



Det här verket har digitaliserats vid Göteborgs universitetsbibliotek och är fritt att använda. Alla tryckta texter är OCR-tolkade till maskinläsbar text. Det betyder att du kan söka och kopiera texten från dokumentet. Vissa äldre dokument med dåligt tryck kan vara svåra att OCR-tolka korrekt vilket medför att den OCR-tolkade texten kan innehålla fel och därför bör man visuellt jämföra med verkets bilder för att avgöra vad som är riktigt.

This work has been digitized at Gothenburg University Library and is free to use. All printed texts have been OCR-processed and converted to machine readable text. This means that you can search and copy text from the document. Some early printed books are hard to OCR-process correctly and the text may contain errors, so one should always visually compare it with the images to determine what is correct.



Rapport

R12:1992

**Barnstugan i Skarpaby –
hur miljövänlig blev den?**

Marie Hult m fl

V-HUSETS BIBLIOTEK, LTH



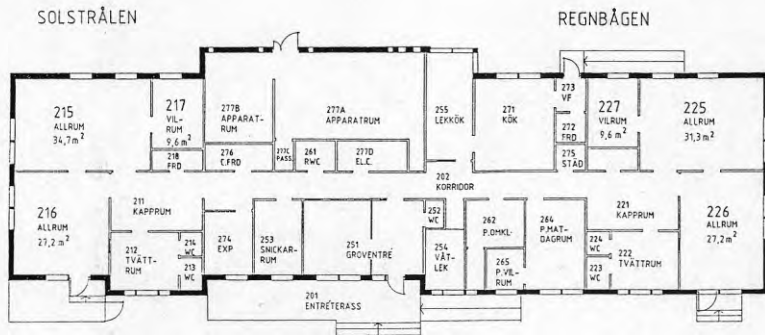
15000

400129213

Byggforskningsrådet

Barnstugan i Skarpaby - hur miljövänlig blev den?

Marie Hult
Katinka Almrén
Johnny Andersson
Lars Dahlbom
Arne Elmroth
Arne Hyppel
Jan Kristensson
Per Levin
Karin Liedberg
Åsa Lundén
Mats Olsson
Görel Ramstedt
Lars Rosell



BARNSTUGA KV MOLNTAPPEN
SKARPNÄCK

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 890397-0 och 870998-8 från Byggeforskningsrådet samt forskningsanslag 85-0750 från Arbetsmiljöfonden till Stockholms fastighetskontor, Energi- och Miljöbyrån, Stockholm.

Referat

En barnstuga där ett bra inneklimat skulle stå i centrum vid planering, byggande och drift. Det var syftet med projektet "Miljövänlig barnstuga i Skarpaby" och låg till grund för valet av konstruktioner, systemlösningar och byggnadsmaterial.

Bakgrunden var de problem med inomhusklimatet som drabbat många barnstugor i slutet av 1970-talet.

Barnstugan i Skarpaby, som stod klar 1987, har inbyggda experimentmöjligheter för värme och ventilation. Dessa har nu prövats i tre år och en bred utvärdering med tekniska mätningar och intervjuer med personal och föräldrar har genomförts 1987-1989. Rapporten redovisar resultaten.

Den treåriga utvärderingen visar också att personal och föräldrar uppskattat de särskilda ansträngningar som gjorts för att få en bra inomhusmiljö. Många av de lösningar som valdes för denna barnstuga har idag blivit standard vid utformning av typbarnstugor i Stockholm.

I Byggforskningsrådets rapportserie redovisar forskaren sitt anslagsprojekt. Publiceringen innebär inte att rådet tagit ställning till åsikter, slutsatser och resultat.

Denna skrift är tryckt på miljövänligt, oblekt papper.

R12:1992

ISBN 91-540-5422-2
Byggforskningsrådet, Stockholm

gotab 95465, Stockholm 1992

Innehållsförteckning

Förord	7
Sammanfattning	11
- Upplevelser av inomhusklimat och hälsa	11
Måluppfyllelse för inneklimatet med utgångspunkt från kravspecifikationen	12
- Experiment med olika uppvärmnings- och ventilationsprinciper	14
- Experiment med olika luftflöden	15
- Teknik och byggnadsmaterial	15
- Elanvändning	16
1. Bakgrund	17
1.1 Kravspecifikation för barnstugans inneklimat	17
1.2 Läge och planlösning	20
1.3 Konstruktion och materialval	21
1.4 De olika driftfallen för värme och ventilation	26
1.5 Referensbarnstugan i kvarteret Understen	34
2. Teknikvärdering	37
2.1 Utgångspunkter - hypoteser	37
2.2 Grunden	41
2.3 Klimatskärmen	43
2.4 Takhöjden	43
2.5 Materialvalet	44
2.6 Värme och ventilation	46
2.6.1 De olika huvudinställningarna i Molntappen	46
2.6.2 Deplacerande ventilation i kv Understen	52
2.6.3 Luftflöden	53
2.6.4 Nattavstängning av ventilationen	54
2.6.5 Slutsatser om värme och ventilation	55
2.7 Frånluftsfönster	56
2.8 El-värmeslingan i golvkant	56
3. Rekommendationer för barnstugor	59
3.1 Kravspecifikation för inneklimat och energianvändning	59

3.2	Konstruktion, system- och materialval	66
3.3	Kvalitetssäkring	70
3.4	Uppföljning	74
4.	Upplevt inneklimat	79
4.1	Inledning	79
4.2	Syfte	79
4.3	Undersökningsmaterial och metod	80
4.4	Resultat från Molntappen	83
4.4.1	Ljus, vädring, information - allmänna synpunkter	84
4.4.2	Termisk komfort	84
4.4.3	Luftkvalitet	89
4.4.4	Ljud	95
4.4.5	Upplevelse av hälsa	96
4.5	Resultat från Understen	98
4.5.1	Ljus, vädring, information - allmänna synpunkter	98
4.5.2	Termisk komfort	99
4.5.3	Luftkvalitet	101
4.5.4	Ljud	102
4.5.5	Upplevelse av hälsa	103
4.6	Slutsatser	103
5.	Medicinska kontroller av daghemspersonalen	107
5.1	Inledning	107
5.2	Sjukfrånvaro	108
5.3	Diskussion	108
6.	Mätningar av inneklimat	111
6.1	Luftkvalitet - ventilation	111
6.1.1	Mätning av luftflöden	111
6.1.2	Mätning av luftutbyteseffektivitet	112
6.1.3	Mätning av koldioxidhalt	115
6.2	Luftkvalitet - luftföroreningar	117
6.2.1	Mätning av lättflyktiga organiska föroreningar (VOC) med diffusionsprovtagning, utförd av Analytisk kemi, Stockholms Universitet	117
6.2.2	Mätning av lättflyktiga organiska föroreningar (VOC), med pumpad provtagning, utförd av Statens Provningsanstalt	127

6.2.3	Mätning av radon	129
6.2.4	Slutsatser om luftkvalitet	130
6.3	Termiskt klimat	131
6.3.1	Rumstemperatur	131
6.3.2	Operativ temperatur	133
6.3.3	Relativ luftfuktighet	134
6.3.4	Tilluftstemperatur	136
6.3.5	Lufthastighet	137
6.3.6	Temperaturskillnader	138
6.3.7	Ytemperatur på golv	138
6.3.8	Slutsatser termiskt klimat	139
6.4	Ljudklimat	140
6.4.1	Efterklangstid	140
6.4.2	Ljudnivå i allrum, lekrum och kök	140
6.4.3	Slutsatser ljudklimat	141
6.5	Elektromagnetiska fält	142
7.	Kryprumsklimat	143
7.1	Fukt- och temperaturförhållanden	143
7.1.1	Inledning	143
7.1.2	Temperaturer	144
7.1.3	Relativ luftfuktighet	145
7.1.4	Absolut fukttinnehåll och fuktillskott	148
7.1.5	Luftomsättning i kryprum	151
7.1.6	Fuktkvot och mykologi	152
7.1.7	Slutsatser	153
7.2	Mykologiska förhållanden	154
7.2.1	Inledning	154
7.2.2	Mögelsvampar	159
7.2.3	Projektbeskrivning mykologi	161
7.2.4	Material och metoder	161
7.2.5	Resultat	162
8.	Elanvändning	167
8.1	Total elanvändning	167
8.2	Uppvärmnings- och ventilationssystem	170
8.3	Elanvändning vid olika driftfall	173
8.4	El för fläktdrift	176
8.5	Slutsatser	178
	Bildsidor	181
	Litteratur	190

Bilagor

- 1 Materialval i Molntappen
- 4.1 Enkäter som använts vid utvärderingen av Molntappen och Understen
- 4.2 Grunddata för sammanställning av resultat från den individuellt besvarade enkäten (B) i Molntappen
- 4.3 Grunddata för sammanställning av resultat från den gemensamt besvarade månadsenkäten (D) och den individuellt besvarade enkäten (B) i Understen
- 6.1 Uppmätta luftflöden i lekrummen i barnstugorna Molntappen och Understen
- 6.2 Luftutbyteseffektivitet i lekrum vid olika specifika luftflöden
- 6.3 Mätresultat TVOC Molntappen och Understen 23-27 oktober 1989
- 6.4 Mätresultat TVOC Molntappen och Understen 1 mars 1990
- 6.5 Luftkvalitet - luftföroreningar. Perioden 1 januari 1987- 9 maj 1988
- 6.6 Medel- och extremvärden för rumstemperaturer i lekrum i Molntappen och Understen
- 6.7 Medel- och extremvärden för relativ luftfuktighet i lekrum i Molntappen och Understen
- 6.8 Medel- och extremvärden för tilluftstemperaturer i lekrum i Molntappen och Understen
- 6.9 Lufthastighet på olika platser och höjder i Allrum i Molntappen och Understen
- 6.10 Mätning av lufthastigheter från den deplacerande ventilationen i Understen
- 6.11 Rums- och operativ temperatur på olika platser och höjder i Allrum
- 6.12 Yttemperatur på golv i lekrum med och utan golvvärmeslinga
- 6.13 Ljudnivå från ventilationen i Allrum och Vilrum i Molntappen och Understen samt i kök i Molntappen
- 6.14 Magnetfältsprofil i Allrum

Förord

"Miljövänlig barnstuga i Skarpaby" är ett projekt som initierades 1981 av Statens råd för byggnadsforskning, forskningssekreterare Nina Dawidowicz, i samarbete med Stockholms socialförvaltning. Bakgrunden var de klimatproblem som, under senare delen av 1970-talet, drabbade ca en fjärdedel av de nybyggda barnstugorna. Personalen klagade över besvär som rinnande, irriterade ögon, huvudvärk, hudrodnad och heshet.

Projektet syftade till att bygga och utvärdera en barnstuga där erfarenheterna från problemhusen togs tillvara för att skapa ett bra inneklimat. En experimentmöjlighet byggdes också in för värme- och ventilationssystemen.

Förprojektering, fram till och med systemval, utfördes av Owe Lindh (A) vid Abramssons Arkitektkontor AB, David Södergren (VVS) vid Bengt Dahlgren Stockholm AB, Per-Olof Carlsson och Jan Sjölund (K) vid Arne Jonssons Ingenjörbyrå samt Sture Åkesson (E) vid K-konsult. Projektledare i denna fas var Jan Johansson vid Stockholms socialförvaltning, barnstugebyggnadsbyrån, som tillsammans med Bengt Roth, Eva Boulliant och undertecknad ingick i projektarbetsgruppen.

Därefter tog fastighetskontorets byggavdelning vid och svarade, under ledning av Nils-Erik Holmgren, för detaljprojektering, upphandling och bygglämnad. Huvudentreprenör för byggnadsarbetena var Mohlin & Björkman, LB-hus.

Barnstugan blev färdigställd kring årsskiftet 1986/87. Den är belägen på Tåtorpsvägen 59 i kvarteret Molntappen på Skarpnäcksfältet i Stockholms stad. I slutet av januari 1987 anställdes personalen och barnens invänjning avslutades under mars 1987.

Utvärderingen har pågått under åren 1987 till 1989 med undertecknad som projektledare. Den har finansierats med anslag till Stockholms stad från Statens råd för byggnadsforskning och Arbetsmiljöfonden. En delrapport över utvärderingen "Miljövänlig barnstuga i Skarpaby - utvärdering, rapport för perioden 1 januari 1987 - 9 maj 1988" avlämnades 31 maj 1989. Den finns tillgänglig på Byggdok.

I en tidigare rapport "Miljövänlig barnstuga, system och materialval" (BFR-rapport R94:1986) beskrivs bakgrunden till projektet. Där

redovisas i sin helhet den kravspecifikation för inneklimatet som låg till grund för projekteringen liksom de system- och materialval som gjordes. En sammanfattning av kravspecifikationen, en redovisning av barnstugans konstruktion och de principer som skulle gälla för de olika driftfallen för värme och ventilation finns i kapitel 1. En beskrivning av de totalt tolv olika **driftfall** med tre **huvudinställningar** som prövats under de tre årens utvärdering finns också i kapitel 1. Vissa driftfall prövades vid flera tillfällen, vilket gav totalt 21 **inställningar**.

Utvärderingen har dels skett genom frågeformulär till personalen om deras upplevelser av inneklimatet och sin hälsa samt genom frågeformulär till föräldrarna om barnens hälsa. Dels har mätningar utförts av ventilationens funktion, det termiska klimatet, luftkvaliteten, ljudklimatet och energiförbrukningen. Samtidigt har de tekniska systemens funktion och driftsäkerhet följts och utvärderats, bland annat har klimatet i grundens kryprum följts.

Under det sista utvärderingsåret, 1989, gjordes parallella mätningar och enkätundersökningar i en referensbarnstuga, belägen i kvarteret Understen i Kärrtorp. Denna barnstuga tillhör den senaste generationen av Stockholms stads friliggande tybarnstugor. Den beskrivs närmare i kapitel 1. Vissa data om krypgrund insamlades även från en annan barnstuga i Kärrtorp, belägen i kv Termometern.

För utformning av enkäter och analys av dessa svarar Karin Liedberg, (kapitel 4).

En gång i halvåret har företagsläkare Görel Ramstedt och företagsköterska Ann-Cathrine Ridefelt vid S:t Erikshälsan gjort en hälsokontroll av barnstugans personal och vissa referensundersökningar i andra barnstugor, (kapitel 5).

Stockholms miljöförvaltning, tekniska avdelningen, har svarat för mätning av ventilationseffektivitet, termiskt klimat, ljudklimat, radon och elektromagnetiska fält, (kapitel 6). När det gäller termiskt klimat, radon och ventilation har Katinka Almrén, Hans Bergerholm och Lena Winqvist svarat för mätningar och avläsning under samordning av Heine Henriksson och senare Bo Sundström. När det gäller ljudklimat och elektromagnetiska fält har Karin Gustavsson resp. Lars Dahlbom svarat för mätningarna under samordning av Arne Walter.

Lättflyktiga organiska föreningar (VOC) har vid varje nytt driftfall

Lättflyktiga organiska föreningar (VOC) har vid varje nytt driftfall uppmätts av Åsa Lundén (första hälften av utvärderingsperioden) och Jan Kristensson vid Stockholms universitet, institutionen för analytisk kemi. Parallella mätningar har vid några tillfällen utförts av Lars Rosell vid Statens provningsanstalt, avdelningen för kemisk analys, (kapitel 6).

Analys av temperatur och fukt i kryprummet har gjorts av Per Levin, KTH EHUB, i samarbete med Arne Elmroth vid institutionen för byggnadsfysik, LNTH, (kapitel 7.1). För mykologisk provtagning och analys svarar Arne Hyppel, institutionen för byggnadsteknik, KTH, (kapitel 7.2). Per Levin och Arne Elmroth svarar också för analys av energianvändningen, (kapitel 8). Omställningarna av värme och ventilation i olika driftfall har utförts av Per Levin.

Undertecknad svarar för redigering av rapporten, samt övriga delar, vilket omfattar Förord, Sammanfattning, Bakgrund, (kapitel 1) och Rekommendationer för barnstugor, (kapitel 3). För Teknikvärdering, (kapitel 2) svarar undertecknad tillsammans med Johnny Andersson, Scandiaconsult. Teknikvärderingen har också diskuterats med Hans Fransson som på Stockholms hem är ansvarig för driften av barnstugan samt Nils-Erik Holmgren, Fastighetskontorets byggavdelning, som stod för byggledningen när barnstugan byggdes. Johnny Andersson har också granskat materialet i sin helhet och lämnat värdefulla synpunkter.

Eva Falck, fastighetskontoret, har korrekturläst rapporten, svarat för layout och gett värdefulla synpunkter som gjort framställningen mer lättförståelig.

När det gäller metod för och tolkning av mätningar avseende ventilationens funktion har Mats Sandberg vid Statens Institut för Bygghforskning varit rådgivande.

I det stora hela har projektet genomförts som planerat. Barnstugan har fått ett bra inneklimat som personal och föräldrar är nöjda med och experimenten med de olika systeminställningarna har gett viktiga erfarenheter för framtida barnstugeproduktion.

Några allvarliga brister har dock uppdragats under projektets gång. De kan idag bedömas vara orsakade av otillräcklig kvalitetssäkring, trots det extra engagemang som lagts ned från många håll i denna barnstugas byggprocess och drift. Bristerna gäller dels grundkon-

Stockholms stad, utfördes som en självdragsventilerad torpargrund. Denna har visat sig vara en riskkonstruktion som resulterade i mögelangrepp, där markförhållandena var besvärliga och dräneringen - som det skulle visa sig - otillräcklig. Den förberedda mekaniska ventilationen av grunden har fått sättas i funktion för att klara detta problem. Ett annat problem som barnstugan drabbades av var när undertaket i ett kapprum föll ner i december 1988. Som väl var kom ingen person till skada. Orsaken till raset var att inte föreskriven fästansordning, utan en mycket klenare, hade använts för upphängning av de pendlar som bar undertaket. En lärdom som kan dras av detta är att kontrollen vid besiktning (eller helst före genom kvalitets-säkring) måste omfatta även de konstruktioner som senare blir dolda.

Till sist vill alla vi som varit ansvariga för olika delar i projektet rikta ett stort tack till personal och föräldrar vid barnstugan som tålmodigt, under tre års tid, ställt upp och besvarat frågeformulär. För personalen har det gällt dels i grupp varje vecka, dels individuellt mer än var sjätte vecka. För föräldrarna har det gällt ca en gång i halvåret. Utan det intresse och engagemang som föreståndaren Pia Sparreskog vid barnstugan Molntappen visat, hade projektet inte gått att genomföra. Vi vill även tacka personalen i referensbarnstugan i kvarteret Understen som besvarat många enkäter under 1989. I barnstugan i kvarteret Termometern har föreståndaren, Gun Jaldegren, varit behjälplig med att avläsa en veckotemperaturmätare under ett års tid, vilket gett värdefulla referenser för utvärdering av grunden.

Stockholm november 1991

Marie Hult

Sammanfattning

Upplevelser av inomhusklimat och hälsa

I det stora hela kan man säga att inomhusmiljön i barnstugan Molntappen svarat väl mot förväntningarna. Barnstugepersonalen (ca 10 personer) har under den treåriga utvärderingsperioden varje vecka gemensamt besvarat frågor om inneklimatet. De har också vid 15 tillfällen individuellt besvarat enkäter med frågor om upplevelse av innemiljön och sin egen hälsa. Mestadels har man varit nöjd med klimatet och upplevt luften som behaglig. Omdömena har givetvis varierat beroende på aktuell inställning av ventilationen. Vissa veckor har också ventilationen varit ur funktion en eller ett par dagar, vilket påverkat omdömena vid frågetillfället. Både bland personal och föräldrar är dock den allmänna uppfattningen att det känns "fräscht" inomhus eller, som en förskolelärare uttryckte det: "Här finns inte den vanliga dagislukten."

Periodvis har några personer anmärkt på att luften känns torr. På vintern har också den relativa luftfuktigheten varit låg. De relativt höga luftflöden som krävs i en barnstuga på grund av den stora personbelastningen innebär att all den av verksamheten naturligt fuktade luften vädras ut. Därför har barnstugor med tillräcklig luftväxling en torrare luft än t ex en bostad med dess lägre luftväxling. Det är så att säga en konsekvens av ambitionen att samla många barn på relativt små ytor.

Vid inställning på höga luftflöden har drag upplevts i vissa punkter i lekrummen. Orsaken till detta är troligtvis huvudsakligen svårigheten att hitta don som klarar av att anpassa kastlängden till de stora variationer i luftflöden som provats och inte ett problem som skulle ha funnits om donen hade valts efter slutligt flöde.

Personalgruppen har också, vid regelbundet återkommande tillfällen, tillfrågats om 17 olika besvär som brukar kopplas till klimatproblem inomhus. De allra flesta som angett något eller några besvär har påtalat "torra läppar" eller "torr mun", medan besvär som utslag, sveda i ögonen och klåda förekom mycket sällan. Ett par personer i personalgruppen som har besvär orsakade av allergi eller annan överkänslighet har upplevt en klar förbättring sedan de började arbeta i denna barnstuga.

När barnstugan startade i mars 1987 skrevs 24 småbarn in. Alla var under två år. Någon egentlig hälsokontroll av barnen har inte gjorts. Vårdcentralen i Skarpnäck har inte ansett sig kunna prioritera mer omfattande hälsokontroller av barnen som går på detta daghem än av andra barn. Det fanns också en uppfattning bland berörda läkare att barngruppen var för liten för att man skulle kunna dra några statistiskt säkra slutsatser om daghemsmiljöns betydelse för barnens hälsa. Hösten 1989 utvidgades barngruppen till 16 barn per avdelning, eftersom barnen blivit äldre och s k syskongrupper fick ersätta småbarnsgrupperna.

Enligt personalens och föräldrarnas bedömning har barnen varit förvånansvärt friska med tanke på att det varit så många småbarn i grupperna.

Även inneklimatet i referensbarnstugan i kvarteret Understen, som representerar den friliggande typbarnstuga som Stockholms stad idag bygger, har fått mycket bra omdömen. Denna barnstuga har s k deplacerande ventilation och något annorlunda materialval än Molntappen. Annars är de två barnstugorna relativt lika i utförande.

Måluppfyllelse för inneklimatet med utgångspunkt från kravspecifikationen

I vilken mån har då inneklimatet i den färdiga barnstugan Molntappen lyckats svara upp mot den kravspecifikation för inneklimatet som lades som grund för konstruktion, system- och materialval?

Kravspecifikationen återges i kapitel 1. Sammanfattningsvis kan konstateras:

- att kraven på **temperaturförhållanden**, både vad gäller rumslufttemperatur, temperaturgradient och ytemperatur på golv, uppfyllts helt och hållet.
- att **lufthastigheten i vistelsezonen** inte överstigit värdet för god komfort, 0,15 m/s (3 minuters medelvärde) i någon av de 18 uppmätta punkter (fördelade på två rum) vid en luftväxling på 2 oms/h. När luftväxlingen var 3 oms/h överskreds komfortvärdet i 17% av punkterna och vid 5 oms/h i 30% av punkterna.
- att idealvärdet som sattes för den **relativa luftfuktigheten (RH)**, under vinterhalvåret, 30-50%, inte kunnat klaras, eftersom luftfuktare inte installerats.

Normalt har RH under vinterhalvåret legat inom intervallet 20-30%. Vid enstaka tillfällen, när det varit stark kyla ute, har RH legat så lågt som 10%. Under sommarhalvåret har RH normalt legat inom intervallet 40-70%.

- att kraven på maximal halt **luftföroreningar** uppfyllts helt och hållet.
 - o Gränsen för formaldehydhalten i rumsluften sattes till maximalt 0,04 ppm. Denna gräns har kunnat hållas.
 - o Totalhalten lättflyktiga organiska ämnen (TVOC) har mätts drygt 20 gånger i flera lekrum under den treåriga utvärderingsperioden. Koncentrationerna har legat mellan 100-150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (uttryckt i toluenekvivalenter, som används av institutionen för analytisk kemi vid Stockholms universitet) mätt med diffusionsprovtagning under fem dygn vid varje tillfälle. En jämförande mätning utfördes med pumpad provtagning under dagtid vid två tillfällen i tre lekrum. Halterna låg i intervallet 80-110 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (uttryckt i hexanekvivalenter som används av Statens provningsanstalt). Uteluftens halt av TVOC var ca 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. En mätning gjordes också en natt i ett lekrum, när ventilationen var avstängd. Halten TVOC var då 280 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.
 - o Det maxvärde som satts för koldioxidhalten i rumsluften, 1000 ppm, kontrollerades genom mätningar vid slutinställning med luftväxlingen 3 oms/h. Mätningen gjordes under barnens vilstund. När tio barn och en vuxen vilade i rummet var CO_2 -halterna vid vilstundens slut 700-800 ppm. När 14 barn och en vuxen vilade i rummet uppmättes CO_2 -halten 1100 ppm. Detta betyder att om fler än ca 12 av avdelningens 16 barn deltar i vilstunden efter maten, bör både det stora lekrummet och det anslutande lilla vilrummet utnyttjas. Då klaras CO_2 -gränsen.
 - o För radondotterhalt i inomhusluften gäller Nybyggnadsregler- nas gränsvärde på 70 Bq/m^3 . I Molntappen uppmättes radondotterhalten i lekrum till 5 Bq/m^3 vid slutinställningen med en luftväxling på 3 oms/h.
- att kraven på ventilationens effektivitet uppnåtts utom vid några tillfällen. Det ena av dessa tillfällen var under en period då rent frånluftssystem prövades. Denna inställning fick avbrytas därför att den inte fungerade som planerat hösten 1989, (mer om detta i

kapitel 1). Det andra av dessa tillfällen var under en period med slutinställningen för värme och ventilation, men då injusteringen inte var riktigt gjord under senhösten 1989, (mer om detta i kapitel 1 och 2). I övrigt har luftutbyteseffektiviteten legat på 45% eller högre, vilket får anses vara godtagbart för ett omblandande ventilationssystem.

- att kravet på fuktsäkra konstruktioner uppnåtts med ett undantag. Grundläggningen har inte i tillräcklig grad utformats med hänsyn till de vattendrivande skikt som finns från en naturkulle norr om byggnaden. Dessa skikt har visat sig vara djupare än dräneringen på norrsidan, varför kryprummet till torpargrunden blir fuktigare vissa årstider än det borde vara. Detta har lett till mögelangrepp, som måst saneras. Kryprumsbotten har belagts med plastfolie och spirokanaler som fanns neddragna till kryprummet har försetts med fläktar som startar när RH i kryprummet överstiger 85%.

Genom detta projekt och bland annat ett projekt med en allergikeranpassad barnstuga i Umeå, har nya erfarenheter kommit fram som resulterat i att kravspecifikationen för en barnstuga kan utvecklas. Bland annat har fler nyckeltal som kan användas för att karaktärisera ett bra inneklimat kommit fram. En sådan utvecklad kravspecifikation för inneklimat i barnstugor redovisas i kapitel 3.

Experiment med olika uppvärmnings- och ventilationsprinciper

Den huvudinställning för värme och ventilation som blev den mest uppskattade av personalen i Molntappen, och som blivit den som används efter utvärderingstidens slut, är **vattenburen värme med omblandande FTX-ventilation** (från- och tilluftsventilation med värmeåtervinning via batterivärmeväxlare) och med en luftväxling på 3 oms/h. Vid denna inställning bedömdes i 90% av svaren från personalgruppen att luften var "behaglig" eller "acceptabel" (65% "behaglig") och 75% bedömde värmen som "lagom". Att resultatet angående den termiska komforten (värmen) var sämre än för luftkvaliteten berodde huvudsakligen på att värmen var ojämn mellan den nordvästvända (för kallt) och den sydostvända avdelningen (för varmt).

Den **luftburna värmen med FTX-ventilation** fick också god bedömning när det gällde luftkvalitet. I 86% av svaren från personalgruppen ansågs luften vara "behaglig eller acceptabel" (53% "behaglig"). När det gäller värmen var det endast 57% av svaren som

bedömde den som "lagom". Den luftburna värmen gav större skillnad i lufttemperatur mellan avdelningarna och mer övertemperaturer varma sommardagar än det vattenburna systemet. Systemet var också behäftat med fler driftstörningar och hade en högre elanvändning än slutinställningen.

Deplacerande ventilation, som fanns i referensbarnstugan Understen (kombinerat med elradiatorer för uppvärmning), fick det bästa omdömet när det gäller luftkvalitet. Bedömningen gjordes här av en annan personalgrupp. Denna gav i 96% av svaren omdömet "behaglig" om luftkvaliteten! När det gäller värmen var omdömena inte lika positiva. I 52% av svaren ansågs att värmen var "lagom". Det låga resultatet beror huvudsakligen på kalldrag längs golvet.

Experiment med olika luftflöden

Under de tre huvudinställningarna för värme och ventilation varierades uteluftsflödet så att luftväxlingar på 1, 2, 3, 4 och 5 oms/h prövats under längre eller kortare perioder. De enkätsvar som gavs vid de olika driftfallen tyder på att luftväxlingar inom intervallet 3-4 oms/h är att föredra i en barnstuga med väl valda byggnadsmaterial. Under den period då barnstugan Molntappen endast hade 12 barn per avdelning (småbarnsgrupper) gav också luftflödet 2 oms/h ett gott omdöme när det gäller luftkvaliteten.

Barnstugan Understen, som av sin personalgrupp fick ett mycket högt betyg på luftkvaliteten, har haft en konstant luftväxling på 3 oms/h.

Slutsatsen är att ett ventilationssystem som på lekavdelningarna kan ge luftflöden inom intervallet 2,3-4 l/s,m² (motsvarar här 3-4 oms/h) är tillfredsställande för en barnstuga med den personbelastning som gäller i Molntappen och Understen (16 barn fördelade på tre lekrum med en sammanlagd yta på ca 70m² och en takhöjd på 270 cm).

Teknik och byggnadsmaterial

I kapitel 2 redovisas hur de tekniska lösningar som valts i barnstugan Molntappen fungerat. Ett slående intryck är att de konstruktioner som fungerat bäst är de väl beprövade, medan försöken med ny teknik slagit mindre väl ut. Delvis sammanhänger detta säkert med att lösningarna inte finslipats tillräckligt för att passa just denna verksamhet (t ex det luftburna värmesystemet, elvärmeslingan i

golvkant), men delvis har lösningarna visat sig vara mindre lämpade för barnstugor (t ex frånluftsfönster).

Ett undantag är materialvalet, där goda erfarenheter finns från t ex användning av högtryckslaminat på våtrumsväggar, E1-spånskivor (med låg formaldehydhalt) i undergolv och laserad träpanel på väggarna (det senare får betraktas som en "nygammal lösning") samt färger och lim som valts med extra omsorg för att ha så låg emission av föroreningar som möjligt. Idag finns dock bättre förutsättningar än år 1986 att välja färger, lim och spackel som är lågemitterande.

Elanvändning

I målsättningen för barnstugan Molntappen ingick också att "de tekniska systemen skulle präglas av god energihushållning". Samtidigt var detta en experimentbarnstuga med en mycket flexibel ventilationsanläggning, vilket inte är helt enkelt att förena med eleffektivitet. Barnstugan i Molntappen har elpanna och den i Understen har elradiatorer. (Det är tyvärr så i Stockholm att avgiften för att ansluta friliggande barnstugor till fjärrvärme är så pass hög att lösningar med elvärme väljs istället). All energiförbrukning är alltså elförbrukning.

Den totala elanvändningen för Molntappen var 264 kWh/m^2 och år (normalårskorrigerat) under den tid som det luftburna systemet användes. Detta gav, vid 5 oms/h en elanvändning som var 37% högre än den för det vattenburna FTX-systemet som blev slutinställningen. Elanvändningen för barnstugan i Understen var 219 kWh/m^2 och år. Den genomsnittliga energianvändningen i Stockholms barnstugor är 370 kWh/m^2 och år.

Drygt hälften av Molntappens köpta elenergi användes till uppvärmning via elpannan. För tappvarmvatten användes ca 10%, för verksamheten (belysning, torkskåp, spisar, kyl/frys, disk, tvätt mm) användes ca 15% och för el till fläktar åtgick ca 20%. Experimenten visade att en ökning av uteluftsflödet med 1 oms/h i lekrummen resulterade i en ökning av elanvändningen med ca 6%.

1. Bakgrund

1.1 Kravspecifikation för barnstugans inneklimat

Den kravspecifikation för inneklimatet som utgjorde planeringsunderlag för barnstugans utformning samt det val av konstruktion, system och material som gjordes finns redovisad i sin helhet i BFR-publikation "Miljövänlig barnstuga - system- och materialval" (R94:1986). Här ges en sammanfattning av innehållet.

Temperaturförhållanden

- En så jämn rumstemperatur som möjligt i rummets olika delar, kring 21°C, skall eftersträvas. Temperaturskillnaden mellan en punkt strax ovan golv och i huvudnivå för vuxen bör inte vara större än 2°C.
- Rumstemperaturen skall gå att reglera mellan ca 19 och 23°C i varje enskilt rum.
- Vid val av värmesystem bör eftersträvas att värmekällan ger kontinuerlig värme, dvs den skall inte slås på och av med långa intervaller.
- Yttertemperaturen på färdigt golv i barnstugans lektrum 0,5 m från yttervägg bör ligga mellan 20°C och 24°C. Man bör eftersträva att få en så jämn temperatur som möjligt över hela golvytan.
- Köket skall placeras i norrläge och förses med så god ventilation att värmeöverskott från spis och maskiner leds bort. Kylar och frysar måste förses med sådana anordningar att överskottsvärme och buller från kompressorerna inte stör miljön. Köksförrådet skall ha något lägre temperatur än köket i övrigt, t ex genom nattkylning.

Relativ luftfuktighet

Överkänslighetsbesvär som eksem är idag vanliga såväl hos barn som vuxna. Det förefaller troligt att en låg relativ luftfuktighet inomhus kan bidra till att öka sådana besvär. För hög relativ luftfuktighet kan leda till mögelbildning och kvalstertillväxt och är tecken på dålig

ventilation.

- Idealvärde att eftersträva är en relativ luftfuktighet inom intervallet 30-50%.
- Det skall vara god kontroll av att inomhustemperaturen inte blir för hög, då detta medför att den relativa luftfuktigheten sjunker.
- Byggnadsmaterial bör, med hänsyn till den relativa luftfuktigheten, vara så fria från irriterande ämnen som möjligt. Annars krävs högre luftflöden för att vädra ut föroreningar, något som också innebär att den av människorna fuktade luften vädras ut snabbare, dvs luften blir torrare under den kalla årstiden.
- Barnstugan förses inte i inledningsskedet med luftfuktare. Skulle det emellertid visa sig att luften upplevs som allt för torr bör komplettering med luftfuktare för intermitterent bruk kunna göras. Det skall då vara en typ av luftfuktare där risken för spridning av mögelsporer och andra föroreningar till luften är liten och där inte orealistiska krav på skötsel och rengöring är en förutsättning för detta. Luftfuktare med cirkulerande vatten bör t ex inte användas.

