

7841

TEKNISKA MEDDELANDEN

338

INST. för UPPVÄRMNINGS-
och VENTILATIONSTEKNIK
KTH, STOCKHOLM

1990:2 (vol. 21)

TEKNISKA MEDDELANDEN

Utkommer med 4 häften per år och
kostar 70:- per häfte,
prenumeration 225:- (4 häften).

Rekvireras från Christelle Meyer,
Inst. f. Uppvärmn. o. ventilationsteknik,
Roslagsvägen 101, Hus nr 1 A,
104 05 STOCKHOLM.
(Tel: 08-15 36 17)

TEKNISKA MEDDELANDEN 338

från

Institutionen för Uppvärmnings- och

ventilationsteknik

FÖRORD

Man har under de senare åren haft en rad hälsoproblem vid barnstugor. Problemen har varit av sådan art att man misstänkt att det varit fråga om sjuka hus och det finns faktiskt skäl i att misstänka att formaldehydavgivning varit en av orsaken till problemen.

En annan har säkert varit de låga luftflöden som ofta förekommit. Redan 1968 påtalades dessa problem för branschen, men utan någon snabb reaktion. Fler artiklar publicerades då från KTH men också från andra för att få en bättre rensning av ventilationskanalerna och därmed en önskad ventilation. Tio år senare framfördes en rad nya försöksresultat för att visa på detta problem. Först efter tjugo år av mätningar m m över ventilationen i icke rensade system började branschen intressera sig för problemet. Men det skall sägas att detta ej gäller alla!

Detta nummer av Tekniska Meddelanden behandlar en annan men nära liggande fråga för barnstugor. Vintertid, då man vistas inomhus och därför har en mindre "luftkub" ökar risken för att smitta avsevärt. Detta är kanske den grundläggande orsaken till att antalet förkylningar stiger under den kalla årstiden. Men vilka faktorer mer än tillgängligt luftflöde per person inverkar på riskerna. Självklart kanske alla tycker, det måste ju vara bakteriernas överlevnad. Kanske det! I detta nummer presenteras en undersökning av ett antal barnhem och registrerade sjukfrånvaro jämföras med en faktor som i varje fall har betydelse för överlevnaden för bakterier nämligen relativa fukthalten i luften.

OM SJUKFRÅNVARO OCH INOMHUSLUFTENS EGENSKAPER

Folke Peterson
och
Johan Wennerström

Institutionen för Uppvärmnings- och
ventilationsteknik, KTH, Stockholm.

INLEDNING

Barnstugor både i Sverige och i utlandet har vissa problem med inomhusklimatet. Detta ger utslag framför allt i irritationer hos personalen, vilka ofta klagar på torr hud, irriterade slemhinnor, rinnande ögon, eksem och förvärrade allergiproblem.

Problemen med barnstugor började i slutet av 70-talet då antalet ökade kraftigt till följd av politiska beslut om utbyggd barnomsorg. De barnstugor, vilka då byggdes, innehöll ofta material som spånskivor, plastmattor med skum osv. De spånskivor som användes (andra material än spånskivor har inte den nödvändiga hållfastheten för användning i skolor, barnstugor och vissa samlingslokaler) hade ofta en hög halt av lim, vilka avgav formaldehyd vid uppvärmning. Bild 1 visar den utveckling på limmade produkter som skett i Sverige sedan 70-talets början, med avseende på formaldehydavgivning.

Formaldehydavgivningen - vilken visade sig vara ett av problemen i många av de inledningsvis nämnda barnstugorna - ökar med ökande temperatur och ökande fukthalt i luften, se bild 2 och 3. Detta är av stor speciell betydelse för barnstugor där man vanligen har högre lufttemperatur än i bostäder (småbarnens behov beaktas) och ofta dessutom större luftfuktighet (speciellt vid fuktig väderlek då barnen drar in fukt med kläderna vilka kan komma att torkas i dåligt ventilerade lokaler).

Dessa limmade material, liksom materialen vilka avger lösningsmedel mm, i kombination med otillräcklig ventilation och ofta hög inomhus-temperatur gjorde att personalen fick irritationer och dessutom att husen ofta fick olika skador. Bl a uppträdde mögel till följd av de höga fukthalterna. Exempel på "trivselområdet" för mögel anges i bild 4.

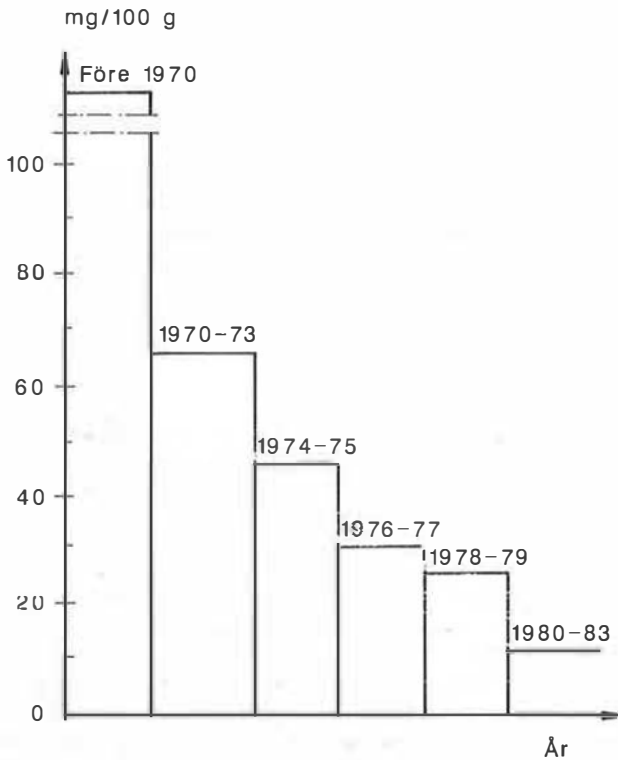


Bild 1. Formaldehydhalten i spånskivor i Sverige.

Efter noggranna undersökningar kom man tillrätta med en del av problemen genom att byta ut spånskivor och andra material som gav stora emissioner av formaldehyd och lösningsmedel, men ofta kvarstod problemen med mögel och bakterier, se Peterson et al (1985). Flera skäl föreligger härför, bl a förekomsten av byggfukt, fukt i textilier (mattor, under inflytande av kapillärkrafter, se bild 5), dåligt konstruerade/skötta ventilationsanläggningar, för hög/låg luftfuktighet, eller en kombination av dessa.

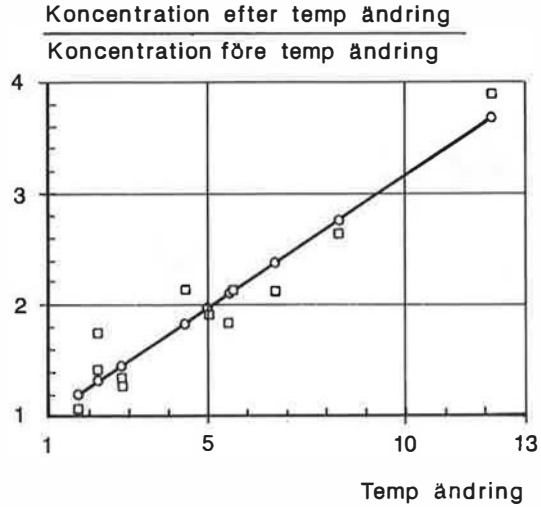


Bild 2. Temperaturens inverkan på formaldehydavgivningen.

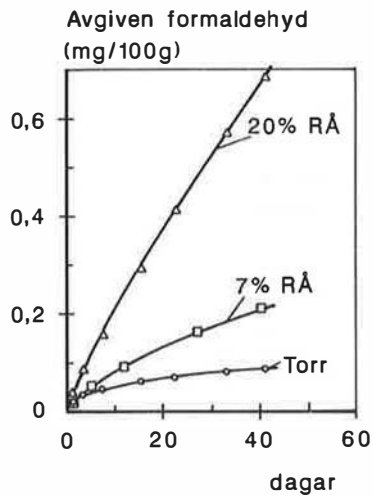


Bild 3. Fuktighetens inverkan på formaldehydavgivningen.

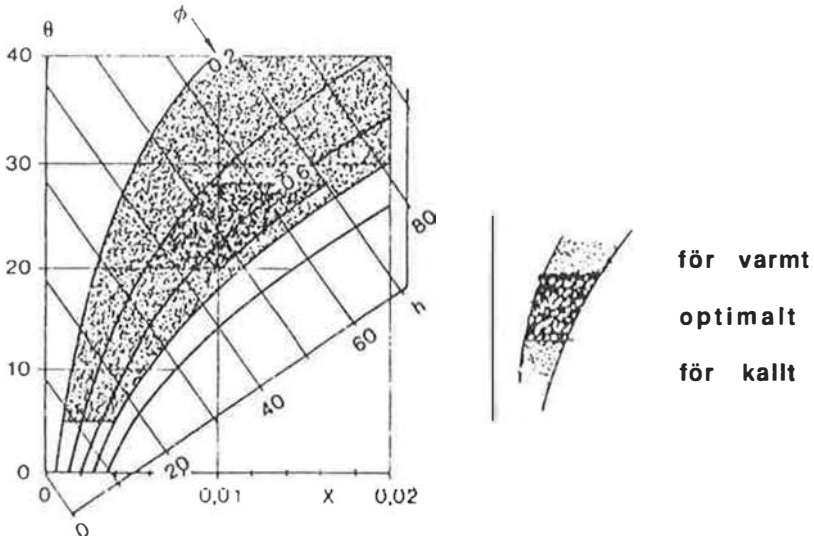


Bild 4. Trivselområdet för mögel.



Bild 5.

Under senare tid har rapporterats om stora felaktigheter i det senare avseendet. Bland annat har från Täby meddelats att nära nog samtliga barnstugor har felaktiga luftflöden till följd av dålig rensning och möjligen brister i injusteringen. Det skall noteras att ventilationskanaler måste rensas. Föroreningar som avsätter sig på kanalväggarna kommer att leda dels till en minskning av den effektiva tvärsnittsarean hos kanaler, dels leda till en ökning av kanalytans råhet, se Wallin (1984). Verkan kan bli förödande vad gäller luftflödet. Detta kan nämligen minska med upp till 30 % på ett år i ogynnsamma fall. Flödesminskningen ger som bieffekt:

- o ökad relativ fuktighet till följd av fuktavgivning från kläder m m.
- o ökad inomhustemperatur vid konstant värmeavgivning från radiatorer m m.
- o högre halter av föroreningar från olika material eftersom dess avgivningar är konstanta i bästa fall och i många fall ökar med ökande fukthalt och ökande temperatur.

Vi skall i denna rapport ej uppehålla vid de senare frågorna annat än som en möjlig förklaring till förekomsten av olika sjukdomssymptom. I stället skall här uppmärksamheten riktas mot sjukdomar vilka föranleder vård i hemmet. Det skall dock noteras att de symptom vilka kännetecknar sjuka hus, formaldehydhalter av besvärande nivå, se tabell 1, m m kan uppfattas som tecken på sjukdomstillstånd och därför leda till att barn anmäls som sjuka under viss tid.

Tabell 1.

Effekt av formaldehyd	Koncentration ppm
Inga rapporterade	0,0-0,05
Lukttröskel	0,05-1,0
Neurofysiologiska effekter	0,05-1,5
Ögonirritation	0,01-02,0*
Irritation i övre luftvägarna och lungorna	0,10-2,5
Lungödem, inflammation	50-100
Döden	100+

*Lägre gräns tillsammans med andra föroreningar.

Det är framför allt den inverkan luftfuktigheten har på sjukdomsfrekvensen, som är av intresse. Som redan inledningsvis nämnts kan denna påverka både formaldehydhalterna och halterna av andra ämnen. Dessutom påverkar fukthalten bakterie- och virustillväxten (liksom också temperaturen gör), se bild 6.

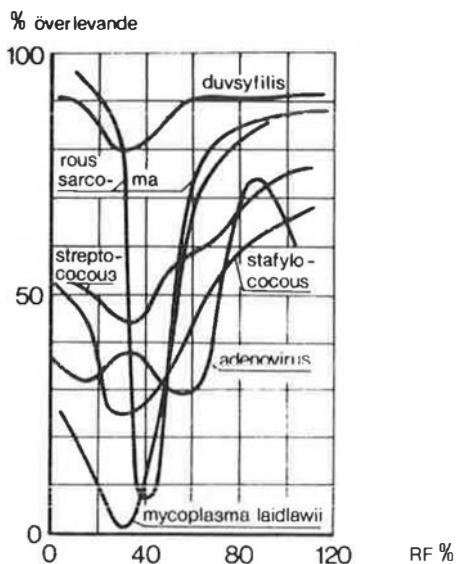


Bild 6. Några bakteriers överlevnad i luft som funktion av luftens relativa fukthalt.

