

NILU OR 21/87

NILU OR : 21/87
REFERANSE: O-8602
DATO : APRIL 1987
ISBN : 82-7247-804-8

BYGNING MED INNEMILJØ-PROBLEMER.
EN UNDERSØKELSE PÅ
ST. HANSHJEMMET, OSLO.

Christel Benestad og Steinar Larssen

NILU OR : 21/87
REFERANSE: O-8602
DATO : APRIL 1987
ISBN : 82-7247-804-8

BYGNING MED INNEMILJØ-PROBLEMER.
EN UNDERSØKELSE PÅ ST.HANSHJEMMET, OSLO.

Christel Benestad^{*}
Steinar Larssen^{**}

*SENTER FOR INDUSTRIFORSKNING
POSTBOKS 350, 0314 OSLO 3
NORGE

**NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING
POSTBOKS 64, 2001 LILLESTRØM
NORGE

SAMMENDRAG

Innemiljøet er undersøkt i to bygningsfløyer, en eldre renoveret og en nybygget, ved et syke- og pleiehjem i Oslo. I nybygget klaget personalet over et dårlig inneklima, mens personalet i den eldre bygningen ikke gjorde det i samme grad.

Plagene ble kartlagt med en spørreundersøkelse. Resultatene viste at hyppigheten av plager som skyldes uttørring av slimhinner i øyne, nese og hals samt tørr hud var 3 ganger så hyppig i den nye bygningen som i den eldre.

I begge bygningene ble det foretatt målinger av ventilasjonseffektivitet, termisk klima, partikkelkonsentrasjon og aldehyder samt orienterende målinger av CO₂ og ioner.

Det var ingen større forskjeller mellom personalet eller arbeidsoperasjonene i de to bygningene. Det er heller ikke større forskjeller i materialer i bygg eller inventar. Det er forskjellige ventilasjonssystemer i de to bygningene. I nybygget tilføres friskluft fra sentralinntak på taket av bygningen med roterende varmegjenvinner og filter. Det er stort sett balansert tilluft og avtrekk i hvert rom. I den eldre bygningen er det i hovedsak et avtrekksystem, der tilluften trekker inn gjennom ventiler, spalter og lekkasjer. Tilluftmengden er større i nybygget enn i den eldre delen. I begge bygninger var ventilasjonseffektiviteten akseptabel der målingene ble gjort, noe bedre i eldre enn i ny bygning.

Partikkelinnholdet i inneluften var jevnt over større i den gamle bygningen, hovedsakelig fordi tilluften er ufiltrert. Luftfuktigheten var nær den samme i begge bygninger. Disse parametrene forklarer ikke årsaken til innemiljøplagene i den nye bygningen.

Forhold som kan ha betydning for innemiljøplagene i nybygget er at det er noe høyere temperatur der, mye røyking i kantinen som er åpen mot nybygget, og at tilluftsmengden i oppholdsrom synes å være litt lav i forhold til personbelastningen.

Det bør utføres mer omfattende målinger av lufttemperatur. Partikkel-
forurensningen bør undersøkes nærmere når det gjelder partikkeltyper
og -ladning.

FORORD

Målingene på St.Hanshjemmet har vært utført av flere institusjoner:

NILU har målt ventilasjonseffektivitet, partikler, aldehyder, temperatur, relativ fuktighet og CO₂. Bente M. Wathne deltok i planleggingen av prosjektet, Ole A. Braathen utførte målingene av partikler og aldehyder, Reidar Heggen og Kari Hoem gjorde ventilasjonsmålingene og Steinar Larssen var prosjektleder ved NILU.

SI v/Christel Benestad, prosjektleder ved SI, har utført spørreundersøkelsen i samarbeid med personallegen og verneombudet, og har målt ventilasjonseffektiviteten i ett rom (v/Aksel Jebens).

AMY v/Sissel Olaisen utførte inneklimatemålinger.

NBI v/Pål Waage utførte tilstandskontroll på ventilasjonsanleggene.

Scandion A/S v/Opsahl utførte målingene av lette luftioner.

Vi takker disse medvirkende og kontaktpersoner på St.Hanshjemmet for hjelp og innsats.

INNHOOLD

	Side
SAMMENDRAG	1
FORORD	3
1 INNLEDNING	7
2 BESKRIVELSE AV BYGNINGER OG INVENTAR	8
2.1 Bygninger og beliggenhet	8
2.2 Inventar	9
3 VENTILASJONSANLEGG, BESKRIVELSE OG FUNKSJON	10
3.1 Den nye bygningen	9
3.2 Den eldre bygningen	15
3.3 Sammenligning av ventilasjonsforholdene i de to bygningene	17
4 SPØRREUNDERSØKELSE	18
5 RESULTATER AV MÅLINGER AV TERMISK KLIMA, PARTIKLER OG IONER	26
5.1 Temperatur, relativ fuktighet og trekk	26
5.2 Partikler i luft	28
5.3 Aldehyder	32
5.4 Lette luft-ioner, orienterende målinger	33
6 KONKLUSJONER	33
7 TILTAK PÅ ST.HANSHJEMMET	37
8 VIDERE UNDERSØKELSER	37
9 REFERANSER	38

BYGNING MED INNEKLIMA-PROBLEMER EN UNDERSØKELSE PÅ ST.HANSHJEMMET, OSLO

1 INNLEDNING

Prosjektet "Inneluft i syke hus", ble hovedsakelig gjennomført i 1986 som et samarbeid mellom Norsk institutt for Luftforskning (NILU) og Senter for Industrieforskning (SI). Hensikten med prosjektet var å prøve å finne en sammenheng mellom uttalte plager blant personer som oppholder seg i bygninger med dårlig innelima, og målbare fysiske parametre som kan beskrive innelimaet. En ønsket å klarlegge i hvilken grad luftutbytte, luftfuktighet, temperatur o.a. kan være årsak til de såkalte innelimaplagene.

Bygningen som ble undersøkt i dette prosjektet er et syke- og pleiehjem i Oslo, St.Hanshjemmet. Dette består av en eldre del, bygget i begynnelsen av 1960-tallet, og en nyere del som sto ferdig i 1984 og der beboerne flyttet inn i januar 1985. Helt fra begynnelsen har personalet i den nye bygningen vært plaget av symptomer som de mener skyldes dårlig innelima. I den eldre bygningsfløyen har ikke slike plager vært registrert i særlig grad. I begge bygningene finnes sykeposter, 4 i den eldre bygningen og 5 pluss et dagsenter i den nye bygningen. I den nye bygningen finnes også administrasjon og servicefunksjoner. Bortsett fra administrasjonsfunksjonene og enkelte servicefunksjoner (hårpleie, tannlege etc.) er aktivitetene omtrent de samme i begge bygningene. St.Hanshjemmet skulle således være et vel-egnet sted å gjøre sammenlignende undersøkelse mellom en bygning med innelima som oppleves som akseptabelt og en med innelima som oppleves som problematisk.

Denne sluttrapport er basert på følgende 4 rapporter:

C. Benestad: Spørreundersøkelse om innemiljøplager i et pleie- og sykehjem. Senter for industrieforskning. SI-rapport 860202-1 (1987).

S. Larssen: Målinger i innendørs luftmiljø. St.Hanshjemmet syke- og aldershjem, Oslo. Norsk institutt for luftforskning. NILU-rapport OR 20/87 (1987).

S. Olaisen: Termiske klimamålinger ved St.Hanshjemmet alderssykehjem. Yrkeshygienisk institutt. YHI-rapport HD 933 FOU (1986).

P. Waage: Rapport om St.Hanshjemmet sykehjem. Målinger av luftmengder. Norges byggforskningsinstitutt. NBI-rapport: KO 21036 (1986).

2 BESKRIVELSE AV BYGNINGER OG INVENTAR

2.1 BYGNINGER OG BELIGGENHET

St.Hanshjemmet ligger ved St. Hanshaugen nær Oslo sentrum. Nærmeste trafikkerte vei, Colletts gate med årsdøgntrafikk ca. 2.500 biler/døgn ligger ca. 15 meter unna nærmeste del av bygningen. I de andre retningene er det lengre enn 150 meter til trafikkerte veier. Området er for øvrig middels forurenset, med et bilforurensningsutslipp pr. km² som er omtrent som i Oslo sentrum og et oljefyringsutslipp på ca. 30% av gjennomsnitt over sentrum.

St.Hanshjemmet består av to murbygninger, en fra begynnelsen av 1960-tallet som nylig er renoveret, og en ny bygning som ble tatt i bruk i januar 1985. De to bygningene er sammenbundet med en en-etasjes kantinefløy. Kantinen er åpen mot den nye bygningen, og har tilgang til den eldre delen gjennom en sluse med to dobbelt-dører som skal være lukket til enhver tid.

Den eldre bygningen har 4 etasjer, med kjøkken, spisesal/peisestue og andre fellesarealer i 1. etasje, og tre etasjer med pensjonærrum, oppholdsrom etc. Takhøyden er 2.8 meter. Bygget har sentralvarmeanlegg med radiatorer for oppvarming.