Luftföroreningar

- Konstruktioner och utföranden skall kontrolleras noggrant för att hindra fuktinträngning och förebygga dolda vattenskador, som i sin tur kan leda till tillväxt av mikroorganismer.
- Lagring av byggnadsmaterialen skall kontrolleras kontinuerligt så att de inte utsätts för fukt som sätter igång emissionsprocesser.
- I barnstugan skall eftersträvas en så låg formaldehydhalt som möjligt i luften. Halten skall inte överstiga 0,04 ppm när huset är nytt.
- Spånskivor som används i byggnadskonstruktionen skall innehålla högst 0,01% fri formaldehyd, dvs vara av klass E 1. Spånskivor som används i fast och lös inredning skall innehålla högst 0,04% fri formaldehyd.
- Koldioxidhalten i barnstugan skall understiga 1000 ppm (uteluften innehåller ca 340 ppm) vid full drift.

- Vid materialval skall eftersträvas att halterna av föroreningar som kolväten (främst terpener, toluén, alfa-pinen), akrylater, ketoner, aminer etc hålls nere.
- Marken på tomten bör kontrolleras med avseende på radonavgång. Risken för markradonproblem beaktas i valet av grundkonstruktion och ventilation.

Ventilation

- Luftflöden, donplacering och tilluftstemperatur skall samordnas så att det blir så "ung luft" som möjligt i vistelsezonen.
- Fönstervädring skall lätt kunna ske.
- Värmeåtervinning skall ske med värmeväxlare av sådan typ att till- och frånluft aldrig möts eller passerar samma ytor.
- Uteluftsintag skall placeras så att bästa möjliga uteluft tas in och på sådant avstånd från avluftsutsläpp att risk för återföring av avluft minimeras.
- Olika värme- och ventilationssystem byggs in och prövas i experimentsyfte.

Drift och underhåll

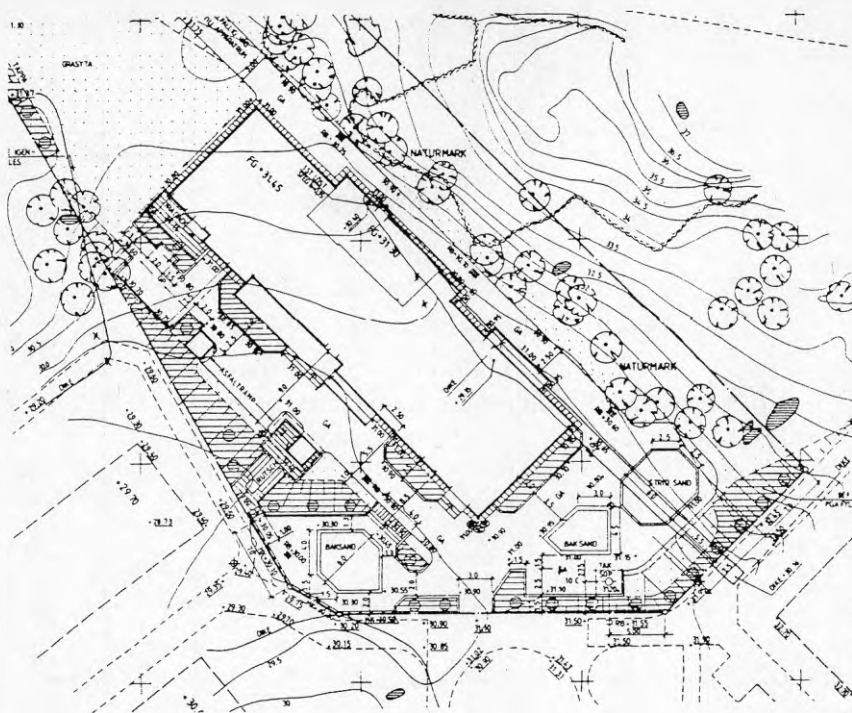
- Rutiner för skötsel av värme och ventilation upprättas och följs.
- Kanaler täthetsprovas och provmätningar av luftflöden genomförs. Kanalerna utformas så att de är rensningsbara och så att totalflödet lätt kan mätas upp. Temperaturmätare på tilluften installeras.
- Anslag sätts upp i barnstugan med information till personalen om vad de själva kan påverka när det gäller inneklimat, vad som förväntas att de själva skall sköta och vart de skall vända sig om fel uppstår.
- Dagbok, placerad i apparatrum skall föras av drift- och underhållspersonalen. Tid för besök, åtgärd, företagsnamn och signatur antecknas vid varje besök.

- Udermätare för energiförbrukning installeras för de olika systemen.

1.2 Läge och planlösning

Barnstugan har två avdelningar, vardera avsedda för 15 barn. (Numera skrivs 16 barn in på varje avdelning). Den utgörs av en friliggande enplansbyggnad. Planlösningen överensstämmer i stort sett med den för Stockholms stads typbarnstugor. Apparaturrummet är dock större. Takhöjden är 270 cm mot 250 cm som var normalt vid denna tid. Barnstugans planlösning framgår av ritningen i början av rapporten. Där anges också rumsnummer och namnen på respektive lekavdelning. Det är i rum 215, 216 och 217 på avdelningen Solstrålen och rum 225, 226 och 227 på avdelningen Regnbågen som värme och ventilation experimentellt kan ändras. Se avsnitt 1.4.

Barnstugan ligger i kvarteret Molntappen i nordöstra delen av Skarpnäcksfältet. I väster och norr gränsar tomten till skogs- och naturmark. I söder och öster till ett småhusområde med självbyggeriradhus. Figur 1.1 visar tomten med den inplacerade barnstugan.



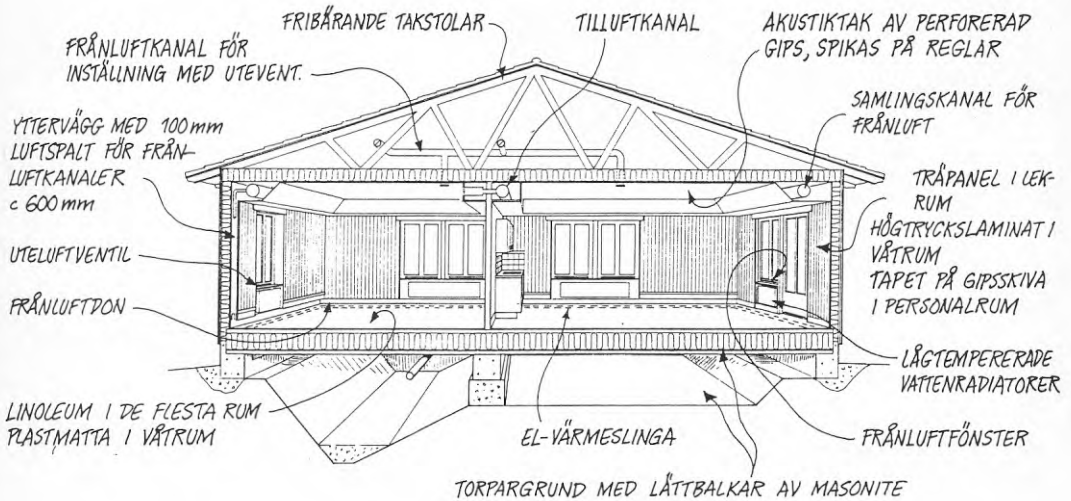
Figur 1.1: Inplacering av barnstugan i kvarteret Molntappen.

Marken på tomten består av 1-3 m lera, vilande på upp till 2,5 m naturligt lagrad friktionsjord ovan berg. Ytvattentillrinningen kan bli riklig eftersom ett dike avvattnar en naturmarkskulle nordöst om tomten. På andra sidan om den gångväg som sträcker sig nordväst om området finns sank mark, från vilken vattendrivande skikt i marken ledde vatten till småhusområdet och barnstugatomten. Detta kärr dränerades. Markförhållandena innebär således att framförallt ytvatten och infiltrationsvatten genom dränering måste uppsamlas och avledas.

Radonavgången från marken på tomten klassas som normalradonmark, varför särskild hänsyn till radonfrågan skulle tas vid utformning av grundkonstruktionen.

1.3 Konstruktion och materialval

Huvuddragen i barnstugan Molntappens konstruktion och materialval framgår av figur 1.2.



Figur 1.2: Huvuddragen i barnstugan Molntappens konstruktion och materialval.

Grunden

Grunden byggdes som en självdragsventilerad torpargrund med ett relativt högt kryprum. Längs husets mittdel ligger va-ledningar i kryprummet. Vid dessa finns en schaktgrav med ståhöjd. I övriga delar är kryprumshöjden ca en meter. Trossbotten är uppbyggd med lättbalkar av board. Isoleringen består av lösull. Ventilationen sker med hjälp av ett stort antal luftintag i långsidornas kantbalkar. Förberedelse gjordes för mekanisk ventilation av grunden.

Golv

Ovanpå lättbalkarna spikades spånskivor av klass E 1 (avger högst 0,01% fri formaldehyd). Golvbeklädnaden i de flesta rum är linoleummatta. Kök och våtrum har plastmatta av vinylplast.

Väggar

Ytterväggen består av träreglar med utvändigt träpanel, mineralull (145 + 45 mm), plastfolie, 13 mm gipsskiva, 95 mm luftspalt med vertikala spirokanaler för frånluft på c/c 600 mm. Denna begränsas

inåt rummet av träpanel i barnens lekrum, och av högtryckslaminat i tvättrum. Träpanelen är ytbehandlad med vattenbaserad halvmatt klarlack.

Utöver träpanel och högtryckslaminat förekommer väggar av dubbla gipsskivor med papperstapet eller målade med vattenbaserad färg.

Skåpsnickerier

Högsåp, över- och undersåp består av direktlaminerade spånskivor av kvalitet som innehåller högst 0,04% fri formaldehyd.

Fönster

Fönstren är utformade som frånluftsfönster. Vid inställning 1 och 3 för uppvärmning och ventilationen (se sidorna 28 och 30) har emellertid fönstrens frånluftsfunktion stängts av.

Tak

Taket består av fribärande takstolar, som vilar på ytterväggarna. Det är isolerat med lösull. Akustikplattorna, som utgörs av perforerade gipsskivor har en ovanpåliggande mineralullsisolering bakom ett silkespapper (för att hindra mineralullsfibrer från att lossna). Plattorna är spikade på reglar direkt mot taket. I mittkorridor och kapprum är akustikplattorna pendlade och utan ovanliggande isolering. Detta klarades akustiskt genom det luftrum som finns ovanför plattorna.

Materialval i ytskikt

Principen att försöka minimera alla riskfaktorer som kan ge upphov till ett osunt klimat har i hög grad varit vägledande för materialvalet. Följande riktlinjer formulerades:

- att undvika onödiga variationer i byggnadsmaterial, färger, limmer etc. En större enhetlighet underlättar lokalisering av eventuella emissionskällor
- att hellre använda homogena material än sådana som är sammansatta med limskikt och hellre spika och skruva än limma om likvärdiga alternativ finns

- att välja lågemitterande material och i möjligaste mån beakta materialens benägenhet att avge föroreningar av typ kolväten, formaldehyd och fibrer till rumsluften
- att undvika material och konstruktioner som samlar damm eller är svårstädade, t ex porösa takplattor och fritt dragna ventilationskanaler
- att undvika material som är olämpliga för allergiska personer, t ex nickel- och kromhandtag.
- att dokumentera typ och fabrikat på använda material, färger, limmer, spackel, fogmassor etc.

I tabell 1.1 anges de ytskiktmaterial som förekommer i stor omfattning i barnstugan, samt den ungefärliga procentuella andel dessa upptar av den totala ytskiktsarean (d v s den sammanlagda golv-, vägg- och takarean).

I **bilaga 1** redovisas de materialfabrikat som använts.

Tabell 1.1: Procentuell ytskiktsarea som täcks av olika byggnads-material.

Byggnadsmaterial	Andel av totala ytskiktsarean %
Linoleummatta	15
Plastmatta	8
Träpanel, laserad med vattenbaserad klarlack	25
Gipsvägg målad med vattenbaserad färg	10
Papperstapet	8
Högtryckslaminat på våtrumsvägg	7
Skåpsnickerier av direktlaminerad spånskiva	4
Gipsplatta i tak, fabriksmålad	23
	100

1.4 De olika driftfallen för värme och ventilation

Det är i värme- och ventilationssystemen som experimentmöjligheter byggts in.

Barnstugan har alternativa värmesystem. Den kan dels värmas med lågtempererade vattenradiatorer som tidvis kombinerats med en elvärmeslinga i golv längs lekrummens ytterväggar. Dels kan den värmas med luftburen värme.

Tillsammans har uppvärmnings- och ventilationssystemen kombinerats till tre huvudinställningar enligt nedan. Det bör observeras att det bara är barnens lekutrymmen, Allrum 1, Allrum 2 och vilrum på resp. avdelning som har denna inbyggda experimentmöjlighet. Mittdelen av barnstugan har ett fast system med lågtempererade, vattenburna radiatorer och balanserad ventilation med fasta, normerade flöden (i de flesta utrymmen drygt 3 oms/h) och batterivärmeväxlare.

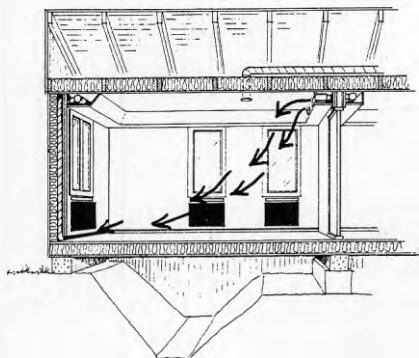
Ingen nattavstängning av värmesystemet har tillämpats. Däremot har den i Stockholms stad normalt använda nattavstängningen av ventilationen vardagar kl 20.00-05.00 och lördag-söndag (utom kl 10.00-12.00) gällt för Molntappens huvudinställning 1. För huvudinställning 2 har ingen nattavstängning tillämpats, eftersom ventilationen är sammankopplad med uppvärmningen. För huvudinställning 3 tillämpades heller ingen nattavstängning på ventilationen eftersom luftflödena då var så pass låga.

Personalen var informerad om att olika driftfall skulle prövas, men fick inte information om **när** de prövades. Skälet till detta var att deras svar angående inneklimatet inte skulle påverkas av kännedom om systeminställningen.

De tre huvudprinciper för värme och ventilation som skulle provas i denna barnstuga var följande:

HUVUDINSTÄLLNING 1:

VATTENBUREN VÄRME OCH FTX- VENTILATION MED VARIABELT LUFTFLÖDE



Figur 1.3: Principskiss över systeminställning 1.

Vid denna inställning värms huset upp med lågtempererade vatten-radiatorer under fönster, kompletterat med en in- och urkopplingsbar elvärmeslinga i golv längs yttervägg. Elkabeln provades periodvis.

Ventilationen är balanserad och luftgenomströmningen diagonal. Luften tillförs via flera don i överkant på den vägg som motstår fasadvägg. Frånluften sugts ut via flera don i ytterväggens nederkant. Under denna systeminställning kan luftflödet i experimentsyfte varieras inom intervallet 2-5 oms/h. Tilluftstemperaturen har varit ca 18-19 °C. Värmeväxlingen sker med ett s k vätskekopplat system med batterivärmeväxlare, i vilka till- och frånluftströmmarna aldrig möts eller passerar samma ytor.

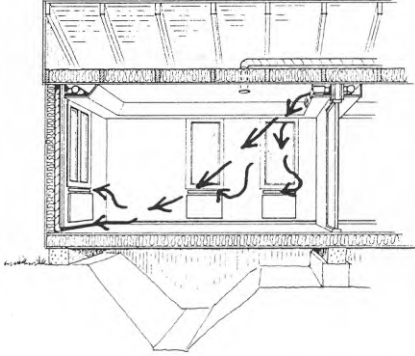
Luftväxlingen varierades med 2, 3, 4 och 5 oms/h i perioder om vardera ca sex veckor. Detta gav totalt tio omställningar (sju under uppvärmningssäsongen och tre under sommarhalvåret).

Nattavstängning av ventilationen tillämpades vid ovan angivna tider.

Huvudinställning 1 provades från 3 februari 1987 till 9 maj 1988, samt 16 oktober 1989 till 18 januari 1990. Med 3 oms/h har detta blivit den slutinställning som nu används.

HUVUDINSTÄLLNING 2:

LUFTBUREN VÄRME OCH FTX-VENTILATION MED FAST LUFTFLÖDE MEN VARIERANDE UTELUFTSFLÖDEN



Figur 1.4: Principskiss över systeminställning 2.

Vid denna inställning värmdes huset helt med den tempererade tilluften.

Luftflödet var konstant och motsvarade 5 rumsvolymer per timme med experimentellt varierad grad av återluftsinsblandning (0%, 30%, 60% och under en kort period 90%).

Återluft togs endast från lekrummen på avdelningarna, dvs inte från barnstugans mittdel med personal- och ekonomiutrymmen. Det stora luftflödet krävdes för att under den kallaste årstiden kunna få tillräcklig värme utan att tilluftstemperaturen blev för hög, (max 26°C).

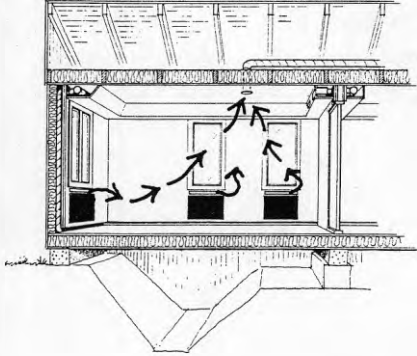
Donplaceringen är densamma som i inställning 1, men kompletterad med frånluftsfönster.

Nattavstängning av ventilationen tillämpades inte, då detta samtidigt skulle ha medfört att värmen stängts av.

Batterivärmeväxlaren användes även vid denna inställning för värmeåtervinning ur avluften. Denna huvudinställning prövades under perioden 9 maj 1988 till 18 april 1989 med totalt nio omställningar (åtta under uppvärmningssäsongen och en under sommarhalvåret).

HUVUDINSTÄLLNING 3:

VATTENBUREN VÄRME, F-VENTILATION MED VARIABELT FLÖDE



Figur 1.5: Principskiss över systeminställning 3.

Vid denna inställning värms huset upp på samma sätt som i inställning 1, dvs med vattenburen radiatorvärme. Golvvärmeledningarna används dock inte.

Uteluft skulle tas in i fasad via uteluftsventiler, placerade längs fönstrens underkant. Ventilen är konstruerad så att luften värms upp av radiatoren innan den når rummet. Frånluften skulle sugas ut via ett separat kanalsystem med ett takdon i varje rum, placerat nära innervägg. Möjlighet skulle finnas att variera luftflödet inom intervallet 0,5-2 oms/h. Vid denna inställning var ingen värmeåtervinning i bruk, då detta skulle ha krävt en värmepump, vilket inte ansågs motiverat som en del i experimentet.

Denna grundinställning var planerad att provas från 8 maj 1989 till 15 februari 1990. Den fick dock avbrytas 16 oktober 1989 efter klagomål från personalen. Vid en kontroll i oktober mättes luftflöden och luftens riktning i rummen kontrollerades med rökpistol. Det visade sig då att knappast någon luft kom in från uteluftsventilerna. Istället såg frånluftsdonen luft från kapprummet i mittdelen (frånluftsdonen i lekrummet var placerade nära kapprummet). Inte ens genom att skapa kraftigt undertryck i mittdelen gick det att vända luftströmmen så att uteluft kom in via uteluftsdonen.

Resultatet blev att denna huvudinställning endast provades under 2

driftfall med 1 oms/h under sommaren och 1,4 oms/h under hösten. Se schemat nedan.

Man kan alltså konstatera att detta system skulle varit inbyggt i hela barnstugan om det skulle ha fungerat som avsett.

Tabell 1.2 ger en översikt över när i tiden olika **huvudinställningar** (de tre beskrivna), dvs kombinationer av uppvärmnings- och ventilationssystem provats. Inom varje huvudinställning har olika uteluftsflöden provats, vilket resulterat i totalt tolv olika **driftfall**. Vissa driftfall har provats vid flera tillfällen, vilket gett totalt 21 omställningar av systemen, eller **systeminställningar**.

Tabell 1.2: Schema över de olika driftfallen för värme och ventilation

Inställning nr	Start för inställning	Huvudin-ställning	Driftfall nr	Luftväxling oms/h	Kommentarer
1	3 feb-87	Vattenburen värme, FTX-ventilation	1	3	
2	1 juni-87	"-	2	4	
3	24 aug-87	"-	3	2	
4	6 okt-87	"-	1	3	
5	1 nov-87	"-	4	5	
6	1 dec-87	"-	2	4	
7	15 jan-88	"-	1	3	
8	29 feb-88	"-	3	2	
9	11 apr-88	"-	1	3	

Forts. tabell 1.2: Schema över de olika driftfallen för värme och ventilation

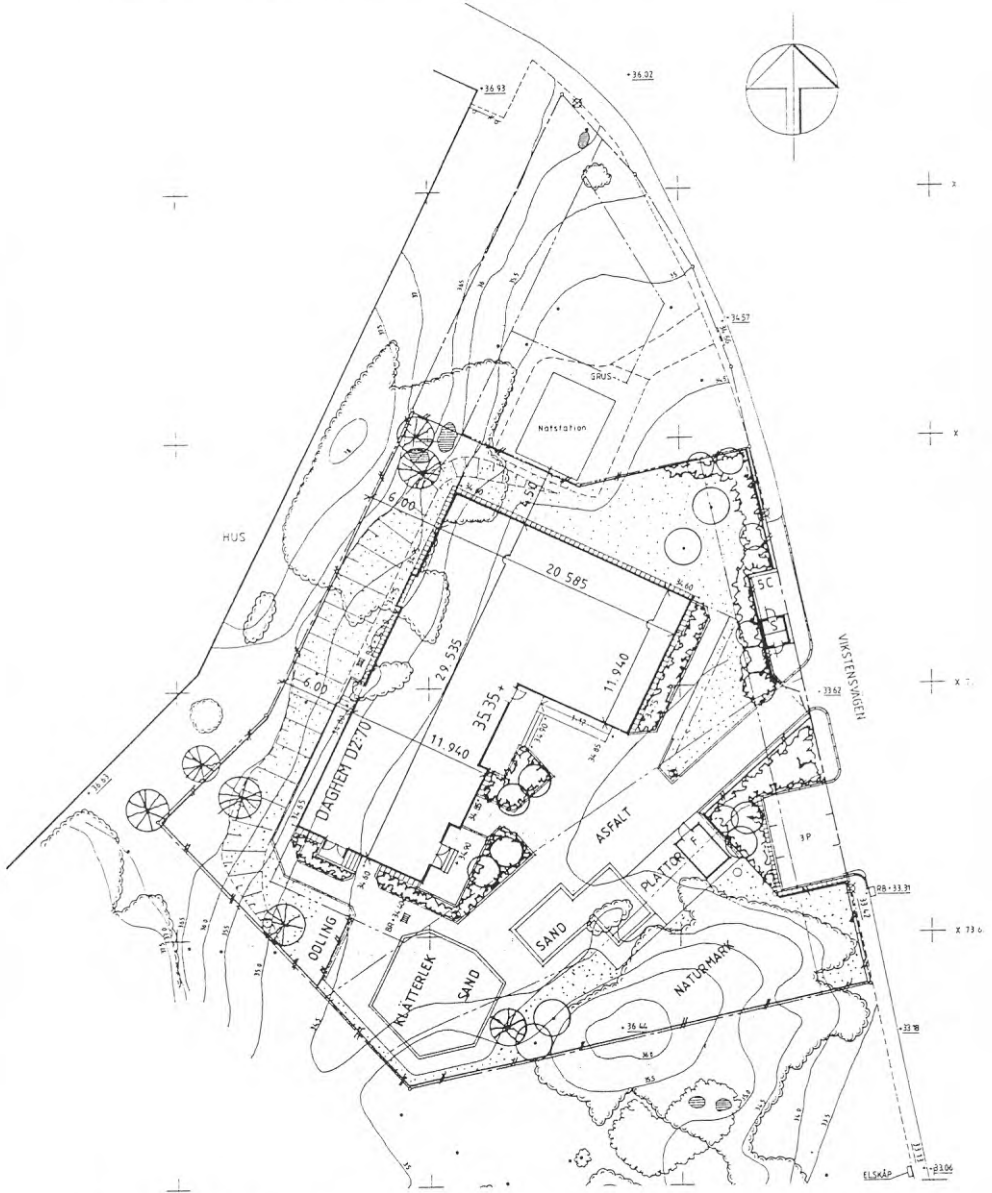
Inställning nr	Start för inställning	Huvudin-ställning	Driftfall nr	Luftväxling oms/h	Varav återluft	Kommentarer
10	9 maj-88	Luftburen värme, FTX-ventilation	5	5	0%	
11	9 sep-88	"-	6	3	0%	
12	30 sep-88	"-	5	5	0%	
13	2 nov-88	"-	7	3,5 +(1,5)	30%	(1,5)= oms återluft per timme.
14	14 dec-88	"-	8	2 +(3)	60%	
15	27 jan-89	"-	9	0,5 +(4,5)	90%	
16	17 feb-89	"-	10	Återluft variabel med utetemperaturen.		Fel på återluftspjäll.
17	18 apr-89	"-	1	3	0%	

Forts. tabell 1.2: Schema över de olika driftfallen för värme och ventilation

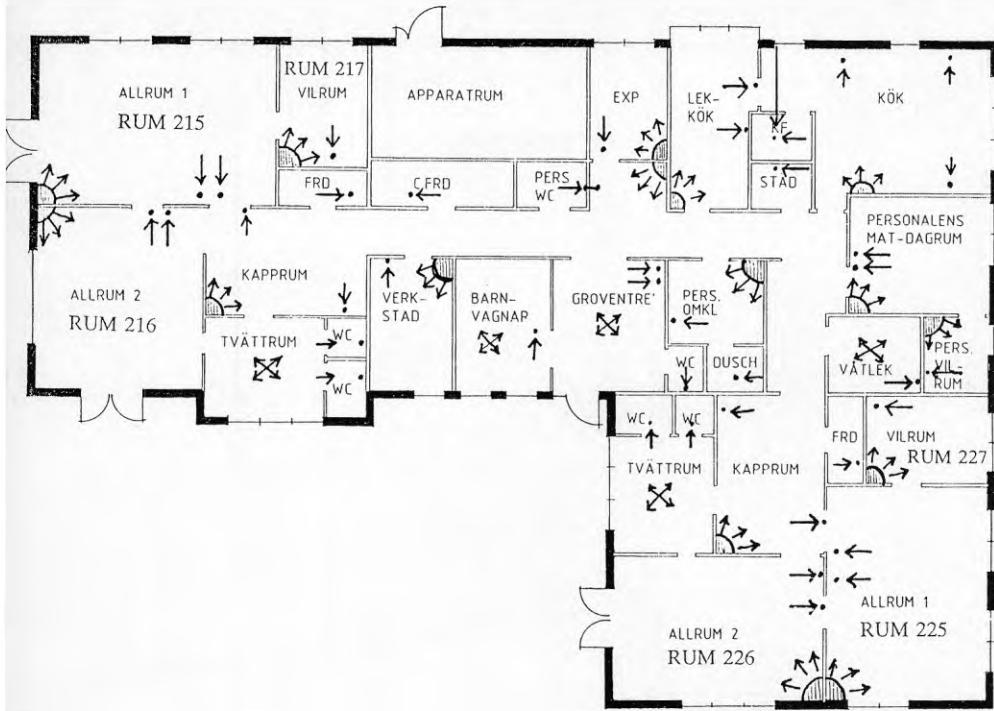
Inställning nr	Start för inställning	Huvudin-ställning	Driftfall nr	Luftväxling oms/h	Kommentarer
18	8 maj-89	Vattenburen värme, F-ventilation	11	1	
19	7 aug-89	"-	12	1,4	Avbröts p g a dålig funktion.
20	16 okt-89	Vattenburen värme, FTX-ventilation	1	3	Tilluftdon och frånluftsfönster felställda.
21	18 jan-90	"-	1	3	Slutinställning.

1.5 Referensbarnstugan i kvarteret Understen

Under senhösten 1988 färdigställdes en typbarnstuga i kvarteret Understen i Kärrtorp. Vissa parallella mätningar och enkätundersökningar har genomförts i denna barnstuga.



Figur 1.6: Inplacering av referensbarnstugan i kvarteret Understen.



Figur 1.7: Planlösning för barnstugan Understen. Till- och frånluftsdonens placering finns angivna, liksom rumsnummer.

Det är en friliggande barnstuga med två avdelningar. Den representerar den utformning som gäller för Stockholms stads friliggande typbarnstugor och som i flera avseenden överensstämmer med Molntappens utformning. Den har i stort sett samma planlösning, likadan grund, samma takhöjd (270 cm) och liknande materialval, bortsett från att det är målad väv på väggarna i lekrum och tvätttrum istället för Molntappens träpanel respektive högtryckslaminat.

Det som skiljer är bland annat värmen och ventilationen. Understen värms med elradiatorer. Ventilationen är s k deplacerande, till skillnad från Molntappen där olika former av omblandande ventilation har prövats. Det är framförallt **jämförelsen med den deplacerande ventilationen som bedömts som intressant att följa upp i detta projekt.**

Den deplacerande ventilationen fungerar så att uteluften tas in genom lågimpulsdon som står på golvet i varje rum (Gavleverkens, 600 mm höga). Tilluften är något svalare (ca 19°C) än rumsluften (ca 21°C)

och skall därför "rinna ut" på golvet och sedan stiga uppåt mot taket. Genom denna s k "kolvströmning" blir luften i vistelsezonen hela tiden den yngsta och renaste, medan den äldre och mer förorenade luften sugas ut genom frånluftsdon i taknivå.

2. Teknikvärdering

2.1 Utgångspunkter - hypoteser

Johnny Andersson, Marie Hult

Den grundhypotes som var utgångspunkten för teknik- och materialvalet i Skarpnäckbarnstugan var att **det går att bygga ett tätt hus med bra inneklimat om:**

- konstruktionerna är fuktsäkra och köldbryggorna minimerade,
- ventilationen ger tillräckliga flöden med god luftutbyteseffektivitet,
- byggnadsmaterialen är väl valda med avseende på emissioner och avspjälkning av föroreningar.

I detta kapitel värderas de valda lösningarna utifrån denna grundhypotes.

Utvärderingen visar att inneluften har låg halt av föroreningar (även när ventilationen varit avstängd), vilket indikerar att materialvalet varit tillfredsställande. Luftkvaliteten har fått högt betyg av personalen när ventilationsflödena varit tillräckliga. Även den termiska komforten har upplevts som god av personalen - även om man gärna skulle vilja ha varmare golv (dvs högre än 20°C ytemperatur). Mätningarna av de termiska klimatparametrarna visar också på mycket bra värden.

Dessa resultat har uppnåtts trots att grundkonstruktionen inte varit helt fuktbeständig. Den mögelpåväxt som tidvis förekommit i grunden har inte kunnat visas påverka inneklimatet. Man kan säga att den valda kryprumskonstruktionen, i det utförande den här fått, varit en riskkonstruktion, men med den fördel som alla "gågrunder" har; att den är besiktningsbar och att möjligheterna att åtgärda ett mögelangrepp är bättre än vid en platta på mark.

Syftet med experimentmöjligheterna i Molntappen och undersökningarna i referensbarnstugan när det gäller värme och ventilation var följande:

Syfte 1

- Att prova **vattenburen radiatorvärme kontra luftburen värme.**

Syfte 2

- Att prova **omblandande ventilation (Molntappen) kontra deplacerande (Understen)**, samt att testa **den donplacering som använts i systeminställning 1 och 2** med avseende på luftutbyteseffektivitet och termisk komfort. Donplaceringen valdes framför allt med tanke på att det luftburna systemet skulle fungera optimalt. Det är bakkantsinblåsning (tillluftsdonen är placerade nära takvinkeln på de väggar som motstår ytterväggarna) genom många små don och frånluftsevakuering i underkant av motstående yttervägg (via spirokanaler med c/c 60 cm).

De fördelar som diskuterades på planeringsstadiet med denna donplacering var:

- o att en diagonal placering av donen minskar risken för kortslutningseffekter och är mer robust mot förändringar av tilluftstemperatur, kastlängder etc än t ex lösningar där till- och frånluftsdon är placerade intill varandra på vägg eller där både till- och frånluftsdon sitter i taknivå. Det bedömdes således att sannolikheten borde vara större att uteluften med denna donplacering verkligen tillförs vistelsezonen.
- o att besvärande drag från ventilationen minskas genom högt placerade tilluftsdon - särskilt i en barnstuga med högre rumshöjd än normalt.
- o att frånluftsevakueringen vid golvets kant mot yttervägg skulle värma golvet något och därmed ge bättre termisk komfort.
- o från inrednings- och möblerbarhetssynpunkt passar det bäst i en barnstuga med tilluftsdonen högt på innervägg eller i tak.

De nackdelar som diskuterats med denna donplacering var:

- o att den mest förorenade luften (närmast frånluftsdonen) dras ned i den zon där barnen vistas mest - i golvnivån.
- o det framfördes också tveksamheter från vissa håll mot att en

sådan donplacering verkligen skulle ge god luftutbyteseffektivitet när tilluften var varmare än rumsluften. Risken skulle då finnas att luften stryker längs taket och ytterväggen och inte kommer ner i vistelsezonen förrän framme vid ytterväggen.

Deplacerande ventilation diskuterades som ett av de alternativa förslagen även när barnstugan Molntappen projekterades. Vid denna tid hade emellertid deplacerande ventilation huvudsakligen använts i fabrikslokaler. De installationer som fanns i kontorshus visade på problem med golvdrag och nedkylda vrister. Eftersom verksamheten i en barnstuga till stor del bedrivs på golvet valdes inte denna lösning. Senare har dock deplacerande ventilation införts på Stockholms typbarnstugor (ett 20-tal) och det ansågs då lämpligt att välja en av dem, barnstugan Understen med deplacerande ventilation, som referensobjekt till Molntappen.

Syfte 3

- Att prova **cirkulationsluft** med olika grad av återluftsinblandning.

De fördelar som framhölls med detta var;

1. att cirkulationsluft kan filtreras effektivare från partiklar,
2. att CO₂-halten kan utjämnas mellan för tillfället befolkade och obefolkade rum inom resp. avdelning och därmed totalt sett hållas lägre i vistelsezonen med ett lägre uteluftsflöde,
3. att luften skulle bli mindre torr genom att den av verksamheten befuktade luften inte vädras ut så snabbt, utan återcirkulerar.

Nackdelar som påtalades var att halten av lättflyktiga organiska ämnen samt lukter genom återluftföringen skulle kunna öka i inneluften och spridas mellan olika rum. Det är framför allt i byggnader med hög halt lättflyktiga organiska föroreningar (s k VOC) som upplevelse av "sjuka hus"-symptom förekommit. Ett skäl till att prova system med cirkulationsluft just i denna barnstuga var dock att byggmaterialen valts med särskild omsorg för att minimera emissioner av VOC från byggnadsmaterial. Ytterligare tveksamheter inför systemet med återluft var att det ofta i praktiken är svårt att kontrollera hur stor andelen återluft är (återluftspjällen har i regel ingen större precision i inställningen) och hur nedsmutsade kanalerna blir.