Det skall dock framhållas att de nämnda effekterna ej är de enda vilka avhänger av fukt- och temperaturförhållandena i rum. I bild 7 ges en sammanfattning av olika faktorer vilka ändras med fukthalten, se Sterling et al (1985). Man finner överraskande att en sådan genomgång av orsakerna till irritationer, sjukdomsymptom och verkliga sjukdomar pekar på att ett intervall runt 40% RÅ (relativt ångtryck) är optimalt. Vi skall se närmare på om detta är korrekt i det här aktuella fallet.

För undersökningen valdes ett antal daghem i Stockholmstrakten. Att daghem ansågs lämpliga som mätobjekt beror bl a på att många individer där vistas i en gemensam lokal en längre tid, varför klimatpåverkan är lika för alla, samt att symptomen hos sjuka personer redan före studien bokfördes.

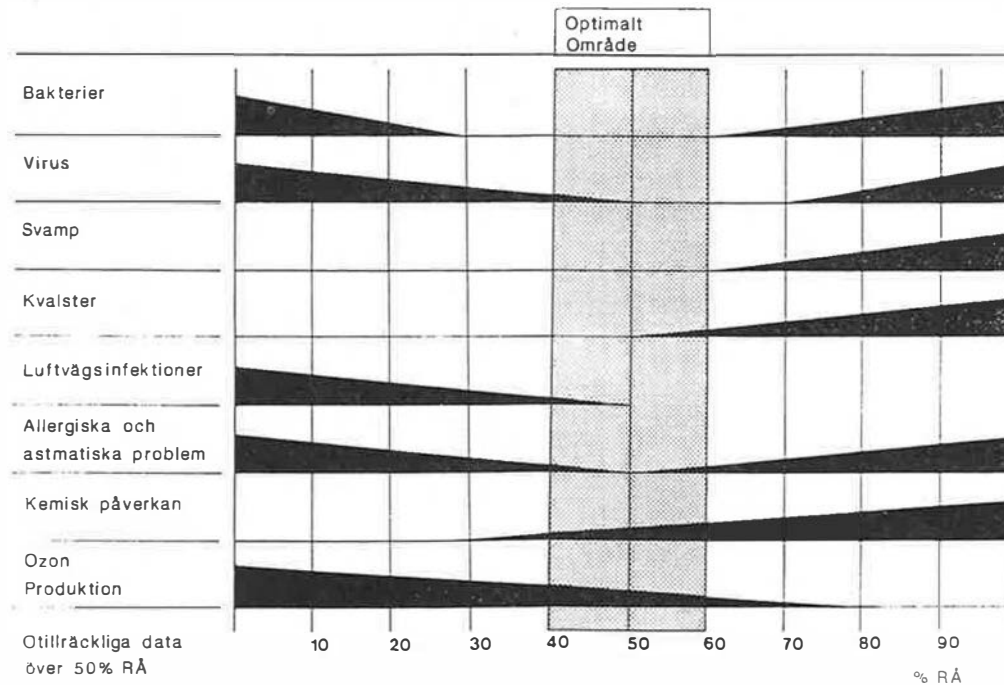


Bild 7. Optimalt RÅ för hälsa.

Barn (och äldre personer) är också mer känsliga för förkylningssjukdomar än andra.

Att barnstugor valts innebär ej att slutsatserna enbart kan tillämpas på sådana lokaler. De är också relevanta för skolor på olika nivåer, i viss mån i hemmen men framför allt på arbetsplatser där man har möjlighet att centralt påverka fukthalten i lokaler.

TIDIGARE UNDERSÖKNINGAR

Frågan om luftfuktighetens inverkan på hälsan har tidigare tagits upp av bland annat Hope-Simpson (1958). Man undersökte hur skillnaden mellan ute- och inomhusluftens relativa fuktighet påverkade förekomsten av förkylningar. Med utgångspunkt i att utomhusarbetande hade färre förkylningar än de vilka arbetade inomhus, samt att luftfuktigheten vintertid inomhus blir lägre än den utomhus, uppställde Hope-Simpson hypotesen att skillnaden i luftfuktighet var den avgörande faktorn. Han visade även på andra verksamheter där hans hypotes stöddes av försöksdata.

Hemmes et al (1960) hade samma hypotes om luftfuktighetens inverkan på förkylningssjukdomarna. Dessa forskare undersökte influensavirusets överlevnad vid olika förhållanden, jämför bild 8. Tyrrell (1965) försökte dock påvisa att RÅ ej hade någon inverkan, men bevisen för hypotesen verkar mer hållbara. Bild 9 visar data från Wright et al (1968). Här visas data för överlevnaden vid 27°C och vid olika luftfuktighet. Försöken, under vilka överlevnaden mättes, varade 60 minuter. Två virus (*Mycoplasma species laidlawii* och *Mycoplasma gallisepticum*) undersöktes. Man ser att man här har ett minimum för överlevnaden (vid 40 resp 50 % RÅ) till skillnad från de data Hemmes et al (1960) presenterade där man saknar sådana relativa minima.

En undersökning med direkt syfte att undersöka hur luftfuktigheten påverkade sjukdomar i de övre luftvägarna utfördes av Gelperin (1973). Gelperins arbetshypotes startade med att han konstaterade att militärpersonal, vilken levde under speciella förhållanden i baracker, ofta drabbades av luftrörssjukdomar. Klimatet i barackerna skapades i vissa fall genom radiatorvärme, i andra genom luftvärme. Man kunde notera att de olika klimaten gav olika sjukdomsfrekvens och försökte genom att kontrollera luftväxling, värmning mm skapa olika RÅ inomhus. Vid de försök som utfördes höll man 25 (5) 40 % RÅ samt i en barack fri luftfuktighet, dvs där man ej påverkade den luftfuktighet som naturligt erhöles.

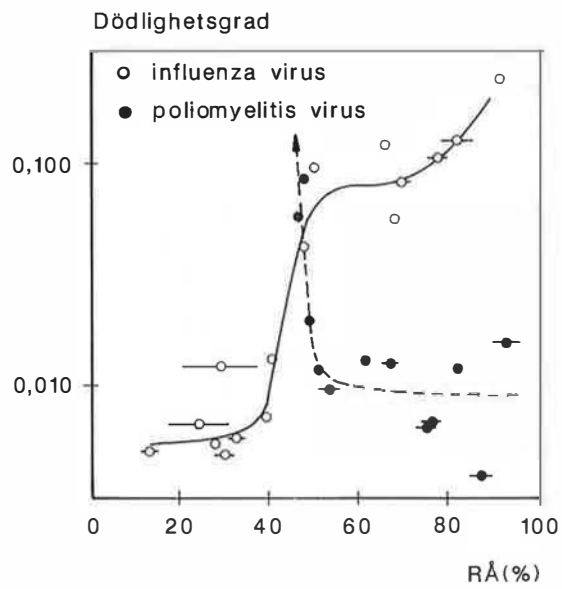


Bild 8.

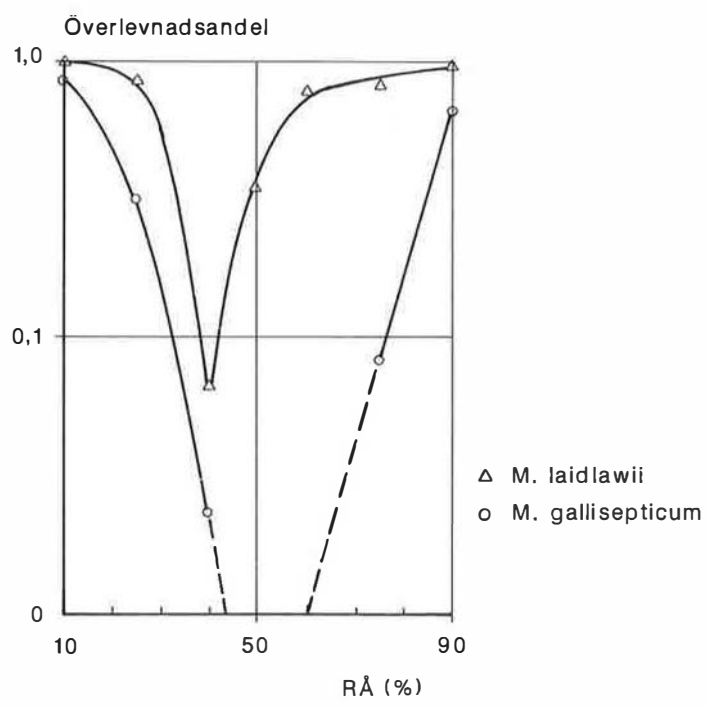


Bild 9.

Resultaten ges i tabell 2. Fuktning visade sig minska förekomsten av förkylningssjukdomar från 1,33 per rekryt (och 7 veckor) till 1,14. Skillnaden i RÅ var vid dessa två fall 20 %-enheter. Man kan notera att Gelperin icke arbetade med speciellt höga RÅ - något som är naturligt för vinterfallet.

I Geneve gjorde Gubéran et al (1978) en undersökning över frekvensen av luftvägssjukdomar hos kontorsanställda. Försöksgruppen var stor - inte mindre än 1321 personer deltog - och dess åldersfördelning visas i tabell 3. Av tabellen framgår också försökspersonernas fördelning efter kön och om ventilationssystemen till arbetslokalerna hade luftfuktning eller ej. Luftfuktighetens fördelning i lokalerna visas i tabell 4. Bild 10 visar på de funna resultaten. Man har här små skillnader i luftfuktighet men det finnes en viss antydning till att man med luftfuktning fick en högre frånvaro! Skillnaderna är små och någon direkt knytning till det uppmätta RÅ ges ej. Skillnaderna *kan* således bero på andra faktorer.

Förhållandena i tre sjukhus studerades av Green (1981) under tre vintrar (1973-76). Resultaten ges i tabell 5, där dels det genomsnittliga RÅ anges, dels medelfrånvaron (%) och dels frånvarons standardavvikelse. Tabellen pekar på en lägre frånvaro vid högt RÅ, men man kan konstatera att det genomsnittliga värdet på RÅ är max 34 %.

Sammanfattningsvis kan man konstatera att en rad resultat indicerar ett samband mellan RÅ och frekvensen sjukdomar i övre luftvägarna. I vissa av de relaterade undersökningarna är variationerna i RÅ så små att man knappast kan dra några säkra slutsatser av materialet. Dessutom kan man konstatera att medelfuktigheter under hela år eller kortare perioder, t o m under veckor, knappast kan läggas till grund för säkra utsagor om fuktens betydelse för frånvaron.

Tabell 2.

Antal personer	Befuktning RÅ (%)	Sjukdom/ pers	Luftvägssjuka/ pers
393	ja (50)	1,77	1,09
408	nej (30)	1,99	1,34
365	ja (50)	1,95	1,19
373	nej (30)	2,05	1,33
758	ja (50)	1,86	1,14
781	nej (30)	2,04	1,33

Tabell 3.

Ålder	Kvinnor			Män		
	luftkond	befukt n	inget	luftkond	befukt n	inget
15-24	29	17	28,5	17	4,5	10,5
25-34	73	29	62,5	96	21,5	60
35-44	39	18	42	120	23,5	70,5
45-54	39	13,5	63,5	115	2,4	69,5
55-64	27	9	19	86	31	63

Tabell 4.

Grupp	Befuktning RÅ (%)	Sjuka/ 100 pers
1 (812 män)	ja (52) nej (30-33)	32 25,1
2 (509 kvinnor)	ja (55) nej (30-33)	56 37,1

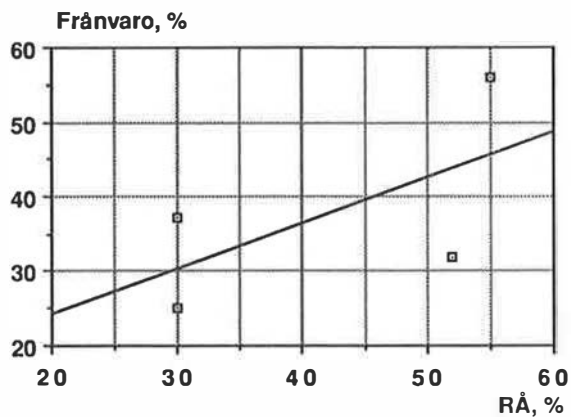


Bild 10.

Tabell 5.

