

NILU OR: 20/87

NILU OR : 20/87  
REFERANSE: O-8602  
DATO : APRIL 1987  
ISBN : 82-7247-802-1

MÅLINGER I INNENDØRS LUFTMILJØ  
ST. HANSHJEMMET SYKE- OG  
ALDERSHJEM, OSLO

DATARAPPORT FASE 1  
MÅLINGER I 1986 OG 1987

Steinar Larssen

## SAMMENDRAG

NILU og SI utfører en undersøkelse av innendørs luftmiljø i St.Hans-hjemmet syke- og aldershjem i Oslo, på oppdrag fra NTNFs Programstyre for innemiljø. St.Hanshjemmet har to fløyer, en nybygd fløy der personalet har plager som muligens kan henføres til innendørs luftmiljø, og en eldre, rehabilitert fløy der plagene synes vesentlig mindre.

Prosjektet utføres i to faser. I denne rapporten presenteres resultater av målinger i inneluften under fase I. Det ble i mai og juni 1986 utført målinger av ventilasjonseffektivitet, tilstandskontroll på ventilasjonsanleggene, målinger av lufttemperatur, fuktighet og trekk og orienterende målinger av CO<sub>2</sub>-konsentrasjonen. I tillegg er i fase I utført en spørreundersøkelse blant personalet angående arbeidsforhold og plager, som rapporteres i egen rapport.

Ventilasjonsanleggene er forskjellige i de to byggene. I den nye fløyen er det balansert, mekanisk lufttilførsel og avtrekk i alle rom, og sentrale varmegjenvinnere av aluminium. I den eldre fløyen er det i hovedsak et avtrekkssystem, med replassering av friskluft rett utenfra gjennom spalter, ventiler og lekkasjer. I tillegg er det et mindre, balansert anlegg med tilførsel av luft i korridorene og tilsvarende avtrekk fra våtrom. Varmegjenvinningsanlegget er lukket (vann/glykol).

Tilstandskontrollen, utført av Norges Byggforskningsinstitutt, viste at ventilasjonsanleggene stort sett fungerte slik de er prosjektert. Dog var avtrekksluftmengden i kantinen en god del lavere enn prosjektert, og trykkfallsmålinger viste at et filter i den eldre fløyen var tett.

Ventilasjonseffektivitetsmålingene ble utført i 6 rom i den nye fløyen og i 3 rom i den gamle. I den nye fløyen lå luftskiftet innen området 1.7-3.6 pr. time. Strømningsforholdene der tilsvarte full omrøring, med noe tendens til deplasserende strømming. Dette viser at løsningene av tilluft- og avtrekksdyser ga omtrent like god utlufting i alle deler av hvert rom.

I den eldre fløyen var luftskiftet lavere enn i den nye. Ventilasjonssystemet der, med avtrekksvifter og tilluft rett utenfra gjennom spalter og ventiler, ga gode utluftingsforhold i rommene som ble undersøkt, med deplasserende strømningsforhold.

Det ble målt 5-10% lekkasje over de roterende varmegjenvinnerne i den nye fløyen.

CO<sub>2</sub>-målingene viste at det kan opptre konsentrasjoner opp mot 1000 ppm i oppholdsrommene i ny-fløyen. Dette er relativt høyt, og kan tyde på at tilluftmengden i oppholdsrommene er for liten i forhold til personbelastningen.

Luft-temperaturen var om sommeren stort sett innenfor 21-24<sup>0</sup>C, men på ett pensjonærrrom var den opptil 27<sup>0</sup>C om natten. Relativ fuktighet var i området 20-40%. Lufthastigheten var mindre enn 0.10 m/s i alle målepunkt bortsett fra ett, i oppholdsrommet i 4. etasje i nybygget, der det ble målt 0.23 m/s. Dette kan oppfattes som trekk. Målingene viste små forskjeller i enkelte av klimaparametrene i ny og eldre fløy, men disse har neppe betydning for oppfatningen av inneklimate.

Partikkelkonsentrasjonen var høyere i den eldre fløyen enn i nybygget. Årsaken til dette er at luft trekkes ufiltrert inn der, og at utslipp i Colletts gt. påvirker den eldre fløyen, som ligger nærmest Colletts gt. Røyking i kantina og andre lokaler gir ganske høye konsentrasjoner av partikler, opp mot 60 µg/m<sup>3</sup> som gjennomsnitt over dagen.

Orienterende målinger av lette luftioner ga lavt ion-innhold i lufta, men ingen store forskjeller mellom de to bygningene. Aldehydkonsentrasjonen var lav i begge bygninger.

Målingene har så langt ikke avdekket åpenbare årsaker til den forskjellen i plage-hyppigheten som opptrer mellom ny og gammel fløy. Plagene er hyppigst i ny-fløyen som har mekanisk balansert ventilasjon med roterende varmegjenvinnere og større tilluftmengde pr. romvolum enn i gammel fløy med hovedsakelig avtrekk-system og lukket varmegjenvinner. Undersøkelsen bør fortsette bl.a. med mer omfattende temperaturmålinger, måling av innholdet av partiklers ladningstilstand, samt

innholdet av organiske mikro-komponenter i gassfasen. Dette vil hjelpe å klarlegge den eventuelle betydningen av forskjellen i ventilasjonssystem i de to fløyene.

En videre vurdering av måleresultatene vil bli gjort i sammenheng med resultatene fra spørre-undersøkelsen vedrørende personalets plager.



## INNHold

	Side
SAMMENDRAG .....	1
1 INNLEDNING .....	7
2 OVERSIKT OVER MÅLEPROGRAMMET .....	8
3 RESULTATER AV VENTILASJONSMÅLINGER .....	8
3.1 Ventilasjonsanleggene .....	8
3.2 Tilstandskontroll .....	10
3.3 Måling av ventilasjonseffektivitet .....	11
3.4 Test av lekkasje over varmegjenvinnere og utendørs kobling utluft/innluft .....	13
4 MÅLING AV PARTIKLER I LUFT .....	14
5 MÅLING AV LUFTTEMPERATUR, RELATIV FUKTIGHET OG TREKK ....	17
6 CO <sub>2</sub> -MÅLINGER .....	20
7 LETTE LUFT-IONER, ORIENTERENDE MÅLINGER .....	20
VEDLEGG 1 Målinger av luftvekslingseffektivitet - St.Hanshjemmet .....	23
VEDLEGG 1A Detaljerte resultater av sporgassmålinger ....	31
VEDLEGG 2 Målinger av partikler i luft .....	61
VEDLEGG 3 Målinger av lufttemperatur og relativ fuktig- het, St.Hanshjemmet .....	73
VEDLEGG 4 CO <sub>2</sub> -målinger, St.Hanshjemmet .....	79
VEDLEGG 5 Prosjektplan .....	83



MÅLINGER I INNENDØRS LUFTMILJØ  
ST.HANSHJEMMET SYKE- OG ALDERSHJEM, OSLO

DATARAPPORT FASE I  
MÅLINGER I 1986

## 1 INNLEDNING

På oppdrag fra NTNFs komite for innemiljø-forskning utføres en undersøkelse av innendørs luft-miljø i St.Hanshjemmet syke- og aldershjem i Oslo. Hjemmet består av to fløyer, ett nybygg og en eldre fløy som nylig er rehabilitert. Begge fløyene er med i undersøkelsen.

Undersøkelsen i St.Hanshjemmet er en del av NTNFinansiert forskning på "syke bygninger", eller bygninger der opphold gir mange personer plager som muligens kan henføres til innendørs luftmiljø. St.Hanshjemmet ble av NTNFKomiteen plukket ut for undersøkelse på grunnlag av subjektive helse- og trivselsplager rapportert fra personalet i hjemmet. Det er hovedsakelig plager som har sammenheng med slimhinneirritasjon i luftveier og øyne som er rapportert. Det er hovedsakelig personalet i den nye fløyen (senere kalt Nybygget) som har plagene. I den eldre rehabiliterte fløyen (senere kalt Domkirken, som er navnet som brukes på fløyen) er det svært lite rapporterte plager.

Undersøkelsen i St.Hanshjemmet utføres av NILU og SI i samarbeid.

På oppdrag har Yrkeshygienisk institutt (YHI) utført målinger av klimaparametre i byggene (YHI-rapport HD 933 FOU 1986) og Norsk institutt for byggforskning (NBI) har utført tilstandskontroll av ventilasjonsanleggene (NBI rapport KO 21036, 1986).

Undersøkelsen inkluderer målinger av innemiljø-parametre samt en spørreskjema-undersøkelse blant personalet, for å få fram data og statistikk vedrørende plager og mulige årsaker.

Plassen for undersøkelsen omfatter en Fase I og en Fase II. Det foreslåtte arbeidsprogram er beskrevet i Vedlegg 4. I denne rapporten rapporteres innemiljø-målingene i Fase I.



## 2 OVERSIKT OVER MÅLEPROGRAMMET

Følgende undersøkelser og målinger er utført i 1986 i Fase I:

### 1. Ventilasjon

- Oversikt over ventilasjonsanleggene, system og prosjekterte luftmengder
- Tilstandskontroll
- Måling av ventilasjonseffektivitet i utvalgte rom.

### 2. Inneklima

- Målinger av lufttemperatur, relativ fuktighet og trekk i utvalgte rom.

### 3. Luftkvalitet

- Måling av partikkelkonsentrasjonen i luft.
- Orienterende målinger av CO<sub>2</sub>-konsentrasjonen.
- Orienterende målinger av lette luftioner.
- Oversikt over materialer i tak, vegger og gulv.

Målingene ble utført i mai - juni 1986 og februar 1987.

## 3 RESULTATER AV VENTILASJONSMÅLINGER

### 3.1 VENTILASJONSANLEGGENE

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 Domkirken (den eldre fløyen) er det hovedsakelig mekanisk avtrekk, og luften kommer inn gjennom spalter ved vinduer, ventiler og lekkasjer i huset. I tabell 1 er ventilasjonsanleggets parametre og komponenter sammenlignet.

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

Domkirken Avtrekksystemet gir en prosjektert ventilasjonsmengde på i gjennomsnitt ca  $6 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ x h}$ , 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 korridorer. I disse områdene gir dette anlegget en tilleggsluftmengde på ca  $1.5 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ x h}$ . Dette anlegget har et inntaksfilter og et lukket varmegjenvinningssystem (vann/glykol).

#### Spesifikke tilluftmengder i ulike rom

Tabell 2 gir en oversikt over spesifikk tilluftmengde i en del rom, regnet i  $\text{m}^3/\text{h} \times \text{person}$ . Spesifikk tilluftmengde er høyere i Nybygget enn i Domkirken. I Nybygget ligger den på høyde med eller høyere enn DIN- og ASHRAE-normer. I Domkirken ligger den lavere enn disse normer.

Tabell 1: Oversikt over ventilasjonssystemer, romoppvarming og personbelastning i Nybygget og Domkirken.

	Nybygget	Domkirken
<u>VENTILASJON</u>		
System	Balansert, mekanisk tilførsel og avtrekk	Avtrekk + balansert
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	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. $100 \text{ m}^2$	ca. 5 pr. $100 \text{ m}^2$

Tabell 2: Målt spesifikk tilluftmengde i enkelte rom i St.Hanshjemmet (m<sup>3</sup>/h x person).

		DIN 1979	ASHRAE 1980
<u>NYBYGGET</u>			
Oppholdsrom 10-20 pers.	30-60	30/50	12/60
Pensjonærrrom 1 pers.	80	50/70	12/60
Kantine 30 pers.	30		
Kontorer 1-2 pers.	50-100		
<u>DOMKIRKEN</u>			
Spisestue 30 pers.	12		
Oppholdsrom 10 pers.	10		
Pensjonærrrom 1 pers.	~ 10-20		

### 3.2 TILSTANDSKONTROLL

Norsk institutt for byggforskning (NBI) har foretatt en tilstandskontroll av ventilasjonsanleggene. Resultatene er dokumentert i egen NBI-rapport (prosjekt-nr. KO 21036).

Tabell 3 gir en oversikt over målte tilluft- og avtrekksmengder. I nybygget var de målte luftmengdene omtrent som prosjektert, bortsett fra at avtrekksmengden i kantinen var vesentlig lavere enn prosjektert. I kantinen tilføres derved mye mer luft enn det som trekkes av. Differansen går ut, eller trekker fra kantinen inn i tilstøtende områder.

Målinger av trykkfall over filtrene vist at filter AV 2 i Domkirken var tett. Samtlige vifters reindrift ble kontrollert og funnet i orden.

Tabell 3: Målinger av luftmengder, 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+ca.300 <sup>1</sup>	+ 900
Hårpleie, U.etg.	100	110	+ 100
Kontor, U.etg.	33 <sup>2</sup>	110	+ 100
Resepsjon, U.etg.	0 <sup>3</sup>	73 <sup>3</sup> 158 <sup>4</sup>	+ 100
<u>DOMKIRKEN</u>			
Spisestue		392	
Oppholdsrom, 2. etg.		98	
Legekantor		43	
Pensjonærrom			

1. 532 m<sup>3</sup> ble målt i avtrekket fra selve kantine. I tillegg trekkes av ca. 300 m<sup>3</sup>/h fra toaletter nær kantine. Dette ble ikke målt.

2. Delvis lukket tilluftventil

3. Lukket tilluftventil

4. Åpen tilluftventil

### 3.3 MÅLING AV VENTILASJONSEFFEKTIVITET

Ventilasjonseffektiviteten ble målt med sporgassteknikk i 6 rom i Nybygget og 3 rom i Domkirken den 15. og 16. mai. Sporgass (SF<sub>6</sub>) ble dosert i rommene enten i tilluftdysene inntil stasjonære forhold, eller direkte i rommet med etterfølgende blanding ved hjelp av vifte. I vedlegg 1 er testene og resultatene fra hvert rom beskrevet detaljert.

Ventilasjonseffektiviteten,  $\varepsilon_a$ , beregnes på følgende måte:

$$\varepsilon_a = \frac{\tau_n}{2\langle\bar{\tau}\rangle}$$

$$\tau_n = \frac{V}{q_t} \quad \begin{array}{l} V - \text{romvolum, m}^3 \\ q_t - \text{tilluft eller avtrekksmengde, m}^3/\text{h} \end{array}$$

$\langle\bar{\tau}\rangle$  er romluftens gjennomsnittlige alder, beregnet ut fra sporgass konsentrasjonenes forløp etter avsluttet dosering.

Ventilasjonseffektiviteten vurderes slik:

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

Tabell 4 gir et sammendrag av resultatene, og en nærmere forklaring av enkelthetene i tabellen.

I Nybygget lå  $\varepsilon_a$ -verdiene noe i overkant av 0.5, dvs. fullstendig omrøring i rommene med tendens til deplasserende strømning.  $\varepsilon_a$ -verdiene gjelder da forholdene i rommene slik de er til vanlig, med vanlig persontrafikk og dørstillinger (åpen eller lukket). De lokale løsninger av tilluft/avtrekk-plassering i rommene gir derved relativt god utlufting i hele lokalet. Nominelle luftskifter lå innen området 1.7-3.8 pr. time.

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

Tabell 4: 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. $\epsilon_a$	Merknad
	$\tau_n$ (min)	$\frac{1}{\tau_n}$ (h <sup>-1</sup> )	$\tau_n^1$ (min)	$\langle \bar{\tau} \rangle$ (min)		
<u>Nybygget</u>						
1	Opphold, 3. etg.	28.5	2.1	24	18.4	0.65 <sup>6</sup> Dører åpne
2	Frisør, U. etg.	34.5	1.7	10	10.4	0.48 <sup>6</sup> Dør åpen
3	"Saras rom" U. etg.	19	3.2	16 <sub>3</sub>	14	0.68 <sup>5</sup> Dør lukket
4	Kantinen, U. etg.	29	2.1	11	~ 8.5	0.65 <sup>6</sup> Åpent lokale
5	Pensjonær, 302 <sup>2</sup>	17.5	3.4	18	14.5	0.60 <sup>5</sup> Dør lukket
6	Resepsjon, U. etg.	16	3.8	18	15.5	0.68 <sup>6</sup> Vindu åpnet ofte
<u>Domkirken</u>						
7	Opphold, 3. etg.	64 <sup>4</sup>	0.95	25 <sup>3</sup>	~16	0.78 <sup>6</sup> Åpent rom
8	Spisestue	37 <sup>4</sup>	1.6	26	~17	0.76 <sup>6</sup> Dør åpen
9	Pensjonær, 3 etg.			250 <sup>3</sup>	-	- 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.  $\epsilon_a^1 = \tau_n^1 / 2 \langle \bar{\tau} \rangle$

Det henvises til vedlegg 1 for vurdering av ventilasjonen i hvert enkelt rom.

### 3.4 TEST AV LEKKASJE OVER VARMEGJENVINNERE OG UTENDØRS KOBLING UTLUFT/INNLUFT

Lekkasje gjennom varmegjenvinnere og kobling mellom utluft og innluft ute på taket ble testet ved ett tilfelle ved hjelp av sporgass (se Vedlegg 1A, test 10).

Lekkasjen over varmevekslerne var av størrelse 5-10%.

Koblingsgraden mellom utluft og innluft ute på taket var nær null under de forhold som rådet under testen.

Det var sørvestlig vind (ca  $200^{\circ}$ ), ca 2.5 m/s under denne testen. Det vil si at vindretningen var omtrent langs bygningenes lengderetning.

#### 4 MÅLINGER AV PARTIKLER I LUFT

NILU utførte målinger av 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 Saras kontor)
2. Pensjonærrrom 405 (ubebodd)
3. Oppholdsrom 4.etg.
4. Oppholdsrom 3. etg.

Domkirken:

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

Målemetoder/perioder:

- Filterprøvetaking, som gir partikkelkonsentrasjon i  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  i to størrelsesfraksjoner,  $\leq 2.5 \mu\text{m}$  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  $10 \mu\text{m}$ ), ble utført i løpet av 3 dager. Hvert målested ble "besøkt" 3-4 ganger, og målinger utført i 0.5-1 time hver gang.

Resultatene er beskrevet i Vedlegg 2.

Tabell 5 gir et sammendrag av resultatene av filterprøvetakingen, som gir partikkelkonsentrasjon i  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  i to fraksjoner, grovfraksjonen, ( $>2.5 \mu\text{m}$ , avsettes i øvre luftveier) og finfraksjon ( $<2.5 \mu\text{m}$ , trenger inn i lungene og kan avsettes der).

Tabell 5: Partikkelkonsentrasjoner i luft ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Sammendrag av resultater.

Finfraksjon, $< 2.5 \mu\text{m}$		
	Dag	Natt
<u>Nybygget</u>		
Oppholdsrom	23	24-50 <sup>1</sup>
Kontorkorridor, u. etg.	49	16
<u>Domkirken</u>		
Oppholdsrom	31	21
Spisesal	58	23
Grovfraksjon, $> 2.5 \mu\text{m}$		
	Dag	Natt
<u>Nybygget</u>	11	5
<u>Domkirken</u>	31	17

1: Det første tallet gjelder oppholdsrom i 3. etasje, det siste oppholdsrom i 4. etasje, der det sannsynligvis ble røkt.

Konsentrasjonen i finfraksjonen var om natten omtrent like stor i begge fløyene. Om dagen var det ikke høyere partikkelnivå enn om natten i oppholdsrommene i Nybygget, mens i Domkirken 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 Domkirken, 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 Domkirken enn i Nybygget. Hovedkilden til dette anses å være veistøv virvlet opp i Collets 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  
 2. 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 røyking, og grovstøvnivået sannsynligvis i stor grad veistøv fra Colletts gate.

Målingene i det ubebodde pensjonærrommet i 2. 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 finfraksjonen og grovfraksjonen hver for seg. I kontorkorridoren var innendørs bidrag til finstøv mye større, med røyking som sannsynlig årsak.

I sammendrag:

- Partikkelforurensningen i luft var stort sett høyere i Domkirken enn i Nybygget. Dette skyldes i hovedsak at hoveddelen av tilluften i Domkirken kommer ufiltret inn gjennom spalter og lekkasjer, og Domkirken ligger 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 om dagen fra innendørs kilder til partikkelnivået i oppholdsrom i Nybygget var 8-10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  i både finfraksjon og grovfraksjon.
- Mineralullfibre ble ikke detektert i prøvene.

## 5 MÅLING AV LUFTTEMPERATUR, RELATIV FUKTIGHET OG TREKK

NILU utførte kontinuerlig registrerende målinger av temperatur og relativ fuktighet i én uke, 20-27. mai, i tre rom i Nybygget og 3 rom i Domkirken.

Nybygget: Oppholdsrom , 3. etasje  
Pensjonærrom 306 (ubebodd)  
Sara's kontor

Domkirken: Spisesal  
Legekantor  
Oppholdsrom, 3. etasje

Yrkeshygienisk institutt (YHI) utførte punktmålinger i rom og tid den 15. mai i alle rom der ventilasjonseffektiviteten ble målt den 15. og 16. mai. YHIs målinger er beskrevet i egen rapport (YHI-rapport HD 933 FOU, av Sissel Olaisen). Tabell 6 gir et sammendrag av resultatene. Vedlegg 2 gir en nærmere beskrivelse.

Tabell 6: Sammendrag av målinger av lufttemperatur, relativ fuktighet og lufthastighet, St.Hanshjemmet, 1986.

	NYBYGGET	DOMKIRKEN	ISO 7730
Lufttemp. °C	21.5 - 23.2 (YHI)	22.3 - 23.6	23 - 26 (sommer)
	19 - 27 (NILU)	21 - 24	
Rel. fukt. %	30 - 38 (YHI)	31 - 33	
	(20 - 30) (NILU)	(20 - 30)	
Lufthast. m/s	0.03 - 0.23 (YHI)	0.04 - 0.07	< 0.25 sommer < 0.15 vinter

Målingene ble utført 20.-27. mai (NILU)  
15. mai (YHI)

YHI konkluderer med at det var liten forskjell i måleverdiene i Nybygget og i Domkirken, og at forskjellene neppe har betydning for oppfatningen av inn klimaet.

I det følgende gjengis YHIs egen beskrivelse av resultatene:

### "RESULTATER

Det er ingen normer i Norge for lufttemperatur, lufthastighet, relativ fuktighet og strålingstemperatur assymetri, men International Standards Organization (ISO) har gitt ut standarder som det er vanlig å anbefale. Arbeidstilsynet har en veiledning til arbeidsmiljøloven (Klima og ventilasjon på innendørs arbeidsplasser, best.nr. 444) med anbefalinger av lufttemperatur og lufthastighet.

- 3.1 Lufttemperaturen varierer mellom 21,5 og 23,1<sup>0</sup> C i ny bygning og 22,3 og 23,6<sup>0</sup> i gammel bygning. Ifølge ISO 7730 bør lufttemperaturen i vinterperioden ligge mellom 20 og 24<sup>0</sup> C og i sommerperioden mellom 23 og 26<sup>0</sup> C. De målte temperaturer ligger innenfor de anbefalte verdier.

- 3.2 Lufthastigheten varierer i ny bygning mellom 0,03 og 0,23 m/sek. Alle unntatt en under 0,10 m/sek. I gammel bygning varierer den mellom 0,04 og 0,07 m/sek. ISO 7730 anbefaler her mindre enn 0,15 m/sek i vinterperioden og mindre enn 0,25 m/sek i sommerperioden. En lufthastighet på 0,23 m/sek som er målt i oppholdsrom i 4.etasje i ny bygning kan føles som trekk.

Lufthastigheten målt i 0,1 m (ankelhøyde) og 1,1 m (hodehøyde for sittende person) over gulvet viste en differanse fra 0,01 til 0,12 m/sek. i ny bygning. I gammel bygning varierer den fra 0,01 til 0,03 m/sek. Det kan synes som om den vertikale variasjonen i lufthastighet jevnt over er litt høyere i ny bygning enn i gammel. Variasjonen i lufthastighet er imidlertid meget beskjeden og vil antageligvis ikke ha noen betydning for oppfatningen av klimaet i de to bygningene.

- 3.3 Relativ fuktighet ligger mellom 30 og 38% i ny bygning og mellom 31 og 33% i gammel bygning. Disse verdiene regnes å være akseptable ved de målte lufttemperaturer.