Den nye bygningen har 6 etasjer, med kontorer, hårpleie, ergoterapirom etc. og andre fellesarealer i første etasje, og 5 etasjer med pensjonærrum, oppholdsrom etc. Takhøyde her er 2.6 meter. Romoppvarming skjer med elektriske panelovner.

Begge bygninger er oppført i betong. Den eldre bygningen har Siporex yttervegger. Det er ingen Leca-blokker i konstruksjonen.

I begge byggene er personbelastningen (pensjonærer pluss samlet antall ansatte) ca. 5 pr. 100 m² gulvflate (se tabell 1).

Tabell 1: Antall pensjonærer og ansatte, og ca. gulvareal.

	Den nye bygningen	Den gamle bygningen
Pensjonærer	160	80
Ansatte samlet	171	63
" om dagen	140	50
Dagpasienter	15	-
Sum	315-345	130-140
Gulvareal, netto m ²	Ca. 5.700	Ca. 2.500

2.2 INVENTAR

Vegger, gulv og tak

Tabell 2 viser materialer på vegger, gulv og tak, samt isolasjon. Det er ingen stor forskjell mellom de to bygningene.

Tabell 2: Materialer på innvendige vegger, gulv og tak.

	Ny bygning	Gammel bygning, renovert
Vegger	Gipsplater (2 lag), malt, med/uten glassfiberstrie. Glava/Rockwool isol.	Gipsplater (2 lag) eller tre. Glassfiberstrie. Rockwool isol.
Tak	Malt betong.	Malt betong.
Gulv	Vinyl, ingen tepper.	Vinyl, ingen tepper (noe flyt-sparkel under).

Løst inventar

Inventaret i bygningene er enkelt. I oppholdsrommene og fellesarealene er det noe stoffmøbler. For øvrig er det bord og stoler i tre eller plast og metall. Bortsett fra gardiner og sengetøy er det for øvrig lite tekstiler. Det er ikke teppegulv i noen av bygningene.

3 VENTILASJONSANLEGG, BESKRIVELSE OG FUNKSJON

Det er forskjellige typer ventilasjonsanlegg i de to fløyene. I Nybygget er det et balansert system med mekanisk, balansert tilførsel og avtrekk i alle rom. I den eldre fløyen er det hovedsakelig mekanisk avtrekk, og luften kommer inn gjennom spalter ved vinduer, ventiler og lekkasjer i huset. I tabell 3 er ventilasjonsanleggets parametre og komponenter sammenlignet.

Tabell 3: Oversikt over ventilasjonssystemer, romoppvarming og personbelastning.

	Nybygget	Eldre bygning
<u>VENTILASJON</u> System	Balansert, mekanisk tilluft og avtrekk	Avtrekk + balansert tilluft og avtrekk
Luftmengder brutto	$\sim 7 \text{ m}^3/\text{m}^2 \times \text{h}$	Avtrekk $\sim 5 \text{ m}^3/\text{m}^2 \times \text{h}$ Tilluft $\sim 1.5 \text{ m}^3/\text{m}^2 \times \text{h}$
Luftmengder netto	$\sim 9 \text{ m}^3/\text{m}^2 \times \text{h}$	Avtrekk $\sim 6 \text{ m}^3/\text{m}^2 \times \text{h}$
Varmegjenvinner	Roterende, aluminium	Lukket, vann - glykol
Filter, inntak	F45	F45
Støydemping/ varmeisol.	Mineralull i lydtemper og hovedkanaler	Samme som i nybygget
<u>ROMOPPVARMING</u>	El. panelovner	Radiatorer (sentralvarme)
<u>PERSONBELASTNING</u>	ca. 5 pr. 100 m ²	ca. 5 pr. 100 m ²

I det følgende beskrives anleggene noe nærmere, samt resultater av tidsstandskontroll og måling av ventilasjonseffektivitet.

3.1 DEN NYE BYGNINGEN

Prosjektert tilført ventilasjonsluft er i gjennomsnitt ca. $9 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ xh}$, regnet på netto gulvareal. Tilluften går først gjennom en roterende varmeveksler (aluminium), deretter gjennom et F45-filter og et varmebatteri. Det er mineralullplater i lydtemper og i noen grad i hovedkanaler i vifterommet.

Målinger av lekkasje over varmevekslerne utført av NILU den 16.5.86 ved hjelp av sporstoff, ga en lekkasjegrad på ca. 10% på den ene og ca. 5% på den andre varmeveksleren (Larssen, 1987). Dette innebærer en viss grad av omluft i den nye bygningen.

Anlegget styres slik:

	Hastighet	
	Full	Halv
Vinter	kl 0600-1500	kl 1500-0600
Sommer	" 0600-1700	" 1700-0600
Vår/høst	" 0600-1530	" 1530-0600

Tilstandskontroll

Tilstandskontroll av ventilasjonsanlegget ble foretatt av Norsk institutt for byggforskning (NBI) den 24.-25. juni 1986 (NBI, 1986). Tabell 4 viser at de målte tilluft- og avtrekksmengder stort sett var som prosjektert, bortsett fra litt liten avtrekksmengde i kantinen og oppholdsrom i 4. etasje, og noe større avtrekk enn prosjektert i resepsjonen, når tilluftventilen var åpen.

Ventilasjonseffektivitet

Ventilasjonseffektiviteten ble målt av NILU med sporgassteknikk i 6 rom i Nybygget og 3 rom i eldre bygning den 15. og 16. mai (Larssen, 1987). Sporgass (SF_6) ble dosert i rommene enten i tilluftdysene inntil stasjonære forhold, eller direkte i rommet med etterfølgende blanding ved hjelp av vifte.

Tabell 4: Målinger av luftmengder (m^3/h), St.Hanshjemmet utført av NBI 24.-25. juni 1986.

ROM	MÅLT		PROSJEKTERT
	TILLUFT	AVTREKK	
<u>NYBYGGET</u>			
Oppholdsrom, 3. etg.	592	598	+ 600
Oppholdsrom, 4. etg.	606	484	+ 600
Pensjonærrom, 3. etg.	86	92	+ 80
Kantine, U.etg.	927	532+300 ¹	+ 900
Hårpleie, U.etg.	100	110	+ 100
Kontor, U.etg.	33 ²	110	+ 100
Resepsjon, U.etg.	0 ³	73 ³ 158 ⁴	+ 100
<u>ELDRE BYGNING</u>			
Spisestue		392	
Oppholdsrom, 2. etg.		98	
Legekantor		43	
Pensjonærrom			

1. $532 \text{ m}^3/\text{h}$ ble målt i hovedkanalen fra kantine. I tillegg trekkes av $300 \text{ m}^3/\text{h}$ i toalettene ved kantine. Disse avtrekkene ble ikke målt.
2. Delvis lukket tilluftventil
3. Lukket tilluftventil
4. Åpen tilluftventil

Ventilasjonseffektiviteten, ϵ_a , ble beregnet etter metode beskrevet av Skåret og Sandberg (1985).

Ventilasjonseffektiviteten vurderes slik:

$\epsilon_a = 1$	Stempelstrømning
$0.5 < \epsilon_a < 1$	Deplasserende strømning
$\epsilon_a = 0.5$	Fullstendig omrøring
$\epsilon_a < 0.5$	Kortslutningsstrømning

Tabell 5 gir et sammendrag av resultatene.

Tabell 5: Ventilasjonsparemetre for en del rom i St.Hanshjemmet målt ved hjelp av sporgass-teknikk.

Test Rom	Nom.tids-konstant		Anslått tidskonst.	Luftens gj. alder	Vent. eff. ϵ_a	Merknad
	τ_n (min)	$\frac{1}{\tau_n}$ (h ⁻¹)	τ_n^1 (min)	$\langle \bar{\tau} \rangle$ (min)		
<u>Nybygget</u>						
1	Opphold, 3. etg.	28.5	2.1	24	18.4	0.65 ⁶ Dører åpne
2	Frisør, U. etg.	34.5	1.7	10	10.4	0.48 ⁶ Dør åpen
3	Kontor 022 U. etg.	19	3.2	16	14	0.68 ⁵ Dør lukket
4	Kantinen, U. etg.	29	2.1	11 ³	~ 8.5	0.65 ⁶ Åpent lokale
5	Pensjonær, 302 ²	17.5	3.4	18	14.5	0.60 ⁵ Dør lukket
6	Resepsjon, U. etg.	16	3.8	18	15.5	0.68 ⁶ Vindu åpnet ofte
<u>Eldre bygning</u>						
7	Opphold, 3. etg.	64 ⁴	0.95	25 ³	~16	0.78 ⁶ Åpent rom
8	Spisestue	37 ⁴	1.6	26	~17	0.76 ⁶ Dør åpen
9	Pensjonær, 3 etg.			250 ³	-	- Dør lukket

1. Anslått ut fra sporgasskonsentrasjonens tidsforløp og forutsatt tilnærmet full omrøring.
2. Ekskl. toilet-seksjon.
3. Basert på tidsforløp i opptil flere punkter i rommet, ikke i avtrekk.
4. Basert på målt avtrekksmengde.
5. $\epsilon_a = \tau_n/2 \langle \bar{\tau} \rangle$
6. $\epsilon_a^1 = \tau_n^1/2 \langle \bar{\tau} \rangle$

I Nybygget lå ϵ_a -verdiene noe i overkant av 0.5, dvs. fullstendig omrøring i rommene med tendens til deplasserende strømming. ϵ_a -verdiene gjelder derfor forholdene i rommene slik de er til vanlig, med vanlig persontrafikk og dør-stillinger (åpen eller lukket). De lokale løsninger av tilluft/avtrekk-plassering i rommene synes derved å gi relativt god utlufting i hele lokalet. Nominelle luftskifter lå innen området 1.7.-3.8. pr. time.