Tidsperiod	Sjukhus	RÅ %	Frånvaro %
1973-1974	A	23,8	2,19
	B	15,8	1,91
	C	20,3	2,30
1974-1975	A	34,4	1,87
	B	18,8	2,93
	C	19,1	2,50
1975-1976	A	31,2	1,56
	B	20,2	1,76
	C	21,9	2,43

Förhållanden i skolor och barndaghem

Ovan har en rad undersökningar, där man sett på den relativa fuktighetens betydelse för hälsotillståndet respektive frekvensen av sjukdomar i olika sammanhang, tagits upp. Här skall vi se närmare på just de förhållanden som råder i barndaghem. Att dessa har speciella förhållanden, vilka kan förvärra det ovan antydda sambandet mellan RÅ och sjukfrånvaro, har tagits upp redan inledningsvis.

En tidig undersökning av Sataloff et al (1963) utfördes i folkskoleklasser i Admore, Pennsylvania. Försöken utfördes under perioden okt-mars (1961) och tillgick så att luften i vissa klasser fuktades genom lokala fuktningssystem. De genomfördes i tre klasser och som kontrollgrupp användes klasser från samma årskullar. Den maximala kapaciteten hos aggregaten var 17 liter per dygn, dvs 700 g vatten per timme, men aggregaten kom endast till användning under skoldagen, dvs 8-16 (ej lördagar/söndagar).

Luftfuktigheten registrerades med termohygrografer placerade i klassrummen. Någon information till lärare eller elever utgick ej och ej heller elevernas föräldrar fick veta om försöken. Frånvarokort användes för registreringen av frånvaron.

Under försöken var lufttemperaturen mellan 23-26°C med medelvärdet 24°C. Luftfuktighetens variation framgår av tabell 6. Som framgår av de

angivna värdena förmådde luftfuktarna att ge en ökning av några få procentenheter hos RÅ. Temperaturskillnaden var i enstaka fall 1 K.

Tabell 6.

Datum	Relativt ångtryck, %	
	Befuktade	Ej befuktade
31 Okt	42	40
07 Nov	33	28
14 Nov	36	34
21 Nov	35	32
28 Nov	35	32
05 Dec	30	26
12 Dec	25	18
19 Dec	21	15
02 Jan	27	*
09 Jan	*	*
16 Jan	*	*
23 Jan	19**	14
30 Jan	11**	11
06 Feb	19**	19
13 Feb	29	27
20 Feb	36	34
27 Feb	35	33
06 Mar	38	35
13 Mar	32	27

* Skollov

**Befuktning avstängd.

I tabell 7 anges Sataloffs resultat. Man fick - med hänsyn till de högst obetydliga skillnaderna i RÅ - en överraskande stor skillnad i frånvaro! Sataloff konstaterar dock själv att den obetydliga fuktning det rörde sig om knappast har någon betydelse.

Ritzel (1966) undersökte sjukfrekvensen vid fem förskolor i Basel. Han ökade luftfuktigheten i skolorna för att se vilken effekt detta skulle ha på barnens sjukdomsfrekvens. Försöken genomfördes med en försöksgrupp och en kontrollgrupp. Den senare hade en luftfuktighet som låg vid ca 49 %, den förra ca 40 %. I övrigt försökte Ritzel hålla lika lufttemperatur och luftflöde för de olika populationerna.

Tabell 7. Medelvärde av sjukdomstillfällen resp medelvärde av missade skoldagar per barn under perioden Okt-Mars.

	Klass		
	1	2	3
Antal sjukdomstillfällen (Okt-Mar):			
- befuktade rum	4,1	4,3	3,5
- ej befuktade rum	5,1	4,8	3,9
Antal missade skoldagar (Okt-Mar):			
- befuktade rum	7,4	8,6	6,1
- ej befuktade rum	9,8	10,4	7,2

Ritzels försöksresultat visas i tabell 8. Dessutom ges en grafisk framställning av resultaten i bild 11. Bilden visar den relativa frånvaron (i %) under nio veckor i Januari-mars, dvs den period då man kan förvänta sig en ganska hög frånvaro till följd av förkylningssjukdomar.

Tabell 8. Frånvaro i förskola (210 barn) under Jan-Mars 1966.

Befuktning	RÅ, %	Frånvaro, %
ja	49	3,0
nej	40	5,7

Sale (1972) jämför förhållandena vid tre privata förskolor i Norfolk, Virginia. Man hade i de tre skolorna olika anordningar för ventilation och uppvärmning och kunde därför skapa olika inomhusklimat.

I studien deltog 515 barn. Deras föräldrar fick, inledningsvis, en pamflett om betydelse av luftfuktning (torr luft gav besvär) samt ett följebrev, i vilket skolan angav syftet med undersökningen. De fick också tillfälle att använda rapportkort för frånvaron.

Sale använde sig av bakterieodlingar för att för att få en kontrollerad studie av överlevnaden hos olika bakterier. I den första av skolorna, som var förlagd i ett välisolerat tvåvåningshus med nyinstallerat auto-

matiskt luftfuktningssaggregat hade i medeltal 140 elever. Skola 2, som var belägen i en enplansbyggnad av tegel, hade 215 barn. Här saknades luftfuktning. I skola 3 slutligen gick ca 160 barn. Skolan var av trä och hade ingen fuktning.

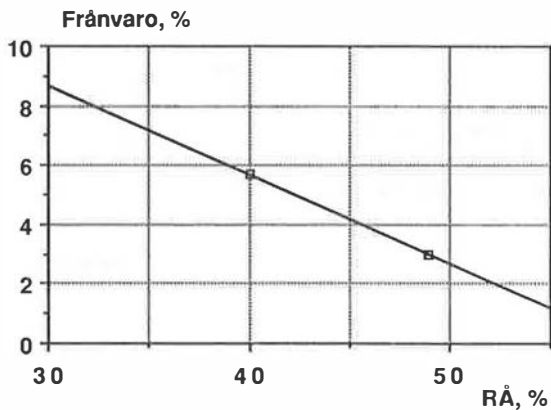


Bild 11.

Sale undersökte också den hemmiljö barnen vistades i. Här fanns luftfuktare i 134 hem. De använda luftfuktarna i hemmen var av högst olika slag.

Med stöd av den uppgjorda statistiken indelade Sale barnen i fyra grupper efter miljö

- o luftfuktning hemma och i skola (39 barn, 7,5 %)
- o luftfuktning enbart i skola (104 barn, 19,5 %)
- o luftfuktning enbart i hemmet (95 barn, 18,5 %)
- o ingen luftfuktning (281 barn, 54,5 %).

För de olika grupperna fick man de resultat som bilderna 12-15 ger. Bild 12 visar resultaten för barn med luftfuktning i skola och i hemmet. Frånvaron ligger här vid 1,3 % i genomsnitt (2,5 % som "typiskt" värde vid frånvaro). Man kan notera att man under en hel del dagar ej har någon frånvaro!

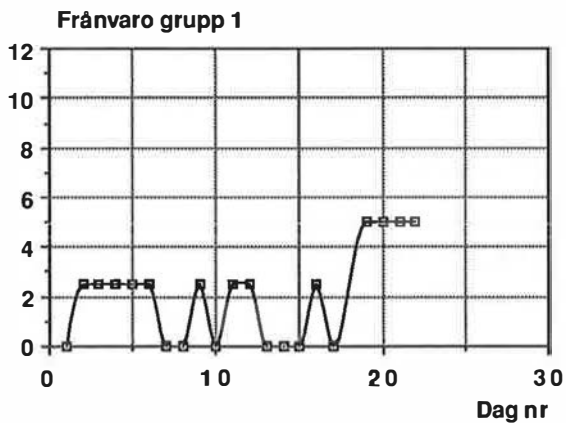


Bild 12

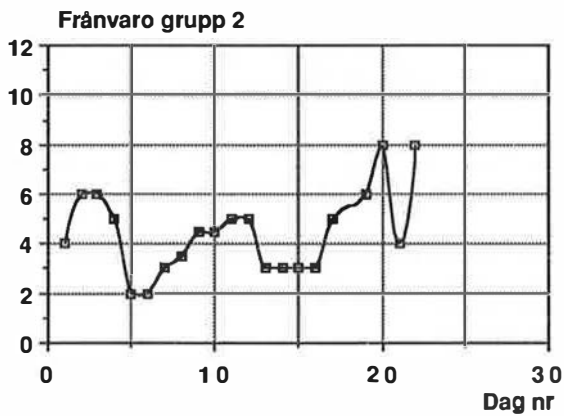


Bild 13.

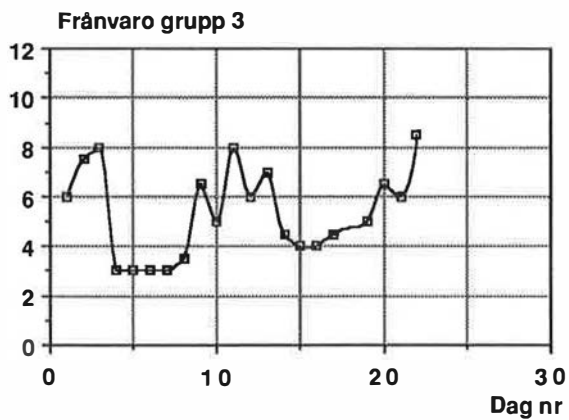


Bild 14.

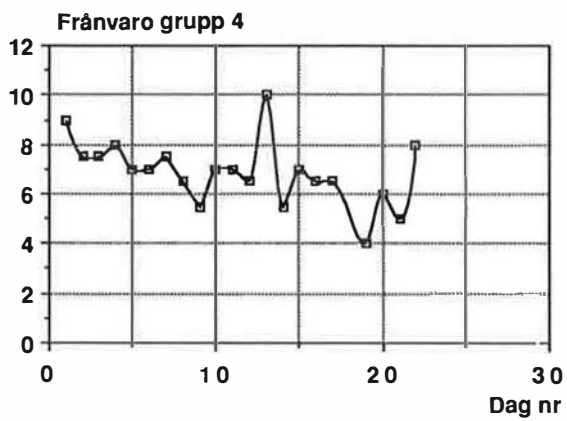


Bild 15.

Bild 13 tar upp frånvaron per vecka vid de elever vilka hade fuktning i sin skola men ej hemma. Frånvaron är här högre och i snitt 3,9 %. I den grupp som hade enbart luftfuktning hemma fann man en frånvaro av 5,1 %, se bild 14 och i gruppen utan luftfuktning var frånvaron 7,1 %, se bild 15. Man kan observera att man i de tre sista grupperna alltid hade någon frånvaro! Vid bortkoppling av fuktningen i skola ett och två steg frånvaron till 5 resp 6,5 %.

Lufttemperaturen i de tre fallen var relativt lika, se tabell 9, medan luftfuktigheten varierade betydligt.

Tabell 9.

Skola	Temperatur, °C			RÅ, %		
	1	2	3	1	2	3
10 Nov	23,3	21,1	24,4	51	39	42
17 Nov	25,6	21,1	26,7	49	34	35
24 Nov	22,8	21,1	24,4	52	35	45
01 Dec	21,1	21,7	22,2	54	27	38
08 Dec	23,9	21,1	25,6	53	44	46
15 Dec	21,7	21,1	22,2	51	29	41
12 Jan	24,4	21,1	22,2	48	28	38
19 Jan	25,6	20,7	23,9	47	24	34
26 Jan	23,9	23,3	23,9	54	34	40
02 Feb	24,4	22,8	25,6	66	46	49
09 Feb	23,3	21,1	23,3	52	30	41
16 Feb	25,1	21,1	25,6	48	33	39
23 Feb	23,3	21,1	25,1	50	16	32
02 Mar	25,1	22,2	23,9	52	29	39
09 Mar	23,3	21,7	25,6	50	29	39
16 Mar	23,3	21,7	22,2	47	24	30
23 Mar	22,8	21,1	24,4	50	30	38
06 Apr	23,3	21,1	23,9	38	30	36
13 Apr	24,4	21,1	24,4	32	28	36

De bakterieprov som nämnts ovan visade också på ett klart samband mellan bakteriehalt och RÅ. I bild 16 visas antalet bakteriekolonier i rumsluften i de tre skolorna som funktion av relativa ångtrycket.

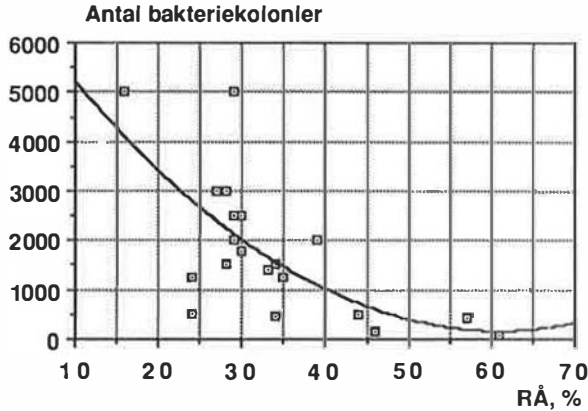


Bild 16.