- 3.4 Strålingstemperatur - assymetri for vindu/vegg ligger mellom 0 og 1,5<sup>0</sup>C og for tak/gulv mellom 0,9 og 2,8<sup>0</sup>C i ny bygning. I gammel bygning varierer den for vindu/vegg mellom 0 og 2,2<sup>0</sup>C og mellom 0,4 og 1,9<sup>0</sup>C for tak/gulv. Her anbefaler ISO 7730 at strålingstemperatur assymetri fra vindu eller andre kalde vertikale overflate bør være mindre enn 10<sup>0</sup>C og for gulv/tak mindre enn 5<sup>0</sup>C. Ingen av de målte verdier overstiger dette.

- 3.5 Vertikal temperaturdifferanse er en annen vurdering av lufttemperaturen. Det er temperaturen målt ved ankel (0,1 m) og hodet (1,1 m sittende). Differansen bør være mindre enn 3<sup>0</sup>C (ISO 7730) og alle måleresultater tilfredsstilte dette krav.

#### KONKLUSJON

Vi har ikke benyttet statistiske metoder for bearbeiding, da tallmaterialet er lite, men det er ingen åpenbare forskjeller mellom måleverdiene fra ny og gammel bygning".

NILUs målinger av temperatur underbygger stort sett YHIs resultater. Målingene viste imidlertid noe høyere temperaturer i Nybygget, opptil 27°C i pensjonærrrom om natten. NILU målte stort sett lavere relativ fuktighet enn YHI.

De utførte målinger strekker seg over et for kort tidsrom til å gi et godt bilde av innklimaet i St.Hanshjemmet. Registrerende målinger bør utføres over lengre tid i hver årstid.

## 6 CO<sub>2</sub>-MÅLINGER

Endel målinger av CO<sub>2</sub>-konsentrasjonen i luft ble utført med Drägerpumpe den 15 mai i tiden 1400-1445. Resultatene er gitt i vedlegg 3.

Målinger ble utført i oppholdsrom i 3. etg., i kantinen i Nybygget og i spisestuen i Domkirken samt i tilluften.

CO<sub>2</sub>-konsentrasjonen i rommene lå stort sett lavere enn 500 ppm. I oppholdsrommet i 3. etg. ble det imidlertid målt opptil anslagsvis 1000 ppm i et av de bakre hjørnene. Dette ligger på grensen mot uakseptabelt CO<sub>2</sub>-innhold, og antyder at tilluft-mengden i oppholdsrommet er for lavt dimensjonert i forhold til det antall mennesker som til tider oppholder seg der.

## 7 LETTE LUFT-IONER, ORIENTERENDE MÅLINGER

Den 18. februar 1987 ble noen orienterende målinger av innholdet av lette luftioner i noen rom i ny og gammel bygning foretatt. 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/cm<sup>3</sup> hver av positive og negative, noe mer i ny bygning enn i gammel.

I rommene varierte ion-antallet innen 10-150 ioner/cm<sup>3</sup>. 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 radonkonsentrasjon.

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.



## VEDLEGG 1

MÅLINGER AV LUFTVEKSLINGSEFFEKTIVITET,  
ST. HANSHJEMMET

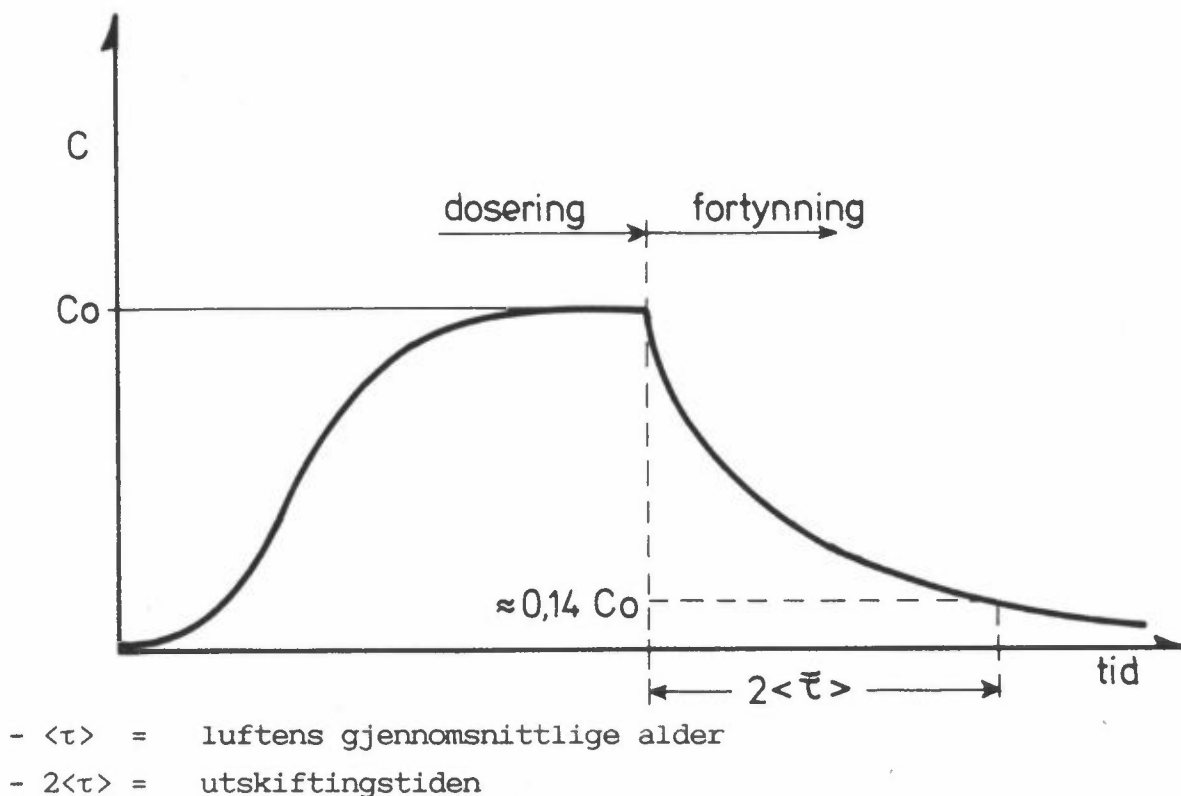




## INNLEDNING

Luftvekslingseffektiviteten,  $\varepsilon_a$ , ble målt i flere rom i St.Hans-hjemmet 15-16.5.86. Målingene ble gjennomført ved dosering av sporgass ( $\text{SF}_6$ ) i rommet og måling av sporgass-forløpet under og etter dosering. Doseringen ble enten foretatt i tilluft-kanalene til rommet eller ved å dosere sporgass direkte flere steder i romlufta på ett tidspunkt, og blande luft og sporgass best mulig ved hjelp av vifter. Doseringen i tilluftkanalene pågikk i 1/2-1 time inntil en oppnådde tilnærmet stasjonære forhold.

Figur 1 viser typisk sporgass-forløp og definisjoner.



Figur 1: Typisk forløp av sporgasskonsentrasjon i avtrekket under og etter dosering i tilluften.

Luftvekslingseffektiviteten,  $\varepsilon_a$ , defineres slik (Skåret og Sandberg, 1985):

$$\varepsilon_a = \frac{\tau_n}{2\langle\bar{\tau}\rangle}$$

$$\tau_n = \frac{V[\text{m}^3]}{q[\text{m}^3/\text{h}]}, \quad \text{romventilasjonens nominelle tidskonstant} \\ \text{(romvolum dividert med tilført luftmengde).}$$

$\langle\bar{\tau}\rangle$  = romluftens gjennomsnittlige alder.

Luftvekslingseffektiviteten vurderes slik:

$\varepsilon_a = 1$	Stempelstrømning
$0.5 < \varepsilon_a > 1$	Deplaserende strømning
$\varepsilon_a = 0.5$	Fullstendig omrøring
$\varepsilon_a < 0.5$	Kortslutningsstrømning

Målinger ble foretatt i følgende rom:

<u>Nybygget</u>	Test nr.
Oppholdsrom, 3. etasje	1
Frisørsalong, U.etasje	2
Rom 022, U.etasje (Sara's)	3
Kantinen, U.etasje	4
Pensjonærrom 302	5
Resepsjon, U.etasje	6
 <u>Domkirken</u>	
Oppholdsrom, 3. etasje	7
Spisesal, U.etasje	8
Pensjonærrom 306	9

Figurene i Vedlegg 1A viser skisser av rommene med målepunkter avmerket.

## VENTILASJONSANLEGG

### Nybygget

Balansert system med filter på tilluft, roterende varmevekslere (aluminium) og oppvarming (ikke kjøling). Tilluft- og avtrekksmengde er søkt balansert i hvert rom.

### Domkirken

Avtrekksystem (gammelt) med replassering av frisk luft gjennom spalter, ventiler og lekkasjer, kombinert med et balansert tilluft/-avtrekk-system (nytt) som stort sett omfatter våtrom og korridorer. Varmegjenvinning i lukket system (vann/glykol).

Tabell 1 gir en oversikt over parametre i ventilasjonssystemene.

## RESULTATER

I Vedlegg 1A er resultatene fra hver test beskrevet i detalj, med figurer over forløpet av sporgasskonsentrasjon. I det følgende oppsummeres resultatene.

Målte ventilasjonsparametre er gitt i tabell 2.

### NYBYGGET

I Nybygget var det nominelt 1.7-3.8 luftskifter pr. time. I Saras rom og pensjonærrrom 302 der døren var lukket under hele testen, ble luftvekslingseffektiviteten målt til henholdsvis 0.66 og 0.60, dvs. omtrent fullstendig omrøring. I de øvrige rommene var dørene åpne under testen, slik de vanligvis er. Sporgass-forløpet i avtrekksluften og i målepunktene i rommene avtar nær logaritmisk, og gir grunnlag for å anslå en nominell tidskonstant for rommet for de gjeldende forhold,

forutsatt fullstendig omrøring ( $\tau_n^1$  i tabell 1).  $\tau_n^1$  er i frisørsalongen og kantinen omtrent lik beregnet gjennomsnittlig alder,  $\langle \bar{\tau} \rangle$ . Dette tilsvarer  $\varepsilon_a = 0,5$ , dvs. full omrøring som forutsatt for å beregne  $\tau_n^1$ . I oppholdsrommet i 3. etasje beregnes en  $\varepsilon_a = 0,65$ , altså i overkant av full omrøring.

Tabell 1: Ventilasjonsparametre 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.	Merknad
	$\tau_n$ (min)	$\frac{1}{\tau_n}$ (h <sup>-1</sup> )	$\tau_n^1$ (min)	$\langle \bar{\tau} \rangle$ (min)	$\varepsilon_a$	
<u>Nybygget</u>						
1 Opphold, 3. etg.	28.5	2.1	24	18.4	0.65 <sup>6</sup>	Dører åpne
2 Frisør, U. etg.	34.5	1.7	10	10.4	0.48 <sup>6</sup>	Dør åpen
3 "Saras rom" U. etg.	19	3.2	16 <sup>3</sup>	14	0.68 <sup>5</sup>	Dør lukket
4 Kantinen, U. etg.	29	2.1	11 <sup>3</sup>	~ 8.5	0.65 <sup>6</sup>	Åpent lokale
5 Pensjonær, 302 <sup>2</sup>	17.5	3.4	18	14.5	0.60 <sup>5</sup>	Dør lukket
6 Resepsjon, U. etg.	16	3.8	18	15.5	0.68 <sup>6</sup>	Vindu åpnet ofte
<u>Domkirken</u>						
7 Opphold, 3. etg.	64 <sup>4</sup>	0.95	25 <sup>3</sup>	~16	0.78 <sup>6</sup>	Åpent rom
8 Spisestue	37 <sup>4</sup>	1.6	26 <sup>3</sup>	~17	0.76 <sup>6</sup>	Dør åpen
9 Pensjonær, 3 etg.			250 <sup>3</sup>	-	-	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.  $\varepsilon_a = \tau_n / 2 \langle \bar{\tau} \rangle$
6.  $\varepsilon_a^1 = \tau_n^1 / 2 \langle \bar{\tau} \rangle$

I Nybygget har NBI utført målinger av tilluft- og avtrekksmengder i rommene. Tabell 3 viser NBIs måleverdier sammen med de prosjekterte verdier. Måleverdiene var omtrent lik de som er prosjektert for anlegget, bortsett fra at avtrekksmengden i kantinen ble målt til ca.  $590 \text{ m}^3/\text{h}$ , mens prosjektert mengde er  $900 \text{ m}^3/\text{h}$ . Den lave avtrekksmengden i kantinen kan føre til at luft derfra dels kan trekke inn i Spisesalen i Domkirken, der det er undertrykk i forhold til kantinen, dels inn i kontorfløyen i Nybygget.

I tillegg til dette er tilluft-dysene i Saras rom og resepsjonen helt eller delvis blokkert for å redusere trekk, slik at tilluftmengden der var lavere enn prosjektert. Avtrekksmengden var imidlertid korrekt.

For øvrig kan en konkludere at ventilasjonsanlegget i Nybygget stort sett fungert som prosjektert, at nominelt luftutskifte er relativt stort (1.7-3.8 ganger/time) og at det stort sett er fullstendig omrøring i alle rom.

En test av varmevekslerne ga ca. 10% lekkasje (tilbakeføring av brukt luft) i det ene anlegget og ca. 5% i det andre.

#### DOMKIRKEN

I Domkirken var nominell luftutveksling i gjennomsnitt i de tre målte rom mindre enn i Nybygget. Spisesalen og oppholdsrommet i 3. etasje er ikke lukkede rom. Sporgass-forløpet antyder der nominelle luftskifter på ca. 2 pr. time, mens det i pensjonærrummet med lukket dør var anslagsvis 0.25 pr. time.

Målingene i Spisesalen og oppholdsrommet tyder på deplaserende strømming. Dette er naturlig, fordi Domkirken stort sett bare har avtrekkssystem med replassering av frisk luft gjennom spalter over vindu og for øvrig ventiler og utettheter langs vegger.



## VEDLEGG 1A

DETALJERTE RESULTATER AV SPORGASS-MÅLINGER





RESULTATER AV SPORGASS-TESTER  
AV ROMVENTILASJON

Test 1. Oppholdsrom, 3 etasje, Nybygget

Romvolum:  $V = 281 \text{ m}^3$   
 Tilluftmengde:  $q_t = 592 \text{ m}^3/\text{h}$  (målt av NBI)  
 Avtrekksmengde:  $q_a = 598 \text{ m}^3/\text{h}$  (målt av NBI)

Dosering ble foretatt i tilluftdyser inntil  $\text{SF}_6$ -konsentrasjonen var nær den samme, ca. 500 ppt, i avtrekket og i hele rommet. Rom og målepunkter er vist på neste side. Sporgassforløpet etter avsluttet dosering er vist i figurer på de neste sider.

Sporgasskonsentrasjonen avtar ikke jevnt med tiden. Forløpet bestemmes av hvordan tilluften, som etter dosering er fri for sporgass, fortrenger og fortynner luften i ulike deler av rommet.

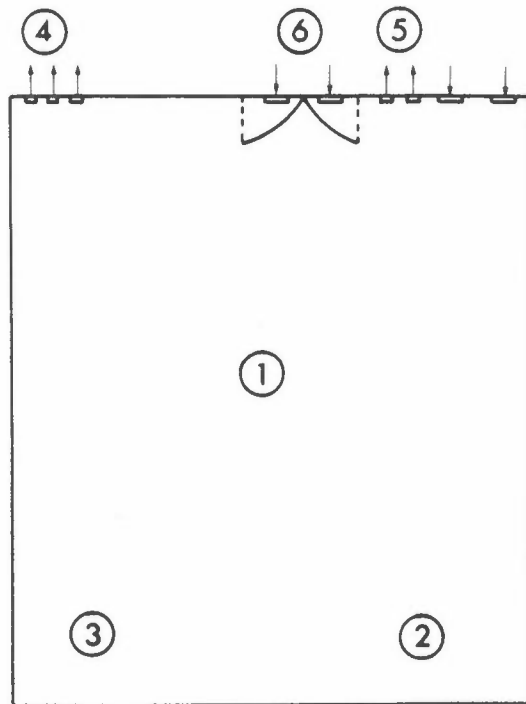
Beregninger:

$$\tau_n = \frac{281}{592} \cdot 60 = 28.5 \text{ min}$$

$$\langle \bar{\tau} \rangle = 18.4 \text{ min (gjennomsnitt i pkt. 1.4 og 1.5)}$$

$$\varepsilon_a = \frac{\tau_n}{2\langle \bar{\tau} \rangle} = 0.77$$

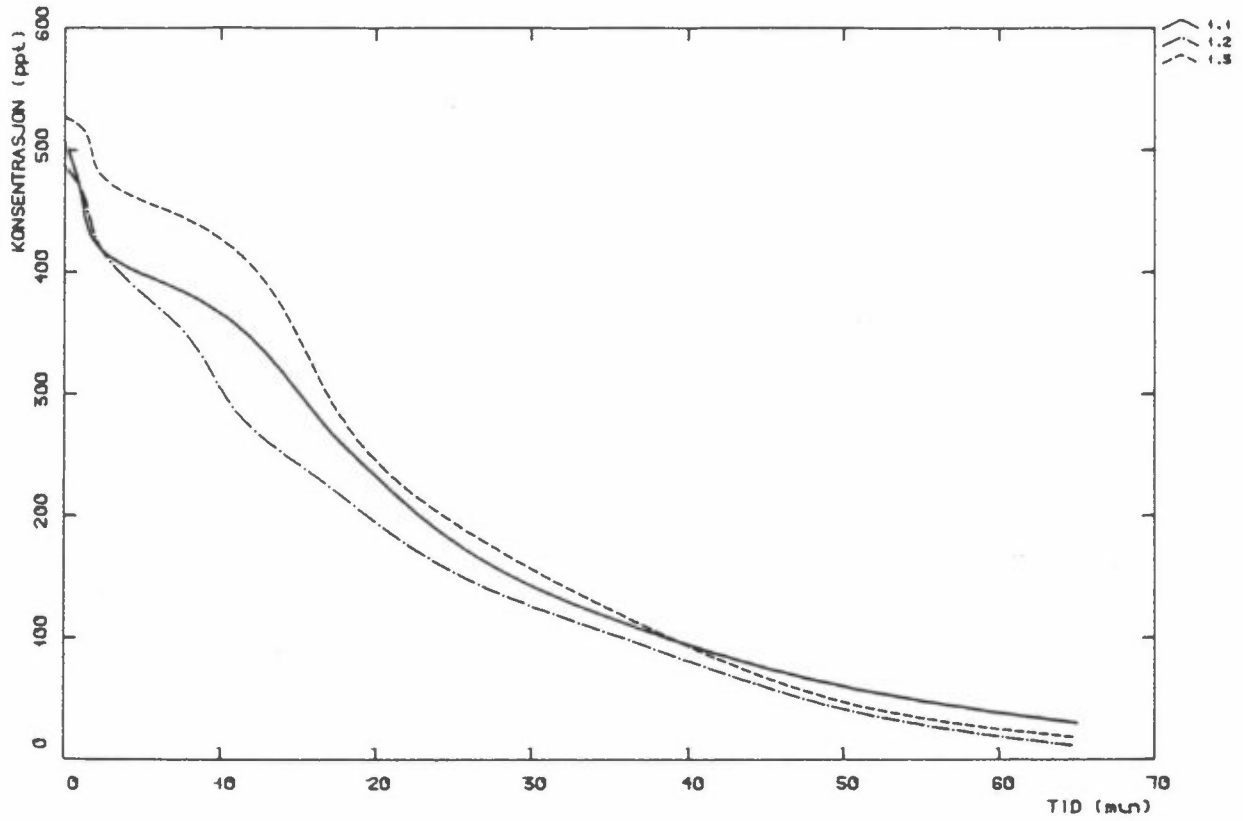

---

Test 1. Oppholdsrom, 3. etg. Nybygget

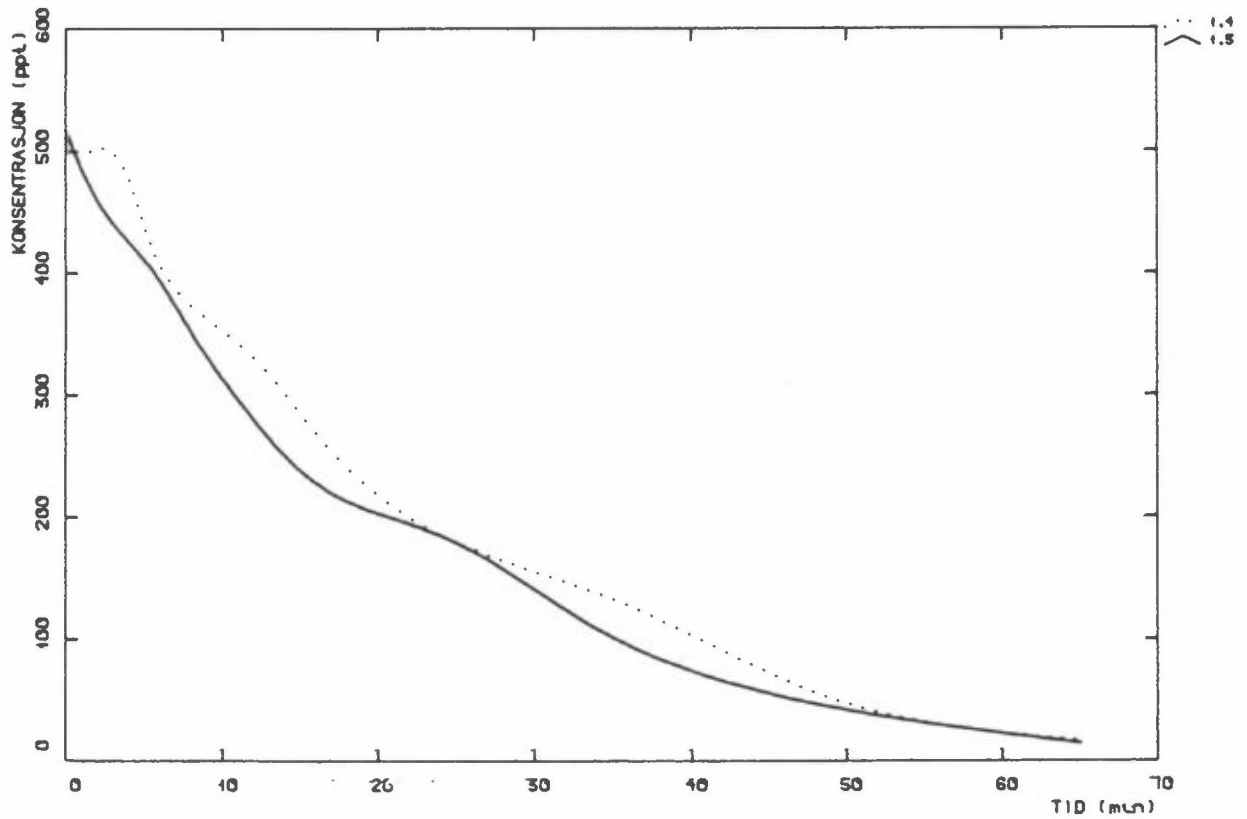
- 1: Pustehøyde, sitt
- 2: Pustehøyde, sitt
- 3: Pustehøyde, sitt
- 4: I avtrekk
- 5: I avtrekk
- 6: I tilluft