Syfte 4

- Ambitionen fanns också att på ett systematiskt sätt undersöka om **ett rent frånluftssystem i en barnstuga** belägen i Stockholm (huvudinställning 3) kan ge bra luftkvalitet utan att ge dragproblem. Hypotesen var att lägre luftflöden skulle kunna användas vid denna systeminställning därför att uteluft som tas in direkt i fasad (utan behandling och transport i långa kanaler) skulle uppfattas som fräschare, även pga att den ofta är svalare än centraltilluft. Detta experiment gick inte att genomföra. Se kapitel 1.

Syfte 5

- Att testa **olika luftflöden** i samma utrymmen och med samma barn- och personalgrupp vid olika tillfällen. Flödena har ju varierats inom var och en av de tre systeminställningarna. Detta gav tillsammans ett antal perioder där följande luftväxlingar prövades: 0,5, 1,0, 1,5, 2,0, 3,0, 4,0 och 5,0 oms/h.

Syfte 6

- Att följa upp hur den **nattavstängning av ventilationen** som tillämpas vid de flesta av Stockholms barnstugor påverkar inneklimatet.

Utöver detta ingick i experimentet att pröva några speciella tekniska lösningar. Det gällde:

1. Den **självdraagsventilerade torpargrunden**
2. Ett **annorlunda materialval** än det som var gängse vid denna tid i typbarnstugorna. De speciella material som valdes var:
 - o Träpanel med vattenbaserad lasyr på väggarna i lekrum och korridor
 - o Högtryckslaminat i våtrum på väggar (våtlek, tvättrum, toaletter).
 - o Golvspånskivor med speciellt låg emission av formaldehyd (E1-klass, som numera är standard i Sverige)
 - o Vattenbaserade färger och limmer som valts med

särskild omsorg för att minimera emission av föroreningar. Speciellt eftersträvades låg halt av monomerer, terpentin, ammoniak och formaldehyd.

I övrigt hade materialvalet vid Stockholms barnstugor redan förbättrats (från och med 1981) med avseende på emissioner. Bland annat hade väggspånskivor bytts ut mot dubbla gipsskivor, plastmattor mot linoleummattor i lekrummen samt plasttapeter och väggplastmattor mot målad glasfiberväv i tvättrummen. Spånskivorna i skåpsnickerier är numera av bättre kvalitet med låg formaldehydavgivning.

3. **Frånluftsfönster**, dvs fönster som under perioden med luftburen värme användes som kompletterande frånluftsdon. Förutom att luften under denna huvudinställning sögs ut via donen i underkant på yttervägg sögs den också ut mellan innerrutan och de två yttre fönsterrutorna i lekrummens fönster.
4. **Elvärmeslinga i golv längs yttervägg**. En elvärmekabel drogs i tomrör som lades i en kabelränna 4x20 cm (för att inte isoleringen skulle komma i beröring med SP-rören med värmekabeln). Kabelrännan är placerad i trossbotten under övre flänsen på lättbalken som bär upp golvspånskivan. Avsikten med värmekabeln var att åstadkomma en behagligare golvtemperatur. Den prövades intermittent under huvudinställning 1.

2.2 Grunden

Golvet är lagt på torpargrund med lättbalkar av masonite. Mellan balkarna mot kryprummet ligger boardskivor. (Se utförligare beskrivning i kapitel 1). Kryprummet är självdragsventilerat. Ventileringen sker med ett stort antal uteluftsventiler längs kantbalkarna. I båda ändar av huset har dubbla spirokanaler dragits från kryprummet och upp över tak för att grunden skulle kunna ventileras mekaniskt om det skulle behövas.

Barnstugan ligger söder om en kulle med naturmark. I denna kulle finns ett vattendrivande skikt, som var djupare än vad som framgick av den markundersökning som gjordes. Den dränering som lades norr om huset förlades således inte tillräckligt djupt. En dränering finns

också i gågraven mitt i kryprummet i husets längdriktning. Genom att den utvändiga dräneringen varit otillräcklig har vatten runnit ner norrifrån till dräneringsgraven i mitten. Detta har lett till att gruset på norra delen av kryprumsbotten och kring själva dräneringsgraven varit fuktigare än gruset i övrigt.

Under den varma sensommaren 1988 uppstod ett mögelangrepp i kryprummet. Det var framförallt en över dräneringsgraven dragen valedning, som angreps på den utvändiga isoleringen av asfaltpapp. Även boardskivorna på undersidan av trossbotten fick angrepp på några ställen. Möglet, som var begränsat till den nordvästra halvan av huset, avlägsnades genom att en blandning av 1 dl Klorin och 3 dl vatten ströks med trasa på utsatta ställen. Därefter täcktes de nordvästra delarna av kryprumsbotten med plastfolie.

Hösten 1988 grävdes marken norr om byggnaden upp för att undersöka möjligheten att förbättra dräneringen. Man kunde dock konstatera att det behövdes en djupare förläggning av dräneringen, men att detta krävde sprängning, vilket inte var möjligt så nära byggnaden. Man nöjde sig därför med en komplettering av ytvatten-dräneringen på samma höjdnivå.

Våren 1991 kom ett nytt mögelangrepp, men denna gång enbart på den nordöstra sidan av huset, dels på boarden, dels på gruset i schaktgraven. Efter ny sanering med klorin har nu kramlad plast lagts i hela barnstugans kryprumsbotten (även i schaktgraven). Spirokanalerna från kryprummet till taket har också försetts med frånluftsfläktar som slår på automatiskt när den relativa luftfuktigheten i kryprummet blir högre än 85%.

Man kan då fråga sig om denna typ av grundkonstruktion ska betraktas som en riskkonstruktion. Stockholms stad har nu byggt ett 20-tal barnstugor med självdragsventilerad torpargrund. De flesta har dock lagts på berggrund. Enligt Stockholmshem AB, som förvaltar dessa barnstugor, är det endast en barnstuga till, förutom Molntappen, som fått ett mögelangrepp. Den andra barnstugans mögelangrepp orsakades av en ovanligt kraftig vattentillströmning vid smältning av upplagda snömassor i samband med att bygget pågick. Efter sanering, före inflyttning i detta fall, har något ytterligare mögelangrepp inte förekommit.

Vid en rundresa som gjordes i april 1990 (Hyppel, Levin, Holmgren, Hult) till 5 barnstugor med denna grundkonstruktion kunde konstate-

ras att inget synligt mögel och ingen lukt förekom i någon av dessa grunder. De senaste byggda av dem har redan från början försetts med klamrad plastfolie mot marken. Stockholms hem uppger sig allmänt ha betydligt mindre problem med dessa grunder än med den gamla konstruktionen för barnstugor - platta på mark med flytande golv, d v s ovanpåliggande isolering.

Ändå får nog den självdragsventilerade torpargrunden betraktas som en riskkonstruktion, som behöver förses med både "hängslen och svångrem" för att garanterat vara mögelfri. Framför allt måste kapillärbrytning och dränering göras perfekt. Det är viktigt att övervaka att det inte blir för kallt och fuktigt i kryprummet under de perioder då det är varmt ute. Då kan kondens bildas på ytorna i kryprummet, vilket ger grogrund för mögelpåväxt. En markisolering på kryprumsbotten kan också vara ett sätt att förbättra konstruktionen genom att temperaturen i kryprummet höjs något.

Beträffande förslag till grundkonstruktioner för barnstugor, se kapitel 3.

2.3 Klimatskärmen

Principen som tillämpades med förtillverkade yttervägselement och takstolar, innebar att barnstugans klimatskärm restes på mycket kort tid. Detta innebar att allt invändigt byggnadsarbete sedan kunde ske under tak och att ytskiktmaterialen kunde lagras torrt. Värme och ventilation kunde också sättas igång i ett tidigt skede så att huvudparten av föroreningarna från målningsarbetena var utvädrade när barnstugan togs i bruk.

I samband med slutbesiktningen termograferades ytterväggar, golv, tak, anslutningar och infästningar. Termograferingen visade att köldbryggorna var små.

2.4 Takhöjden

Den högre takhöjden som denna barnstuga fått (270 cm mot normalt 250 cm) upplevs både visuellt och klimatmässigt ge en bättre miljö. Den har också visat sig vara ekonomisk då den underlättar invändig dragning av ledningar och kanaler i mittkorridoren. Vilken betydelse den har för inneklimatet har inte kunnat studeras närmare i detta

projekt. Tänkbara fördelar är:

- mindre drag från tilluftsdonen eftersom de kommer högre upp på väggen,
- den mest förorenade luften samlas i taknivå och kommer ovanför andningszonen med större säkerhet om rummet är högre,
- materialemissionerna blir mindre påtagliga genom att ytskiktetsarean som kan emittera föroreningar blir mindre per luftvolymenhet i ett rum med högre tak,
- i barnstugor med deplacerande ventilation behövs helst en rumshöjd på 3 m (och en luftväxling på minst 3 oms/h) för att kolvströmningseffekten skall bli optimal. (Sandberg, M, tidskriften Byggforskning 5:1989).

Alla nya typbarnstugor som byggs i Stockholm har nu takhöjden 270 cm.

2.5 Materialvalet

Materialvalet har av såväl personal som föräldrar upplevts som positivt och har inte gett sig tillkänna genom någon utpräglad lukt, annat än i inledningsskedet när huset var helt nybyggt.

Den laserade träpanelen upplevs skapa en trivsamt miljö.

Väggytor av högtryckslaminat i tvätttrum, dusch och i våtstegen är lättskötta och luktfria. Barnen har målat med fingerfärg direkt på laminatytorna i våtstegen. Färgen går lätt att tvätta bort och man slipper de färgrester som annars fastnar i skarvarnas fogmassa mellan kakelplattor. Dessa kakelfogar blir också lätt grogrund för mögelpåväxt i våtrum.

Linoleummattorna hade en kärvt yta när huset var nytt, vilket gjorde att städerskan tyckte de var svårstädade. Denna kärvhet försvann emellertid efter en tids nötning och sedan dess har golven varit lättstädade. En särskild lukt sprider sig dock i huset vid våtmoppning av mattorna, liksom vid påläggning av ny polish. Städmetoden är dammsugning och daglig våtmoppning med mildt städmedel, typ handdiskmedel. Polishbehandling har gjorts en gång i barnstugan

Molntappen under utvärderingsperioden. Fördelar med linoleum-mattan är dels att den har låg emission av föroreningar, (åtminstone den här använda typen), dels att den inte kräver så starka rengöringsmedel. De senare utgör annars en vanlig emissionskälla inomhus.

Spånskivor finns dels i golvet (där de är av E1-klass, som avger högst 0,1 viktsprocent fri formaldehyd), dels i skåpsnickerier, som avgav högst 0,4 viktsprocent fri formaldehyd. Det senare var standard vid denna tid. Trots dessa spånskivor har formaldehydhalten i rumsluften kunnat hållas under 0,04 ppm, vilket är långt under gällande gränsvärde (0,2 ppm) och i överensstämmelse med det mål som sattes upp i kravspecifikationen för barnstugan.

Även den låga totalhalten av lättflyktiga organiska föroreningar (TVOC= Total Volatile Organic Compounds) i inomhusluften tyder på att färg- och limvalet samt materialvalet i sin helhet ger låg emission.

Det första året kunde man på kromatogrammen över luftföroreningar hitta ett litet överskott (i förhållande till uteluften) av främst akrylater, som troligtvis härstammade från färger och limmer. Denna "topp" försvann emellertid efter första året. Den har sedan istället avlösts av en liten förhöjning av halten terpenener i förhållande till uteluften. Terpenerna härstammar troligtvis främst från träpanelen. Eftersom träpanelen är laserad har det dröjt ett par år innan terpenerna trängde ut i luften. Problembarnstugornas relativt höga halter av toluen, bensen och styren har inte återfunnits i Molntappen.

Parallella mätningar av TVOC har också gjorts i barnstugan Understen. Även denna barnstuga har uppvisat låga TVOC-halter och är genomtänkt med tanke på emissioner från byggnadsmaterial och inredning. Vid ett tillfälle utfördes mätningar nattetid (då ventilationen var avstängd) i ett av allrummen (Rum 215) i båda barnstugorna samtidigt för att få en uppfattning om huruvida de extra ansträngningar som gjorts i Molntappen när det gäller materialvalet, haft någon betydelse. Man kunde konstatera (avsnitt 6.2.2) att TVOC-halten på natten steg 3,1 gånger i Molntappen jämfört med på dagtid, medan TVOC-halten i Understen steg med 3,6 gånger. Skillnaderna är små, men kan möjligen tolkas som att ytskiktsmaterialen i Molntappen har en något lägre emission än materialen i Understen.

2.6 Värme och ventilation

2.6.1 De olika huvudinställningarna i Molntappen

Tidsschemat för och utformningen av de tre huvudinställningarna (grundkombinationerna) och de totalt tolv olika driftfallen som prövats i Molntappen för värme och ventilation finns redovisat i kapitel 1.

Bortsett från den misslyckade och förkortade perioden med vattenburen värme och frånluft (huvudinställning 3), har de olika driftfallen i stort sett fungerat som avsett. Några undantag finns dock.

Det luftburna systemet gav för mycket värme i hela barnstugan i maj 1988, dvs strax efter injustering av denna huvudinställning. Detta orsakades av fel börvärdesinställning för givaren i frånluftskanalen. Personalen karakteriserade då inneklimatet som "växthusliknande".

Under en period, hösten 1989, med vattenburen värmen och FTX-ventilation (huvudinställning 1) var dongallren inte omriktade och frånluftsfönstren inte igensatta efter en tidigare inställning, vilket ledde till låg luftutbyteseffektivitet och klagomål, se nedan.

Vattenburen värme och FTX-ventilation (Huvudinställning 1)

Den huvudinställning som blev mest uppskattad av personalen, och som blivit den som ställts in efter utvärderingperiodens slut, är vattenburen värme med FTX-ventilation (huvudinställning 1) och flöden som ger $2,3 \text{ l/s, m}^2$ (3 oms/h). Tilluftstemperaturen vid denna inställning har varit konstant kring 18°C (förutom när det varit högre temperatur än 18°C ute). Detta har visat sig vara en bra tilluftstemperatur, dels för att få bra luftutbyteseffektivitet, dels för att reducera överskottsvärme.

Då den misslyckade frånluftsinställningen togs bort i oktober 1989, återställdes alltså huvudinställning 1 med 3 oms/h.

Det visade sig emellertid i enkäter att personalen ändå inte tyckte att luften var bra. Vid okulärbesiktning i början av januari 1990 konstaterades dels att frånluftsfönstren inte satts igen dels att tilluftsdonens galler inte riktats om efter huvudinställning 2. (Vid huvudin-

ställning 3 som gällt strax före 1 användes aldrig tilluftsdonen utan uteluftsventiler, eftersom det var F-system.) Vid inställningen med den luftburna värmen var flödet hela tiden 5 rumsvolymer per timme. För att inte få drag vid detta höga flöde måste dongallren riktas nästan horisontellt. Under huvudinställning 1 med det lägre flödet som gav 3 oms/h måste emellertid dongallren riktas något nedåt för att tilluftsflödet skulle komma ner i vistelsezonen. Annars blev det s k kortslutning. Denna justering gjordes den 18 januari 1990 och genom studier med rökpistol kunde konstateras att luften därefter blandades effektivt i vistelsezonen.

Under hösten 1989 hade personalen också mycket annat att tänka på. Nya småbarn skulle vänjas in och barnantalet utökades från 12 per avdelning till 16 per avdelning. Även personalgruppen skulle utökas med en anställning per avdelning. Samtidigt blev naturligtvis luftkvaliteten sämre än förut genom att antalet personer som vistades på avdelningarna nu var betydligt större. Det tillkom således ytterligare fyra barn och en vuxen per avdelning. Beredskap fanns att mot denna bakgrund öka luftflödet till mer än 3 oms/h. Det visade sig emellertid vara tillräckligt med 3 oms/h enligt personalens bedömning, efter det att ventilationen justerats så att luftutbyteseffektiviteten blev optimal.

Luftutbyteseffektiviteten vid detta driftfall, uppmätt under uppvärmningssäsongen, var drygt 47% i genomsnitt, vilket får anses vara bra för ett omblandande system, där den maximalt kan bli 50%.

Efter att detta genomförts har personalen ansett att luftkvaliteten varit bra.

Luftburen värme (Huvudinställning 2)

Luftvärmesystemet i daghemmet Molntappen utnyttjade principen med bakkantsinblåsning, dvs den varma tilluften tillfördes rummen nära tak på ena innerväggen. Frånluften sögs ut dels nära golv på ytterväggarna och dels genom s k frånluftsfönster, dvs via en luftspalt mellan glasrutorna i fönster och fönsterdörrar.

Tilluftstemperaturen under uppvärmningssäsongen blir naturligt högre vid luftburen värme än vid radiatorvärme eftersom tilluften här skall svara för byggnadens uppvärmning. I Molntappen har tilluftstemperaturen legat inom intervallet (19-24°C) under huvudinställning 2. Luftflödet var större (5 rumsvolymer per timme) än under inställning

1. Dongallren fick riktas nästan horisontellt för att inte draget skulle bli för stort i vistelsezonen. Tack vare det stora luftflödet erhöles ändå en relativt bra omblandning - och därmed luftutbyteseffektivitet (45% i genomsnitt) - med den luftburna värmen.

Under denna huvudinställning har olika grad av återluftsinsblandning prövats (0%, 30%, 60% och 90%). Vid 0% återluftsinsblandning (5 oms/h uteluft) bedömde personalen i 67% av svaren att luftkvaliteten var "behaglig". Vid 30% återluftsinsblandning (3,5 oms/h uteluft) gjordes denna bedömning i 57% av svaren. Vid 60% återluftsinsblandning (2 oms/h uteluft) ansågs i 11% av svaren att luftkvaliteten var "behaglig", medan den ansågs som "acceptabel" i 75% av svaren. I det senare fallet tyder dock miljöförvaltningens mätningar på att det verkliga uteluftsflödet var högre än 2 oms/h. Under en kort period vintertid prövades också 90% återluftsinsblandning. Det innebar att uteluftsflödet var 0,5 oms/h. Under denna period upplevde personalen en klart försämrad luftkvalitet och klassade luften som "obehaglig".

När det gäller värmen upplevde personalen framför allt skillnaderna mellan avdelningarna mer markant under denna huvudinställning. Tilluftstemperaturen reglerades genom en temperaturgivare i frånluftskanalen i apparatrummet strax före ventilationsaggregatet. Givaren känner ett medelvärde av frånluftstemperatur från de två avdelningarna.

Värmebehovet skiljer sig mellan avdelningarna på grund av orienteringen. Avdelningen mot SO har betydligt mer solinstrålning än den mot NV. Styrningen med en genomsnittlig frånluftstemperatur gjorde då att avdelningarna fick olika innetemperatur, speciellt under soliga dagar. Det största problemet har varit att temperaturen blivit för låg på NV-avdelningen. Frånluftsfönstren på SO-avdelningen gjorde troligtvis att problemet med övertemperaturer blev mindre. Å andra sidan förhöjdes frånluftstemperaturen ytterligare något genom att den varma luften från fönsterrutorna återfördes. Detta medförde att givaren i frånluftskanalen gav mindre värme till tilluften. Det finns en minimibegränsning på givaren som gör att den begränsar tilluftstemperaturen vid (som den uppfattar av frånluftstemperaturen) minskat värmebehov.

Solinstrålningseffekten syns tydligt i figur 2.1, där frånluftstemperaturen från avdelningarna uppmätts under fyra dygn. Temperaturer i frånluftskanaler uppmättes 24-28 oktober 1988 i fläktrummet.

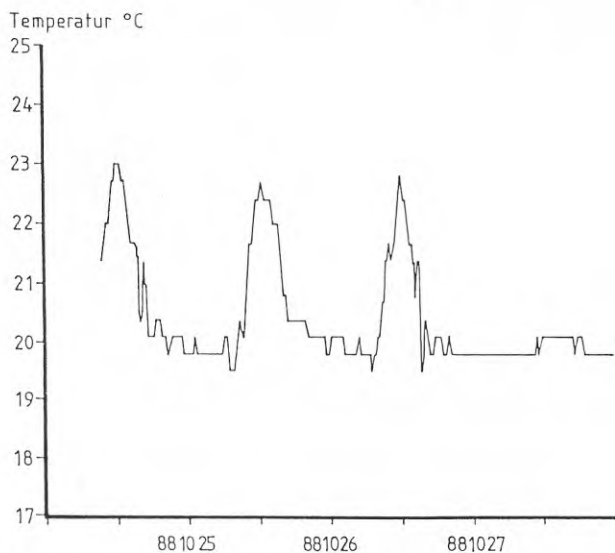
Temperaturerna i rummen kan avvika något i förhållande till dessa värden. Å andra sidan är det viktade medelvärdet av de uppmätta temperaturerna den som givaren känner. I diagrammen visas temperaturkurvor för den varmaste och den kallaste kanalen. Dagarna 24 och 25 oktober var soliga. Även den 26 var solig, men det mulnade på eftermiddagen. Den 27 var mulen med viss nederbörd. Temperaturer och nederbörd från Bromma framgår av tabell 2.1. Temperaturhöjningen pga solinstrålning för SO-avdelningen korreponderar mot temperatursänkningen på NV-avdelningen (figur 2.2).

Tabell 2.1: Utetemperatur och väderleksförhållanden rapporterade för Bromma flygplats 24-27 okt 1988.

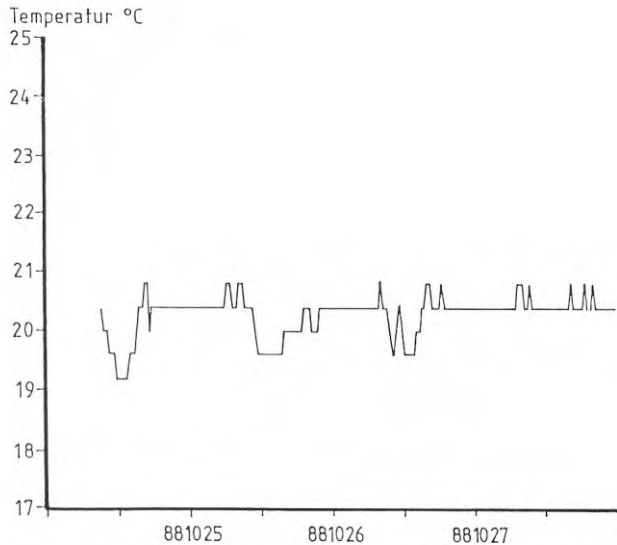
Dygn	Temperatur, °C			Nederbörd mm	Väder
	Medel	Max	Min		
24	-0,9	5,5	-2,6	0	Klart
25	-0,9	1,6	-3,0	0	Klart
26	1,5	4,6	-2,3	3,7	Klart-mulnande
27	6,3	9,3	1,4	17,1	Mulet

Driftstörningar var mer vanliga under perioden med luftburen värme än under huvudinställning 1. Framför allt var återluftspjället opålitligt och det hände vid ett par tillfällen att det "trillade ner" och gav 100% återluft under den period när andelen återluft skulle regleras efter utetemperaturen.

Om luftburen värme skall användas i barnstugor krävs en bättre anpassning till verksamheten och bättre fungerande system. Det höga flödet som använts vid det luftburna systemet (5 oms/h) har accentuerat dragproblem i golvnivå och närmast fönstren.



Figur 2.1: Frånluftstemperatur från rum 226 (matrum) samt södergavel i rum 225 (allrum), avd SO. Temperaturhöjningen pga solstrålning syns tydligt. Under den mulna dagen uteblir höjningen. (Luftflöde 122 l/s, varav 54% genom frånluftsfönster).



Figur 2.2: Frånluftstemperatur från rum 215 (allrum) och 217 (vilrum), för avdelning NV. Som synes korresponderar temperatur-sänkningarna med höjningarna i figuren ovan. (Luftflöde 142 l/s, varav 25% genom frånluftsfönster).

Detta kan givetvis undvikas med don där kraven på flexibilitet i luftflödet är mindre än i fallet Molntappen och som är bättre anpassade för de höga flödena. Under dagar med hög utomhus-temperatur har också den höga luftväxlingen orsakat höga innetemperaturer.

Överhuvudtaget måste höga krav ställas på projekteringen och samordningen i detta led för att få luftburen värme att fungera på ett tillfredsställande sätt. Exempelvis kan det vara svårt att få tillräcklig värme i rum som av byggnadstekniska skäl (t ex hörnrum) är kallare än andra rum, liksom i rum som ligger långt från aggregatet. Luften hinner kylas av innan den når rummet.

Utvärderingen av elanvändningen visar entydigt att huvudinställningen med den luftburna värmen drar betydligt mer el än huvudinställningen med vattenburen värme och FTX-ventilation. Vid t ex ett uteluftsflöde på 5 oms/h var elanvändningen med vattenburen värme och FTX-ventilation ca 86 MWh för en uppvärmningssäsong (exkl. tappvarmvatten) och med luftburen värme ca 118 MWh för samma tid. Det betyder 37% högre elanvändning vid luftburen värme. Vid luftburen värme åtgår mer el till fläktar än vid vattenburen. Byggnaden ventileras dygnet runt för att inte värmen ska slås av. Värmedistributionsförluster genom oisolerade ventilationskanaler i undertak vid luftvärmerna kan också ha inverkat till den högre elanvändningen vid luftburen värme.

En nackdel är att det luftburna systemet, för att vara ekonomiskt, kräver återluftsinblandning. Detta innebär att rum med lukt-, förorenings-, och fuktalstrande verksamheter (förutom kök även toaletter, skötrum, våtlek och verkstad) måste ha separerad ventilation. Stor vikt måste också läggas vid att hålla frånluftskanaler och filter rena eftersom luften återförs till rummen.

Vattenburen värme och F-ventilation (Huvudinställning 3)

Försöket med denna huvudinställning fick avbrytas på grund av att det inte fungerade som beräknat eftersom det endast tillämpades i en del av byggnaden. Se redovisning av detta i kapitel 1.

2.6.2 Deplacerande ventilation i kv Understen

Parallella mätningar och enkätundersökningar har gjorts i barnstugan i kv Understen, som har deplacerande ventilaton med ett luftflöde på ca 3 oms/h. Uteluft tillförs rummen via lågimpulsdon. Donen är av typ golvdon 600 mm höga från Gavleverken (1986). Tilluften är något svalare än rumstemperaturen och ska därför "rinna" ut på golvet och sedan stiga uppåt. Genom denna s k kolvströmning skall luften i vistelsezonen hela tiden bli den yngsta och renaste, medan den äldre och mer förorenade luften stiger uppåt och sugts ut via frånluftsdon i taknivå. Studier gjorda under de senaste åren verifierar att den kalla luften i golvnivån, genom termisk påverkan, stiger uppåt längs varma kroppar, bland annat människor i rummet, som därmed får den yngsta luften i sin närhet.

Av intervjuerna med personalen i denna barnstuga framgår att man är mycket nöjd med luftkvaliteten i hela barnstugan. Mätningar av luftutbyteseffektiviteten under uppvärmningssäsongen gav resultatet 59% i genomsnitt. (För fullständig kolvströmning gäller 100%.) Detta är högre luftutbyteseffektivitet än i Molntappens samtliga inställningar med omblandande ventilation.

I Understen upplevs dock besvärande drag längs golven och i närheten av donen i de två stora lekrummen på varje avdelning. Det blir särskilt markant när barnen vilar i Allrum 1 och vid lunch och mellanmål i Allrum 2, då alla barnen är samlade i samma rum och ytan även närmast donen måste utnyttjas. Detta har resulterat i att man under vilostunden ställer stora lekkuddar framför donen. I barnstugans övriga rum besväras man inte av drag från donen.

Vid personalens gemensamma månadsenkät ansåg man i Understen vid 75% av frågetillfällena att det var dragigt någonstans i barnstugan. För Molntappens inställning 1 var motsvarande siffra ca 40%, för inställning 2 var den ca 45% och för inställning 3 var den ca 25%.

I Understen tyckte man inte vid något frågetillfälle att golven var behagliga att vistas på (vid samtliga tillfällen svarade man "mindre behagliga" och lade oftast till "kalla") medan ca 30% av svaren vid samtliga inställningar i Molntappen angav att golven var behagliga att vistas på (i övrigt växlade bedömningen mellan "obehagliga" och "mindre behagliga").

Av de tekniska mätningarna (kapitel 6) framgår också att den deplacerande ventilationen i Understen ger höga lufthastigheter 10 cm över golvet. I ett av de uppmätta rummen översteg lufthastigheten 0,15 m/s så långt som 4 meter ut från donet. Högre upp i rummet är däremot lufthastigheterna mycket måttliga.

Enligt förvaltaren, Stockholms hem, är klagomålsfrekvensen när det gäller inneklimatet påtagligt låg i det 20-tal barnstugor som byggts med deplacerande ventilation i Stockholms stad under senare år. Skillnaden mot 70-talets bestånd är mycket stor i detta avseende. Luftkvaliteten tycks ha en större tyngd och påverkar hälsan i betydligt större utsträckning än den termiska komforten inom de variationer vi här har att göra med. Om den deplacerande ventilationen kombinerades med golvvärme skulle det vara en mycket bra lösning för barnstugor. (Denna kombination finns redan i många barnstugor runt om i landet med positiva erfarenheter).

2.6.3 Luftflöden

Ett av syftena med den experimentmöjlighet som byggdes in i barnstugan Molntappen var att systematiskt försöka studera vad som är ett lämpligt luftflöde i en barnstuga, där byggnadsmaterialen valts med särskild omsorg för att minimera emissioner till inneluften.

Erfarenheterna från 1970-talets barnstugor i Stockholm med klimatproblem är att det i regel behövs minst 3 luftväxlingar per timme för att personalen ska uppleva någon förbättring av inneklimatet i dessa byggnader.

Mot bakgrund av slutsatserna i kapitel 4 kan konstateras att ett daghem som Molntappen med lågemitterande byggnadsmaterial ändå balanserar på marginalen med ett luftflöde på 2,3 l/s,m² (i detta fall 3 oms/h) - i synnerhet när barngrupperna blir så stora som 16 barn.

Utvärderingen visar att personbelastningen i en barnstuga har relativt sett större betydelse för behovet av luftflöde än emissionerna från byggnadsmaterialen. Det var först vid luftflöden som gav mindre än 2 oms/h och vid helt avstängd ventilation som personalen reagerat på ett sätt som kan hänföras till materialemissioner (irriterade ögon i några fall) och som mätningarna av lättflyktiga organiska ämnen visade högre halter i rumsluften.

En säkerhetsmarginal, som innebär att man kan öka flödet till åtminstone 3 l/s,m² (i detta fall 4 oms/h) är av stort värde. Enbart mätnoggrannheten (som är 10-15%) kräver en marginal på luftflödet. Då får också daghemmet full flexibilitet att användas som fritidshem med 20 barn per avdelning. Andra fördelar med att dimensionera ventilationsaggregat och kanaler för detta flöde är att forcering kan tillämpas vid speciella situationer, som t ex föräldramöten, vid polishbehandling av golv, ommålning eller om problem uppstår med t ex någon vattenskada. Slutligen ger en ventilationsanläggning som är dimensionerad för ett högre flöde, men som "till vardags" körs med ett lägre flöde, lågt tryckfall i aggregat och kanaler och därmed låg elanvändning och lägre ljudnivåer.

I Molntappen finns möjlighet att öka flödet till nära 4 l/s,m² (i detta fall 5 oms/h).

Den grundinställning som blev mest uppskattad av personalen, och som blivit den som ställts in efter utvärderingperiodens slut ger luftflöden på 2,3 l/s,m² (3 oms/h).

2.6.4 Nattavstängning av ventilationen

I Stockholms barnstugor tillämpas normalt ingen nattsänkning av rumstemperaturen. På så vis undviks forcerad uppvärmning på morgonen.

Däremot tillämpas nattstängning av ventilationen mellan kl 20.00 och 5.00 på vardagar vintertid (sommartid mellan kl 21.00 och 6.00). På lördag-söndag är ventilationen avstängd hela dygnet utom mellan kl 10.00 och 12.00.

Dessa drifttider har också tillämpats för barnstugan Understen och Molntappens huvudinställning 1. Under huvudinställning 2 måste ventilationen vara igång även på natten eftersom den var integrerad med uppvärmningssystemet. Under inställning 3 kördes ventilationen också dygnet runt eftersom flödet var så pass lågt.

I båda barnstugorna har personalen noterat att luften inte är lika fräsch när de kommer på morgonen - särskilt på måndagmorgon - som den blir senare på dagen. I Understen har föreståndaren beskrivit hur man av detta skäl börjar dagen med att slå upp fönstren på avdelningen som öppnar först, vilket kanske innebär att en inte oväsentlig del av den energi man vann med nattstängning av

ventilationen går förlorad.

Styruren för nattavstängningen har inte varit omställda för sommartid. Detta har inneburit att ventilationen slagit på först kl 06.00 på sommarhalvåret. Det betyder att ventilationen bara varit påslagen en halvtimme innan personalen kommer kl 06.30.

De mätningar som gjorts av lättflyktiga organiska ämnen visar också på nästan en tredubbling av föroreningshalten nattetid, när ventilationen är avstängd, (se avsnitt 6.2.2).

Om energibesparing skall åstadkommas med neddragen ventilation bör tidur som klarar omställning till sommartid användas och ventilationen slås på något tidigare, kanske kl 03.00 eller 04.00. Alternativt kan man tänka sig varvtalsreglerade fläktar så att ventilationen dras ned till ett flöde på 1 oms/h nattetid och under helger.

2.6.5 Slutsatser om värme och ventilation

Det kan konstateras att driftfallet med vattenburen värme och FTX-ventilation (Huvudinställning 1) och ett luftflöde på $2,3 \text{ l/s, m}^2$ (3 oms/h) blev den populäraste inställningen. Denna lösning kan således rekommenderas för barnstugor. Utvärderingen har emellertid visat på vikten av att tilluftsdonen är ställbara så att luftens riktning kan ställas in för optimal luftutbyteseffektivitet. En säkerhetsmarginal, som innebär att man kan öka flödet till åtminstone 3 l/s, m^2 (i detta fall 4 oms/h) när det behövs är av stort värde. Detta ger samtidigt bättre förutsättningar för att skapa en effektiv och tystgående ventilationsanläggning. Det är också viktigt att tilluftstemperaturen under uppvärmningssäsongen håller ca 18°C , så att uteluften "sjunker ner" i vistelsezonen.

Deplacerande ventilation ger en ännu bättre luftkvalitet, vilket värderas högt av personalen. Den termiska komforten blir dock sämre, speciellt är draget besvärande; på golvet vid vilstunden och nära donen. Därigenom blir det svårt att nyttja golvytan närmast lågimpulsdonet.