Slutligen skall nämnas att familjerna fick tillfälle att uttala sig om försökens utfall. Ett stort antal uttryckte uppfattningen att fuktningen gav goda resultat, se tabell 10.

Green (1974) studerade frånvaron i skolor med och utan luftbefuktning. Hans resultat visas i bild 17. Försöken hänför sig till förhållande i skolor i Saskatoon, Canada, och speciellt klasserna 1-8, dvs barn i åldern 6-14 år. Staten ligger i norra Canada med sträng vinter (medeltemperatur i januari -11°C).

Det RÅ och temperaturen mättes med termohygrografer och sjukfrånvaron registrerades med ett för skolorna vanligt system.

Försöken upprepades senare och resultaten (sjukprocent) avbildades som funktion av det RÅ som gällde då personerna insjuknade. Resultaten visas i bild 18, i vilken ett linjärt korrelations samband lagts in. Green antar att sambandet *är* linjärt.

En del tveksamheter finns vad gäller resultatet. En första fråga är om man genom att använda sig av resultat från olika typer av byggnader ej kan få en missvisning (till följd av t ex avgivning av formaldehyd, vilken kan vara olika i olika byggnader, avgivna lösningsmedel, vilka beror på färgtyper m m), något som Green själv tar upp. Det är ej uteslutet att man i de olika skolorna har olika bassjukfrånvaro till följd av effekter genom olika byggnadsmaterial, klimat m m!

Tabell 10.

	Antal föräldrar till barn i skola nr, %		
	1	2	3
Antal sjukdomstillfällen:			
- mindre	85	93	96,5
- oförändrat	15	7	3,5
- mer	0	0	0
Art av sjukdom:			
- lättare	85	96	96,5
- oförändrat	15	4	3,5
- värre	0	0	0
Vård som behövs:			
- mindre	85	96	96,5
- oförändrat	15	4	3,5
- mer	0	0	0
Befuktning hemma:			
- alltid	56,5	0	71
- ofta	20	0	19
- ibland	20	0	10
- sällan	3,5	0	0
Är befuktning bra:			
- utmärkt	78	76	77
- bra	18,5	20	21
- osäkert	3,5	4	2
- dåligt	0	0	0

En annan fråga av betydelse är huruvida det linjära sambandet som Green visar på är verkligt eller ej. Här kan man notera att (den vägda) maximala luftfuktigheten är 38 %, dvs ett så lågt värde att de som Wright (1968) och Gelperin (1973) angivit som "kritiska" ej överträds. Speciellt är frågan tveksam med tanke på att Wright et al (1968) anger förekomsten av ett minimum i bakterieöverlevnad vid 40-50 % RÅ.

Även frågan om orsaken till sjuktränvaro är viktig. Green antar att den totala sjukfrånvaron är av betydelse och att frånvaron i luftvägssjukdomar antas vara en konstant (>60 %) andel av den totala. Nedan skall vi inskränka oss till frånvaro till följd av sjukdomar i övre luftvägarna, något som de flesta forskare ovan ansluter sig till.

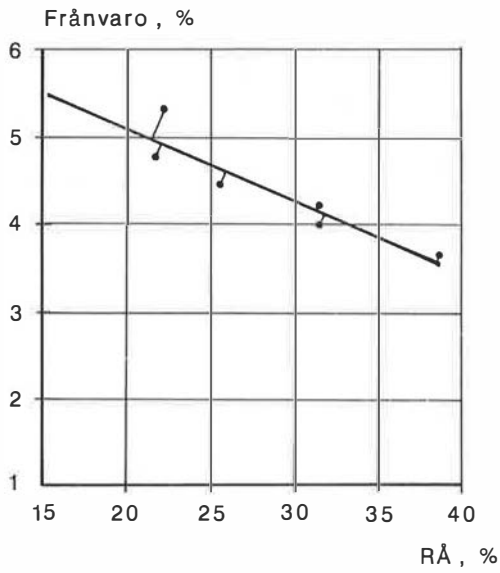


Bild 17.

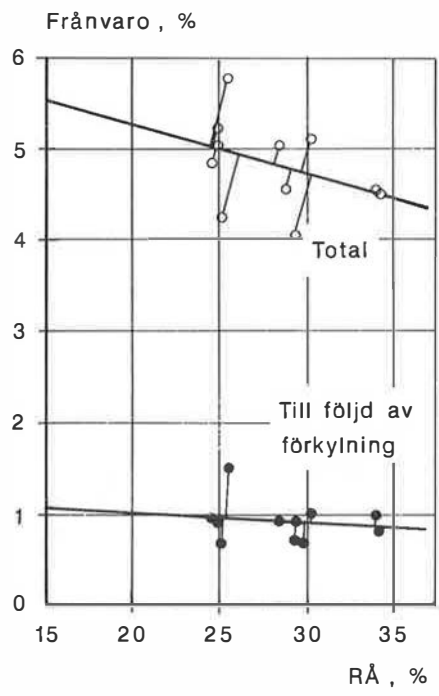


Bild 18.

Man kan därför sammanfattningsvis konstatera att

- o låga RÅ leder till ökad risk för sjukdomar i övre luftvägarna.
- o de utförda undersökningarna har ej visat på ett kvantitativt samband mellan RÅ och sjukfrånvaro
- o undersökningar för höga RÅ saknas till stor del. Härvid är att observera att (från praktiskt synpunkt) RÅ >60 % saknar relevans vintertid.

ORSAKER TILL FUKTIGHETENS INVERKAN PÅ HÄLSAN

Allmänna synpunkter

Frekvensen av akuta luftrörsinfektioner ligger vid ca en infektion per år och person, med klart högre värden för barn och äldre (> 65 år). Infektionerna är cykliskt återkommande med maximum vintertid, se bild 19, och minimum sommartid.



Bild 19.

Detta har lett till att man uppställt hypotesen att klimatet vintertid bidrar till ökningen och att det framför allt är det låga RÅ som ger denna effekt. En annan - och mer trolig - hypotes är att sammanförandet av flera människor på en mindre uppvärmd yta är den övervägande orsaken. Det finns en rad epidemiologiska undersökningar vilka visar att förekomsten av luftrörsinfektioner är större för människor som vistas inomhus i lokaler med lågt RÅ vintertid än de vilka vistas i lokaler med medelhögt RÅ (40-50%).

Det RÅ är emellertid ej ensamt orsak till förhållandena. Vi skall här inledningsvis se på några andra möjligheter vilka kan ha betydelse för frekvensen av luftrörssjukdomar under de angivna förutsättningarna.

Biologiska föroreningar

De bakterier och virus som kan ge upphov till de ovannämnda effekterna är till antalet fler än 100. Hit hör *Rhino-virus*, *Aerobacter aerogenes* och *Mycoplasma gallisepticum*, vilka trivs bäst under RÅ < 40 %. Vissa, t ex *Mycoplasma laidlawii* har låg överlevnadsandel vid

$$25 < RÅ < 75 \% .$$

Försöker man sammanfatta förhållandena för samtliga aktuella bakterier finner man ett område där överlevnadsandelen är låg, nämligen vid

$$30 < RÅ < 60 \%$$

Orsaken härtill är ej helt klarlagd. Eventuellt beror skillnaderna i överlevnadsandel på att aerosoler kan utfällas vid högt RÅ, se Sale (1973), som gjort försök med bakterieodlingar. Kolonitätheten minskade vid försöken från 2030 till 257 vid ändring av RÅ från 31 till 51 %.

Att bakterierna kan ge upphov till sjukdomar har också en grund i RÅ. Man har nämligen trots sig förstått att ett lågt RÅ leder till en uttorkning av slemhinnorna i näsa och munhåla. Detta kan minska slemhinnornas partikelupptagning och medge att bakterier förs ned i luftvägarna.

Virus har likartad överlevnadstendens. Influensavirus och andra myxovirus trivs dock vid låga RÅ (<50 %), polio och herpes klarar sig vid RÅ strax över 50 % medan de virus vilka ger luftvägsinfektioner (adeno-virus) har störst överlevnadsandel vid RÅ > 70 %. Vid

$$30 < RÅ < 60 \%$$

har detta virus lägst överlevnadsandel.

Det finns således starka skäl att anta att det RÅ har stor betydelse för förekomsten av luftvägssjukdomar.

Det kan emellertid också vara så att det RÅ har betydelse för andra orsaker till besvär, framför allt sådana som förekommer i samband med sjuka hus syndrom. Hit hör förekomsten av mögel, se bild 20a-c, från vilka inflytandet av RÅ framgår.

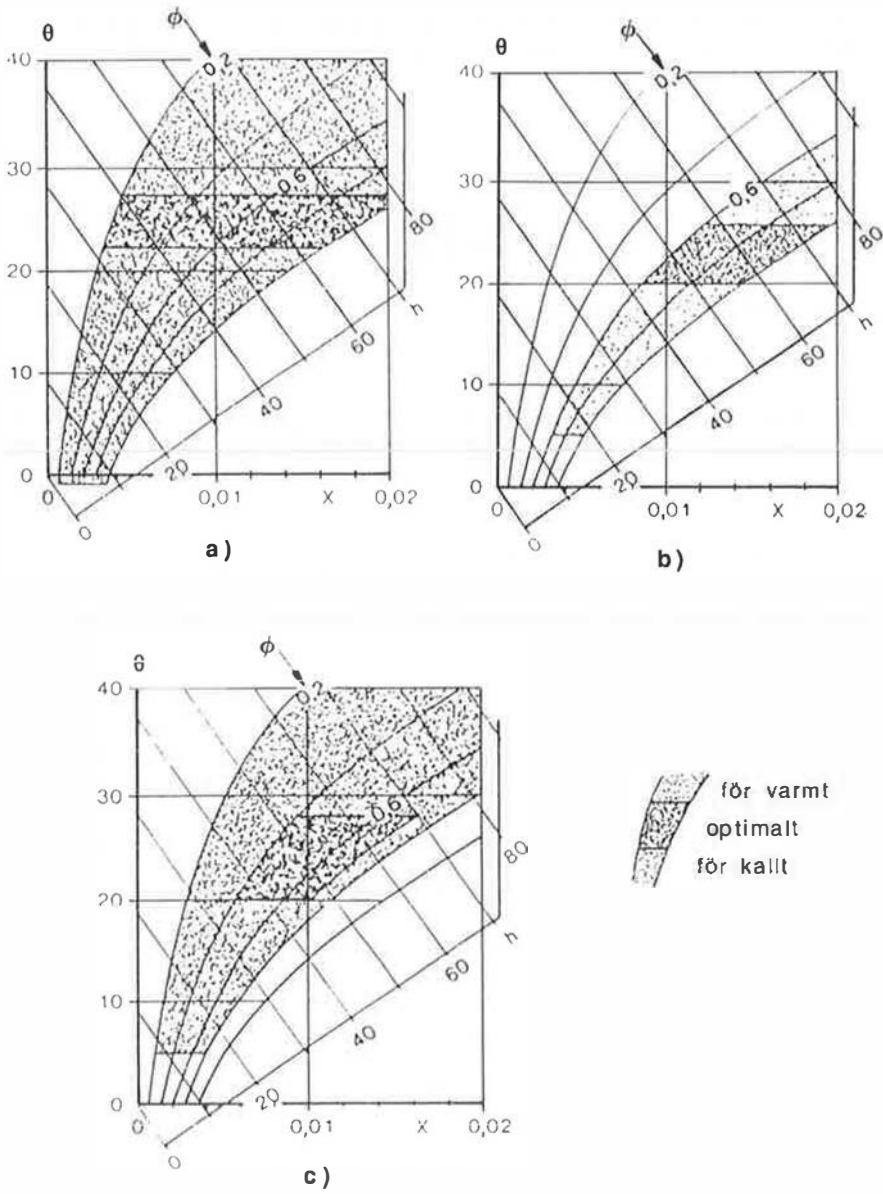


Bild 20. Mögeltillväxt vid olika temperaturer och fuktigheter: a) blåsvamp; b) rötsvamp; c) mögel.

Kvalster förekommer säsongsvist med ett svagt minimum vintertid. De har störst överlevnadsandel vid $RA > 60 \%$.

Oorganiska föroreningar

Ett stort antal oorganiska föroreningar varierar med RA . Hit hör t ex ozon, formaldehyd, lösningsmedel m m.

Formaldehydavgivningen från t ex spånskivor är klart beroende av luftens RA , se bild 3, men det finns även ett klart temperaturberoende, jämför bild 2.

