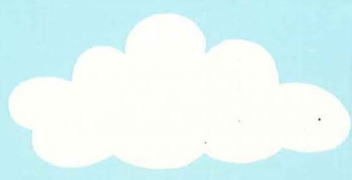


# Indeklimaundersøgelser udført af SBI's indeklimatekretariat



SBI-RAPPORT 147 · STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT 1983



---

INDEKLIMAUNDERSØGELSER

udført af SBI's indeklimatekretariat

---

Ole Valbjørn  
Peter A. Nielsen  
Hans Chr. Wulf

STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT

*Ek. 3*  
- 7 JAN. 1993

*eret at el.*

00280P

**SBI**

SBI-rapporter

er beretninger om afsluttede forskningsprojekter og afsluttede faser i fasedelte projekter samt beretninger fra visse konferencer og symposier.

SBI-publikationer

Statens Byggeforskningsinstituts publikationer udgives i følgende serier: Anvisninger, Rapporter, Meddelelser, Landbrugsbyggeri, Byplanlægning, Pjecer, Ydeevnebeskrivelser, Særtryk og Nomogrammer. Salg sker gennem boghandelen eller direkte fra SBI. Instituttets årsberetning og publikationsliste er gratis og kan rekvireres fra SBI.

SBI-abonnement

Instituttets publikationer kan også fås ved at tegne et abonnement. Det sikrer samtidig løbende orientering om alle nye udgivelser. Information om abonnenternes omfang og vilkår fås hos SBI.

ISBN 87-563-0512-5.

ISSN 0573-9985.

Pris: Kr. 79,00 inkl. 22 pct. moms.

Oplag: 750.

Tryk: Bjørvig Offset, Hvidovre.

Statens Byggeforskningsinstitut:

Postboks 119, 2970 Hørsholm.

Telefon 02-86 55 33.

Eftertryk i uddrag tilladt, men kun med kildeangivelsen:

SBI-rapport 147: Indeklimaundersøgelser  
udført af SBI's indeklimasekretariat. 1983.

-----  
Indholdsfortegnelse  
-----

|   | side |
|---|------|
| Forord  | 5    |
| Sammenfatning   | 7    |
| Indeklimasekretariatets virksomhed 1978-82            | 9    |
| Undersøgelser   | 11   |
| - Henvendelser om indeklimaproblemer                  | 12   |
| - Boliger med indeklimaproblemer, symptomer og gener  | 13   |
| - Formaldehyd i rumluften, symptomer og gener         | 16   |
| - Skoler, symptomer og gener                          | 18   |
| - Kontorer med indeklimaproblemer, symptomer og gener | 21   |
| - Hyppighed af hovedpine og slimhindegener            | 21   |
| Diskussion og konklusion af undersøgelserne           | 24   |
| Måling af slimhindens opfugtningsevne                 | 27   |
| Indeklima - forskningsområder                         | 29   |
| - Sundhed og komfort                                  | 29   |
| - Epidemiologiske undersøgelser                       | 30   |
| - Psykosociale forhold                                | 31   |
| - Forekomst og størrelse af indeklima-påvirkninger    | 31   |
| - Materialers afgivelse af stoffer til rumluften      | 32   |

|   |      |
|---|------|
|   | side |
| - Ventilationsforhold                         | 33   |
| - Brug, drift og vedligeholdelse af bygninger | 34   |
| - "Syge" bygninger                            | 35   |
| - Forsøgsbyggeri                              | 35   |
| - Grundlag for lovbestemmelser om indeklima   | 36   |
| - Information om indeklimaforhold             | 36   |
| <br>  |      |
| SBI's indeklimaaktiviteter                    | 38   |
| <br>  |      |
| Litteratur                                    | 40   |

---

 Forord
 

---

I 1978 oprettede SBI et indeklimasekretariat, der i en fireårig periode havde til formål at besvare og behandle henvendelser om indeklimaproblemer, at analysere de indsamlede erfaringer med hensyn til bygningernes udformning, materialer og anvendelse og at give information om indeklimaforhold. Hensigten var at udtrække erfaringer fra det indsamlede materiale ved at systematisere oplysningerne og ud fra dette pege på væsentlige forsknings- eller informationsopgaver. På grundlag af de modtagne henvendelser har sekretariatet gennemført seks undersøgelser, hovedsageligt ved brug af spørgeskemaer.

Denne rapport indeholder en gennemgang af resultaterne af undersøgelserne. Den afsluttes med en oversigt over de indeklimaområder, som SBI på denne baggrund anser det for vigtigt at få belyst, og der peges på en række projekter, som SBI og andre forskningsinstitutioner kan prioritere ud fra.

Rapporten henvender sig primært til personer, der inden for den byggetekniske og sundhedsfaglige forskning er beskæftiget med undersøgelser af bygningers indflydelse på sundhed og komfort.

Med rapporten afsluttes indeklimasekretariatets virksomhed. Det betyder ikke, at SBI nedprioriterer arbejdet med indeklima. Ressourcerne sættes nu ind på at gennemføre flere af de projektforslag, der er affødt af erfaringerne.

Det behov for information, som de mange henvendelser

har været udtryk for, er til dels tilgodeset ved udarbejdelsen af ni pjecer om specifikke indeklimaspørgsmål.

Det er desuden hensigten at udarbejde en pjece, der kan vejlede brugere i, hvilke muligheder den enkelte har for at få hjælp til løsningen af indeklimaproblemer.

Arbejdet i indeklimasekretariatet har været støttet af en styringsgruppe med følgende medlemmer:

Vicestadslæge Inge Jespersen (formand), medlem af SBI's bestyrelse

Professor Vagn Korsgaard, Laboratoriet for Varmeisolering, DTH

Professor P.O. Fanger, Laboratoriet for Varme og Klimateknik, DTH

Dr. med., direktør Ib Andersen, Arbejdsmiljøinstituttet

Civilingeniør lic. tech. Axel Rubinstein, Rådgivende ingeniørfirma Birch & Krogboe

Afdelingsleder, civilingeniør, Erik Christophersen, SBI.

Indeklimasekretariatets daglige arbejde har været varetaget af akademiingeniør Peter A. Nielsen, civilingeniør Ole Valbjørn og sekretær Alice Østberg. Fra januar 1981 og til udgangen af 1982 har læge Hans Chr. Wulf været tilknyttet indeklimasekretariatet.

Statens Byggeforskningsinstitut  
Afdelingen for indeklimateknik, maj 1983  
Erik Christophersen

---

## Sammenfatning

---

Rapporten gengiver hovedresultaterne af seks undersøgelser, som indeklimasekretariatet har gennemført siden 1978 og beskriver endvidere en metode til objektiv undersøgelse af symptomet "tørre slimhinder".

Der redegøres for typen af henvendelser til indeklimasekretariatet, for forekomsten af symptomer og gener i boliger med indeklimaklager og i boliger med spånplader som loft, gulv og vægmateriale, samt i skoler og i kontorer. Desuden redegøres for forekomsten af hovedpine og slimhindegener hos en repræsentativ befolkningsgruppe. I et vist omfang er resultaterne sammenholdt med oplysninger om bygningernes type, materialer, alder og brug.

For boligernes vedkommende viser resultaterne, at hovedpine, svie i øjnene og tørre slimhinder er de symptomer, der hyppigst blev henført til indeklimaet. Analyserne af disse symptomers sammenhæng med bygningsforholdene peger på, at bygningstypen, bygningernes alder og materialer har sammenhæng med forekomsten af symptomer.

En undersøgelse i skoler viste hyppige gener fra indeklimafaktorer som varme, træk, statisk elektricitet, belysning og støj. Endvidere viste denne undersøgelse, at der hyppigst kom klager fra skoler med tekstile gulvbelægninger og skoler med mekanisk indblæsning af luft.