Lineær skala

TEST 1, KL 1025 - 1130

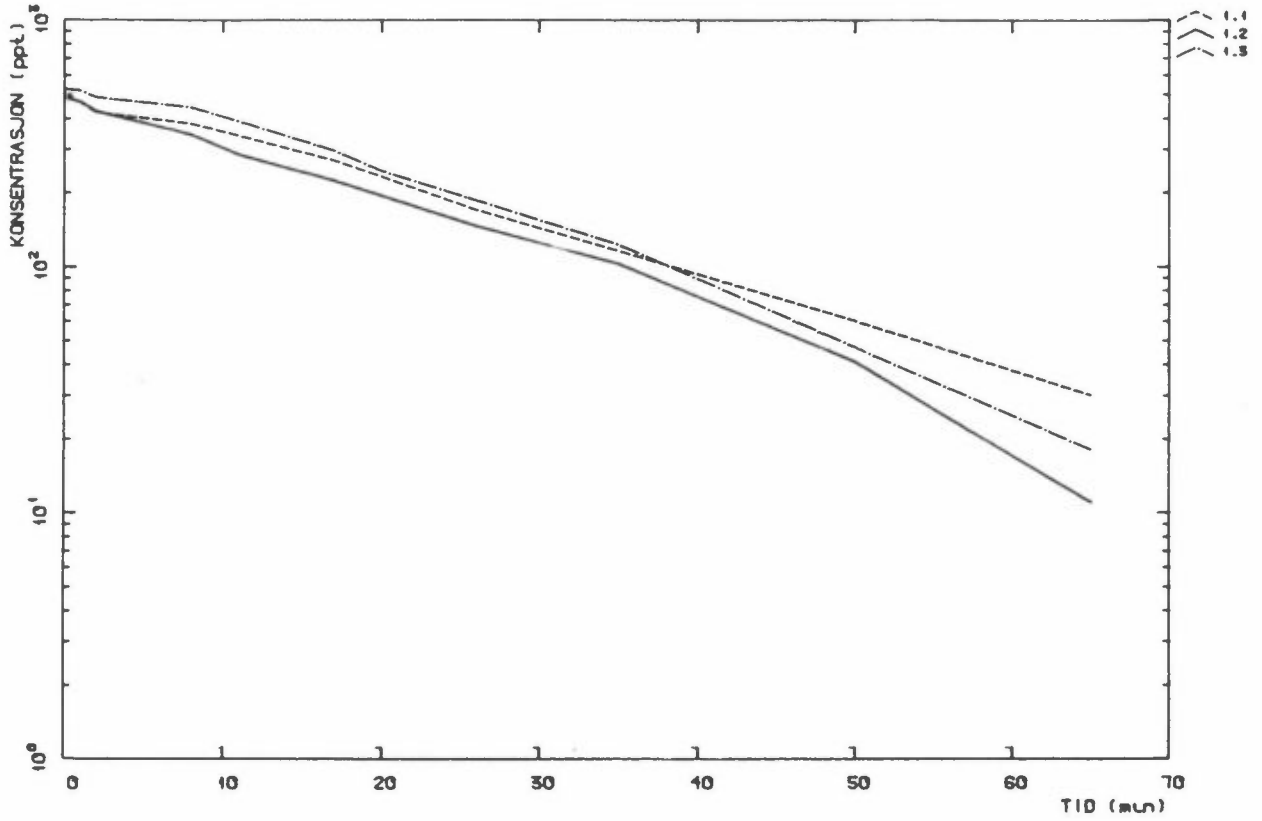


TEST 1, KL 1025 - 1130

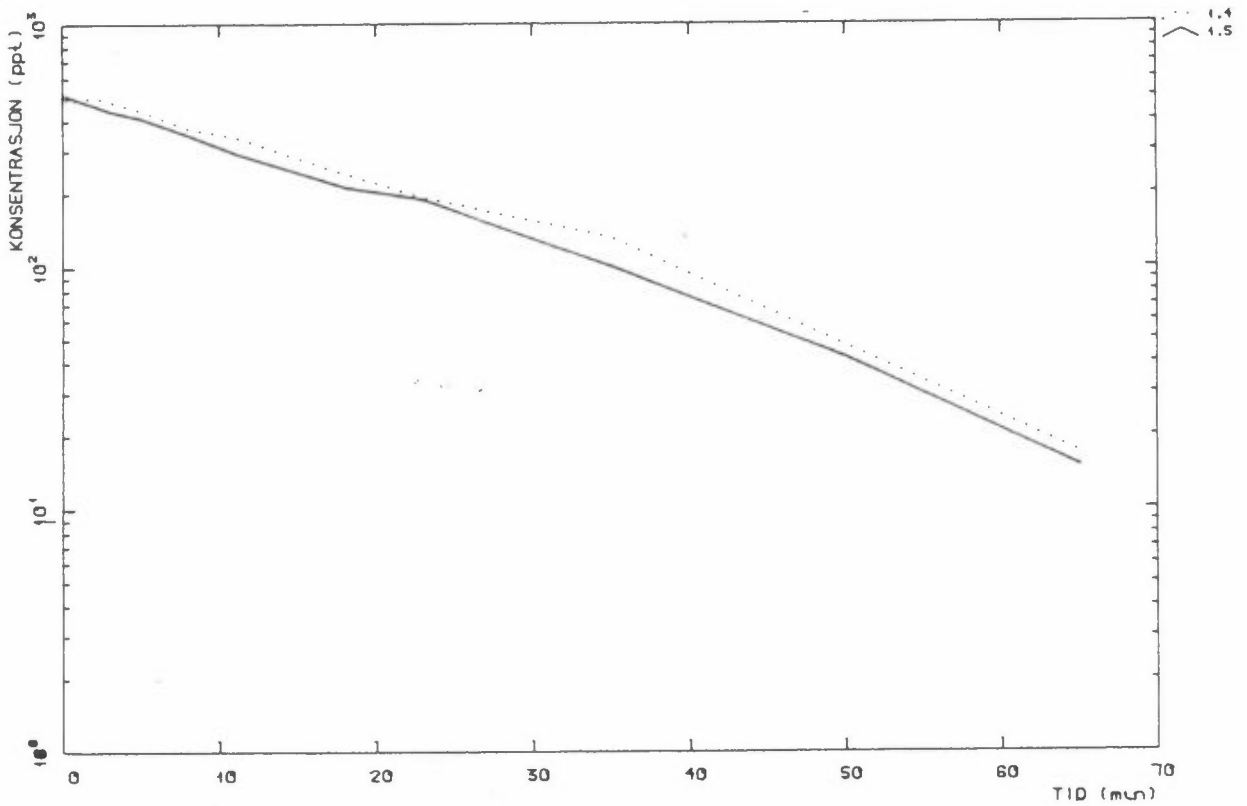


Logaritimisk skala

TEST 1, KL 1025 - 1130



TEST 1, KL 1025 - 1130



Test 2. Frisørsalong, U. etasje, Nybygget

Romvolum:  $V = 58 \text{ m}^3$   
 Tilluftmengde:  $q_t = 100 \text{ m}^3/\text{h}$  (målt av NBI)  
 Avtrekksmengde:  $q_a = 110 \text{ m}^3/\text{h}$  (målt av NBI)

Dosering ble foretatt direkte i rommet, og luft og sporgass blandet ved hjelp av vifte. Døra var stengt under dosering og var åpen i uttynningsfasen. Sporgass-konsentrasjonen var etter blanding 350-400 ppt, høyest ved vinduet.

Sporgass-forløpet er vist på de neste sidene. Sporgass-konsentrasjonen avtar ikke jevnt med tiden. Dette gjelder spesielt i avtrekket, og tyder på at sporgassen ikke var helt jevnt blandet over hele rommet etter doseringen.

Beregninger:

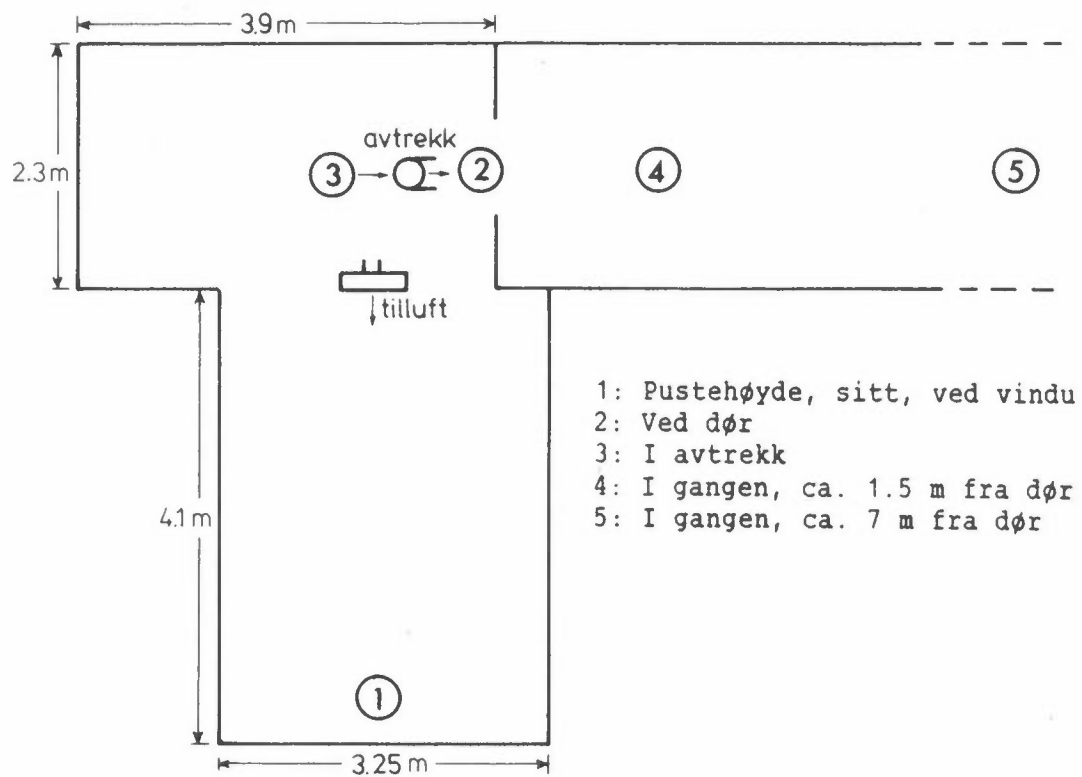
$$\begin{aligned}\tau_n &= \frac{58}{100} \cdot 60 = 34.7 \text{ min} \\ \langle \bar{\tau} \rangle &= 10.4 \text{ min (pkt. 2.3)} \\ \varepsilon_a &= \frac{\tau_n}{2\langle \bar{\tau} \rangle} = 1.67\end{aligned}$$


---

Beregnet  $\varepsilon_a$  er ikke den reelle ventilasjonseffektivitet, siden døren sto åpen under fortynningsfasen for å se spredningen ut i gangen (pkt. 2.4 og 2.5).

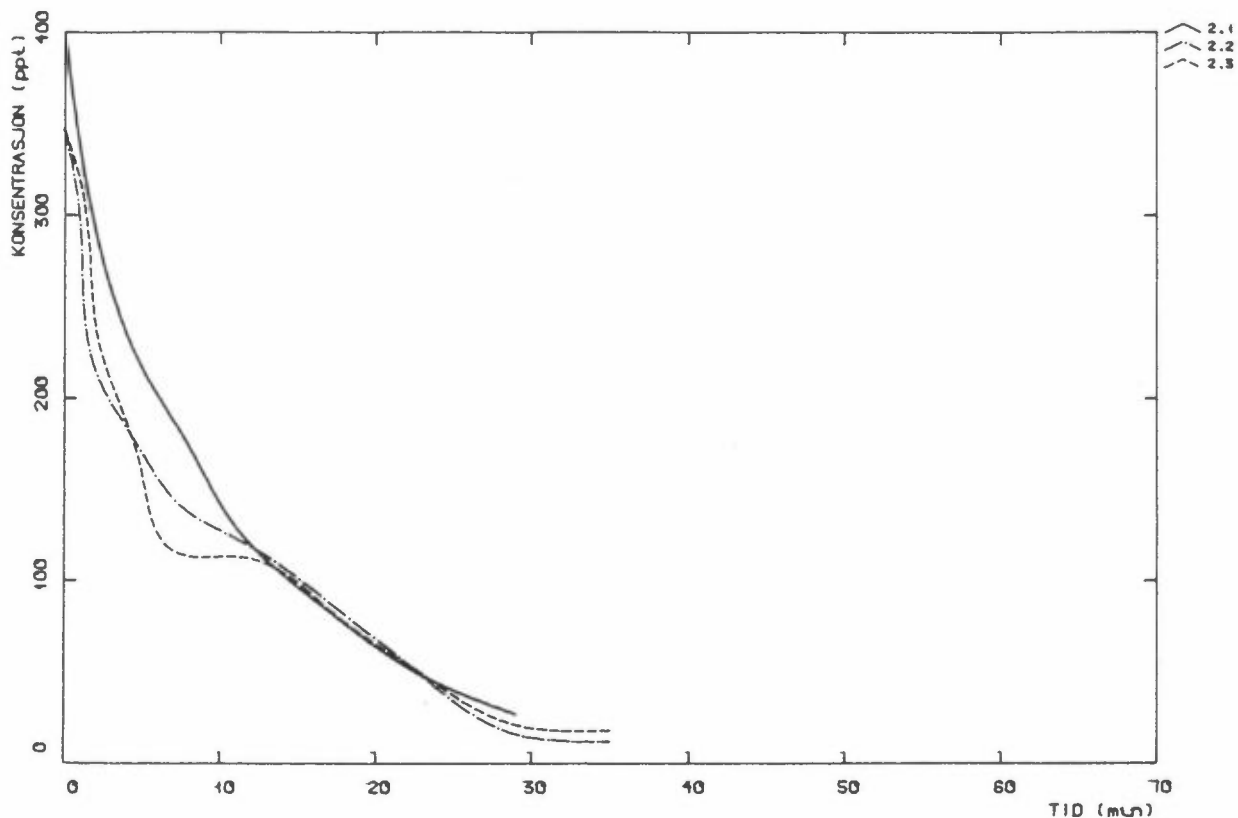
Helningen på kurvene i det semi-logaritmiske akse-systemet antyder er nominell tidskonstant, med døra åpen, på 10 minutter, forutsatt fullstendig omrøring. Dette gir  $\varepsilon_a = 0.5$ , dvs. full omrøring.

I dette rommet er luftskiftet raskt med døra åpen, og det er ikke stor forskjell ved vinduet (lengst unna avtrekket) og døren.

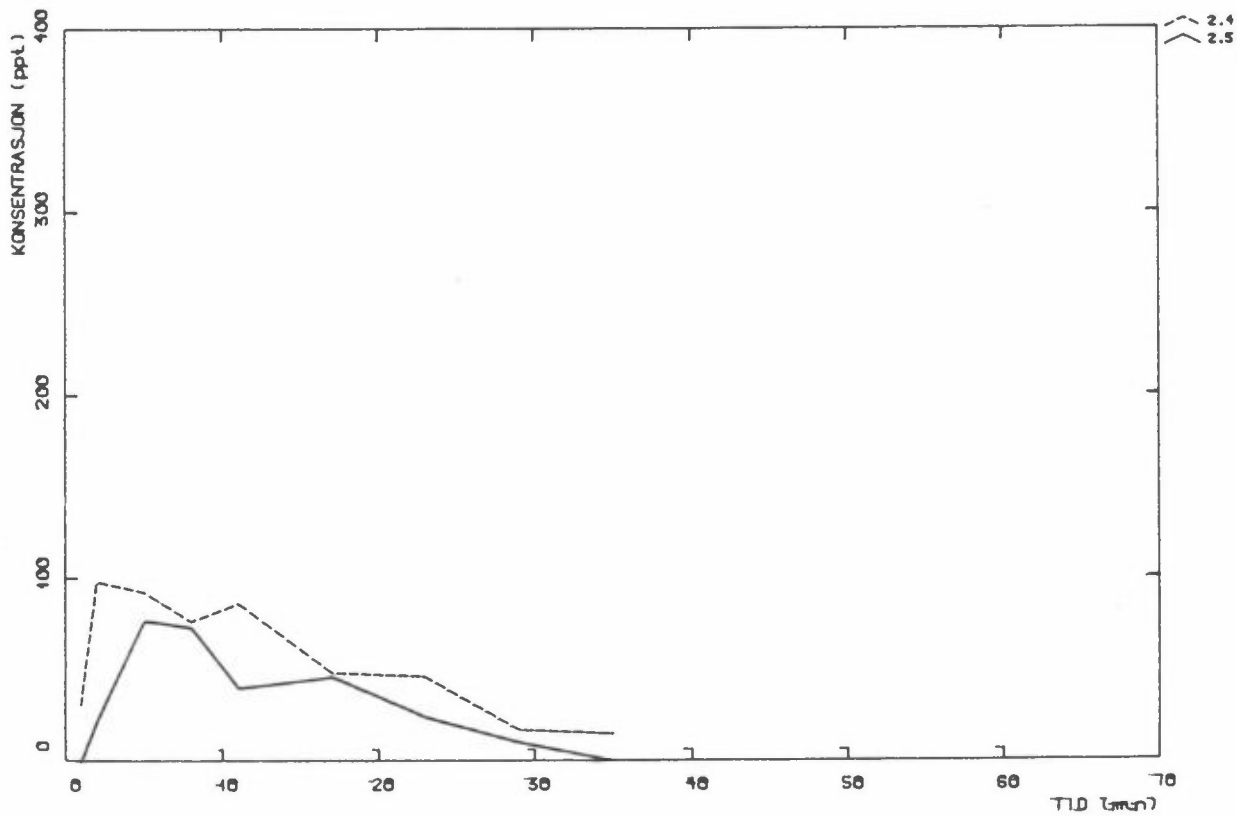
Test 2. Frisørsalong. U.etg., Nybygget

Lineær skala

TEST 2, KL 1107 - 1142



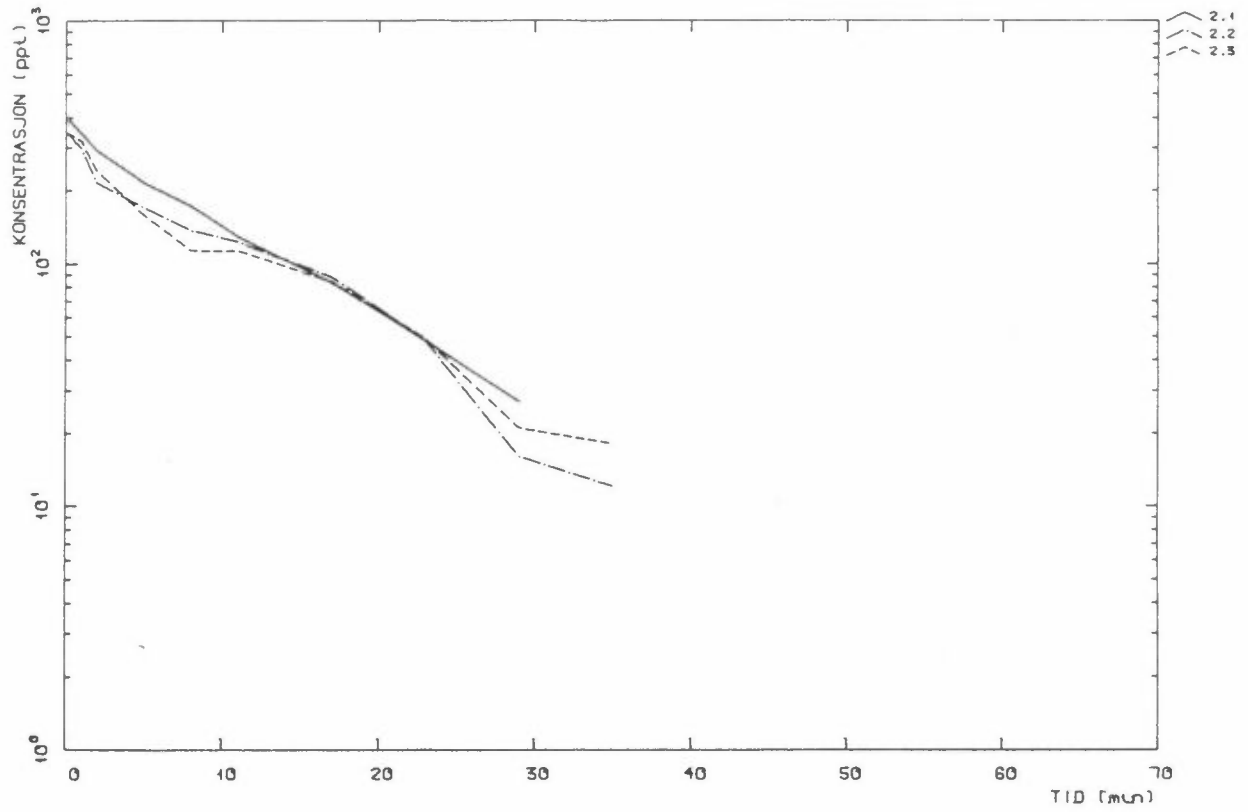
TEST 2, KL 1107 - 1142





Logaritmisk skala

TEST 2. KL 1107 - 1142



Test 3. Rom 022 ("Saras kontor"), U. etasje, Nybygget

Romvolum:  $V = 34.5 \text{ m}^3$  Tilluftmengde:  $q = 33 \text{ m}^3/\text{h}$  (tilluftsdysse delvis bløendet med papir)

(Målt av NBI)

Avtrekksmengde:  $q_a = 110 \text{ m}^3/\text{h}$  (målt av NBI)

Dosering ble foretatt direkte i rommet, og luft og sporgass blandet med vifte. Døren var stengt under hele forsøket. Sporgass-konsentrasjonen var 400-450 ppt etter dosering.

Forløpet er vist på de neste sidene. Det var liten forskjell på sporgassforløpet i målepunktet i rommet (pkt. 3.1) og i avtrekket (pkt. 3.2). Konsentrasjonen var i de første 20 minutter dog noe høyere i pkt. 3.1 enn i avtrekket.

Beregninger:

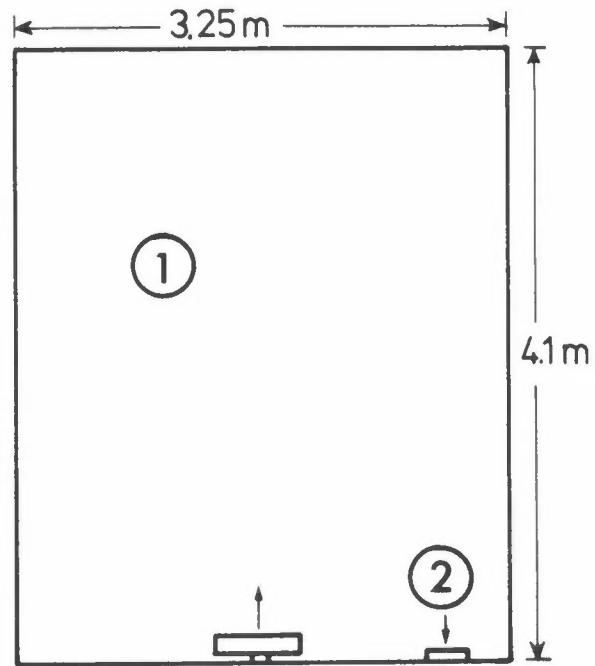
$$\tau_n = \frac{34.5}{110} \cdot 60 = 18.1 \text{ min}$$

$$\langle \bar{\tau} \rangle = 13.8 \text{ min (pkt. 3.2)}$$

$$\varepsilon_a = \frac{\tau_n}{2\langle \bar{\tau} \rangle} = 0.66$$


---

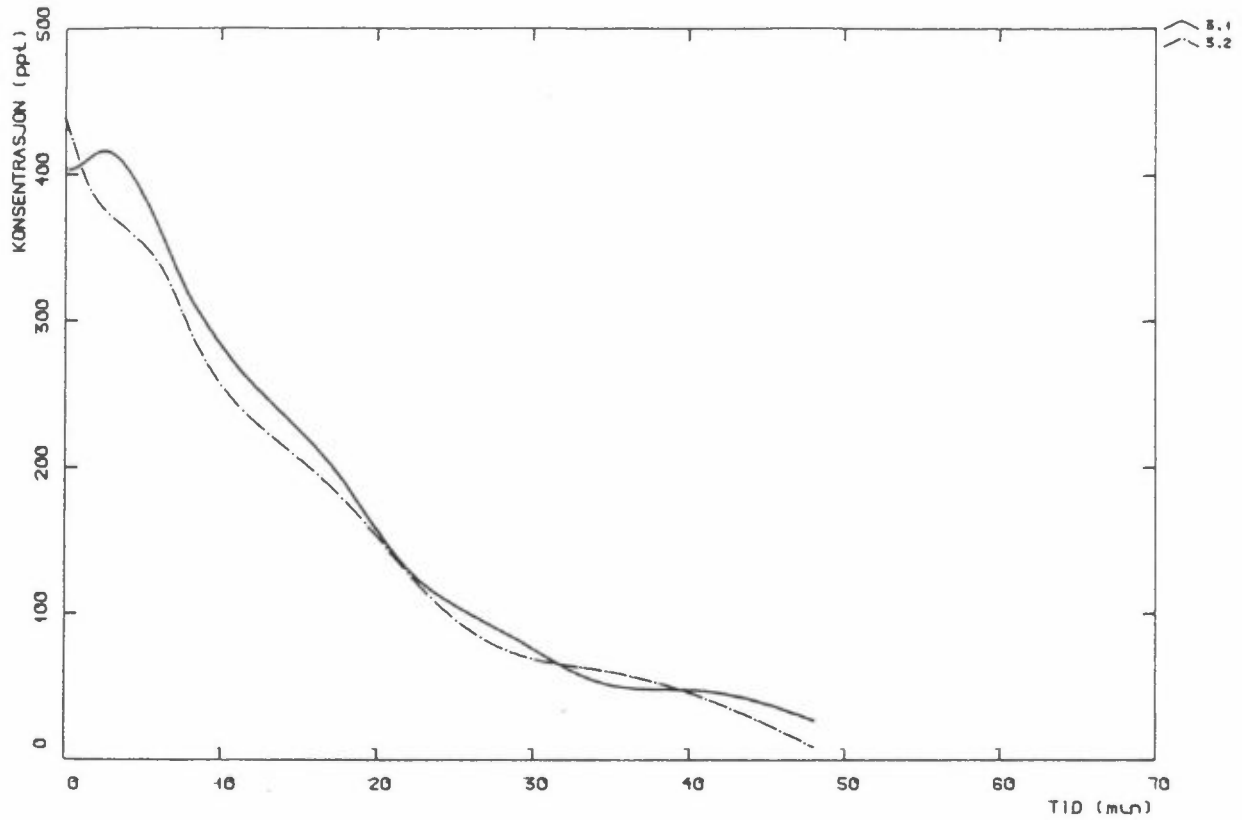
Målingen gir som resultat en tendens til deplasserende strømming i rommet. Tilluftmengden er liten i forhold til avtrekk, og den øvrige luften trenger inn under døren og inn gjennom vindu.