Beroendet är sådant att en ändring i RA med 10 % leder till en ändring med ca 10 % i avgivningen och en ändring med 1 K ger likaså 10 % ändring av formaldehydavgivningen. Både ökning i temperatur och ökning i RA ger ökad avgivning.

Berge et al (1980) har angivit att avgivningen kan bestämmas av

$$C = kaC^*/(n + ka)$$

där C är koncentrationen i luften kring det avgivande föremålet vid fortvarighet

k massöverföringskoefficient

a mängden avgivande material
(m^2/m^3)

n luftväxlingen i rummet

C^* jämviktsskoncentrationen vid $n = 0$.

Massöverföringskoefficienten är den fuktberoende termen.

De hälsoeffekter som formaldehyd ger svarar till viss del mot de som uppträder i samband med förkylningar, rinnande ögon, irritation av slemhinnorna i hals och ögon, andningssvårigheter, hosta m m. Det är därför ej uteslutet att dessa symtom kan misstolkas med förkylningssymtom och leda till sjukfrånvaro i olika situationer!

Samverkande effekter

En rad samverkande effekter mellan olika bakterier/virus respektive mellan olika kemikalier kan noteras. Vissa atmosfäriska föroreningar, t ex SO_2 kan medverka härvid. Då det gäller de oorganiska föroreningarna kan noteras att dessas reaktioner med varandra ökar vid $RA > 30 \%$.

Förkylningssjukdomar

Förkylningssjukdomarna är föremålet för denna undersökning. Vi har ovan sett att man kan misstänka att deras frekvens minskar inom ett område för RÅ beroende på bakteriers och virus levnadsbetingelser. En svårighet vid en undersökning av dess inverkan ligger i att förkylningssjukdomarna har en viss inkubationstid. Det är därför ej så att man direkt kan anta att RÅ vid just insjukningstillfället är det relevanta ångtrycket! Än heller kan man - jämför med vad som sades i samband med redovisningen av tidigare undersökningar - använda sig av medelvärden för längre perioder. Detta skulle vara möjligt om man med säkerhet kunde säga att man hade ett linjärt samband mellan RÅ och sjukfrekvens. Är sambandet olinjärt kommer dagar med ogynnsamma förhållanden (hög överlevnadsandel för bakterierna/viruset) att ge ett högre bidrag till den sammantagna frekvensen än dagar med lågt RÅ.

Inkubationstiden är således en viktig faktor i sammanhanget och speciellt då för den analys av sambandet mellan RÅ och sjukfrekvens (i luftrörssjukdommar) som eftersträvas.

Två vägar kan användas vid en studie av inkubationstidens betydelse. Här skall vi genomföra en inledande statistisk analys av frånvaron vid ett antal barndaghem. Analysen skall göras så att den kan ge besked om för vilken inkubationstid man får det bästa sambandet mellan frånvaro och RÅ. De värden på inkubationstiden som så erhålls skall senare jämföras med de verkliga från epidemiologiska studier. Man skulle likaväl kunna använda sig av den omvända ordningen, dvs inleda med ett fastställande av en "korrekt" inkubationstid och sedan analysera material enbart med utgångspunkt från denna.

En förenkling som skall göras är att alla barn vid ett visst barndaghem har en och samma inkubationstid samt att denna är mindre än 5 dagar.

Vidare skall endast första dagens frånvaro beaktas eftersom längre tids frånvaro än en dag i varje fall ej kan bero på hälsoeffekter från daghemmets lufttillstånd. Detta innebär att vi bortser från att antalet bakteriekolonier varierar med RÅ och att ev fler kolonier skulle ge längre frånvaro.

MÄTTEKNIK

Mätningarna för bestämning av sambandet mellan fuktighet (RÅ) och sjukfrekvens är enkla.

Bestämningen av $R\dot{A}$ kan göras på olika sätt men eftersom man här ej har speciellt höga krav på mätnoggrannheten kan mätningarna utföras med termohygrografer. Dessa kräver dock för att mätningarna skall bli relevanta

- o en "korrekt" placering i de lokaler där mätningarna utförs
- o kalibrering före och efter mätperiodens slut (ev kalibrering under mätperioden).

Kalibrering

Termohygrograferna kalibrerades på följande sätt

- o mätarna - 10 st - placerades i en mätkammare där relativa ångtrycket kunde varieras mellan 20 % och 90 %.
- o för ett antal $R\dot{A}$ registrerades mätarens utslag och det "verkliga" $R\dot{A}$ mätt med Assman-psykrometer
- o diagram över felvisningen ($R\dot{A}_{(Assman)} - R\dot{A}_{(hygrometer)}$) uppgjordes och lades till grund för senare korrigering av avlästa $R\dot{A}$.

Korrigeringsdiagram upprättades före och efter försöksserien (två serier gjordes) och medelvärdet användes för korrigeringarna. En kontroll varje vecka gjordes också för att se att mätarna ej utsatts för en allvarlig förändring.

Placering av hygrometrarna

Hygrometrarna placerades i de rum där barnen huvudsakligen uppehöll sig under dagen eller i angränsande lokal som stod i öppen förbindelse med den lokal där barnen var. Före placeringen företogs en kontroll av att de så erhållna värdena ej avvek på ett betydelsefullt sätt från de man skulle ha fått om mätarna placerats i vistelsezonen för barnen. En sådan placering är givetvis önskvärd, men går av praktiska skäl ej att genomföra.

Noggrannhet

Mätnoggrannhet efter korrigering, som exempel se bild 21, har bedömts vara 4 %-enheter.

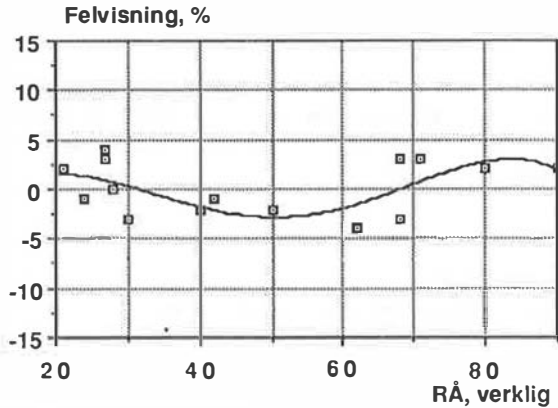


Bild 21.

MÅTOBJEKT

Inledning

För mätningarna kontaktades ett antal barndaghem, dels i Stockholmstrakten, dels i Kristinehamn. Av olika skäl kom försöken i Kristinehamn att avbrytas. De i Stockholmstrakten utfördes i två mätserier, en under hösten/vintern 1989 och en under tidig vår till april 1990.

Rapportering av sjukfrånvaro

Daghemmen fick blanketter för rapportering av frånvaron. Dels rapporterades personalens frånvaro, dels barnens.

Val av daghem

Daghemmen i Stockholmstrakten kom alla att ligga på Lidingö. Skälen för detta val var att man enkelt kunde samla in uppgifterna från de olika hemmen med ett minimum av transporter. Kommunen fick själva välja vilka daghem man ställde till förfogande för undersökningen.

Före undersökningens början insamlades vissa uppgifter om daghemmen. Typ av ventilation, uppvärmningsätt, byggnadsålder m m. Dessutom noterades de olika daghemmens inställning till olika verksamheter. Ett daghem hade t ex en betydligt större utomhusverksamhet än de övriga.

I vissa av daghemmen hade man tidigare haft problem med klimatet, t ex dålig ventilation, mögelbildning m m. I den fortsatta undersökningen kan spåras effekter av dessa förhållanden. Däremot var sjukfrånvaron betydligt mindre vid det daghem där man hade stor andel utomhusaktiviteter.

Daghemmens placering framgår av bild 22.

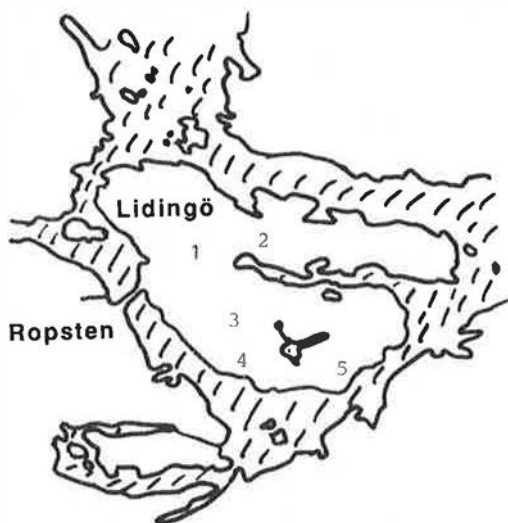


Bild 22. Daghemmens placering på Lidingö: 1) Mulleborg; 2) Björklövet; 3) Tuppen; 4) Fyrtornet; 5) Äppelbo.

MÄTRESULTAT

Inledning

Mätresultaten - de korrigerade värdena på temperatur och RÅ samt de av personalen rapporterade sjukfallen med korrektion för frånvaro till

följd av andra sjukdomar m m än de som berör luftvägarna - har analyserats. Analysen har syftat till att

- o studera vilken "inkubationstid" som föreligger om man antar att RÅ är avgörande för uppträdande av sjukdomsfallen
- o studera det kvantitativa inflytandet från RÅ på insjukningsfrekvensen enligt ovan.

Inkubationstid

För varje mätserie bestämdes insjuknandena för varje dag. Detta antal (eller denna andel av totala antalet barn) sattes i relation till det RÅ dagen före, 2 dagar före osv upp till RÅ 4 dagar före insjuknandet. De diagram som således erhöles anges i bilderna 23-26 för daghemmet Mulleborg. I bild 23 ser vi hur andelen insjuknade under våren 1990 varierar med RÅ under en dag före insjuknandet. Man ser här knappast något samband ($R = 0,54$). Bild 24 visar resultaten för samma period men här satta i relation till RÅ 2 dagar före insjuknandet. Sambandet är ännu mer oklart ($R = 0,38$).

Sätter vi insjuknandena i relation till RÅ 3 dagar före insjuknandet (bild 25) får vi en kraftigare korrelationskoefficient ($R = 0,72$) som tyder på ett relativt starkt statistiskt samband mellan RÅ och insjuknande. och lika starkt blir sambandet om vi använder RÅ 4 dagar före insjuknandet (bild 26).

Det förefaller icke orimligt att med stöd av dessa resultat anse att *RÅ 3-4 dagar före insjuknandet i luftrörssjukdommar har betydelse för insjuknandet.*

Samma resultat erhålls för övriga daghem. Bild 27-30 visar resultaten för daghemmet Tuppen för mätningarna 1989. Vid RÅ 1 dag före har vi $R = 0,47$, vid RÅ 2 dagar före insjuknandet får vi $R = 0,41$. Vid tre dagar före får vi $R = 0,13$ men vid 4 dagar $R = 0,61$. Här är skillnaderna i R mindre markanta men man finner dock det högsta värdet för R fyra dagar före insjuknandena.

Ett sista exempel kan tas med daghemmet Äppelbo (vårmetningarna). Bilderna 31-34 visar resultaten grafiskt och vi finner att R-värdet blir störst för 3 dagar ($R = 0,76$) och obetydligt vid andra.

Sammantaget ges resultaten i tabell 11. Här har resultaten indelats efter årstiden.

Man finner att "inkubationstiden" mätt på detta sätt blir 3-4 dagar.

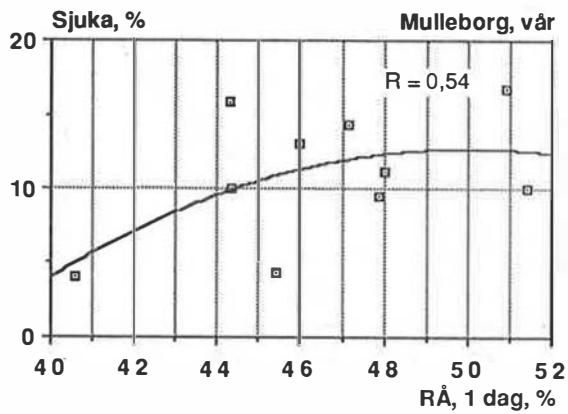


Bild 23.

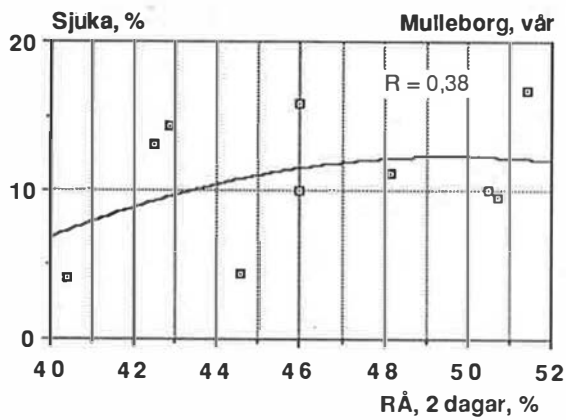


Bild 24.