SI utførte tilsvarende målinger i oppholdsrommet i 2 etasje i Nybygget. Resultatene derfra underbygger NILUs resultater, nemlig fullstendig omrøring med tendens til deplasserende strømming (Jebens, 1987).

I enkelte rom i den nye bygningen har personalet vært sjenert av trekk fra tilluft-ventilene. Det gjelder spesielt rom i kontor-fløyen i underetasjen. I flere rom har tilluft-dysen derfor blitt helt eller delvis blokkert. Resultater av utførte målinger av lufthastighet (trekk) er beskrevet i kapittel 5.

Høsten 1986 ble tilluftsmengdene til rom i kontorfløyen redusert, som et resultat av de opplevde trekkproblemer.

CO₂-belastning

Målingene på ventilasjonsanlegget tyder på tilstrekkelig tilluft og fullstendig omrøring.

15. mai 1986 ble det foretatt noen orienterende CO₂-målinger. Målingene ble foretatt med Drægerrør (skala 0.01-0.3%), som er en enkel metode med begrenset nøyaktighet.

Tabell 6 viser resultatene.

Tabell 6: Resultater av orienterende CO₂-målinger.

Målested	CO ₂ %	Merknad
<u>Nybygget</u>		
Oppholdsrom 4. etg.	0.06	Bakre hjørne til høyre
Oppholdsrom 3. etg.	0.08	" " " " , kl 1400 9 personer
" " " "	0.06	" " " " , kl 1430
" " " "	0.02	Tilluft
Kontor 022, 4. etg.	0.05	Vindu på gløtt
Kantine	0.035-0.04	Kl 1430, 9 personer
<u>Eldre bygning</u>		
Spisesal	0.035-0.04	1/2-1 time etter middag

Den høyeste verdien ble målt i bakre hjørne i oppholdsrommene, 0.06-0.08 vol %. Målingen i tilluften, som representerer uteluft, viste 0.02 vol %, mens korrekt innhold er ca. 0.04 vol %. Dette viser at Drægerrøret ga noe for lavt utslag.

CO₂-innholdet i luften i oppholdsrommene var derfor reelt opp mot 0.1 vol %, med relativt liten personbelastning. En regner at CO₂-innholdet i romluft ikke bør overskride denne verdien.

Dette kan tyde på at lufttilførselen ikke er tilstrekkelig i alle deler av oppholdsrommene. Ventilasjonseffektiviteten med sporstoff underbygger dette. Figur 1 viser at sporstofforløpet i punkt 1.3 henger en del etter de andre målepunktene. Dette viser at dette hjørnet ventileres mindre effektivt enn resten av rommet.

3.2 DEN ELDRE BYGNINGEN

Avtrekkssystemet gir en prosjektert ventilasjonsmengde på i gjennomsnitt ca. 6 m³/m²xh, altså en god del lavere enn i Nybygget. I tillegg ble det ved rehabiliteringen lagt inn et mekanisk, balansert tilluft/avtrekk-system som i hovedsak betjener våtrom og korridor. I disse områdene gir dette anlegget en tilleggsluftmengde på ca. 1.5 m³/m²xh. Dette anlegget har et inntaksfilter (F45) og et lukket varmegjenvinningsystem (vann/glykol).

Under NBIs tilstandskontroll ble avtrekksmengdene i spisestue, oppholdsrom og legekantor målt, med de verdier som er gitt tabell 4.

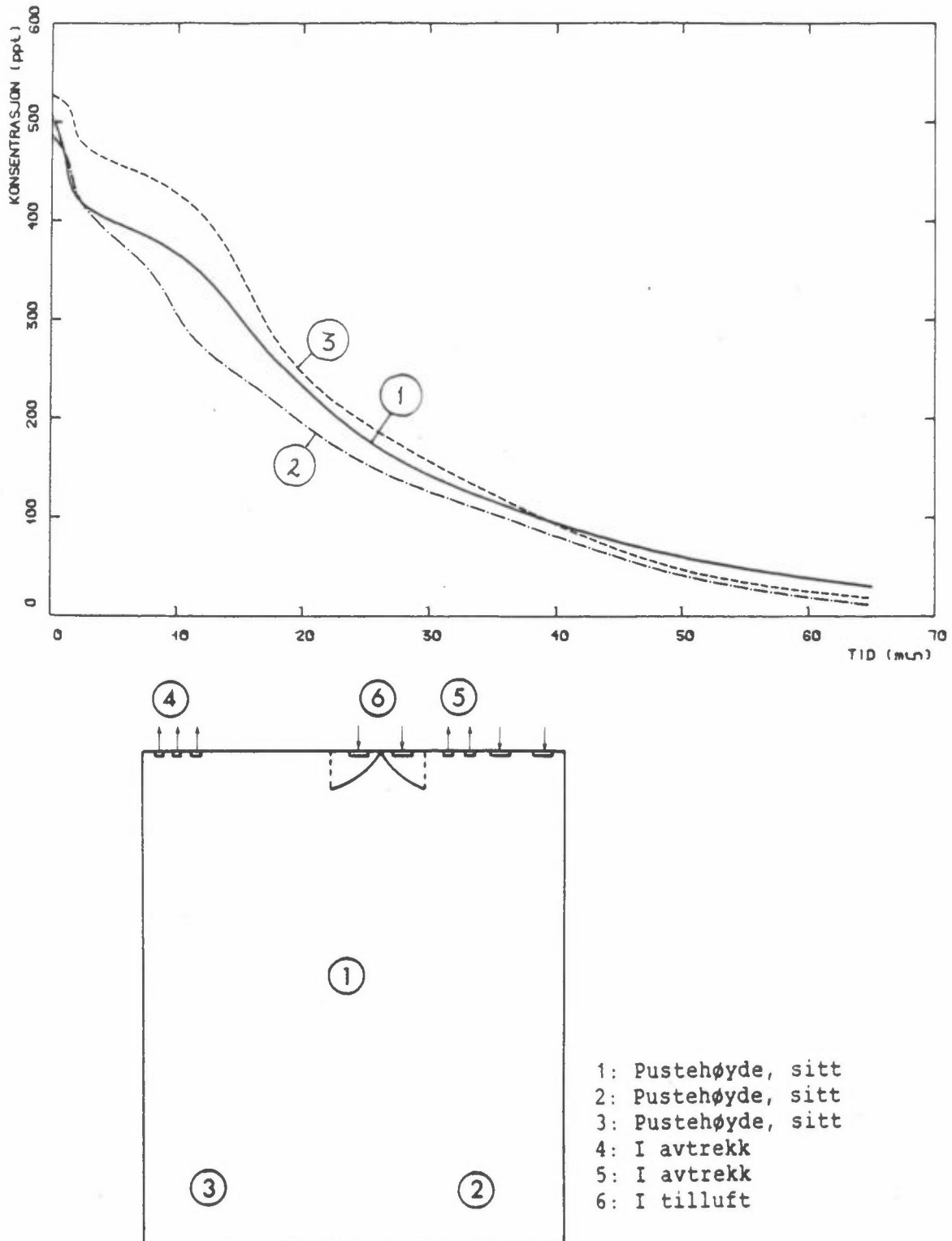
Ventilasjonseffektiviteten i enkelte rom ble målt av NILU den 15.-16.5.86 ved hjelp av sporstoff (Larssen, 1987), med resultater som vist i tabell 5.

I den eldre bygningen var luftskiftet dårligere, innen området ca. 0.25-1.6 pr. time, og dårligst i pensjonærom med dør og vinduer lukket. Ventilasjonseffektiviteten er imidlertid en del bedre enn i Nybygget, med større grad av deplasserende strømming. Dette synes å kunne forklares ved at luften trekkes ut av rommet i avtrekkssystemet og replaseres av friskluft som siver inn gjennom spalter ved vinduer, ventiler og uttetheter for øvrig. Dette er i motsetning til det som skjer ved mekanisk tilført tilluft som gir større lufthastigheter, og der god blanding tilstrebes.

Test 1. Oppholdsrom, 3. etg. Nybygget

Lineær skala

TEST 1, KL 1025 - 1130



Figur 1: Ventilasjonseffektivitet i oppholdsrom, 3. etg. i Nybygget. Reduksjon i sporstoffkonsentrasjon etter endt dosering.

3.3 SAMMENLIGNING AV VENTILASJONSFORHOLDENE I DE TO BYGNINGENE

Samlet tilført luftmengde er større i den nye enn i den gamle bygningen, ca. $9 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ x h}$ mot ca. $6 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ x h}$, regnet på netto gulvareal. Tilsvarende er spesifikk tilført luftmengde ($\text{m}^3/\text{h x person}$) vesentlig større i rom i den nye bygningen, se tabell 7.