Test 3. Rom 022 ("Saras kontor"), U. etasje, Nybygget

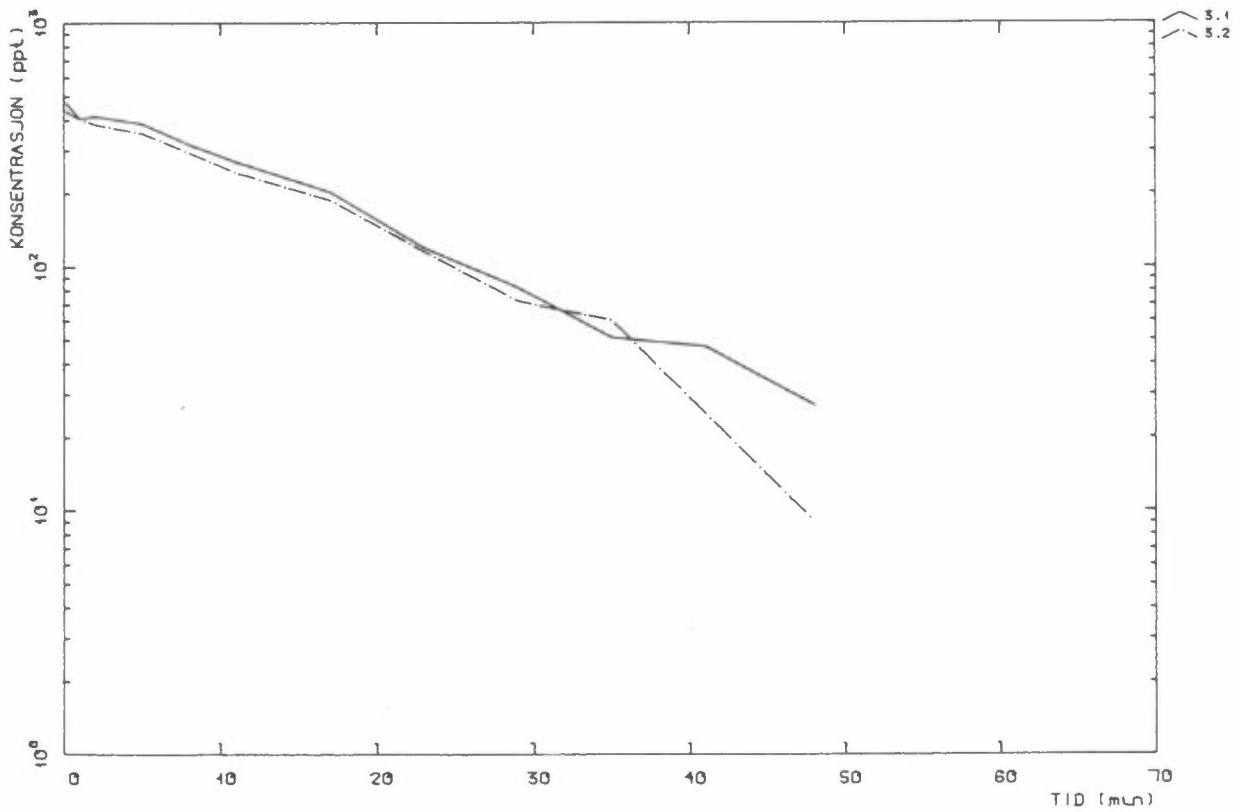
- 1: Pustehøyde, sitt, ved kontorpult  
2: I avtrekk

Lineær skala

TEST 3, KL 0945 - 1033

Logaritimisk skala

TEST 3, KL 0945 - 1033



Test 4. Kantina, U. etasje, Nybygget

Romvolum:  $V_1 = 450 \text{ m}^3$  (området mellom Domkirken og vindfanget)  
 $V_2 = 645 \text{ m}^3$  (inkl. området mellom vindfanget og kafeteria-vegg mot resepsjonen)

Tilluftmengde:  $q_{t1} = 927 \text{ m}^3/\text{h}$  (repr. volumet  $V_1$ )  
 (målt av NBI i kanal foran vindfanget)

Avtrekksmengde:  $q_{a1} = 532 \text{ m}^3/\text{h}$  (repr. volumet  $V_1$ ) (målt av NBI).

Dosering ble foretatt i tilluftkanalene foran kafeteriaen (mot resepsjonen). Sporgass ble derved tilført volumet  $V_2$ , og i tillegg til et dametoilett. Prosjektert tilluftmengde i de to kanalene der sporgass ble dosert er omtrent lik  $450 \text{ m}^3/\text{h}$  i kanalen nærmest vindfang-siden og  $900 \text{ m}^3/\text{h}$  i den andre kanalen, tilsammen ca.  $1350 \text{ m}^3/\text{h}$ . (Tilluftmengden til volum  $V_1$  er ca.  $900 \text{ m}^3/\text{h}$ , målt av NBI). De ulike tilluftmengdene i de to kanalene ga høyere sporgass-konsentrasjon i kanalen nærmest vindfang-siden enn i den andre. Etter endt dosering var sporgass-konsentrasjonene i målepunktene som vist i figur på neste side. Sporgassforløpet er vist på de neste sidene.

Sporgassen var relativt jevnt fordelt i selve kantina, mens det var vesentlig lavere konsentrasjoner ut mot området foran vindfang/kafeteria. Dette kan skyldes at sporgass-konsentrasjonen i tilluftdysene varierte en del, og var lavere i dette området. For øvrig målte NBI en vesentlig lavere avtrekksmengde ( $532 \text{ m}^3/\text{h}$ ). Differensen går muligens dels inn i Domkirken, dels ut i vindfanget og ut, dels inn i rom og korridor forbi kafeteriaen.

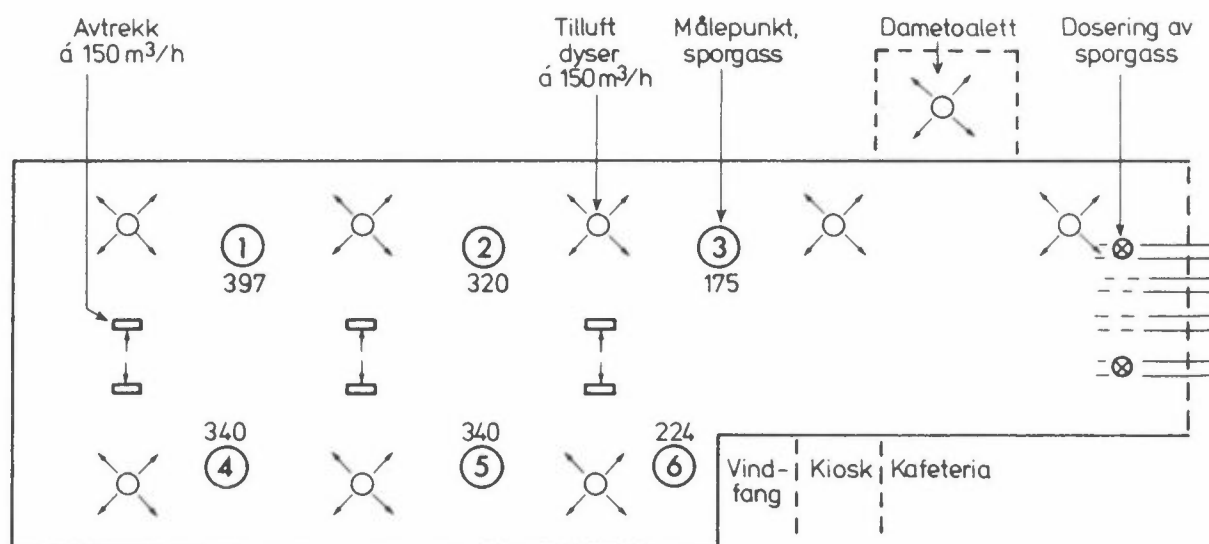
Sporgass-forløpet i punktene 2, 4 og 5 var omtrent det samme. Konsentrasjonen i punkt 1 var en del høyere enn i disse.

Tekniske problemer medførte at konsentrasjonen ikke ble målt i avtrekksluften. Ventilasjonseffektiviteten kan derved ikke beregnes.

Kantina, U. etasje, Nybygget.

Plassering av tilluftsdyser og avtrekksventiler samt punkter for dosering i kanaler og måling av sporgass i rommet.

Tallene angir sporgass-konsentrasjon (i ppt) etter endt dosering.



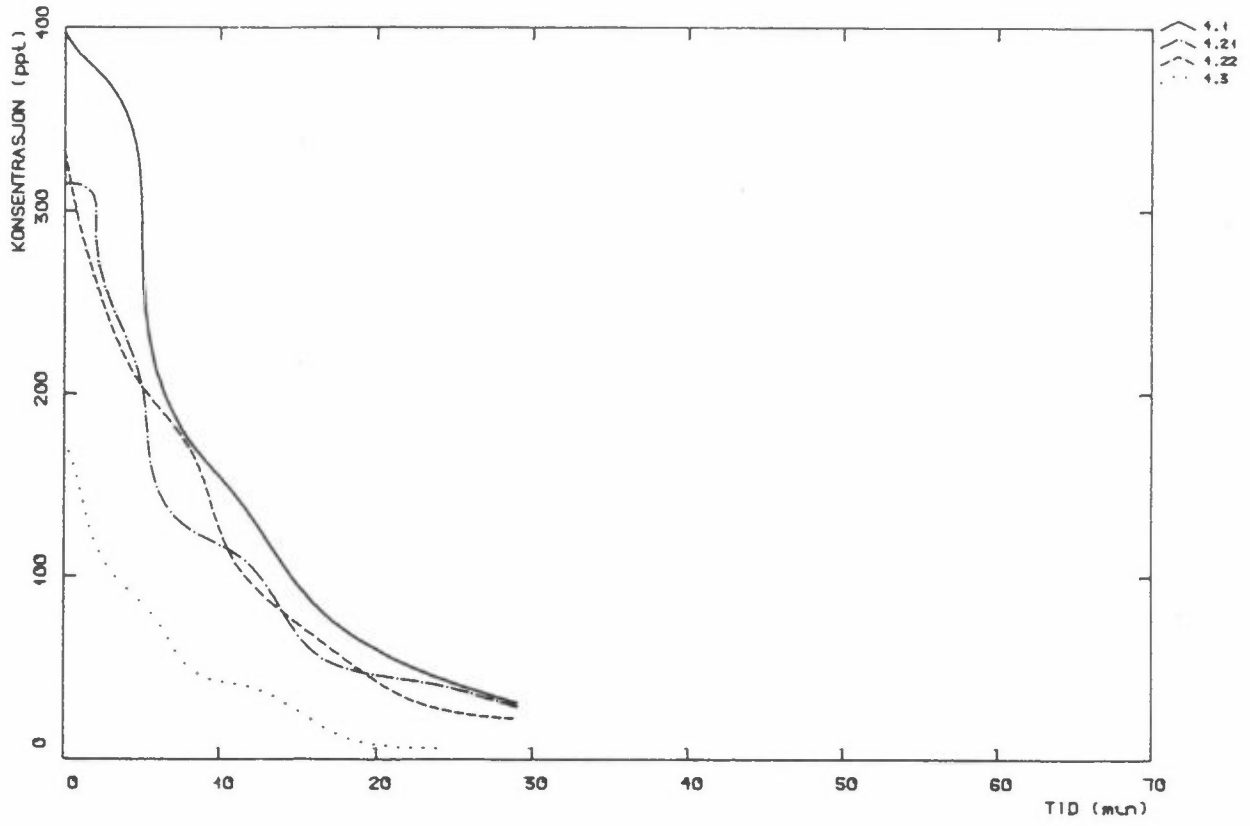
- 1 : Pustehøyde, sitt  
 2.1: 0.5 m høyde  
 2.2: 2 m høyde  
 3 : Pustehøyde, sitt  
 4 : Pustehøyde, sitt  
 5 : Pustehøyde, sitt  
 6 : Pustehøyde, sitt

Kantina, U. etasje, Nybygget.

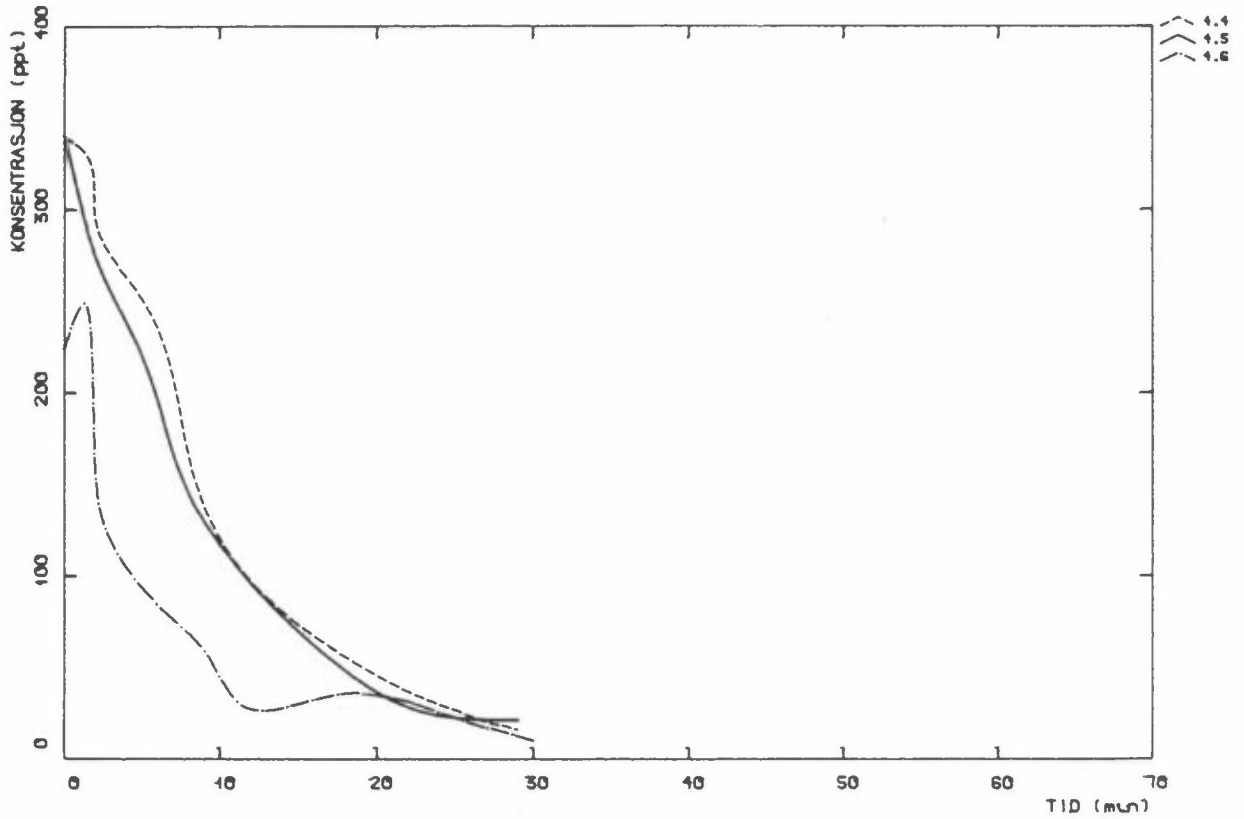
Plassering av tilluftsdyser og avtrekksventiler samt punkter for dosering i kanaler og måling av sporgass i rommet.  
 Tallene angir sporgass-konsentrasjon (i ppt) etter endt dosering.

Lineær skala

TEST 4, KL 1302 - 1332



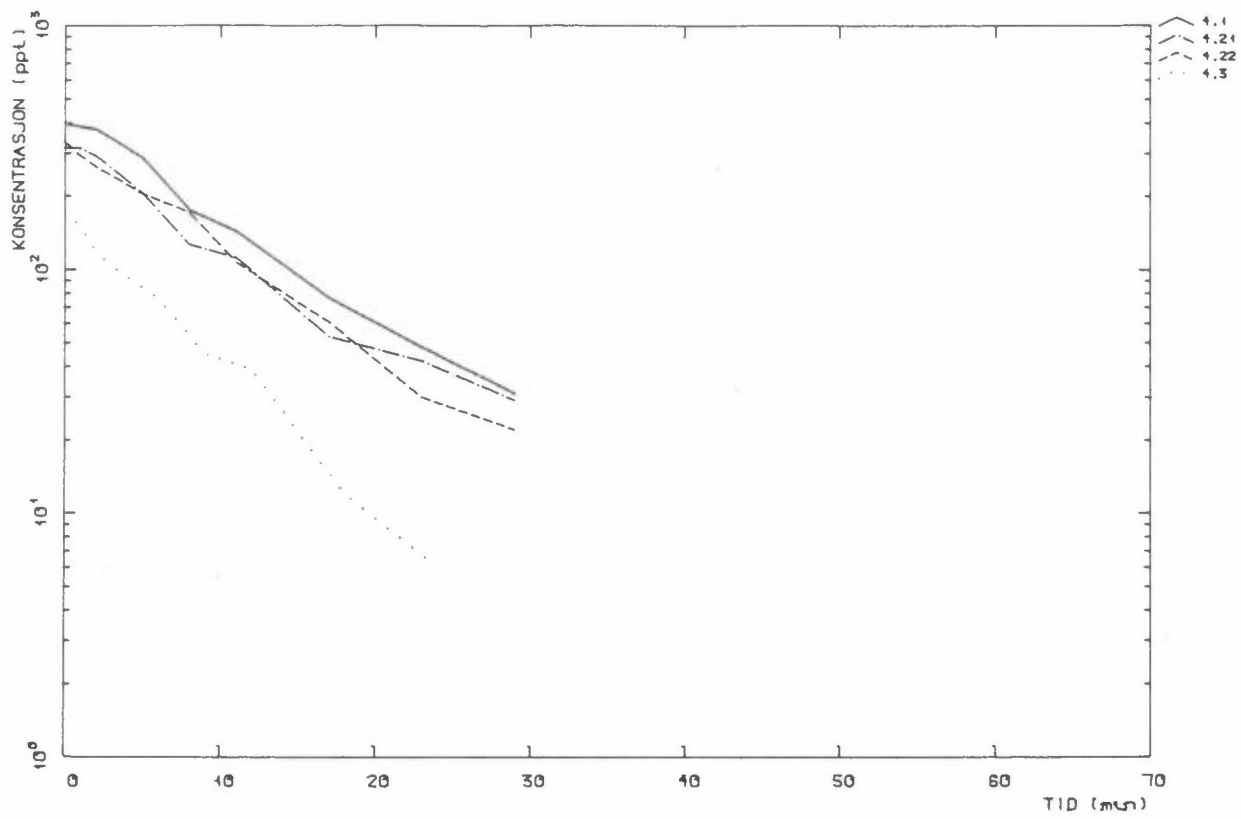
TEST 4, KL 1302 - 1332



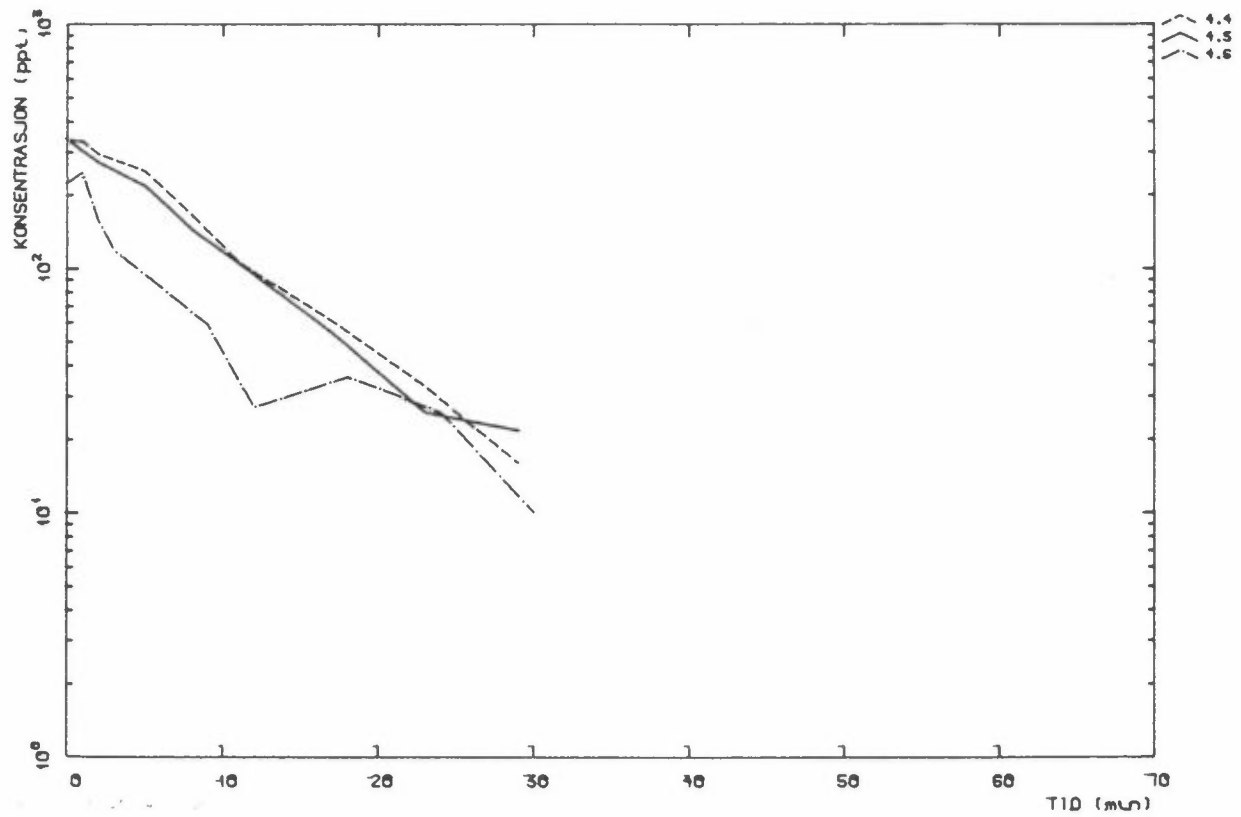


Logaritmisk skala

TEST 4, KL 1302 - 1332



TEST 4, KL 1302 - 1332



Test 5. Pensjonærrrom 302, 3. etasje, Nybygget

Romvolum:  $V_1 = 34 \text{ m}^3$  (hele rommet)  
 Romvolum:  $V_2 = 26 \text{ m}^3$  (ekskl. toalet/garderobe)  
 Tilluftmengde:  $q_t = 90 \text{ m}^3/\text{h}$  (målt av NBI i rom 306)  
 Avtrekksmengde:  $q_a = 90 \text{ m}^3/\text{h}$  (målt av NBI i rom 306)