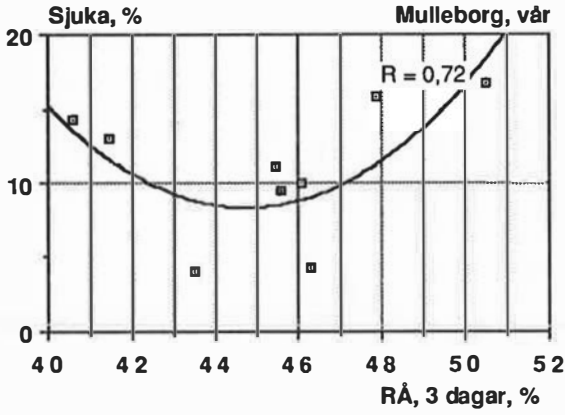


Bild 25.

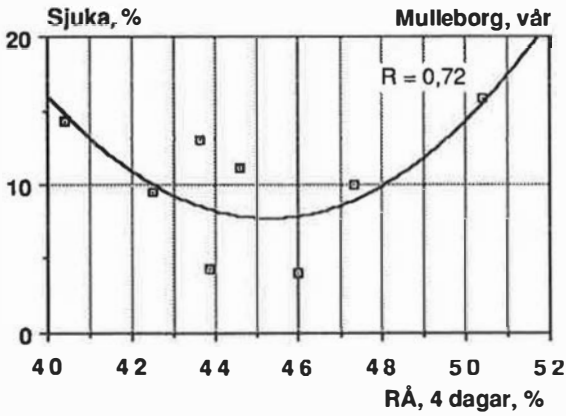


Bild 26.

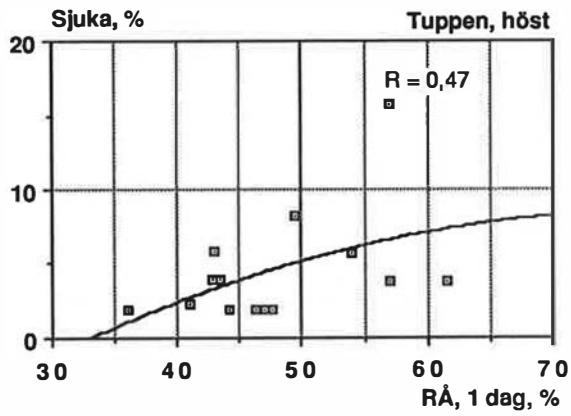


Bild 27.

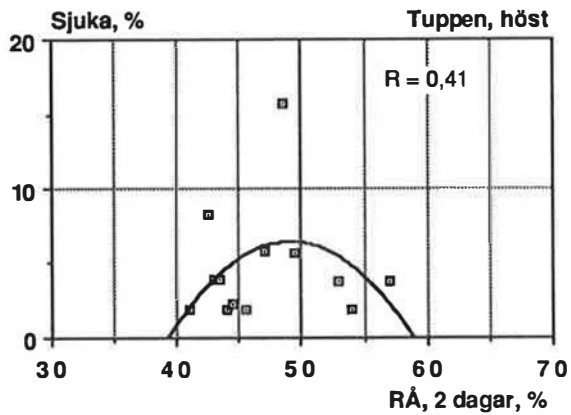


Bild 28.

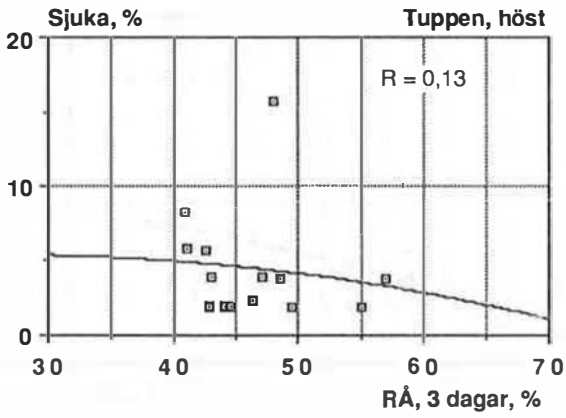


Bild 29.

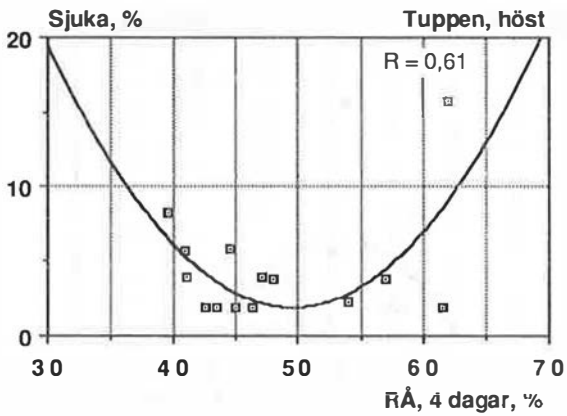


Bild 30.

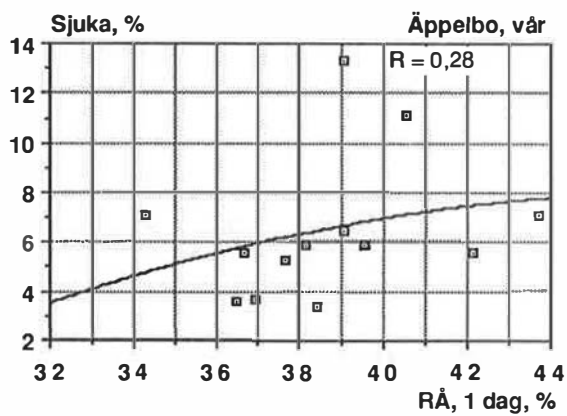


Bild 31.

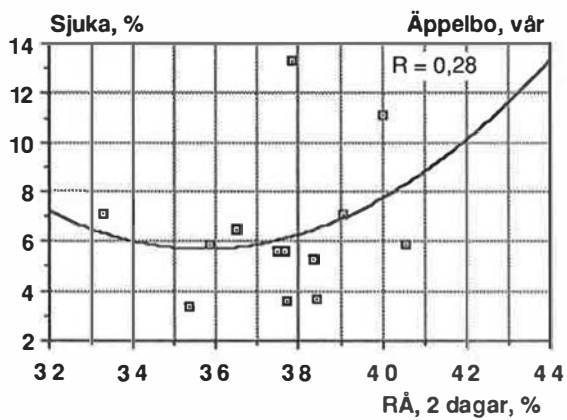


Bild 32.

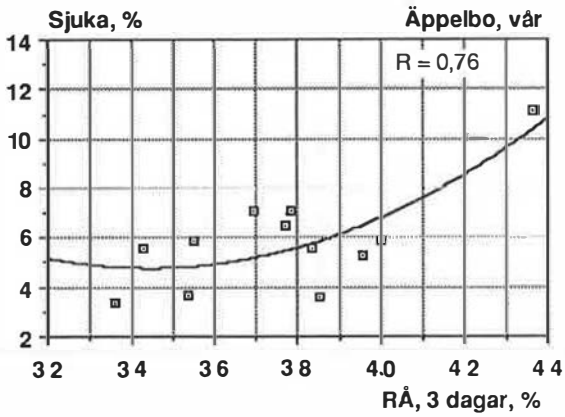


Bild 33.

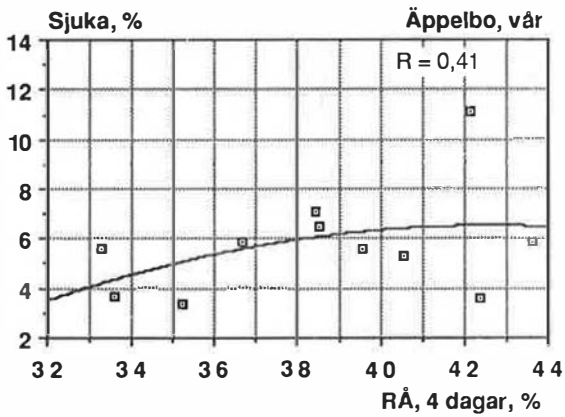


Bild 34.

Tabell 11.

	R vid dag nr				Opt RÅ, % vid dag nr			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Björklövet:								
- vår	0,05	0,22	0,28	0,44				35
- höst	0,32	0,33	0,67	0,43			45	
Fyrtornet:								
- vår	0,4	0,32	0,38	0,65				39
- höst	0,55	0,39	0,27	0,41				45
Tuppen:								
- vår	0,31	0,27	0,69	0,48		40		
- höst	0,47	0,41	0,13	0,61		45		
Äppelbo:								
- vår	0,28	0,28	0,76	0,41		35		
- höst	0,18	0,22	0,27	0,27				
Mulleborg:								
- vår	0,54	0,38	0,72	0,72	45	45		
- höst	0,29	0,31	0,31	0,27				

Mätningar av inkubationstiden för den aktuella typen av sjukdomar har gjorts i epidemiologiska studier. Man har därvid funnit att den normalt ligger mellan 1 till 7 dagar.

Man kan notera att de ibland något låga värdena på R kan verka ned-sättande på resultatet. Observeras bör att vistelsen på daghemmen endast omfattar en del av dagen (vilket bidrar till låga R-värden). Trots allt är den *samlade* bilden av undersökningen att fukthalter mellan 35-40 % är gynnsamma.

Optimal fuktighet

De diagram som angivits ovan visar på att det optimala (minsta insjukningsfrekvens) RÅ ligger i intervallet 35-45 %. Detta resultat står i samklang med vad man tidigare funnit. En del av de tidigare undersökningarna har utförts med enbart låga RÅ, varför man fått en minskning med sjukdomsfrekvensen vid ökande fuktighet. Här har den effekt som

inledningsvis nämndes, nämligen att det finns ett optimalt intervall, kunnat konstateras.

Som visas i modellavsnittet kan RÅ komma att falla utanför det optimala området vid t ex brister i ventilationen, mindre gott materialval eller vid en onormal tillförsel av fukt, t ex genom att barnens kläder torkar inomhus och att den avdunstande fukten får komma in i de lokaler man vistas i under dagen. Detta ger anledning till vissa rekommendationer vad gäller ifrågavarande storheter.

DATORMODELL

För att påvisa hur olika faktorer påverkar inomhusmiljön är det lämpligt att använda sig av en simuleringsmodell. Härvid är en datormodell av flera skäl att föredra; en handräkningsmodell skulle snabbt visa sig vara alltför otymplig då simuleringen kommer att innefatta differentialekvationer och icke linjära ekvationer för absorption av fukt i olika material. De uppkomna ekvationerna är normalt omöjliga att lösa analytiskt och det är även mycket arbetskrävande att via iterationer nå fram till lösningar. Andra faktorer - t ex fuktbelastningen i ett daghem - varierar i tiden och om en någorlunda noggrannhet önskas krävs att många korta tidssteg behandlas, något som också skulle kräva ett stort arbete och bli tidskrävande.

Med modellen, vilken framtagits för att visa förhållandena vid ett daghem, har syftet varit att studera de storheter vilka påverkar luftfuktigheten inomhus medan andra storheter - vilka skulle ge motsvarande symptom som förkylningssjukdomar ej behandlats. Hit hör t ex formaldehydavgivning, förekomst av mögel m m.

De faktorer som tagits med i modellen är:

- o luftflödet genom huset
- o tilluftens tillstånd
- o fuktavgivning från barn och vuxna
- o fuktabsorption i byggnadsmaterial
- o fuktillskott från t ex växter, torkning av kläder
- o frånluftens tillstånd.

Den tidsperiod för vilka simuleringarna gjorts har valts till ett dygn. Utomhusförhållandena har vid simuleringarna förenklats genom ansättandet av en sinusformad temperatur- och fuktighetsvariation. Vill man använda modellen för längre perioder kan detta ske, men bör då göras

för ett mer realistiskt väder och kräver då att man har ett tillräckligt underlag i form av t ex meteorologiska data. För tilluftens tillstånd (fuktighet och temperatur) har amplitud och medelvärden erhållits ur meteorologiska data.

Ventilationsluftflödet till huset har satts konstant till en halv omsättning per timme, enligt gällande normer, under dagtid med en sänkning nattetid till 1/6 omsättning.

För fuktavgivningen från personer har antagits att lokalen börjar fyllas klockan 7 och att daghemmet stänger mellan 16 och 17. Vuxna antas avge 40 g/h och barnen i genomsnitt 25 g/h.

Någon större utomhusaktivitet, då vi ser på den kalla årsperioden, antas ej förekomma, varför barn och vuxna beräknas uppehålla sig i daghemmet hela arbetstiden.