En undersøgelse af hovedpine og slimhindegener i en repræsentativ befolkningsgruppe viste bl.a., at disse gener forekom henholdsvis to og tre gange så hyppigt på arbejdspladsen som i hjemmet.

De refererede undersøgelser viste ikke årsags/virknings sammenhænge og kunne derfor kun danne grundlag for hypoteser, som man må efterprøve med forskningsprojekter, der bl.a. indeholder målinger. Rapporten slutter med en oversigt over indeklimateforskningsområder med forslag til projekter, som findes relevante på baggrund af de indhøstede erfaringer.

I forbindelse med indeklimatesekretariatets arbejde er påbegyndt udvikling af en metode til objektiv måling af næseslimhindens opfugtningsevne. Metoden forventes ved videreudvikling at kunne bruges til at eftervise, om en gruppe personer er udsat for påvirkninger, der udløser symptomet "tørre slimhinder".

---

Indeklimasekretariatets virksomhed 1978-82

---

Indeklimasekretariatet på SBI blev oprettet 1978 som følge af et stigende antal henvendelser om hjælp til at løse problemer, som henførtes til det fysiske indeklima. Henvendelserne kom fra personer i boliger, kontor-, institutions- og fabriksbygninger.

Især på boligområdet fandtes kun en begrænset viden om omfanget af indeklimaproblemer. Hvad angår forholdene i skoler, kontorer og institutioner havde SBI en baggrundsviden om indeklimaproblemer, især med relation til det termiske klima. Denne viden er blevet indsamlet ved flere hundrede målinger med Byggeriets Indeklima Målestation, BIM.

Formål

Formålet blev således at:

- indsamle og analysere erfaringer om det fysiske indeklima, dets sammenhæng med bygningens udformning, materialer og anvendelse og om menneskers oplevelse af indeklimaet.
  - sprede viden til brugere, projekterende og udførende i byggeriet om det fysiske indeklimas indflydelse på menneskers sundhed og komfort og om, hvorledes det bedst mulige fysiske klima kan opnås og opretholdes.
  - svare på henvendelser om indeklimaproblemer.
  - udarbejde forslag til og yde bistand ved forskningsprojekter på SBI og andre forskningsinstitutioner,
  - søge at udarbejde grundlag for bestemmelser om indeklimakrav i bygningslovgivningen samt deltage som arrangør ved møder og konferencer om indeklima.
- I perioden 1978-81 har sekretariatets medarbejdere

koncentreret sig om de tre førstnævnte mål, mens der siden 1981 hovedsageligt er arbejdet med de mere grundlæggende forhold, nævnt under det sidstnævnte mål.

Indeklimasekretariatets arbejde er detaljeret beskrevet i en intern rapport (1).

#### Undersøgelser

Sekretariatet har gennemført seks undersøgelser, hvoraf hovedresultaterne er beskrevet i denne rapport. Der er tillige beskrevet et forskningsprojekt vedrørende måling af slimhindens opfugtningsevne. Rapporten indeholder til slut en oversigt over indeklimatekniske områder med projektforslag og slutter med SBI's planlagte aktiviteter.

#### Projektforslag

#### Information

En stor del af indeklimasekretariatets virksomhed har bestået i at informere om indeklimateknik. Det er sket i forbindelse med udstillingen "Byggeri for Milliarder", kongres-, kursus- og foredragsvirksomhed samt ved artikler i fag- og dagspresse. Der er endvidere udarbejdet ni pjecer om specifikke indeklimaspørgsmål. Pjecerne er skrevet for bygningsbrugere.

#### Arbejdsgrupper

Sekretariatet har deltaget i Byggestyrelsens arbejdsgrupper om bestemmelser i Bygningsreglementet om formaldehydafgivelse fra byggematerialer og Byggeriets Udviklingsråds projektgruppe om boliger for allergikere.

---

## Undersøgelser

---

Der blev gennemført seks spørgeskemaundersøgelser. Undersøgelserne bestod hovedsageligt i en opgørelse af symptomer og gener samt analyser af disse i relation til bygningernes udformning og materialevalg.

Følgende undersøgelser blev gennemført:

#### Henvendelser om indeklimaproblemer

Der blev foretaget en opgørelse over 1650 telefoniske henvendelser, rettet til indeklimasekretariatet inden for to og et halvt år. Opgørelsen viser, om spørgeren primært ønskede generel information, oplysning om mulige årsager til et bestemt symptom eller oplysning om en bestemt fysisk faktor.

#### Boliger med indeklimaproblemer

En del af dem, der henvendte sig, fik tilsendt et spørgeskema. Det skete hovedsagelig, når vedkommende havde et eller flere symptomer, som de mente havde sammenhæng med boligens indeklimateknik, uden at sammenhængen var indlysende. En analyse af spørgeskemaer fra 311 boliger viser visse sammenhænge mellem symptomer og bygningsmæssige forhold.

#### Boliger med formaldehyd

Fra en bebyggelse på 412 boliger med gulve, vægge og lofter af spånplade blev 249 spørgeskemaer analyseret. Analysen viser hyppigheden af symptomer sammenholdt med de forskellige bygningsafsnits alder og spånpladernes overfladebehandling.

#### Skoler

I 16 københavnske skoler blev der gennemført en spørgeskemaundersøgelse blandt lærere og elever. Undersøgelsen viser hyppighed af symptomer, sygdomme og gener i skoler henholdsvis med og uden tæppebelægninger og i skoler med forskellig ventilationsform.

Kontorer med indeklimaproblemer

Hyppeghed af hovedpine og slimhindegener

Undersøgelsernes repræsentativitet

Spørgeskemaer

Fra 50 kontorbygninger, overvejende nye og nyindrettede, blev der modtaget spørgeskemaer om arten af indeklimaproblemer. Der er foretaget en opgørelse over de hyppigst anførte symptomer og gener.

I forbindelse med en befolkningsundersøgelse, der udføres af Danmarks Statistik tre gange årligt, blev der i maj 1981 stillet spørgsmål om hyppighed af hovedpine og slimhindeirritation i hjemmet og på arbejdsstedet. Undersøgelsen viser hyppigheden af de nævnte symptomer og gener i relation til hjem, arbejde, beskæftigelse og visse boligbæssige forhold.

Kun ved den sidstnævnte undersøgelse var der foretaget en repræsentativ udvælgelse af personerne. De øvrige bygger på oplysninger fra personer, der har følt indeklimaproblemer, fra personer i bygninger, hvor der er konstateret indeklimaproblemer eller fra personer i bygninger, der repræsenterer bestemte bygningsudformninger. Når der derfor i den følgende beskrivelse af undersøgelseens hovedresultater angives nogle sammenhænge mellem fx et symptom og en bygningsfaktor, viser dette ikke nødvendigvis, at der er en årsags/virkningssammenhæng. Til den statistiske behandling blev anvendt  $\chi^2$ -tests.

De anvendte spørgeskemaer til henholdsvis boliger, skoler og kontorer var omfattende og er derfor ikke medtaget i rapporten. De kan rekvireres i SBI's afdeling for indeklimateknik.

#### Henvendelser om indeklimaproblemer

Indeklimasekretariatet modtog henvendelser hovedsagelig foranlediget af interviews i dagspressen, radio og TV samt af en folder, der blev udleveret i forbindelse med kurser og udstillinger.

Af 1650 henvendelser udtrykte en fjerdedel et ønske om generel information om indeklimaspørgsmål. Resten (1270) henvendte sig dels med et specifikt symptom som årsag (40 pct.) dels med spørgsmål om specifikke fysiske faktorer (60 pct.).

