30.
- Bienfait, D., Fitzner, K., Lindvall, T., Seppänen, O., Woolliscroft, M., Fanger, P. O., Jantunen, M., Skåret, E., and Schlatter, J. Guidelines for ventilation requirements in buildings. 11, 1-36. 1992. Luxembourg, Commission of the European Communities. Directorate General for science, Research and Development. Joint Research Centre - Environment Institute. European Collaborative Action - Indoor Air Quality & Its Impact on Man.
- Bornehag, C. G., Blomquist, G., Gyntelberg, F., Jarvholm, B., Malmberg, P., Nordvall, L., Nielsen, A., Pershagen, G., and Sundell, J. (2001). Dampness in buildings and health. Nordic interdisciplinary review of the scientific evidence on associations between exposure to "dampness" in buildings and health effects (NORDDAMP). *Indoor Air* **11**, 72-86.
- Brauer, C., Mikkelsen, S., and Skov, P. Reliabiliteten og validiteten af et nyt spørgeskema til undersøgelse af indeklimasympotomer og oplevelse af indeklimaet. 1-55. 1999. Amtssygehuset i Glostrup, Arbejdsmedicinsk klinik. Rapport til Arbejdstilsynet.
- Burge, S., Hedge, A., Wilson, S., Bass, J. H., and Robertson, A. (1987). Sick building syndrome: A study of 4373 office workers. *Ann.Occup.Hyg.* **31**, 493-504.
- Clausen, G, Pejtersen, J., and Bluyssen, P. Research manual of european audit project to optimize indoor air quality and energy consumption in office buildings. 1-154. 1993. Technical University of Denmark, The Commission of the European Communities, Joule II - Program.
- Dahm, B. Helhetssyn på skolmiljö. Stridh, G. and Anderson, K. 126-131. 2000. Regionsjukhuset i Örebro. Inomhusklimat Örebro 2000.
- Daisey, J. M. and Angell, W. J. A survey and critical review of the litterature on indoor air quality, ventilation and health symptoms in schools. LBNL-41517, 1-105. 1998. California, Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory.

- Dybendal, T. Indoor environment and allergy: Dust and allergens in school and homes in Norway. 1-57. 1992. Bergen, Norway, Allergy research group. Section of Biochemistry. Institute of Clinical Biology. University of Bergen.
- Einarson, G., Munir, A. K. M., and Dreborg, S. K. G. (1995). Allergens in school dust II. Major mite (*Der p 1*, *Der f 1*) allergens in dust from Swedish schools. *J Allergy Clin Immunol* **95**, 1049-1053.
- Fanger, P. O. (1988). Introduction of the olf and the decipol units to quantify air pollution perceived by humans indoors and outdoors. *Energy and Buildings* **12**, 1-6.
- Finnegan, M. J., Pickering, C. A. C., and Burge, P. S. (1984). The sick building syndrome: prevalence studies. *British Medical Journal* **289**, 1573-1575.
- Gravesen, S., Larsen, L., Gyntelberg, F., and Skov, P. (1986). Demonstration of microorganisms and dust in schools and offices. An observational study of non-industrial buildings. *Allergy* **41**, 520-525.
- Gravesen, S., Larsen, L., and Skov, P. (1983). Aerobiology of schools and public institutions - part of a study. *Ecology of Disease* **2**, 411-413.
- Groth, M. V. Psykosocialt arbejdsmiljø og indeklimate symptomer. 2001. Arbejdsmiljøinstituttet.
- Haverinen, U., Husman, T., Toivola, M., Suonketo, J., Pentti, M., Lindberg, R., Leinonen, J., Hyvärinen, J., and Meklin, T. N. A. (1999). An approach to management of critical indoor air problems in school buildings. *Environ Health Perspect* **107**, 509-514.
- Heath, G. A. and Mendell, M. J. Do indoor environments in schools influence student performance? A review of the literature. Levin, H. 1, 802-807. 2002. Santa Cruz. Indoor Air 2002: Proceedings of the 9th International Conference on Indoor Air Quality and Climate.
- Heschong, L. (2002). Daylighting and human performance. *ASHRAE Journal*.
- Hilling, R. 220 Skolor - Skador och fel i skolbyggnader. 1998:34, 1-186. 1998. Borås, Sweden, SP Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut. Byggnadsfysik.
- ISIAQ. Creation of healthy indoor environment in schools - ISIAQ Task Force 7, "Guidelines for indoor air quality in schools". 1-46. 2000. Stockholm, Sweden, National Institute of Public Health.
- Jaakola, J. J. K., Heinonen, O. P., and Seppänen, O. (1989). Sick building syndrome, sensation of dryness and thermal comfort in relation to room temperature in an office building: Need for individual control of temperature. *Environment International* **15**, 163-168.

- Kildesø, J., Tornvig, L., Skov, P., and Schneider, T. (1998). An intervention study of the effect of improved cleaning methods on the concentration and composition of dust. *Indoor Air Journal* **8**, 12-22.
- Kildesø, J., Wyon, D., Skov, T., and Schneider, T. (1999). Visual analogue scales for detecting changes in symptoms of the sick building syndrome in an intervention study. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health* **25**, 361-367.
- Kildesø, J., Würtz, H., Nielsen, K. F., Wilkins, C. K., Gravesen, S., Nielsen, P. A., Thrane, U., and Schneider, T. The release of fungal spores from water damaged building materials. 1, 313-318. 2000. Helsinki. Proceedings of Healthy Buildings 2000.
- Kjellman, M. and Sundell, J. (1995). Environmental factors at home, in schools and in workplaces. Ways to decrease exposure to allergens. *Lakartidningen* **92**, 2888-2890.
- Lundin, L. (1999). Allergic and non-allergic students' perception of the same high school environment. *Indoor Air* **9**, 92-102.
- Meklin, T., Husman, T., Pekkanen, J., Hyvärinen, A., Hirvonen, M. R., and Nevalainen, A. Effects of moisture damage repair on microbial exposure and health effects in schools. 3, 416-420. 2002. Santa Cruz. Indoor Air 2002: Proceedings of the 9th International Conference on Indoor Air Quality and Climate. Levin, H.
- Mendell, M. J. (1993). Non-specific symptoms in office workers: A review and summary of the epidemiologic literature. *Indoor Air* **3**, 227-236.
- Meyer, H. W. Skoleundersøgelsen i København - Et indeklimastudie. 1-90. 2000. København, Arbejds- og Miljømedicinsk Klinik, Bispebjerg Hospital. Ph.d.- Afhandling.
- Munir, A. K. M., Einarson, R., Shou, C., and Dreborg, S. K. G. (1993). Allergens in school dust I. The amount of the major (*Fel d I*) and dog (*Can f I*) allergens in dust from Swedish schools is high enough to probably cause perennial symptoms in most children with asthma who are sensitized to cat and dog. *J Allergy Clin Immunol* **91**, 1067-1074.
- Myhrvold, A. N. and Olsen, E. Pupil's health and performance due to renovation of schools. 1997. IAQ - Healthy Buildings '97.
- Myhrvold, A. N., Olsen, E., and Lauridsen, Ø. Indoor environment in schools - Pupils health performance in regard to CO<sub>2</sub> concentrations. 4, 369-374. 1996. Nagoya . Indoor Air '96.
- Mølhav, L. (1982). Indoor air pollution due to organic gases and vapours of solvents in building materials. *Environment International* **8**, 117-127.

- Nevalainen, A., Hyvärinen, A., Halla-aho, J., Toivola, M., Meklin, T., Taskinen, T., and Husman, T. Building moisture, mold and symptoms of school children - starting an intervention study. 1, 227-231. 1997. Washington. Healthy buildings/IAQ '97.
- Nielsen, O. and Bredsdorff, P. Luftkvalitet og udelufttilførelse i 11 skoler. 166, 1-57. 1987. SBI.
- Norbäck, D. The teacher, the pupil and the school. Brune, D., Gerhardson, G., Crockford, G. W., and Norbäck, D. 2, 107-125. 1997. Oslo, International occupational safety and health information centre (CIS). The workplace. Vol.2: Major Industries and occupations.
- Norbäck, D. and Smedje, G. Sjuka hus symptom och astmasymptom i skolmiljön - betydelsen av inomhusluftens kvalitet och hälso-effekter av miljöförbättrande åtgärder. AMF 92-0166, 1-50. 1996. Akademika sjukhuset - Landstinget i Uppsala län. Rapport från Arbets- och miljömedicin.
- Norbäck, D. and Torgén, M. (1989). A longitudinal study relating carpeting with sick building syndrome. *Indoor Air Journal* **15**, 129-135.
- Norbäck, D., Torgén, M., and Edling, C. (1990). Volatile organic compounds, respirable dust, and personal factors related to prevalence and incidence of sick building syndrome in primary schools. *British Journal of Industrial Medicine* **47**, 733-741.
- Norbäck, D., Wålander, R., Wieslander, G., Smedje, G., Erwall, C., and Venge, P. (2000). Indoor air pollutants in schools: Nasal patency and biomarkers in nasal lavage. *Allergy* **55**, 163-170.
- Pejtersen, J. (1996). Sensory pollution and microbial contamination of ventilation filters. *Indoor Air Journal* **6**, 239-248.
- Pejtersen, J., Sundell, J., Valbjørn, O., Nielsen, P. V., Hansen, S. O., Andersen, B., Meyer, H., Melikov, A., and Christensen, A. (2001). Workshop om ventilation. In "Afrapportering fra Nordisk konsensuskonference - Måling og vurdering af indeklimafaktorer 10-12 oktober, 2000, Samt fra Dialogmøde om Måling og vurdering af indeklimapåvirkninger - for arbejdsmiljøprofessionelle 15 november, 2000" (J. Pejtersen, Ed.), pp. 6-11. Arbejdsmiljøinstituttet, København.
- Perzanowski, M. S., Rönmark, E., Nold, B., Lundbäck, B., and Platts-Mills, T. A. E. (1999). Relevance of allergens from cats and dogs to asthma in the northernmost province of Sweden: Schools as a major site of exposure. *J Allergy Clin Immunol* **103**, 1018-1024.
- Rudblad, S., Andersson, K., Stridh, G., Bodin, L., and Juto, J. E. (2001). Nasal hyperreactivity among teachers in a school with a long history of moisture problems. *Am J Rhinol.* **15**, 135-141.