Lekkasje i varmevekslerne i den nye bygningen gir en omluftgrad på 5-10%, og også mulighet for resirkulasjon av forurensende stoffer.

I den nye bygningen gir ventilasjonsanlegget stort sett full omrøring i alle de undersøkte rom, med tendens til deplasserende strømming i noen av rommene.

I den gamle bygningen er tendensen til deplasserende strømming større, i samsvar med det en vil vente av et avtrekksystem i taket, mens luft tilføres gjennom spalter og lekkasjer.

I den nye bygningen filtreres all tilluft gjennom F45-filtre, mens mesteparten av tilluften i den gamle bygningen ikke filtreres. Dette gir mulighet for større grad av tilførsel i den gamle bygningen av støvforurensning utenfra. I tillegg ligger den gamle bygningen nærmere Colletts gate, som er en vesentlig støvkilde.

Tabell 7: Målt spesifikk tilluftmengde i enkelte rom i St.Hanshjemmet ($\text{m}^3/\text{h x person}$).

	ST.HANSHJ.	DIN 1979 ¹	ASHRAE 1980 ²
<u>NYBYGGET</u>			
Oppholdsrom, 10-20 pers.	30-60	30/50	12/60
Pensjonærom, 1 pers.	80	50/70	12/60
Kantine, 30 pers.	30		
Kontorer, 1-2 pers.	50-100		
<u>ELDRE BYGNING</u>			
Spisestue, 30 pers.	12		
Oppholdsrom, 10 pers.	10		
Pensjonærom, 1 pers.	~ 10-20		

1. Tysk standard.

2. Amerikansk standard.

4 SPØRREUNDERSØKELSE

For å prøve å spore kildene til innemiljøplagene ble det foretatt en spørreundersøkelse blant personalet både i den gamle og i den nye delen. En håpet på denne måten å kunne peke ut spesielle sykdomskategorier ved å se om det fantes overhyppighet av noen spesielle plager, og en håpet å finne ut om plagene i bygningen var lokalisert til enkelte deler av bygningen.

Spørreundersøkelsen ble foretatt på et spørreskjema som opprinnelig var utarbeidet av Yrkeshygienisk institutt, men som ble noe omarbeidet i samråd med pleiehjemmets personallege og verneombud. Undersøkelsen ble gjennomført i mai 1986, (Benestad, 1987).

Det ble delt ut ca. 180 skjemaer til ca. 190 ansatte. På grunn av stor andel deltidsansatte og en stor utskifting blant personalet har det vært vanskelig å få klarlagt eksakt antall). Av ca. 35 utdelte skjemaer i den gamle bygningen ble 17 besvart (svarprosent = ca. 45), og av 144 utdelte skjemaer i den nye bygningen ble 88 besvart (svarprosent = 61). Årsaken til den lavere svarprosenten i den gamle bygningen er ikke kjent, men det er rimelig å anta at motiveringen for å besvare spørsmålene var større i den nye bygningen med inneklimatelemer enn i den gamle.

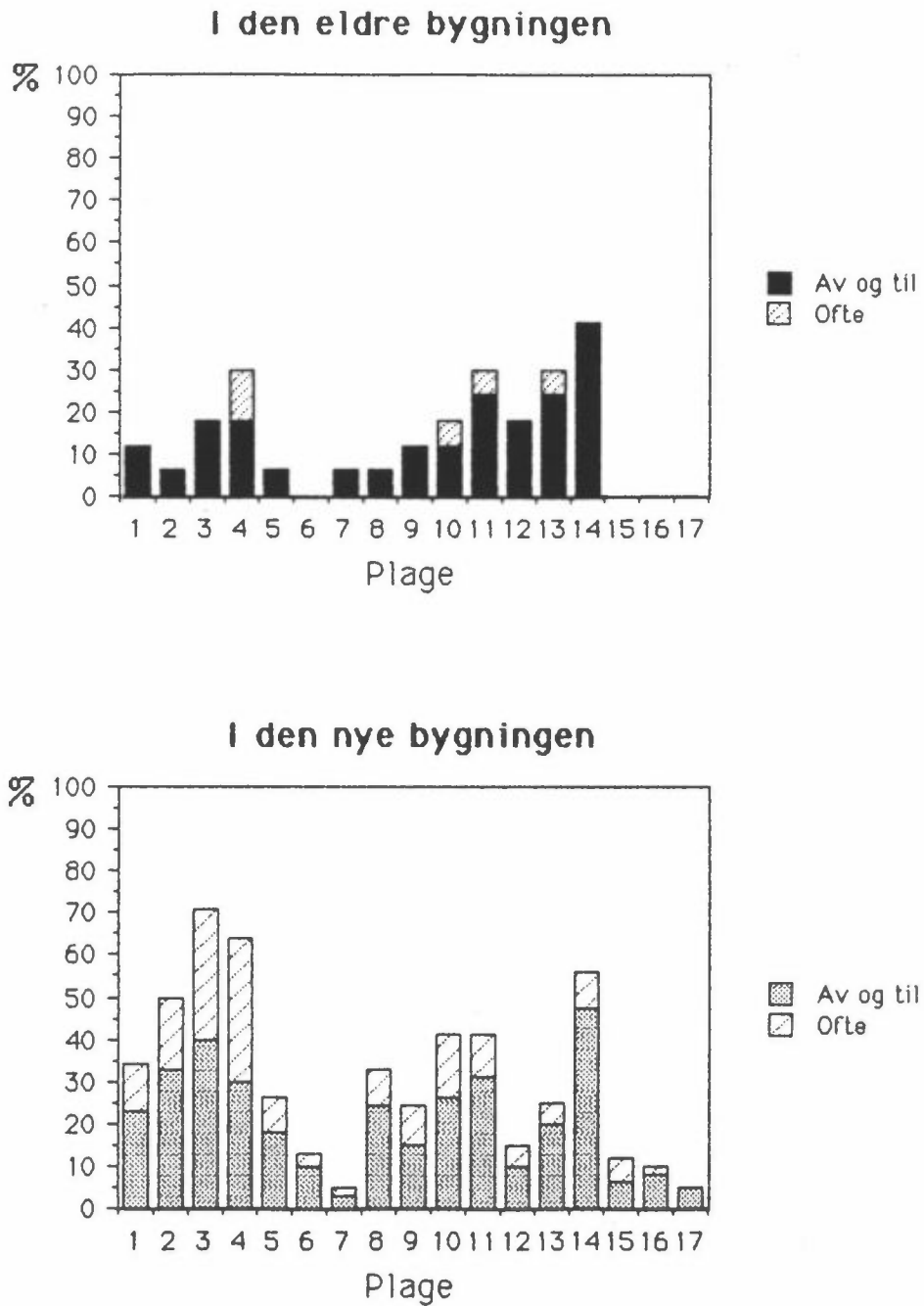
På bakgrunn av de generelle opplysningene som ble gitt i spørreskjemaene synes det ikke å være noen store forskjeller mellom personalet i den gamle og den nye bygningen. Fordeling av menn/kvinner, røykere/ ikke røykere, deltids-/heltidsansatte og allergihyppighet var noenlunde lik i begge byggene. Sykefraværet (sykedager i løpet av hele 1986) ble oppgitt å være 9% i den gamle bygningen og 7% i den nye. Dette er av samme størrelse som ellers i Norge. I Helseundersøkelsen (Statistisk sentralbyrå, 1987) ble det funnet at det gjennomsnittlige sykefraværet i Oslo og Akershus i 1985 var 7%.

I spørreskjemaet var det mulighet for å krysse av 17 ulike symptomer. 10 av disse gikk på uttørring eller irritasjon av slimhinner i øyne, nese, munn. To knyttet seg til muskel- og skjelettplager. Hodepinehyppighet og slapphetsfølelse ble registrert, og 3 spørsmål tok opp pustebesvær (se tabell 8).

Registrert plagehyppighet i de to bygningene er også fremstilt i figur 2.