Den hyppigst nævnte gruppe symptomer var luftvejs- og slimhindeirritation (astma, allergi, tørre slimhinder, svie i øjne og åndedrætsbesvær).

De hyppigst nævnte fysiske faktorer var fugt, formaldehyd og andre afgangninger fra byggematerialer.

| Årsager til henvendelse           | pct. |
|-----------------------------------|------|
| <u>Symptomer:</u>                 |      |
| Luftvejs- og slimhindeirritation  | 35   |
| Hovedpine                         | 5    |
| <u>Fysiske forhold:</u>           |      |
| Fugt                              | 21   |
| Formaldehyd og andre afgangninger | 18   |
| Statisk elektricitet              | 12   |
| Lugt, varme, kulde, støj          | 8    |

Tabel 1. Fordeling af årsagerne til 1270 henvendelser om indeklimaproblemer.

#### Boliger med indeklimaproblemer, symptomer og gener

Af dem, der henvendte sig telefonisk til indeklimasekretariatet, udfyldte ca. en trediedel et detaljeret spørgeskema om symptomer, helbredsforhold samt boligens udformning og brug. Heraf blev spørgeskemaer fra 311 boliger analyseret.

Etageboliger var repræsenteret med 35 pct. af de undersøgte boliger mod 43 pct. i landsgennemsnittet. 40 pct. af boligerne var bygget efter 1970 mod kun 20 pct. i landsgennemsnittet. Antal personer pr. bolig og pr. rum i boligen svarede til landsgennemsnittet. Ufaglærte arbejdere var repræsenteret med en lavere andel end blandt befolkningen som helhed, hvorimod funktionærer, hjemmearbejdende og pensionister var overrepræsenteret. Ialt var der 596 voksne og 331 børn (yngre end 15 år) i boligerne.

Materiale



## Symptomer

Der var i gennemsnit 2,5 klage pr. bolig, stammende fra én eller flere personer. Størstedelen var angivet som symptomer. Klagernes antal var uafhængige af personernes køn og rygevaner. Hovedpine, tørre slimhinder og øjenirritation var de tre hyppigst nævnte symptomer. Ialt forekom hos mindst én af beboerne luftvejs- og slimhindsymptomer i 66 pct. af boligerne, hovedpine i 31 pct. af boligerne. Generelt forekom hyppig hovedpine, vurderet ud fra hovedpinepilleforbruget (én eller flere gange pr. uge), ca. fire gange så hyppigt blandt de voksne i dette materiale sammenlignet med en repræsentativ befolkningsgruppe (2)

Ca. en fjerdedel af de personer, der angiver luftvejs- og slimhindeirritation som symptom i forbindelse med boligen, angiver at lide af en allergisk sygdom, astma, høfeber eller allergi.

| Symptom          | Forekomst i procent |             |               |
|------------------|---------------------|-------------|---------------|
|                  | i boliger           | blandt børn | blandt voksne |
| Hovedpine        | 31                  | 22          | 15            |
| Tørre slimhinder | 25                  | 18          | 11            |
| Øjenirritation   | 24                  | 16          | 10            |

Tabel 2. Fordeling af de tre hyppigste symptomer.

## Indeklimaet

Direkte adspurgt om opfattelsen af de fysiske klimaparametre viste det sig, at der forekom gener i form af træk eller fodkulde samt statisk elektricitet om vinteren i ca. en tredjedel af boligerne. Ligeledes vurderede man i ca. en tredjedel af boligerne lufttemperaturen som varm om sommeren og i halvdelen af boligerne vurderedes luften som tør om vinteren.

## Klager og boligens udformning

Der blev foretaget en sammenligning mellem boligernes type, alder og istandsættelsestidspunkt for boliger med og uden visse af de hyppigst forekommende gener, dvs. hovedpine, tørre slimhinder, svie i øjne, åndenød, luftvejsirritation, astma og høfeber/allergi.

Boliger med blot én af de nævnte luftvejs- og slimhindegener blev tillige vurderet som en gruppe.

For de fleste statistiske analysers vedkommende viste der sig ingen sammenhænge mellem symptomer og boligforhold. Der blev fundet svagt statistisk grundlag for, at de i tabel 3 nævnte sammenhænge ikke er tilfældigt forekommende (signifikans  $p < 0,05$ ). To af de nævnte sammenhænge viser sig ved et stærkere statistisk grundlag (signifikans  $p < 0,01$ ).

| Symptom          | Flest tilfælde, når boligerne er                    |
|------------------|---|
| Hovedpine        | 0-4 år gamle <sup>+</sup> )                         |
| "                | med betonydervægge                                  |
| "                | med lang udluftningstid                             |
| Svie i øjnene    | 0-4 år gamle  |
| "                | istandsat for 3 eller flere år siden <sup>+</sup> ) |
| Tørre slimhinder | etageboliger  |
| " "              | ældre end 4 år                                      |

+ ) betyder, at denne sammenhæng med større sandsynlighed end de øvrige ikke er tilfældig.

Tabel 3. Sammenhænge mellem symptomer og boligforhold, der kan anses for at være ikke tilfældigt forekommende.

## Diskussion af resultater

Opgørelsen viser, at hovedpine, tørre slimhinder og svie i øjnene var de hyppigst forekommende symptomer, der relateres til boligernes klima. Disse symptomer, især hovedpine og tørre slimhinder, kan dog have andre årsager end det fysiske klima.

Analysen af det enkelte symptom i forhold til boligens udformning er udført ved at sammenligne de boliger i materialet, hvor de pågældende symptomer forekommer, med de øvrige boliger. Der foreligger altså ikke en egentlig kontrolgruppe med repræsentativ personsammensætning eller boligudformning.

Det er derfor væsentligt at være opmærksom på, at de fundne resultater ikke entydigt beviser sammenhænge, men peger på forhold, der bør undersøges nærmere.

#### Hovedpine

Resultaterne om forekomst af hovedpine kan understøtte en hypotese om, at nye boliger udøver en større påvirkning end ældre, fordi nye materialer afgiver en større mængde af gasformige forureninger, eller fordi boligerne er tættere og ikke ventileres (udluftes) tilstrækkeligt. Resultaterne om forekomst af hovedpine understøtter endvidere en hypotese om, at boliger med betonydervægge udøver en større påvirkning end andre boliger, fx fordi boligerne afgiver en anden eller større mængde af gasformige forureninger, eller fordi boligerne udføres tættere og ikke ventileres (udluftes) tilstrækkeligt.

#### Svie i øjne

Resultaterne om forekomst af svie i øjne kan understøtte den nævnte hypotese om nye boliger, men ikke understøtte en hypotese om, at istandsættelse resulterer i en længerevarende virkning på grund af de ved fordampning afgivne stoffer.

#### Tørre slimhinder

Resultaterne om forekomst af tørre slimhinder tyder på, at beboere i etageboliger i højere grad udsættes for påvirkninger, der udløser tørhedsfornemmelse, end beboere i andre boliger, men de kan ikke understøtte hypotesen om nye boligers påvirkning af slimhinder.

#### Formaldehyd i rumluften, symptomer og gener

#### Materialet

På opfordring fra en beboerforening for 412 boliger i en tæt-lav bebyggelse gennemførtes en spørgeskemaundersøgelse. Inden undersøgelsen blev foretaget var der enkelte målinger af formaldehydindholdet i rumluften. Målingerne havde vist værdier over den af bolighygiejnere foreslåede grænse på  $0,15 \text{ mg/m}^3$ .

Der blev modtaget udfyldte spørgeskemaer fra 249 boliger, der omfattede 337 voksne og 183 børn (under 15 år).

Boligerne er fremstillet af spånpladekassetter, dvs. med gulve, vægge og lofter af spånplade, og med udven-

dig skalmur af teglsten. Boligerne er opført i tre etaper, der ved undersøgelsens gennemførelse var henholdsvis 3-5 år, 2-3 år og 1-2 år gamle.