- Savilahti, R., Uitti, J. L. P., Husman, T., and Roto, P. (2000). Respiratory morbidity among children following renovation of a water-damaged school. *Arch Environ Health* **55**, 405-410.
- Seppänen, O. A., Fisk, W. J., and Mendell, M. J. (1999). Association of ventilation rates and CO<sub>2</sub> concentrations with health and other responses in commercial and institutional buildings. *Indoor Air* **9**, 226-252.
- Skov, P., Valbjørn, O., and Pedersen, B. V. (1989). Influence of personal characteristics, job-related factors and psychosocial factors on the sick building syndrome. Danish Indoor Climate Study Group. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health* **15**, 286-295.
- Skov, P., Valbjørn, O., and DISG (1987). The "sick" building syndrome in the office environment: The danish town hall study. *Environment International* **13**, 339-349.
- Smedje, G. The indoor environment in schools - respiratory effects and air quality. 1-58. 2000. Uppsala University.
- Smedje, G. and Norbäck, D. (2000). New ventilation systems at select schools in Sweden--effects on asthma and exposure. *Arch Environ Health* **55**, 18-25.
- Smedje, G., Norbäck, D., and Edlin, C. (1997a). Asthma among secondary schoolchildren in relation to the school environment. *Clinical and Experimental Allergy* **27**, 1270-1278.
- Smedje, G., Norbäck, D., and Edlin, C. (1997b). Subjective indoor air quality in schools in relation to exposure. *Indoor Air Journal* **7**, 143-150.
- Strannegård, Ö. Allergi och inomhusklimat. Stridh, G. and Anderson, K. 21-31. 2000. Regionssjukhuset i Örebro. Inomhusklimat Örebro 2000.
- Sundell, J. (1994). On the association between building ventilation characteristics, some indoor environmental exposures, some allergic manifestations and subjective symptom reports. *Indoor Air*.
- Taskinen, T., Hyvärinen, A., Meklin, T., Husman, T., Nevalainen, A., and Korppi, M. (1999). Asthma and respiratory infections in school children with special reference to moisture and mold problems in the school. *Acta Paediatr* **88**, 1373-1379.
- Taskinen, T., Meklin, T., Nousiainen, M., Husman, T., Nevalainen, A., and Korppi, M. (1997). Moisture and mould problems in schools and respiratory manifestations in schoolchildren: clinical and skin test findings. *Acta Paediatr* **86**, 1181-1187.

- Thorstensen, E. Forureningskilder og luftkvalitet i skoler. 1-60. 1989. Laboratoriet for varme- og klimateknik, Danmarks Tekniske Højskole.
- Thorstensen, E., Hansen, C., Pejtersen, J., Clausen, G. H., and Fanger, P. O. Air pollution sources and indoor air quality in schools. 1, 531-536. 1990. Toronto. *Indoor Air* 90.
- Valbjørn, O. and Aggerholm, S. Luftkvalitet i nyere skoler uden mekanisk ventilation. 202, 1-7. 1989. Statens Byggeforskningsinstitut. SBI-rapport.
- Wargocki, P., Sundell, J., Bischof, W., Brundrett, G., Fanger, P. O., Gyntelberg, F., Hansen, S. O., Harrison, P., Pickering, A., Seppänen, O., and Wouters, P. (2002). Ventilation and health in nonindustrial indoor environments: Report from a European multidisciplinary scientific consensus meeting (EUROVEN). *Indoor Air Journal* 12, 113-128.
- Wargocki, P., Wyon, D. P., Baik, Y. K., Clausen, G., and Fanger, P. O. (1999). Perceived air quality, sick building syndrome (SBS) symptoms and productivity in an office with two different pollution loads. *Indoor Air* 9, 165-179.
- Wargocki, P., Wyon, D. P., Sundell, J., Clausen, G., and Fanger, P. O. (2000). The effects of outdoor air supply rate in an office on perceived air quality, sick building syndrome (SBS) symptoms and productivity. *Indoor Air* 10, 222-236.
- Wyon, D. P. Healthy buildings and their impact on productivity. 6, 3-13. 1993. Helsinki, Proceedings of Indoor Air '93.
- Wyon, N. M. and Wyon, D. P. (1987). Measurement of acute response to draught in the eye. *Acta Ophthalmol.(Copenh.)* 65, 385-392.
- Würtz, H., Wilkins, C. K., Gyntelberg, F., Bornehag, C.-G., Gravesen, S., Nevalainen, A., Malmberg, P., and Østergaard, M. (2001). Workshop om mikroorganismer og fugt. In "Afrapportering fra Nordisk konsensuskonference - Måling og vurdering af indeklimafaktorer 10-12 oktober, 2000 Samt fra Dialogmøde om måling og vurdering af indeklimapåvirkninger - for arbejdsmiljøprofessionelle, 15 november, 2000." (J. Pejtersen, Ed.), pp. 6-11. Arbejdsmiljøinstituttet, København.
- Wålinder, R., Norbäck, D., Wieslander, G., Smedje, G., and Erwall, C. (1997a). Nasal congestion in relation to low air exchange rate in schools. Evaluation by acoustic rhinometry. *Acta Otolaryngol* 117, 724-727.
- Wålinder, R., Norbäck, D., Wieslander, G., Smedje, G., and Erwall, C. (1997b). Nasal mucosal swelling in relation to low air exchange rate in schools. *Indoor Air* 7, 198-205.

- Wålinder, R., Norbäck, D., Wieslander, G., Smedje, G., Erwall, C., and Venge, P. (1999). Nasal patency and lavage biomarkers in relation to settled dust and cleaning routines in schools. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health* **25**, 137-141.
- Wålinder, R., Norbäck, D., Wieslander, G., Smedje, G., Erwall, C., and Venge, P. (2001). Acoustic rhinometry and lavage biomarkers in relation to some building characteristics in Swedish schools. *Indoor Air* **11**, 2-9.
- Åhman, M., Lundin, A., Musabasic, V., and Soderman, E. (2000). Improved health after intervention in a school with moisture problems. *Indoor Air* **10**, 57-62.

## BILAG 1: KORT RESUME AF DE REVIEWEDE ARTIKLER

Alexander, D. L. (2001). School employees: the forgotten municipal workers. *Occup Med* **16**, 65-78.

Noter: Lister mulige arbejdsmiljøproblemer i amerikanske skoler: forfaldne skoler, overfyldte klasser, utilstrækkelig luftkvalitet, dårlig ventilation, kopimaskiner, asbest, støj og mulighed for overførsel af infektionssygdomme. Desuden dårlige ergonomiske forhold. Der efterlyses mere forskning og en interventionsstrategi på området. Få eksakte informationer.

Almqvist, C., Larsson, P. H., Egmar, A.-C., Hedrén, M., Malmberg, P., and Wickman, M. (1999). School as a risk environment for children allergic to cats and a site for transfer of cat allergen to homes. *J Allergy Clin Immunol* **103**, 1012-1017.

Noter: Undersøgelse af forekomsten af katteallergener i 85 klasser i 2 skoledistrikter i Stockholm. Katteallergener transporteres i børns tøj fra hjem med katte til skolen og videre til hjem uden katte. Niveauer i skoler og hjem uden katte er lige store. Niveauerne er høje nok til at forværre eller opretholde inflammation i slimhinderne og til at udløse astma hos allergikere.

AMK Århus kommunehospital. Indeklimagener blandt ansatte ved folkeskolerne i Århus Kommune. 2000. Arbejdsmedicinsk klinik, Århus kommune hospital. Skoleundersøgelse i Århus 1999.

Noter: Spørgeskemaundersøgelse blandt 3030 (80%) af de ansatte ved 54 skoler i Århus Kommune ved brug af Glostrupskemaet. 16% havde slimhinde- og hudsymptomer, mens 26% havde almensymptomer. På 95% af skolerne (52) havde mindre en 30% hud- eller slimhindesympptomer og mindre end 40% almensymptomer. Symptomerne forekom hyppigere hos personer som samtidig rapporterede at indeklimaet ikke var tilfredsstillende. Der blev ikke foretaget fysiske målinger, men visse bygningsforhold er opgjort. Skolens vedligeholdelsesbehov var relateret til almensymptomer. Undersøgelse lavet for AT.

Andersson, K., Stridh, G., Fagerlund, I., Aslaksen, W., and Rudblad, S. Comparison of the perceived indoor climate and symptoms reported by students and personnel in 16 senior high schools from in Sweden. *Levin, H. 3*, 399-403. 2002. Santa Cruz. Indoor Air 2002: Proceedings of the 9th International Conference on Indoor Air Quality and Climate.

Noter: Undersøgelse af forskellen på symptomprævalensen blandt 1023 lærer og 8853 elever fra 16 gymnasier i Stockholm. Prævalensen af generelle symptomer var signifikant højere for elever end for lærerne, mens forekomsten af slimhindeirritation var højere for lærerne.