Ett stort tillskott av fukt kommer från kläder som får torka inomhus, om det regnar. Ofta accepteras att barnen kommer in med fuktiga kläder vilka hängs upp på t ex ett element för torkning, samtidigt som tilluften har hög fuktighet. Detta ger en avsevärt högre luftfuktighet än vad man får vid normal användning av lokalerna eller om torkningen sker i speciella utrymmen. Även växter, akvarium m m kan avge stora mängder fukt.

All fukt som kommer in i rummet ger inte motsvarande högre luftfuktighet, byggnadsmaterialen absorberar mycket av den momentant tillförda fukten för att senare avlämna den då den tillförda luftens fuktighet sjunker. Sådana byggnadsmaterial fungerar som en slags fuktutjämnare som vanligen försummas då man beräknar förhållandena inomhus.

Ett exempel kan vara trä som i "torrt" tillstånd har en fuktkvot på ca 9 %, dvs 100 kg trä innehåller 9 kg vatten. Andra material, såsom tapeter, böcker, mattor, textilier m m kan ha ännu högre fuktkvoter.

En noggrann beskrivning av modellen har givits av Alptürk et al (1990).

Resultat

I det följande skall vi se närmare på några simuleringsförsök. Gemensamt för dem är

- o antalet barn är konstant, 10 om ej annat sägs
- o antalet vuxna är 3
- o barndaghemmets brukararea är 100 m² och dess volym 300 m³.

Som ett inledande exempel tas en dag i november. Temperaturen inomhus är då i medeltal ca 2,5°C med en amplitud av 2°C och RÅ av 88 % i genomsnitt med amplituden 4 %.

I bild 35 visas resultaten av den simulering detta "normalfall" ger. Man ser att fuktigheten stiger med start kl 6 och får en topp på eftermiddagen för att sedan sjunka. Man ser också att byggnadsmaterialens (här räknat som ekvivalent trä) fuktkvot stiger på förmiddagen, dvs de absorberar då fukt. På eftermiddagen och kvällen avger de en viss del av denna fukt.

Bild 36 visar samma förhållanden, dock har byggnadsmaterialens absorberande förmåga utelämnats. Detta fall svarar mot en byggnad utan trä eller textilier och med väggar av betong eller tegel, se bild 37. Här får man en avsevärt större höjning av luftfuktigheten under förmiddagen, vilket pekar på materialens stora inflytande över klimatet.

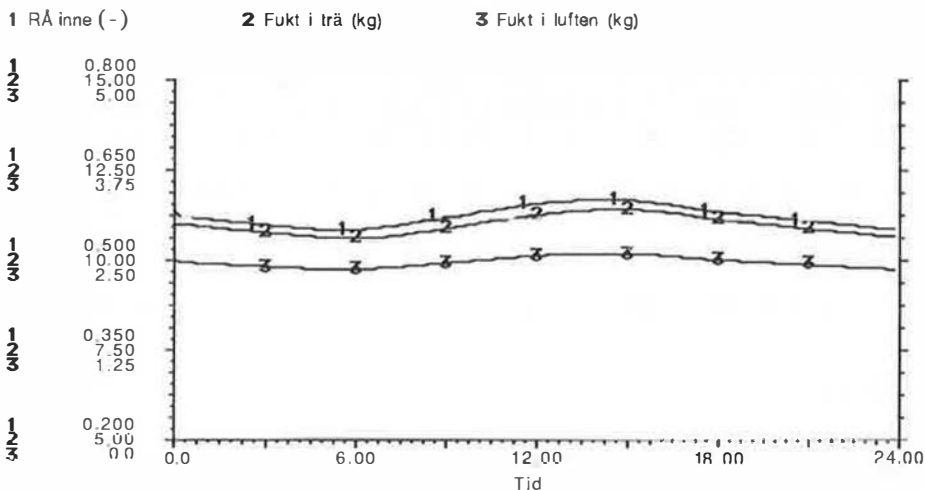


Bild 35.

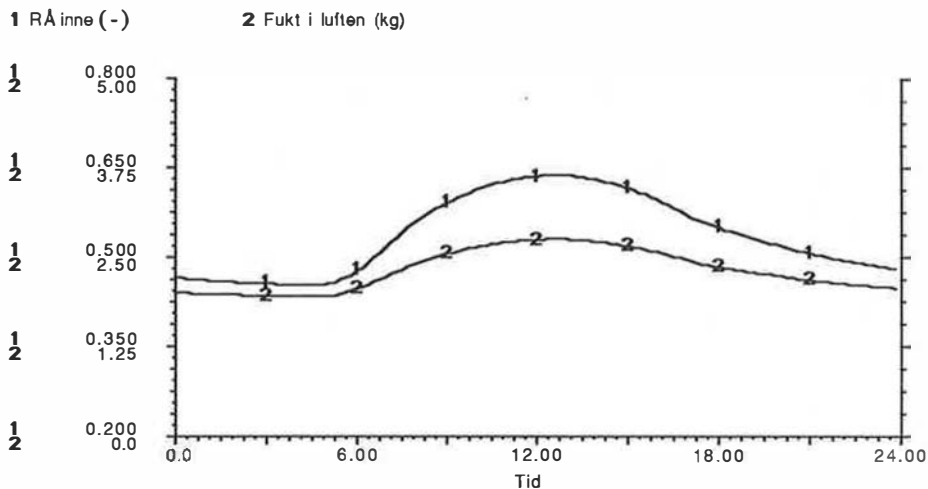
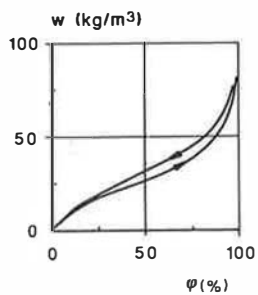
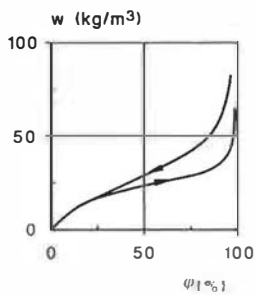


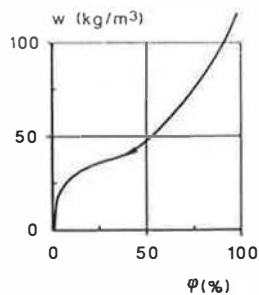
Bild 36.



a) trä



b) tegel



c) betong

Bild 37.

Inflytande av väderleken

Under regnig väderlek tillförs byggnaden mer fukt än under vanliga dagar. En simulering visar på betydelsen av detta. Resultatet av simuleringen ges i bild 38. Här har också tagits med det ovannämnda inflytandet av torkning av fuktiga kläder inomhus. Värdena för träets fukthinnehåll och RÅ inomhus ligger högre samtidigt som toppen på kurvorna är mer utpräglad. Man får således vid sådan väderlek en kraftigt ökad risk för fuktproblem. Överskrider luftfuktigheten vissa värden - olika för olika typer av mögel - kommer möglets levnadsbetingelser att förbättras och risken för angrepp att öka. I bild 20 ges exempel härpå.

Årstidsberoende

Det inflytande vi har sett från väderleken innebär att det finns ett årstidsberoende. Vi skall här se närmare på detta. Enklast sker denna jämförelse genom att vi simulerar förhållandena under februari respektive november månad (föregående simulering).

Medeltemperaturen under februari månad är ca -4°C med en amplitud av 3°C , RÅ i genomsnitt 80 % och dess amplitud 5 %. Övriga storheter är konstanta, se ovan.

Bild 39 och 40 visar förhållandet under februari med respektive utan byggnadsmaterial. Det kan noteras att den genomsnittliga luftfuktigheten inomhus är betydligt lägre än i novemberfallet, se bild 35 och bild 39. Skillnaden beror delvis på att det är något lägre relativ fuktighet ute under februari men mest på att lufttemperaturen är lägre.

Om det i likhet med det tidigare exemplet antas att det finns extra höga fuktillskott (blöta kläder) samt att det förekommer nederbörd (nu i form av snö) fås värden enligt bild 41. Som framgår av bild 41 stiger fuktigheten till en högre nivå än den tidigare.

Inflytande från personer

Det inflytande som antalet personer har på den relativa luftfuktigheten visas i bild 42, vilken avser en simulering för februari och för torr väderlek. Normalt räknades med 10 barn, men i denna simulering har antalet ökat till 15 medan antalet vuxna är detsamma som tidigare, 3 st. I övrigt är förhållandena desamma som för bild 39.

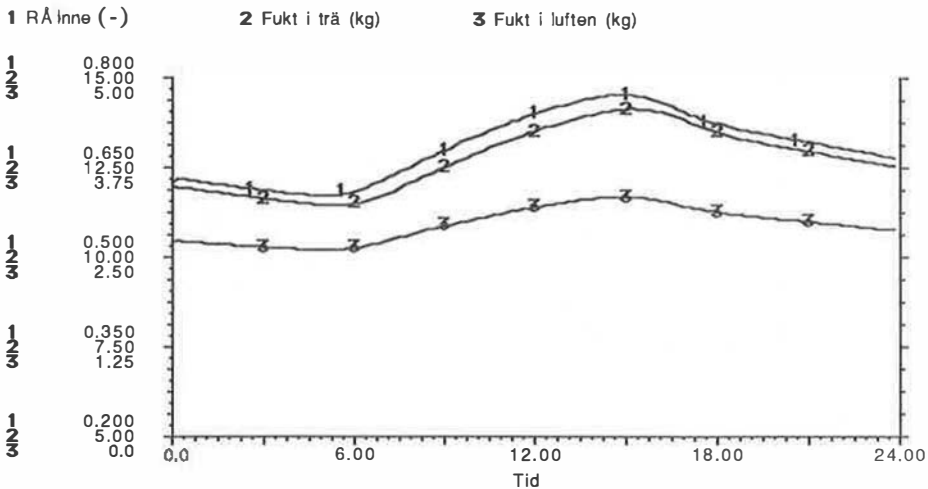


Bild 38.

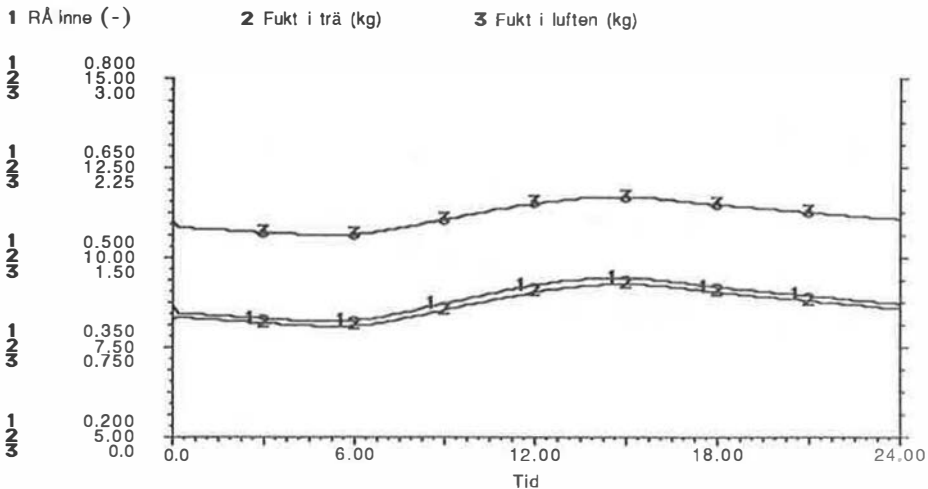


Bild 39.

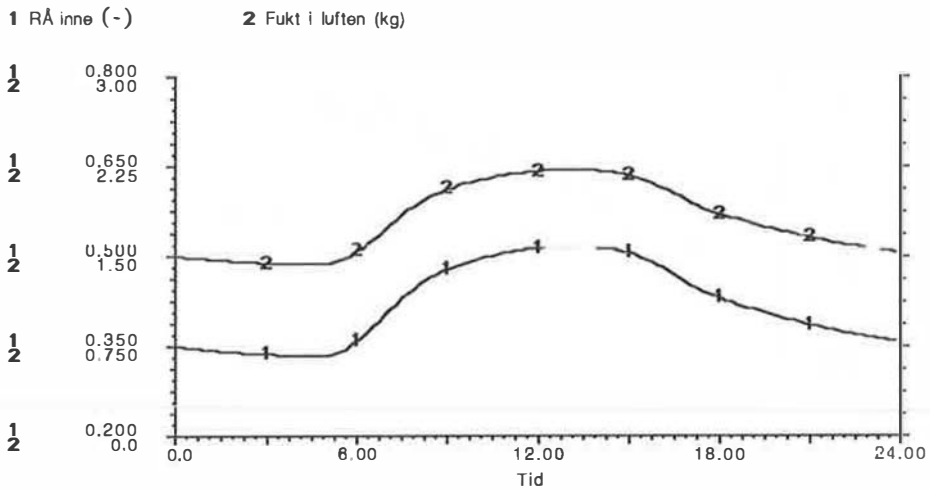


Bild 40.