Beboelsestætheden (antal person pr. bolig) var lavere end landsgennemsnittet.

#### Symptomer

De tre hyppigste symptomer var svie i øjne, hovedpine og tørre slimhinder. Det ses af tabel 4, at svie i øjne og tørre slimhinder forekom hyppigt. Især svie i øjne forekom langt hyppigere end i de 311 boliger, hvorfra personer havde henvendt sig direkte til SBI om indeklimaproblemer (sammenlign med tabel 2).

| Symptom          | Forekomst i pct. hos mindst 1 pers./bolig |                |                |                |
|------------------|---|----------------|----------------|----------------|
|                  | i alle boliger                            | 1.etape 3-5 år | 2.etape 2-3 år | 3.etape 1-2 år |
| Svie i øjnene    | 46  | 37             | 60             | 39             |
| Hovedpine        | 33  | 23             | 40             | 34             |
| Tørre slimhinder | 33  | 23             | 36             | 36             |

Tabel 4. Fordeling af de tre hyppigste symptomer i boliger med gulve, vægge og lofter af spånplade.

Boligerne blev endvidere bedømt som varme, især om sommeren, hvilket kan skyldes den lette konstruktion i forbindelse med direkte solindfald gennem vinduer samt begrænsede muligheder for konstant at have vinduerne på klem.

Senere målinger af formaldehyd (4) har vist værdier ( $0,06 - 0,94 \text{ mg/m}^3$ ) langt over den foreslåede grænse på  $0,15 \text{ mg/m}^3$ , og de kendte symptomer af påvirkning fra formaldehyd er netop slimhindeirritation i såvel øjne som luftveje. I tilknytning til formaldehydmålingerne målttes tillige det naturlige luftskifte. Det varierede fra 0,1-1,25 gange pr. time.

Forskellene i symptomernes hyppighed i de enkelte byggeetaper skyldes formodentlig, at 3. etape er udført af spånplader med formaldehydbindende overfladebehand-

ling, samt at 1. etape er ældre og som følge deraf må forventes at have mindre afgasning. Boligerne er opført, inden der i bygningsreglementet blev indføjet bestemmelser om formaldehydafgasning fra byggematerialer.

#### Skoler, symptomer og gener

I efteråret 1979 gennemførtes i samarbejde med Københavns kommunale Skolevæsen en spørgeskemaundersøgelse i 16 københavnske skoler. Undersøgelsen er beskrevet i (5) og (6). Formålet var at afdække omfanget og arten af indeklimaklager i skoler og at undersøge, om visse bygningsmæssige forhold havde indflydelse på indeklimaet og dermed på gener og helbredsforhold.

Materialet

I undersøgelsen indgik nye og gamle skoler, skoler med og uden tekstile gulvbelægninger samt skoler med forskellige former for ventilation.

Undersøgelsens resultater omfattede 1229 elever i 7. og 8. klasse samt 407 lærere.

Generelle resultater

Direkte adspurgt svarede 36 pct. af eleverne og 59 pct. af lærerne, at de havde problemer med indeklimaet. De hyppigst nævnte symptomer var hovedpine, og for lærerne tillige tørre slimhinder.

Direkte adspurgt om gener fra de fysiske klimafaktorer angav eleverne varme (37 pct.), støj fra andre lokaler (32 pct.) og belysningsforhold (29 pct.) som mest generende. Lærerne angav varme (46 pct.), statisk elektricitet (38 pct.) og træk (30 pct.) som mest generende.

Desuden fandt mange luften tør i efterårssæsonen, hvor den relative fugtighed indendørs normalt er høj (elever 24 pct., lærere 55 pct.).

Der blev fundet stærk sammenhæng ( $p < 0,001$ ) mellem følgende klimafaktorer og gener: varme - hovedpine, støj - hovedpine (kun elever), statisk elektricitet - hovedpine, varme - opfattelse af tør luft, varme - tørre slimhinder, statisk elektricitet - tørre slimhinder.

Disse sammenhænge skal forstås således, at personer, der var generet af en af de nævnte klimafaktorer,

samtidig havde de nævnte symptomer i højere grad end de øvrige personer.

Bygningsudformningens betydning

Der forekom mindst en og en halv gang så mange klager i skoler med tekstile gulvbelægninger som i skoler med hårde gulvbelægninger. Der forekom ligeledes langt flere klager fra skoler med indblæsningsanlæg end fra skoler med anden form for ventilation. Se tabel 5.

| Gulvbelægning     | Andel lærere med indeklimaproblemer, pct. i skoler med |                   |
|-------------------|--|-------------------|
|                   | indblæsningsanlæg                                      | anden ventilation |
| Tekstil belægning | 85 <sup>a)</sup>                                       | 64 <sup>b)</sup>  |
| Hård belægning    | 66 <sup>a)</sup>                                       | 37 <sup>c)</sup>  |

a) Alle skoler 5-11 år gamle.

b) To af tre skoler 5-11 år gamle.

c) Alle skoler mere end 11 år gamle.

Tabel 5. Andel lærere som angav at have problemer med indeklimaet. Fra 16 københavnske skoler med forskellig gulvbelægning og forskelligt ventilationssystem.

Sygdom og symptomer

Sammenlignet med 414 personer i to kontorbygninger var der for luftvejssygdomme (forkølelse, hoste, halsbetændelse) større hyppighed blandt lærerne<sup>\*)</sup>.

Luftvejssygdomme blandt elever forekom lidt hyppigere i skoler med tekstil gulvbelægning end i skoler med hård gulvbelægning<sup>\*)</sup>.

Bihulebetændelse blandt lærere forekom næsten dobbelt så hyppigt i skoler med tekstil gulvbelægning som i skoler med hård gulvbelægning<sup>\*)</sup>.

Øjenbetændelse blandt lærere forekom dobbelt så hyppigt i skoler med indblæsningsanlæg som i skoler med udsugningsanlæg eller vinduesventilation<sup>\*\*\*)</sup>.

\*) De nævnte forskelle forekom med svag statistisk signifikans  $p < 0,05$ .

\*\*\*) De nævnte forskelle i hyppighed forekom med høj statistisk signifikans  $p < 0,001$ .

Hovedpine (pilleforbrug) blandt lærere forekom dobbelt så hyppigt i skoler med tekstil gulvbelægning som i skoler med hård gulvbelægning og også hyppigere i skoler med indblæsningsanlæg end i skoler med en anden ventilationsform<sup>\*\*\*</sup>).

Tørre slimhinder blandt lærere og elever forekom dobbelt så hyppigt i skoler med tekstil gulvbelægning som i skoler med hård gulvbelægning og også hyppigere i skoler med indblæsningsanlæg end i skoler med anden ventilation<sup>\*\*\*</sup>).

Der blev ikke fundet forskelle i hyppighed af allergi eller astma på skoler i de nævnte bygningsmæssige grupper.

Ved sammenligning mellem skoler med samme ventilationsform var der i skoler med tekstile gulvbelægninger flere gener fra statisk elektricitet og tør luft end i skoler med hårde gulvbelægninger, men der var færre gener fra støj og lugt.

Generelt var der i skoler med tekstile gulvbelægninger derudover flere gener fra varme og træk.

Ved sammenligning mellem skoler med samme type gulvbelægning var der i skoler med indblæsning af ventilationsluft flere gener fra statisk elektricitet, træk og tør luft end i skoler med anden form for ventilation, men der var færre gener fra lugt.

Generelt var der i skoler med indblæsningsanlæg flere gener fra varme.