Andersson, K., Fagerlund, I., and Wistrand, B. Inomhusklimatet i Stockholms skolor. Resultater av en enkätundersökning omfattande tre av Stockholms sex skoldistrikt. 1-15. 1999. Yrkes- och miljömedicinska kliniken, Regionsjukhuset i Örebro. Stabs-rapport.

Noter: Undersøgelse af 82 skoler i Stockholm. Start i 1997 og skal afsluttes i 2001. Hidtil har 27 000 lærer og elever besvaret et spørgeskema vedrørende indeklimate symptomer. Blandt skolepersonalet var der klager over rengøringen, 40% var ofte generet af støv og skidt. 31% var generet af indelukket 'dårlig' luft og 32% var generet af støj. Rengøring var utilstrækkelig og klagerne gik mest på at nogle flader sjældent blev gjort rent. Dårlig luftkvalitet hang ofte sammen med høj personbelastning, høj temperatur og utilstrækkelig ventilation. Støj gik mest på støj fra elever og ikke udefrakommen støj. Symptomer der rapporteres var almen symptomer som træthed, tunghedsfornemmelse og hovedpine samt tørhed i hals. 80% af de ansatte fandt deres arbejde stimulerende, men samtidig synes 46% af de havde for meget at lave. 56% af de større elever trivedes i skolen, men 31% var generet af støv og snavs, 36% var generet af indelukket luft og 21% af ubehagelig lugt. 21% var generet af lav temperatur i vinterhalvåret. Mange klagerne gik på toiletter, gymnastiksale og omklædningsrum. De mindste klasser rapporterede via forældre. 6,5% havde haft astmabesvær, 6,5% havde høfeber og 17% havde haft eksem. Forældrene gav et positivt billede af skolen, idet mindre end 20% fandt skolemiljøet dårligt. Forældrene klagede dog over store klasser, manglende rengøring, dårlig luft kvalitet og temperaturvariationer.

Andersson, K., Fagerlund, I., Norlén, U., and Nygren, M. The association between SBS symptoms and the physical and psychosocial environment of school personnel. 5, 360-365. 1999. Edinburg, Proceedings of indoor air '99.

Noter: Undersøgelse af 70 skoler i 3 distrikter i Stockholm. Må være samme undersøgelse som *Andersson et al.* 1999 (82 skoler). Psykosociale faktorer viste sammenhæng med almensymptomerne, men kun i mindre grad med slimhindsymptomerne og hudsymptomerne. Stor arbejdsbyrde og begrænset indflydelse på arbejdet var stærkt relateret til en høj prævalens af almensymptomer, især arbejdsrelaterede almensymptomer.

Andersson, K., Bodin, L., Fagerlund, I., and Aslaksen, W. The perceived physical and psychosocial climate in Swedish schools from 1989 to 2000 - A database analysis. Levin, H. 2, 296-300. 2002. Santa Cruz. Indoor Air 2002: Proceedings of the 9th International Conference on Indoor Air Quality and Climate.

Noter: Analyse af database med data fra spørgeskemaundersøgelse af 19973 personer i 650 skoler i årene 1994 til 2000. Klager over træthed, støj, støv og snavs og indelukket luft steg signifikant fra 1994 til 2000. Prævalensen af stress steg dramatisk fra midten af perioden.

Angell, W. J. and Daisey, J. Building factors associated with school indoor air quality problems: A perspective. 143-148. 1997. Healthy Buildings. IAQ.

Noter: Opgørelse over 88 NIOSH rapporter om problemer i skoler. De mest rapporterede problemer fra 49 af skolerne er: 85% for lav udeluftstilførsel, 57% vandskade, 45% Utilstrækkelig udsugning på badeværelser, i køkkener etc., 45% luftfordeling eller ubalanceret system, 39% dårligt vedligeholdte anlæg, 27% andre fejl på anlæg etc.

Bakke, J. V. Inneklime i skolebygg - systematisering av miljømedisinsk forskning - hvilke krav bør vi stille til inneklime i skolebygg. 7, 1-65. 1998. Oslo, Lærerforbundet. Lærerforbundets informasjonshefter.

Noter: Gennemgår indeklimepåvirkninger i norske skoler. Overfølsomhed opdeles i 3 grupper: allergi, uspecifik hyperreaktivitet, specifik kemisk overfølsomhed. De kan alle føre til samme sygdomme. Grunde til stigning i allergi hos befolkningen uafklaret. Der er en række spørgsmål som er uafklaret: Hvorfor bliver børn i byerne oftere allergiske overfor dyr end børn på landet som er eksponeret mere? Hvorfor er der færre allergikere i de forurenede dele af Østeuropa i forhold til det mindre forurenede Norden. Hvorfor er der mere allergi i Nordsverige i forhold til Sydsverige? Hvorfor synker risikoen for allergi med øgede antal ældre søskende?. anbefalinger: Undgå fugtskader, temperaturen skal være over 22C, støv på flader bør fjernes, øget rengøring og ventilation for at holde niveauer nede, fortrængningsventilation bør foretrække, specifikke forureningskilder fjernes, lav emitterende materialer og renoivering foregår i ferier, tæpper bør undgås. Refererer meget til de Svenske og Norske undersøgelser. Den svenske Rektorerundersøgelse med spørgeskema i 1992, 1993 og 1997 viste at der var et mindre fald i klager over fysiske faktorer (ca. 10% fald), mens der var en stigning i psykosocial klager (fra 12 til 54 %).

Bascom, R. Plenary paper: Health and indoor air quality in schools: A spur to action or a false alarm? 3-12. 1997. Healthy Buildings. IAQ.

Noter: Plenar oversigtspaper. Nævner 2 hovedproblemer i skoler. Astma og dårligt vedligeholdte skoler. Henviser til amerikansk rapport om skole faciliteter, som anslår at 14 mill amerikanske børn går i skoler der burde renoveres.

Berge, M., Munir, A. K., and Dreborg, S. (1998). Concentrations of cat (Fel d1), dog (Can f1) and mite (Der f1 and Der p1) allergens in the clothing and school environment of Swedish schoolchildren with and without pets at home. *Pediatric Allergy and Immunology* 9, 25-30.

Noter: Undersøgelse af hypotese om at katte- og hundeejere bringer allergener via deres tøj ind i klasselokalerne. Der blev udvalgt 4 grupper børn fra en skole. En gruppe der havde hund, en med kat, en uden hund og kat og en gruppe børn med allergi. Undersøgelsen viste at både katte- og hunde allergenerne kommer ind i lokalerne via børnenes tøj og at det er mest udbredt for hundea allergener i sammenligning med kattallergener.

Dahlqvist, M. and Alexandersson, R. (1993). Acute pulmonary function impairment in school staff working in a 'sick building': A pilot study. *Indoor environ* 2, 179-185.

Noter: Pilotundersøgelse af 17 personer ud af 132 ansatte i en skole. Ikke konklusiv, for lille datamateriale.

Dahm, B. Helhetssyn på skolmiljö. Stridh, G. and Anderson, K. 126-131. 2000. Regionsjukhuset i Örebro. Inomhusklimat Örebro 2000.

Noter: Henviser til undersøgelse af 82 skoler i Stockholm. Start i 1997 og skal afsluttes i 2001. Hidtil har 27 000 lærer og elever besvaret et spørgeskema vedrørende indeklime symptomer. Blandt skolepersonalet var der klager over rengøringen, 40% var ofte generet af støv og skidt. 31% var generet af indelukket 'dårlig' luft og 32% var generet af støj.

Rengøring var utilstrækkelig og klagerne gik mest på at nogle flader sjældent blev gjort rent. Dårlig luftkvalitet hang ofte sammen med høj personbelastning, høj temperatur og utilstrækkelig ventilation. Støj gik mest på støj fra elever og ikke udefrakommen støj. Symptomer der rapporteres var almen symptomer som træthed, tunghedsfornemmelse og hovedpine samt tørhed i hals. 80% af de ansatte fandt deres arbejde stimulerende, men samtidig synes 46% af de havde for meget at lave. 56% af de større elever trivedes i skolen, men 31% var generet af støj og snavs, 36% var generet af indelukket luft og 21 % af ubehagelig lugt. 21% var generet af lav temperatur i vinterhalvåret. Mange klagerne gik på toiletter, gymnastiksale og omklædningsrum. De mindste klasser rapporterede via forældre. 6,5% havde haft astmabesvær, 6,5% havde høfeber og 17% havde haft eksem. Forældrene gav et positivt billede af skolen, idet mindre end 20% fandt skolemiljøet dårligt. Forældrene klagede dog over store klasser, manglende rengøring, dårlig luft kvalitet og temperaturvariationer.

Daisey, J. M. and Angell, W. J. A survey and critical review of the literature on indoor air quality, ventilation and health symptoms in schools. LBNL-41517, 1-105. 1998. California, Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory.