Tabell 8:

	Antall plager (% av personalet)					
	I gammel del			I ny del		
	Av og til	Ofte	Sum	Av og til	Ofte	Sum
Tørrhet i øyne	2 (12%)	0	2 (12%)	20 (23%)	10 (11%)	30 (34%)
Tørrhet i nesen	1 (6%)	0	1 (6%)	29 (33%)	15 (17%)	44 (50%)
Tørr hals	3 (18%)	0	3 (19%)	35 (40%)	27 (31%)	62 (70%)
Tørr hud	3 (18%)	2 (12%)	5 (29%)	26 (30%)	30 (34%)	56 (64%)
Svie/kløe i ansiktet	1 (6%)	0	1 (6%)	16 (18%)	7 (8%)	23 (26%)
Utslett i ansiktet	0	0	0	9 (10%)	3 (3%)	12 (14%)
Problemer med kontaktlinser	1 (6%)	0	1 (6%)	3 (3%)	2 (2%)	5 (6%)
Kløe/irritasjon/tåredannelse i øyne	1 (6%)	0	1 (6%)	21 (24%)	8 (9%)	29 (33%)
Kløende eller rennende nese	2 (12%)	0	2 (12%)	13 (15%)	8 (9%)	21 (24%)
Tett i nesen	2 (12%)	1 (6%)	3 (18%)	23 (26%)	13 (15%)	36 (41%)
Slapphet	4 (24%)	1 (6%)	5 (29%)	27 (31%)	9 (10%)	36 (41%)
Leddverk/smerte	3 (18%)	0	3 (18%)	9 (10%)	4 (5%)	13 (15%)
Muskelsmerte	4 (24%)	1 (6%)	5 (29%)	18 (20%)	4 (5%)	22 (25%)
Hodepine	7 (41%)	0	7 (41%)	41 (47%)	8 (9%)	49 (56%)
Tett i pusten	0	0	0	5 (6%)	5 (6%)	10 (11%)
Piping i pusten	0	0	0	7 (8%)	2 (2%)	9 (10%)
Kortpustethet	0	0	0	4 (5%)	0	4 (5%)
Sum	34	5	39	306	155	461



Figur 2: Antall plager som prosent av antall svar fra den nye og den gamle bygningen på St.Hanshjemmet. Plagenumrene refererer til tabell 1.

Resultatene viser at flere av personalet i den nye bygningen enn i den gamle oppgir at de har en eller flere av symptomene som er nevnt i tabell 8. Resultatene inneholder dog en usikkerhet på grunn av de relativt få svarene og fordi svarprosentene er så ulike i de to bygningene. Sammenligning av plageprosentene i de to bygningene bør derfor gjøres med forsiktighet. Allikevel er det klart at plagehyppigheten er større i den nye bygningen enn i den gamle. I den nye delen

finner en at gjennomsnittlig har hver person totalt ca. 5 symptomer (461 symptomer/88 svar = 5.2), mens det i den gamle bygningen gjennomsnittlig er totalt ca. 2 symptomer pr. person (39 symptomer/17 svar = 2.3).

Relativt få av disse plagene oppgis å opptre spesielt i arbeidstiden. Det gjelder kun 4 av i alt 39 plager i den gamle bygningen (ca 10%) og 76 av i alt 461 plager i den nye bygningen (ca 16%).

Plagene i tabell 8 kan grupperes i fem ulike kategorier på følgende måte:

Kategori A: tørrhet i øyne, tørrhet i nesen, tørr hals, tørr hud, svie/kløe i ansiktet, utslett i ansiktet, problemer med kontaktlinser, kløe/irritasjon/tåredannelse i øyne, kløende eller rennende nese, tett i nesen.

Kategori B: hodepine.

Kategori C: leddverk/smerte, muskelsmerte.

Kategori D: tett i pusten, piping i pusten, kortpusthet.

Kategori E: slapphet.

En finner at hyppigheten av plagene i de ulike kategoriene blir følgende (se tabell 9):

Tabell 9: Hyppighet av plager i ulike kategorier.

Plage- kategori	I gammel del		I ny del	
	Sum plager	Sum plag./pers (17 pers.)	Sum plager	Sum plag./pers (88 pers.)
A	19	19/17=1.1	318	318/88=3.6
B	7	7/17=0.4	49	49/88=0.6
C	8	8/17=0.5	35	35/88=0.4
D	0	0.0	23	23/88=0.3
E	5	5/17=0.3	36	36/88=0.4

En ser at hyppigheten av plagene i kategori A skiller seg ut. De forekommer omtrent 3 ganger så hyppig blant svarene fra den nye bygningen som fra den gamle. Plagene i de andre kategoriene derimot, forekommer med omtrent lik hyppighet i begge bygningene. I kategori A inngår typiske "tørrhets"-plager og slimhinneirritasjoner.

I den nye bygningen er det 52 personer som oppgir at de har en eller flere av disse "tørrhets"-plagene ofte, mens 29 personer har det av og til, dvs. tilsammen 81 personer. Dette utgjør 92% av de 88 som har svart. I den gamle bygningen er det tilsvarende 2 personer som oppgir at de har en eller flere "tørrhets"-plager ofte, og 6 personer av og til. Dette utgjør 47% av de 17 som har svart. Sammenligner en dette med resultater fra en større dansk undersøkelse (Valbjørn og Kousgård, 1986) er hyppigheten av "tørrhets"-plagene høy i den nye bygningen i dette syke- og pleiehjemmet. I Danmark ble det funnet at på arbeid hadde 15% i 1981 og 16% i 1983 av befolkningen slimhinneirritasjoner minst en gang i uken. 6% i 1981 og 7% i 1983 hadde slike plager hjemme. En plagehyppighet på "minst en gang i uken" anses å motsvare "ofte" forekommende plager i denne undersøkelsen.

I tabellene 10a og 10b er plagene rangert etter hvor ofte de opptrer i de to bygningene.

Tabell 10a: De hyppigst forekommende plager i den gamle bygningen.

Plager	Antall, forekomst			Sum % av personalet (17 pers.)
	avogtil	ofte	sum	
1. hodepine	7	0	7	41%
2. tørr hud	3	2	5	29%
3. muskelsmerte	4	1	5	29%
3. slapphet	4	1	5	29%
4. tett i nesen	2	1	3	18%
4. tørr hals	3	0	3	18%
4. leddverk/smerte	3	0	3	18%
5. kløende/rennende nese	2	0	2	12%

Tabell 10b: De hyppigst forekommende plager i den nye bygningen.

Plager	Antall, forekomst			Sum % av personalet (88 pers.)
	avogtil	ofte	sum	
1. tørr hals	35	27	62	70%
2. tørr hud	26	30	56	64%
3. hodepine	41	8	49	56%
4. tørrhet i nesen	29	15	44	50%
5. tett i nesen	23	13	36	41%
5. slapphet	27	9	36	41%
6. tørr i øynene	20	10	30	34%
7. kløe/irr./tårer i øyne	21	8	29	33%
8. svie/kløe i ansikt	16	7	23	26%
9. muskelsmerte	18	4	22	25%
10. kløende/rennende nese	13	8	21	24%
11. leddverk/smerte	9	4	13	15%

De hyppigst forekommende plagene i den nye bygningen er tørr hals og tørr hud. 70% av personalet i den nye bygningen lider av tørr hals og 64% av tørr hud. Blant personalet i den gamle bygningen er tilsvarende tall henholdsvis 19% og 29%. I andre norske inneklimate undersøkelser er det registrert at blant personalet i ulike kontorbygg med dårlig inneklimate lider 33-67% av tørr hals og 33-59% av tørr hud. I et sykehjem var 76% av personalet plaget av tørr hals og 78% tørr hud. Dette gjelder plager som forekommer ofte og av og til. (K. Lenvik, AMY: personlig meddelelse.)

I den gamle bygningen er hodepine den vanligst forekommende plagen. (41% av de spurte har hodepine av og til). I den nye bygningen forekommer hodepine noe hyppigere (47% har hodepine av og til og 9% ofte). I de ovennevnte norske undersøkelsene forekommer hodepine ofte og av og til blant 41-60% av personalet i kontorbygg, mens det forekommer blant 86% av personalet i et sykehjem.

I den danske undersøkelsen oppgis hodepine å forekomme hos 11% av de spurte på arbeid og hos 6% hjemme, minst en gang i uken.

Slapphet (ofte eller av og til) oppgis av 41% av de spurte i den nye bygningen og 29% av de spurte i den gamle. I den norske undersøkelsen forekommer slapphet blant 40-58% av personalet i kontorbygninger og blant 86% i sykehjemmet.

Av dette fremgår at plagehyppigheten i St.Hanshjemmets nye bygning er av samme størrelse som det en finner i norske kontorbygninger med innklimaproblemer. Hyppigheten ser ut å være noe mindre enn hva som er funnet i et sykehjem med dårlig innemiljø. Plagehyppigheten i den gamle bygningen ser derimot ut til å være betydelig lavere enn hva som er funnet i disse bygningene, med unntak for hodepine.

I den nye bygningen var det av interesse å se om plagehyppigheten varierer innen huset. Fordelingen etter etasje er gitt i tabell 11.

Plagehyppigheten er totalt størst i 4., 5. og i 2. etasje, og blant de personer som oppga at deres arbeidsplass er over hele huset ("overalt"). På disse stedene var det 6 plager eller mer pr. person (gjennomsnitt av alle som har svart), som enten forekommer ofte eller av og til.

Tabell 11: Oppgitte symptomer fordelt etter etasje i den nye bygningen.