Teknologisk Institut har gennemført målinger af det fysiske klima på flere af skolerne ca. to år senere end spørgeskemaundersøgelsen. Disse målinger bekræftede generelt de ved spørgeskemaundersøgelsen fundne resultater med hensyn til forekomst af statisk elektricitet, belysningsforhold og regulering af varme- og ventilationsanlæg.

\*\*\*) De nævnte forskelle i hyppighed forekom med høj statistisk signifikans  $p < 0,001$ .

#### Kontorer med indeklimaproblemer, symptomer og gener

En opgørelse af spørgeskemaer (ikke enkeltpersonskemaer) fra 50 kontorbygninger med indeklimaproblemer viste, at hovedpine og slimhindeirritation var årsagen til klage i halvdelen af tilfældene. I en tredjedel nævntes specifikt tørre slimhinder og i en fjerdedel svie i øjne. Statisk elektricitet blev nævnt som problem i tre fjerdedele af kontorerne, der havde tekstile gulvbelægninger, men blev ikke nævnt i de øvrige. Der var især henvendelser fra nye eller nyindrettede kontorer.

#### Hyppighed af hovedpine og slimhindegener

For at tilvejebringe oplysninger om hyppigheden af hovedpine og slimhindegener i boligen og på arbejdspladsen i almindelighed til sammenligning med resultater fra specielle undersøgelser gennemførtes en interviewundersøgelse i samarbejde med Danmarks Statistik i maj 1981. Ved undersøgelsen fremkom tillige oplysninger om de interviewede, deres boligforhold, beskæftigelsesforhold samt oplysninger om temperatur i boligen samt personernes opfattelse deraf. Til sammenligning gennemførtes en tilsvarende undersøgelse i januar 1983, dvs. i opvarmningssæsonen.

Resultaterne offentliggøres senere i en SBI-publikation. I det følgende angives nogle hovedresultater fra undersøgelsen i maj 1981.

#### Hovedpine

Hyppigheden af hovedpine fremgår af tabel 6. Kvinder havde hovedpine (mere end en gang ugentligt) to og en halv gang så hyppigt som mænd. Hyppighed af hovedpine var ca. en og en halv gang større på arbejde end hjemmet. Der var færre hovedpinetilfælde i nye boliger end i ældre boliger. Beboerne i lejet bolig havde hyppigere hovedpine end, de der bor i ejerbolig. Der var ingen signifikant forskel i hyppigheden af hovedpine hos beboere i etageboliger og beboere i enfamiliehuse, men hyppigheden var dog størst i den førstnævnte boligtype.

Fysiske indeklimafaktorer

Målinger

Personer med udendørs arbejde (landbrug, byggearbejde) havde sjældnere hovedpine på arbejde end indendørs beskæftigede. Offentligt ansatte havde hyppigere hovedpine end privat ansatte. Disse forskelle kan forklares ved den relativt større andel kvinder beskæftiget i indendørs erhverv og blandt offentlige ansatte.

|                         | Hyppighed af hovedpine, pct. |                              |
|-------------------------|------------------------------|------------------------------|
|                         | mere end 1 gang<br>pr. uge   | mere end 1 gang<br>pr. måned |
| Hjemme                  | 6 (8)                        | 15 (18)                      |
| På arbejde              | 11                           | 24                           |
| Hjemme eller på arbejde | 12                           | 28                           |

Tabel 6. Hyppighed af hovedpine i procent. Tal i parentes gælder personer, der ikke har udearbejde.

#### Slimhindegener

Hyppigheden af slimhindegener (både øjne og luftveje) fremgår af tabel 7.

Slimhindegener var en og en halv gang hyppigere hos kvinder end hos mænd. Hyppigheden øgedes iøvrigt med alderen.

Gener var hyppigere, når der var mere end 3 år siden, boligen var istandsat, men var uafhængige af boligens alder. Slimhindeirritation i boligen øgedes med stigende rumtemperatur.

Slimhindegener var to og en halv gang hyppigere i etage- og i kædehuse end i fritliggende haveboliger, og lejere havde gener dobbelt så hyppigt som ejere.

På arbejde var slimhindegener sjældnest, når temperaturen var som hjemme, og øgedes, både når den var højere og lavere eller ved skiftende temperaturforhold. Personer med udendørs beskæftigelse havde sjældnere slimhindegener på arbejde end indendørs beskæftigede. Offentligt ansatte havde hyppigere gener end privatansatte. Disse forskelle kan forklares ved den større andel kvinder beskæftiget i indendørs erhverv og blandt offentligt ansatte.

|                         | Hyppighed af slimhindegener, pct. |                              |
|-------------------------|-----------------------------------|------------------------------|
|                         | mere end 1 gang<br>pr. uge        | mere end 1 gang<br>pr. måned |
| Hjemme                  | 5 (7)                             | 8 (10)                       |
| På arbejde              | 15                                | 23                           |
| Hjemme eller på arbejde | 17                                | 25                           |

Tabel 7. Hyppighed af slimhindegener i procent. Tal i parentes gælder personer, der ikke har udearbejde.

---

 Diskussion og konklusion af undersøgelserne
 

---

## Hyppigste gener

Undersøgelserne viste alle, at hovedpine og slimhinder gener var de symptomer, der blev henført hyppigst til de indeklimatiske forhold. I bygninger, hvor der var formaldehyd i rumluften, var svie i øjne det fremherskende symptom.

## Boligalder og gener

Analysen af boliger, hvis beboere havde rettet henvendelse til SBI, viste, at der blandt disse boliger var procentvis dobbelt så mange, der var bygget efter 1970 som i landsgennemsnittet. De resultater fra denne analyse, der tydede på en sammenhæng mellem hyppighed af hovedpine og boligens alder, kunne ikke bekræftes ved den gennemførte undersøgelse af en repræsentativ befolkningsgruppe (2). Hvis denne sammenhæng er betinget af boligens luftkvalitet, vil den dog også vise sig svagere i den repræsentative undersøgelse, der blev udført på en årstid (maj måned), hvor der normalt udluftes væsentligt mere, jf. (7).

Sammenhæng mellem hovedpine og betonydervægge blev fundet såvel i denne undersøgelse som i undersøgelsen "Sundhedstilstanden i nyere etageboliger" (8), hvori dog den gruppe boliger, der havde beton som udvendigt byggemateriale, var gennemsnitligt nyere end de øvrige.

## Boligtype og gener

I undersøgelsen af boliger med indeklimaproblemer forekom luftvejs- og slimhindsymptomer hyppigt og tørre slimhinder hyppigst i etageboliger.

Undersøgelsen af symptomer hos en repræsentativ befolkningsgruppe viste en større hyppighed af gener i øjne og luftveje hos personer, der bor til leje. Der

var endvidere tendens til, at personer, der bor i etageboliger, hyppigere havde disse symptomer. Resultaterne i de to undersøgelser er dog ikke helt sammenlignelige, idet spørgsmålet i undersøgelsen af en repræsentativ befolkningsgruppe omfattede mere end blot tørre slimhinder. Resultatet sløres eventuelt af, at de boliger, hvori svie i øjne forekom, synes at være hyppigst i nyere byggeri og især hyppigt i boliger bygget med spånplade som bygningsdel. Og der er sjældent anvendt spånplade som bygningsdel i etageboliger. Det bør derfor overvejes at skille spørgsmål om symptomer i øjne fra symptomer i luftveje i kommende undersøgelser.

## Andre forholds betydning

Undersøgelsen af symptomer hos en repræsentativ befolkningsgruppe viste iøvrigt, at hovedpine og slimhindeirritation forekom henholdsvis to og tre gange hyppigere på arbejdspladsen end i hjemmet, og at kvinder havde hyppigere symptomer end mænd.