Noter: Review af indeklimaet i form af luftkvalitet, ventilation og bygningsrelaterede sundhedsproblemer i amerikanske skoler med vægt på Californien, Canada og Europa. 36 % af US skoler rapporterer om utilfredsstillende HVAC system, 19 % rapporterer om IAQ problemer p3. I 1/3 del af NIOSH undersøgte skoler var 40% af CO<sub>2</sub> målingerne over 1000 ppm. IAQ problemer er de mest almindelige klager som det Californiske Skoledepartement modtager. Ashrae 62-89 7 L/s person og max 50 pers per 1000 ft\*\*2. VOC'er målt ikke generelt et problem p8. Formaldehyd generelt under 0.05 ppm p8. Bakteriekoncentrationer på 2345 CFU målt i 150 klasser i 40 Californiske skoler med klager, hvilket er det dobbelt af maxniveauet foreslået af Morey. Niveauerne kan skyldes utilstrækkelig ventilation. Allergener som støvmider, hund og kat er mest udbredte i skoler med tæpper - europæiske data p9. Skimmelsvampe kan være et problem, men ingen referencer!. Trafikpartikler kan være et problem (Brunekreff). Bygningsrelaterede problemer: Ventilationsproblemer, vandgennemtrængning gennem klimaskærmen, vedligehold og renoveringsproblemer.

Daisey, J. M. and Angell, W. J. Indoor air quality, ventilation and health symptoms in schools: An analysis of existing information. 1, 1-6. 1999. Edinburgh. Indoor Air '99.

Noter: Review af indeklimaet i form af luftkvalitet, ventilation og bygningsrelaterede sundhedsproblemer i amerikanske skoler med vægt på Californien, Canada og Europa. SBS og astma var mest rapporteret sundhedsproblem. Ventilationsraterne var generelt lavere end specificeret i standarder, men ventilationsrater og CO<sub>2</sub> er generelt dårlige surrogater for eksponering til agenser som skaber helseproblemer. Studier viser at eksponering til VOC'er, skimmelsvampe og allergener er relateret til astma, SBS og andre respiratoriske symptomer. Få studier af sammenhæng mellem symptomer og multiple eksponeringer. De studier der er, er koncentreret om Norbäck og Smedje. Paperen koncentrerer sig meget om de nordiske studier. Data for CO<sub>2</sub>, ventilationsrate, TVOC. Er en sammenkrivning af Rapporten fra LBNL.

Dotterud, L. K., Vorland, L. H., and Falk, E. S. (1996). Mould allergy in schoolchildren in relation to airborne fungi and residential characteristics in homes and schools in northern Norway. *Indoor Air* **6**, 71-76.

Noter: Kun 19 personer i hver gruppe.

Dybendal, T., Vik, H., and Elsayed, S. (1989). Dust from carpeted and smooth floors II. Antigenic and allergenic content of dust vacuumed from carpeted and smooth floors in schools under routine cleaning schedules. *Allergy* **44**, 401-411.

Noter: Paper II er en indsamling af støvprøver fra støvsugning af tæpper og glatte overflader i 10 Norske skoler. 40 prøver: 2 klasser med tæpper og 2 klasser med glat overflade i hver skole. Antigen og allergen fra hund og kat og æggehviteprotein var mest udbredt i støvprøverne. Den gennemsnitlige støvmængde opsamlet fra de 2 typer gulv var den samme. Tæpperne indeholdt mere protein per g støv. Flere allergener i støv fra tæpper end fra glatte overflader. (Se *Dybendal, 1992*).

Dybendal, T., Hetland, T., Vik, H., Apold, J., and Elsayed, S. (1989). Dust from carpeted and smooth floors. I. Comparative measurements of antigenic and allergenic proteins in dust vacuumed from carpeted and allergenic proteins in dust vacuumed from carpeted and non-carpeted classrooms in Norwegian schools. *Clinical and Experimental Allergy* **19**, 217-224.

Noter: Paper I er en indsamling af støvprøver fra støvsugning af tæpper og glatte overflader i 12 Norske skoler. Alle prøver indeholdt skimmel og human dander og børnene var i de fleste skoler udsat for katte og hunde allergener. Disse medbringes i tøjet til skolen. De fleste prøver indeholdt allergener fra fisk og æg, pga. at børn spiser i klassen. Det højeste indhold af protein og hunde allergener blev fundet i prøver fra tæppebelagte gulve, mens det højeste indhold af birkepollen blev fundet i prøver fra glatte overflader. Eller var der ikke forskel på støvprøverne fra de to typer gulvoverflade. Prøverne var generelt fri for mider og pollen fra birk, el og 'Timothy'. NB støvprøver fra skolens støvsuger. (Se *Dybendal, 1992*).

Dybendal, T. and Elsayed, S. (1994). Dust from carpeted and smooth floors. VI. Allergens in homes compared with those in schools in Norway. *Allergy* **49**, 210-216.

Noter: Paper VI Undersøgelse af støv i skoler og hjem med støvsuger. Mere støv i hjem end i skoler, men protein indholdet i hjem er størst. Mest udbredte allergen i skoler var allergener fra kæledyr, og katteallergen var højere i skoler end i hjem uden katte. Tæppebelagte rum indeholdt mere støv, allergen og protein end glatte overflader. (Se *Dybendal, 1992*).

Dybendal, T. Indoor environment and allergy: Dust and allergens in school and homes in Norway. 1-57. 1992. Bergen, Norway, Allergy research group. Section of Biochemistry. Institute of Clinical Biology. University of Bergen.

Noter: Undersøgelse af forekomst af støv og allergener fra elletræ, birk, pollen, katte, hunde, mider, skimmel og mad i skoler. Specielt allergenerne Fel d I, Der p I og Der f I i skolestøv. Sammenligne forekomsten i tæpper med glatte gulve. Undersøge rengøring og støvsugning.

Allergi inddeles i 4 typer: Type I, anaphylactic - IgE afhængig; Type II, cytotoxic; Type III, Immune complex mediated; Type IV, delayed . T cell dependent. Allergi betyder oprindeligt ændret (alteret reactivity) reaktion til den anden kontakt med et antigen og der tænkes mest på type I reaktion.

Paper I er en indsamling af støvprøver fra støvsugning af tæpper og glatte overflader i 12 Norske skoler. Alle prøver indeholdt skimmel og human dander og børnene var i de fleste skoler udsat for katte og hunde allergener. Disse medbringes i tøjet til skolen. De fleste prøver indeholdt allergener fra fisk og æg, pga. at børn spiser i klassen. Det højeste indhold af protein og hunde allergener blev fundet i prøver fra tæppebelagte gulve, mens det højeste indhold af birkepollen blev fundet i prøver fra glatte overflader. Eller var der ikke forskel på støvprøverne fra de to typer gulvoverflade. Prøverne var generelt fri for mider og pollen fra birk, el og 'Timothy'. NB støvprøver fra skolens støvsuger.

Paper II er en indsamling af støvprøver fra støvsugning af tæpper og glatte overflader i 10 Norske skoler. 40 prøver: 2 klasser med tæpper og 2 klasser med glat overflade i hver skole. Antigen og allergen fra hund og kat og æggehviteprotein var mest udbredt i støvprøverne. Den gennemsnitlige støvmængde opsamlet fra de 2 typer gulv var den samme. Tæpperne indeholdt mere protein per g støv. Flere allergener i støv fra tæpper end fra glatte overflader.

Paper III Undersøgelse af 14 detergenters effekt på allergener. Der skal meget høje koncentrationer (ca. 10 gange den foreskrevne) til, hvorfor de koncentrationer der er praktisk muligt ikke vil have effekt på allergenernes aktivitet.

Paper IV Undersøgelse af støv og allergener i støvsuger efter 10 dages brug i henholdsvis tæppebelagte klasserum og rum med glatte overflader. Undersøgelse af støvakkumuleringen i støvpose, hovedfilter (>2µm) og et mikrofilter (<2µm). Tæppe gulvakkumulerede mere støv, allergen og protein per gulvareal end glatte flader. Mindre end 1 % af den støvsugede masse blev tilbageholdt i hovedfilteret og mindre end 0.1 % af den støvsugede masse blev tilbageholdt i mikrofilteret. Der blev ikke fundet allergener i mikrofilteret. Mikrofilteret nedsætter dog partikeleksponeringen under støvsugning.

Paper V Undersøgelse af gammel og ny støvsuger. Støvprøverne viste at der var mere histamin frigivelse fra støv fra tæpper end fra glatte overflader og konfirmerer tidligere resultater.

Paper VI Undersøgelse af støv i skoler og hjem med støvsuger. Mere støv i hjem end i skoler, men proteinindholdet i hjem er størst. Mest udbredte allergener i skoler var allergener fra kæledyr, og katteallergen var højere i skoler end i hjem uden katte. Tæppebelagte rum indeholdt mere støv, allergen og protein end glatte overflader.

Einarson, G., Munir, A. K. M., and Dreborg, S. K. G. (1995). Allergens in school dust II. Major mite (*Der p 1*, *Der f 1*) allergens in dust from Swedish schools. *J Allergy Clin Immunol* **95**, 1049-1053.

Noter: Undersøgelse af husstøvmider fra borde, stole og gulve i 29 klasser i 4 skoler. Samme studie som Ref. ID 51. Højere niveauer på borde end på stole og gulv, skyldes nok at miderne sidder i håret. Lave niveauer i skolerne i Lindköping (Midtsverige og fastlandsklima). Niveauer lave i forhold til Sydsverige.

Gravesen, S., Larsen, L., and Skov, P. (1983). Aerobiology of schools and public institutions - part of a study. *Ecology of Disease* **2**, 411-413.

Noter: Flere luftbårne mikroorganismer i skoler med tæpper end skoler uden tæpper.

Gravesen, S., Larsen, L., Gyntelberg, F., and Skov, P. (1986). Demonstration of microorganisms and dust in schools and offices. An observational study of non-industrial buildings. *Allergy* **41**, 520-525.

Noter: Undgå tæpper.

Haverinen, U., Husman, T., Toivola, M., Suonketo, J., Pentti, M., Lindberg, R., Leinonen, J., Hyvärinen, J., and Meklin, T. N. A. (1999). An approach to management of critical indoor air problems in school buildings. *Environ Health Perspect* **107**, 509-514.