Om deplacerande don skall användas i de stora lekrummen, där barnen ofta är många, bör don med annan utformning väljas så att lufthastigheterna blir lägre. När kv Understen byggdes fanns endast

don med höjden 600 mm för här aktuella luftflöden. Helst bör också deplacerande ventilation kombineras med golvvärme i lekrummen.

Den luftburna värmen (Huvudinställning 2) gav mindre belåtenhet med luftkvaliteten, ojämn värme mellan avdelningarna i olika väderstreck, mer överskottsvärme varma dagar och mer driftstörningar. Den förbrukade också betydligt mer el (35%) än huvudinställning 1.

2.7 Frånluftsfönster

Frånluftsfönstren användes bara under huvudinställning 2, dvs under perioden med den luftburna värmen. Luften sögs då ut både i nederkanten av ytterväggen och mellan rutorna i frånluftsfönstren. Några nackdelar som personalen påtalat med dessa fönster är:

- Bågarna är tjockare än på vanliga fönster och det är därför svårt att öppna och stänga fönstren.
- Det blir en beläggning av damm på hela rutan efter ett tag och speciellt samlas damm nertill vid luftspalten i underbågen. Detta innebär att fönstervävt måste ske oftare än med vanliga fönster. Alternativt kan fönstren kompletteras med filterremsor. Dessa måste då bytas regelbundet och kräver extra arbete.

Några problem med kondens mellan rutorna, som befarades på planeringsstadiet, har emellertid inte förekommit.

Idag görs övriga treglasfönster med så låga U-värden att kallrasen vid fönster är mycket begränsat. Mot denna bakgrund förefaller frånluftsfönstren vara en överspelad och dyr lösning för att uppnå bättre termisk komfort. Fördelen att en viss överskottsvärme från solinstrålning via fönstren kan tas omhand effektivt kvarstår för frånluftsfönstren. Denna effekt är dock inte så stor att fönstren kan ersätta solavskärmning.

2.8 El-värmeslingan i golvkant

Golvvärmeslingorna i lekrummen längs fasaden kopplades på och av intermittent under perioden med huvudinställning 1. Personalen visste inte när slingorna var på- eller avslagna för att inte påverkas i sina

intervjusvar om golvtemperatur.

Någon märkbar effekt i form av varmare golv har inte kunnat noteras när elkabeln varit påslagen. Med den typ av golvkonstruktion som valts i Molntappen, där elkabeln låg i en skyddsränna (för brandrisken) under spånskivan, gick huvuddelen av värmen nedåt i trossbotten istället för att värma spånskivan.

Golven har haft en temperatur kring 20-22°C över hela golvytan under utvärderingsperioden. Detta är både jämnare och varmare än i de barnstugor som har platta på mark. Trots detta har personalen relativt ofta på direkt fråga svarat att de anser golven vara kalla. Det kan bero på golvdrag (orsakat av för höga lufthastigheter vid stora luftflöden). Det kan också bero på att linoleummattan leder bort värme från foten och att en golvtemperatur på 20-21 °C uppfattas som för låg. Det senare tyder på att man helst bör försöka åstadkomma en högre golvtemperatur med andra medel än vad som prövats här.

Skälet till att inte vattenburna värmeslingor valdes, trots att det är vattenburen värme i huset, var framför allt vattenskaderisken. Mot bakgrund av den debatt som förts om eventuella risker med elektromagnetiska fält från el-golvslingor är inte heller dessa en självklar lösning. Mätning av elektromagnetiska fält har skett i lekrummen med respektive utan el-värmeslingan påslagen. En viss förhöjning av den elektromagnetiska flödestätheten nära elkabeln kunde konstateras när denna var påslagen, se kapitel 6.

Vid den tid då lösningen med elslingor beslutades var inte debatten om elektromagnetiska fält lika livlig som idag. Vid projekteringen av elslingan beaktades brandrisken, men inte risken av förhöjd elektromagnetisk flödestäthet. Elkabeln lades som enkelslinga (seriekopplad) runt ytterväggarna, vilket skapar elektromagnetiska fält. Dessa kan motverkas genom att elkablarna parallellkopplas. Då tar fälten ut varandra.

3. Rekommendationer för barnstugor

Dessa rekommendationer grundar sig främst på tre års utvärdering av barnstugan Molntappen i Skarpaby i Stockholms stad, byggd 1986. Barnstugan byggdes med syfte att skapa ett bra inneklimat. Experiment gjordes med olika driftfall för värme och ventilation.

Innan projekteringen började gjordes en **kravspecifikation** för inneklimatet, grundad på erfarenheter från de brister som lett till omfattande problem med inneklimatet i barnstugor under slutet av 1970-talet. Denna kravspecifikation har underhand vidareutvecklats. De valda konstruktionerna, systemen och byggnadsmaterialen har värderats genom tekniska mätningar av termiskt klimat, luftkvalitet, ljudklimat, fukt i konstruktioner och energianvändning samt med hjälp av enkäter till personal och föräldrar för utvärdering av olika driftfall.

Under tiden som utvärderingen pågick, åren 1987 till 1989, har också erfarenheter från andra barnstugor systematiserats. Bland annat från en allergikeranpassad barnstuga som byggdes i Umeå 1990 och som utvärderas under åren 1991 och 1992. I Stockholms stad har också utformningen av de ordinarie typbarnstugorna successivt ändrats sedan början av 1980-talet för att åstadkomma ett bättre inneklimat. Vissa referensmätningar och enkätundersökningar har utförts i en av de senast byggda typbarnstugorna, i kv Understen i Kärrtorp. Denna liknar i många avseenden Molntappen, men har deplacerande ventilation, till skillnad från Molntappen som har omblandande ventilation. Även dessa erfarenheter har påverkat nedan angivna rekommendationer.

3.1 Kravspecifikation för inneklimat och energianvändning

Kravspecifikationen skall ses som ett underlag för både projektering, byggarbeten och drift. Den beskriver egenskaper som bör vara uppfyllda i den färdiga barnstugan när det gäller inneklimat och energianvändning och bör ligga till grund för kvalitetssäkring mellan beställaren och projektörer, entreprenörer, driftpersonal och serviceföretag.

De flesta av de s k nyckeltal (riktvärden) för bra inneklimat som anges nedan kan användas vid projekteringen som utgångspunkt för dimensionering, konstruktiva lösningar, materialval etc. Några av nyckeltalen, som t ex totalhalt Aspergillusmögel, är mer ägnade som kontrollvärden under driftskedet för att kunna definiera ohälsa om det senare uppstår problem på grund av t ex fuktinträning i byggnaden eller dålig skötsel.

TERMISKT KLIMAT

Den termiska komforten bedöms vara bra om minst 75% av personalen vid enkätundersökning anser att värmen i huvudsak är "lagom" (till skillnad från "för varmt" eller "för kallt").

o Ekvivalent (upplevd) temperatur

- $21^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ under uppvärmningssäsongen. Aktiviteten hos barn och personal har bedömts vara 1,5 met* och klädseln 0,8 clo**.
- $< 26^{\circ}\text{C}$ under sommarhalvåret. Aktiviteten hos barn och personal har bedömts vara 1,5 met* och klädseln 0,4 clo**.

* **Met** är ett mått på kroppens energiomsättningshastighet under olika typer av fysiska aktiviteter. Här har satts ett värde som antagits vara typisk för aktivitetsnivån i en barnstuga. Energiomsättningshastigheten uttrycks i Watt per ytenhet kroppsytta (Watt/m^2) eller met. 1 met = $58 \text{ Watt}/\text{m}^2$ hudytta, vilket motsvarar ämnesomsättningen i sittande ställning under vila.

** **Clo** är ett mått på isoleringsförmågan hos de kläder en människa har på sig. Här är satt ett värde som antagits vara typiskt för personernas klädsel under vinter- resp. sommarhalvåret i en barnstuga. Beklädnadsisoleringen uttrycks i $\text{m}^2 \times ^{\circ}\text{C}/\text{Watt}$, eller i clo. 1 clo = $0,155 \text{ m}^2 \times ^{\circ}\text{C}/\text{Watt}$.

Observera att lufttemperaturen kan ligga på såväl 19 som 20 grader om den ekvivalenta temperaturen är högre. Den ekvivalenta temperaturen, eller temperaturupplevelsen, påverkas förutom av **lufttemperaturen** av **omgivande ytors temperatur** och av **lufthastigheten** i vistelsezonen.

o Temperaturgradient

- Skillnaden i lufttemperatur 0,1 - 1,8 m över golv skall inte överstiga 3 °C.

Observera att det upplevs som behagligt om det är varmare i golvnivå och svalare i huvudnivå, medan det motsatta kan upplevas som obehagligt.

o Möjlighet att påverka lufttemperaturen

- Det är en fördel om rumstemperaturen under uppvärmnings-säsongen kan påverkas av personalen med hjälp av rumsstyrning inom intervallet 19-23 °C. Under sommarhalvåret bör lufttemperaturen i södervända rum kunna påverkas genom inifrån ställbara markiser eller annan utanpåliggande solavskärmning. Denna bör ha släpp upptill så att inte en värmekudde samlas under solskyddet.

o Lufthastighet

- Lufthastigheten i vistelsezonen skall vara < 0,15 m/s (3 minuters medelvärde) när lufttemperaturen är < 23°C och < 0,25 m/s när lufttemperaturen är > 23°C.

o Yttemperaturen på golv

- Yttemperaturen på golvet skall ligga inom intervallet 20-24°C och vara så jämn som möjligt över hela golvytan.

Observera att alla golv med en yttemperatur under 22°C upplevs som kalla i en barnstuga. Detta sammanhänger bland annat med att golvet nyttjas till både sitt- och sovplats.

o Övrigt om termisk komfort

Relativa luftfuktigheten är svår att påverka med annat än lufttemperaturen. En kompromiss mellan vad som är bäst för människan och för byggnaden är en relativ luftfuktighet under uppvärmningssäsongen inom intervallet 30-45%. Luftfuktare bör inte installeras i det centrala ventilationssystemet på grund av risk för bakterie- och mögelspridning.

Observera att för hög inomhustemperatur under uppvärmnings-

säsongen ger låg relativ luftfuktighet, dvs torr luft.

Ångkvoten, dvs den absoluta luftfuktigheten inomhus skall inte överstiga 7,0 g vatten per kg torr luft. Högre värden ger goda betingelser för tillväxt av dammkvalster.

LUFTKVALITET

Luftkvaliteten bedöms som bra om minst 80% av personalen vid enkätundersökning anser att luften i allmänhet är "behaglig" eller "acceptabel" (till skillnad från "obehaglig"). Detta är omdömen som använts i enkäterna i Skarpabybarnstugan. Andra, liknande sätt att värdera luftkvaliteten kan naturligtvis användas. Det är dock viktigt att man frågar på samma sätt i olika byggnader för att få referensmaterial.

o Luftflöde och luftutbyteseffektivitet

- Lekrummen i en barnstuga bör ha ett luftflöde som kan varieras inom intervallet 2,3 - 4 l/s,m² golvyta. Detta ger normalt en luftväxling som är 3 - 4 oms/h.

Luftutbyteseffektiviteten vid omblandande ventilation bör vara minst 40% och vid deplacerande ventilation minst 60%.

o Luftupplevelse

- Luften skall kännas fräsch och i största möjliga utsträckning likna god uteluft vid förstagångsintryck.

o Koldioxidhalt

- CO₂-halten i rumsluften skall inte vara högre än 1.000 ppm.

Detta skall även gälla i lekrum under sovstunden. Antal barn och personal som vilar skall dock inte antas vara fler än 10 i ett rum som är 30 m² för att detta värde skall kunna klaras. Är det fler barn som vilar eller om rummen är mindre bör barnen spridas på flera rum under sovstunden.

o Formaldehydhalt

- Formaldehydhalten i rumsluften skall inte överstiga 0,04 ppm (0,05 mg/m³) i tom barnstuga före driftstart. Detta skall gälla vid en lufttemperatur inom intervallet 19-23°C och en relativ luftfuktighet inom intervallet 30-45%.

o Totalhalten lättflyktiga organiska föroreningar

- Totalhalten lättflyktiga organiska föroreningar (TVOC = Total Volatile Organic Compounds) bör inte överstiga 200 µg/m³ luft i tom barnstuga före driftstart. Detta bör gälla vid en lufttemperatur inom intervallet 19-23°C och en relativ luftfuktighet inom intervallet 30-45%.

o Partikelhalt

- Hög partikelhalt orsakad av dålig städning, mineralullsfibrer från öppet liggande isolering samt nedsmutsade ventilationsanläggningar måste undvikas. En totalhalt av fibrer/partiklar inom storleksintervallet 1-10 µm som överstiger antalet 10.000 per m³ luft bör ses som ett varningstecken (1).

o Mögel

- I en inomhusmiljö utan interna mögelkällor bestäms halterna av luftburna mögelpartiklar av koncentrationen i uteluften. I genomsnitt anses sporhalten inomhus vara mindre än 400 sporer per m³, men avsevärd spridning runt detta medelvärde kan förekomma. Man har hävdats att mer än 1000 sporer per m³ bör ge anledning till närmare undersökning och sanering. Halterna varierar emellertid med årstid av s k mesofila arter såsom Cladosporium sp, Penicillium spp, Aureobasidium sp och Fusarium sp. Halterna av de ur hälsosynpunkt mer fruktade termotoleranta Aspergillusarterna m fl anses vara mer konstanta under året.
- Totalhalten Aspergillusmögel skall inte överstiga 100 cfu/m³ (cfu=kolonibildande sporer per m³ luft).

Detta bör kontrolleras om vattenskador eller andra fuktproblem uppkommer i barnstugan. Aspergillusarterna är kända för att kunna ge hälsoproblem och förekommer ofta vid mögelangrepp.

o Radondotterhalt

- Radondotterhalten i rumsluften skall inte överstiga 70 Bq/m^3 . Mätningen skall utföras enligt gällande metodbeskrivningar utfärdade av Statens Strålskyddsinstitut (SSI).

o Elektromagnetisk flödestäthet

- Elektromagnetiska flödestätheten bör inte i någon del av barnstugan överstiga $0,1-0,2 \mu\text{T}$.

LJUDKLIMAT

Ljudklimatet bedöms som bra om minst 80% av personalen vid enkätundersökning anser att ljudnivån vid normal verksamhet är "låg" eller "acceptabel" till skillnad från "hög".

o Efterklangstid

- Efterklangstiden skall vara $< 0,6 \text{ s}$ i oktavbanden 500, 1000 och 2000 Hz.

o Ljudnivå

- Ljudnivån i lekrum skall inte överstiga 30 dB(A) och 40 dB(C) samtidigt för varaktigt ljud och 35 dB(A) för kortvarigt ljud, mätt i tomt rum.
- Ljudnivån i kök skall inte överstiga 50 dB(A) för varaktigt ljud och 60 dB(A) för kortvarigt.

LJUSFÖRHÅLLANDEN

o Dagsljus

- Varje lekavdelning bör kunna nås av sol minst 5 timmar vid vår- och höstdagjämning.

o Belysning

- Lekrum bör ha en fast grundbelysning (med belysningsstyrka 200 lux), bestående av t ex små, demonterbara lågenergiarmaturer eller

lysrör med varmt sken och raster som hindrar bländning.

- Därutöver bör lekrummen ha ett flexibelt system för kompletterande belysning, t ex med eluttag i taknivå, så att personalen själva kan komplettera med punktbelysning på önskade ställen.
- Belysning vid skötbord utformas särskilt omsorgsfullt så att inte barn som ligger på skötbordet blir bländade.

ENERGIANVÄNDNING

o Tillförsel av energi

- Helst fjärrvärmeanslutning. El för uppvärmning bör undvikas.

o Energiförbrukning, eleffektivitet och effektbehov

- Målet bör vara att en barnstuga med ovan definierade inneklimat skall klara följande nyckeltal för energiförbrukning:
 - o Total köpt energi (för värme, tappvarmvatten, fastighetsel och verksamhetsel): Max 250 kWh/m² för normalår i Stockholm. Värdet kring 200 kWh/m² bör vara möjligt att nå i barnstugor, förenat med ett bra inneklimat, under förutsättning att ventilationsanläggningarna görs mer eleffektiva än t ex i Stockholms stads typbarnstugor idag.
 - o Det specifika eleffektbehovet (den sammanlagda fläkteffekten för till- och frånluftssystemets fläktar) för ventilationsanläggning skall vara max 2 kW/m³/s (2 kW per kubikmeter transporterad luft per sekund). Värdet gäller för till- och frånluft sammantagna.
 - o Effektbehovet för en barnstuga med två avdelningar och 32 barn bör inte överstiga 1 kW/°Ch.
 - o Den elenergi som åtgår för verksamheten i en tvåavdelnings barnstuga (belysning, torkskåp, kylar/frysar, spisar, disk- och tvättmaskiner mm) bör normalt inte vara högre än 45 kWh/m² uppvärmd area och år. Belysningseffekten bör vara max 10 W/m²

- o Värmeåtervinningssystemet bör ha ett förhållandetal mellan tillförd elenergi och återvunnen värmeenergi som är lägst 1:6.

o Energistatistik

- Det är väsentligt att planera in mätutrustning så att energianvändningen kan följas i den färdiga byggnaden och uppdelas på olika användningsområden. Helst bör dessa kategorier kunna urskiljas:

energi för uppvärmning

energi för tappvattenvärmning

fastighetsel (ev. separat redovisning av fläktel)

elenergi för verksamheten

3.2 Konstruktion, system- och materialval

GRUND

- Alt. 1: Legalettgrund bestående av betongplatta på mark med spirokanaler med varmluft i ett slutet system i plattan. Konstruktionen görs med underliggande isolering och ett kapillärbrytande skikt på 30 cm. (Umeås allergikeranpassade barnstuga med denna grund utvärderas åren 1991-92. Bland annat Ale kommun har hittills goda erfarenheter av denna grund).
- Alt. 2: Inneluftsventilerat kryprum utfört enligt rekommendationer i BFR-broschyr G9:1988 "Fukt i kryprum".
- Alt. 3: Platta på mark med ventilerat golv, typ Platonmatta eller liknande ovanpå plattan. Konstruktionen görs med underliggande isolering och kapillärbrytande skikt 30 cm, (Nyköpings kommun har goda erfarenheter av denna grund).
- Alt 4: Uteluftsventilerat kryprum, typ Molntappens, kan användas på berg eller annan mark som är helt fri från fuktproblem typ vattendrivande skikt, hög grundvattennivå etc.

UPPVÄRMNING

Alt. 1: Luftburen golvvärme (typ Legalett eller liknande) med ett slutet system av spirokanaler.

Alt. 2: Vattenburen golvvärme.

Alt. 3: Vattenburet, lågtempererat radiatorsystem

Ingen nattavstängning av värmen.

Solavskärmning (utanpåliggande) i södervända rum.

VENTILATION

Luftflöde på 2,3 - 4 l/s,m² golvyta i barnens lekrum och i de flesta övriga rum.

Alt. 1: Deplacerande ventilation - i barnens lekutrymmen kombinerad med golvvärme.

Alt. 2: Omblandande ventilation med bakkantsinblåsning och utsug nertill (vid golv) i barnens lekutrymmen. Väl vald kastlängd och ställbara galler på donen så att luftriktningen kan justeras.

Värmeåtervinning ur frånluften med batterivärmeväxlare. Med denna värmeväxlare finns ingen risk för återföring av föroreningar från frånluften till tilluften eftersom värmen överförs med ett vätskemedium. Även korsströmsväxlare med minimerat luftläckage från tilluftssidan till frånluftssidan kan vara en bra lösning.

Öppningsbara fönster i alla rum.

Om nattstängning tillämpas på ventilationen bör tiderna vara 20.00 - 04.00 (OBS! Även sommartid), eller driftstart minst 2 timmar före öppnandet på morgonen. Alternativt kan ventilationen dras ned till halvfart nattetid.

APPARATRUM

Apparatrummet i en barnstuga bör vara placerat så att det är lättillgängligt vid underhåll av värme- och ventilationsanläggningen. Att placera ventilationsaggregatet på en trång vindsvåning, där mineralullsisolering ofta ligger frilagd, är klart olämpligt. Det har också visat sig att ventilationsaggregat med sådan placering får sämre service än aggregat som är lättillgängligt placerade. Bästa placeringen är normalt i samma plan som barnstugans övriga lokaler. Särskild uppmärksamhet får dock ägnas ljudisoleringen till angränsande rum. Helst bör apparatrummet också placeras så att en viss symmetri i dragningen av ventilationskanaler kan åstadkommas. Det ger i regel de bästa förutsättningarna för en riktig luftflödesfördelning, effektivitet och låga ljudnivåer.

MATERIALVAL I YTSKIKT

Golv

Linoleummatta, korkmatta eller andra golvmattor med låg emission av TVOC, testat enligt FLEC-metoden. Denna metod har utarbetats av Statens Provningsanstalt i samarbete med Golvbranschens Riksorganisation, GBR, och är nu tillgänglig för företagens egenkontroll. En emissionsfaktor kan erhållas för alla testade material.

Klinker (ej i lekrum).

Cementmosaik (ej i lekrum).

Kalandrerad plastmatta, eller annan plastmatta som avger minimalt med mjukgörare och andra VOC (i våtrum).

Väggar

Träpanel med tunn, vattenbaserad lasyr (vald på kriterier angivna nedan under "Färg, lim, spackel och fogmassor").

Betong med silikatfärg.

Dubbel gipsskiva (dubbel av hållfasthetsskäl) med papperstapet och vattenbaserat lim med låg emission.

Högtryckslaminat på reglar (i våtrum).

Kakel (i våtrum).

Det är viktigt med fuktsäkert utförande av underlaget, samt att fogmassa används som är beständig mot smuts och mögel.

Kalanderad väggplastmatta eller annan väggplastmatta som avger minimalt med mjukgörare och andra VOC (i våtrum).

Tak

Perforerade gipsplattor, spikade på reglar eller pendlade med skruvad infästning för pendlarna.

Kant- och baksidesförslutna hårda, ytbehandlade mineralullsplattor.

Skåpsnickerier

Med spånskivor av E1-klass, dvs med maximalt 0,01 viktsprocent fri formaldehyd.

Av högtryckslaminat med aluminiumprofiler.

Av board i träregelramar.

Överskåp och högskåp dras upp till tak för att hindra dammsamling.

Färg, lim, spackel och fogmassor

Bör användas i minsta möjliga grad. Största delen av inneluftföroreningarna kommer från dessa produkter.

Vattenbaserade produkter bör väljas med utgångspunkten att minimera mängden irriterande och allergiframkallande föroreningar som kan emittera till inneluften. Bland annat bör produkterna ha låg halt monomerer, ej formaldehyd eller isothiazolin som konserveringsmedel, ej terpentiner som lösningsmedel, ej ammoniak som pH-justerare, ej bly som sikativ).

Lösningsmedelsbaserade produkter kan vara lågemitterande om appliceringen skett på fabrik och färgerna härdat ordentligt.

Även färg, lim, spackel och fogmassor kommer troligtvis inom något

är att kunna testas med avseende på emission av TVOC till in-
neluften enligt den s k FLEC-metoden. I takt med att sådana
testresultat kommer fram bör de användas vid val av produkter.

3.3 Kvalitetssäkring

För att, i olika skeden (projektering, bygg och förvaltning), säkra ett
slutresultat som leder till att kravspecifikationen för inneklimate
(punkt 3.1) uppfylls och upprätthålls, bör **checklistor** upprättas. Olika
punkter i checklistan kvalitetssäkras genom avtal med berörda
projektörer, entreprenörer resp. förvaltare. Nedan anges de viktigaste
kontrollområdena för vilka checklistor bör upprättas för att säkra god
termisk komfort och luftkvalitet, goda ljud- och ljusförhållanden samt
bra energihushållning.

CHECKLISTA FÖR TERMISK KOMFORT

o Minimering av köldbryggor och luftdrag

Kontrollera:

- utförande av anslutningar i klimatskärmen mellan ytterväggar i
hörn, mellan golv och yttervägg samt, vid friliggande barnstuga,
mellan yttertak och yttervägg samt vindsbjälklagets isolering med
tanke på luftläckning och transmissionsförluster. Använd gärna
termografering som ett hjälpmedel under själva byggtiden.
- U-värden (värmegenomgångskoefficienter) för fönster och
fönsterdörrar.
- utförande av infästningar i klimatskärmen av fönster, fönsterdör-
rar och ytterdörrar med tanke på luftläckning och transmissions-
förluster. Använd gärna termografering som ett hjälpmedel under
själva byggtiden.
- lufthastigheter och inblåsingsprofil från tilluftsdon med tanke på
minimering av drag.

o Skydd mot överskottsvärme

Säkra:

- att rum som är utsatta för stark solinstrålning avskärmas med utanpåliggande solskydd som kan regleras inifrån barnstugan,
- att uteluftintaget är placerat på norrsidan. Speciellt viktigt under sommarhalvåret. Man kan tänka sig lösningar där man kan växla till södersida under uppvärmningssäsongen för att spara energi. Beräkna dock om energivinsterna väger upp merkostnaden.
- åtgärder som minskar problemen med överskottsvärme från kylar, frysar, diskmaskin och varmluftsugn i kök.

o Förberedelser för bra drift

Säkra :

- att tydliga och lättbegripliga driftinstruktioner för värmesystemet med angivna börvärden finns,
- att plan och instruktioner för underhåll utarbetats,
- att system för övervakning av värmesystemet utarbetats,
- att det utarbetats en enkel och överskådlig informationsplansch för personalen, där det framgår vad de själva kan påverka, vad de förväntas sköta och vart de skall vända sig vid fel.

CHECKLISTA FÖR LUFTKVALITET

o Fukt- och vattenskadesäkra konstruktioner och installationer samt säkerhet mot radon

Säkra:

- att markundersökning med avseende på såväl fuktförhållanden som markradon utförs,

- att objektsbundna checklistor upprättas både hos projektör och entreprenör för säkring av alla byggnadsdelar (grund, tak etc) som kan ge fukt- eller radonproblem genom felkonstruktion eller felaktigt utförande,
- att installationer utförs vattenskadesäkert. (VASKA-projektet, BFR-rapport "Att bygga vattenskadesäkert" G8:1987, kan ge idéer).

o Lågemitterande byggnadsmaterial

Säkra:

- att redovisning och dokumentation av vilka byggnadsmaterial som huset är byggt av (sort och fabrikat) utförs samt att olika ytskiktmaterials procentuella andel av totala ytskiktsarean (golv + väggar (minus fönster och dörrar mm) + tak) anges. Även material som ingår i ventilationsanläggningen bör redovisas med avseende på risken för emissioner och fiberavspjälkning.
- att byggarens kvalitetsplan omfattar kontroll av att specificerade material används och inte byts ut utan att rådgöra med byggherren samt att material skyddas mot vatten, fukt och damm på byggplatsen.

o Ventilation med tillräckliga flöden och hög luftutbyteseffektivitet

Säkra att det i förfrågningsunderlaget finns med krav på kontrollprogram för:

- o angivna luftflöden och god luftutbyteseffektivitet,
- o ventilationssystemets täthet och rengörbarhet,
- o möjligheten att mäta total- och delluftflöden. (Mätdon utformas enligt rekommendation i BFR-publikation T32:1982).
- o luftläckage i värmeväxlare. (Testas vid slutbesiktning).
- o tydliga driftinstruktioner,

- o plan och instruktioner för underhåll (inklusive filterbyten),
- o system för övervakning av ventilationen (filtervakt, varsel när fläktar stannar etc.). Även inne i barnstugan bör det helst finnas fläktvakt som varslar personalen när ventilationen stannar eller har för lågt flöde.
- o enkel och överskådlig informationsplansch för personalen, där det framgår vad de själva kan påverka, förväntas sköta och vart de skall vända sig vid fel.
- o att avtal om städning av apparatrum (t ex två gånger om året) träffas. Detta kan antingen ingå i barnstugans städkontrakt eller i kontraktet om drift och underhåll.
- o att avtal om rensning av ventilationskanaler ingår i underhållsplannen. Förutom den lagstadgade rengöringen av imkanaler, bör avtalas om rengöring av alla frånluftsdon en gång om året samt kontroll av rengöringsbehov i hela ventilationsanläggningen vart tredje år. Vid rengöring av hela systemet bör luftflöden mätas före och efter rengöring. Det är viktigt att F-donen är märkta och låsta i injusterat läge så att de monteras tillbaka på rätt plats med rätt inställning.

CHECKLISTA FÖR BRA LJUDKLIMAT

o Tystgående ventilationsanläggning

Säkra att det i förfrågningsunderlaget finns med krav på kontrollprogram för:

- ljudnivåer från ventilationsdon.
- ljudnivå från köksfläkt, varmluftsugn, diskmaskin, torkskåp samt kylar och frysar.
- ljudisolering av väggar mellan rum och apparatrum. Ljuddämpande uppställning av aggregat, pumpar, kompressorer m m.

KRITISKA PUNKTER FÖR BRA LJUSFÖRHÅLLANDEN

- Armaturers raster och ljussken med hänsyn till bländning och upplevelse.
- Fönster som ger tillräckligt dagsljus (se kravspecifikationen), men med påverkbart skydd för direkt solinstrålning.
- Flexibelt och barnsäkert system för kompletterande belysning.

KRITISKA PUNKTER FÖR GOD ENERGIHUSHÅLLNING

- Tryckfallet i ventilationsanläggningen.
- Värmeväxlarens verkningsgrad.
- Val av fläktar (storlek/effekt). Fläktar med bakåtböjda skovelblad är oftast att föredra. De ger högre verkningsgrad och lägre elförbrukning och är lättare att rengöra än framåtböjda skovlar.
- Effekt för torkskåp, tvättmaskin, diskmaskin, varmluftsugn, kyl, frys, spis och belysningsarmaturer.
- Hög klass på termostater och system som stänger värmeförseln vid vädring under uppvärmningssäsongen.
- Funktionen hos nattavstängningen för ventilationen (eller nattsänkningen av flödet).

3.4 Uppföljning

För att beställaren skall kunna vara förvissad om att bygget framskrider i enlighet med de preciserade kraven kan följande rutiner användas:

KVALITETSSYSTEM FÖR BYGGPROCESSEN

De projektörer och entreprenörer som deltar i barnstugans planering och byggande bör redovisa kvalitetssystem och kvalitetsplan för detta

speciella projekt. Ovan under punkt 3.3 angivna checklistor kan användas tillsammans med rekommendationerna nedan.

SYSTEMSKISSER FÖR INNEKLIMAT OCH LISTA ÖVER MATERIALVAL

Projektören bör i samband med bygglovansökan redovisa enkla översikter över:

1. **Barnstugans konstruktion** (inklusive grundkonstruktion). Av skissen skall framgå:
 - hur anslutningar och infästningar i klimatskärmen har lösts,
 - val av byggnadsmaterial och tjocklekar på materialskikten,
 - U_m -värde för klimatskalet, samt U-värden för ytterväggar, golv mot mark, tak mot det fria och fönster.
2. **Princip för värme, ventilation och VA**. Av denna skiss skall framgå:
 - placering av apparatrum,
 - placering av uteluftintag och avluftutsläpp,
 - dragning av ventilationskanaler, värme- och vattenledningar,
 - princip för värmeåtervinning.
3. **Princip för luftflöden och luftföring**. Av denna skiss (gärna plan + perspektivskiss) skall framgå:
 - placering av till-, från- och överluftsdon,
 - luftflöden i varje rum,
 - tilluftstemperatur under uppvärmningssäsongen,
 - barnstugans planlösning med angivande av ytor och rumshöjd för alla rum.

4. Lista över val av byggnadsmaterial i ytskikt

Även behov av spackel, fogmassor och lim för olika ytskiktsmaterial bör redovisas.

BERÄKNING AV ENERGIANVÄNDNING

En beräkning med hjälp av t ex dataprogrammet ENORM, eller likvärdigt program, skall visa att barnstugans energiförbrukning understiger referenshusets. De beräknade värdena kan sedan ställas mot verklig energiförbrukning.

SLUTBESIKTNING

Vid slutbesiktningen:

- uppvisas dokumentation av kvalitetssäkringens genomförande och protokoll över genomförd egenkontroll. Utförande av dolda konstruktioner bör kunna visas med foto el dyl.
- görs mätningar som verifierar att checklistorna följts, bland annat mätning av ventilationens total- och delluftflöden och luftläckning i värmeväxlare.

UPPFÖLJNING I FÄRDIG BYGGNAD

1. Frågeformulär till brukarna

Använd gärna månadsenkät om inneklimatet (se Skarpnäckstugans veckoenkät) till personalen första halvåret efter driftstart. Det underlättar injustering och ger nöjdare personal.

För att upptäcka eventuella fel och kontrollera att önskade egenskaper innehålls i den färdiga barnstugan bör personalen, före garantibesiktningen, i varje fall få besvara någon enkät om inneklimatet. Exempelvis kan den sk Örebroenkäten användas. Den ställer frågor både om upplevelse av klimatet och om upplevelse av hälsosymptom som kan vara byggnadsrelaterade. Till denna enkät finns referenser som visar normalfrekvens för sunda barnstugor.

Alternativt kan en förenklad s k Stockholmsenkät användas. I denna ställs också hälsofrågor som går att jämföra med referens. Man får där också svar på hur många procent av dem som arbetar i barnstugan som i huvudsak är nöjda med den termiska komforten, med luftkvaliteten och med ljudklimatet.

En mätning av radondotterhalten i rumsluften bör utföras i den färdiga byggnaden.

2. Redovisning av energistatistik

Statistik över energianvändningen bör sammanställas före garantibesiktningen och jämföras med den beräkning av energianvändningen som gjordes i samband med bygglovansökan. Detta för att kontrollera att förbrukningen inte är exceptionellt hög vilket skulle kunna indikera något fel i energisystemet.

4. Upplevt inneklimat

Karin Liedberg

4.1 Inledning

Inom problematiken med s k sjuka hus nämns besvär som huvudvärk, irriterade slemhinnor, hudutslag eller förvärrade allergiska besvär. Obehagen hänförs ofta till någon eller flera av följande faktorer: dålig ventilation, byggnadsmaterial som avger föroreningar eller fukt- och mögelproblem.

I Molntappen eftersträvades en barnstuga som skulle upplevas behaglig att vistas i. Byggnads- och inredningsmaterial med så få kemiska tillsatser som möjligt användes för att försöka eliminera problemskapande faktorer.

Barnstugan i Skarpaby byggdes också för att utvärdera viss byggnadsteknik och experimentellt prova olika system för uppvärmning och ventilation. Den stod färdig i januari 1987 och driften igångsattes i februari samma år. Personalen började tjänstgöra första månaden, och i mars skedde invänjning av barnen.

Under 1987, 1988 samt 1989 har sedan de olika installationerna, främst för värme och ventilation, prövats enligt de fastställda perioderna i mätprogrammet.

4.2 Syfte

Denna upplevelsestudie har syftat till att kartlägga personalens, barnens och föräldrarnas intryck av och reaktion på inomhusklimatet och dess experimentella variationer över treårsperioden som en del i utvärderingen av de tekniska lösningar som valts.