## Skoler og indeklimaproblemer

Undersøgelsen i 16 københavnske skoler viste bl.a., at lærerne indtog medicin mod hovedpine ca. to og en halv gang hyppigere end en repræsentativ gruppe af 40-årige (3). En sammenligning med den af indeklimasekretariatet gennemførte undersøgelse af en repræsentativ befolkningsgruppe tyder på dobbelt så stor hyppighed af hovedpine på lærernes arbejdsplads som på andre arbejdspladser.

I skolerne er der tillige stor hyppighed af gener fra varme, støj og statisk elektricitet. Der viste sig en større hyppighed af hovedpine blandt lærere, der gav udtryk for de nævnte gener.

Der viste sig endvidere stor hyppighed af tørre slimhinder blandt lærere, der var generet af varme eller statisk elektricitet.

## Forskningsbehov

I ingen af de omtalte undersøgelser blev der stillet spørgsmål, der kan belyse psykiske forholds betydning for resultaterne.

Resultaterne viser, sammenholdt med andre tidligere undersøgelser, at der er behov for at gennemføre forskningsprojekter, der ved målinger kan belyse indeklimaforholdene:

- nyt kontra ældre byggeri
- beton- kontra teglbyggeri
- etageboliger kontra enfamiliehuse.

Desuden er der behov for at undersøge:

- de psykiske påvirkningers indflydelse på symptomerne hovedpine og tørre slimhinder, som hyppigt tilskrives de fysiske klimapåvirkninger.

Nogle af de nævnte forhold er allerede genstand for undersøgelser. Dette behandles nærmere i afsnittet om indeklimaforskningsområder.

---

#### Måling af slimhindens opfugtningsevne

---

Symptomet tørre slimhinder forekommer hyppigt som indeklimaklage. Det ses af undersøgelser, der er omtalt i denne rapport og i en række undersøgelser gennemført af SBI's indeklimamålestation BIM.

#### Målemetode

Indeklimasekretariatet har udviklet en metode til at objektivisere sådanne klager. Metoden vil blive beskrevet detaljeret i en publikation fra SBI. Metoden består i princippet i at indblæse 1 liter tør luft pr. minut i ét næsebor og måle forløbet af opfugtningen af luften. Metoden har den fordel at kunne udføres uden indgreb og uden væsentlig gene fra personen, idet personen blot holder en dyse, hvorfra der både indblæses og udsuges luft, tæt mod ét næsebor ad gangen, mens der åndes gennem munden. Der er foretaget undersøgelser af individuelle variationer, og apparatet er bl.a. afprøvet ved måling på personer, der af medicinsk vej har fået udtørret slimhinderne. Ved en feltundersøgelse i et kontorhus med et stort antal beskæftigede, der anførte tørre slimhinder som gene, viste det sig ved sammenligning med en tilfældig udvalgt gruppe uden gener, at gruppen i kontorhuset havde en lavere opfugtningsevne.

Metoden synes ud fra en indeklimamæssig betragtning at være anvendelig til at vise, om en gruppe personer er udsat for påvirkninger, der udløser tørhed eller andre irritationstilstande i næseslimhinden. Metoden kan ikke vise, hvilke påvirkninger det drejer sig om. Yderligere udvikling og afprøvning af metoden er nød-

vendig for at afgøre, i hvilket omfang den kan anvendes ved indeklimaundersøgelser og vurdering af gener.

---

 Indeklima - forskningsområder
 

---

I indeklimasekretariatets interne rapport (1) fra maj 1981 er der udarbejdet en oversigt over forskningsprojekter, der ud fra sekretariatets erfaringer forekom vigtige at få iværksat. Denne oversigt er forelagt ATV's indeklimaudvalg og Hygiejnisk Institut i Århus. Der er i den forløbne tid iværksat flere undersøgelser, der tilgodeser en del af de udarbejdede forslag. I den følgende oversigt beskrives alene de enkelte forskningsområder og de behov, der er for forsknings- og informationsvirksomhed inden for disse områder. Der redegøres endvidere for de aktiviteter, der er i gang. De angivne projekter skal betragtes som eksempler på projektmuligheder og udgør ikke en fuldstændig og prioriteret liste.

Andre oversigter over forskningsprojekter og -behov er udarbejdet af ATV's indeklimaudvalg (9), WHO (10) og National Research Council (11).

Oversigten handler primært om luftkvalitetsmæssige forhold. Ganske vist viser det sig ved undersøgelser i praksis, at de termiske forhold ikke er tilfredsstillende, men den grundlæggende viden om disse forhold er veludforsket og årsagerne til, at indeklimaet i praksis ofte afviger fra det ønskede, er kendte.

#### Sundhed og komfort

Undersøgelser af helbredsmæssige og komfortmæssige virkninger hos personer udsat for gasser, dampe, støv og lyd i bygninger.

Områdebeskrivelse



Status Virkningen af kendte dampformige stoffer, støv og lavfrekvent lyd i et omfang, der forekommer i boliger, kontorer og skoler, er ikke undersøgt. En delvis undtagelse er dog formaldehyd. Der er på Hygiejnisk Institut i Århus indledt en forsøgsrække med personer med følsomme luftveje, der i et klimakammer udsættes for visse af de forekommende luftformige stoffer i inde-luften.

Der er udført forsøg på Aalborg Universitet med infralyds påvirkning, og et litteraturstudie om lavfrekvent lyds påvirkninger er iværksat på SBI.

#### Forslag til projekter

- Projekter
- Effekt på normalbefolkningen og på risikogrupper af organiske gasformige forbindelser (kulbrinter) i de doser, der forekommer i nye bygninger ( $0-18 \text{ mg/m}^3$ ).
  - Effekt på øjen- og luftvejsirritation af støv og mineraluldsfibre ved de doser, der forekommer i bygninger ( $0-1 \text{ mg støv pr. m}^3 \text{ luft}$  og  $0-40000 \text{ fibre pr. m}^3 \text{ luft}$ ).
  - Kuldioxid og andre stoftskifteprodukters effekt i lave koncentrationer (0,1-0,5 pct.)
  - Effekt af kvælstofilter i de koncentrationer, der forekommer i boliger.
  - Effekt af rengørings- og antistatmidlers afgasninger i de doser, der forekommer i luften efter anvendelse.
  - Effekt af lavfrekvent lyd og infralyd i de styrker, der forekommer i bygninger.

#### Epidemiologiske undersøgelser

Områdebeskrivelse Undersøgelse af forekomsten af gener og sygdomme, der forventes at stamme fra gasser, dampe, støv, fugt og lavfrekvent lyd i forskellige bygningstyper.

Status De fleste gennemførte undersøgelser har taget sigte på at redegøre for forekomsten af sygdomme, færre har beskæftiget sig med gener karakteriseret ved hovedpine, slimhindeirritation, træthed og svimmelhed ("indeklimasyndromet"). Der er dog på arbejdsmiljøområdet en sti-

gende interesse for dette emne. Blandt nyere undersøgelser af sygdomme og symptomer i boliger kan nævnes, foruden de her beskrevne undersøgelser, "Indeklimaet i etageboliger" (7), "Sundhedstilstanden i nyere etageboliger" (8) samt "Otitis Media i barnealderen, Boligens betydning" (12). En igangværende undersøgelse "Hovedpine og slimhindegener i befolkningen" udføres af SBI og Danmarks Statistik.

#### Psykosociale forhold

Områdebeskrivelse Undersøgelser af interaktion mellem psykosociale og fysiske påvirkninger.

Status Der udføres ingen forskning på dette område.

#### Forslag til projekter

Projekter Projekter på dette område bør især have relation til "indeklimasyndromet", idet det forekommer sandsynligt, at visse psykosociale faktorer, fx stress, kan udløse samme symptomer eller forstærke disse som visse fysiske faktorer.