Noter: Case study. Vandskade i skole forårsaget af lækage i bygningsskallen, utilstrækkelig ventilation og generelt problemer med vand. Vandskaden som var mest udbredt i 2 ud af 3 bygninger gav usædvanlig høj mikrobiel vækst. Respiratoriske og almen symptomer blandt elever var mest udbredt i vandskadet skole i forhold til skole uden vandskade.

Heath, G. A. and Mendell, M. J. Do indoor environments in schools influence student performance? A review of the literature. Levin, H. 1, 802-807. 2002. Santa Cruz. *Indoor Air 2002: Proceedings of the 9th International Conference on Indoor Air Quality and Climate*.

Noter: Review af studier der undersøger sammenhæng mellem indemiljøet i skoler og elevernes performance, men da der ikke er så mange studier er også studier med voksne medtaget. Feks studierne fra DTU. 21 studier blev reviewet, heraf 14 i skoler. Kun 6 studier havde et stærkt eksperimentelt design, heraf kun 1 i en skole. Lav ventilations rate og mindre dagslys eller belysning reducerer okkupanternes performance, også for skolebørn.

Hilling, R. 220 Skolor - Skador och fel i skolbyggnader. 1998:34, 1-186. 1998. Borås, Sweden, SP Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut. *Byggnadsfysik*.

Noter: Opgørelse af skader i 220 skoler. Ikke tilfældigt udvalgte, men skoler med problemer. Skaderne eller fejlene kan opdeles i 3 dele: vandtæthed, lufttæthed og ventilationsanlæg. Mange figurer der illustrerer fejlene.

ISIAQ. Creation of healthy indoor environment in schools - ISIAQ Task Force 7, "Guidelines for indoor air quality in schools". 1-46. 2000. Stockholm, Sweden, National Institute of Public Health.

Noter: Meget overordnet guidelines for hvordan man får bedre indeklime i skoler. Undgå: fugt og mikroorganismer, ETS og allergener. Bedre rengøring, mere ventilation, termisk kontrol, Undgå lodne overflader, akustik og lys er vigtigt. Gaderobe til overtøj. Dårlig luftkvalitet øger prævalensen af både smitsomme og ikke-smitsomme luftvejssygdomme og give allergi og andre overfølsomheds sygdomme. Dårlig rengøring, støv, fugt og høj temperatur kan være slimhindeirriterende, kan forøge luftvejsgener, hovedpine, træthed og mindske evnen til at koncentrere sig. Moderat varmetress nedsætter drenges evne til at koncentrere sig og gør piger rastløse. Ventilation er nødvendig for at kontrollere forurenninger og fugt. Få referencer, Er konklusiv uden at henvise til referencer. Trivielle og lidt hovedløse forslag til bygningsgennemgang og undersøgelser. Dog gode definitioner.

Adverse effect of indoor environment comprises: Diseases (objective clinical effects), Symptoms (no objective clinical effects), Adverse physiological effects, Perceptions.

Kinshella, M. R., Van Dyke, M. V., Douglas, K. E., and Martyny, J. W. (2001). Perceptions of indoor air quality associated with ventilation system types in elementary schools. *Appl Occup Environ Hyg* **16**, 952-960.

Noter: Undersøgelse af forskelle i indeklimaet ved forskellige ventilationsanlæg i 12 skoler Colorado USA. Sammenligning af skoler med VAV-anlæg, CAV-anlæg og køle/varme unit direkte i lokalet. Flere symptomer i skoler med køle/varme units som forfatterne tilskrives en forhøjet koncentration af specielt større partikler i disse skoler. Umiddelbart er der en modsætning da skoler med højest CO<sub>2</sub> har højest luftskifte. Skyldes muligvis at der ikke er målt CO<sub>2</sub> i ligeså mange klasser som der er målt luftskifte. Ingen information om elev belastning i de enkelte skoler. Mest relevant for US forhold.

Kjellman, M. and Sundell, J. (1995). Environmental factors at home, in schools and in workplaces. Ways to decrease exposure to allergens. *Lakartidningen* **92**, 2888-2890.

Noter: God og letforståelig oversigt over risikofaktorer i hjem, skoler og på arbejdspladsen. Fokuseret på astma og overfølsomhed. Effekter: SBS og atopiske sygdomme. Påvirkninger: tobaksrygning, pelsdyr, husstøvmider, fugt, uorganiske gasser, VOC, skimmelsvampe, partikler og rengøring, ventilation.

Lee, S. C. and Chang, M. (1999). Indoor air quality investigations at five classrooms. *Indoor Air* **9**, 134-138.

Noter: Skoler i Hong Kong. Ikke relevant for nordiske forhold.

Lundin, L. (1999). Allergic and non-allergic students' perception of the same high school environment. *Indoor Air* **9**, 92-102.

Noter: Undersøgelse af om allergikere er mere følsomme, dvs. klager mere over indeklimaet end ikke allergikere. Undersøgelse foretaget blandt 1715 elever på 5 gymnasier i Sydsverige. 45 % var ikke allergikere. Allergikere har oftere symptomer end ikke allergikere. Bevidstheden om deres egen følsomhed, kan gøre at de er mere opmærksomme på risikofaktorer, hvilket kan medføre angst og stress som bevirker at de oplever symptomerne værre. Reference til ventilations kontrol ordningen.

Meklin, T., Husman, T., Pekkanen, J., Hyvärinen, A., Hirvonen, M. R., and Nevalainen, A. Effects of moisture damage repair on microbial exposure and health effects in schools. 3, 416-420. 2002. Santa Cruz. Indoor Air 2002: Proceedings of the 9th International Conference on Indoor Air Quality and Climate. Levin, H.

Noter: Interventionsundersøgelse af vandskadede skole i sammenligning med ikke vandskadede. Spørgeskema blandt 414 børn i vandskadede skole og 431 i ikke vandskadede skole. Fald i koncentration af luftbårne skimmelsvamp og samtidig fald i prævalens af respiratoriske symptomer.

Meyer, H. W. Skoleundersøgelsen i København - Et indeklimastudie. 1-90. 2000. København, Arbejds- og Miljømedicinsk Klinik, Bispebjerg Hospital. Ph.d.- Afhandling.

Noter: Undersøgelse af indeklimaet med spørgeskema blandt lærer og 8-10 klasses elever i 75 skoler (fase 1), samt underbyggende målinger af støv inkl. IL8, luftskifte, CO<sub>2</sub>, termisk, støj samt registrering af bygningsparametre i de 10 skoler med flest og 10 skoler med færrest indeklimaklager et år senere. (fase 2). Fase 2 inkluderede også objektive fysiologiske målinger på 11 af skolerne. Skoleundersøgelsen fase 1 omhandlede 77 skoler, hvoraf 42 var opført før 1925 og 11 bygninger opført efter 1965. Bygnings relaterede symptomer er defineret som: 2 ud af 5 hud- og slimhindsymptomer samt 1 ud af 3 CNS-symptomer. 25 % af eleverne og 30 % af lærerne angav at de havde høfeber. 12 % af eleverne og 9 % af lærerne angav at de havde astma. Der blev fundet følgende prævalenser af bygningsrelaterede symptomer (BRS): 36% følte sig unormal træt flere gange om ugen eller dagligt, 25% havde hovedpine og 22% havde koncentrationsbesvær. Slimhindsymptomer forekom hos 12%. I fase 1 blev der fundet en sammenhæng mellem BRS og flade tage samt CNS og mindre plads per person for hele skolen. I fase 2 fandtes at i de skoler med flest klager var temperaturen højere, der var mindre rumfang per person og der var flere lokaler med mekanisk ventilation end i skoler med færrest klager. I skolerne med flest klager (BRS) indeholdt støvet mere allergen fra hund og kat og støvet var mere potent målt som udskillelse af IL-8 fra humane lungeepitelceller end i skoler med få klager. For enkelt symptomer var der generelt flere symptomer i mekanisk ventilerede lokaler end i naturligt ventilerede. Mere hovedpine i lokaler, hvor koncentrationen af IL8 var højere end 3,8 ng/mg.

Munir, A. K. M., Einarson, R., Shou, C., and Dreborg, S. K. G. (1993). Allergens in school dust I. The amount of the major (*Fel d 1*) and dog (*Can f 1*) allergens in dust from Swedish schools is high enough to probably cause perennial symptoms in most children with asthma who are sensitized to cat and dog. *J Allergy Clin Immunol* **91**, 1067-1074.

Noter: Undersøgelse af katte- og hundeallergen på borde, stole og gulve i 29 klasser i 4 skoler. Højere koncentrationer på stole end gulv og borde. Allergenerne bringes fra hjemmet i børn og ansattes tøj. Samme niveauer på stole som i hjem med hunde. Niveaue af hundeallergen var højere end niveaue af katteallergen, sandsynligvis fordi børn kommer tættere på hunde end katte. Niveauerne fundet i skoler er sikkert højt nok til at sensibilisere børn og forårsage astma hos de fleste børn, der er allergisk overfor hunde og katte. 70 % af skandinaviske børn med vedvarende astma er allergiske overfor hunde eller katte. Gennemsnitlig vægt af støv fra borde, stole og gulv var henholdsvis 15 mg (9-75), 888 mg (313-1734) og 565 mg (173-1304). Ingen sammenhæng mellem niveauer og bygningsfaktorer (men også kun 4 bygninger). Dog lavere niveauer hvis ventilationen også kører om natten.