Dosering ble foretatt direkte i romluften, og blanding med vifte. Variasjonen i sporgass-forløpet i målepunkt 5.1 (ved sengen, pustehøyde) (se de neste sidene) antyder at sporgassen ikke var helt jevnt blandet i romluften etter doseringen. I gjennomsnitt er tidsforløpet det samme ved sengen og i avtrekket (under toaletdør).

$$\tau_{n1} = \frac{34}{90} \cdot 60 = 22.7 \text{ min}$$

$$\tau_{n2} = \frac{26}{90} \cdot 60 = 17.4 \text{ min}$$

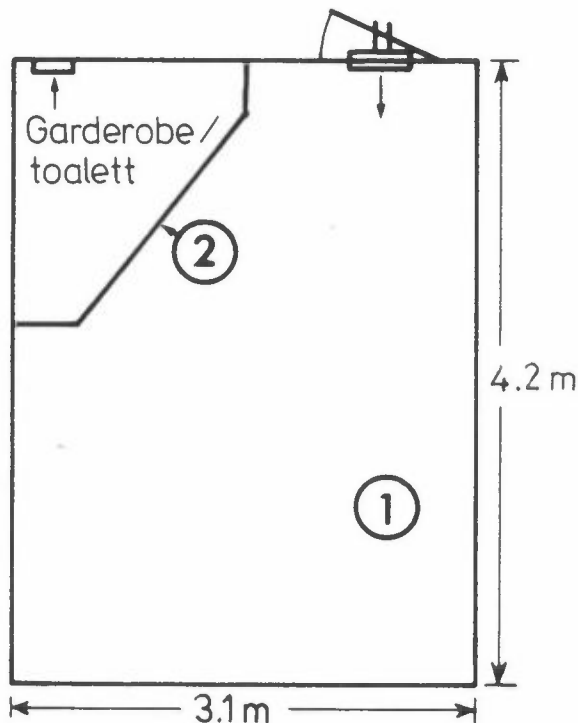
$$\langle \bar{\tau} \rangle = 14.4 \text{ min (pkt. 5.2)}$$

$$\varepsilon_{a1} = \frac{22.7}{28.8} = 0.79$$

---


$$\varepsilon_{a2} = \frac{17.4}{28.8} = 0.60$$

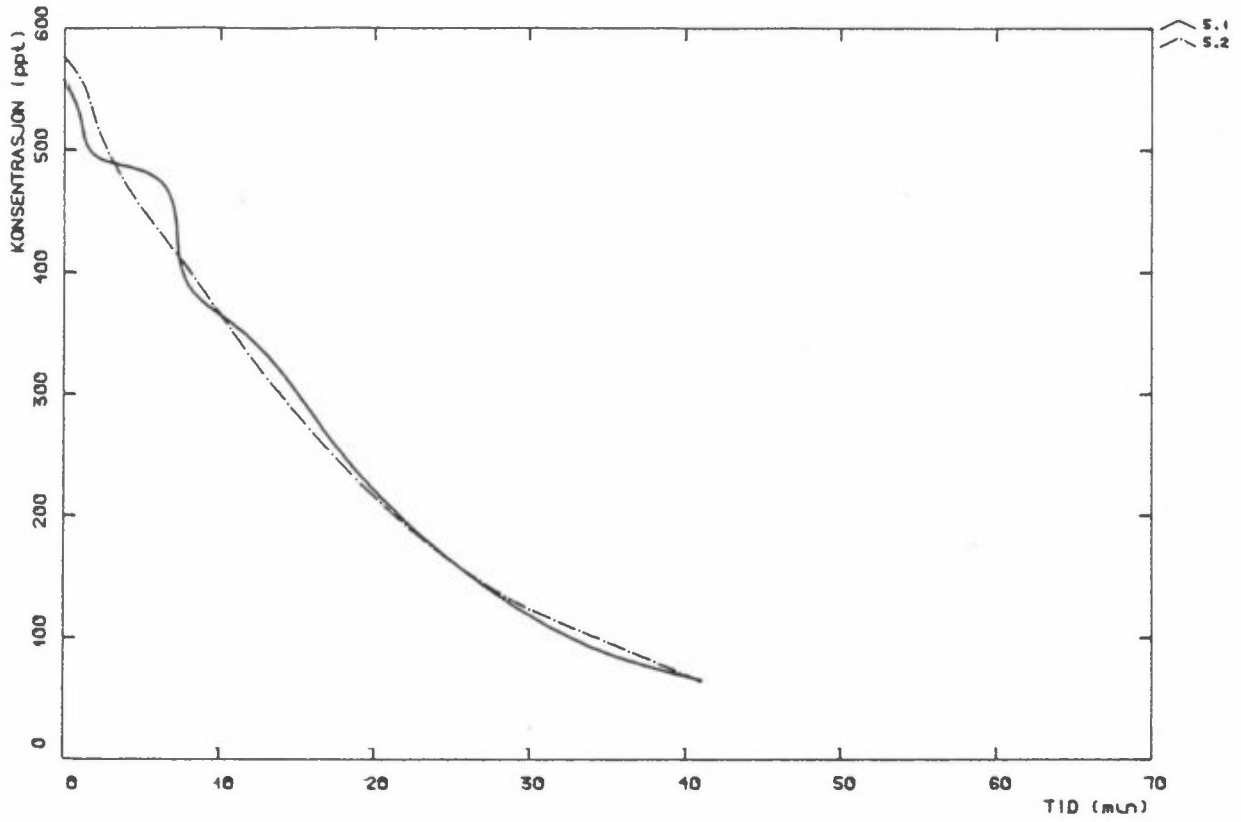

---



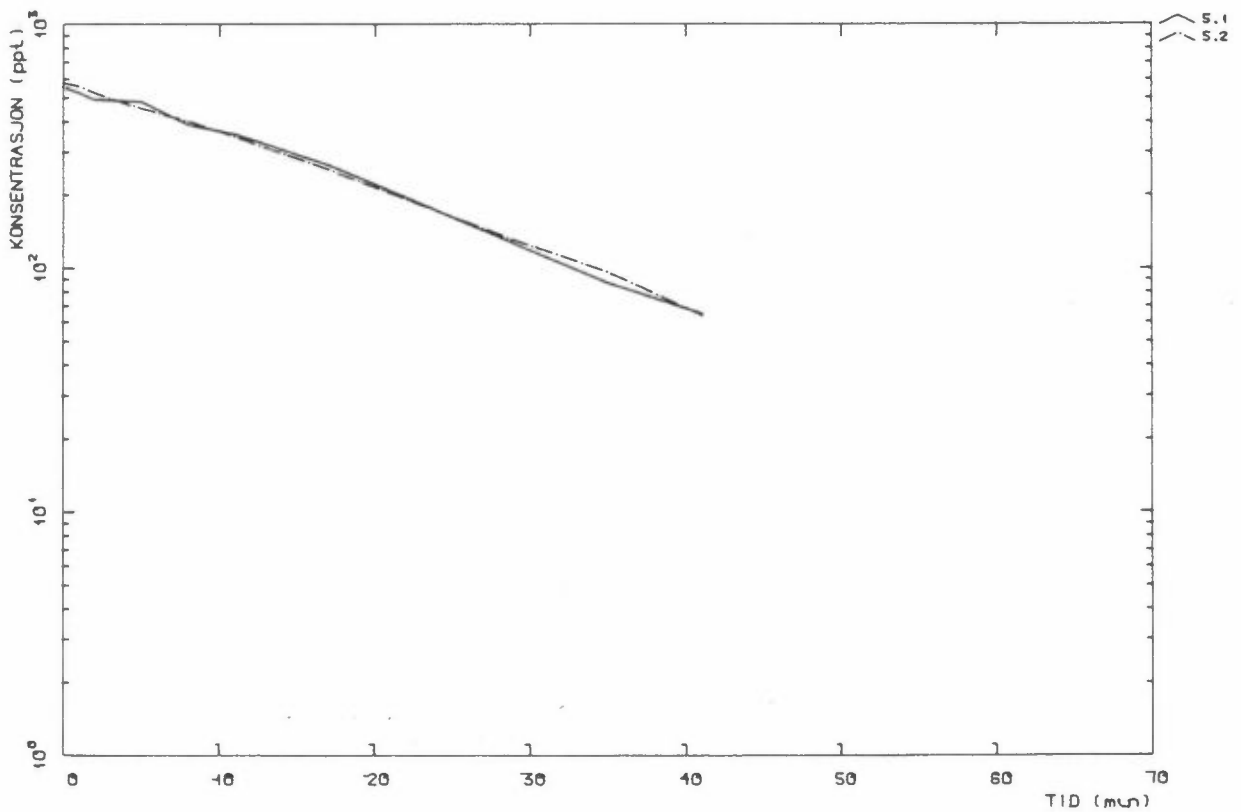
- 1: Pustehøyde, sitt, ved seng  
 2: I avtrekk (ved spalt nederst på døren til toalett)

Lineær skala

TEST 5, KL 1404 - 1445

Logaritmisk skala

TEST 5, KL 1404 - 1445



Test 6. Resepsjonen, U.etg., Nybygget

Romvolum:  $V = 26 \text{ m}^3$

Tilluftmengde:  $q_t = 0$  gjennom tilluftsdyse

Avtrekksmengde:  $q_a = 73 \text{ m}^3/\text{h}$  (målt av NBI)

Dosering ble foretatt direkte i romluften. Sporgass-forløpet (se de neste sidene) tyder på at sporgassen ikke var helt jevnt blandet i romluften ved endt dosering.

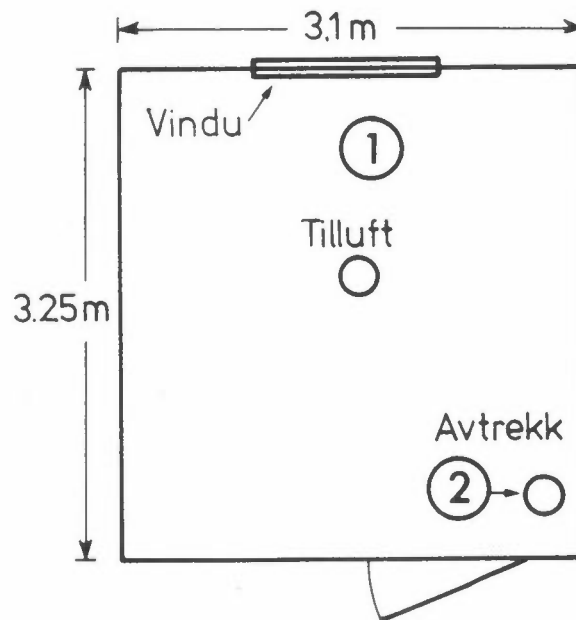
Konsentrasjonen ved resepsjonsvinduet var en del lavere enn i avtrekket, sannsynligvis på grunn av innblanding av sporgass-fri luft ved åpning av vinduet, som skjedde ofte under testen.

Beregninger:

$$\tau_n = \frac{26}{73} \cdot 60 = 21 \text{ min}$$

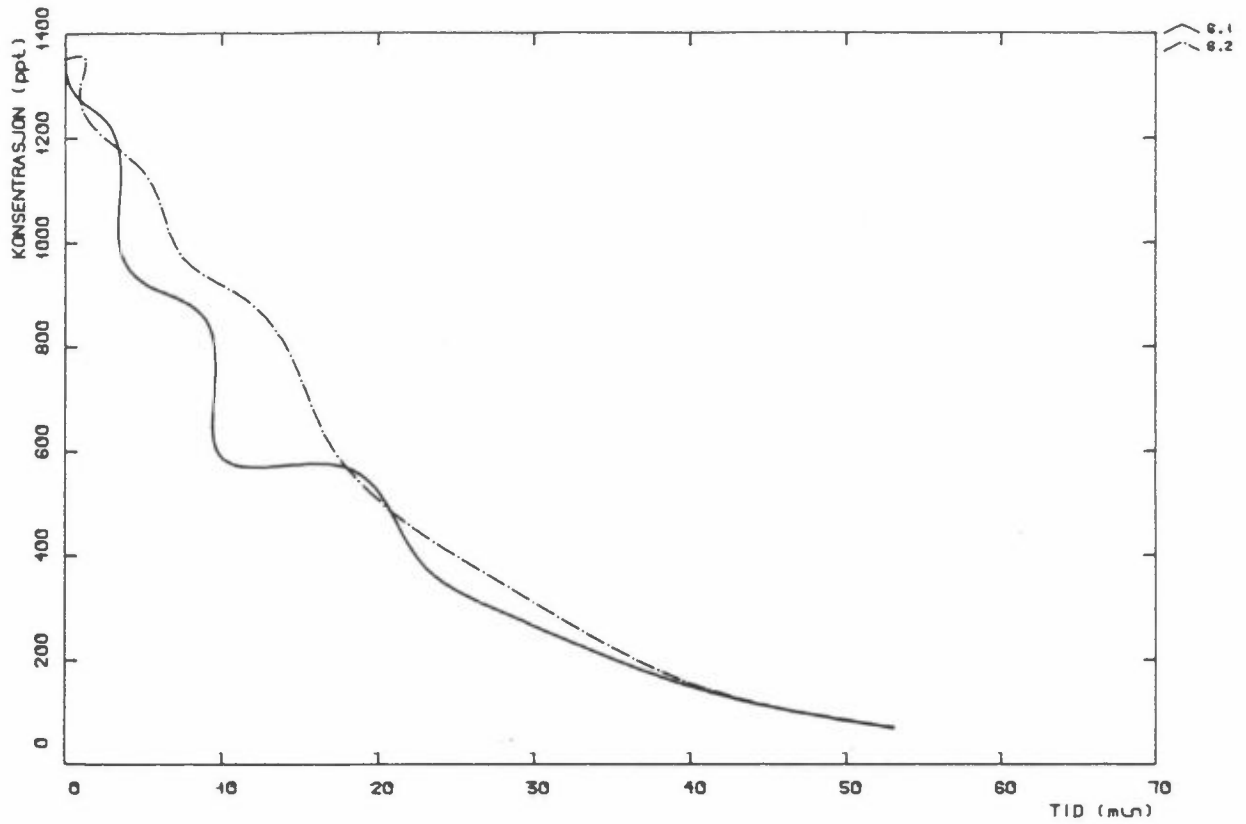
$$\langle \bar{\tau} \rangle = 15.5 \text{ min}$$

$$\epsilon_a = \frac{16}{2 \cdot 15.5} = 0.68$$

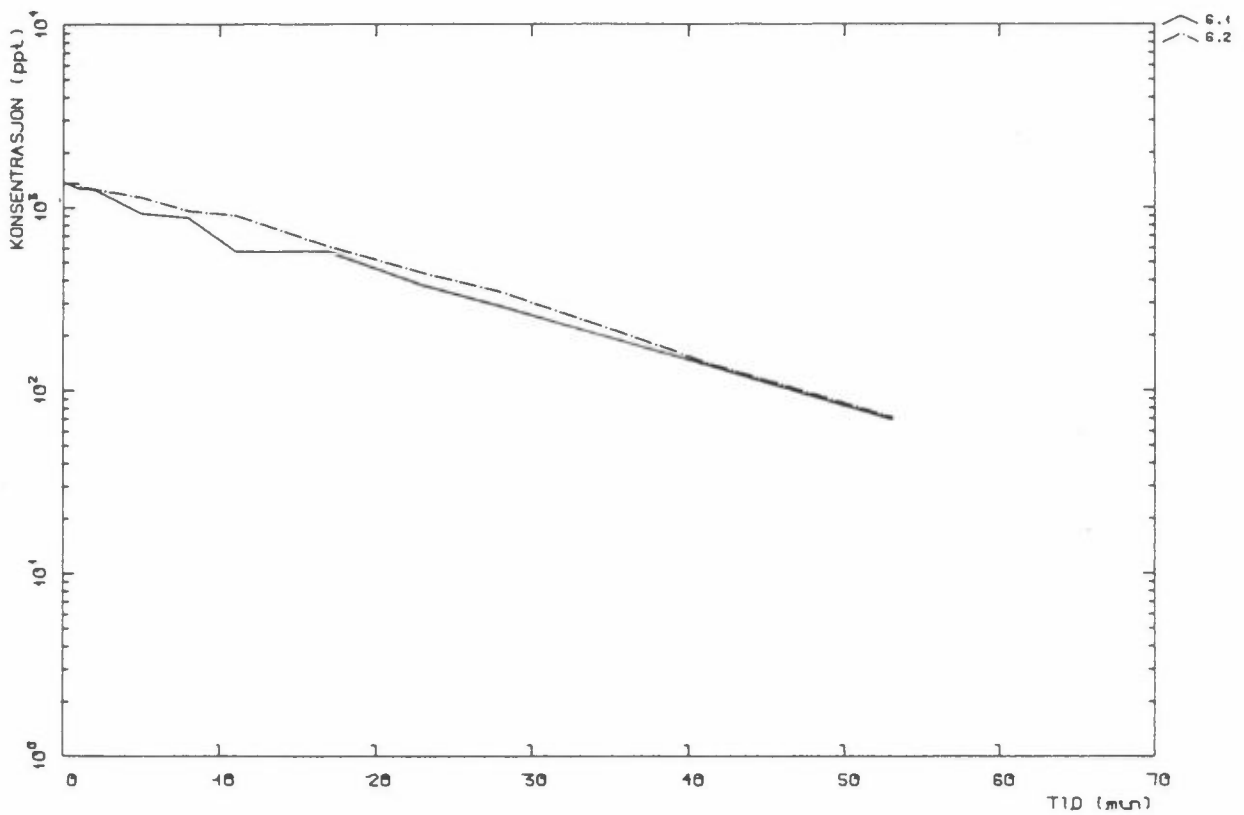


Lineær skala

TEST 6, KL 1000 - 1053

Logaritmisk skala

TEST 6, KL 1000 - 1053



Test 7. Oppholdsrom, 3. etasje, Domkirken

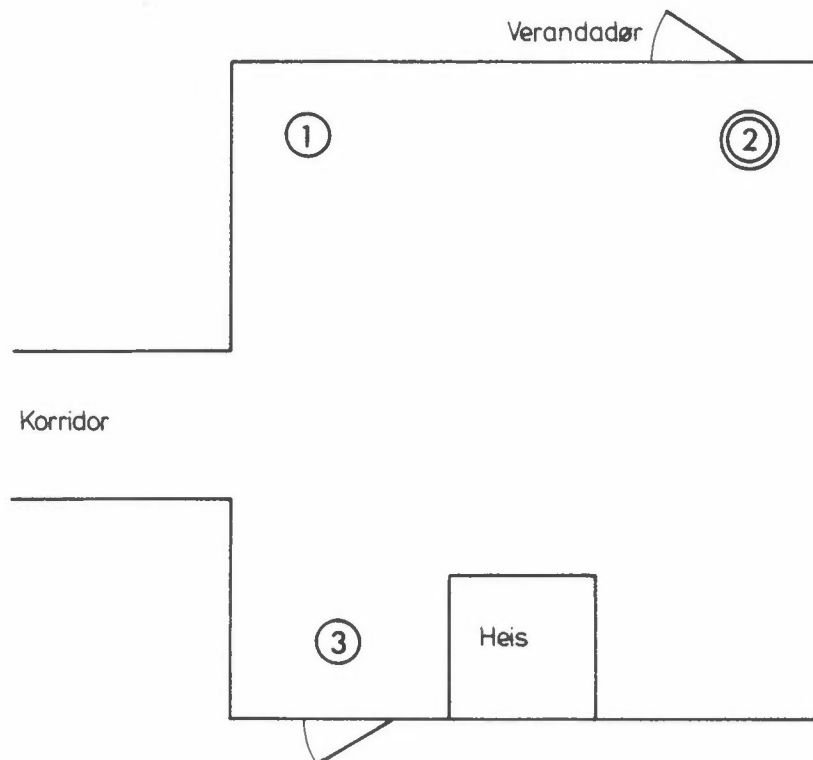
Romvolum:  $V = 104 \text{ m}^3$

Avtrekksmengde:  $q_a = 98 \text{ m}^3/\text{h}$  (målt av NBI)

Dosering ble foretatt direkte i romfluffen, og blanding med vifte. Sporgassforløpet (se de neste sidene) antyder at sporgassen ikke var helt jevnt blandet ved endt dosering. Konsentrasjonen av sporgass var da 850-1050 ppt.

Sporgasskonsentrasjonen avtok raskere ved pkt. 7.3 (ved heis og dør til trappegang) på grunn av ekstra innblanding av ren luft der.

Det ble ikke målt i avtrekk, og  $\epsilon_a$  kan ikke beregnes. Sporgassforløpet vist i det semi-logaritmiske akse-systemet antyder en nominell tidskonstand,  $\tau_n^1$ , på ca 25 minutter, forutsatt full omrøring. Dette antyder en  $\epsilon_a$  på ca 0.8, dvs. deplasserende strømning.  $\epsilon_a$  kan ikke beregnes nøyaktigere ut fra de målinger som er gjort.