Problem av den typ, t ex i byggnads- och ventilationsteknik, som detta experimentbyggnadsprojekt har syftat till att finna lösningar på, uppmärksammas många gånger av den mänskliga sensoriska apparaten. Via omnämmande av t ex lukter eller fysiska eller mer odefinierbara symtom som kopplas till rumsklimatet, kan problem eller förtjänster uppmärksammas när det gäller utformning, dimensio-

nering, utrustning, inredning eller materialval som är av värde för fortsatt planering och brukande. Dessa parametrar är svåra att täcka in i en objektiv mätstrategi. Här har en grundlig kartläggning valts där brukarna har utsatts för intervjuer och enkäter om det faktiskt upplevda klimatet under de tre åren.

4.3 Undersökningsmaterial och metod

Samordnat med testperioderna för värme och ventilation har personalens uppfattning om klimatet i barnstugan Molntappen inhämtats med hjälp av ett batteri frågor.

För jämförelse har en liknande men begränsad studie utförts i barnstugan Understen, belägen i Kärrtorp, sydost om Stockholms innerstad. Det är en typbarnstuga, av det slag som Stockholms stad uppfört under de allra senaste åren. (Se närmare beskrivning av denna i kapitel 1).

Datainsamling har främst skett via enkäter av olika omfattning, telefonintervjuer samt via strukturerade intervjuer. Vissa öppna frågor har ställts då intervjupersonernas egna ord antas ge en genuinare beskrivning av en känsla eller uppfattning än vad givna svarsalternativ ger utrymme för. Förfarandet med öppna svarsalternativ är mer komplicerat att sammanställa, men ger samtidigt en mer förklarande bild i detta fall.

Intervjuförfarandet har skett blint i förhållande till de olika driftfallen i Molntappen, dvs personalen har vetat att omställningar av systemen gjorts, men inte hur och när olika inställningar prövats.

Metodiken har komplicerats av det faktum att mittdelen haft en konstant inställning av värme och ventilation, medan lekavdelningarnas systeminställning varierats. Vid tekniska mätningar är detta lättare att hantera än vid intervjuer. Mätningar sker i enskilda rum. Personalen rör sig däremot i hela barnstugan. De flesta i personalgruppen befinner sig dock på avdelningarna och vi har därför utgått från att deras huvudintryck för hela barnstugan bestäms av klimatet på avdelningarna. Det har, mot denna bakgrund, varit särskilt viktigt i detta fall att ge de svarande möjlighet att skilja på inneklimatet i olika rum.

De olika frågeformulären har omfattat varierande perioder och olika

ämnesområden. Formulären har varit fyra till antalet med följande innehåll:

Formulär A registrerade personliga bakgrundsuppgifter om tidigare arbete, benägenhet för överkänslighet, allergi och motiveringar för val av arbete vid barnstugan. Detta har besvarats individuellt vid tjänstgöringens början.

Formulär B behandlade upplevd temperatur och luftkvalitet i olika rum samt eventuell påverkan i form av irriterad näsa, hals, torra slemhinnor, relaterad till de olika inställningarna vars tidsperioder personalen inte känt till. Frågorna gällde den senast gångna månaden och besvarades individuellt.

Formulär C behandlade ljusförhållanden under vår och höst, vädring samt utfallet av information om projektet och byggnaden. Det besvarades individuellt.

Formulär D ställde kortfattade frågor som besvarats av hela personalgruppen gemensamt varje vecka under mätperioden. Generella synpunkter om rums- och golvtemperatur, drag, luft, lukt, statisk elektricitet, och ljud i byggnaden har således noterats. Med veckoenkäten avsågs att få en helhetsbild av hur inneklimatet upplevdes av majoriteten brukare. Även annat av intresse för projektet har här kunnat noteras. På så vis har också vissa brister i systemet kommit till den tekniska personalens kännedom.

I referensbarnstugan Understen användes samma frågor men med en annan uppläggning. Här gjordes istället en enkät omfattande B och D enligt ovan ungefär varje månad. Här fanns ett visst bortfall under sommarperioden.

Enkäterna A-D redovisas i **bilaga 4.1**.

I detta kapitel har en rad tabeller sammanställts över personalens omdömen om termisk komfort och luftkvalitet vid olika systeminställningar och vid olika luftväxlingar. Det bör framhållas att underlaget är mycket litet. I var och en av barnstugorna består personalgruppen av 8-10 personer. Vid de olika systeminställningarna och byte av luftväxling tillkommer dessutom en mängd kringfaktorer som varierar, som årstid, variationer i verksamheten, driftstörningar för systemen etc. Det har därför varit viktigt att kombinera enkäterna med dagboksanteckningar i projektgruppen, intervjuer med förestån-

dare och annan personal (bland annat med dem som slutat) och med att gå igenom de kommentarer och synpunkter som kommit fram i de öppna svarsalternativen.

Personalens jämförelsebakgrund

Personalen i barnstugan Molntappen omfattade ursprungligen nio personer. Antalet svarande per frågetillfälle har varierat mellan tio (pga deltidstjänster) och fyra. Personalgruppen representerade enligt den parallella medicinska undersökningen väl en normalpopulation då det gäller förekomst av överkänslighet och allergi. Efter ett och ett halvt års drift hade åtta personer tillkommit på grund av vidareutbildning och barnledigheter i den ursprungliga gruppen. Andelen överkänsliga i den nya gruppen på elva personer var nu något högre.

Personalgruppen i barnstugan Understen bestod av åtta personer. Andelen överkänsliga personer, barn och personal, är även här jämförbar med ett tänkt genomsnitt. Födoämnesallergi är det vanligast förekommande hos dem bland de tillfrågade som påtalar någon överkänslighet. Även astmaliknande besvär och eksem förekom dock här bland barnen.

Bortfall härrör sig till enstaka tillfällen då sjukdom eller arbetsbelastning gjort det svårt för personalen att fullfölja ifyllandet av enkäterna och en förskjutning i tid har skett.

Bland personalens motiveringar för val av arbete vid barnstugan Molntappen återfanns i den ursprungliga personalgruppen att man önskade delta i inledningsarbetet vid en ny barnstuga. Därefter kom att man erbjöds fast tjänst, att det var kort resväg från hemmet och därtill näraliggande orsaker. För de senare anställda nämndes utöver det hälsorelaterade skäl; en person hoppades att hennes allergiliknande besvär skulle avta. Tre personer angav dessutom Molntappens goda rykte som skäl. Det har således inte funnits fler allergiker eller överkänsliga i gruppen än normalt.

Personalen ombads beskriva eventuell överkänslighet eller allergi samt den miljö- och arbetserfarenhet de relaterade den till. De allergener eller orsaker till besvär som nämndes var nickel, pollen från lövträd och vissa kosmetiska produkter samt klister i plåster, lysrör, husdjur och damm.

Föräldrarnas uppgifter om barnen

Föräldrarna till barnen i båda barnstugorna har tillfrågats om barnens reaktion beträffande klimatet under hela undersökningsperioden. De har också fått beskriva om barnet vistats på annat daghem och om eventuell tidigare överkänslighet eller allergi.

Vid öppnandet av barnstugan Molntappen var samtliga 24 barn (12 per avdelning) yngre än två år eftersom det då bara fanns småbarn i kön i detta område. Höstterminen 1989 tillkom fyra barn.

Enkäter till föräldrarna i Molntappen delades första gången ut i oktober 1987 vid ett föräldramöte där också barnstugans utformning, tekniska system och forskningsprojektet presenterades. Enkäterna utgjordes av två delar där den första var bakgrundsfrågor om barnens tidigare hälsobild, bostad samt eventuell förekomst av överkänslighet. Den andra delen omfattade uppföljningsfrågor om barnens hälsa i relation till vistelse i lokalerna och föräldrarnas synpunkter angående daghemmets inneklimat.

Den senare enkäten har besvarats fyra gånger av föräldrarna till barnen i Molntappen; oktober 1987, mars 1988, januari 1989 och januari 1990.

4.4 Resultat från Molntappen

För utförligare uppgifter om enkätsvar det första året hänvisas till rapporten Miljövänlig barnstuga i Skarpaby - utvärdering. Rapport för perioden 1 januari 1987 - 9 maj 1988 (13).

Intervjutillfällena var avsedda att spegla de tekniska mätperioderna och omfattade således cirka sex veckor vardera:

Tabell 4.1: Intervjutillfällena med personalgruppen i barnstugan Molntappen

1987	1988	1989
febr - mars	januari	febr-april
maj - juni	febr - mars	maj - juni
sept - okt	mars - april	aug -okt
nov - dec	maj - juni	oktober
	sept - okt	nov - dec
	okt - nov	
	dec - jan	

Svarsfrekvensen är hög. Då brister har påpekats har de justerats successivt. Personalen upplever i stort sett de undersökta parametrarna som tillfredsställande. Föräldrarna är också överlag mycket nöjda med daghemmets funktion, klimat och materialval.

4.4.1 LJUS, VÄDRING, INFORMATION - ALLMÄNNA SYNPUNKTER

De mer övergripande miljöaspekterna uppfattas positivt; dagsljus-, belysnings- och vädringsförhållanden är mycket tillfredsställande. Undantagsvis nämndes att dagsljuset kan vara svagt i Solstrålens matrum (rum 216) samt vilrum (217). Det förra har en barnvagnsterrass med utdraget skärmtak vid söderfasaden. Det senare är ett rent norrvänt rum.

Annars vanliga önskemål att öppna fönster för att vädra angavs inte som angeläget här. Luften ansågs "frisk" och "bra", det ansågs lätt att få bort dålig luft.

Informationen om projektet och byggnaden var tillfredsställande. Brist på information anförs annars ofta som anledning till oklarheter mellan olika brukargrupper vilket i sig kan medföra sämre underhåll.

4.4.2 TERMISK KOMFORT

Av tabell 4.2 framgår hela personalgruppens veckovisa, samlade bedömning av termisk komfort enligt D-formuläret. Resultatet är

uppdelat efter de tre huvudinställningarna för värme och ventilation. När det gäller temperaturupplevelsen har något rum ofta angetts som "för kallt" eller "för varmt" vid de enstaka frågetillfällena, vilket då även totalt ger utslaget "för kallt" eller "för varmt" vid detta frågetillfälle. Detta ger i tabellen låg procentandel frågetillfällen där svarsalternativet "lagom" används, men kan samtidigt innebära att man är nöjd med temperaturen i de flesta rummen.

Helhetsintrycket från veckoenkäten är att temperaturen har varit tillfredsställande och har upplevts som lagom av majoriteten den mesta tiden.

Några perioder har den varierat mer. Enligt D-enkäten har det då känts för varmt antingen i allmänhet eller på angivna platser. Oftast har detta varit i avdelningen Regnbågen (östra avdelningen), i personalrummet (264), eller i allrum 2 (216) på avdelningen Solstrålen (västra avdelningen). Värmen har upplevts särskilt på morgnar och eftermiddagar. Morgonvärmen kan bero på att ventilationen varit avstängd på natten. Eftermiddagsvärmen har mestadels berott på solinstrålning vid södervägg.

Någon gång har det varit för kallt, t ex i lekkök och i Solstrålens allrum 2 (216). Upplevd låg temperatur och drag har ibland visat sig bero på byte till högre luftomsättning samt vistelse intill tilluftsdon vid höga luftomsättningar (4 respektive 5 oms/h).

Tabell 4.2: Hela personalgruppens veckovisa, gemensamma skattning av temperatur och drag åren 1987-1989 i Molntappen (D-enkäten).

TERMISK KOMFORT	Huvudinställning för värme och ventilation:		
	1	2	3
Procent av frågetillfällena som det ansågs vara:			
"För varmt" eller			
"För kallt"	59	57	74
"Lagom"	41	43	26
"Dragigt"	41	44	25

De individuella svaren om termisk komfort i B-formuläret från sammanlagt 15 frågetillfällen sammanfattas i tabell 4.3. Svaren har angetts som medelvärde för de frågetillfällen som faller under respektive huvudinställning för värme och ventilation.

Tabell 4.3: Individuella svar om termisk komfort vid 15 frågetillfällen åren 1987-1989 i Molntappen (B-enkäten).

TERMISK KOMFORT	Huvudinställning för värme och ventilation:		
	1	2	3
Procent av svaren som gav omdömet:			
"För varmt"	16	27	38
"Lagom"	75	57	46
"För kallt"	9	16	16

Under inställning 1, dvs hela perioden med vattenburen värme och FTX-ventilation, var andelen svar som angav att temperaturen i barnstugan var lagom 75%, om man undantar ett frågetillfälle då värmesystemet var ur funktion.

Under huvudinställning 2, dvs perioden med den luftburna värmen och ventilation med ett flöde på 5 oms/h (med varierande andel

återluft), var andelen svar som angav att temperaturen i Molntappen var lagom 57%. 27% av svaren angav att det var för varmt och 16% av svaren angav att det var för kallt. Under perioden med huvudinställning 3, frånluftsventilationen med vattenburen värme, var andelen svar som angav att temperaturen var "lagom" endast 46%. Entydiga klagomål förekom under denna tid över att det var "för varmt". Detta sammanhänger säkert med den dåliga ventileringen i detta driftfall.

De avvikelser från svarsalternativet "lagom" som B-enkäten ger uttryck för har främst gällt att barnstugan upplevts som för varm vid några tillfällen under huvudinställning 2 och 3. Det gällde i maj 1988, när den luftburna värmen just tagits i bruk, men då fel uppstod på eftervärmningsbatteriet, så att det blev alldeles för varmt i hela barnstugan; "växthuslikt", som det uttrycktes av en svarande. Det gällde också i november 1988 och i januari 1989. I januari 1989 prövades under 14 dagar 90% återluft. Det gällde också under den misslyckade frånluftsinställningen hösten 1989. Under tiden med luftburen värme förekom att personalen på Solstrålen tyckte att det var för kallt samtidigt som personalen på Regnbågen tyckte att det var för varmt. Förklaring till detta ges i kapitel 6.

Drag

Dragproblem har inte förekommit i någon markant utsträckning i barnstugan Molntappen. Då dragupplevelse påpekats, har den varit koncentrerad till några få punkter i rummen. Tydlig skillnad mellan de respektive avdelningarna föreligger inte. Kommentarer om drag i veckoenkäterna är ganska jämnt fördelade mellan huvudinställning 1 och 2 - och vanligare vid högre luftväxlingar. Vid 41 resp 44% av frågetillfällena användes svaret "dragigt" någonstans i barnstugan. Vid inställning 3, då luftväxlingen endast var 1-1,4 oms/h, var det bara vid 25% av frågetillfällena som detta svarsalternativ användes.

Under 1987 var nästan hälften av samtliga mätveckor (14 av 29) "dragfria". Under första hälften av 1988 förekom inte drag alls. Under augusti 1988 och januari - februari 1989 har ett flertal påpekanden gjorts om drag i lekrum, vilrum samt vid golv och fönster i båda avdelningarna, men mest i Solstrålen. Vid båda dessa perioder var det luftburen värme med det maximala luftflödet (5 rumsvolymer per timme med varierande andel återluft).

Golvtemperatur

Golvets ytemperatur i lekrummen har varit mycket jämn över tiden och över hela golvytan, omkring 20-22 °C. Trots det har personalen ansett att golven är kalla.

Under hela mätperioden har golvtemperaturen enligt veckoenkäten ansetts vara "behaglig" i en tredjedel av svaren (33%). Medelalternativet "mindre behaglig" har använts 13 av de 83 gångerna/besvarade mätveckorna (16%). Till 54% bedöms (45 gånger) golvtemperaturen som "obehaglig" ofta följt av beskrivningen "kallt". Vid två tillfällen har båda alternativen använts; "obehaglig" om Solstrålen och "behaglig" om Regnbågen samtidigt. I avdelningen Regnbågen värms golvet upp mer av solinstrålning.

När det gäller hur värmeslingorna i golvet påverkat komforten har någon skillnad inte uppfattats mellan när de är på- respektive avslagna.

I daghem, där ju golvzonen är lika med vistelsezonen där aktiviteter och vila sker, borde den kyliga förnimmelsen kunna undvikas.

Uppfattningen att golven är kalla har i båda barnstugorna (Molntappen och Understen) varit det enda negativa inslaget. Här torde en del kunna vinnas genom att konstruktion, ventilation och även materialval anpassas mer till funktionen i den aktuella byggnaden. Ytemperaturen behöver uppenbarligen också vara ca 22 °C för att golven ska uppfattas behagliga i daghemsverksamheten.

Omdömena om golven har nästan inte alls varierat med systeminställning för värme och ventilation, vilket framgår av Tabell 4.4.

**Tabell 4.4: Hela personalgruppens veckovisa, gemensamma skattning av ytemperaturen på golvet åren 1987-1989 i Molntap-
pen (D-enkäten).**

YTTEMPERATUR PÅ GOLV	Huvudinställning för värme och ventilation:		
	1	2	3
Procent av frågetillfällena som golven ansågs vara:			
"Behagliga"	34	33	25
"Mindre behagliga"	16	11	25
"Obehagliga"	50	56	50

4.4.3 LUFTKVALITET

Som helhet har personalen varit mycket nöjd med luftkvaliteten. Den har i stort sett genomgående beskrivits i mycket positiva ordalydelser i jämförelse med andra daghem och tidigare arbetsplats i kontorslokaler.

I någon mån nämndes torr luft men i regel upplevdes luften ändå som behaglig.

Undantag var enligt den veckovisa gruppenkäten, D-enkäten, följande:

Under första halvåret 1988 beskrevs luften som "torr" 8 gånger. Vid inställning med 3 oms/h kommenterades "något instängt ibland". Hösten 1989 fungerade inte F-systemet som planerat på grund av tekniska fel. Luften upplevdes då som oacceptabel. Uttryck som "unken typisk dagisluft", "luften tog slut", "tung och torr luft", "man fick huvudvärk" var återkommande.

Av tabell 4.5 framgår hela personalgruppens veckovisa, samlade bedömning av luftkvaliteten enligt D-formuläret. Resultatet är uppdelat på de tre huvudinställningarna för värme och ventilation. Av tabellen kan utläsas en klar skillnad mellan omdömena över de olika inställningarna. Bästa omdömet får luftkvaliteten under inställning 1, vattenburen värme med FTX-ventilation, då luftkvaliteten angavs som "behaglig" eller "acceptabel" vid 93% av frågetillfällena, och

"behaglig" vid så många som 73% av frågetillfällena. För huvudinställning 2, den luftburna värmen gavs omdömet "behaglig" eller "acceptabel" vid 63% av frågetillfällena. För huvudinställning 3, frånluftsinställningen, var det endast vid 37% av frågetillfällena som luftkvaliteten klassades som "behaglig" eller "acceptabel". Vid 63% av frågetillfällena klassades den som "obehaglig". Denna inställning fungerade ju aldrig som avsett. Se förklaring till detta i kapitel 1 och 6.

Tabell 4.5: Hela personalgruppens veckovisa, gemensamma skattning av luftkvalitet under åren 1987-1989 i Molntappen. (D-enkäten).

LUFT- KVALITET	Huvudinställning för värme och ventilation:		
	1	2	3
Procent av frågetillfällena som luften ansågs vara:			
"Behaglig"	73	48	29
"Acceptabel"	20	15	8
"Behaglig" + "acceptabel"	93	63	37
"Obekvämlig"	7	37	63

I den individuella B-enkäten, som är relaterad till perioderna för de olika driftfallen, bedömdes luften genomgående som "behaglig" av en klar majoritet. Undantag här är perioden från senhösten 1989 över årsskiftet och fram till avslutningen 1990. Då beskrevs luften som "instängd".

De individuella svaren om luftkvalitet i B-formuläret från sammanlagt 15 frågetillfällen redovisas i tabell 4.6. Dessa resultat ger mer likvärdiga omdömen (än den veckovisa gruppenkäten, D-enkäten) för huvudinställning 1 och 2, med 90% svar som ger omdömet "behaglig" eller "acceptabel" luft för den vattenburna värmen med FTX-system och 86% för den luftburna. En skillnad är dock att fler svar ger omdömet "behaglig" (65% mot 53%) vid inställning 1 än vid inställning 2. För inställning 3 är resultatet betydligt sämre.

Tabell 4.6: Individuella svar från personalen om luftkvalitet vid 15 frågetillfällen under åren 1987-1989 i Molntappen. (B-enkäten).

LUFT- KVALITET	Huvudinställning för värme och ventilation:		
	1	2	3
Procent av svaren som gav omdömet:			
"Behaglig"	65	53	33
"Acceptabel"	25	33	17
"Behaglig" + "Acceptabel"	90	86	50
"Obehaglig"	10	14	50

Förutom den misslyckade inställningen med frånluftsventilation, som pågick i september 1989, skedde en del andra förändringar på barnstugan vid denna tid. Antalet barn ökade från ursprungligen 24 till 30 och därmed följde större personalstyrka och fler föräldrar, dvs personbelastningen ökade. Barnen hade vuxit och blivit livligare och rörligare och vistades längre tid på daghemmet än när de var yngre. Barngrupperna fick ändrad sammansättning. Givet är att den dimensionerande personvolymen var annorlunda än i starten.

Hösten 1989 gjordes slutinställningen med vattenburen värme, FTX-ventilation med 3 oms/h, som ett resultat av att detta var den mest uppskattade inställningen, när både termisk komfort och luftkvalitet sammanvägdes. Efter en tids problem med injusteringen av detta driftfall, återställdes tillfredsställelsen med luftkvaliteten. Detta har kontrollerats med föreståndaren vid upprepade tillfällen fram till dags dato.

De problem som förekom i samband med inställning av det slutliga driftfallet och som initialt orsakade klagomål på instängd luft, berodde på att luftutbyteseffektiviteten inte var injusterad på rätt sätt. Dels hade frånluftsfönstren, av misstag, inte stängts av efter tidigare omställning, dels var tilluftsdonens galler felriktade så att luften inte kom ner i vistelsezonen, utan strök längs taket, ner vid fönstren och ut genom frånluftsfönstren. Dessa, tillsynes små detaljer, kan alltså vara helt avgörande för luftutbyteseffektiviteten och därmed luftkvaliteten.

Under de tre huvudinställningarna för värme och ventilation varierade

också luftväxlingen inom respektive huvudinställning. Detta gav totalt tolv olika driftfall, där några av dessa upprepades vid flera tillfällen. Frekvensen klagomål i relation till luftväxling är inte proportionell vid de driftfall som provats.

I tabell 4.7 redovisas resultaten av den veckovisa gruppenkäten då det gäller luftkvalitet kopplad till luftväxling. Det bör poängteras att dessa resultat kan ha påverkats av en rad kringfaktorer. Huvudinställningen har varierat vid samma luftväxling. Varierande uteklimat och tillfälliga driftstörningar kan också ha påverkat bedömningen eftersom de flesta luftväxlingstal provats under mycket korta perioder.

Både vid perioderna med 3 och 4 oms/h gör personalen vid över 90% av frågetillfällena den gemensamma bedömningen att luften är "behaglig" eller "acceptabel". Även driftfallet med 2 oms/h gav goda omdömen överlag - vid 86% av dessa frågetillfällen bedömde personalgruppen luftkvaliteten som "behaglig" eller "acceptabel". Resultaten för 2 och 4 oms/h bygger dock på betydligt färre frågetillfällen än resultatet för 3 oms/h. Driftfallet med 3 oms/h har återkommit regelbundet som ett "viloläge" för mätning av luftföroreningar inomhus och har alltså varit i drift vid betydligt fler tillfällen än de andra. I siffrorna för 3 oms/h ingår dock inte perioden hösten 1989 då gallren på donen var felriktade och gav dålig luftutbyteseffektivitet innan felet rättades till.

Både driftfallen med lägsta (1-1,4 oms/h) och högsta (5 oms/h) luftväxling ger klart sämre omdömen; vid 56% respektive 62% av frågetillfällena bedömdes luften som "behaglig" eller "acceptabel".

Med B-enkäten (tabell 4.8) får luftväxlingen 3 oms/h omdömet "behaglig" eller "acceptabel" i 92% av svaren. Luftväxlingen 4 oms/h får dessa omdömen i 88% av svaren, men har något större andel omdömen "behaglig". Luftväxlingen 5 oms/h får bättre omdömen enligt B-enkäten än enligt D-enkäten, med 83 % av svaren som gav omdömena "behaglig" eller "acceptabel". Den lägsta luftväxlingen 1-1,4 oms/h får även i B-enkäten det sämsta omdömet.

Luftväxlingen 2 oms/h får med B-enkäten omdömena "behaglig" eller "acceptabel" i 100% av svaren. Underlaget bygger dock endast på två frågetillfällen, där det ena var under perioden med den luftburna värmen (60% återluft, som skulle ge 2 oms/h uteluft) som, enligt Miljöförvaltningens mätningar med spårgas, gav mer än 2 oms/h. Det

andra tillfället var en augustivecka 1988. Vinterfallet i februari 1988 föll bort på grund av att personalen inte hade tid att besvara enkäten denna gång.

Tabell 4.7: Hela personalgruppens veckovisa, gemensamma skattning av luftkvalitet vid olika luftväxlingar under åren 1987-1989 i Molntappen. (D-enkäten).

LUFT- KVALITET	Antal luftväxlingar per timme:				
	1-1,4	2	3	4	5
Procent av frågetillfällena som luften ansågs vara:					
"Behaglig"	44	57	73	67	54
"Acceptabel"	12	29	18	33	8
"Behaglig" + "Acceptabel"	56	86	91	100	62
"Obehaglig"	44	14	9	0	38

Tabell 4.8: Individuella svar från personalen om luftkvalitet vid olika luftväxlingar vid 15 frågetillfällen under åren 1987-1989 i Molntappen. (B-enkäten).

LUFT- KVALITET	Antal luftväxlingar per timme:				
	1-1,4	2 ¹⁾	3	4	5
Procent av svaren som gav omdömet:					
"Behaglig"	50	75	60	70	67
"Acceptabel"	20	25	32	18	16
"Behaglig" + "Acceptabel"	70	100	92	88	83
"Obehaglig"	30	0	8	12	17

1) Underlaget här är endast två frågetillfällen, varav ett i praktiken

Det är också möjligt att sortera personalens svar om luftkvalitet efter hur stor återlufts-inblandningen var under perioden med luftburen värme - med samma reservationer som för luftväxlingstalen. troligtvis gav en betydligt högre uteluftsväxling än 2 oms/h.

Tabell 4.9: Individuella svar från personalen om luftkvalitet vid olika grad av återluftsinsblandning vid 15 frågetillfällen i Molntappen. (B-enkäten).

LUFT- KVALITET	Andel återluft av totalt 5 oms/h:		
	0%	30%	60%
Procent av svaren som gav omdömet:			
"Behaglig"	67	57	11
"Acceptabel"	16	29	78
"Behaglig" + "Acceptabel"	83	86	89
"Obehaglig"	17	14	11

Personalen bedömer luften som mindre behaglig ju större andelen återluft är. Förvånansvärt stor andel anser att luften är acceptabel vid 60% återluftsinsblandning. Dock är det betydligt färre som här bedömer luftkvaliteten som behaglig. Vid 60% återluftsinsblandning skulle uteluftstillförseln vara 2 oms/h. Som tidigare nämnts mätte emellertid miljöförvaltningen upp högre omsättning uteluft vid detta driftfall. Man ska också komma ihåg att det bara är luften på lekavdelningarna som använts för återluftsledning. Luften från mittdelen med kök, personalrum etc har inte återvunnits.

Under en tvåveckorsperiod prövades också 90% återluftsinsblandning, vilket gav ett uteluftsflöde på 0,5 oms/h. Eftersom perioden var så kort kom personalens bedömning av detta inte med i B-enkäten. Från aktuella veckoenkäter kan dock utläsas att personalgruppen som helhet bedömde luften som "obehaglig" med kommentaren "mycket torr". Man påtalade också att det hade varit "för varmt i hela barnstugan".

Lukt

Över tiden har bedömningarna varit positiva beträffande ovanlig eller störande lukt. En person uttryckte det så att man inte alls tänker på lukter här, att det t ex inte blir "sovlukt" som normalt när barnen har vilat. Vid enstaka tillfällen har funnits missbelåtenhet med lukter i byggnaden med beskrivningen "instängd" lukt. Ibland har orsaken varit tekniska fel eller brister som har kunnat rättas till. Vid hösten 1988 och hösten - årsskiftet 1989-1990, i samband med försöket med frånluftssystemet, påpekades störande lukt.

När det gäller lukt är de högsta luftomsättningstalen fördelaktigast; fortfarande vid 3 oms/h förekommer viss disharmoni i bedömingarna.

Statisk elektricitet

Frågan ställdes som varande ett vanligt irritationsmoment i arbetslokaler men var här av ringa omfattning den mesta tiden; det noterades tidvis vid vissa punkter (vid diskbänk) av en person. Hösten 1989 fanns även nyanställda som märkte det enstaka gånger.

4.4.4 LJUD

I veckoenkäterna för Molntappen (totalt 83 st) ställdes frågan om ljudvolymen upplevdes som "normal", "hög/något hög" eller "låg". Alternativet "låg" fanns med först sista utvärderingsåret. Vid 96% av frågetillfällena ansågs ljudnivån vara "normal" eller "låg".

Tabell 4.10: Hela personalgruppens veckovisa, gemensamma skattning av ljudnivån under åren 1987-1989 i Molntappen.

LJUDNIVÅ

Procent av frågetillfällena som ljudnivån ansågs vara:

"Normal"	83
"Låg"	13
"Normal" + "Låg"	96
"Något för hög"/ "Hög"	4
"Annat"	"Upplevs som otroligt tyst"

Vid 27% av frågetillfällena hade man någon gång i veckan noterat särskilda ljud, förutom röster. Det som nämndes var "tjut/tickning i element", "fläktsus", "kyl", "frys".

Störande ljud eller "ovanligt" buller är sällsynt och oftast har det genom frågeproceduren kunnat analyseras och justeras.

Vibrationer från apparatrum har tillfälligt hörts i avdelning Solstrålen (Vilrum 217), som gränsar till apparatrummet. En felaktigt inställd pump som fanns monterad på väggen mot vilrummet var orsaken. Denna justerades, varefter ljuden eliminerades. På liknande sätt

påtalade personalen i veckoenkäten vibrationer i vägg mellan lekkök (Rum 225) och apparatrum. Här befanns orsaken vara kyl- och frysskåpens kompressorer vilka hade hängts på den vägg i apparatrummet som gränsade till lekköket. Dessa flyttades till golvplacering, varefter störningarna försvann.

Även tillfälliga rapporter om buller från apparatrum har förekommit, då anläggningen haft driftstörningar.

Ljud från ventilationen har sällan tagits upp som störande. Samtidigt har personalen noterat att de märker skillnad på ljudnivån när ventilationen är ur funktion och det är tyst.

4.4.5 UPPLEVELSE AV HÄLSA

Föräldrarnas intryck av barnens hälsa

Enkäten till föräldrarna om barnens hälsa gav vid första tillfället tjugo svar. Bland överkänsliga eller allergiska barn var vanligaste orsak födoämnen. Enkät utsändes ånyo till föräldrarna efter ett års drift i mars 1988. Denna gång erhöles 15 besvarade frågeformulär. Föräldrarna angav vid frågorna om hur daghemmet upplevts, att de var mycket nöjda både med barnens hälsa, hur de trivdes och med miljöaspekterna. Föräldraenkäten gav även vid utdelning i januari 1989 15 mycket positiva svar. Förutom i december 1988, då inomhusklimatet uppfattats som för varmt enligt tre svar, har en förälder senare påpekat att golven ibland känns kalla.

De hälsobesvär bland barnen som nämndes av föräldrarna var torrhosta hos två barn i november - december 1988. Ett barn hade allergiliknande utslag i ansiktet. I januari 1990 påpekades att detta barn de två sista månaderna hade fler infektioner än vanligt. Torr hud nämndes i ett fall. Utöver detta uttryckte föräldrarna tillfredsställelse och flera anser att "barnen är friskare än vad som är normalt på daghem". En förälder ansåg att barnet hostade mindre på daghemmet än hemma, vilket sattes i samband med luftfuktigheten i de respektive miljöerna. De barn som hade känd allergi har inte fått besvären förvärrade under vistelsen här enligt föräldrarna.

Besvär, upplevda av personalen

Beträffande upplevda besvär räknades ett antal symptom upp som är vanliga i "sjuka hus"-sammanhang och som den tillfrågade fick ta ställning till. Man fick svara på om man hade upplevt nämnt problem och i så fall hur det upplevdes.

Vissa besvär som huvudvärk och trötthetskänsla i ögonen har funnits hos en till två personer tiden igenom, dock utan att besvären kan kopplas till byggnaden. Svårare problem i sammanhanget såsom sårbildning i näsa och sveda i ögon eller slemhinnor har inte förekommit med undantag för den besvärliga perioden november 1989 - januari 1990 då tre till fem personer sade sig ha ett flertal av de uppräknade besvären.

I oktober 1988 (inställning 12, luftburet, 5 oms/h, 0% återluft) hade fem personer torra läppar och tre upplevde torr hals och huvudvärk. I januari 1989 (inställning 14, luftburet med 5 oms/h, 60% återluft, FT) hade sex personer torra läppar, i oktober 1989 - under perioden med frånluftsinställningen, hade tre huvudvärk och en person sveda i ögonen.

Således kan påstås att de tre årens kartläggningar inte visar på någon uppenbar besvärsframkallande faktor i denna barnstuga av dem som vanligen förekommer i "sjuka hus"-sammanhang. Det i allmänhet vanligt förekommande problemet med upplevd torr luft fanns dock med i bilden; i mindre grad vid högre luftomsättning.

Besvärens tids- och platsrelation

Tid för upplevda besvär har visat sig ha liten relevans. Ibland sägs att eftermiddagar är den tid då man mest märker huvudvärk eller andra besvär. Givet är då att arbetet har bidragit till trötthet etc. Då det gäller besvärens relation till plats har mestadels barnstugan som helhet framstått som en plats där man besvärats mindre av slemhinneirritation m m än i många andra miljöer (hemma, andra barnstugor), som de intervjuade jämfört med. Undantag utgör dock perioden med frånluftsinställningen, då två personer i personalgruppen relaterade besvär (november 1989 - januari 1990) till daghemsbyggnaden.

4.5 Resultat från Understen

Jämförelsebarnstugan Understen representerar Stockholms stads senaste typbarnstuga i konstruktionen som helhet. Bland annat när det gäller grund och takhöjd är dessa typstugor överensstämmande med Molntappen.

Ventilationen i Understen är dock deplacerande med konstant inställning av värme och luftflöde (3,5 oms/h). Här, liksom i Molntappens huvudinställning 1, var ventilationen avstängd på nätterna och under större delen av helgerna.

Undersökningmaterial

Utvärderingstiden är här ett år från januari 1989 till januari 1990. Enkätmaterialiet och intervjuerna är desamma som vid Molntappen. Omfattning och tidplan för intervjuer respektive enkäter är dock något annorlunda.