#### Forekomst og størrelse af indeklimapåvirkninger

Områdebeskrivelse Undersøgelser af forekomst af gasser, dampe, støv samt støj i forskellige bygningstyper, inkl. forskellige installationsformer.

Status Der er allerede udført en del målinger af forekomsten og luftens indhold af organiske dampe af opløsningsmiddeltypen og af formaldehyd i kontorlokaler, institutioner og boliger.

Disse undersøgelser har vist en signifikant højere totalværdi for disse organiske dampe i nye boliger end i ældre, og iøvrigt vist forskelle fra ca.  $0,1 \text{ mg/m}^3$  til ca.  $18 \text{ mg/m}^3$  (13). Der er endvidere målt indhold af formaldehyd fra under  $0,1 \text{ mg/m}^3$  til  $7 \text{ mg/m}^3$ . Det er målt, hvilke organiske dampe af opløsningsmiddeltypen, der forekommer (14), og der er foretaget en toksikologisk vurdering af disse stoffer (15). Disse resultater anvendes nu som grundlag for klimakammerundersøgelser

af personers reaktion over for disse stoffer. Resultaterne af målinger af formaldehyd er anvendt af Miljøstyrelsen og Byggestyrelsen ved fastsættelse af krav til materialer, der anvendes til henholdsvis inventar og bygninger. Byggeriets indeklimamålestation, Arbejdsmiljøinstituttet og Teknologisk Institut foretager en indsamling af luftbåret støv i skoler og kontorer.

#### Forslag til projekter

##### Projekter

- Undersøgelse af forekomsten og luftens indhold af organiske dampe i bygninger med henblik på at kunne sammenholde resultatet med byggematerialernes art og mængde fx i beton- og teglbyggeri eller etage- og enfamiliehuse.
- Undersøgelse af forekomsten og luftens indhold af andre stoffer, fx aminer og blødgørere (ftalater).
- Måling af lavfrekvent lyd og infralyd i bygninger med ventilationsanlæg med henblik på at studere forskelle og niveauer som grundlag for undersøgelse af menneskets reaktioner på forskellige lydspektre.
- Undersøgelse af forekomsten (sammensætningen) og mængden af luftbåret støv, herunder mineraluldsfibre, i bygninger med forskelligt materialevalg og rengøringsniveau.

#### Materialers afgivelse af stoffer til rumluften

##### Områdebeskrivelse

Undersøgelser af bygnings- og inventarmaterialers afgivelse eventuelt optagelse af gasser, dampe, støv og vanddamp.

##### Status

Spånplader og andre limede plader samt ureaformaldehydskum til isolering er formentlig de byggematerialer, der er bedst undersøgt for afgivelse af stoffer, og det har som følge deraf også været muligt at fastsætte krav til materialerne i byggelovgivningen.

Undersøgelsen af 42 byggematerialers afgivelse af organiske gasser og dampe (14) har afsløret, at der fra hyppigt anvendte byggematerialer afgives 62 forskellige stoffer, hvoraf 84 pct. er slimhindeirriterende, 28 pct. er formodede cancerogene.

Undersøgelsen bør videreføres med henblik på at udvide udvalget af materialer, der undersøges, virkningen af overfladebehandlingen af materialerne, ældningens indflydelse m.m.

#### Forslag til projekter

##### Projekter

- Undersøgelse af byggematerialers afgivelse af luftformige forureninger bestemt af materialernes produktionsmetode, overfladebehandling og alder.
- Undersøgelse af byggematerialers partikelformige afslidningsprodukter.
- Undersøgelse af byggematerialers evne til at optage og afgive stoffer fra rumluften - optagelsen kan være positiv for indeklimaet ved at udjævne spidspåvirkninger (fx vanddamp), eller negativ ved, at materialerne senere kan afgive store mængder på tidspunkter, hvor det ikke ønskes.

#### Ventilationsforhold

##### Områdebeskrivelse

Undersøgelser af ventilationsforhold i boliger og andre bygninger med hensyn til den samlede ventilation for bygninger som helhed, fordelingen i rum og ventilationens effektivitet, inklusive indflydelsen på indeklimaets enkelte faktorer.

##### Status

På baggrund af den foreliggende viden om luftkvalitetsmæssige og bygningsmæssige forhold er der i Bygningsreglementet en bestemmelse om, at enhver boligenhed skal kunne sikres et samlet luftskifte på 0,5 gang pr. time. Der er endvidere krav til ventilationsmængden for de våde rum. I vejledninger fra Arbejdstilsynet og i Dansk Ingeniørforenings norm for ventilationsanlæg findes oplysninger om nødvendig udelufttilførsel pr. person. De problemer, der opstår i forbindelse med ventilation, skyldes, at ventilationsbehovet ikke kan opfyldes uden en bestemt brug af udluftningsmulighederne, eller at den installerede mekaniske ventilation ikke fungerer eller ikke fordeler ventilationen i bygningens rum eller inden for samme rum. Termiske problemer som træk er udbredte.

Teknologisk Institut og SBI har indledt undersøgelser af luftens fordeling i boligens enkelte rum samt den tidsmæssige variation af luftskiftet i boliger i brug. SBI undersøger udeluftventilers funktion i bygninger med fugtproblemer.

#### Forslag til projekter

Projekter

- Undersøgelse af ventilationsfordelingen i boligens rum ved naturlig og mekanisk ventilation, herunder den tidsmæssige variation.
- Ventilationseffektivitet af opvarmnings- og ventilationsanlæg i boliger.
- Udeluftventilers udformning og placering med hensyn til trækfrihed og god ventilationseffektivitet.
- Udelufttilførsel i boliger med facade til luftforurenede gader.
- Metoder til vurdering af behov for eftertætning af bygninger eller forøgelse af ventilationen ud fra et samlet energimæssigt og indeklimamæssigt hensyn.
- Undersøgelse af udvikling af mikroorganismer i støvet i ventilationskanaler under drift og under stilstand, fx i kanaler på et varmt loft i perioder, hvor anlægget står stille.
- Undersøgelse af, om der ved brug af returluft i visse perioder absorberes gasser og dampe i støvet i ventilationskanaler, og om dette afgives i perioder med indtag af udeluft, og derved reelt nedsætter udeluftandelen.
- Undersøgelse af behovet for ventilation i skoler.

#### Brug, drift og vedligeholdelse af bygninger

Områdebeskrivelse

Undersøgelser af brugen - samt driftens og vedligeholdelsens betydning for indeklimaet, herunder rengøring og udluftningsvaner.

Status

Dette område omfatter specielt de bygningsmæssige forhold i modsætning til de installationsmæssige forhold, hvorom der allerede foreligger materiale til brug for projekterende og driftspersonale.

#### Forslag til projekter

Projekter

- Opstilling af et hygiejnisk vurderingsgrundlag for rengøringsaktiviteten. Herunder hører undersøgelser af sammenhæng mellem støv og rengøringsmetoder, målemetode for støvbelastning i rum og målemetoder for allergenforekomster.
- Antistat- samt rengørings- og plejemidlers afgivelse af stoffer til rumluften.
- Forekomst og mængde af kvælstofilter i boliger med og uden brug af gas til opvarmning og madlavning.
- Korttids- og langtidsudluftningens virkning på fugtophobning i boligen.

#### "Syge" bygninger

Områdebeskrivelse

Undersøgelser af bygninger med vedvarende indeklimaproblemer med henblik på at beskrive sygdoms- og genforekomst samt relevante psykosociale faktorer, måle kendte fysiske, kemiske og biologiske indeklimaparametre, redegøre for bygningernes materialer, drift og vedligeholdelsestilstand.

Status

Nogle få undersøgelser har med henblik på at løse indeklimaproblemer tilvejebragt en del af de nævnte oplysninger, men undersøgelserne har som regel ved deres langvarige forløb (flere år) medvirket til en stigende mistro til muligheden for at afhjælpe problemerne og muligvis derved skabt psykologiske barrierer.