Myhrvold, A. N., Olsen, E., and Lauridsen, Ø. Indoor environment in schools - Pupils health performance in regard to CO<sub>2</sub> concentrations. 4, 369-374. 1996. Nagoya. Indoor Air '96. Noter: Undersøgelse af effekten af at renovere skoler med dårlig luftkvalitet. 800 elever i 35 klasser på 8 skoler deltog i det 3 årige forskningsprojekt. Data fra 5 skoler, 22 klasser og 550 elever. Præliminære resultater der ikke fokuserer på renoveringen, men på sammenhængen mellem symptomer, performance og CO<sub>2</sub>. Spørgeskemaundersøgelse, performance test og måling af CO<sub>2</sub>. Skalavalidering af spørgeskemaet. Flere generelle symp-

tomere og lavere performance når CO<sub>2</sub> er højere end 1500 ppm. Samme tendens for slimhindeirritation, dog svagere sammenhæng.

Myhrvold, A. N. and Olsen, E. Pupil's health and performance due to renovation of schools. 1997. IAQ - Healthy Buildings '97.

Noter: Undersøgelse af effekten af at renovere skoler med dårlig luftkvalitet. 800 elever i 35 klasser på 8 skoler deltog i det 3 årige forskningsprojekt. Spørgeskema, performance test og måling af CO<sub>2</sub>, temperatur. Installation af mekanisk ventilation (fortrængning), forbedring af varmeanlæg, nye vinduer havde effekt på symptomer og performance (reaktions tid) i de 2 renoverede skoler. Der var ingen forandring i kontrol skoler med godt indeklima, mens både performance og symptomer blev forbedret i kontrol skoler med dårligt indeklima ved opfølgingsundersøgelsen. De generelle symptomer blev forbedret i både interventions og kontrol skoler med dårligt indeklima, slimhindeirritation fulgte det samme mønster, mens øjenirritation ikke forandrede sig i nogen af kategorierne af skoler. Men den første test efter interventionen blev foretaget efter 6-10 uger, mens spørgeskemaet havde en recall periode på 3 mdr! Elevernes oplevelse af dårligt indeklima faldt fra en prævalens på 80% til 55% og ved en opfølgingsundersøgelse et år efter interventionen var prævalensen nede på 10%. Performance testen var bedre for drenge end piger og bedre for ældre end yngre.

Nevalainen, A., Hyvärinen, A., Halla-aho, J., Toivola, M., Meklin, T., Taskinen, T., and Husman, T. Building moisture, mold and symptoms of school children - starting an intervention study. 1, 227-231. 1997. Washington. Healthy buildings/IAQ '97.

Noter: Opstart på et interventionsstudie i 2 skoler: er med fugt og svampeproblemer og en uden. Flere respiratoriske symptomer i fugtig skole. Konklusioner er delvis ikke underbyggede påstande.

Nielsen, O. and Bredsdorff, P. Luftkvalitet og udelufttilførelse i 11 skoler. 166, 1-57. 1987. SBI.

Noter: Indeklimaundersøgelse på 11 skoler. Spørgeskema i de ældste klasser. Spørgsmål om termisk komfort og om luftkvaliteten er ubehagelig. Måling af temperatur, rh, CO<sub>2</sub>, lufthastighed og udeluftskifte. Sammenhæng mellem tilfredshedsgrad og ventilationsrate. Påvirkningsværdier.

Norbäck, D. and Torgén, M. (1989). A longitudinal study relating carpeting with sick building syndrome. *Indoor Air Journal* **15**, 129-135.

Noter: Spørgeskemaundersøgelse i 4 skoler med halv hård gulvbelægning og 2 skoler med tæpper. Færre symptomer efter at tæppet blev udskiftet. Ingen forskel på mekanisk og naturligt ventilerede bygninger.

Norbäck, D., Wålinder, R., Wieslander, G., Smedje, G., Erwall, C., and Venge, P. (2000).

Indoor air pollutants in schools: Nasal patency and biomarkers in nasal lavage. *Allergy* **55**, 163-170.

Noter: Undersøgelse af 279 skoleansatte i 12 skoler. Undersøger hypoteserne at næsesymptomer, næsens gennemstrømnings areal og biomarkører i næsen er relateret til CO<sub>2</sub>,

respirabelt støv, formaldehyd, NO<sub>2</sub>, skimmelsvampe og bakterier. Undersøglesperiode marts 1993 - 1995. Måleværdier. Sammenhæng mellem støv(svag) , NO<sub>2</sub>(svag), formaldehyd (stærk), aspergillus(stærk) og inflammatorisk og secretorisk respons i næsen.

Norbäck, D. and Smedje, G. Sjuka hus symptom och astmasymptom i skolmiljön - betydelsen av inomhusluftens kvalitet och hälso-effekter av miljöförbättrande åtgärder. AMF 92-0166, 1-50. 1996. Akademika sjukhuset - Landstinget i Uppsala län. Rapport från Arbets- och miljömedicin.

Noter: Undersøgelse af 39 skoler 9 gymnasier, omfattende 2663 elever og 2609 ansatte. De 39 skoler var tilfældigt udvalgt blandt 130 skoler i amtet. Spørgeskemaundersøgelse blandt ansatte og elever. Målinger i 98 klasser i 1993, 101 klasser i 1995 og 33 gymnasieklasser i 1994. Gennemsnitlig alder for skolerne var 30 år (i 1996). Værdier for fysiske målinger (VOC, CO<sub>2</sub>, Luftsikke, udelufttilførelse, LUX, CFU, støv, etc.). Undersøgelsen indikerer at eksponeringer i skolemiljøet kan påvirke forekomsten af SBS, astma, luftvejsinfektioner, oplevet luftkvalitet, præstationsformåen. Elever og ansatte påvirkes af indeklimaet i skoler, men også personlige faktorer, psykosocialt arbejdsmiljø og hjemmemiljøet har indflydelse. I løbet af en 2 års periode steg forekomsten af astma og allergi blandt elever, men ikke blandt lærere. Sammenhæng mellem SBS eller oplevet luftkvalitet og luftsikke, rumtemperatur, åbne hylde, VOC, MVOC, luftbårne mikroorganismer, formaldehyd, NO<sub>2</sub>, respirabelt støv, indehold af katteallergen i sedimenteret støv og mængde sedimenteret støv. En del sammenhænge s 15-16 bla mellem åbne hylde og astma. Foretager intervention i nogle af skolerne som viser en effekt: ventilation(displacement), tæpper mv.

Henvisninger i baggrundsafsnit: Få epidemiologiske studier i skoler. Interventioner med dokumenteret helseeffekt: sænket rumtemperatur (Jaakola 1990), øget luftsikke (Mendell, 1993), luftbefugtning (Nordström 1994), fjernelse af tæpper (Norbäck 1989), forbedret rengøring (Raw 1993).

Norbäck, D. (1995). Subjective indoor air quality in schools - the influence of high room temperature, carpeting, fleecy wall materials and volatile organic compounds (VOC). *Indoor Air* 5, 237-246.

Noter: Undersøgelse af subjektive respons blandt personale (n=97) og målinger i 6 skoler. Data fra 1986 - Opfølgelse på sidste del af tæpestudiet. Nyt spørgeskema. VAS skala om rumtemperatur, luftfugtighed, støv, arbejdstilfredshed, stress, samarbejde. Finder nogle lidt aparte sammenhænge. Konklusioner meget generelle. Undgå tæpper, temperatur over 22. Et godt psykosocialt klima er essentielt for perceptionen af god luftkvalitet.

Norbäck, D. The teacher, the pupil and the school. Brune, D., Gerhardson, G., Crockford, G. W., and Norbäck, D. 2, 107-125. 1997. Oslo, International occupational safety and health information centre (CIS). The workplace. Vol.2: Major Industries and occupations.

Noter: Gennemgang af risikofaktorer i indeklimaet : Temperatur, rh, CO<sub>2</sub>, ventilationsrate, total dust, formaldehyde, VOC, bakterier, skimmelsvampe, SBS, allergy, astma, psykosociale faktorer, livsstil, stress, udbrændthed, vold, hærværk, frygt. Omkostning for hærværk i US skoler \$600 mill.

Norbäck, D., Torgén, M., and Edling, C. (1990). Volatile organic compounds, respirable dust, and personal factors related to prevalence and incidence of sick building syndrome in primary schools. *British Journal of Industrial Medicine* **47**, 733-741.

Noter: Fire årigt longitudinal undersøgelse af SBS blandt personalet (n=129) i 6 skoler. CO<sub>2</sub> over 800 ppm i alle skole. VOC stiger med temp. Koncentration af respirabelt støv falder med stigende ventilationsrate og rh. SBS var relateret til VOC, tæppe, overfølsomhed og psykosociale faktorer. Nye SBS tilfælde var relateret til respirabelt støv, tobaksrygning. Effekt af at fjerne tæppe, flytte fra ny hjemme bolig til gammel. Relateret til tidligere tæppe studie.

Perzanowski, M. S., Rönmark, E., Nold, B., Lundbäck, B., and Platts-Mills, T. A. E. (1999). Relevance of allergens from cats and dogs to asthma in the northernmost province of Sweden: Schools as a major site of exposure. *J Allergy Clin Immunol* **103**, 1018-1024.

Noter: Undersøgelse af 110 astmatiske børn, 55 med symptomer men ikke diagnosticeret og 63 kontrol. Støvprøver blev indsamlet fra skoler. Skolerne er en stor kilde for eksponering til hunde og katte allergener. Ikke så relevant.