D-formuläret skulle fyllas i av Understens personal tillsammans var månad istället för varje vecka, som fallet var i Molntappen. Visst bortfall finns ett par av sommarmånaderna. Därefter genomgicks D-formulärets frågor via telefonintervjuer varje månad 1989 till årets slut. Totalt besvarades enkäten vid åtta tillfällen under perioden januari till december 1989.

Både det mest omfattande B-formuläret, liksom det mer övergripande C-formuläret besvarades individuellt tre gånger, i januari respektive oktober 1989 samt i januari 1990.

4.5.1 LJUS, VÄDRING, INFORMATION - ALLMÄNNA SYNPUNKTER

Dagsljus- och belysningsförhållandena ansågs som helhet vara bra men i personalrum och kök av några som ej helt tillfredsställande.

Informationen om projektet och byggnaden kan inte sägas ha nått ut på ett lika tillfredsställande sätt som var fallet för Molntappen.

4.5.2 TERMISK KOMFORT

Barnstugan Understen har ett fast värme- och ventilationssystem med elradiatorer och deplacerande ventilation. Tabell 4.11 sammanfattar resultaten från den månadsvisa gruppenkäten när det gäller termisk komfort.

Vid 62% av frågetillfällena ansåg man att temperaturen var lagom, vilket är ett bättre resultat än motsvarande för Molntappen. Här ska kanske tilläggas att Molntappens personal ofta gav mer detaljrika svar med påpekanden om skillnad mellan olika rum.

När det gäller drag är bilden däremot en annan. Vid 75% av frågetillfällena ansågs drag förekomma i Understen mot 41% för inställning 1 i Molntappen.

Tabell 4.11: Hela personalgruppens månadsvisa, gemensamma skattning av den termiska komforten vid 8 frågetillfällen januari-december 1989 i Understen.

TERMISK KOMFORT

Procent av frågetillfällena som det ansågs vara:

"För varmt" eller	
"För kallt"	38
"Lagom"	62
"Dragigt"	75

Resultaten från de individuellt besvarade enkäterna, som sammanställts i tabell 4.12, visar att 52% av svaren gav omdömet "lagom" när det gäller den termiska komforten i Understen. Motsvarande siffra för Molntappens inställning 1, som valts som slutinställning, var 75%. Man anger övervägande "för kallt" som skäl till att det inte är lagom i Understen, medan man i Molntappen anger "för varmt". Detta kan vara ett skäl till att det förekommer mer klagomål på drag i Understen än i Molntappen. I de individuella enkäterna om termisk komfort fanns inte drag med som ett svarsalternativ, däremot påtalades ofta drag spontant under rubriken "annat".

Tabell 4.12: Individuella svar om termisk komfort vid tre frågetillfällen (januari-89, oktober-89 och januari-90) i Understen

TERMISK KOMFORT

Procent av svaren som gav omdömet:

"För varmt"	20
"Lagom"	52
"För kallt"	28

Den viktigaste förklaringen till dragproblemen är dock den deplacerande ventilationen - i den utformning den fått i barnstugan Understen, som ger en dragzon längs golvet och 10 cm upp. Vid direktintervju med föreståndaren på daghemmet Understen har framkommit att det är drag längs golvet från de s k lågimpulsdonen man besväras av. Detta är särskilt märkbart vid vilstunden, då barnen ligger på madrasser på golvet i Allrum 1 och vid samling, då man sitter på golvet i Allrum 1. Dragupplevelsen finns också t ex vid måltider i Allrum 2 för dem som sitter i närheten av donen. Den deplacerande ventilationen ger höga lufthastigheter från golvet och 10 cm upp samt nära donet (se kapitel 6), samtidigt som luften från donen är något kallare än rumsluften.

Det betonades i svaren på månadsformuläret att uppfattningarna om rumstemperaturen varierade mellan individerna i gruppen, att vissa vill ha svalt i rummen och andra föredrar högre temperatur. De reglage som kan justeras av personalen ändras därmed efter olika önskemål. Möjligen kan detta ha bidragit till de stora temperaturvariationer som upplevdes av en del i gruppen.

Rumstemperaturens variation över arbetsdagen upplevdes som helhet vara bra men ansågs av ett fåtal personer variera på ett något störande sätt. Ibland var det kallt i lokalerna på mornarna. Flera ansåg däremot att det brukar vara kallt efter helger. Stora variationer dels med uteklimatet dels mellan olika rum i huset sades förekomma under oktober - december 1989, dvs under uppvärmningssäsongen. Detta förklarades av föreståndaren med att den första som kom på morgnarna slog upp fönstren eftersom luften då kändes kvav - ett resultat av natt- och helgavstängningen av ventilationen. En slutsats som bör dras av detta är att, om natt- och helgavstängning tillämpas, bör ventilationen sättas igång tidigare på morgonen, t ex kl 04.00 istället för 05.00.

Golvtemperatur

Draget längs golvet framkommer ännu mer tydligt vid frågan hur golven är att vistas på, tabell 4.13. Inte vid något av frågetillfällena användes alternativet "behagliga". Å andra sidan tyckte man inte vid något tillfälle att alternativet "obehagliga" heller var passande. Som kommentar lade man ofta till "kalla". Yttemperaturen på golven har genomgående varit någon grad lägre i Understen än i Molntappen.

Tabell 4.13: Hela personalgruppens månadsvisa, gemensamma skattning av yttemperaturen på golvet i Understen

GOLVTEMPERATUR

Procent av frågetillfällena då golven ansågs vara:

"Behagliga"	0
"Mindre behagliga"	100
"Obehagliga"	0

4.5.3 LUFTKVALITET

Barnstugan Understen med sin deplacerande ventilation får mycket goda omdömen när det gäller luftkvalitet. Resultaten från den månadsvisa gruppenkäten, tabell 4.14, visar att luften klassats som behaglig vid alla frågetillfällen! Detta är ett bättre omdöme än det personalen i Molntappen gett den omblandande ventilationen i huvudinställning 1. Där klassades luften som "behaglig" vid 73% av frågetillfällena och som "behaglig eller acceptabel" vid 93%.

Tabell 4.14: Hela personalgruppens gemensamma skattning av luftkvaliteten vid åtta frågetillfällen januari-december 1989 i Understen.

LUFTKVALITET

Procent av frågetillfällena som luften ansågs vara:

"Behaglig"	100
"Acceptabel"	0
"Behaglig" + "Acceptabel"	100
"Obehaglig"	0

De individuella svaren om luftkvalitet från sammanlagt tre frågetillfällen, tabell 4.15, ger också mycket bra resultat, men med större spridning mellan "behaglig" och "acceptabel". Resultatet att 96% av svaren gav omdömet "behaglig" eller "acceptabel" kan jämföras med Molntappens 90% för inställning 1. Samtidigt användes svarsalternativet "behaglig" i färre fall i Understen (48%) än i Molntappen för inställning 1 (65%).

I någon mån nämndes torr luft i Understen men i regel upplevdes luften ändå som behaglig.

Tabell 4.15: Individuella svar om luftkvalitet vid tre frågetillfällen (januari-89, oktober-89, januari-90) i Understen.

LUFTKVALITET

Procent av svaren som gav omdömet:

"Behaglig luft"	48
"Acceptabel luft"	48
"Behaglig" + "Acceptabel"	96
"Obehaglig luft"	4

Lukt, statisk elektricitet

Inga klagomål fanns när det gäller störande lukter eller statisk elektricitet.

4.5.4 LJUD

I månadsenkäterna för Understen ställdes frågan om ljudvolymen upplevdes som "normal", "hög/något hög" eller "låg". Ljudnivån ansågs vid samtliga svarstillfällen vara "normal".

Tabell 4.16: Hela personalgruppens gemensamma skattning av ljudnivån vid åtta frågetillfällen jan-dec 1989 i Understen.

LJUDNIVÅ

Procent av frågetillfällena som ljudet ansågs vara:

"Normal"	100
"Låg"	0
"Normal" + "Låg"	100
"Något för hög" eller "Hög"	0

Vid 88% av frågetillfällena hade man någon gång i månaden noterat särskilda ljud, förutom röster. Det som nämndes var "tjut från ventilation" (ej besvärande) och "kyl, frys" (besvärande). (Kylen och frysen vibrerade mot varandra, vilket åtgärdades.)

4.5.5 UPPLEVELSE AV HÄLSA

Föräldrarnas intryck av barnens hälsa och reaktioner

I föräldraenkäterna påtalades att två barn fått torr, narig hy, varav ett inte hade haft detta tidigare. En förälder kommenterar inommiljön som "kompakt och onaturlig" med avseende på lukt, material och ventilation. Fler svar visade dock ett positivt intryck; någon beskriver luften som friskare än normalt där så många vistas. Några anser sig dock uppehålla sig i daghemmet för kort tid för att kunna ha en uppfattning om klimatet.

Besvär, upplevda av personalen

Då det gäller fysiskt upplevda besvär var det endast "torra läppar" som angavs i någon anmärkningsvärd omfattning. Vid de tre frågetillfällena (som var i januari 1989, oktober 1989 och januari 1990) angavs detta av 100%, 75% resp. 75% av de svarande.

4.6 Slutsatser

I barnstugan Molntappen gav personalen omdömen om inomhusklimatet kontinuerligt under tre år. Dels lämnade hela gruppen synpunkter så gott som varje vecka hela perioden. Dels besvarade

varje individ utförligt frågor om sin egen personliga upplevelse av klimatfaktorer och eventuella besvär som kunde knytas till den fysiska miljön. Individuellt besvarades också frågor, vår och höst, om ljus och belysning. Även dessa parametrar har ju sin inverkan på klimatupplevelse och hälsa. Föräldrarna besvarade i enkäter fyra gånger frågor om barnens reaktioner och hälsobild samt om sina egna intryck.

De redovisade intrycken har överlag varit positiva; situationen som helhet anses vara mycket bra sett ur de tillfrågades totala referensramar. Enligt föräldrarnas uppgifter har de barn som haft känd överkänslighet eller allergi inte försämrats under de gångna åren vid Molntappen.

De tre huvudinställningarna för värme och ventilation

Av enkätsvaren framgår att **huvudinställning 1, dvs, vattenburen värme med FTX-ventilation, har varit mest uppskattad**, både när det gäller termisk komfort och luftkvalitet. Det var bara en period, senhösten 1989, då injusteringen blev felaktig, som entydiga klagomål fanns på denna inställning. Detta rättades till den 18 januari 1990 och inställning 1 med 3 oms/h har blivit den slutgiltiga inställningen i barnstugan Molntappen.

Även huvudinställning 2, den luftburna värmen, har i stort sett fungerat till personalens belåtenhet. Den har dock varit behäftad med fler driftstörningar. I juni 1988, när systemen ställdes om för denna inställning, var tilluften alldeles för varm och personalen karakteriserade luften som "växthuslik". Även senare har systemet medfört ojämn värme mellan avdelningarna - för varmt på sydöstra avdelningen och för kallt på nordvästra. Luftkvaliteten har fått bra omdömen, utom under de två veckor då 90% återluft provades (0,5 oms/h uteluft) och under en kort period då återluftspjället inte fungerade utan gav 100% återluft!

Huvudinställning 3, dvs vattenburen värme med frånluftsventilation, fungerade aldrig som den var tänkt, vilket kommenteras i kapitel 1. Under denna tid förekom de flesta klagomålen sett över hela treårsperioden.

Referensbarnstugan Understen med deplacerande ventilation

Barnstugan Understen med elradiatorer och **deplacerande ventilation fick det bästa omdömet när det gäller luftkvalitet**. Man ska här komma ihåg att det inte är samma personalgrupp som besvarar frågorna, så jämförbarheten med Molntappen är mer osäker än jämförelsen mellan Molntappens olika systeminställningar. Däremot var klagomålen på drag längs golvet klart mer framträdande i denna barnstuga än i Molntappen.

Olika luftflöden

Även om tabeller här ställts samman över personalens omdömen om luftkvaliteten vid olika luftväxlingar bör poängteras att dessa resultat inte är entydigt generaliserbara till andra daghem. Förutom att personalgruppen är liten, tillkommer att de flesta luftväxlingstal provats under mycket korta perioder. Det har också varit olika systeminställningar och olika uteklimat vid olika luftomsättningar. Med säkerhet kan emellertid konstateras att luftväxlingstal på 1,4 oms/h eller därunder upplevs som klart otillräckliga.

Det som inträffade i Molntappen hösten 1989, när huvudinställning 1 med 3 oms/h inte var injusterad så att luftutbyteseffektiviteten blev bra, tyder på att man balanserar på gränsen vid 3 oms/h i en barnstuga av denna storlek, 32 barn och en personalgrupp på ca åtta personer. I detta fall motsvarar 3 oms/h 2,3 l/s,m².

Till de goda omdömen luftkvaliteten i barnstugan Understen fick, kan - förutom den deplacerande ventilationen - även den något högre luftväxlingen (3,5 oms/h) - ha bidragit.

Golven

Beträffande golvet som här liksom i andra daghem beskrivits som kallt, kunde alternativa lösningar prövas. Om värmeisoleringen mot golvet ökas, t ex med hjälp av lätthanterliga fällar av naturfiber som prövas inom sjukvården, kan både värme och harmoni ökas vid de olika aktiviteter som bedrivs. Den varmare känslan i naturmaterialets struktur kan delvis uppväga den blanka golvytans material som kan upplevas kall bortsett från faktiskt uppmätt temperatur.

Väggarna

Av väggmaterialen har särskilt den invändiga träpanelen varit uppskattad ur både estetisk och praktisk synvinkel, våtrummens golv och väggar likaså.

Övrigt

Personalen har även lämnat synpunkter i marginalen om t ex utemiljön. Bland annat ansågs att avdelningen Solstrålens placering på tomten är skuggig vilket tillsammans med altantaket ger mindre ljus i lokalerna än i den andra avdelningen. Ett pedagogiskt tillskott vore, enligt personalen, att ha mer fruktträd och bärbuskar i daghemmets trädgård vilket också skulle ge lekmöjligheter och ekonomiskt bidrag till daghemmets budget. Detta skulle kunna ge barnen kunskaper om årstidsväxlingar och hushållning med livsmedel.

Viktigt för drift, underhåll, teknisk erfarenhetsåterföring och energihushållning har varit att återkoppla de brister som påtalats i enkäterna till testmomentet i Molntappens första brukstid. Kortfattade eller mer utförliga frågeformulär till olika brukargrupper är ett praktiskt redskap i det arbetet. För den fortsatta driften av en byggnad kan detta instrument i kombination med utbildning vara ett stöd. Brukare av olika kategorier blir mer insatta i hur utrustningen fungerar och klarar därmed visst arbete själva samt hanterar utrustningen på ett bättre sätt.

Sammanfattningsvis kan konstateras att konstruktion, system- och materialval har fått gott betyg i båda de undersökta barnstugorna när det gäller upplevelsen av inneklimatet då betydelsefulla kringfaktorer fungerat planenligt.

5. Medicinska kontroller av daghemspersonalen

Görel Ramstedt

5.1 Inledning

För undersökning av personalens hälsa besöktes Molntappen fyra gånger 1987 och två gånger per år 1988 och 1989.

Kontrollgrupper var personalen vid barnstugan Understen, som besöktes två gånger 1989, samt vid barnstugan Flyglärargatan 10, ett enavdelnings daghem, inrymt i bostadshus. Vid Flyglärargatan har inte kontrollmätningar av luft genomförts. Daghemmet besöktes 1987 och 1988.

Vid varje besök hade läkare eller sköterska personlig kontakt med var och en i personalgruppen.

Vid första besöket gjordes en genomgång av personalens tidigare sjukhistora, dels för att fastställa om vederbörande var s k atopiker (person med allergisk disposition av viss typ), dels för att få fram om vederbörande tidigare haft hud- eller slemhinnebesvär av den typ man kan finna i samband med dåligt inomhusklimat.

Vid uppföljningsbesöken noterades eventuella subjektiva besvär och objektiva symptom som kunde misstänkas ha samband med inomhusklimatet.

Personalgrupperna förde särskild sjukstatistik, som har granskats för Molntappens del 1987 - 1989, för Understen 1989 samt för Flyglärargatan från oktober 1987 till september 1988.

Personalen på Flyglärargatan hade ett allmänt intryck av att ventilationen periodvis fungerade dåligt och de symptom som redovisats har varit mer frekventa under sådana perioder.

Tabeller avseende sjukfrånvaro och antal personer med symptom 1987 - 1989, se tabell 5.1 - 5.3.

5.2 Sjukfrånvaro

Molntappen:

1987 16,1 arbetsdagar per person på 9 mån
(juni - augusti räknas ej).

1988 16,2 arbetsdagar per person på 9 mån.

1989 18,9 arbetsdagar per person på 9 mån.

Flyglärargatan 1987 - 1988:

16,4 arbetsdagar per person på 9 mån.

Understen:

1989 14,8 arbetsdagar per person på 9 mån.

5.3 Diskussion

Även i "frisk inomhusmiljö" förekommer naturligtvis enstaka personer med hud- och slemhinnesymptom av irritations- eller uttorkningstyp. Dessa symptom är vanligare hos atopiker och vi fann detta även i vårt material där 6 atopiker ingick (Molntappen 1-2 atopiker, Understen 1 atopiker, Flyglärargatan 2 atopiker). Symptomfrekvensen på Molntappen och Understen får anses vara "normal" (dvs sannolikt som i ett "friskt" hus) bortsett från vecka 47-49 1989 på Molntappen då 5/13 hade ögonbesvär, sannolikt pga ventilationsfel. På Flyglärargatan, med ett krånglande ventilationssystem, var besvärsfrekvensen något högre.

Tabell 5.1: Besvärsfrekvens hos personalen i barnstugorna Molntappen och Flyglärargatan år 1987, uttryckt som antal med symptom / totalt personalantal.

Besvär:	Molntappen	Flyglärargatan
Huvudvärk	0/12	3/8
Ögonbesvär	0/12	1/8
Nästappa Heshet Rethosta (ej förkylning)	2/12	2/8
Hudbesvär	1/12	2/8
Frekventa övre luftvägsinfektioner	1/12	2/8

Tabell 5.2: Besvärsfrekvens hos personalen i barnstugorna Molntappen och Flyglärargatan år 1988, uttryckt som antal med symptom / totalt personalantal.

Besvär:	Molntappen	Flyglärargatan
Huvudvärk	1/12	0/8
Ögonbesvär	1/12	0/8
Nästappa Heshet Rethosta (ej förkylning)	0/12	3/8
Hudbesvär	1/12	2/8
Frekventa övre luftvägsinfektioner	1/12	0/8

Tabell 5.3: Besvärsfrekvens hos personalen i barnstugorna Molntappen och Understen år 1989, uttryckt som antal med symptom / totalt personalantal.

Besvär:	Molntappen	Rest.av året	Understen
	Ca v 47-49		
Huvudvärk	2/13	1/13	1/10
Ögonbesvär	5/13	2/13	1/10
Nästäppa Heshet Rethosta (ej förkylning)	1/13	1/13	0/10
Hudbesvär	2/13	1/13	5/10 *)
Frekventa övre luftvägsinfektioner	1/13	1/13	1/10

*) I dessa fall är det svårt att avgöra om det enbart gäller torr "vinterhud" eller torr "daghemshud".

6. Mätningar av inneklimat

6.1 Luftkvalitet - ventilation

Katinka Almrén, Marie Hult

6.1.1 Mätning av luftflöden

I barnstugan Molntappen har luftflödet i lekavdelningarna varierats experimentellt för att få personalgruppens uppfattning om lämpligt flöde.

Vad säger Nybyggnadsreglerna?

Enligt Nybyggnadsreglerna (BFS 1988:18, fortsättningsvis benämnda NR) skall rum för rörligt arbete i arbetslokaler (några speciella rekommendationer för barnstugor ges ej) ha ett luftflöde på 7 l/s per person.

Om Nybyggnadsreglerna tolkas så att luftflödet skall dimensioneras efter maximalt antal personer som vistas i **rummet**, innebär det för Allrum 1 (rum 215) att flödet skall dimensioneras för ca 19 personer (16 barn och 3 vuxna). Detta ger ett luftflöde som är $19 \times 7 = 133$ l/s. Med detta Allrums storlek och takhöjd blir luftväxlingen 5,4 oms/h, eller 3,8 l/s,m² golvyta.

När barnstugan startade var det endast 12 barn i grupperna, eftersom alla var småbarn, och två personal per avdelning, dvs totalt 14 personer, vilket för samma rum skulle ge krav på 98 l/s i luftflöde vilket skulle ge en luftväxling på 4,0 oms/h eller 2,8 l/s,m² golvyta.

Ibland påstås att barn kanske bara är "halva personer" när det gäller luft för andning vid samma aktivitet som en vuxen. Å andra sidan har barnen normalt en högre aktivitetsnivå. De bör därför räknas på samma sätt som vuxna (9).

Man kan med större fog hävda att alla barnen sällan är samlade i ett av de tre lekrummen med stängda dörrar. Detta kan visserligen förekomma, t ex vid sovstunden (i regel delar man dock upp större och mindre barn i olika rum då, och alla barn sover inte) och vid måltiderna (de är dock inte så långvariga). Man kan då möjligen tolka NR så att lekrummen på samma avdelning (Allrum 1, Allrum 2 och Vilrum) skulle kunna betraktas som **ett** utrymme. Dörrarna

mellan dessa rum står oftast öppna. Den totala volymen på dessa tre rum i Molntappen är 182 m^3 och den normenliga luftmängden för 19 personer var 133 l/s . Detta ger en luftväxling på $2,6 \text{ oms/h}$ eller $2,0 \text{ l/s, m}^2$. Om man räknar med första tiden i Molntappen, då barngrupperna var mindre blir kravet på luftväxlingen i detta fall $1,9 \text{ oms/h}$ eller $1,4 \text{ l/s, m}^2$.

Vad gav experimenten med olika luftflöden?

Ett av syftena med den experimentmöjlighet som byggdes in i barnstugan Molntappen var att systematiskt försöka studera vad som är ett lämpligt luftflöde i en barnstuga, där byggnadsmaterialen valts med särskild omsorg för att minimera emissioner till inneluften.

Erfarenheterna från 1970-talets barnstugor i Stockholm med klimatproblem är att det i regel behövs en luftväxling på minst 3 oms/h för att personalen skall uppleva någon förbättring av inneklimatet i dessa byggnader.

Mot bakgrund av slutsatserna i kapitel 4 kan konstateras att ett daghem som Molntappen med lågemitterande byggnadsmaterial ändå balanserar på marginalen med ett luftflöde på $2,3 \text{ l/s, m}^2$ (i detta fall 3 oms/h) - i synnerhet när barngrupperna blir så stora som 16 barn. En säkerhetsmarginal, som innebär att man kan öka flödet till åtminstone 3 l/s, m^2 är av stort värde. Detta har behandlats i kapitel 2. I Molntappen finns möjlighet att öka flödet till nära 4 l/s, m^2 (i detta fall 5 oms/h).

I **Bilaga 6.1** redovisas uppmätta till- och frånluftsflöden i lekrummen i barnstugan Molntappen vid slutinställning samt i barnstugan Understen, som hade konstant flöde.

6.1.2 Mätning av luftutbyteseffektivitet

Luftutbyteseffektiviteten har, i enlighet med Nordiska Ventilationsgruppens definition (20), bestämts på följande sätt:

$$\frac{1/2 \times \text{lokal luftomsättning} \times 100}{\text{Nominell luftomsättning}}$$

Den nominella luftomsättningen = Uteluftflödet/Rumsvolymen

Denna definition innebär att fullständig omblandning ger 50% effektivitet och fullständig kolvströmning (vid deplacerande ventilation) ger 100% effektivitet.

Den nominella luftomsättningen bestämdes med spårgas (lustgas) och med fullständig omblandning av rumsluften i enlighet med metod D3 i Byggforskningsrådets publikation T32:1982.

Lokal luftomsättning mättes sedan i fem punkter per rum 1,2 m över golv. Vid dessa mätningar omblandades inte luften. Approximativt värde på luftutbyteseffektiviteten beräknades av medelvärdet av de fem punkterna.

Vid ventilationsmätningarna användes IR-instrumentet Miran 101 och Philips skrivare, PM 8252.

Luftutbyteseffektiviteten har uppmätts i de fyra stora lekrummen vid nio tillfällen i Molntappen och vid ett tillfälle i Understen.

Tabell 6.1.

Tabell 6.1: Luftutbyteseffektivitet

(Medeltal för de fyra större lekrummen i respektive barnstuga)

Måttillfälle	Grundin- ställning	Luftväxling oms/h	Luftutbytes- effektivitet %
Molntappen			
87-06-04	Vattenburen värme, FTX ventilation	4	44,4
87-09-04	"-	2	47,5
87-11-13	"-	5	45,1
87-12-17	"-	4	45,8
88-02-11	"-	3	47,2
88-03-11	"-	2	46,8
88-06-02	Luftburen värme, FTX- ventilation	5	45,0
89-08-04	Vatten- buren värme, F-ventilation	1	47,0
89-09-25	"-	1,4	38,0
Understen			
89-01-13	Elvärme, FTX, deplacerande ventilation	3,4	59

Storleksordningen på uppmätt luftutbyteseffektivitet i Molntappen under grundinställning 1 (Vattenburen värme, FTX-ventilation) och 2 (Luftburen värme, FT-ventilation) är typisk för omblandande ventilation med bakkantsinblåsning. I genomsnitt var den 46% under inställning 1 och 47% under inställning 2. Under grundinställning 3 (Vattenburen värme, F-ventilation med framkantsinblåsning) var effektiviteten ojämn i olika punkter i rummen och mycket låg i vissa punkter (37%). I en punkt var den högre än 50% (53%) vid 1 oms/h. Den låga effektiviteten stämmer väl överens med personalens upplevelser och, som angetts i kapitel 1, fick denna inställning avbrytas, eftersom den inte fungerade som avsett. Luft sögs från barnstugans mittdel istället för från uteluftsdonen. Den höga effektiviteten (50% och 53%) i vissa punkter nära fönster, förklaras troligtvis av att den lilla luft som kom in fungerade som deplacerande ventilation.

Bästa luftutbyteseffektiviteten i Molntappen uppnåddes under inställning 1 med 2-3 oms/h (47,5 resp. 47,2 %).

I Understen, som har deplacerande ventilation var luftutbyteseffektiviteten i genomsnitt 59%, vilket är typiskt för deplacerande ventilation. I denna barnstuga har också personalen i enkät om luftkvaliteten svarat mycket positivt. Se kapitel 2.

I **bilaga 6.2** ges en mer detaljerad redovisning av dessa mätningar, rum för rum, och med angivande av luftflöden, rumsvolymer, tilluftstemperaturer och rumstemperaturer.

6.1.3 Mätning av koldioxidhalt

Ett annat sätt att bedöma ventilationens effektivitet är att mäta koldioxidhalten i ett rum där det vistas så många människor som lokalen är avsedd för.

Enligt "Socialstyrelsens allmänna råd om ventilation i bostäder m fl lokaler, SOSFS 1989:51" anses sanitär olägenhet föreligga om koldioxidhalten till följd av personbelastning överstiger 1000 ppm i lokaler där människor inte enbart tillfälligt uppehåller sig.

Koldioxid från utandningsluft är en indikator på luftförskämning. En hög koldioxidhalt medför att även andra mänskliga utsöndringsprodukter, som var och en kan vara svåra att identifiera, också förekommer i hög koncentration. Koldioxidkoncentrationen i en lokal

visar således om ventilationssystemet är tillräckligt effektivt för att bortföra föroreningar från de människor som vistas i lokalen.

Koldioxidhalten utomhus är vanligen 350 ppm och mätresultaten redovisas här som absoluthalt CO_2 , dvs inklusive uteluftshalten.

Undersökningarna har utförts i allrum 225 i både Molntappen och Understen och dörrarna var stängda under mätningen. Koldioxidhalten uppmättes en halv meter över golvet mitt i rummet under barnens vila, som varade mellan kl 12.00 och 13.00.

Koldioxidhalten har mätts med IR-instrument, typ Miram 18 och en prototyp till direktvisande instrument, framtaget av Fläkt AB.

Under mätningarna, som utfördes 11 januari 1990 i Molntappen och 17 januari 1990 i Understen, vistades en vuxen och 10 barn i lokalen och luftomsättningen var 3 oms/h vid mättillfället. Halten koldioxid var 700-800 ppm och således underskreds riktvärdet 1000 ppm.

CO_2 -halten var något lägre i Understen än i Molntappen. Skillnaden kan troligtvis förklaras av att den deplacerande ventilationen i Understen för bort koldioxiden på ett effektivare sätt. Mätningen i Molntappen gjordes dock under den period då gallren på tilluftsdonen var felinställda, så att en viss kortslutningseffekt erhöles (se kapitel 1). Detta rättades till först den 18 januari 1990.

Vid ett annat mättillfälle i Molntappen, då en vuxen och 14 barn vistades i Allrum 1 (rum 225), uppmättes 1100 ppm CO_2 . Överskridandet av riktvärdet berodde på att många personer vistades i samma rum med stängda dörrar under lång tid. Slutsatsen är att mer än ett rum bör användas under vilan vid stora barngrupper. Så bör t ex ett rum som är 30 m² inte belastas med mer än ett tiotal barn och ett par vuxna under längre tid än en timme om luftväxlingen är 3 oms/h och CO_2 -halten skall hållas under 1000 ppm.

Mätresultaten ovan visar på god luftkvalitet i samtliga fall utom perioden med den misslyckade frånluftsinställningen i Molntappen under hösten 1989. Luftkvaliteten i Understen visar något bättre värden än i Molntappen. Dessa slutsatser från mätningarna stämmer också väl överens med personalens bedömning i enkätsvar om luftkvaliteten (se kapitel 4).

6.2 Luftkvalitet - luftföroreningar

6.2.1 Mätning av lättflyktiga organiska föroreningar (VOC) med diffusionsprovtagning

Jan Kristensson, Åsa Lundén
Analytisk kemi, Stockholms Universitet

Inledning

Inomhusluftens halt av lättflyktiga organiska ämnen (VOC) i barnstugan Molntappen på Skarpnäck har undersökts från januari 1987 till januari 1990.

Mätningar från tiden januari 1987 till och med maj 1988 redovisas mer utförligt i **bilaga 6.3**. Där beskrivs:

- provtagning och analyssystem
- emissionsförloppet för formaldehyd och VOC genom mätvärdet under byggtiden, i färdig byggnad före inflyttning, och efter driftstart
- avklingningsprocessen under det första året

Mätningarna har därefter fortsatt enligt fastställt mätschema (ca var sjätte vecka) under perioden maj 1988 till december 1989 samt med vissa kompletterande mätningar under 1990. Under 1989 har dessutom parallella mätningar utförts i referensbarnstugan Understen.

Eftersom formaldehyd vid de tidigare mätningarna visade mycket låga, avtagande halter och eftersom de värden som uppmättes med god marginal klarade målsättningen om högst 0.04 ppm, har formaldehyd inte mätts under de fortsatta mätningarna. De tidigare genomförda mätningarna av formaldehyd redovisas i detta avsnitt.

Luftprofilerna har modifierats något jämfört med de tidigare mätningarna januari 1987 till och med maj 1988. I de nya luftprofilerna beräknas även summahalterna av flyktiga organiska ämnen och dessa halter beräknas som toluenekvivalenter och uttrycks i $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Halterna av lättflyktiga organiska ämnen har genomgående varit låga, ca 100 - 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ i Molntappen. Detta är lägre än vad som är normalt i barnstugor och långt under de halter som före-

kommer i problembarnstugor.

Mätningar av lättflyktiga organiska ämnen har även denna period utförts vid flera olika inställningar av ventilations- och värmesystemen. Inte heller nu har någon koppling till dessa olika system kunnat göras eftersom halterna genomgående varit mycket låga. De variationer man ser beror snarare på olika aktiviteter i barnstugan eller på variationer i uteluftens VOC-halter.

Målsättningen, att genom att välja lågemitterande byggnadsmaterial och bra ventilation minimera emissionerna av flyktiga organiska ämnen, måste därmed anses ha uppnåtts.

Provtagning och analys

VOC-prover har tagits i 4 av de 6 rummen på lekavdelningarna samt i korridor.

Proverna togs med dosimetrar av typ Perkin Elmers ATD-50-rör, packade med Tenax TA. ATD-50 (Automatic Thermal Desorption) är ett system för diffusionsprovtagning av gasformiga ämnen på fast sorbent samt efterföljande termisk desorption och gaskromatografisk analys.

ATD-rören har satts på ca 2 m höjd i rummen (utom räckhåll för barnen), där den mest förorenade luften kan tänkas finnas. Varje provtagningstillfälle med denna s k passiva provtagningsmetod (diffusionsprovtagning) har varat i fem dygn (månd-fred). Detta innebär att VOC-halterna nattetid, när ventilationen är avstängd, inräknats i de medelvärden som redovisas för de fem dygnet.

Luftprofilerna har efter maj 1988 modifierats, utökats något i beräkningen, dessutom har flera ämnen och deras orsaker identifierats. Den nya luftprofilen beskrivs i ett separat avsnitt nedan.

Luftprofiler

I inomhusluft har Berglund et al identifierat över 300 olika ämnen. Att bedöma inomhusluftens kvalitet genom att jämföra kvalitativa och kvantitativa analysresultat för alla dessa ämnen kräver mycket avancerade statistiska beräkningsmetoder.

Luftprofiler är ett förenklat beräkningsätt (teknik för datareduktion)

av de oftast mycket komplexa kromatogram som erhålls vid analys av inomhusluft. Luftprofilen används i första hand för en sk screening av proverna för att skilja prover från eventuella problemhus från prover som tagits i hus där man inte bör ha problem med flyktiga organiska ämnen.

Kromatogrammet delas in i 5 olika delar. Indelningen baseras på retentionstiderna för bensen, toluen, m-xylen och 1,3,5-trimetylbensen (mesitylen). Toluen är ett ämne som man hittar i så gott som alla prover på flyktiga organiska ämnen i inomhusluft. Dessutom analyseras ofta, ca vart tionde prov, en extern standard som består av en känd halt av dessa ämnen. Efter indelning av kromatogrammet summeras toppytorna i respektive sektion i kromatogrammet. Summan av toppytorna delas med provtagningstiden vid diffusionsprovtagning och med provtagningsvolymen vid pumpad provtagning. De erhållna summorna av toppytorna jämförs med toppytan för den kända halten av toluen i den externa standarden. Dvs halterna i respektive sektion i luftprofilen beräknas som om alla ämnen var toluen, s k toluenekvivalenter. Halterna uttrycks i ng/l ($=\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Resultaten redovisas med kromatogram och en tabell och stapeldiagram för beräkning av luftprofiler. I kromatogrammen har vissa identifierade ämnen markerats. I tabellen uttrycks Area LP i pg/min. Tol Eq, (toluenekvivalenter), innebär att koncentrationen för alla ämnen har beräknats som om de vore enbart toluen. Detta görs för att man skall få en uppfattning om koncentrationernas storlek. Yrkeshygieniska gränsvärdet för toluen är $200 \text{ mg}/\text{m}^3$. Rekommenderat värde för inomhusluft är ca 1/1000 av detta värde, alltså $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Totala mängden flyktiga kolväten (TVOC) bör enligt WHO (=World Health Organisation) inte överstiga $600 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Vid jämförelse mellan olika prov jämförs endast de fem sektionerna. Dessutom tas alltid ett referensprov utomhus för ytterligare jämförelse. Normalt har man ca tre gånger högre halter inomhus än utomhus. Kromatogrammet är lagrat i dator och, om man finner att halterna av flyktiga organiska ämnen är onormalt höga, kan man från det lagrade kromatogrammet identifiera och i vissa fall kvantifiera specifika ämnen.