Lokale	Ca. ant. an-satte	Ant. svar	Tot. ant. plager			Sum plager pr pers	Sum ofte-plager pr pers.
			avogtil	ofte	sum		
kjeller, vaskeri		5	6	7	13	2.6	1.4
underetasje: kantine, kontor, fys. avd., ergo-terapi, tannlegek.		24	55	57	112	4.7	2.4
1. etasje: post 1	17	11	35	11	46	4.2	1.0
2. etasje: post 2	24	11	49	21	70	6.4	1.9
3. etasje: post 3	22	9	32	8	40	4.4	0.9
4. etasje: post 4	17	13	50	43	93	7.2	3.3
5. etasje: post 5	22	8	45	8	53	6.6	1.0
"overalt"		4	23	1	24	6.0	0.3
Sum		85					

Ifølge svarene fra spørreskjemaene har personalet i 4. etasjen flest plager pr. person. Dette gjelder både for totalt antall plager og for "tørrhets"-plagene (kategori A). Svarene tyder også på at plagene rammer personalet i 4. etasjen oftere, og spesielt gjelder det "tørrhets"-plagene, enn personalet de fleste andre steder i bygningen (Benestad, 1987). Da dette ble presentert for ledelsen og representanter for personalet på St. Hanshjemmet, fremkom ingen kommentarer som kunne forklare dette. Det ble nevnt at posten i 4. etasjen, som er en post for senil demente, har større bemanning enn de andre postene på hjemmet.

Personalet ble i spørreskjemaet spurt om sin egen oppfatning av årsaken til innemiljø-plagene. Av 47 personer i nybygget som besvarte dette spørsmålet, svarte 27 at det skyldes dårlig luftkvalitet ("tørr luft", "dårlig luft", etc.) (Benestad, 1987).

Spørreundersøkelsen viste at det er en større hyppighet av plager i

den nye bygningen ved St.Hanshjemmet enn i den gamle. Den viste også at denne overhyppighet først og fremst skyldes "tørrhetsplager", dvs. plager som skyldes uttørring av slimhinner i øyne, nese, munn og tørr hud. Undersøkelsen viste også at disse plagene opptrer hyppigst i 4. etasjen i den nye bygningen.

5 RESULTATER AV MÅLINGER AV TERMISK KLIMA, PARTIKLER, ALDEHYDER OG IONER

5.1 TEMPERATUR, RELATIV FUKTIGHET OG TREKK

Slike målinger ble utført på følgende måte:

15. mai 1986 : Statens forskningscenter for arbeidsmedisin og hygiene (AMY) utførte følgende målinger i fem rom i den nye bygningen og to rom i den eldre:

- Lufttemperatur
- Strålingstemperatur - assymetri
- Middelstrålingstemperatur
- Relativ fuktighet
- Lufthastighet.

Målingene ble utført i løpet av 15-30 minutter på hvert sted. På hvert sted ble målt fra 0.1 m til 1.7 m over gulvet.

20.-27. mai 1986 : NILU utførte registrerende målinger av lufttemperatur og fuktighet i 3 rom i hver bygning over en uke.

20. februar 1987 : NILU utførte temperaturmålinger ved enkelte tidspunkter i fire rom i hver bygning i forbindelse med partikkelmålingene.

7.-16. april 1987: NILU utførte registrerende temperatur- og fuktighetsmålinger i to oppholdsrom i hver av bygningene.

(Nybygget : 3. og 4. etg.)

(Eldre bygning: 2. og 3. etg.)

Et sammendrag av resultater er gitt i tabell 13.

Lufttemperaturen var høy, opp mot 27°C i noen tilfeller. Dette ble målt om natten i mai 1986 i et ubebodd pensjonærrom, og om dagen i oppholdsrommet i 4. etasje i nye bygningen i februar 1987.

Dette kan tyde på at lufttemperaturen i noen grad er høyere enn anbefalt i internasjonale standarder (ISO 7730, se tabell 13).

Lufthastigheter større enn 0.1 m/s ble målt på ett sted, i oppholdsrommet i 4. etasje i den nye bygningen. Det har vært klaget over trekkproblemer i deler av underetasjen i den nye bygningen. Verdiene som ble målt her den 20. mai 1986 var imidlertid alle under 0.1 m/s. Trekkproblemene i kontorene i denne etasjen var ved målingene dels eliminert ved at personalet helt eller delvis har blokkert tilluftventilene.

Tabell 13: Sammendrag av målinger av lufttemperatur, fuktighet og lufthastighet, St. Hanshjemmet, Oslo.

		Ny bygning	Eldre bygning	ISO 7730 ¹
<u>Lufttemperatur, °C</u>				
Mai 1986	AMY	21.5-23.6	22.3-23.6	23 - 26
	NILU	19 - 27	21 - 24	" "
Februar 1987	NILU	23 - 26	23 - 24	20 - 24
April 1987	NILU	22 - 25.5	21 - 25	
<u>Relativ fuktighet, %</u>				
Mai 1986	AMY	30 - 38	31 - 33	
April 1987	NILU	26 - 33	17 - 30	
<u>Lufthastighet, m/s</u>				
Mai 1986	AMY	0.03-0.23 ²	0.04-0.07	<0.25 sommer <0.15 vinter

1 Internasjonal standard

2 Bare én måling, i oppholdsrom i 4 etasje, var høyere enn 0.10 m/s.

Luftfuktigheten lå i mai 1986 innenfor 30-40%, og i april 1987 innenfor 15-30%.

Strålingsassymetri og vertikal temperaturdifferens lå innenfor de verdier som anbefales i internasjonal standard (ISO 7730).

YHI konkluderer fra sine målinger at de "viser noen små forskjeller i enkelte klimaparametre i ny og gammel bygning", men at "disse forskjeller neppe har betydning for oppfatningen av (inne)klimaet".

NILUs noe mer omfattende temperaturmålinger viser dog at svært høye temperaturer, opp til 27⁰C, er målt i den nye bygningen, men ikke i den gamle. Temperaturen synes å øke noe jo høyere opp i etasjene en kommer.

Det bør utføres registrerende målinger av temperatur og relativ fuktighet over lengre perioder, for å bringe på det rene i hvor stor grad temperaturen er forskjellig i de to byggene.

5.2 PARTIKLER I LUFT

NILU målte konsentrasjoner av partikler i luft i perioden 16.-20.2.87.

Målinger ble utført på fire målesteder i hver fløy etter følgende program:

Målesteder: Nybygget:

1. Kontorkorridor, u.etg. (utenfor rom 022)
2. Pensjonærrom 405 (ubebodd)
3. Oppholdsrom 4.etg.
4. Oppholdsrom 3. etg.

Eldre bygning:

5. Spisesal
6. Oppholdsrom 2. etg.
7. Oppholdsrom 3. etg.
8. Pensjonærrom 309

Målemetoder/perioder:

- Filterprøvetaking, som gir partikkelkonsentrasjon i $\mu\text{g}/\text{m}^3$ i to størrelsesfraksjoner ($> 2.5 \mu\text{m}$ diameter) ble utført over 4 døgn på hvert sted, med separate prøver hver dag (08-16) og hver natt (16-08).
- Partikkeltelling, som gir antall partikler pr. liter luft i 5 størrelsesfraksjoner (grenser fra $0.5 \mu\text{m}$ til $5 \mu\text{m}$), ble utført i løpet av 3 dager. Hvert målested ble "besøkt" 3-4 ganger, og målinger utført i 0.5-1 time hver gang.

Filterprøvetaking

Tabell 14 gir et sammendrag av resultatene av filterprøvetakingen, som gir partikkelkonsentrasjon i $\mu\text{g}/\text{m}^3$ i to fraksjoner (grovfraksjon, $>2.5 \mu\text{m}$, avsettes i øvre luftveier) og finfraksjon ($<2.5 \mu\text{m}$, trenger inn i lungene og kan avsettes der) i ulike deler av bygningene.

Tabell 14: Partikkelkonsentrasjoner i luft ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). Sammendrag av resultater.

FINFRAKSJON, $<2.5 \mu\text{m}$		
	DAG	NATT
<u>Nybygget</u>		
Oppholdsrom, 3. og 4. etg.	23	24-50 ¹
Kontorkorridor, u.etg.	49	16
<u>Eldre bygning</u>		
Oppholdsrom, 2. og 3. etg.	31	21
Spisesal, 1. etg.	58	23
GROVFRAKSJON, $>2.5 \mu\text{m}$		
	DAG	NATT
<u>Nybygget</u>	10	5
<u>Eldre bygning</u>	31	17

1 Første tall er oppholdsrommet i 3. etg. og siste tall 4. etg., der det sannsynligvis var røyking om natten.

Konsentrasjonen i finfraksjonen var om natten omtrent like stor i begge fløyene. Om dagen var det i oppholdsrommene i Nybygget ikke høyere partikkelnivå enn om natten, mens i eldre bygning var dagnivået ca $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ høyere enn om natten. Dette kan skyldes dels røyking, dels påvirkning fra trafikken i Colletts gate.

I kontorkorridoren i Nybygget og i spisesalen i eldre bygning, som begge grenser mot kantinen, var imidlertid finstøv-nivået svært høyt om dagen. Hovedårsaken anses å være røyking i kantina, som påvirker nabo-områdene.

Det var mye mer grovstøv i den eldre bygningen enn i Nybygget. Hovedkilden til dette anses å være veistøv virvlet opp i Colletts gate.

De høyeste konsentrasjonene som ble målt var følgende:

Finfraksjon: $58 \mu\text{g}/\text{m}^3$ om dagen (kl 08-16) i spisesalen
 $48 \mu\text{g}/\text{m}^3$ om dagen i kontorkorridoren i underetasjen
 i Nybygget.
 $49 \mu\text{g}/\text{m}^3$ om natten (kl 16-08) i oppholdsrommet i
 4. etg. i Nybygget.