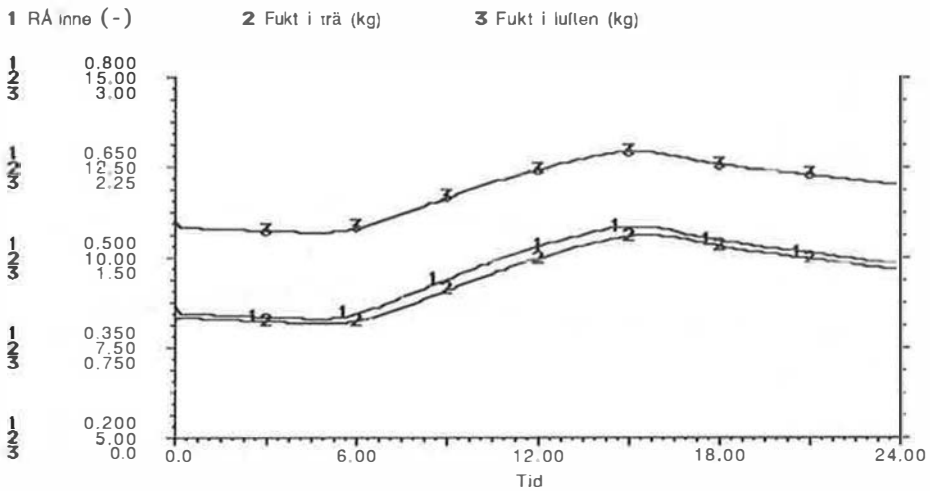


Bild 41.

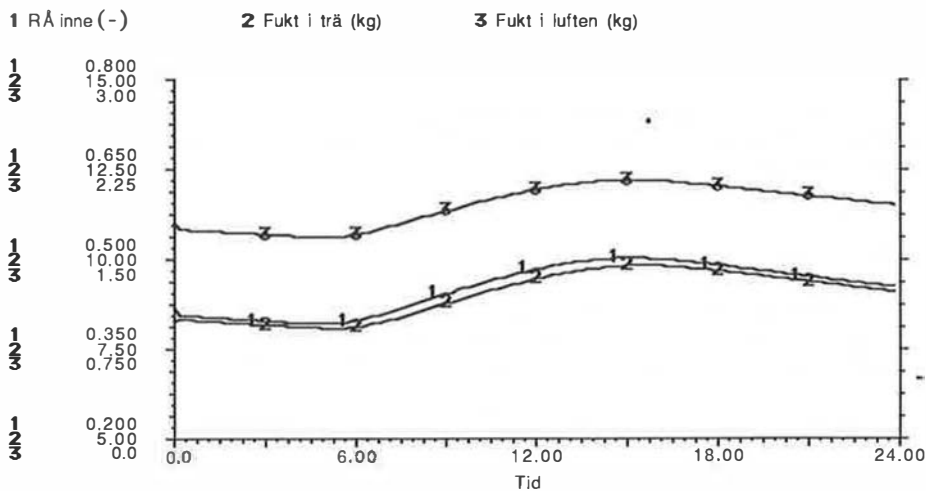


Bild 42.

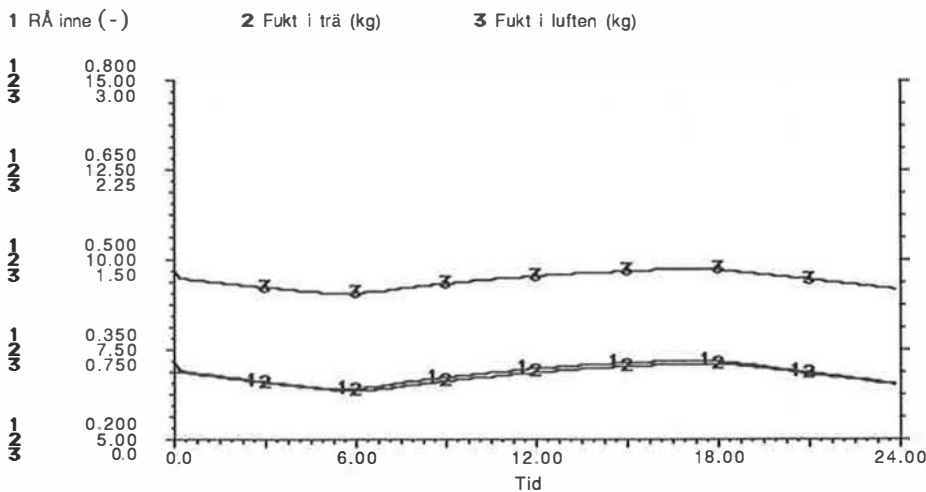


Bild 43.

En jämförelse mellan bild 39 och 42 visar att förloppet för fukt-koncentrationen är likartat, men att nivån för RÅ ökar om antalet personer i lokalen ökar, något som man kan förvänta sig. Det är dock icke någon proportionalitet eftersom absorptionen är beroende av fuktnivån!

Även inflytandet från växter, matlagning m m är fullt mätbart, se bild 43, i vilken visas förhållandena för det fall att inget extra fuktillskott förekommer.

Sammanfattning

Simuleringar har utförts för barnstugor vad avser RÅ inomhus och absorptionen av fukt i golv m m. En förenkling har varit att alla absorberande material har ersatts med en viss mängd "ekvivalent trä".

Simuleringarna visar på att en rad storheter har inflytande över fuktighetsförhållandena. Till de viktigare hör

- o torkning av kläder m m, vilket medför stora fuktavgivningar till lokalerna och ger anledning till så pass höga RÅ att man kan förvänta sig visst mögelangrepp om ej ventilationen är god.
- o det finns ett viss inflytande från antalet barn i lokalerna. Inflytandet är litet men ej helt försumbart.
- o inflytandet från årstidsvariationer kan vara stort, speciellt gäller detta för regnig väderlek.
- o inflytandet från byggnads- och inredningsmaterial är viktigt. Vissa absorberande material ger en dämpning av variationerna i RÅ och minskar detta ofta under kritiska värden (för mögeltillväxt) respektive ger anledning till uppfuktning av luften under torra perioder.

SAMMANFATTNING

En undersökning av RÅ betydelse för insjuknande i luftrörssjukdomar har gjorts. Det har visat sig att den relativa fuktigheten - mätt som RÅ - har ganska stor betydelse och att man normalt har ett optimalt intervall för RÅ mellan 35 och 45 %. Detta uppnås ej alltid i de daghem man har till följd av att anordningar för fuktning av ventilationsluften saknas eller som en följd av att luften tillsätts för stor fukt mängd. Ett exempel med ett modelldaghem har visat på vilka storheter som kan ge för hög respektive för låg fukthalt.

Man kan genom detta exempel - samt som en följd av de vid fältförsöken funna värdena - peka på att

- o torkning av våta kläder kan lätt ge för hög luftfuktighet.
- o olämpliga material, dvs material som ej kan lagra fuktighet, t ex plaster, kan ge en förhöjning som kan vara menlig. Genom att använda trä eller tyg som ger möjlighet till absorption av fukt kan inverkan av hög fukt tillförsel dämpas betydligt. Under torra perioder återfår man fukten genom att materialen avfuktas naturligt.
- o användningen av fuktningssaggregat kan rekommenderas.
- o luftflödet bör vara avpassat till verksamheten och en kontroll av det ske på årsbasis. Man skall notera att minskningar i luftflödena kan uppträda genom att damm m m avsatt sig i ventilationskanaler.

Slutligen kan konstateras att man vid det barndaghem där man haft en väsentligt större andel av verksamheten förlagd utomhus blev sjukfrånvaron avsevärt mindre än den vid övriga.

LITTERATURFÖRTECKNING

- Alptürk, A.*: En modell för beräkning av fuktkvoten i trä. Utges under 1991 av Institutionen för Uppvärmnings- och ventilationsteknik, KTH. Stockholm, 1991.
- American Chemical Society*: Formaldehyde release from wood products. ACS Symposium, series 316. Washington DC, 1986.
- Berge, A., Mellegard, B., Hanetho, P., Ormstad, E.B.*: Formaldehyde release from particle board - Evaluation of a mathematical model. Holz als Roh- und Werkstoff, Vol. 38, p. 251-255, 1980.
- Gelperin, A.*: Humidification and upper respiratory infection incidence. Heating, Piping and Air Conditioning, 45:3, 1973.
- Gravesen, S.*: Fungi as a cause of allergic disease. Allergy, 34, pp. 135-154, 1979.
- Green, G.H.*: The effect of indoor relative humidity on absenteeism and colds in schools. ASHRAE Transactions, 80, Part 2, 1974.
- Green, G.H.*: The effect on indoor relative humidity on colds. ASHRAE Transactions, 85, pp. 747-757, 1979.
- Green, G.H.*: Winter humidities and the related absenteeism in Canadian hospitals. Digest of the 3rd CMBES Canadian Clinical Engineering Conference, Sept. 1981, Saskatoon, Saskatchewan, 1981.
- Green, G.H.*: The positive and negative effects of building humidification. ASHRAE Transactions, 88, Part 1, pp. 1049-1061, 1982.
- Green, G.H.*: Indoor relative humidities in winter and the related absenteeism. ASHRAE Transactions, 91, pp. 643-652, 1985.
- Guberan, E., Dang, V.B., Sweetman, P.M.*: L'humidification de l'air des locaux - Prévient-elle les maladies respiratoires pendant l'hiver? Schweizerische Medizinische Wochenschrift 108, No. 22, 1978.
- Hemmes, J.H., Winkler, K.C., Kool, S.M.*: Virus survival as a seasonal factor in influenza and poliomyelitis. Nature (London), 188, pp. 430-431, 1960.
- Hinkle, L.E., Murray, S.H.*: The importance of the quality of the indoor air. Bull. N.Y. Acad. Med., 57, pp. 827, 1981.
- Hope-Simpson*: The epidemiology of non-infectious diseases. Roy. Soc. Hlth., 78, p. 593, 1958.
- M.S. Aslam, P.S.*: A study of humidity requirements in 60 homes. ASHRAE Transactions, 91, pp. 623-642, 1985.
- Murray, A.B., Zuk, P.*: The seasonal variation in a population of housedust mites in a North American city. J. Allergy Clin. Immunol., 64, pp. 266-269, 1979.
- Peterson, F., Norell, L.*: Hur kan man lösa ventilationsproblemen. Fukt- och mögelskador - varför. Konf. Umeå 1985. Byggforskningsrådet, 1985.
- Ritzel, G.*: Sozialmedizinische Erhebungen zur Pathogenese und Prophylaxe von Erkältungskrankheiten. Z. Präventivmed., 11, pp. 9-16, 1966.

- Sale, G.S.*: Humidification to reduce respiratory illnesses in nursery school children. *Southern Medical Journal*, 65, No. 7, 1972.
- Sataloff, J., Menduke, H.*: Humidity studies and respiratory infections in a public school. *Clinical Pediatrics*, 2, No. 3, 1963.
- Serati, A., Wuthrich, M.*: Luftfeuchtigkeit und Saisonkrankheiten. *Schweizerische Medizinische Wochenschrift*, 99, pp. 48-50, 1969.
- Songer, J.R.*: Influence of relative humidity on survival of some airborne viruses. *Appl. Microbiol.*, 15, pp. 35-42, 1967.
- Sterling, E.M.*: Criteria for human exposure to humidity in occupied buildings. *ASHRAE Transactions*, 91, pp. 611-620, 1985.
- Strauss, R.H., McFadden, E.R., Ingram, R.H., Deal, E.C., Jaeger, J.*: Influence of heat and humidity on the airway obstruction induced by exercise in asthma. *J. Clin. Invest.*, 61, pp. 433-440, 1978.
- Turiel, I.*: Indoor air quality and human health. Stanford University Press, California, 1985.
- Tyrell, D.A.*: Common colds and related diseases. Edward Arnold Publisher, London, p. 19, 1965.
- Wallin, O.*: Försmutsning av ventilationssystem. *Tekniska Meddelanden* nr 281. Institutionen för Uppvärmnings- och ventilationsteknik, KTH, Stockholm, 1984.
- Wright, D.N., Bailey, G.D., Hutch, M.J.*: Survival of airborne mycoplasma as affected by relative humidity. *J. Bacteriol.*, 95, pp. 252-252, 1968.