#### Forsøgsbyggeri

Områdebeskrivelse

Afprøvning af forskningsresultater vedrørende byggematerialer, afgangning og ventilationsformer.

Status

Et planlagt byggeri ved Århus med 111 boliger, projekteret for allergikere, vil blive fulgt efter ibrugtagningen med henblik på symptomer hos beboerne samt visse fysiske, kemiske og biologiske forhold. Projektet finansieres af Byggeriets Udviklingsråd. SBI følger endvidere et forsøgsbyggeri i luftvarmede etageboliger med henblik på vurdering af trækforhold og ventilations-effektivitet.

Forslag til projekter

## Projekter

Bygning af et eller flere mindre forsøgshuse til afprøvning i praksis af resultater om afgasningshastigheder samt til vurdering af ventilationens og overfladebehandlings betydning for forekomsten af gasser og dampe. Ligeledes kan udeklimaets (fugt, temperatur og lufttryk) indflydelse bedømmes.

Grundlag for lovbestemmelser om indeklima

## Områdebeskrivelse

Udarbejdelse af sundhedsfagligt og teknisk grundlag for bestemmelser i byggelovgivningen.

## Status

Der er allerede udarbejdet prøvningsbestemmelser for materialer, der afgiver formaldehyd. Samme metode kan videreføres til andre afgasninger og materialer.

Forslag til projekter

## Projekter

- Revidering og videreudvikling af prøvningsmetoder for afgasning fra byggematerialer (klimakammermetoden).
- Simple kontrolmetoder for afgasning i færdige bygninger til brug for de kommunale bygningsmyndigheder.
- Redegørelse for de krav til sundhedsfaglig dokumentation, der må være opfyldt, når der skal gennemføres lovbestemmelser om byggematerialer og ventilation.

Information om indeklimaforhold

## Områdebeskrivelse

Information til brugere, projekterende, teknikere og sundhedspersonale om kendte sammenhænge mellem indeklimatiske påvirkninger, komfort og sundhedsmæssige forhold.

Forslag til projekter

## Projekter

Ud over de nævnte forslag til forskningsprojekter er der behov for informationsmateriale af forskellig art. Det skal anvendes bl.a. ved information til byggematerialeproducenter om den seneste viden om byggematerialers afgasning, til henholdsvis læger og de tekniske

forvaltninger om bygningsfysiske forhold i relation til sygdomme og gener, og til bygningsforvaltere og -brugere om betydning af ventilation i bygninger, herunder specielt vedligeholdelse af ventilationsanlæg.

---

 SBI's indeklimaaktiviteter
 

---

SBI har i en del år udført målinger med Byggeriets Indeklima Målestation i bygninger med indeklimaproblemer. Hensigten med målingerne var at hjælpe med en løsning af stedets problemer og samtidig indhente erfaringer om det termiske og atmosfæriske indeklima. Erfaringerne er anvendt som baggrund for udarbejdelsen af en række publikationer om måling på ventilationsanlæg og af termisk klima samt om drift af de tekniske installationer. Disse feltmæssige undersøgelser, der tidligere hovedsagelig var rekvirerede undersøgelser, fortsættes nu primært som generelle forskningsprojekter, hvoraf følgende kan nævnes:

- Undersøgelse af udelufttilførsels betydning i skoler for elevernes subjektive opfattelse af luftkvalitet og for kuldioxidindholdet i rumluften.
- Måling af luftens indhold af støv og mineraluldsfibre i forskellige bygninger, hovedsagelig skoler og børneinstitutioner.
- Funktion af luftvarmeanlæg i etageboliger.
- Valg og placering af udeluftventiler i etageboliger til afhjælpning af ventilations- og fugtproblemer.
- Måling af ventilationsanlægs evne til at ventilere rum optimalt (ventilationseffektivitet).

Det er endvidere hensigten ved et samarbejde med institutioner med sundhedsfaglig ekspertise at undersøge bygninger, hvori der optræder massive og længerevarende formodede sygdoms- og genegivende påvirkning ("syge" bygninger).

Feltundersøgelser

SBI har i samarbejde med Hygiejnisk Institut på Århus Universitet medvirket ved undersøgelse af byggematerialers afgivelse af gasser og dampe og har i den forbindelse udført feltmålinger af luftens indhold af kulbrinter og formaldehyd i forskellige bygninger (14). Dette arbejde fortsættes nu med følgende projekter:

Afgasning fra byggematerialer

- Undersøgelse af afgivelsen af stoffer fra overfladematerialer som plastmaling og tapeter.
- Redegørelse for tilsætningsmidler til beton og mørtel, deres afgivelse af stoffer til rumluften og dens sundhedsmæssige betydning af stofferne.

Information

Der arbejdes desuden på et informationsmateriale om gulvbelægninger og deres indflydelse på indeklimaet samt på en pjece, der redegør for de muligheder for rådgivning og hjælp, der er for personer med indeklimaproblemer i deres bolig.

---

 Litteratur
 

---

- (1) Intern rapport om Indeklimasekretariatets virksomhed, ID nr. 810250. Statens Byggeforskningsinstitut. Hørsholm 1981.
- (2) Hovedpine og slimhindegener i en repræsentativ befolkningsgruppe. Statens Byggeforskningsinstitut og Danmarks Statistik. 1981. (upubliceret).
- (3) Hovedpine blandt 40-årige i Glostrup. Hollnagel H., Nørrelund N. Ugeskrift for Læger 1980. Årgang 142. nr. 46. s. 3071-77.
- (4) Formaldehyd som indeklimaproblem i bebyggelsen Åhaven, Odense. Teknologisk Institut. 1982.
- (5) Indeklimaet i 16 københavnske skoler. Statens Byggeforskningsinstitut og Københavns kommunale Skolevæsen. København 1981.
- (6) Indeklima og sygdomssymptomer. En vurdering af forholdene på københavnske skoler. Ibsen K.K. et al. Ugeskrift for Læger 1981. Årgang 143. nr. 30. s. 1919-23.
- (7) Indeklimaet i etageboliger. Korsgaard J. Hygiej- nemeddelelser 1. Sundhedsstyrelsen. København 1981.
- (8) Sundhedstilstanden i nyere etageboliger. Andersen I. et al. Murerfagets forskningscenter. København 1977.
- (9) Perspektivplan for dansk indeklimaforskning. ATV's indeklimaudvalg. 1982.
- (10) Indoor air pollutants. Exposure and health assessments. WHO. København 1982.
- (11) Indoor Pollutants. National Research Council. National Academy Press. Washington D.C. 1981.
- (12) Otitis Media i barnealderen. Boligens betydning. Vinter B. et al. Ugeskrift for Læger 1982. Årgang 144. Nr. 36. s. 2671-74.
- (13) Luftens indhold af gasarter, dampe og støv i nyere boliger. Mølhav L. et al. Ugeskrift for Læger 1979. Årgang 141. nr. 14. s. 956-61.

- (14) Afgasning fra byggematerialer. Forekomst og hygiejnisk vurdering. Mølhav L. et al. SBI-rapport 137. Statens Byggeforskningsinstitut. Hørsholm 1982.
- (15) Toksikologisk vurdering af en række forureningsstoffer i udeluften. Rapport nr. 9/1982. Arbejds-tilsynet. København 1982.

Indeklimasekretariatet indsamlede i fire år oplysninger om symptomer og gener fra indeklimaet hos personer i boliger, skoler og på arbejdspladser. I rapporten redegøres for hovedresultaterne af undersøgelserne. Der opstilles desuden forslag til forskningsprojekter på grundlag af indeklimasekretariatets erfaringer.