Rudblad, S., Andersson, K., Stridh, G., Bodin, L., and Juto, J. E. (2001). Nasal hyperreactivity among teachers in a school with a long history of moisture problems. *Am J Rhinol*. **15**, 135-141.

Notes: Undersøgelse af 28 lærer fra vandskadede skole og 18 lærer fra ikke vandskadede skole. Måler ændringer i næse slimhinden ved hjælp af rhinostereometri. Måler på gruppen efter at skolen er renoveret. Finder at gruppen som tidligere har været udsat for vandskade har mindre næsevolumen. Relativt lille materiale. Sammenligner ikke ændring i intervention i forhold til ændring i kontrol.

Sahlberg, B., Smedje, G., and Norbäck, D. Sick building syndrome (SBS) among school employees in the county of Uppsala, Sweden. *Levin, H.* 3, 494-499. 2002. Santa Cruz. Indoor Air 2002: Proceedings of the 9th International Conference on Indoor Air Quality and Climate.

Noter: Samme skoler som *Smedje, 2000*. Videre analyse. Sammenhæng mellem SBS og Dampness når ventilationsraten var lav. Indikation af at bakterier, dampness, temperatur og belysning er associeret til SBS.

Savilahti, R., Uitti, J. L. P., Husman, T., and Roto, P. (2000). Respiratory morbidity among children following renovation of a water-damaged school. *Arch Environ Health* **55**, 405-410.

Noter: Interventionsundersøgelse af effekten at renovere en vandskadede skole på respiratoriske symptomer og sygdomme. Spørgeskemamålinger før og efter renoveringen med spørgsmål bla symptomer, sygdomme, antal lægebesøg og brug af medicin. Foretager samtidig måling i kontrolskole. Forfatterne konkluderer at interventionen har effekt, da flere af outcome variable falder efter renoveringen. Imidlertid falder flere af outcome variablene også i kontrolbygningen og der foretages ikke en direkte sammenligning mellem ændring i interventionsgruppe i forhold til ændring i kontrol.

Scheff, P. A., Paulius, V. K., Huang, S. W., and Conroy, L. M. (2000). Indoor air quality in a middle school, part I: Use of CO<sub>2</sub> as a tracer for effective ventilation. *Applied Occupational and Environmental Hygiene* **15**, 824-834.

Noter: Detaljeret studie af CO<sub>2</sub> som tracergas måling. Ej relevant for skolestudiet.

Scheff, P. A., Paulius, V. K., Curtis, L., and Conroy, L. M. (2000). Indoor air quality in a middle school, part II: Development of emission factors for particulate matter and bioaerosol. *Applied Occupational and Environmental Hygiene* **15**, 835-842.

Noter: Måling af partikler og skimmelsvampe i 1 skole i US. Lineær sammenhæng mellem occupancy og respirable støvmængde. Ikke relevant for skolestudiet.

Smedje, G., Norbäck, D., and Edlin, C. (1997a). Asthma among secondary schoolchildren in relation to the school environment. *Clinical and Experimental Allergy* **27**, 1270-1278.

Noter: Paperen er en del undersøgelse af 627 13-14 årige i 11 af skoler. Målinger foretaget i 28 klasser. 6.4% havde astma. Især udbredt hvis man havde allergi eller havde været på institution i mange år. Flest tilfælde af astma: i store skoler, i skoler med mange åbne hylder, i skoler med lav rumtemperatur, i skoler med høj RH, i skoler med høj koncentration af VOC, i skoler med mange levende skimmelsvampe og bakterier og i skoler med mange katte allergener i det sedimenteret støv. Det er dog lave odds ratios. (Se Smedje, 2000).

Smedje, G. and Norback, D. (2001). Irritants and allergens at school in relation to furnishings and cleaning. *Indoor Air* **11**, 127-133.

Noter: Videre undersøgelse af de 39 skoler i Uppsala med tilføjelse af 9 skoler. I skoler med mange tekstile overflade var der mere støv. I skoler der blev vådrenset var der flere levende bakterier i luften, men mindre støv, end i skoler der blev tørrengjort. Rengøringsfrekvensen var afgørende for hvor mange katte og hunde allergener der var i støvet.

Smedje, G. and Norbäck, D. (2000). New ventilation systems at select schools in Sweden--effects on asthma and exposure. *Arch Environ Health* **55**, 18-25.

Noter: Undersøgelse af effekten af at installere nyt ventilationssystem, og dermed forøge ventilationsraten, på forekomsten af astma og astmatiske symptomer. I 39 skoler som blev undersøgt i 1993 og 1995 var der ca 12% af skoleklasserne som fik installeret nyt anlæg med fortrængningsventilation mellem de 2 undersøgelsesår. Herved blev ventilationsraten kraftig forøget fra 1,3 l/s per person til 11,5 l/s per person. Det resulterede i at de 143 elever som fik højere ventilationsrate havde færre astmatiske symptomer end dem der ikke fik forøget ventilationsraten. Ikke foretaget sammenligning af ændring i interventionsgruppe i forhold til ændring i kontrol.

Smedje, G., Norbäck, D., and Edlin, C. (1997b). Subjektive indoor air quality in schools in relation to exposure. *Indoor Air Journal* **7**, 143-150.

Noter: Paperen er en spørgeskemaundersøgelse blandt 1410 ansatte. 53% af lærerne klagede over dårlig luftkvalitet. Der var ingen sammenhæng mellem bedømmelserne af luftkvaliteten og ventilationsrate eller CO<sub>2</sub>. Luftkvaliteten blev bedømt være når koncentrationen af VOC'er, skimmelsvampe, bakterier, respirabelt støv og sedimenteret støv var hø-

jere i klasselokalerne. I skoler med fortrængningsventilation var der færre der var utilfredse med luftkvaliteten.

Smedje, G. The indoor environment in schools - respiratory effects and air quality. 1-58. 2000. Uppsala University.

Noter: Undersøgelse af indeklimasympptomer hos 1732 elever og 1410 lærere i 39 tilfældigt udvalgte skoler, samt indeklimamålinger i skolerne. *Baggrund.* Epidemiologiske undersøgelser viser at astma forekomst er steget i såvel Sverige som i andre vestlige lande. Den vigtigste personlige risiko faktor for astma er arvelig disponering og allergi. Den mest udbredte allergi hos skolebørn er katteallergi. Påvirkningsfaktorer i indeklimaet er mistænkt for at forårsage stigningen i astma og allergi, men mekanismerne er stadig ukendt. Påvirkningsfaktorer i indeklimaet: ventilation, rum temperatur, skimmel og bakterier, kemisk eksponering, støv, allergener. Lærer rapporterer flere symptomer end elever (Thörn). Få studier der relaterer lav ventilation til helse effekter. Kort review af hidtidige undersøgelser af sammenhæng mellem indeklimafaktorer og astmatiske symptomer. Afhandlingen består af 5 artikler.

Paper I er en spørgeskemaundersøgelse blandt 1410 ansatte. 53% af lærerne klagede over dårlig luftkvalitet. Der var ingen sammenhæng mellem bedømmelserne af luftkvaliteten og ventilationsrate eller CO<sub>2</sub>. Luftkvaliteten blev bedømt værre når koncentrationen af VOC'er, skimmelsvampe, bakterier, respirabelt støv og sedimenteret støv var højere i klasselokalerne. (Se Smedje et al., 1997b)

Paper II er en del undersøgelse af 627 13-14 årige i 11 af skolerne. Målinger foretaget i 28 klasser. 6.4% havde astma. Især udbredt hvis man havde allergi eller havde været på institution i mange år. Flest tilfælde af astma: i store skoler, i skoler med mange åbne hylde, i skoler med lav rumtemperatur, i skoler med høj RH, i skoler med høj koncentration af VOC, i skoler med mange levende skimmelsvampe og bakterier og i skoler med mange katte allergener i det sedimenteret støv. Det er dog lave odds ratios. (Se Smedje et al., 1997a).

Paper III er spørgeskemaundersøgelse blandt 1732 elever og måling i 39 skoler i 1993, gentagelse af undersøgelsen i 1995, samt undersøgelse af betydningen af et nyt ventilationsanlæg for 10 % af kohorten. Astma, allergi og astmatiske symptomer steg fra 1993 til 1995. I de skoler hvor der var installeret nyt ventilations anlæg med fortrængning, steg luftskiftet, forureningsniveauerne faldt og der var færre med astma, allergi eller astmatiske symptomer sammenlignet med skoler, hvor ventilationsforholdene ikke var ændret.

Paper IV omhandler målinger af forureninger i lokaler for både 1993 og 1995 og sammenhæng med bygningsfaktorer. Luftskiftet sammen med antal åbne hylde og rengøringsrutiner var afgørende for forureningsniveauet.

Paper V omhandler gentagelse af spørgeskemaundersøgelsen i 1997 og sammenligninger med fysiske målinger i 1993 og 1995. Flere med astma, allergi og astmatiske symptomer i 1997 end i 1993. Der var overhyppighed af nye astmatilfælde i skoler med mest sedimenteret støv og flest katteallergener i støvet.

Undersøgelsen indikerer at astma og astmatiske symptomer hos skolebørn har relation til forureninger i skolen og at disse forureninger afhænger af bygningsfaktorer. 77% af de målte klasser overholdt ikke ventilationsstandard. Folk var mest tilfredse med luftkvaliteten i skolerne, hvor der blev installeret fortrængningsventilation. Faktorer: bygningsfak-

torer som åbne hylder, rengøringsrutiner, støv, katte allergener, formaldehyd, skimmel-svampe, perception af IAQ.