1 : Pustehøyde, sitt

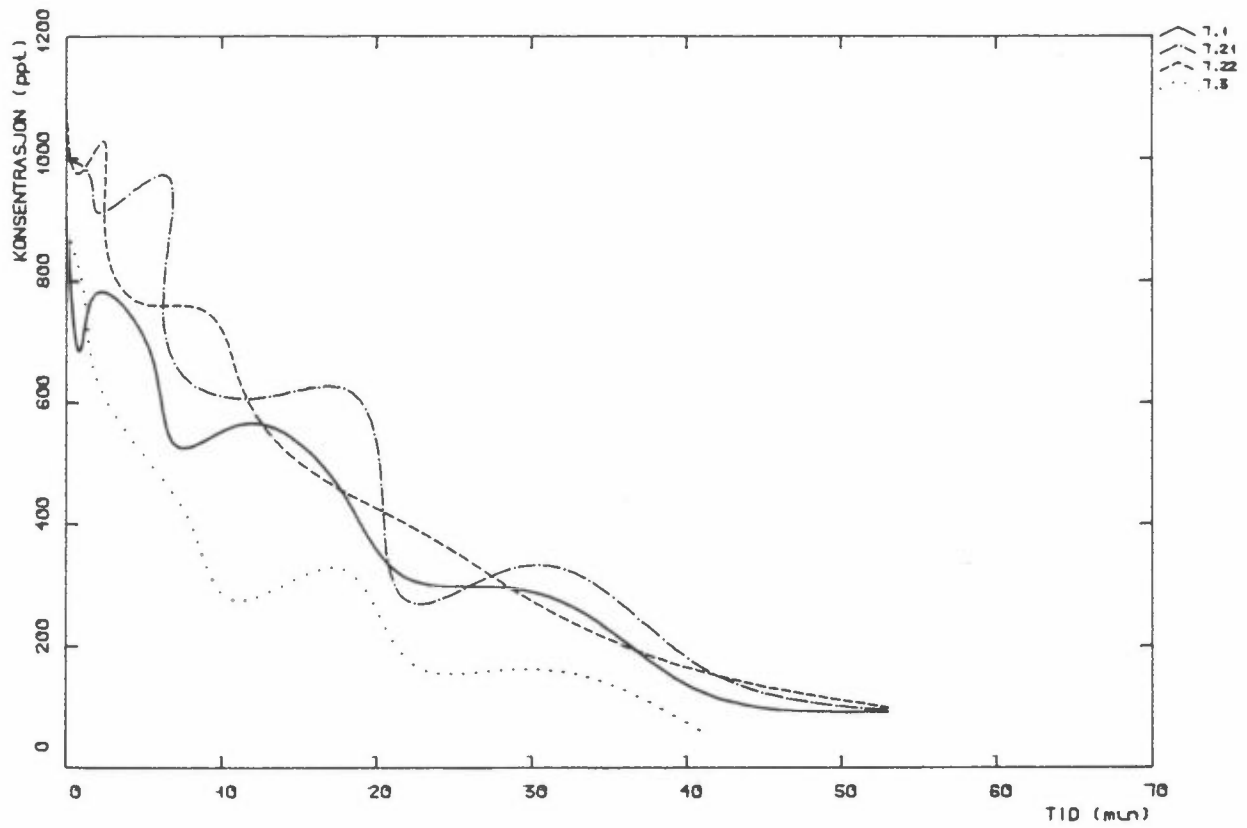
2.1: 0.5 m høyde

2.2: 2 m høyde

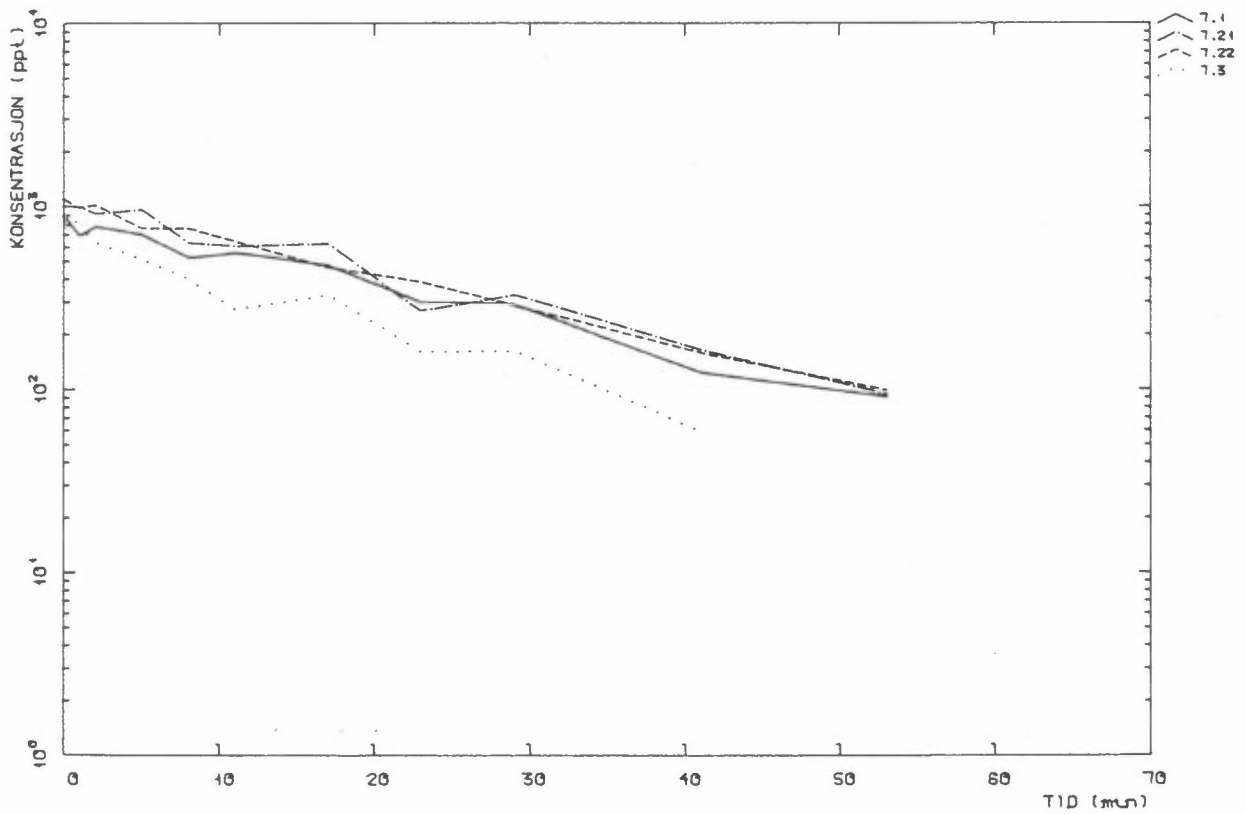
3 : Pustehøyde, stå, ved dør og heis

Lineær skala

TEST 7, KL 0855 - 0948

Logaritmisk skala

TEST 7, KL 0855 - 0948



Test 8. Spisestue, 1. etasje, Domkirken

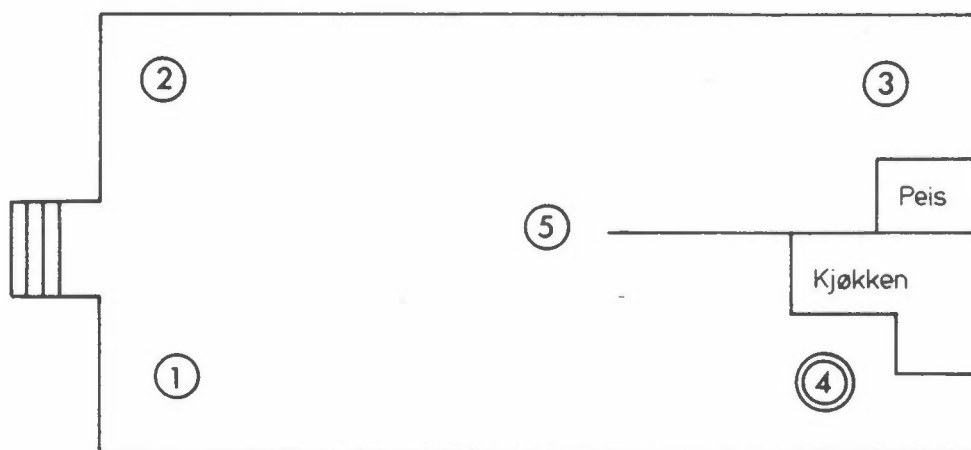
Romvolum:  $V = 210 \text{ m}^3$

Avtrekksmengde:  $q_a = 342 \text{ m}^3/\text{h}$  (målt av NBI)

Dosering ble foretatt direkte i romluften og blanding med vifte. Sporgassforløpet (se de neste sidene) antyder ikke helt jevn blanding etter endt dosering. Konsentrasjonen av sporgass var da 850-950 ppt.

Forløpet i de enkelte målepunktene er nær den samme, og reduksjonsraten er nær den samme i alle punkter.

Det ble ikke målt i avtrekk, og  $\epsilon_a$  kan ikke beregnes. Sporgassforløpet i rommet antyder en  $\epsilon_a$  på ca 0.8, dvs. deplasserende strømming.

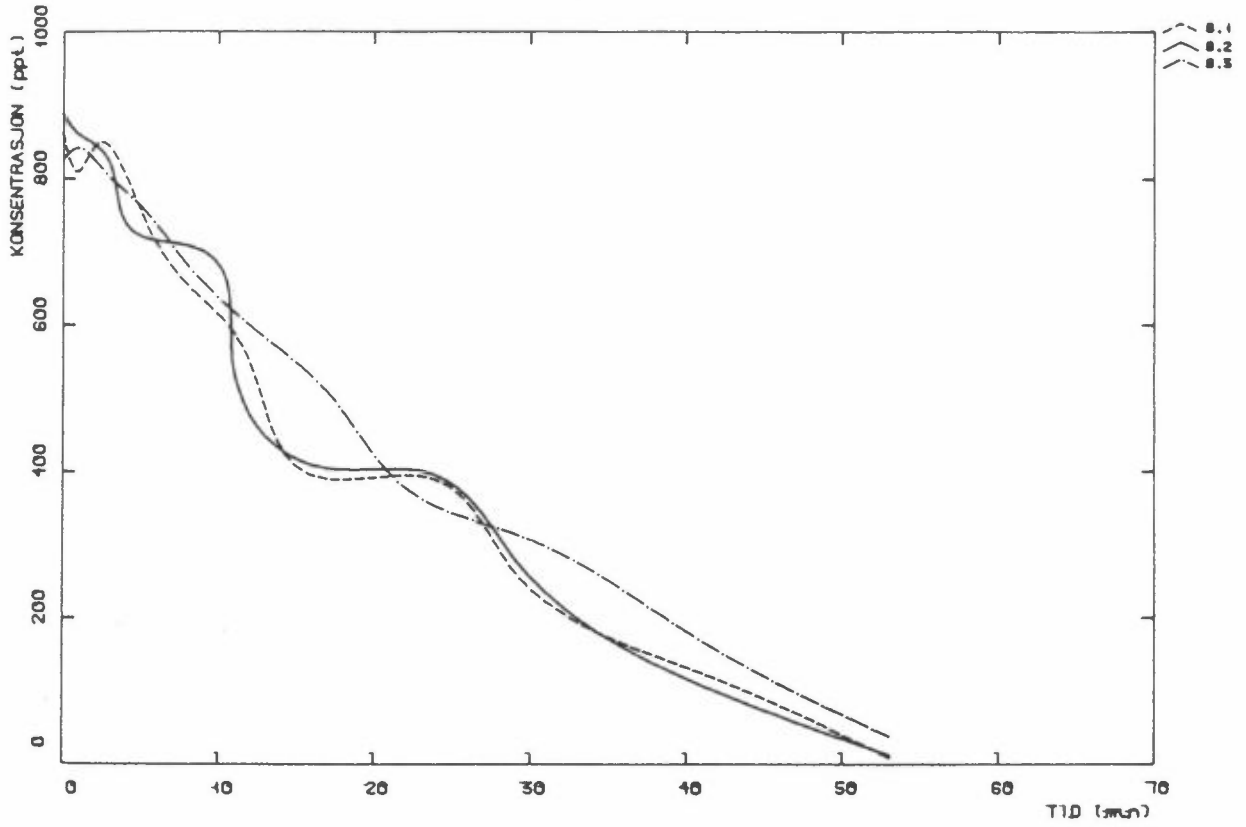


- 1 : Pustehøyde, sitt
- 2 : Pustehøyde, sitt
- 3 : Pustehøyde, sitt
- 4.1: 0.5 m høyde
- 4.2: 2 m høyde
- 5 : Pustehøyde, sitt

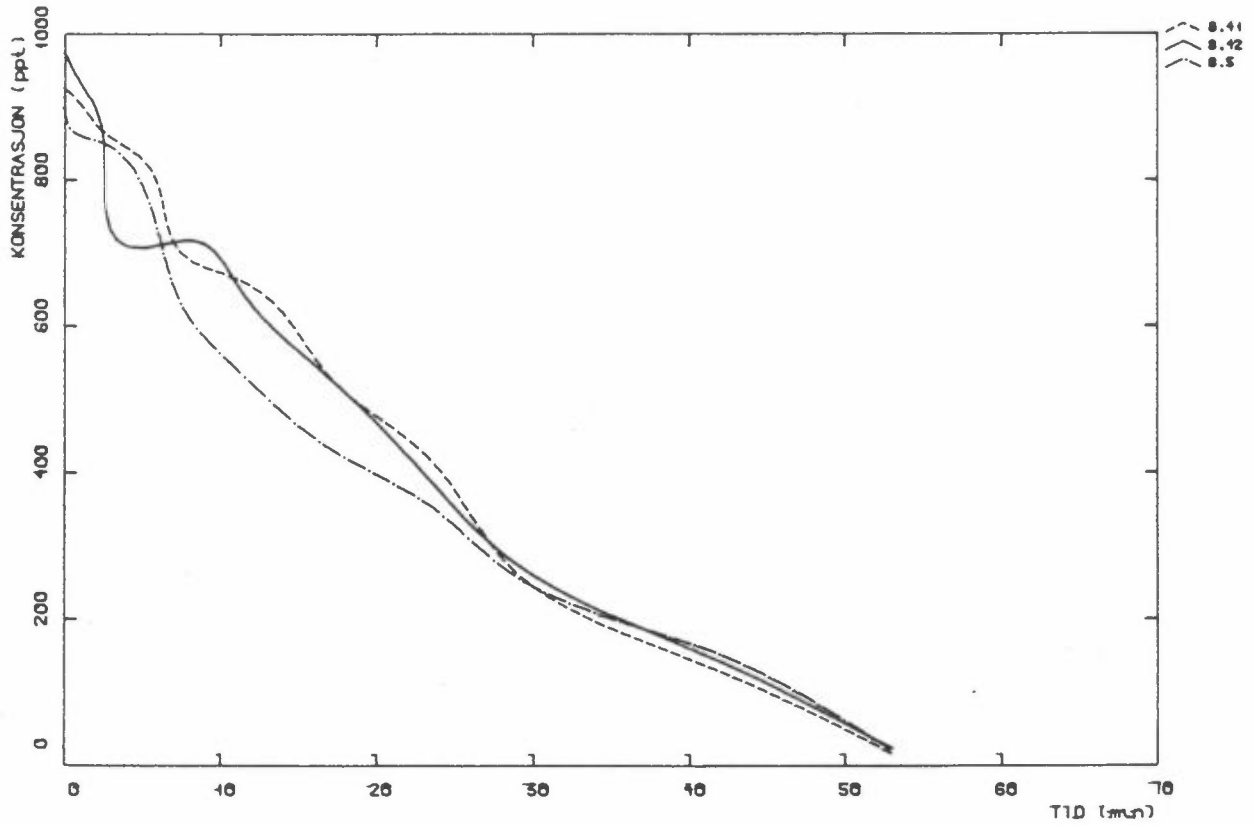


Lineær skala

TEST 8, KL 1205 - 1258

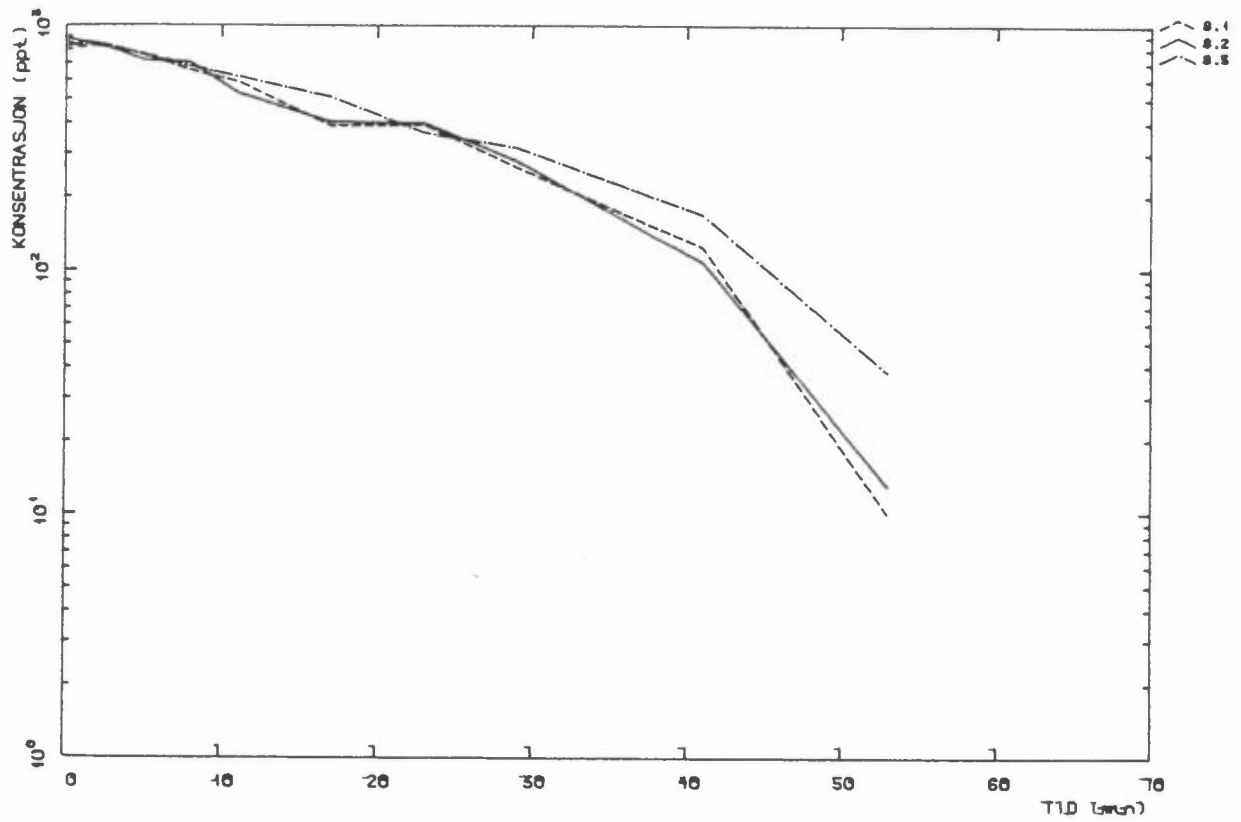


TEST 8, KL 1205 - 1258

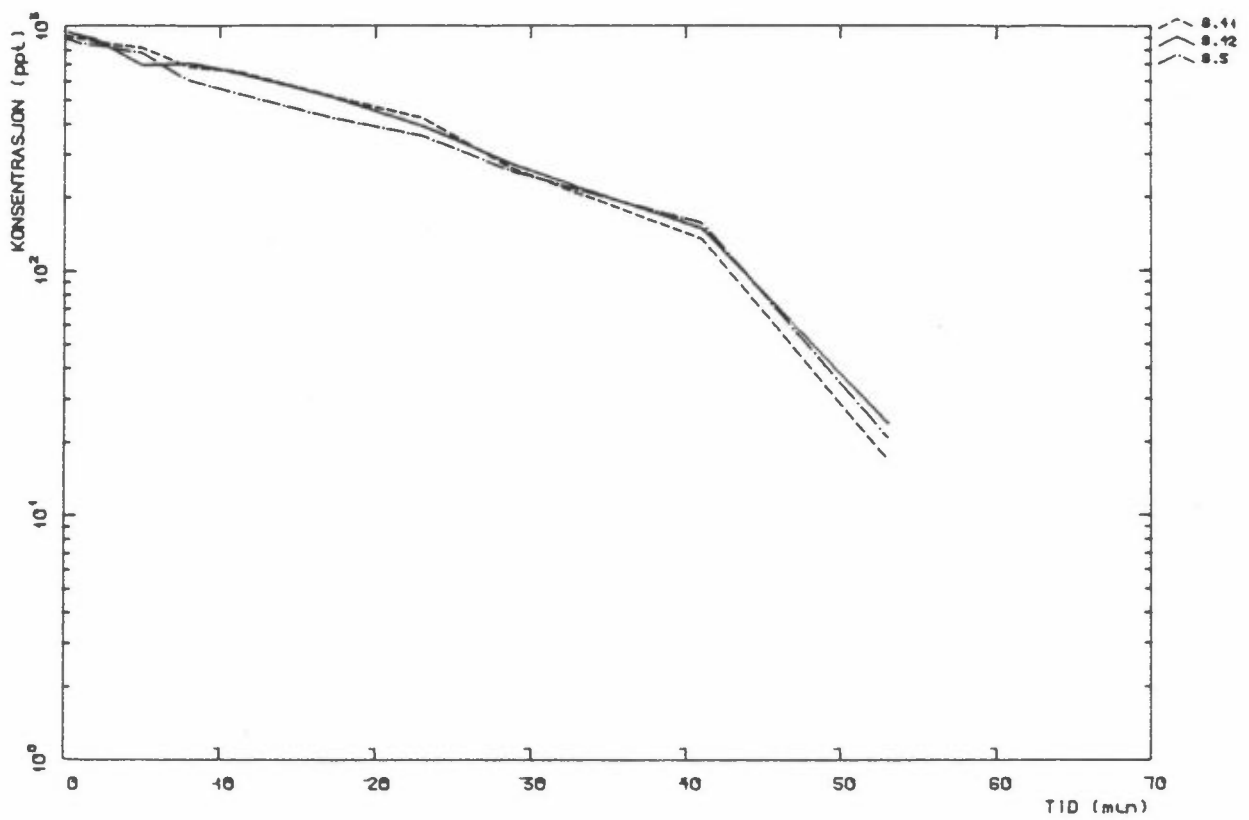


Logaritmisk skala

TEST 8, KL 1205 - 1258



TEST 8, KL 1205 - 1258



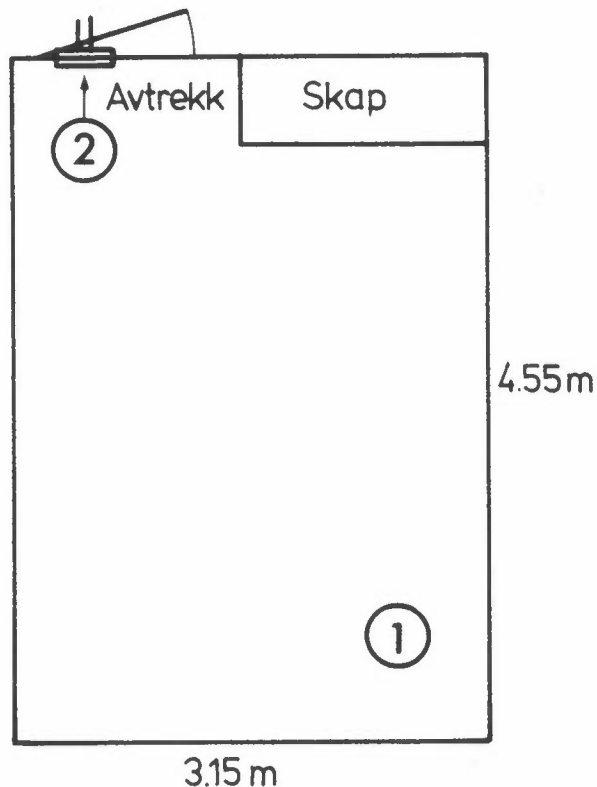
Test 9. Pensjonærrrom, 3. etasje, Domkirken

Romvolum:  $V = 40 \text{ m}^3$

Avtrekksmengde:  $q_a = 43 \text{ m}^3/\text{h}$  målt i legekantoret i 3. etasje  
(med åpen spalteventil over vindu)

Dosering ble foretatt direkte i romluften og blandet med vifte. Sporgass- forløpet (se de neste sidene) antyder ikke helt jevn blanding ved endt dosering. Konsentrasjonen var da ca. 900 ppt. Vinduet var stengt under testen.

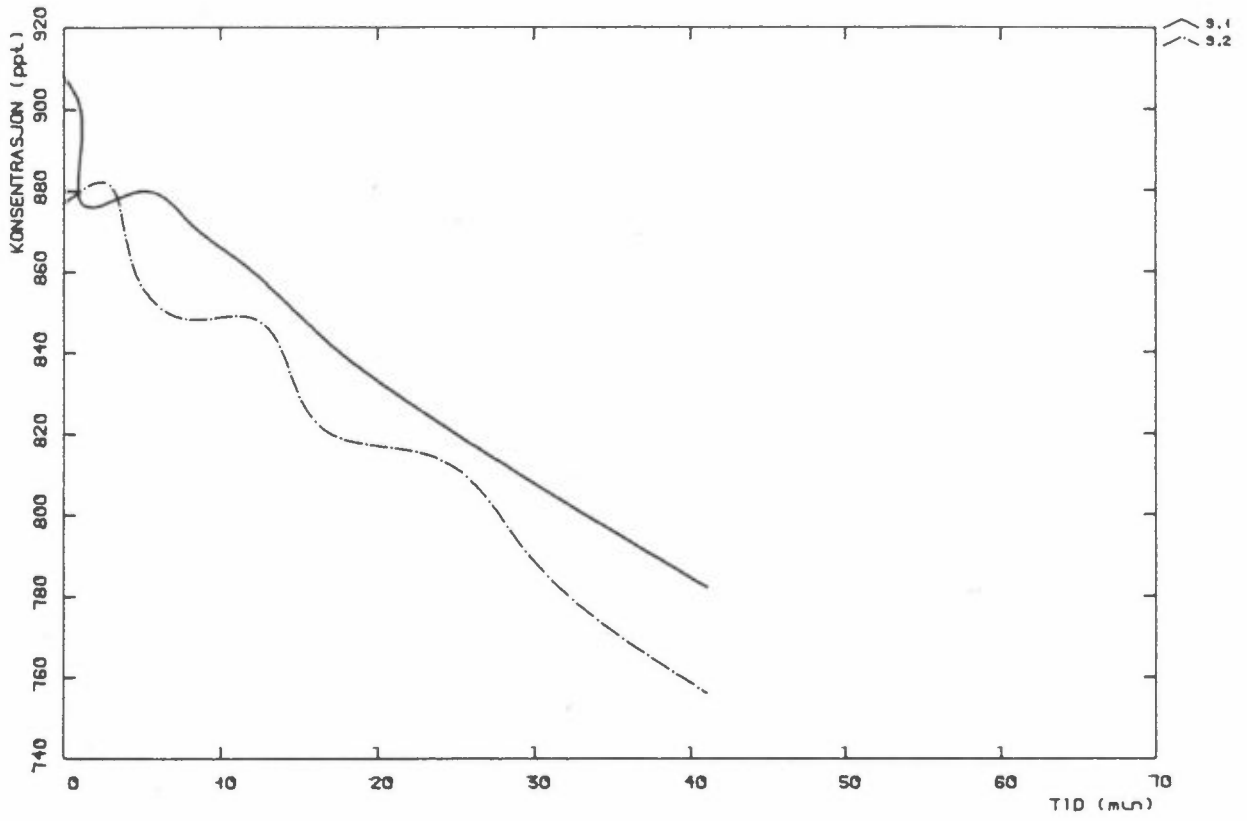
Sporgass-konsentrasjonen avtok svært lite. Etter 40 minutter var konsentrasjonen fremdeles ca. 85% av startkonsentrasjonen. En var da nødt til å avbryte testen. Konsentrasjonen borte ved sengen (ved vinduet) var noe høyere enn i avtrekket.