Grovfraksjon: $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ om dagen (kl 08-16) i Spisesalen.

Disse konsentrasjoner må anses å være høye. Det høye finstøvnivået skyldes i hovedsak røyking, og grovstøvnivået sannsynligvis i stor grad veistøv fra Colletts gate.

Målingene i det ubebodde pensjonærommet i 4. etg. i Nybygget gir et utgangspunktet for å vurdere partikkelbidraget fra innendørs kilder. Konsentrasjonen i dette rommet, som representerer det som kommer inn med filtrert ventilasjonsluft, var følgende ($\mu\text{g}/\text{m}^3$):

	Dag	Natt
Finfraksjon	13	9
Grovfraksjon	5	3

Bidraget om dagen fra innendørs kilder i oppholdsrom i Nybygget var derved 8-10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ for finfraksjon og grovfraksjon hver for seg. I kontorkorridoren var innendørs bidrag til finstøv mye større, med røyking som sannsynlig årsak.

Mineralullfibre ble ikke påvist i prøvene.

I sammendrag:

- Partikkelforurensningen i luft var stort sett høyere i eldre bygning enn i ny bygning. Dette anses i hovedsak å skyldes at hoveddelen av tilluften i eldre bygning kommer ufiltrert inn gjennom spalter og lekkasjer, og den liggere nærmere Colletts gate, som representerer en vesentlig partikkelkilde.
- I områder nær kantina, i begge fløyene, ble det målt svært høye partikkelkonsentrasjoner om dagen. Hovedårsaken anses å være røyking, enten fra kantinen eller i områdene selv.
- Bidraget til partikkelnivået om dagen fra innendørs kilder i oppholdsrom i Nybygget var 8-10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ i både finfraksjon og grovfraksjon.
- Mineralullfibre ble ikke detektert i prøvene.

Partikkeltelling

Resultene fra partikkeltellingen (antall partikler pr. liter luft) underbygger resultatene fra filterprøvetakingen. Tabell 15 viser at antallet var størst i og nær kantinen, og at det var lavere i kontorkorridoren om natten enn om dagen. Røyking gir økt forekomst av partikler $<1.4 \mu\text{m}$ og få partikler større enn dette. Det er vesentlig færre store partikler enn små. Partikler mindre enn 2-3 μm trenger med pusting inn i lungene og kan avsettes der.

5.3 ALDEHYDER

Måling av konsentrasjonen av aldehyder ble foretatt 20. februar 1987 i to rom i hver fløy. Resultater er gitt i tabell 16.

Det er ikke gitt grenseverdi for formaldehyd i innendørs luft for boliger/ikke-industrielle arbeidsplasser i Norge. (Yrkeshygienisk grenseverdi er $1200 \mu\text{g}/\text{m}^3$, med forslag om reduksjon til $600 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Utenlandske grenseverdier ligger i området $120-500 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Det laveste, $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$, gjelder i Vest-Tyskland. Der skal grensen muligens reduseres til $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Tabell 15: Antall partikler pr. liter luft, St. Hanshjemmet, Oslo, i 5 partikkelstørrelses-fraksjoner.

Målested	Tid ¹	Partikler, antall pr. liter luft				
		Partikkelfraksjon, μm^2				
		<0.5	0.5-1.4	1.4-3	3-5	5-10
<u>Nybygget</u>						
1. Kontorkorridor U. etg.	0800-1600	15150	540	47	18	16
" " " " "	1600-0800	5100	215	9	2	1
2. Pensjonærom 405	0800-1600	4350	230	17	5	3
3. Oppholdsrom, 4. etg.	0800-1600	2220	135	18	8	8
4. Oppholdsrom, 3. etg.	0800-1600	8610	305	34	14	14
5. Kantinen, 1. etg.	1320-1340	89850	2990	42	13	8
<u>Eldre bygning</u>						
6. Spisesal, 1. etg.	0800-1600	17760	620	37	10	7
7. Oppholdsrom, 2. etg.	0800-1600	6440	395	30	9	8
8. Oppholdsrom, 3. etg.	0800-1600	9260	550	37	11	10
9. Korridor, 3 etg.	0800-1600	7140	400	19	5	3

- 3-4 perioder på hver 0.5-1 time innenfor angitte tidsrom.
- Partikler med diameter innenfor de angitte grenser.

Tabell 16: Aldehydmålinger ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), St. Hanshjemmet, Oslo, 20 februar 1987.

	Formaldehyd	Acetaldehyd	Acrolein
<u>Ny bygning</u>			
Kontorkorridor, U. etg.	24	15	<0.1
Oppholdsrom, 4. etg.	11	17	<0.1
<u>Eldre bygning</u>			
Oppholdsrom, 2. etg.	9	12	<0.1
Korridor, 3. etg.	9	8	<0.1

Tallene fra St. Hanshjemmet ligger godt lavere enn den laveste av grenseverdiene. Formaldehydkonsentrasjonen i kontorkorridoren i underetasjen var ca. dobbelt så høy som de øvrige. Dette skyldes sannsynligvis røyking.

5.4 LETTE LUFT-IONER, ORIENTERENDE MÅLINGER

Den 18. februar 1987 ble det gjort noen orienterende målinger av innholdet av lette luftioner i noen rom i ny og gammel bygning. Målingene ble utført med et instrument utlånt fra firma Scandion A/S. NILU innestår ikke for kvaliteten av målingene, når det gjelder absoluttverdier av ioneantallet. Relative forskjeller mellom bygg og rom skulle likevel være gyldige.

I begge bygninger ble målt 50-150 ioner/cm³ hver av positive og negative. Dette er lavt i forhold til det som vanligvis oppgis for uteluft. Det syntes ikke å være noen stor forskjell mellom bygningene, med det var noe mer i den nye enn i den eldre.

I rommene varierte ion-antallet ganske mye med tiden. Det var ikke åpenbart hvilke faktorer som forårsaket variasjonene. Ion-antallet i luft påvirkes bl.a. av partikkelinnholdet (lavere iontall jo høyere partikkeltall), personbevegelser og radon.

Det var ingen stor og åpenbar forskjell mellom de to bygningene.

Ion-antallet i utendørs luft ble ikke målt, fordi temperaturforskjellen inne - ute påvirker instrumentet i stor grad, og en lang stabiliseringstid var nødvendig.

6 KONKLUSJONER

Hyppighet av plager

Spørreundersøkelsen viste at det er en større hyppighet av plager i den nye bygningen ved St. Hanshjemmet enn i den eldre. Den viste også

at denne overhyppighet først og fremst skyldes "tørrhetsplager", dvs. plager som skyldes uttørring av slimhinner i øyne, nese, munn og tørr hud. I denne kategori opptrådte plager 3 ganger så hyppig i den nye bygningen som i den eldre. Undersøkelsen viste også at disse plagene opptrer hyppigst i 4. etasjen i den nye bygningen.

Undersøkelser viste at gjennomsnittlig hyppighet av slimhinneirritasjonen i den nye bygningen (59% av de spurte har slike plager ofte) er vesentlig høyere enn det som kom fram som gjennomsnitt fra en større dansk undersøkelse, der ca. 16% i gjennomsnitt hadde slimhinneplager på arbeidet minst én gang i uken. Plage-hyppigheten på St. Hanshjemmet er av samme størrelse som Yrkeshygienisk institutt tidligere har funnet i kontorbygg og et sykehjem med inneklimateproblemer.

På bakgrunn av spørreundersøkelsen vil vi hevde at St. Hanshjemmets nye bygning er en bygning med inneklimateproblemer.

Det er vanskelig å finne en klar sammenheng mellom disse oppgitte plagene og de fysiske parametre som er undersøkt. Dette omtales i det følgende.

Bygg/inventar

Materialer som er brukt i råbygg, kledning invendig og inventar er nokså likt i begge bygningene. En har ikke funnet noe som skiller de to byggene klart fra hverandre.

Ventilasjon

De to byggene har ulike former for ventilasjon.

I ny bygning er det et mekanisk ventilasjonssystem med balansert til-luft/avtrekk i hvert rom, full omrøring, med tilført luftmengde i gjennomsnitt ca. $9 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ xh}$. I eldre bygning er det i hovedsak et avtrekksanlegg med ca. $6 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ xh}$, med et mindre, nytt balansert til-luft/avtrekk-anlegg for korridorer og våtrom.

I nybygget var tilførsel og avtrekk i de undersøkte rom omtrent som prosjektert, bortsett fra litt lite avtrekk i kantinen og oppholdsrom i 4. etasje. Tilluft-mengden i oppholdsrommene kan synes å være i snaueste laget, idet CO₂-konsentrasjonen i deler av rommene ble målt opp mot 1000 ppm, uten at personbelastningen var så stor.

I den eldre bygningen tilføres luft gjennom spalter og utettheter og suges av i taket, med en større grad av deplasserende strømming enn i nybygget.

Disse forskjellene i ventilasjonsanlegg kan ha betydning for oppfatningen av innemiljøet.