Strannegård, Ö. Allergi och inomhusklimat. Stridh, G. and Anderson, K. 21-31. 2000. Re-gionssjukhuset i Örebro. Inomhusklimat Örebro 2000.

Noter: Allergi betyder ændret følsomhed og anvendes om forskellige overfølsomhedsre-aktioner. Den mest almindelige er den atopiske som indbefatter høfeber, astma og eksem. Den atopiske er udløst af IgE antistof (type1). En anden type allergisk reaktion (type 3) er udløst af IgG antigener, feks farmers lung. Mht. til indeklimaet er det vigtigt at skelne mellem disse reaktioner. Allergi er som regel reserveret til den IgE udløste, men overgan-gen til overfølsomhed er flydende. Man skelner mellem allergisk sensibilisering og udløs-ning af allergisk reaktion. Sammenhæng mellem frekvensen af allergi hos børn og antallet af husstøv mider i hjemmet. Mindre allergi, hvis man er udsat for hund og kat i de første leveår end hvis man ikke er.

Sävenstrand Rådö, I., Falck, E., Hult, M., and Bakke, J. V. Guidelines for indoor air quality in schools - creation of healthy indoor environment. 1, 570-575. 1999. Edinburg. Indoor Air 99.

Noter: 35% affected in Europe, 40% in sweden, young adults 50%. ETS forbudt i S, N, SF. Samme anbefalinger som #80. Allergy inspektion, risk factors.

Taskinen, T., Hyvärinen, A., Meklin, T., Husman, T., Nevalainen, A., and Korppi, M. (1999). Asthma and respiratory infections in school children with special reference to moisture and mold problems in the school. *Acta Paediatr* **88**, 1373-1379.

Noter: Undersøgelse af sammenhæng mellem fugt og skimmelsvampe i skoler og ånde-dræts symptomer på børn som var sensibiliseret for skimmelsvamp. Spørgeskemaundersøgelse blandt 622 børn i alderen 7-13 år som gik i 2 skoler; en med fugtproblemer og en uden fugtproblemer. 212 børn med lægediagnosticeret astma blev udsat for priktest til 13 svampe. Inge forskel i prævalensen af astma (5%) i de 2 skoler. Flere problemer med hvæsen (16% vs 6 %) og hoste (21 % vs 9 %) i den vandskade skole i forhold til kontrol. Disse symptomer kan senere udvikles til astma (ref26). Kun 4 % reagerede på skimmel-svampe de fleste over 10 år. Det var ikke muligt at bekræfte et tidligere studie om at astma er forbundet med vandskadede skoler(ref10), men der blev igen fundet en sammenhæng mellem vandskade og hvæsen og hoste blandt børn.

Taskinen, T., Meklin, T., Nousiainen, M., Husman, T., Nevalainen, A., and Korppi, M. (1997). Moisture and mould problems in schools and respiratory manifestations in schoolchildren: clinical and skin test findings. *Acta Paediatr* **86**, 1181-1187.

Noter: Undersøgelse af 99 børn fra 3 skoler med fugt problemer sammenlignet med 34 børn fra reference skole. Svag sammenhæng mellem astma- respiratoriske symptomer og overfølsomhed over for svampe. Refererer til paper, der mener at skimmelsvampeallergi er IgG snare end IgE.

- Thorstensen, E., Hansen, C., Pejtersen, J., Clausen, G. H., and Fanger, P. O. Air pollution sources and indoor air quality in schools. 1, 531-536. 1990. Toronto. *Indoor Air* 90.  
 Noter: Sammenskrivning af *Thorstensen et al. 1989*.
- Thorstensen, E. Forureningskilder og luftkvalitet i skoler. 1-60. 1989. Laboratoriet for varme- og klimateknik, Danmarks Tekniske Højskole.  
 Noter: Undersøgelse af 10 skole. Spørgeskema blandt 602 elever. Måleværdier for CO<sub>2</sub>, ventilations rate, sensorisk forureningsbelastning, støv, MOD, temperatur, termisk. Ventilationsrate 3,4 l/s per person. Forureningsbelastningen størst for anlæg og materialer.
- Thörn, Å., Lewné, M., and Belin, L. (1996). Allergic alveolitis in a school environment. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health* 22, 311-314.  
 Noter: Case studie af enkelt lærer, der over 6 år udvikler sygdom fra akutte luftvejsproblemer til diagnosen kronisk luftvejsallergi, som menes at skyldes indeklimaet i hendes skole. Skolen havde haft indeklimaproblemer 'on and off'.
- Thörn, Å. (1998). Building-related health problems: reflections on different symptom prevalence among pupils and teachers. *Int J Circumpolar Health* 57, 249-256.  
 Noter: Case studie af SBS blandt 23 voksne og 101 børn i Svensk Skole. Højere prævalens af symptomer blandt lærer (40-60%) end blandt børn (ca. 10%).
- Valbjørn, O. and Aggerholm, S. Luftkvalitet i nyere skoler uden mekanisk ventilation. 202, 1-7. 1989. Statens Byggeforskningsinstitut. SBI-rapport.  
 Noter: Undersøgelse af CO<sub>2</sub> i 4 gymnasieskoler uden mekanisk ventilation og 1 gymnasieskole med mekanisk udsugning. CO<sub>2</sub> var i gennemsnit 0,20 i de naturligt ventilerede skoler og 0,08 pct i den med mekanisk udsugning. Gennemsnitlig var udenlufttilførelsen 2 l/s per elev i naturligt ventilerede skoler og 8 l/s per elev i skolen med mekanisk udsugning.
- Willers, S., Andersson, S., Andersson, R., Grantén, J., Sverdrup, C., and Rosell, L. (1996). Sick building syndrome symptoms among the staff in schools and kindergartens; are the levels of volatile organic compounds and carbon dioxide responsible? *Indoor Built Environment* 5, 232-235.  
 Noter: Spørgeskemaundersøgelse i 48 skoler og 74 børnehaver i Malmø. 21 skoler blev udvalgt, 11 med højest prævalens af SBS og 10 med lavest prævalens af SBS. Der blev målt VOC, CO<sub>2</sub> i de 21 skoler. Ingen sammenhæng. Ikke så relevant.
- Wålinder, R., Norbäck, D., Wieslander, G., Smedje, G., Erwall, C., and Venge, P. (2001). Acoustic rhinometry and lavage biomarkers in relation to some building characteristics in Swedish schools. *Indoor Air* 11, 2-9.  
 Noter: Akustisk rhinometri og nasal lavage blev anvendt i et feltforsøg blandt 234 lærer i 12 tilfældigt valgte skoler. Mindre næse volumen og inflammatorisk respons i næsen var associeret med bygninger med flade tage, betonplade fundament. Disse faktorer er forbundet med vandskade, fugtighed og mikrobiologisk vækst. Inflammatorisk respons alene var en associeret til plastik blødgøre og støv.

Wålinder, R., Norbäck, D., Wieslander, G., Smedje, G., and Erwall, C. (1997a). Nasal congestion in relation to low air exchange rate in schools. Evaluation by acoustic rhinometry. *Acta Otolaryngol* **117**, 724-727.

Noter: Undersøgelse af 2 ud af 14 undersøgte skoler i Uppsala (ud af 62) i 1993. Den ene skole med lavest luftskifte  $0.6 \text{ h}^{-1}$  og den med det højeste luftskifte  $5.2 \text{ h}^{-1}$ . Skolen med lavest luftskifte havde højest koncentration af luftforureninger, mikroorganismer,  $\text{CO}_2$ , resp. støv og VOC. Overfladestøvniveauerne var det samme. 'Decognitive' effekter dvs udvidelse af slimhinden i næsen var størst i skole med lav luftskifte.

Wålinder, R., Norbäck, D., Wieslander, G., Smedje, G., and Erwall, C. (1997b). Nasal mucosal swelling in relation to low air exchange rate in schools. *Indoor Air* **7**, 198-205.

Noter: Undersøgelse af 2 ud af 14 undersøgte skoler i Uppsala (udvalgt blandt 39) i 1993. Den ene skole med lavest luftskifte  $0.6 \text{ h}^{-1}$  og den med det højeste luftskifte  $5.2 \text{ h}^{-1}$ . Skolen med lavest luftskifte havde højest koncentration af luftforureninger, mikroorganismer,  $\text{CO}_2$ , resp. støv og VOC. Overfladestøvniveauerne var det samme. 'Decognitive' effekter dvs udvidelse af slimhinden i næsen størst i skole med lav luftskifte. Eksponeringsmålinger. Udsættelse for forhøjede indeklimakoncentrationer medfører en effekt på luftvejene, idet slimhinderne udvides. Samme som Wålinder *et al.*, 1997a, men mere omfattende.

Wålinder, R., Norbäck, D., Wieslander, G., Smedje, G., Erwall, C., and Venge, P. (1999).

Nasal patency and lavage biomarkers in relation to settled dust and cleaning routines in schools. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health* **25**, 137-141.

Noter: Støvpåvirkning i skoler. Støvopsamling på gulv, stol og bord. Sammenhæng mellem objektive fysiologiske målinger i næse (nasal obstruction) og støvmængde.

Åhman, M., Lundin, A., Musabasic, V., and Soderman, E. (2000). Improved health after intervention in a school with moisture problems. *Indoor Air* **10**, 57-62.

Noter: Undersøgte to skoler, en med vandskade og en uden. Positiv effekt af at fjerne et vandskadet linoleumsgulv. Symptomerne gik ned efter udskiftning af gulvmateriale. Det er dog uklart om der er lavet statistisk analyse af ændringen i interventionsgruppen i forhold til kontrol.