- 1: Pustehøyde, sitt, ved seng  
2: I avtrekk

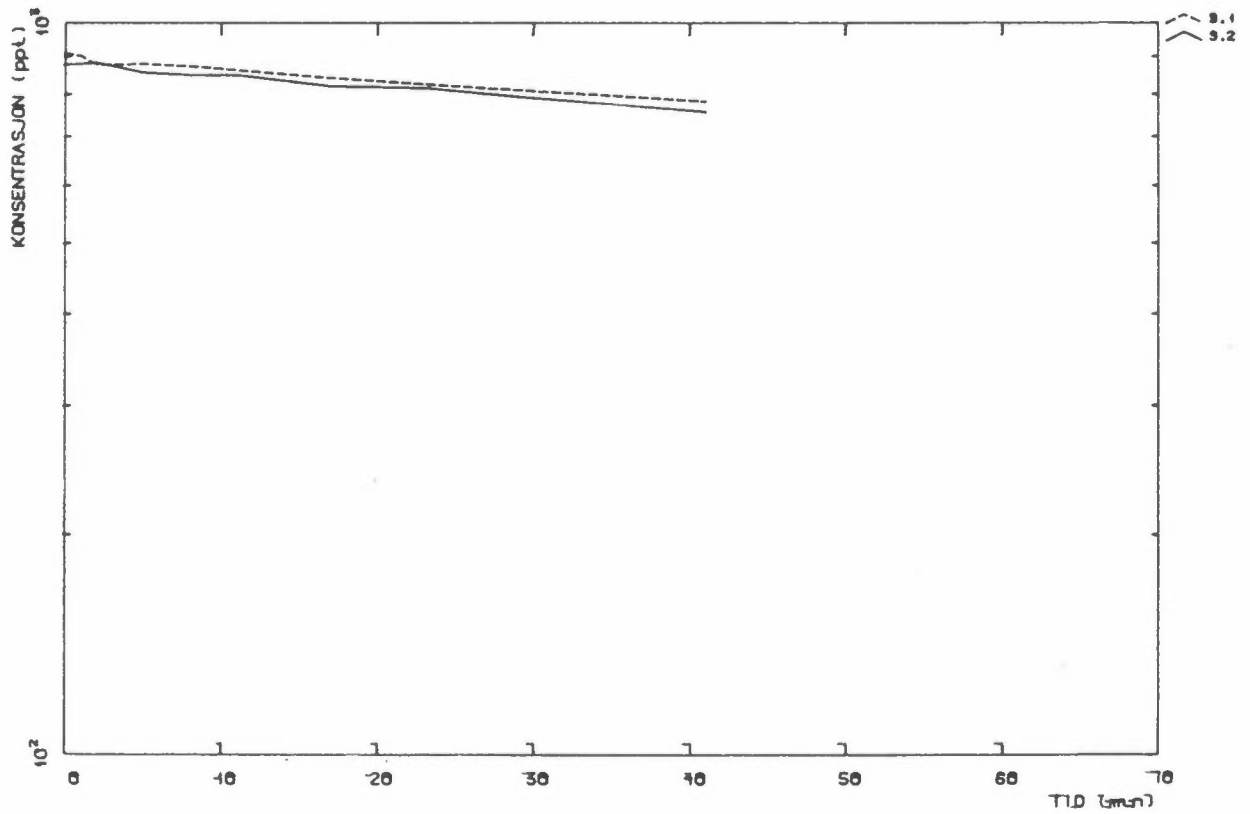
Lineær skala

TEST 9, KL 1325 - 1406



Logaritmisk skala

TEST 9, KL 1325 - 1406



Test 10. Test av lekkasje gjennom varmegjenvinner og kobling mellom  
utluft/innluft på taket

---

Sporgass ble dosert i avtrekkskanalen på begge ventilasjons-enhetene på taket før varmegjenvinneren. Konsentrasjonen av sporgass i luft ble så målt i følgende punkter:

- avtrekksluft ved avtrekksrist ute
- ved rist for innluft ute
- innluft i kanal etter varmegjenvinner.

Resultater:

Kobling utluft/innluft

utendørs ved rister:

På begge enhetene ble det ikke detektert SF<sub>6</sub> i innluften (før varmeveksleren), mens SF<sub>6</sub>-konsentrasjonen ved utluftristen var ca. 1000 ppt. Koblingsgraden var under forsøket derfor svært liten.

Lekkasje gjennom varmeveksler:

Over den ene varmeveksleren var SF<sub>6</sub>-konsentrasjonen i innluften ca. 10% av konsentrasjonen ut. Dette antyder en lekkasje på ca. 10%.

Over den andre varmeveksleren antyder testen en lekkasje på ca. 5%.

## VEDLEGG 2

MÅLINGER AV PARTIKLER I LUFT



Målingene ble utført i perioden 16.-20.2.87.

#### MÅLEMETODER

Partikkelkonsentrasjon,  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ : "To-filter"-metoden.

Filterprøvetaking, 10 liter luft/min. suges gjennom to filtre i serie for separasjon i følgende partikkelfraksjoner:

Grov-fraksjon: Partikler med diameter  $>2.5 \mu\text{m}$ . Disse avsettes, ved inhalering, i øvre luftveier.

Fin-fraksjon: Partikler med diameter  $<2.5 \mu\text{m}$ . Disse trenger inn i lungene og kan avsettes der.

Partikkelantall: Partikkeltelling med Royco partikkelteller, modell 225.

Instrumentet teller partikler i følgende fraksjoner:

1.  $<0.5 \mu\text{m}$
2.  $0.5-1.4 \mu\text{m}$
3.  $1.4-3.0 \mu\text{m}$
4.  $3.0-5.0 \mu\text{m}$
5.  $5.0-10.0 \mu\text{m}$



## Måleprogram

Målinger ble foretatt følgende steder:

- NYBYGGET:
1. Kontorkorridor U.etg. (ved Saras kontor)
  2. Pensjonærrrom 405 (ubebodd)
  3. Oppholdsrom 4. etg. (i kjøkkenkroken)
  4. Korridor 3. etg. (ved rom 316)
- DOMKIRKEN:
5. Spisesal, 1. etg.
  6. Oppholdsrom, 2. etg. (v/bøttekott)
  7. Oppholdsrom, 3. etg. (v/bøttekott)
  8. Pensjonærrrom 309, 3. etg. (Royco-tellingene ble gjort i korridoren utenfor rommet).

Partikkelkonsentrasjon,  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ : Hvert sted ble målinger foretatt over 4 døgn, og det ble skilt mellom dag (08-16) og natt (16-08).

## Partikkeltelling:

Målinger ble foretatt over to dager. Instrumentet ble flyttet fra sted til sted, og målinger foretatt 0.5-1 time på hvert sted. Hvert sted ble "besøkt" 3-4 ganger i løpet av de to dagene.

Om ettermiddagen og natten sto instrumentet utenfor Saras rom og målte der kontinuerlig.

## RESULTATER

### Partikkelkonsentrasjoner, $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Partikkelkonsentrasjonen varierte en del fra målested til målested, avhengig av aktivitet og lokalisering.

Tabell 1 gir en oversikt over variasjonen i partikkelnivået. Målestedene er rangert etter finstøvnivået om dagen.

Tabell 1: Partikkelkonsentrasjon (fin- og grovfraksjon,  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) for ulike deler av St.Hanshjemmet i Oslo, dag- og natt-verdier

	Finfraksjon <2.5 $\mu\text{m}$	Grovfraksjon >2.5 $\mu\text{m}$
<u>DAG</u>		
Rom 405, Nybygget (ubebodd)	13	5
Nybygget, oppholdsrom	23	13
Domkirken, oppholdsrom	31	31
Kontordorridor, U.etg. Nybygget	49	12
Spisesal, Domkirken	58	40
<u>NATT</u>		
Rom 405, Nybygget (ubebodd)	9	3
Nybygget, oppholdsrom	24 <sup>1</sup>	4 <sup>1</sup>
" "	37 <sup>2</sup>	6 <sup>2</sup>
Domkirken, oppholdsrom	21	17
Kontorkorridor, U.etg. Nybygget	16	5
Spisesal, Domkirken	23	21

<sup>1</sup> Ekskl. 4. etg.

<sup>2</sup> Inkl. 4. etg.

Rom 405 i Nybygget var ubebodd og uten annen aktivitet. Der var konsentrasjonen lavest både av finstøv og grovstøv, og reflekterer i første rekke konsentrasjonen i lufta som kommer inn gjennom ventilasjonsanlegget.

Om dagen var konsentrasjonen i oppholdsrom i Nybygget ca  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  høyere enn i rom 405, både finstøv og grovstøv. I oppholdsrom i Domkirken var finstøvnivået enda ca  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  høyere enn i Nybygget, og grovstøvnivået økte med ca  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  til ca  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

I kontorkorridoren i U.etg. i Nybygget og i spisesalen i Domkirken var finstøvnivået enda vensentlig høyere. Det var imidlertid lite grovstøv i kontorkorridoren, men svært mye i spisesalen. Disse to målesteder ligger i områder som kan tenkes å bli påvirket av aktiviteten og røykingen i den åpne kantinen.

Om dagen var altså støvkonsentrasjonen størst i Domkirken, og spesielt er grovstøvnivået relativt høyt. Om natten var støvnivået lavere enn om dagen.

Finstøvkonsentrasjonen varierte mindre om natten, bortsett fra at det var svært høyt i oppholdsrommet i 4. etg. i Nybygget. Dette kan skyldes røyking der.

Grovstøv-konsentrasjonen var imidlertid høyere i Domkirken også om natten.

Disse resultatene viser at det i gjennomsnitt er mest partikler i luften i Domkirken. Hovedårsaken anses å være at hoveddelen av tilluften der tilføres gjennom spalter og lekkasjer uten filtrering, mens all tilluft til Nybygget filtreres med F45-filter. Dette tar bort det meste av grovstøvet og en del, kanskje 50%, av finstøvet. Domkirken ligger i tillegg nærmere Colletts gate. som er en støvkilde.

I begge fløyene gir aktiviteten om dagen ute og inne tilskudd til partikkelkonsentrasjonen i luft. Når det gjelder finstøv, var tilskuddet fra innendørs aktiviteter lite i 3. og 4. etasje, mens det var svært stort i kontorkorridoren i underetasjen. Årsaken er sannsynligvis røyking i kantinen. I Domkirken økte finpartikkelkonsentrasjonen mye fra natt til dag i oppholdsrommene, på grunn av økt utendørs forurensning og kanskje også røyking inne. I Spisesalen økte den svært mye, på grunn av røyking der og i kantinen.

Når det gjelder grovstøv, økte nivået overalt fra natt til dag, på grunn av innendørs aktivitet, og i Domkirken også på grunn av økt grovstøvkonsentrasjon ute.

Tabell 2-5 gir de enkelte måleverdier, samt 2-døgns og 4-døgns gjennomsnittsverdier.

Høyeste målte finstøvkonsentrasjoner var  $58 \mu\text{g}/\text{m}^3$  om dagen i spisesalen og  $49 \mu\text{g}/\text{m}^3$  om dagen i kontorkorridoren i Nybygget. Dette anses å være høye verdier, som sannsynligvis skyldes røyking.  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ble også målt om natten i 4. etasje i Nybygget. Også her er sannsynligvis røyking årsaken.

Høyeste målte grovstøvkonsentrasjon var  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  om dagen i spis-esalen. Dette må også anses å være høyt, og skyldes sannsynligvis i stor grad veistøv fra Colletts gate.

Tabell 2: Støvkonsentrasjoner i  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Målested (dag/natt)	<2.5 $\mu\text{m}$	>2.5 $\mu\text{m}$	Målested (dag/natt)	<2.5 $\mu\text{m}$	>2.5 $\mu\text{m}$
1.D	49	16	5.N	21	28
1.N	16	6	5.D	58	43
1.D	49	7	5.N	24	16
1.N	16	4	6.D	25	30
2.D	16	5	6.N	19	19
2.N	10	4	6.D	29	31
2.D	12	5	6.N	30	12
2.N	9	2	7.D	35	21
3.D	24	15	7.N	16	20
3.N	52	7	7.D	35	43
3.D	16	17	7.N	22	16
3.N	47	8	8.D	30	22
4.D	23	8	8.N	16	11
4.N	22	3	8.D	32	14
4.D	30	10	8.N	21	11
4.N	26	4			
5.D	58	37			

Tabell 3.: Partikkelkonsentrasjoner ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). St.Hanshjemmet, Oslo.  
Gjennomsnittsverdier over 2 dager eller netter.

Målested (dag/natt)	<2.5 $\mu\text{m}$	>2.5 $\mu\text{m}$
1.D	49	11
1.N	16	5
2.D	14	5
2.N	9	3
3.D	20	16
3.N	50	8
4.D	27	9
4.N	24	4
5.D	58	40
5.N	23	21
6.D	27	30
6.N	23	16
7.D	35	31
7.N	19	18
8.D	31	18
8.N	18	11

Tabell 4. Partikkelkonsentrasjoner ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), St.Hanshjemmet, Oslo. To-døgnns gjennomsnittsverdier.

Målested prøve nr.	<2.5 $\mu\text{m}$	>2.5 $\mu\text{m}$
1.1	28	9
1.2	27	5
2.1	12	4
2.2	10	3
3.1	43	10
3.2	36	11
4.1	23	5
4.2	27	6
5.1	36	32
5.2	35	24
6.1	21	23
6.2	30	21
7.1	23	20
7.2	26	25
8.1	21	15
8.2	25	12

Tabell 5: Partikkelkonsentrasjoner ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) St.Hanshjemmet, Oslo. 4-døgnns gjennomsnittsverdier.

Målested	<2.5 $\mu\text{m}$	>2.5 $\mu\text{m}$
1	27	7
2	11	4
3	39	11
4	25	5
5	35	28
6	24	22
7	24	23
8	23	13

#### PARTIKKELTELLING, ANTALL PARTIKLER PR. LITER LUFT

Partikkelantallet i de 5 partikkelfraksjoner med diameter opp til 10  $\mu\text{m}$  varierte mye fra sted til sted og med tiden.

Tabell 6 og figur 1 og 2 gir et sammendrag av resultatene. Hvert målested ble besøkt 3-4 ganger i løpet av måleperioden, med 0.5 - 1 times registrering hver gang. I kontorkorridoren i Nybygget sto instrumentet permanent om ettermiddagen og natten.

Antallet partikler er størst i fraksjonen med minst partikkelstørrelse, og antallet store partikler er vesentlig mindre enn antallet små. Vektmessig skal en være klar over at en partikkel med diameter 5  $\mu\text{m}$  veier 1000 ganger mer enn en partikkel med 0.5  $\mu\text{m}$  diameter partikkel av samme type.

Partikkeltellingene underbygger resultatene fra de andre partikkelmålinger. Det var størst antall av de minste partiklene i kontorkorridoren og spisesalen (når en ser bort fra kantinen), og det var lite partikler i det ubebodde pensjonærrommet i 4. etasje i Nybygget. Forøvrig er tellingene gjort i korte perioder, mens filtermålingene pågikk hele tiden, slik at resultatene ikke er direkte sammenlignbare.

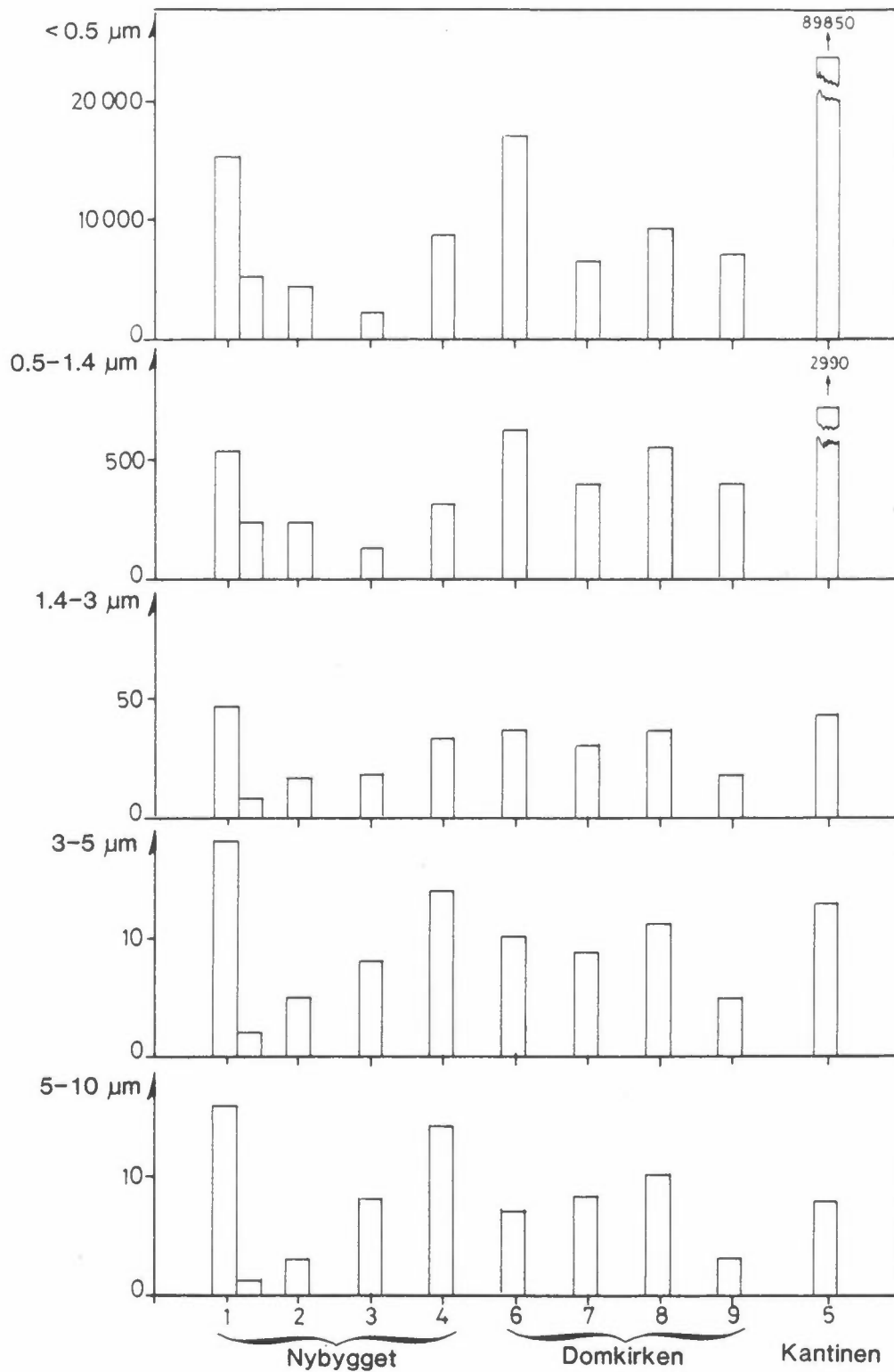
Resultatene fra kantinen, der det ble målt i tiden 11.30 - 12.30 den 20.2. er interessante. Her er sannsynligvis røyking hovedkilden til partikler. Antallet partikler  $<1.4 \mu\text{m}$  er svært stort, 5-10 større enn andre steder. Når det gjelder større partikler er imidlertid antallet av samme størrelse som de andre målestedene.

Tabell 6 Antall partikler pr. liter luft, St.Hanshjemmet, Oslo, i 5 partikkelstørrelser- fraksjoner.

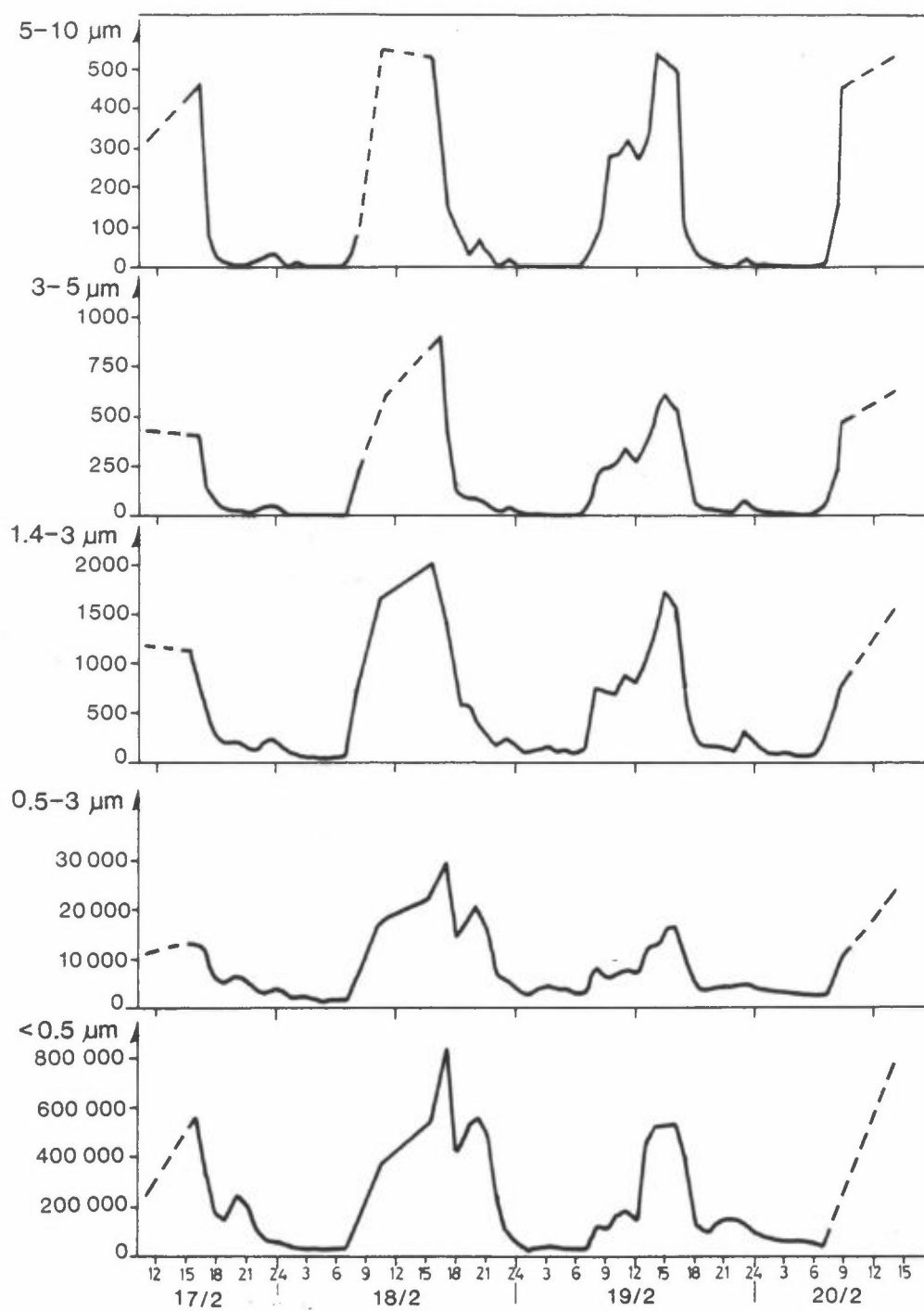
Målesteder	Tid <sup>1</sup>	Partikler, antall pr. $\frac{1}{2}$ liter luft Partikkelfraksjon, $\mu\text{m}$				
		$<0.5$	0.5-1.4	1.4-3	3-5	5-10
<u>Nybygget</u>						
1. Kontorkorridor, u. etg.	08-16	15150	540	47	18	16
" " " "	16-08	5100	215	9	2	1
2. Pensjonærrom 405	08-16	4350	230	17	5	3
3. Oppholdsrom, 4. etg.	08-16	2220	135	18	8	8
4. Oppholdsrom, 3. etg.	08-16	8610	305	34	14	14
5. Kantinen, 1. etg.	1320-1340	89850	2990	42	13	8
<u>Domkirken</u>						
6. Spisesal, 1. etg.	08-16	17760	620	37	10	7
7. Oppholdsrom, 2. etg.	08-16	6440	395	30	9	8
8. Oppholdsrom, 3. etg.	08-16	9260	550	37	11	10
9. Korridor, 3. etg.	08-16	7140	400	19	5	3

1 3-4 perioder på hver 0.5-1 time innenfor angitte tidsrom

2 Partikler med diameter innenfor de angitte grenser



Figur 1: Antall partikler pr. liter luft i 5 størrelsesfraksjoner i ulike rom i St.Hanshjemmet.  
 Målesteder: Se tabell 1.  
 Ved målestad 1 er gitt verdier både for dag og natt



Figur 2: Partikkeltelling i kontorkorridoren i underetasjen i nybygget, St.Hanshjemmet. Tidsforløp over 3 døgn.