Fördelen med metoden är att man i beräkningen tar hänsyn till samtliga ämnen som förekommer i provet som tagits med den specificerade provtagningsmetoden och analyserats på det specificerade sättet. Alltså tar man även hänsyn till eventuella nya ämnen som

tillförs antingen via nya byggnadsmaterial eller via aktiviteter i lokalerna.

Resultat Molntappen

Erhållna resultat från utförda mätningar exemplifieras med kromatogram och luftprofilsberäkningar från en mätomgång som togs i oktober 1989. Vid detta provtagningsstillfälle hade Molntappens ventilation låg effektivitet beroende på felställda don, (se kapitel 1), varför föroreningshalten var något högre än normalt.

Tabell 6.2 ger en sammanfattning av provtagningsresultaten från oktober 1989. Utförlig redovisning finns i **bilaga 6.3**.

I ett av kromatogrammen har ämnena identifierats. Se figur 6.1.

Totalt är summahalterna, TVOC, låga. Koncentrationerna ligger mellan ca 100 - 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Halterna av de aromatiska kolvätena bensen, toluen, etylbensen, m-xylen och 1,3,5-trimetylbensen är i detta fall mycket låga. Förhållandet mellan de olika topparna (bensen, toluen och m-xylen) tyder på att dessa ämnen kommer från bilavgaser alternativt bensinångor.

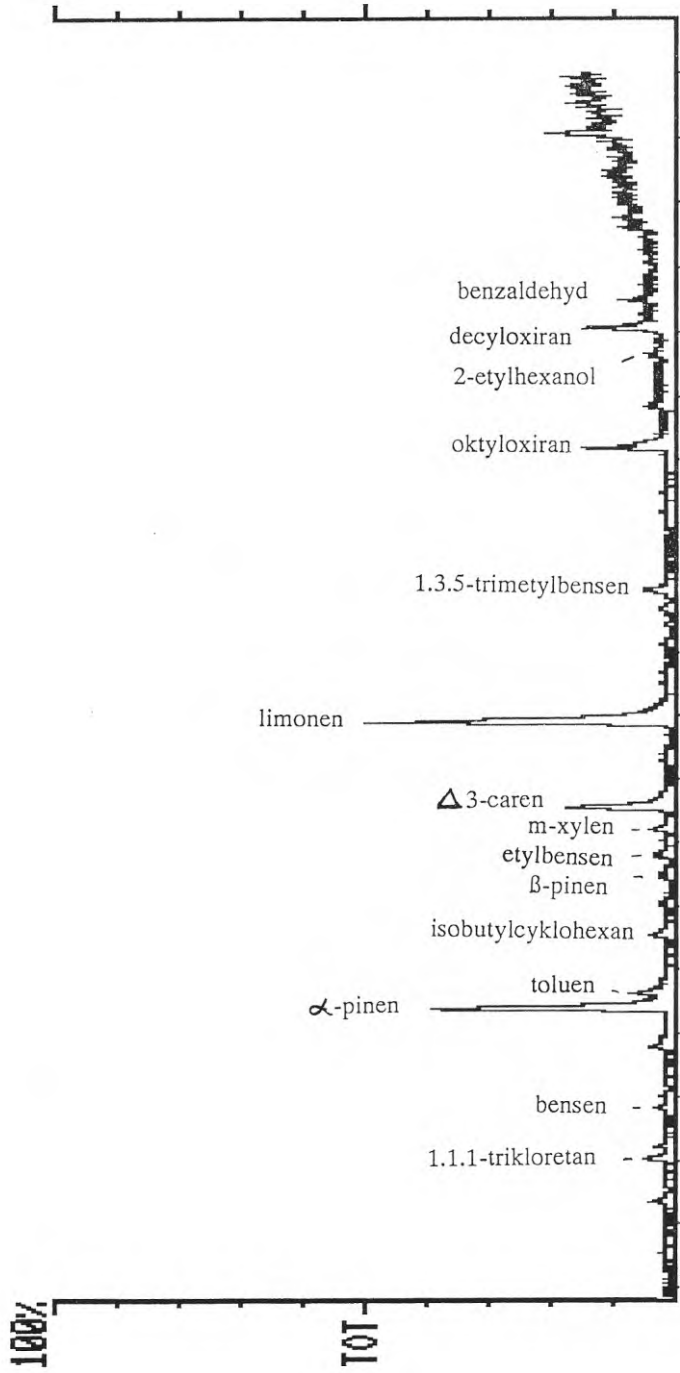
α -pinen, β -pinen, 3-caren och limonen är terpenier, som dels förekommer naturligt i trämaterial men som dessutom förekommer som lukt tillsatser till diverse olika hushållskemikalier av typ rengöringsmedel. (Limonen ger citronlukttill bl a diskmedel). Eftersom halterna av både pinen och limonen är högre än vad som borde komma från naturliga källor förmodas dessa ämnen komma från väggarnas träpanel och aktiviteter i barnstugan (rengöringsmedel).

Tabell 6.2: Totalhalter lättflyktiga organiska föreningar (TVOC) i rumsluften i daghemmet Molntappen 23-27 oktober 1989. (Diffusionsprovtagning i 5 dagar).

Rum	Halt TVOC $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Allrum 1 (Rum 215)	99
Allrum 1 (Rum 225)	112
Allrum 2 (Rum 226)	150
Vilrum (Rum 217)	97
Korridor	163
Ute	47

1,1,1-triklorethan är mycket vanligt förekommande i inomhusluft. Ämnet är ett lösningsmedel som bland annat används i textillimner. 1,1,1-triklorethan kan även förekomma i starka rengöringsmedel. Halten av 1,1,1-triklorethan är mycket låg.

2-etylhexanol är en alkohol som bildas när mjukgöraren di-(2-etylhexyl)-ftalat (ofta kallad dioktylftalat) hydrolyseras av vatten. Ämnet ger en mycket obehaglig lukt. 2-etylhexanol kan även förekomma i nya helt oanvända plastmattor eftersom en viss hydrolys av mjukgörare kan ske redan i tillverkningsprocessen. I detta fall är det troligen rester från tillverkningsprocessen av våtrumsmattorna. Denna slutsats kan dras eftersom halten är mycket låg och eftersom halten av toluen normalt brukar öka i inomhusluften när det sker en mjukgörarehydrolys.



Figur 6.1: Kromatogram över luftföroreningar 23-27 oktober 1989 i rum 226 i Molntappen med identifierade ämnen - ju högre topp desto större koncentration av ämnet i luften.

Oktyloxiran, decyloxiran och benzaldehyd är nedbrytningsprodukter från provtagningssystemet och kommer normalt inte från inomhusluften. Inga tecken på flyktiga ämnen från mögeltillväxt syns. Vid dessa tillfällen brukar en serie med alkoholer med i första hand åtta kolatomer förekomma i proverna.

Sammanfattningsvis kan konstateras att totalhalterna av VOC är låga. De ämnen som förekommer i högsta halter är terpenier och dessa ämnen kommer i detta fall troligtvis från träpanelen på väggarna i lekrummen och korridoren samt från aktiviteter (rengöring) i lokalerna.

Denna provomgång är, trots lågt TVOC, en mätomgång där halterna är relativt höga. De flesta mätningar som under denna period har gjorts i Molntappen har betydligt lägre mätvärden. Eftersom halterna är mycket låga så har det varit svårt att kunna korrelera förekomst av VOC till olika inställningar av värme och ventilation. Variationer i halterna beror till största delen på aktiviteter i lokalerna. När ventilationen varit helt avstängd har dock en ökning av VOC-halterna tydligt kunnat konstateras. Se punkt 6.2.2.

Resultat Understen

Eftersom barnstugan Understen ligger nära Molntappen och färdigställdes relativt kort tid efter Molntappen, har den under denna mätperiod (egentligen under 1989) använts som jämförelsebarnstuga. Provtagning har alltså skett parallellt i denna barnstuga. Understen är utrustad med deplacerande ventilation.

Tolkning av resultaten från mätomgången i oktober 1989, se figur 6.2, visar att halterna av aromatiska kolväten är något högre. Halterna av terpenier är något lägre. Dessa olikheter kan sammanhänga med olikheter i materialvalet. Övriga ämnen har likvärdiga halter. Totalt är halterna av samma storleksordning i Understen som i Molntappen vid denna mätomgång. Understen har en mycket liten förskjutning mot lägre mätvärden. Se tabell 6.3. Utförligare redovisning finns i **bilaga 6.4.**

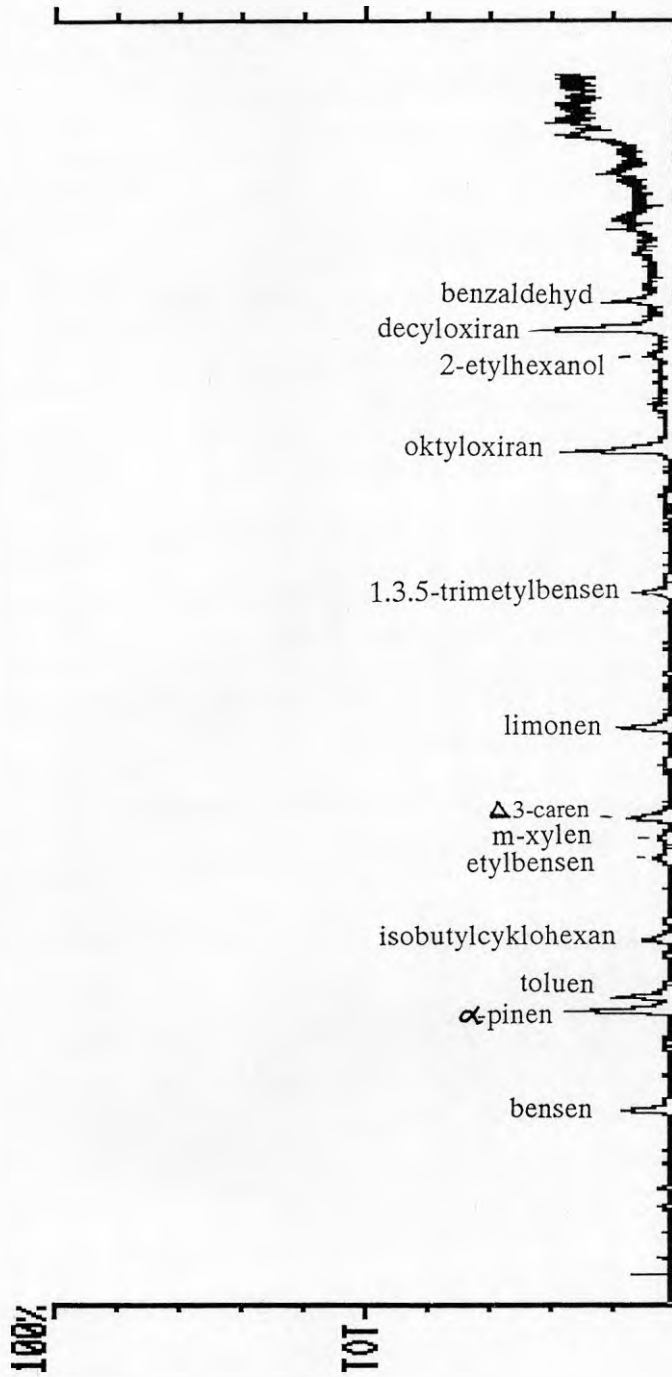
Även i Understen har man alltså lyckats bygga en barnstuga som under mätperioden uppvisar mycket låga emissioner av flyktiga organiska ämnen.

Tabell 6.3: Totalhalter lättflyktiga organiska föreningar (TVOC) i rumsluften i daghemmet Understen 23-27 oktober 1989. (Diffusionsprovtagning i 5 dagar).

	Halt TVOC $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Allrum 1 (Rum 215)	70
Allrum 1 (Rum 225)	55
Allrum 2 (Rum 226)	70
Vilrum (Rum 217)	93
Korridor	86
Ute	46

Jämförande resultat från mätningar i andra barnstugor

Den beskrivna mätmetoden har använts vid ett stort antal mätningar i sk problembarnstugor. Det är vanligt i dessa barnstugor att TVOC är 5 - 10 gånger högre än de halter som uppmätts i Molntappen och Understen. Dessutom kan felen ofta härledas till fuktproblem i golven (platta på mark), med omfattande hydrolys av mjukgörare och därmed avgivning av 2-etylhexanol. Även förekomst av höga halter av terpenier är mycket vanligt. I vissa fall har även ventilationssystemets uteluftsintag placerats så att tilluften innehåller höga halter av bilavgaser alternativt bensinångor. Detta är speciellt vanligt i lägenhetsdaghem i äldre bebyggelse.



Figur 6.2: Kromatogram över luftföreningar 23-27 oktober 1989 i rum 226 i Understen med identifierade ämnen - ju högre topp desto större koncentration av ämnet.

Mätning av formaldehyd i Molntappen

Under tiden januari 1987 till maj 1988 mättes formaldehydhalten i Molntappen vid upprepade tillfällen. Dessa resultat redovisas i **tabell 6.4 och utförligare i bilaga 6.5.**

För provtagning av formaldehyd användes dosimeter, baserad på diffusionsprovtagning. Analysen gjordes med en kemisorptionsmetod, som har modifierats något. Glasfiberfiltren, som användes vid provtagningen, var impregnerade med 2,4-dinitrofenylhydrazin. Filtren placerades i en provtagningskassett och efter provtagning extraherades de i acetonitril. Extraktet analyserades med vätskekromatograf (HPLC) och UV-detektor.

I kravspecifikationen för barnstugan sattes som mål att formaldehydhalten skulle understiga 0,04 ppm, eftersom vissa personer med allergi eller annan överkänslighet reagerar för halter ned till denna nivå. Dagens gränsvärde för sanitär olägenhet är 0,2 ppm. Socialstyrelsen har föreslagit ett nytt gränsvärde för formaldehyd i inomhusluften på 0,08 ppm. Detta har dock inte antagits av riksdagen.

Medelvärdena för formaldehydhalterna i de tre lekrum där halterna uppmätts ett tiotal gånger har varit 0,014 ppm för Allrum 1 (Rum 215), 0,019 ppm för Allrum 2 (Rum 226) och 0,023 ppm för Vilrum (Rum 217). Endast vid ett tillfälle, i september 1987 (vid luftflöde 2 oms/h och en relativ luftfuktighet på 40% och lufttemp på 21-22°C), överskreds målet 0,04 ppm. Det var i vilrum 217, där en halt på 0,051 ppm uppmättes vid detta tillfälle.

Man ser en tendens att det lilla vilrummet har högre halt formaldehyd än de stora lekrummen, tabell 6.4. Små rum har en större ytskiotsarea per luftvolym än stora, vilket möjligen kan vara en förklaring. Vilrummet har också tapet, limmad med vattenbaserat lim, till skillnad från de stora lekrummen som har träpanel, målad med ett tunt lager vattenbaserad lasyr.

Utomhushalten av formaldehyd uppmättes utanför barnstugan och befanns vara lägre än 0,010 ppm.

Tabell 6.4: Uppmätta formaldehydhalter i tre lekrum i Molntappen från driftstart till maj-88

Mätperiod	Luft- växling oms/h	Allrum1 Rum 215 Formaldehydhalt, ppm	Allrum 2 Rum 226	Vilrum Rum 217
April 1987	3	0,014	-	0,024
Juni 1987	4	0,016	0,032	0,040
Sept. 1987	2	0,027	0,038	0,051
Okt. 1987	3	0,019	0,026	0,035
Nov. 1987	5	0,013	0,016	0,019
Dec. 1987	4	0,011	0,015	0,013
Febr 1988	3	0,011	0,014	0,020
Mars 1988	2	0,010	0,011	0,012
Maj 1988	3	0,014	0,018	0,022

6.2.2 Mätning av lättflyktiga organiska föroreningar (VOC), med pumpad provtagning

Mats Olsson, Lars Rosell
Statens Provningsanstalt

Under hösten och vintern 1989/90 utfördes vid två tillfällen mätningar av lättflyktiga organiska föroreningar av statens provningsanstalt. Mätningar utfördes både i Molntappen och Understen 26 oktober 1989 och 1 mars 1990. Vid sistnämnda tillfälle utfördes också mätningar nattetid, när ventilationen var avstängd, i ett rum på respektive daghem.

Provtagningen utfördes som pumpad provtagning och anrikningen på adsorbentmaterialet Tenax GC. Provtagningsstiden var 40 minuter. Luftprovet togs ca en meter över golv. Vid båda mättillfällena togs luftproverna mitt på dagen under pågående verksamhet. Nattproverna togs kl 03.00 - 03.40 natten till 2 mars 1990 i Understen och natten till 4 mars 1990 i Molntappen.

Analysen har utförts med termisk desorbition och gaskromatografisk metod. Kvantifieringen av VOC är gjord med flamjonisationsdetektor enligt provningsanstaltens standardmetod, med beräkning av

totalhalter uttryckta som hexanekvivalenter.

Med VOC avses här på Tenax adsorberbara flyktiga organiska ämnen, dvs de med en kokpunkt i intervallet ca 70 - 290°C (motsvarande hexan till hexadekan) och detekterbara med flamjonisationsdetektor. För identifiering av ingående ämnen har massektiv detektor använts (GCMS).

Enligt provningsanstaltens bedömning har de uppmätta halterna varit låga. På dagtid, när ventilationen är igång, är halterna VOC inne maximalt dubbelt så höga som utomhus. I s k sjuka hus är totalhalten VOC i regel 500 µg/m³ eller däröver.

Vid ett tillfälle utfördes mätningar nattetid (då ventilationen var avstängd) i ett av allrummen (Rum 215) i båda barnstugorna samtidigt för att få en uppfattning om huruvida de extra ansträngningar som ändå gjorts i Molntappen när det gäller materialvalet, haft någon betydelse. Man kunde konstatera (avsnitt 6.6.2) att TVOC-halten på natten steg 3,1 gånger i Molntappen jämfört med på dagtid, medan TVOC-halten i Understen steg med 3,6 gånger. Detta kan möjligen tolkas som att ytskiktmaterialen i Molntappen har en något lägre emission än materialen i Understen.

De ämnen som identifierats i luften är främst:

- Tyngre aldehyder (hexanal, heptanal, oktanal, nonanal, dekanal)
- Terpener (pinener, limonen)
- Kolväten (toluen, xylen, dekan mm)
- Estrar (2-(2-butoxyetoxy)etylacetat och "texanoler").

Provningsanstalten konstaterar att inga av dessa ämnen kan påvisas i anmärkningsvärd halt. Ämnena är inte ovanliga i inomhusluft enligt SP:s erfarenhet. Man har inte heller noterat någon signifikant skillnad mellan de två daghemmen vad gäller organiska ämnen i luften.

Nattproverna visar ökade halter av främst terpener, men även av toluen och aldehyder. Terpener avges sannolikt av träbaserade byggnads- och inredningsmaterial, inklusive möbler.

I **bilaga 6.4** återges gaskromatogrammen från analyserna av tenaxrören.

Tabell 6.5: Mätning av lättflyktiga organiska föroreningar (VOC) i rumsluften i daghemmen Moltappen och Understen (Pumpad provtagning, 40 min).

Mättag och plats för mätning	Molntappen Halt VOC $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Understen Halt VOC $\mu\text{g}/\text{m}^3$
<u>26 okt-89</u>		
Allrum 1 (215)	100	100
Allrum 2 (216)	100	100
Vilrum (217)	80	100
Ute	50	80
<u>1 mars 1990</u>		
Allrum 1 (215)	90	80
Allrum 1 på natten (Vent. avstängd)	280	290
Allrum 2 (216)	90	100
Vilrum (217)	110	90
Ute	50	80

6.2.3 Mätning av radon

Katinka Almrén

Enligt NR får radondotterhaltens årsmedelvärde inte överstiga 70 Bq/m³ i rum där personer stadigvarande vistas.

Radondotterhalten uppmättes i rum 216 och 225 i både Molntappen och Understen.

Radondotterhalten mättes med Kutsnetz momentana filtermetod och

den utrustning som användes var EDA Radon/Radondetektor RDA 200.

I Molntappen uppmättes radondotterhalten till 5 Bq/m^3 i allrummen vid systeminställning 1 och med luftväxlingen 3 oms/h. I Understen var radondotterhalten i allrummen lika låg. I Molntappen mättes radondotterhalten i grundens kryprum till 15 Bq/m^3 och i Understens kryprum till 95 Bq/m^3 .

6.2.4 Slutsatser om luftkvalitet

Luftflödet i en barnstugas lektrum bör bestämmas efter antalet barn och vuxna som maximalt beräknas vistas samtidigt i utrymmena. Den slutinställning på ventilationen som valdes i Molntappen gav ett flöde på $2,3 \text{ l/s, m}^2$ golvyta. Om ventilationen dimensioneras för $3\text{-}4 \text{ l/s, m}^2$ golvyta finns full flexibilitet att använda barnstugan även som fritidshem med ett 20-tal barn per avdelning. Detta innebär samtidigt, om ventilationen till vardags drivs med ett lägre flöde än det maximala, att tryckfallet i aggregat och kanaler blir lågt. Därigenom blir anläggningen både eleffektiv och tystgående.

Luftutbyteseffektiviteten i Molntappen, som har omblandande ventilation, var vid slutinställningen 47% för uppmätta lektrum. I Understen, som har deplacerande ventilation, var den 59%.

Halterna av lättflyktiga organiska föroreningar, VOC, har uppmätts ca var sjätte vecka under tre år i Molntappen. De har genomgående varit låga, ca $100\text{-}150 \mu\text{g/m}^3$. Detta är fem till tio gånger lägre än de halter som, enligt Jan Kristensson, förekommer vid mätning med samma metod i problembarnstugor.

Även i Understen, där VOC-halten uppmättes ca var sjätte vecka under ett år (1989) var halterna låga och av samma storleksordning som i Molntappen.

Normalt har halterna VOC i inomhusluften varit två till tre gånger högre än halterna av samma föroreningar utomhus.

Formaldehydhalten, som uppmätts ca var sjätte vecka i tre lektrum i Molntappen under perioden januari 1987 till maj 1988 låg i medeltal på 0,02 ppm eller därunder. Som mål hade satts att formaldehydhalten i rumsluften inte skulle överstiga 0,04 ppm.

Radondotterhalten, som uppmätts i båda barnstugornas lekrum, var 5 Bq/m^3 vid 3 oms/h. Gränsvärdet enligt Nybyggnadsreglerna är 70 Bq/m^3 inomhus.

6.3 Termiskt klimat

Katinka Almrén

Marie Hult

För bedömning av det termiska klimatet har de riktlinjer använts som finns i "Allmänna råd från socialstyrelsen 1988:2, Termiskt inomhusklimat" och NR.

Mätningar av det termiska klimatet har i första hand utförts i ett stort allrum på varje avdelning. Dessutom har vissa stickprovsundersökningar utförts i andra rum. I Molntappen valdes det nordvästra rummet (215) och det sydöstra rummet (226). I Understen valdes det sydvästra (216) och det sydöstra rummet (225).

Följande parametrar som påverkar det termiska klimatet har mätts:

- * Lufttemperatur och relativ luftfuktighet (RH) har registrerats kontinuerligt med termohygrograf
- * Operativ temperatur i tre punkter per rum
- * Lufthastighet i nio punkter per rum
- * Lufttemperatur i nio punkter per rum
- * Yttemperatur på golv i 25 punkter per rum
- * Strålningstemperatur i sex olika riktningar i två punkter per rum

Den operativa temperaturen har mätts med komfortmätare 1212 och övriga värden är uppmätta med klimatanalysator 1213, båda av Brüel & Kjaers fabrikat.

6.3.1 Rumstemperatur

Utifrån de registrerade värdena på termohygrograferna har veckomedelvärden för rumstemperatur och relativ luftfuktighet (RH) räknats

fram. Veckomedelvärdena har sedan summerats till medelvärden för olika säsonger:

Vinter: November-mars
 Vår: April-maj
 Sommar: Juni-augusti
 Höst: September-oktober

Tabeller och diagram över dessa temperaturmedelvärden återfinns i **bilaga 6.6**. Vid beräkning av veckomedelvärden inomhus har endast den tid medtagits då barnstugan är befolkad, dvs vardagar kl 06.30 till 18.00.

I Molntappen har termohygrografer varit placerade i ett rum med fönster mot söder och öster (Allrum 2, rum 226) och ett rum med fönster åt norr och väster (Allrum 1, rum 215) under hela den treåriga utvärderingsperioden. I Understen har termohygrografer varit placerade i ett rum med fönster åt söder och öster (Allrum 2, rum 216) och i ett rum med fönster åt norr och öster (Allrum 1, rum 225) under perioden november 1988 t o m december 1989.

Man kan konstatera att medelrumstemperaturen för alla rum i både Molntappen och Understen under samtliga säsonger har legat inom intervallet 20-23°C, vilket stämmer väl med kravspecifikationen för det termiska klimatet. Mestadels har den legat jämnt kring 20-21°C i Molntappens rum 215 och kring 22°C i rum 226. I Understen har det överlag varit något högre temperatur i lekrummen (22-23°C) från november 1988 till september 1989, varefter tilluftstemperaturen sänktes något.

Under huvudinställning 1 i Molntappen var högsta temperatur under uppvärmningssäsongerna 25°C och lägsta 19°C. Under luftvärmeperioden var högsta temperatur 26,5°C och lägsta 18°C under uppvärmningssäsongen.

I Understens lekrum var högsta temperaturen under uppvärmningssäsongen 25°C och lägsta 17,5°C.

Det sydostorienterade rummet i Molntappen (rum 226) hade under huvudinställning 1 knappt 1°C högre rumstemperatur än det nordvästorienterade (rum 215). I juni 1987 kompletterades alla söderorienterade rum med markiser, vilket uppskattats av personalen.

Under luftvärmepperioden, dvs inställning 2, hade det sydostorienterade rummet i medeltal 1,6°C högre rumstemperatur än det nordvästorienterade, trots att rum 226 kompletterats med markiser. Skillnaden berodde på att rum 215 fick en lägre temperatur än under inställning 1. Detta förklaras i kapitel 2 under rubriken "Solinstrålningseffekt vid luftvärmerna".

Man kan också utläsa ur tabellen att lekrummen (speciellt rum 226) fick en högre rumstemperatur med luftvärmesystemet under varma vår- och somrardagar (med maxtemperaturer på 28-30°C). Detta var särskilt påtagligt under den tid som systemet drevs med högt uteluftsflöde (5 oms/h).

I barnstugan Understen är rumstemperaturen mellan de två rummen med termohygrograf mera jämn. Den är mer omgiven av träd och orienterad så att solinstrålningseffekten inte blir så påtaglig.

6.3.2 Operativ temperatur

Operativ temperatur är en sammanvägning av lufttemperatur och medelstrålningstemperatur. För god komfort bör den operativa temperaturen i daghem vara lägst 20°C inom vistelsezonen vid lägsta dimensionerade utetemperatur (LUT).

Den operativa temperaturen har mätts 60 cm över golv i tre punkter per rum; (A) mitt i rummet, (B) vid fönster och (C) vid ytterhörn.

I Molntappen har den operativa temperaturen i de flesta fall legat över 20°C i de två allrummen. I Understen underskreds den i båda allrummen vid vintermätningen, vilket torde sammanhånga med en viss "kallstrålning" från golvzonen, där den undertempererade luften flyter ut. Den operativa temperaturen har varit mycket jämn i de olika punkterna vid samma mättillfälle, Tabell 6.6.

Tabell 6.6: Operativ temperatur i allrum

Molntappen							
Datum	Utetemp	Rum 215			Rum 226		
		*A	*B	*C	*A	*B	*C
87 06 11	+14°C	21,6	21,7	21,5	22,2	22,4	22,2
88 02 12	+ 4°C	21,8	21,8	21,8	21,0	20,8	21,1
88 06 03	+11°C	19,7	19,4	19,5	20,0	20,5	20,2
89 12 11	- 4°C	20,5	20,9	20,1	21,7	22,4	21,1

Understen							
Datum	Utetemp	Rum 216			Rum 225		
		*A	*B	*C	*A	*B	*C
89 02 02	+ 5°C	19,5	19,4	19,3	19,7	19,7	19,4
89 06 21	+22°C	23,8	23,8	23,8	24,1	23,9	23,8

*Mät punkt A: Mitt i rummet, B: Vid fönster, C: Vid ytterhörn

6.3.3 Relativ luftfuktighet

Den relativa luftfuktigheten är ett mått på hur mycket vattenånga luften tagit upp i förhållande till dess maximala fuktupptagningsförmåga. Man uttrycker detta normalt i % av fullständig mättnad. Eftersom fuktupptagningsförmågan varierar med temperaturen kan kall luft, som är helt "mättad" med vattenånga (100% RH), innehålla mycket mindre vatten än varmare luft, som bara delvis är mättad.

I kravspecifikationen för Molntappen sades att idealvärden för RH inomhus är 30-50%. En diskussion fördes om att barnstugepersonal ofta upplever luften som torr och att orsakerna till detta kan vara många; förorenad luft som ger en känsla av torr luft, för hög inomhustemperatur som sänker RH eller hög luftväxling, som gör att den av verksamheten fuktade luften vädras ut och därmed också sänker RH.

Sommartid är luftens temperatur och fuktighet ute och inne i stort sett av samma storleksordning (i regel kring 40-70%). Vintertid är förhållandena emellertid olika ute och inne. När kall uteluft tas in i husen och värms upp - utan att vatten samtidigt tillsätts genom exempelvis luftbefuktare - sänks RH betydligt trots att det absoluta

vatteninnehållet är det samma, som följande exempel från en kall vinterdag visar:

	Temperatur	Mängd vattenånga	RH
Uteluft	-10°C	1,4 g/m ³	85%
Inneluft	+18°C	1,4 g/m ³	11%

Vid så höga luftflöden som krävs i en barnstuga på grund av den höga personbelastningen i rummen vädras det mesta av den av verksamheten fuktade luften ut - till skillnad från i en bostad där ventilationsflödena är lägre.

Detta, tillsammans med ovan beskrivna fysikaliska förhållanden, innebär att barnstugor med bra ventilation får en RH under vinterhalvåret som ligger kring 20% om inte luftfuktare installeras, (vilket kan vara en tveksam åtgärd på grund av en risk för bakterietillväxt). Riktigt kalla dagar kan RH gå ner till 5%.

En betydelsefull faktor för att hindra allt för låg RH är emellertid att undvika att hålla för hög inomhustemperatur.

I **bilaga 6.7** redovisas de RH-värden som registrerats på termohygrografer i två lekrum i Molntappen och två i Understen. Veckomedelvärdena för den del av dygnet som barnstugorna varit befolkade, dvs kl 06.30 till 18.00 har ställts samman till medelvärden för olika säsonger.

Under 1989, som väderleksmässigt var ett ganska normalt år, hade Molntappen totalt 21 (rum 215) resp 23 (rum 226) veckor då den relativa luftfuktigheten inte låg under 30%. För Understen var motsvarande antal veckor 27 (rum 216) resp 36 (rum 225). Skillnaden mellan Molntappen och Understen förklaras främst av att luften var torrare i Molntappen under januari- april 1989, då Molntappen hade luftburen värme.

I Understen finns ett tydligt samband så, att det av de två rummen som under respektive säsong haft den högsta genomsnittliga rumstemperaturen också haft den lägsta relativa luftfuktigheten. I Molntappen är detta samband inte lika tydligt. Snarare är det så under uppvärmningssäsongen, att det varmare rum 226, med fönster mot söder och öster, haft den högsta relativa luftfuktigheten. Detta

sammanhänger troligtvis med hur rummen används. Rum 226 är ett rum med bord och stolar, som används större delen av dagen, medan rum 225 är ett hopp- och sovrum med lösa madrasser som nästan enda möblering.

Man kan av detta dra slutsatsen att det inte går att hålla RH över 30% större delen av uppvärmningssäsongen om inte luftfuktare installeras. Inte obetydliga skillnader kan dock uppnås genom val av luftflöden, innetemperatur och solavskärmning samt planering av hur rummen skall utnyttjas under dagen.

6.3.4 Tilluftstemperatur

Tilluftstemperaturerna har avlästs momentant en gång per vecka från en veckotemperaturmätare. Dessa momentanvärden har sedan använts för beräkning av medelvärde för resp. säsong. Maximi- resp minimivärden är högsta respektive lägsta avlästa värde för den aktuella säsongen. En tabell och ett diagram över dessa värden finns i **bilaga 6.8**.

Under vintern 1987/88 med huvudinställning 1 i Molntappen låg tilluftstemperaturen i snitt på 18,4°C, med variationer vid avläsnings-tillfällena från 17,9 till 19,6°C.

Under vintern 1988/89 med huvudinställning 2 (luftburen värme) i Molntappen låg tilluftstemperaturen i snitt på 20,3°C med variationer vid avläsningstillfällena från 18°C till 23,7°C. Detta stämmer väl med av projektören uppgivna prestanda för den luftburna värmen. Det angavs att tilluften skulle bli max 4°C varmare än rumsluften när det var som kallast ute.

Under samma vinter i Understen (deplacerande ventilation) låg tilluftstemperaturen i snitt på 19,2°C med variationer vid avläsningstillfällena från 14 till 20,3°C. Från september 1989 och fram till utvärderingsperiodens slut var tilluftstemperaturen jämn kring 18°C. Som framgick av mätningen av den operativa temperaturen och av personalenkäterna gav detta en dålig termisk komfort. Tilluftstemperaturen vid deplacerande ventilation bör ligga på ca 19°C för att inte "kallstrålning" från golv skall upplevas. Vid knappt 20% av avläsningstillfällena i Understen låg tilluftstemperaturen över rumstemperaturen. Detta inträffade aldrig under vintertid, utan mestadels under sommarmånaderna och någon gång vår och höst.

6.3.5 Lufthastighet

För god komfort gäller att lufthastigheten inte bör överskrida 0,15 m/s som medelvärde under 3 minuter. Under den perioden bör inte den maximala lufthastigheten överskrida 0,20 m/s.

Lufthastigheten har mätts i samma punkter som den operativa temperaturen (A, B och C, 60 cm över golv) men även 10 och 170 cm över golv. Under programperioden har lufthastigheten i Molntappen uppmätts vid sju mättillfällen och i Understen vid två mättillfällen.