Termisk klima

Relativ fuktighet er ikke vesentlig forskjellig i de to byggene. Den er som normalt svært lav om vinteren i hus i Norge uten fukting.

Lufthastigheten ble målt i en del rom, og funnet å være <0.1 m/s bortsett fra ett sted, i oppholdsrommet i 4. etasje, der det i måletiden ble målt 0.23 m/s. Dette kan være en faktor av betydning for plagehyppigheten.

Temperaturen var på enkelte tider og steder høy. De høyeste temperaturer ble målt i den nye bygningen, opp mot 27⁰ C både sommer og vinter. Om dagen om vinteren ble målt opp mot 27⁰ C i oppholdsrommet i 4. etasje i nybygget. Mer omfattende temperaturmålinger bør utføres, men det som er gjort indikerer at for høy temperatur kan være en medvirkende årsak til problemene i deler av den nye bygningen.

Partikler

Partikkelkonsentrasjonen i luft var stort sett høyere i eldre bygning enn i nybygget. Dette anses i hovedsak å skyldes forurensning fra Colletts gate og fra uteluften generelt som trekkes ufiltrert inn i eldre bygning, samt eventuelt røyking.

De høyeste konsentrasjoner, 50-60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ i finfraksjonen (partikler som ved pusting trenger inn i lungene) ble målt i kantinen og tilstøtende områder. De skyldes røykingen der. Partikkelforurensningen der anses å være høy.

Resultatene av de partikkelmålinger som er gjort synes ikke å kunne forklare den oppgitte plagehyppighet. Partikkelundersøkelsene bør utvides til å omfatte karakterisering av partikkeltyper, og å se på forekomst av partikkelladning. Ventilasjonssystemet kan ha sammenheng med disse forhold.

Aldehyder

Det ble målt lave aldehydkonsentrasjoner. Høyest var den i kontorkorridoren i underetasjen i nybygget. Røyking er sannsynlig årsak.

Ioner

Orienterende målinger av lette luftioner viste ingen større forskjeller mellom de to byggene. Ion-konsentrasjonen var lav i forhold til det som normalt finnes i uteluft.

Sammendrag

De funn som kan settes i forbindelse med opplevd plage-hyppighet, er følgende:

- Høye temperaturer i nybygget.
- Røyking gir høye konsentrasjoner av partikler og økt formaldehydnivå i kontorkorridor og om natten i oppholdsrom i 4. etasje.
- Tilluftmengden til oppholdsrom i nybygget kan være i snaueste laget.
- Det ble målt en relativt høy lufthastighet i oppholdsrommet i 4. etasje.

Følgende funn går i disfavør av plage-hyppighet:

- Partikkelforurensningen er jevnt over størst i gammel bygning. Det gjenstår imidlertid å se på ladete partikler.
- Tilluftmengden er størst i nybygget, både regnet pr. m² og pr. person.
- Det er ingen større forskjeller i materialer i bygg og inventar.

Personalet selv oppfatter dårlig luftkvalitet som hovedårsak til plagene.

7 TILTAK PÅ ST.HANSHJEMMET

På grunnlag av undersøkelsen, bør følgende tiltak gjennomføres:

- Temperaturen i nybygget senkes i de områdene der den er høyest. På arbeidsplasser vil 22-23⁰ C gi minst klager på temperaturen. Det må skje en avveining mellom eldre menneskers behov for høyere temperatur, og personalets behov.
- Det kan synes som luft fra kantinen forurenses tilstøtende områder. Avtrekksmengden fra kantinen bør søkes økt.
- Tilluft-mengden i oppholdsrommene i 4. etasje foreslås økt, hvis dette kan gjøres uten at det oppleves økte trekkproblemer.

8 VIDERE UNDERSØKELSER

Gjennomføring av de foreslåtte tiltakene kan gi bedre innemiljø i St. Hanshjemmet. En tid etter gjennomføringen bør spørreundersøkelsen gjentas.

Situasjonen på St.Hanshjemmet, der det er to bygninger med nær samme arbeidsaktivitet, som gjenspeiler et innemiljø uten vesentlige problemer, og et inne-miljø som er typisk for de plager som går igjen i

mange nyere bygg, innbyr imidlertid til videre undersøkelser. Disse bør inkludere:

- Mer omfattende målinger av temperatur, og fuktighet. Temperaturen kan være en av flere årsaker til plagene. De målinger som er gjort er imidlertid ikke omfattende nok. Målinger bør utføres, etter et visst program, til alle årstider. Disse bør gjøres nå, før tiltak gjennomføres.
- Undersøkelse av partikkeltyper og forekomst av ladete partikler. Type ventilasjonsanlegg kan ha betydning for hvilke typer partikler en finner. Måling av partikkelladning har vært gjort i svært liten grad, og kan være en joker.
- Måling av statisk elektrisitet.
- Orienterende målinger av luftas innhold av organiske forbindelser.
- Måling av støy- og lysforhold.

9 REFERANSER

Benestad, C. (1987) Spørreundersøkelse om innemiljøplager i et pleie- og sykehjem. Oslo, Senter for industriforskning (SI-rapport 860202-1).

Jebens, A. (1987) Måling av ventilasjonseffektivitet. Notat. Oslo, Senter for industriforskning.

Larssen, S. (1987) Målinger i innendørs luftmiljø. St.Hanshjemmet syke- og aldershjem, Oslo. Lillestrøm (NILU OR 20/87).

Lenvik, K. (1987) Personlig meddelelse.

Olaisen, S. (1986) Termiske klimamålinger ved St. Hanshjemmet alders - sykehjem. Oslo, Yrkeshygienisk institutt (HD 933 FOU).

Skåret, E. og Sandberg, M. (1985) Luftvekslings- og ventilasjonseffektivitet - nytt hjelpemiddel for ventilasjonsbransjen. Norsk VVS, nr. 7, 527-534.

Statistisk sentralbyrå (1987) Helseundersøkelse 1985. Oslo.
Valbjørn, O. og Kousgård, N. (1986) Hovedpine og slimhindegener hjemme og på arbejde. Hørsholm, Statens Byggeforskningsinstitut (SBI-rapport 175).

Waage, P. (1986) Rapport om St. Hanshjemmet sykehjem. Måling av luftmengder. Oslo, Norges byggforskningsinstitutt.

NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING (NILU)
 NORWEGIAN INSTITUTE FOR AIR RESEARCH
 POSTBOKS 64, N-2001 LILLESTRØM

RAPPORTTYPE OPPDRAGSRAPPORT	RAPPORTNR. 21/87	ISBN-82-7247-804-8	
DATO APRIL 1987	ANSV. SIGN. <i>J. Schjøden</i>	ANT. SIDER 39	PRIS kr 30,-
TITTEL Bygning med innemiljø-problemer. En undersøkelse på St. Hanshjemmet, Oslo		PROSJEKTLEDER St. Larssen (NILU)	
		NILU PROSJEKT NR. 0-8602	
FORFATTER(E) Christel Benestad Steinar Larssen		TILGJENGELIGHET A	
		OPPDRAGSGIVERS REF. F.Salvesen, Miljøplan	
OPPDRAGSGIVER (NAVN OG ADRESSE) NTNF, Programstyret for innemiljø Sognsveien 72 0855 OSLO 8			
3 STIKKORD (å maks. 20 anslag) Innemiljø Syke hus Luftkvalitet			
REFERAT (maks. 300 anslag, 7 linjer) Undersøkelsen omfattet to bygningsfløyer med sammenlignbare arbeidsforhold, en nybygget del der innemiljøet oppfattes som dårlig av de ansatte, og en eldre, renoveret, der det er få klager på innemiljøet. Plage-hyppighet blant de ansatte er undersøkt gjennom en spørreskjemaundersøkelse. Plage-hyppigheten var ca 3 ganger så stor i ny bygning som i gammel. I innelufta er målt ventilasjonseffektivitet, termisk klima og konsentrasjoner av partikler, aldehyder, CO ₂ og ioner. Tilstandskontroll er utført på ventilasjonsanleggene. Bygningene har ulike ventilasjonssystem. De fysiske målingene i inneluft viste at temperaturen er noe høyere i nybygget. Forøvrig er det funnet få holdepunkter som kan forklare forskjellen i plage-hyppighet. Røyking i kantinen som er åpen mot nybygget, og liten spesifikk lufttilførsel i oppholdsrom kan være forhold av betydning.			

TITLE	Building with indoor air problems. Investigation at an old peoples home and hospital in Oslo.
ABSTRACT (max. 300 characters, 7 lines)	The investigation included two separate buildings with comparable work situation, one new building with a high complaint rate regarding indoor climate, and one older, renovated building with few complaints. Through a questionnaire survey among the employees the complaint rate was determined to be 3 times higher in the new building. Measurements were made of ventilation efficiency, thermal climate, concentrations of particles, aldehydes, CO ₂ and air ions. The buildings had different ventilation systems. The measurements revealed a somewhat higher temperature in the new building. Few other indications to explain the difference in complaint frequency were found.

* Kategorier: Åpen - kan bestilles fra NILU A
 Må bestilles gjennom oppdragsgiver B
 Kan ikke utleveres C