## VEDLEGG 3

MÅLINGER AV LUFTTEMPERATUR  
RELATIV FUKTIGHET,  
ST.HANSHJEMMET



MÅLINGER AV LUFTEMPERATUR  
OG RELATIV FUKTIGHET,  
ST. HANSHJEMMET

Målingene ble utført i perioden 20.-27.5.86. Målinger ble utført i seks rom, tre i nybygget og tre i Domkirken, ved hjelp av registrerende termohygrografer. Målenøyaktigheten er anslagsvis  $\pm 1^{\circ}\text{C}$  for temperatur og  $\pm 10\%$  for relativ fuktighet.

Resultater

Målested	Temp. $^{\circ}\text{C}$	RF%	Merknad
<u>Nybygget</u>			
Oppholdsrom, 3. etg.	23 <sup>*</sup>	20-30	* Konstant, bortsett fra noe lavere temp. i 6-8 tiden om morgenen (lufting?).
Pensjonærrrom 306	22-27 <sup>*</sup>	20-30	* Stort sett varmest om natten
Saras kontor	19-22 <sup>*</sup>	ca 20 <sup>**</sup>	* Varmest midt på dagen. ** Nær konstant
<u>Domkirken</u>			
Spisesal	21-25 <sup>*</sup>	- <sup>**</sup>	* Noe lavere i 6-8 tiden om morgenen (lufting?). ** Instrumentfeil
Legekontor	22-23	20-30	
Oppholdsrom, 3. etg.	22-24	20-30	

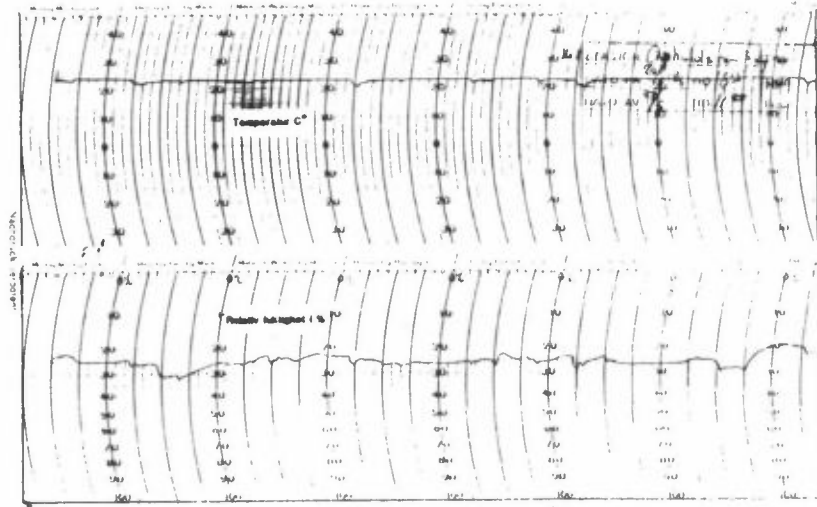
Temperaturen i pensjonærrrom 306 var om natten høy, opptil  $27^{\circ}\text{C}$ , mens den var relativt høy om dagen i spisesal og oppholdsrom i Domkirken ( $24-25^{\circ}\text{C}$ ).

Luftfuktigheten var i området 20-30% i begge byggene.

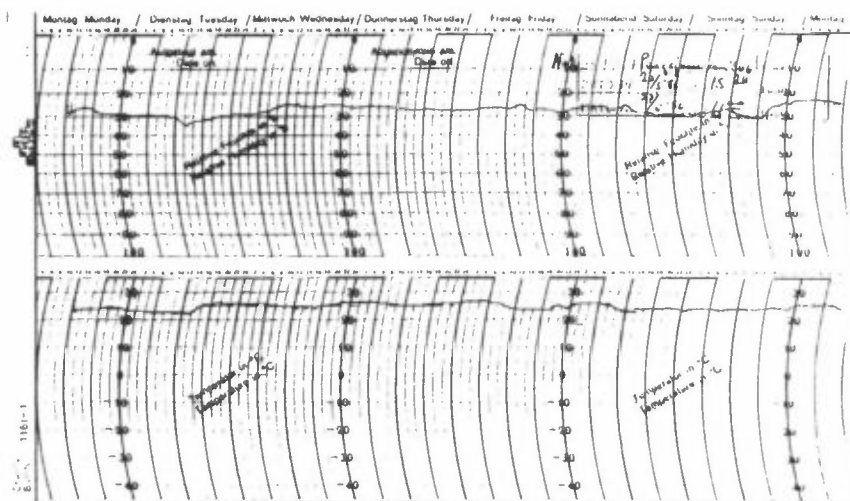
Kopier av termohygrogrammene er vedlagt.

THERMOGRAMMER, NYBYGGET

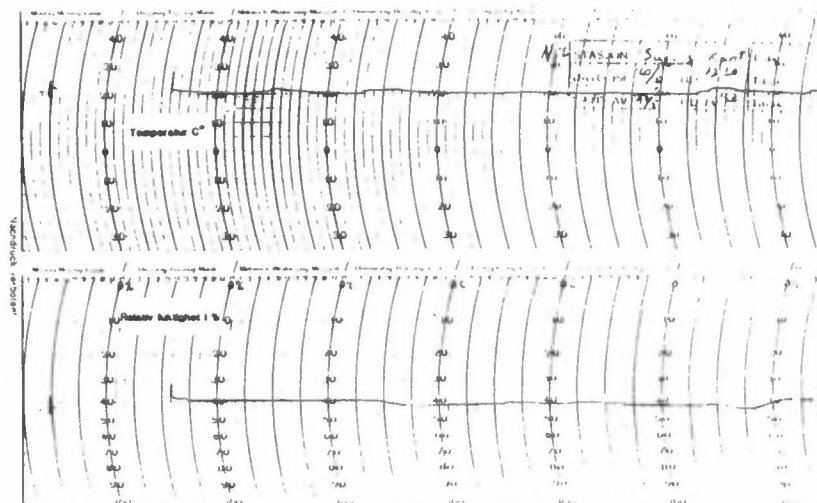
OPPHOLDSROM, 3. etg.



Pensjonærom 306

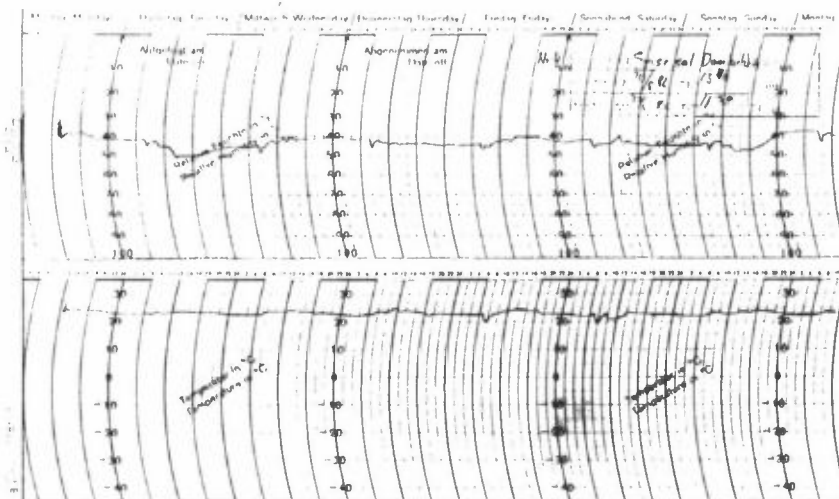


Kontor 022, U.etg. (Saras kontor)

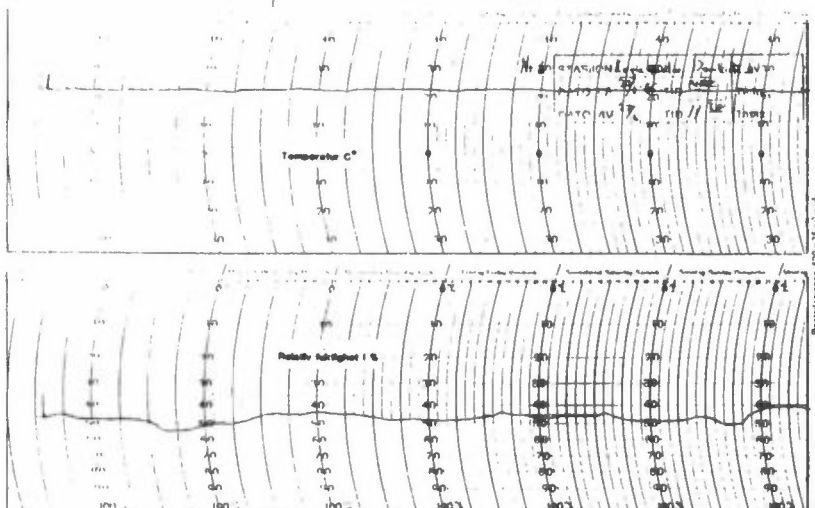


THERMOGRAMMER, DOMKIRKEN

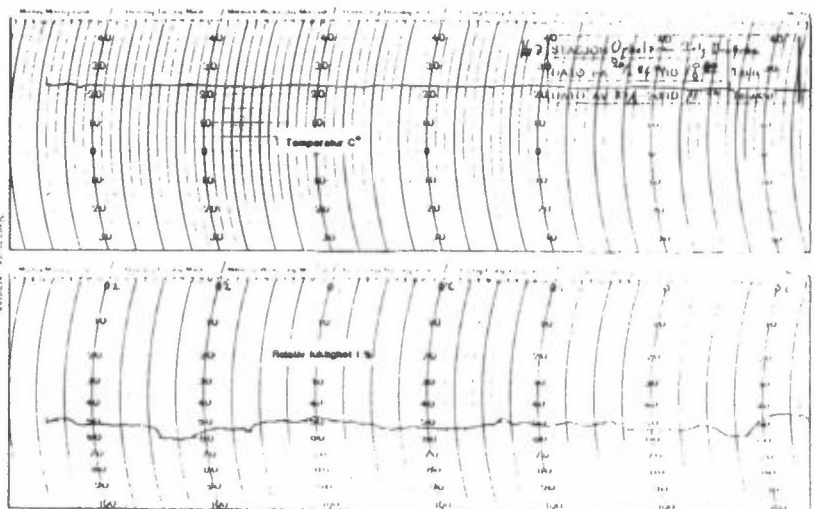
Spisesal



Legekantor



Oppholdsrom, 3. etg.





## VEDLEGG 4

CO<sub>2</sub>-MÅLINGER, ST.HANSHJEMMET





## CO<sub>2</sub>-MÅLINGER, ST. HANSHJEMMET

Målingene ble utført 15 mai 1986 kl 1400-1445.

CO<sub>2</sub>-innholdet i luft ble målt ved hjelp av Dräger-pumpe med rør med skala 0.01-0.3%.

### Resultater

Målested	CO <sub>2</sub> %	Merknad
<u>St. Hans hjemmet</u>		
Oppholdsrom 4. etg.	0.06	Bakre hjørne til høyre
Oppholdsrom 3. etg.	0.08	" " " " , kl 1400 9 personer
Oppholdsrom 3. etg.	0.06	" " " " , kl 1430
Oppholdsrom 3. etg.	0.02	Tilluft
Saras rom	0.05	Vindu på gløtt
Kantine	0.035-0.04	Kl 1430, 9 personer
<u>"Domkirken"</u>		
Spisesal	0.035-0.04	1/2-1 time etter middag

Målingene i tilluft-dysene i oppholdsrom i 3. etasje ga en CO<sub>2</sub>-konsentrasjon omtrent 0.02%. I uteluft er konsentrasjonen reelt ca 0.04%. Målingene i tilluften antyder at Dräger-rørene gir noe for lave verdier.

Den høyeste målte verdi var 0.08%, målt i oppholdsrommet i 3. etasje, bakre høyre hjørne. Reelt var CO<sub>2</sub>-konsentrasjonen her sannsynligvis av størrelse 0.1% (1000 ppm).

En regner at CO<sub>2</sub>-innholdet i romluft ikke bør ligge høyere enn 1000 ppm.

Det synes som CO<sub>2</sub>-innholdet i oppholdsrommene kan komme opp mot grensen på 1000 ppm.



## VEDLEGG 5

## PROSJEKTPLAN



CHB/hst  
12.6.85

## VEDLEGG TIL NTNf-SØKNAD 1985 - INNELUFT I SYKE HUS

### 1. INNLEDNING

På bakgrunn av en del erfaring og etter gjennomgang av litteraturen (1-7) er det utarbeidet et samarbeidsprosjekt mellom NILU og SI for å kartlegge innemiljøet i såkalte syke hus. For å få referanseverdier inngår også en studie av et "friskt" hus, en bygning med tilfredsstillende eller godt innemiljø.

Prosjektet er planlagt i to faser. Planen for gjennomføring av fase I i løpet av 1985, er sendt forskningsprogrammet "Innemiljø". Fase I kan gjennomføres i løpet av høsten 1985. Fase II er kompletterende undersøkelser som høyst sannsynlig bør gjennomføres for å få et bedre bilde av hvorfor noen hus er syke.

En plan for et samarbeidsprosjekt mellom NILU og SI på karakterisering av inneluft i syke hus, muligens med bidrag også fra NBI, CMI og andre aktuelle institusjoner, er beskrevet i følgende punkter.

### 2. ARBEIDSPLAN

1. I første omgang (fase I) sjekkes om ventilasjonsanlegget virker som det skal, og om vanlige kjente forurensninger kan gi forklaring på ulempene. Det gjelder gasser/damper/støv. Videre gjøres en orienterende undersøkelse av ladete partikler i inneluft.
2. I neste omgang (fase II) foretas en nærmere analyse av organiske mikroforurensninger i dampform og bundet til partikler, av allergener i tillegg til at det "elektriske miljøet" kartlegges. Dessuten foretas en grundigere karakterisering av støvet og en utredning av beboernes/arbeidstakernes helsetilstand og egne oppfatninger av innemiljøet.

### 3. GJENNOMFØRING

Undersøkelsene utføres i samarbeide mellom NILU og SI og andre aktuelle institutter. Deling av arbeidsoppgaver gjøres etter hva hver enkelt kan utføre rasjonelt. Resultatene underveis kan imidlertid føre til forskyvninger i valg av parametre/metoder.

Undersøkelsene må begrenses mest mulig. Det betyr at målinger av parametre som ikke har betydning, sløyfes etter hvert dersom det viser seg at nivået er tilstrekkelig lavt. F.eks. begrenses målinger av inneklimate til luftfuktighet, temperatur og trekk.

Målinger og undersøkelser gjøres i miljøer der det er registrert klager og symptomer, verifisert av lege(r) (bedriftslege/institusjonslege/-spesialist). Der er planlagt å starte i 1985 med to eller tre av følgende miljøer:

- A. Kontormiljø (bank/forsikring) og/eller sykehus/institusjon (tidligere støvmålinger fra kontormiljø foreligger).
- B. "Friske" hus
- C. Spesielle nybygg

Valg av bygninger for undersøkelsen gjøres etter en forespørsel blant tenkbare aktuelle steder og på bakgrunn av de kontakter med "syke inneluftmiljøer" som NILU og SI allerede har etablert. Bygninger i Oslo-området vil bli prioritert. Valget vil bli foretatt i samråd med programutvalget.

Omfang og dels fordeling av arbeidsoppgaver vil fremgå av arbeidsprogrammet. Vi har ikke gått i detaljer om hvordan prøvetaking, analyser og karakterisering skal foregå, men det dreier seg stort sett om innarbeidede teknikker. Feltarbeidet forutsettes utført i den kalde årstid for å unngå tilfeldig trekk og luftutbytting. Det undersøkes også med lege om maksimal symptomfrekvens kan falle sammen med dette.

#### 4. ARBEIDSPROGRAM

Arbeidsprogrammets omfang vil avhenge av kostnadene og kan økes eller reduseres avhengig av den økonomiske rammen og andre resultater som man får under prosjektets gang.

##### Fase I

Undersøkelsen utføres i de tre miljøene (A, B og C). I hvert av miljøene gjøres "case studier" i en eller flere lokaliteter avhengig av hva som er hensiktsmessig.

	Omfang/bygning			Utredende institutt
	A	B	C	
1. Inneklima: Undersøkelse av luftfuktighet, temperatur og trekk	1	1	1	SI/NILU
2. Kartlegging av beboernes/arbeidstakernes røykevaner	1	1	1	"
3. Kartlegging av materialer brukt i bygningen og interiøret, og av rengjøringspraksis	1	1	1	"
4. Luftutbytting og total ventilasjon	1	1	1	NILU
5. Innhold av formaldehyd og acetaldehyd i luften	5-10	5-10	5-10	"
6. Innhold av karbonmonoksyd	5-10	5-10	5-10	"
7. Konsentrasjon av finstøv	25	15	15	SI
8. Sirkulasjon av finstøv i bygningene	10	8	6	SI/NILU

	Omfang/bygning			Utredende institutt
	A	B	C	
9. Orienterende undersøkelser av ioner og ladete partikler i inneluften	1	1	1	NILU/CMI/ andre institusjoner?

### Fase II

Undersøkelsen gjøres i de samme lokaliteter som i fase I. I denne fase konsentreres arbeidet om kjemisk analyse av organiske mikroforurensninger, allergener i luften og på grundig undersøkelse av få støvprøver, samt en sosiologisk studie av beboere/arbeidstakere. Det "elektriske miljøet" kartlegges også.

	Omfang/bygning			Utførende institutt	Ca omkostninger
	A	B	C		
10. Prøvetaking og analyse av flyktige organiske forbindelser (kp ~ 250 °C) i inneluft	2	2	2	SI	20 kkr
11. Prøvetaking og analyse av partikkelbårne organiske forbindelser og damp (kp ~ 150 °C)	2	2	2	NILU/SI	60 kkr
12. Prøvetaking og analyse av støvprøver (elementanalyse, elektronmikroskopering (SEM))	2	2	2	"	30 kkr
13. Måling av støvets størrelsesfordeling	1	1	1	"	15 kkr
14. Mikrobiologisk karakterisering	1	1	1	SI/andre inst.	30 kkr
15. Undersøkelse av ladede partikler, ionebalanse og elektriske felter i lokalene	1	1	1	NILU/CMI/ andre inst.	15 kkr
16. Allergitestning og oppsamling av større prøvekvanta for allergitestning	?	?	?	SI/NILU/ andre inst.	90 kkr
17. Det utarbeides et spørreskjema i samarbeid med bedriftslege og sosiolog for å kartlegge beboernes eller arbeidstakernes helse og deres egen oppfatning av sin helse. Evt. kan legen utpeke posisjoner/soner for nærmere inneluftundersøkelser.	1	1	1	NBI ?/ andre inst.	10 kkr
18. Prosjektadministrering, databehandling og rapportskrivning	1	1	1	SI/NILU/ andre inst.	110 kkr



## 6. ØKONOMI

Kostnadene for fase I og II er beregnet for et prosjekt som omfatter enten 3 "case" (bygninger) eller 6 "case". Vi vil søke om bevilgninger for 1986 til en studie av 3 case, og ønsker å fortsette med 3 nye "case" studier i 1987.

	<u>3 "case"</u>	<u>6 "case"</u>
Fase I	125 kkr	250 kkr
Fase II	<u>380 kkr</u>	<u>760 kkr</u>
Totalt	<u>505 kkr</u>	<u>1010 kkr</u>

## 6. KONTAKTPERSONER

Cand.real. Christel Benestad	SI
Siv.ing. Aksel Jebens	SI
Siv.ing. Steinar Larssen	NILU
Siv.ing. Bente Wathne	NILU

## 7. REFERANSER

1. UTP: Helse, luftkvalitet og innelima. NIF-rapport, des 1984.
2. UTP: Inneklimaets betydning for helsen. Referat. Nordisk workshop 18-19 okt. 1984.
3. Indoor air pollutants: exposure and health effects. report on WHO-meeting, Nördlingen 8-11 June 1982, EURO Reports and Studies 78.
4. Indoor Air Proc. of 3rd Int. Conf. on Indoor Air Quality and Climate. Stockholm August 20-24, 1984. Vol. 1-5.
5. Repace, J.L., Lowrdy, A.H.: Indoor Air Pollution, Tobacco Smoke and Public Health. Science 208, 464 (1980).
6. Spengler, J.D., Sexton, K. Indoor Air Pollution: A Public Health Perspective. Science 221, 9 (1983).
7. Sterling, T.D., Dimich, H., Kobayski, D. Indoor Byproduct Levels of Tobacco Smoke: A Critical Review of the Literature, J. Air Poll. Contr. Ass. 32 (3), 250 (1982).

## BILAG

## KOMMENTARER TIL DE ENKELTE PUNKTER

1. Temperatur- og luftfuktighetsmålinger gjøres av beboerne eller arbeidstakerne.
4. Luftutbytting har NILU rasjonelt måleopplegg for, basert på  $SF_6$ -tracermålinger.
- 5,6. Målefrekvens kan økes hvis en finner det hensiktsmessig.
7. De instrumentelle målingene er raske, og feltarbeidet kan nok gjennomføres på 2, 1.1/2 og 1 dag for de respektive lokalene A, B og C.
10. Kortvarig prøvetaking (~ 30 min). Deteksjonsgrensen ~ 0.05 ppm for  $C_2$ .
11. Forurensningene måles i luft inn og ut av ventilasjonssystemet og i et par utvalgte posisjoner i lokalene. Adsorbenttype, målekapasitet og analyser bestemmes etter behov. Parallell prøvetaking/analyse for kontroll er aktuelt.
12. Støv måles inn og ut av ventilasjonssystemet + på et utvalgt sted i lokalene.
13. Målinger for å bestemme fordelingen av respirabelt/ikke respirabelt støv.

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

RAPPORTTYPE OPPDRAGSRAPPORT	RAPPORTNR. OR 20/87	ISBN-82-7247-802-1	
DATO APRIL 1987	ANSV. SIGN. <i>J. Schjoldager</i>	ANT. SIDER 89	PRIS kr 70.-
TITTEL Målinger i innendørs luftmiljø, St.Hanshjemmet syke- og aldershjem, Oslo. Datarapport Fase I. Målinger i 1986 og 1987		PROSJEKTLEDER Steinar Larssen	
		NILU PROSJEKT NR. 0-8602	
FORFATTER(E) Steinar Larssen		TILGJENGELIGHET A	
		OPPDRAGSGIVERS REF.	
OPPDRAGSGIVER (NAVN OG ADRESSE) NTNF, Komite for innemiljø-forskning			
3 STIKKORD (å maks. 20 anslag) Inne-klima                      Luftkvalitet                      Ventilasjonseffektivitet			
REFERAT (maks. 300 anslag, 7 linjer) Det rapporteres resultater av målinger av ventilasjonseffektivitet, partikler, CO <sub>2</sub> , ioner, aldehyder og termisk inne-klima i St.Hanshjemmet syke- og aldershjem i Oslo. Målinger er utført i to fløyer, gammel og ny fløy, med ulik hyppighet av rapporterte plager som kan ha sammenheng med innendørs luftkvalitet.			

TITLE Measurements of indoor air quality and ventilation efficiency at St.Hanshjemmet Old Peoples Home in Oslo.
ABSTRACT (max. 300 characters, 7 lines) Results of measurements of ventilation efficiency, particles, CO <sub>2</sub> , air ions, aldehydes and thermal indoor air quality are reported from St.Hanshjemmet Old Peoples Home in Oslo. Measurements have been made in two parts of the building with different frequency of reported symptoms that may be connected to poor indoor air quality.

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