Lufthastigheterna har varierat med luftflödena enligt följande:

- * I Molntappen överskreds inte medelvärdet 0,15 m/s vid 2 oms/h i någon punkt vid systeminställning 1, vattenburen värme.
- * I Molntappen överskreds medelvärdet 0,15 m/s vid 3 oms/h i 17% av punkterna vid systeminställning 1
- * I Molntappen överskreds medelvärdet 0,15 m/s vid 4 oms/h i 11% av punkterna vid systeminställning 1.
- * I Molntappen överskreds medelvärdet 0,15 m/s vid 5 oms/h i 30% av punkterna vid systeminställning 2, luftburen värme.
- * I Understen överskreds medelvärdet 0,15 m/s vid 3 oms/h i 6% av punkterna med deplacerande ventilation.

I Molntappen är det endast vid 2 oms/h som inga överskridanden av 0,15 m/s skett. Detta beror bl a på att donen är anpassade för 2 oms/h. Dessutom har inställningen av gallren på tilluftsdonen haft stor betydelse för om det uppstått höga lufthastigheter på enstaka punkter i rummen samt för omblandningen av luften i de olika rummen. Utförlig redovisning av mätresultaten finns i **bilaga 6.9**.

Personalen i Understen har upplevt att de deplacerande tilluftsdonen gett höga lufthastigheter vid vilan då barnen ligger på golvet. Vid en speciell undersökning på ena avdelningen uppmättes inom vilket avstånd från tilluftdonet som lufthastigheten överskred 0,15 m/s på olika höjder i rummen.

Resultaten visade att inga höga lufthastigheter uppmättes 60 och 110 cm över golv, men 10 cm över golv var situationen sämre. Upp till 4 m från tilluftsdonet i det rum där barnen vilar, överskreds fortfarande värdet för god komfort. I det rum där barnen äter överskreds 0,15 m/s som medelvärde inom ett avstånd av 2,5 m från tilluftsdonet. Utförlig redovisning av denna undersökning finns i **bilaga 6.10**.

6.3.6 Temperaturskillnader

God temperaturkomfort anses föreligga om skillnaden i lufttemperatur mellan 0,1 och 1,1 m över golv (fötter och huvud för sittande person) inte överstiger 3°C. I kravspecifikationen för Molntappen har ett högre krav ställts. Temperaturskillnaden bör därför inte överskrida 2°C mellan fötter och huvud för stående person.

Mätningar av lufttemperaturen har utförts i samma punkter som mätningar av lufthastigheten. Under programperioden har lufttemperaturen uppmätts i Molntappen vid sju mättillfällen och i Understen vid två tillfällen.

Temperaturskillnaden har vid alla mättillfällen varit mycket små, mindre än 1,5°C, mellan de tre olika punkterna i höjddled.

Utförlig redovisning av mätresultaten finns i **bilaga 6.11**.

6.3.7 Yttemperatur på golv

Enligt socialstyrelsens riktlinjer bör golvtemperaturen i daghem, för att ge god komfort, ligga inom intervallet 20-27°C på avståndet 0,5 m från ytterväggens innekanter vid högsta dimensionerande utetemperatur, LUT. Erfarenheterna från upplevelseenkäterna i Molntappen och Understen (kapitel 4) tyder på att golvets yttemperatur bör vara minst 22°C för att personalen skall uppleva golven som behagliga. Mycket av aktiviteterna i ett daghem försiggår sittande, liggande och krypande på golvet.

Golvets yttemperatur har mätts i 25 punkter per rum i de fyra allrummen i båda barnstugorna. I Molntappen har detta utförts vid fyra tillfällen med elvärmeslingan i golvkant avkopplad och vid fyra tillfällen påkopplad. Golvtemperaturen har legat mycket jämnt, kring 20-22°C över hela golvet, vid alla mätningar. Resultaten visar att elvärmeslingan inte märkbart påverkat golvets yttemperatur. Den

ligger troligtvis för djupt ner i konstruktionen i förhållande till dess effekt.

I Understen har ytemperaturen mätts vid två tillfällen under programperioden. Vid vintermätningen låg ytemperaturen mellan 20°-21°C och vid sommarmätningen mellan 24-27°C. Utförlig redovisning av mätresultaten finns i **bilaga 6.12**.

6.3.8 Slutsatser termiskt klimat

Rumstemperaturen i barnens lekrum i Molntappen har legat mycket jämnt i den nordvästra avdelningen kring 20-21°C. I den sydostvända avdelningen har lufttemperaturen generellt varit ca en grad högre. Soliga eftermiddagar vintertid har den dessutom stigit ett par grader. De södervända rummen har kompletterats med markiser.

Temperaturskillnaden i sidled och höjddled i rummet har varit mycket liten vid de tre tillfällen mätningar gjorts. Inte vid något av dessa tillfällen har temperaturskillnaden, vare sig i sid- eller höjddled, överstigit 1,5°C.

Ytemperaturen på golv har legat mycket jämnt kring 20-22°C över hela ytan i lekrummen. Elgolvslingan har inte märkbart påverkat golvets ytemperatur. Kabeln ligger troligtvis för djupt ner i konstruktionen i förhållande till sin effekt. Den är placerad under golvbalkarnas överfläns och under golvspånskivan.

Den luftburna värmen har gett mer övertemperaturer inomhus (än huvudinställning 1) under varma sommar- och vårdagar, eftersom mer värme dras in i huset med den högre luftväxlingen. Den har också gett större temperaturskillnad mellan lekrum i olika väderstreck; det nordvästra rummet blev ca 1°C kallare än under huvudinställning 1 och ca 1,5°C kallare än det sydostvända rummet. Den relativa luftfuktigheten var lägre i Molntappen under januari-april 1989 med huvudinställning 2 (luftburen värme) än i Understen under motsvarande period.

I Understen har den operativa temperaturen legat under nivån för god komfort vid vintermätningen vintern 1989. Orsaken till detta är troligtvis den "kallstrålning" från golv som den deplacerande ventilationen ger. Denna har också gett höga lufthastigheter (över 0,15 m/s i medelvärde) 10 cm över golv flera meter från donen.

6.4 Ljudklimat

Lars Dahlbom, Katinka Almrén

För bedömning av det akustiska klimatet har de riktlinjer använts som finns i Svensk Byggnorm 1980 (SBN 80) och NR.

Följande parametrar som påverkar det akustiska klimatet har mätts:

- * Efterklangstid i allrum
- * Ljudnivån i allrum, vilrum och kök

De mätinstrument som använts är precisionsljudnivåmätare typ 2231 från Brüel & Kjaer och realtidsanalysator typ 830 från Nortronic.

6.4.1 Efterklangstid

Rum i förskolor, i vilka barn stadigvarande vistas, skall utföras så att efterklangstiden utan barn i rummet inte överstiger 0,6 s i oktavbanden 500, 1000 och 2000 Hz.

Efterklangstiden har mätts i de fyra stora lekrummen efter full möblering i både Molntappen och Understen. Den har i båda barnstugorna befunnits vara kort; mellan 0,3 och 0,4 s i Molntappen och mellan 0,3 och 0,45 s i Understen.

6.4.2 Ljudnivå i allrum, lekrum och kök

Något normalkrav för ljudnivån från ventilationen i en barnstuga finns inte, men för klassrum föreskrev SBN 80 max 30 dB(A) för varaktiga ljud och 35 för kortvariga. För kök i vårdlokaler tillåts högre ljudnivåer, 50 dB(A) för varaktiga ljud och 60 dB(A) för kortvariga ljud.

Ljudnivån från ventilationen har uppmätts i allrum, vilrum och kök i båda barnstugorna. I Molntappens kök har dessutom ljudnivån mätts med och utan spisfläkt och varmluftsugn påslagna.

- * I Molntappen överskreds inte 30 dB(A) i något rum vid 5 oms/h och systeminställning 2, luftburen värme. Vid 3 oms/h och systeminställning 1, vattenburen värme överskreds däremot 30 dB(A) i 3 av 6 rum.

- * I Understen överskreds 30 dB(A) i 4 rum av 6 vid 3 oms/h och deplacerande ventilation

Vilrum 217 gränsar i båda barnstugorna till apparatrum och ljudnivån i dessa rum är därför högre än i vilrummet på den andra avdelningen.

Att ljudnivån i Molntappen är högre vid 3 oms/h än vid 5 oms/h beror troligtvis på att luften stryps i kanalerna med hjälp av spjäll vid det lägre luftflödet, varvid ljudnivån ökar. Det kan alltså sägas vara en konsekvens av den stora flexibilitet som denna ventilationsanläggning har p g a experimentmöjligheterna. Särskild omsorg bör alltså läggas på planering för låga ljudnivåer vid flexibelt flöde.

Ljudnivån från ventilationen i Understens kök var 40-42 dB(A) och i Molntappens kök 44-45 dB(A). Med spisfläkt på högsta varvtal och varmluftsugn påkopplade samtidigt var ljudnivån 60-61 dB(A) i Molntappens kök. När endast en av dessa apparater var i drift var ljudnivån 56-59 dB(A). Utförlig redovisning av mätresultaten finns i **bilaga 6.13**.

6.4.3 Slutsatser ljudklimat

Akustiken i Molntappen upplevs av personalen som mer dämpad och behaglig än normalt i barnstugor. Detta kan förmodligen tillskrivas den speciala väggkonstruktionen med en luftspalt bakom träpanelen, samt träpanelens spontade yta.

Efterklangstiderna i de fyra stora lekrummen har mätts efter full möblering och befunnits ligga mellan 0,3 och 0,4 s i Molntappen och mellan 0,3 och 0,45 s i Understen.

Ljudnivån från ventilationen har mätts i alla sex lekrummen på avdelningarna i både Molntappen och Understen. I Molntappen ligger den mellan 24 och 29 dB(A) vid det högsta luftflödet som är 5 oms/h. Den är högre vid driftfallet med 3 oms/h på grund av strypningar i donen vid detta driftfall. I Understen ligger den mellan 28 och 35 dB(A) med deplacerande ventilation och 3 oms/h. De vilrum - en i varje barnstuga - som gränsar till apparatrum har de högsta ljudnivåerna; 33-35 dB(A), vilket visar på vikten av särskilda isoleringsåtgärder eller annan planlösning för att undvika sådana ljudstörningar. Ljudnivån i kök med alla apparater påkopplade ger högre värden än vad som är lämpligt. Val av mer tystgående apparater bör kunna göras.

6.5 Elektromagnetiska fält

Lars Dahlbom

I samband med huvudinställning 1, då elvärmslingan användes intermittent i försöken att få varmare ytterkant på golvet i lekrummen mättes även elektromagnetiska fält i barnstugan.

Magnetiska flödestätheten mättes i barnens lekrum, där elkabeln löper längs yttervägg. Den mättes dels i Allrum 1 (Rum 215 och 225) och dels i Allrum 2 (Rum 216 och 226) där kabeln, för att eliminera kalldrag, dragits i en extraslinga framför balkongdörren.

Bakgrundsniån, när slingorna var avstängda, uppmättes till $0,02 \mu\text{T}$ (Mikrotesla). Normalt brukar bakgrundsniån i lokaler uppges till ca $0,1 \mu\text{T}$. Statens Energiverk har nyligen gett rekommendationen att elektromagnetiska flödestätheten, i miljöer där barn vistas, inte bör överstiga $0,2-0,3 \mu\text{T}$.

När elslingorna slogs på uppmättes betydligt högre flödestäthet i närheten av elkabeln. Alldeles ovanför slingorna på golvet var den $0,7 \mu\text{T}$, men avtog sedan relativt snabbt med avståndet.

I **bilaga 6.14** återges magnetfältsutbredningen för de två allrummen.

På de platser barnen mestadels vistades var flödestätheten $0,07 \mu\text{T}$ eller lägre.

6.5.1 Slutsatser om magnetfält

Dessa mätresultat, samt det faktum att golvet inte blev varmare med elkabeln, har medfört att slingan inte använts efter mättillfället. Elkabeln i Molntappen var seriekopplad och gick i en slinga fram och en tillbaka i en kabelränna. Om slingorna istället hade parallellkopplats hade de elektromagnetiska fälten eliminerats - något som inte uppmärksammades vid planeringen av barnstugan Molntappen.

7. Kryprumsklimat

7.1 FUKT- OCH TEMPERATUR- FÖRHÅLLANDEN

Per Levin, Arne Elmroth

7.1.1 Inledning

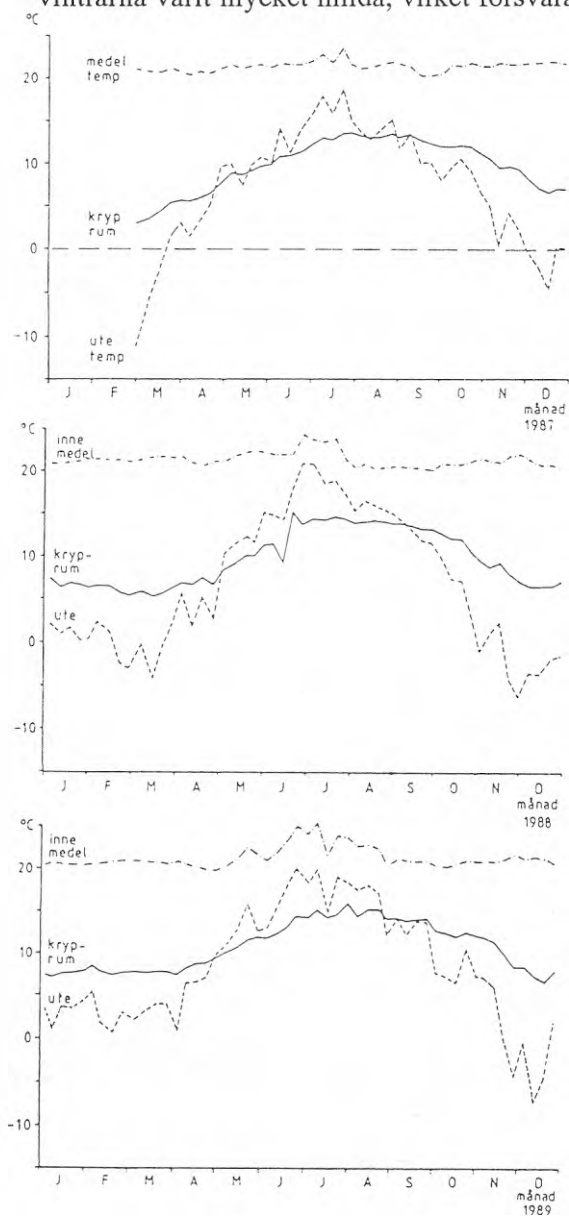
Fuktproblem beroende på felaktiga grundkonstruktioner utgör en mycket stor del av inrapporterade fukt- och mögelskador i byggnader. I många daghem med dåligt inomhusklimat har orsaken visat sig vara fukt i grunden. Detta var en orsak till att man för typbarnstugorna i Stockholms stad började föreskriva kryprumsgrundläggning mot tidigare platta på mark. Försöksbarnstugan i kv Molntappen blev ett lämpligt uppföljningsprojekt. Grundkonstruktionen beskrivs i kapitel 1 samt mer utförligt i en tidigare rapport om barnstugan (13). Viktiga skillnader mot vanliga villagrunder är att kryputrymmet har ståhöjd samt att en självdragsskorsten för ventilation finns i vardera änden av huset.

Fukt i kryprumsluft och inomhus har registrerats kontinuerligt med termohygrografer under åren 1987-89 för Molntappen och sista halvan av 1989 för de närbelägna referensbarnstugorna Understen och Termometern. Dessutom har gradtimmätare installerats så att medeltemperaturer kan fastställas med högre precision än vad termohygrograferna tillåter. Relativ fuktighet utomhus har erhållits som dygnsmedelvärden från SMHI för Bromma för 1987. Då användes utetemperaturer från Molntappen vid bedömning av absolut fuktinnehåll i uteluften. För 1988 - 89 har värden på relativ fuktighet och utetemperatur erhållits från miljöförvaltningens mätstation på Torkel Knutssonsgatan på Södermalm i Stockholm.

Mykologisk provtagning i kryprummen har utförts tio gånger under försökets gång. Den har huvudsakligen utförts med hjälp av s k lift-offplattor innehållande maltextrakt-agar. Dessutom har fuktkvoter i virke uppmätts. Resultaten finns utförligt beskrivna i avsnitt 7.2 om Mykologi.

7.1.2 Temperaturer

Uppmätta veckomedeltemperaturer för Molntappen redovisas i figur 7.1. Kryprumstemperaturen är lägre än ute under vår och sommar. Den relativa luftfuktigheten i kryprummet är då högre. Efter köldperioden, vintern 1987, då daghemmet precis tagits i drift, har vintrarna varit mycket milda, vilket försvårat uttorkning av grunden.



Figur 7.1: Uppmätta veckomedeltemperaturer för Molntappen 1987-1989.

Tabell 7.1 Kryprumstemperaturer (°C) 1989
(från avlästa veckomedelvärden)

Temperatur	Molntappen	Understen	Termometern
Medel	10,8	10,6	9,7
Max	16,0	14,9	13,9
Min	6,7	6,1	5,2

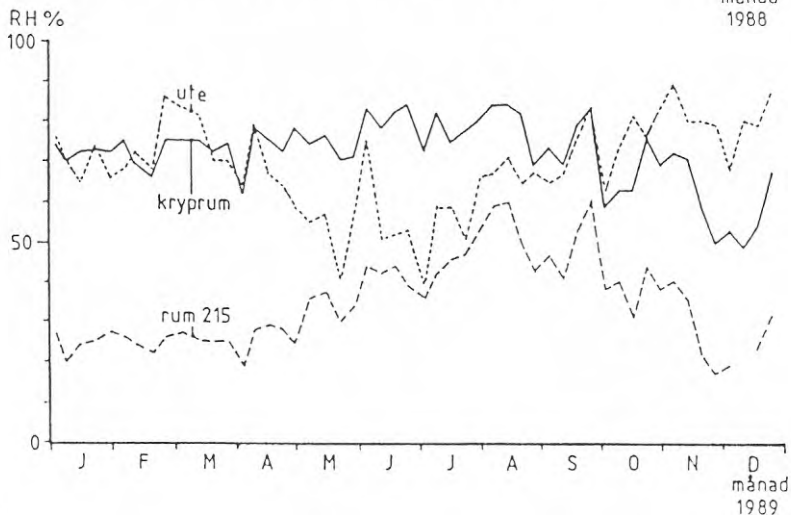
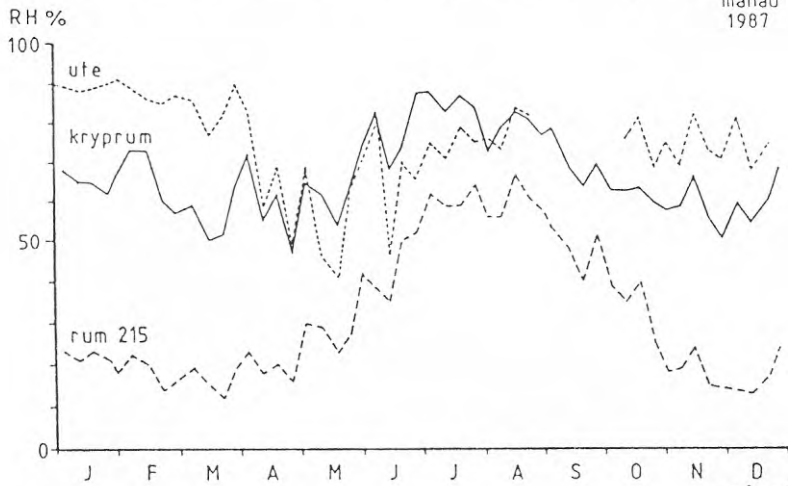
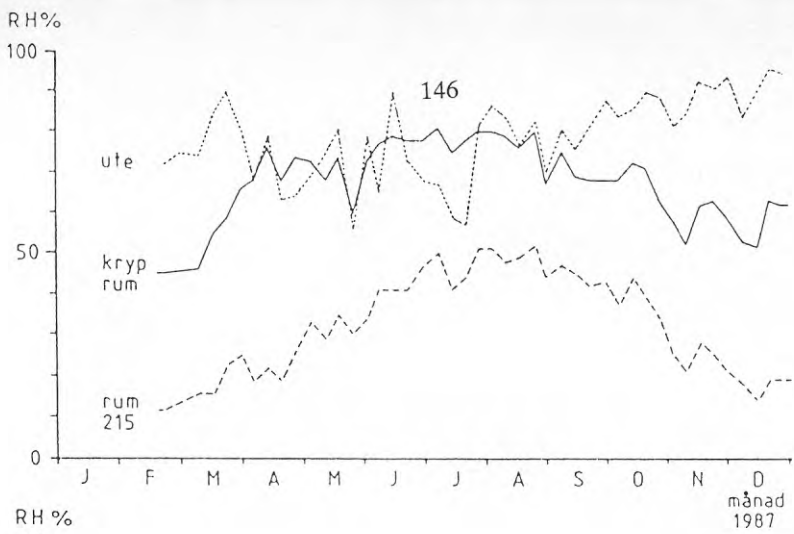
I tabell 7.1 redovisas uppmätta kryprumstemperaturer för år 1989 i de tre barnstugorna. Som framgår av tabellen är temperaturen i Termometern ca en grad lägre än i de övriga två.

7.1.3 Relativ luftfuktighet

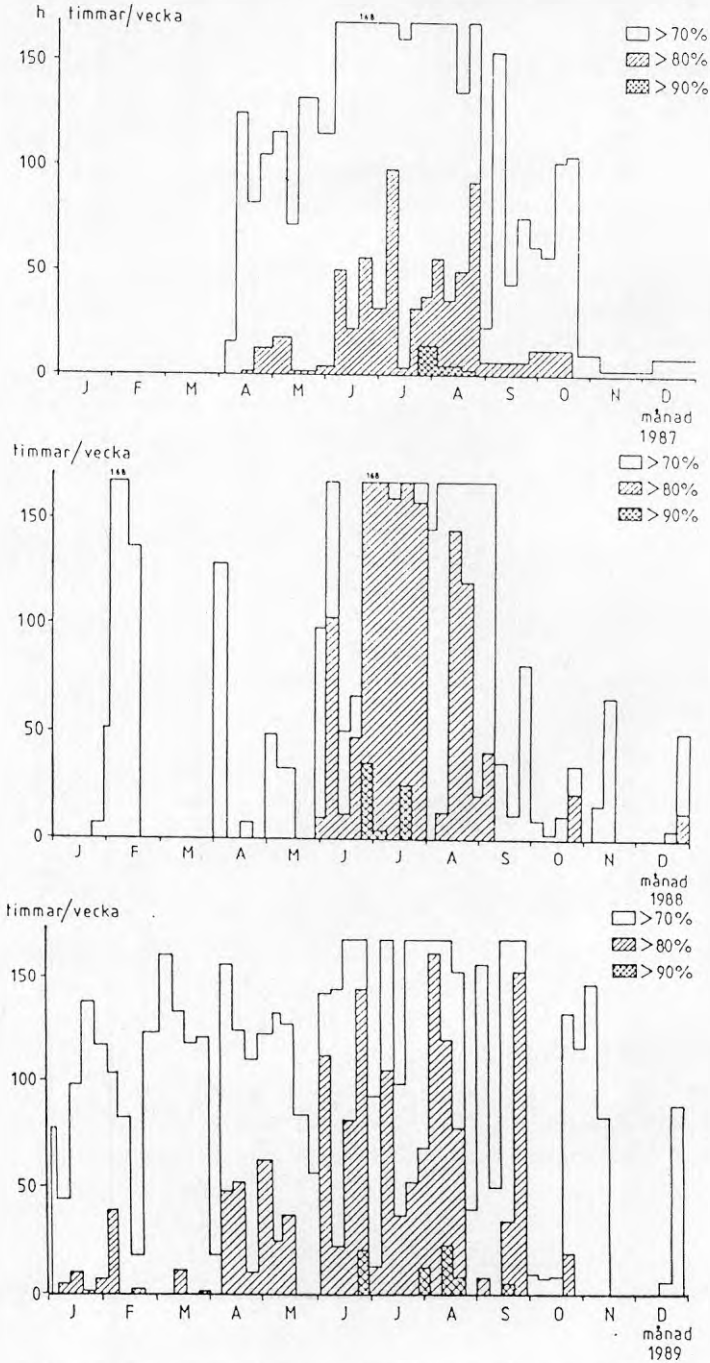
Figur 7.2 visar uppmätta veckomedelvärden för relativ luftfuktighet från Molntappen. Utevärdena har tagits från SMHI för Bromma för 1987 samt från Södermalm för 1988 och 1989. Man kan se att både kryprummet och inneluften i stort sett följer variationerna hos uteluften.

För att bedöma varaktigheten av kritiskt fuktillstånd i kryprummet, sammanställdes antalet timmar per vecka där den relativa luftfuktigheten legat över 70, 80 respektive 90%. Resultatet redovisas i figur 7.3. Som synes av kurvorna är perioden över 70% mycket lång och har ökat efter de milda vintrarna. Även perioder över 90% finns.

Noteras bör speciellt den sammanhängande perioden med hög luftfuktighet som rådde under juni - juli 1988. Denna resulterade i mögeltillväxt på den vindskyddspapp som omger den upphängda avloppsledningen samt på termohydrografen. Angreppet får bedömas som lindrigt och har avstannat efter sanering med klorin. Huruvida tillväxten av mögelsvampar fortsatt om inte sanering utförts finns inte underlag för att bedöma.



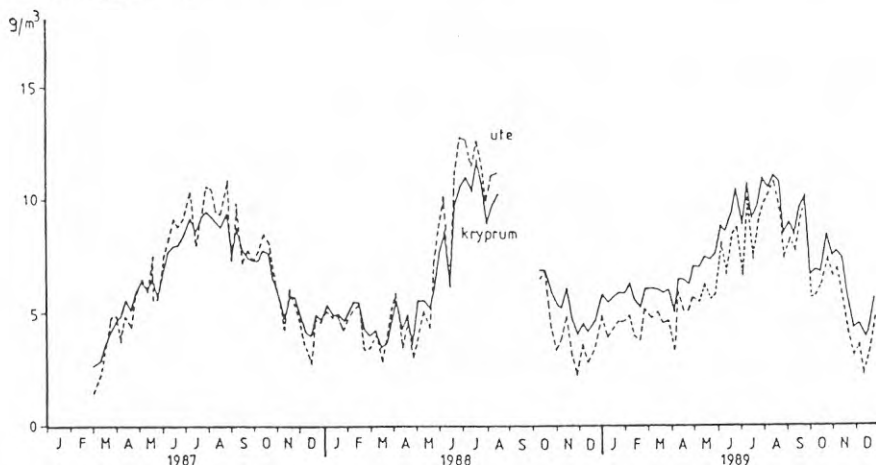
Figur 7.2 Veckomedelvärden för relativa luftfuktigheter från Molntappen 1987-1989.



Figur 7.3 Varaktigheter för relativ luftfuktighet i kryprummet i Molntappen över 70, 80 och 90% åren 1987 - 1989.

7.1.4 Absolut fuktinnehåll och fukttillskott

Kryprumsluften kan förväntas innehålla mer vatten än uteluften på grund av fukttillskott från marken. Denna är täckt med en polyetenfilm för att minska detta fukttillskott. Figur 7.4 visar absolut fuktinnehåll i kryprumsluften i Molntappen över hela försöksperiodens längd. Som synes följer kurvorna varandra väl, vilket indikerar att uteluften ger det största bidraget till fukten i kryprumsluften. De långa tidsperioder där kryprumsluften är torrare än uteluften kan förklaras med att uppfuktning och **absorption** sker i grundkonstruktionen, eventuellt i kombination med kondensvatten som dräneras bort. Att utevärdena (veckomedelvärden) tagits från annan plats, kan eventuellt förklara några av de smärre avvikelserna mellan uteluft och kryprum.



Figur 7.4: Absolut fuktinnehåll i kryprumsluft och ute för Molntappen 1987 - 1989.

Som jämförelse visas i tabell 2 medelvärden för fukt och temperatur i kryprummen i de tre barnstugorna för det andra halvåret 1989. En viss skillnad kan ses mellan grunderna, vilket kan bero på olika grundläggningsförhållanden. Den kallaste grunden, Termometern, är också den torraste.

Resultaten visar att fukttillskottet från mark är relativt litet.

Tabell 7.2: Medelvärden för fukt och temperatur i kryprum under perioden 1989-07-27 - 1989-12-28.

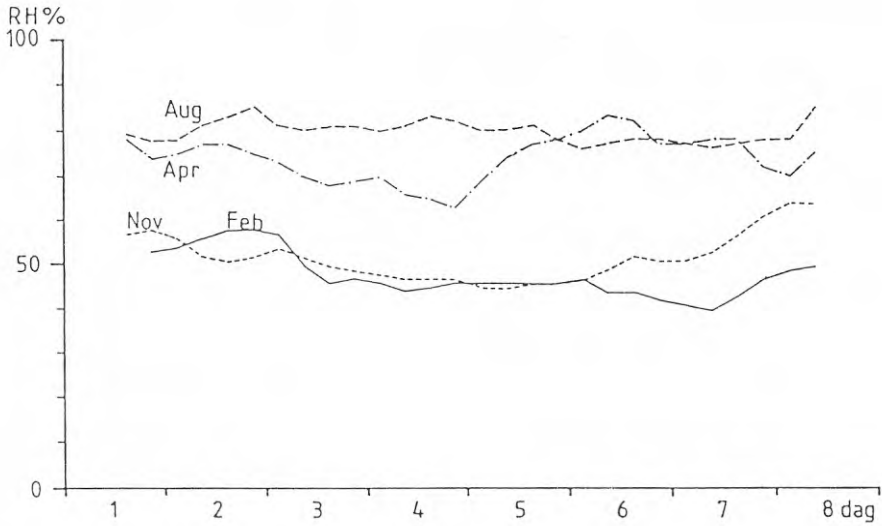
	Moln- tappen	Under- sten	Termo- metern	Ute
Lufttemperatur, °C	12,1	11,6	10,9	8,4
Relativ luftfuktighet, %	69,0	75,0	70,0	75,0
Absolut fukthalt, g/m ³	7,4	7,8	6,9	6,3

För att mer i detalj studera kortare tidsförlopp och se typiska skillnader mellan årstider i kryprummet valdes fyra typveckor ut för 1987. Från termohygrogrammen bildades 6-timmars medelvärden för temperatur och relativ luftfuktighet. Dessa visas i figur 7.5 och 7.6. Som synes är förhållandena stabila under dessa veckor. Utvalda veckor och medelvärden framgår av tabell 3 nedan. Relativ luftfuktighet ute är tagen från SMHI för Bromma.

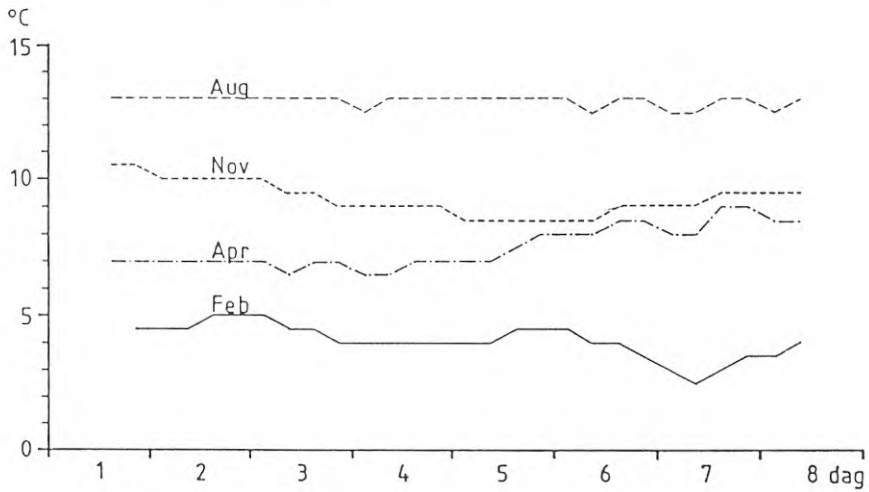
Resultaten visar att augustiveckan har störst fukttinnehåll i kryprummet. Klimatet i kryprummet har då under en längre period utgjort goda förhållanden för att mögelpåväxt ska kunna uppkomma. Under 1987 förekom dock ingen synlig mögeltillväxt.

Tabell 7.3: Medelvärden för relativ luftfuktighet och temperatur för Molntappen under fyra typveckor 1987.

Typvecka	Kryprum		Ute	
	RH %	°C	RH%	°C
20.2 - 26.2	49	4,1	72	-4,9
24.2 - 30.4	74	7,7	69	9,6
31.7 - 6.8	80	13,3	87	13,9
6.11 - 12.11	52	9,6	85	0,3



Figur 7.5: Relativ fuktighet i Molntappens kryprum för typveckor 1987. (6-timmarsvärden).



Figur 7.6: Temperatur i Molntappens kryprum för typveckor 1987. (6-timmarsvärden).

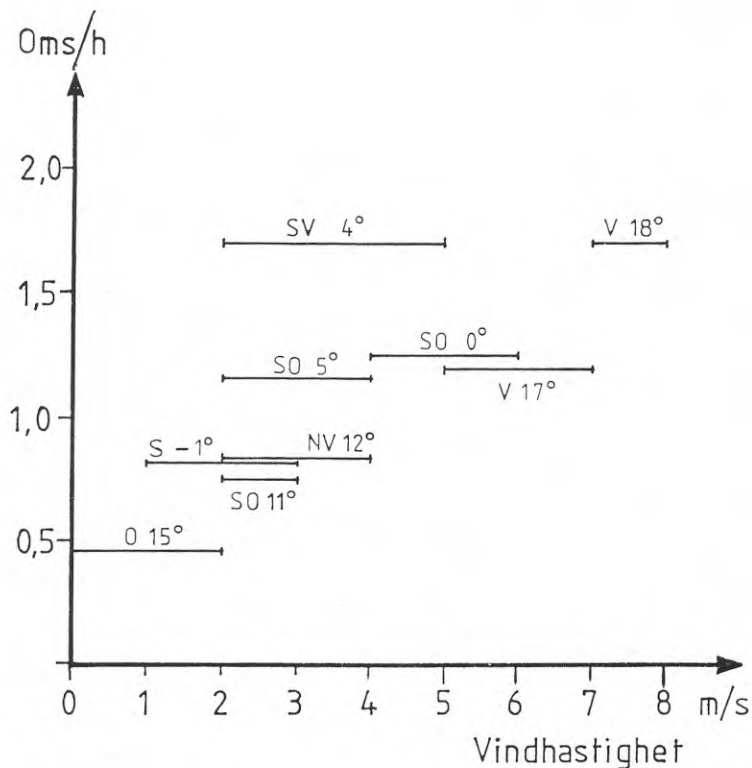
7.1.5 Luftomsättning

Kryprummet i Molntappen är ventilerat med ventiler ovan kantbalken samt två självdragsskorstenar vid gavlarna. Luftomsättningen är beroende av dels vindhastighet och vindriktning, dels av temperaturskillnad mellan kryprummet och ute. Luftomsättningsmätningar med spårgas har utförts i kryprummet av miljöförvaltningen i Stockholm. Resultaten och väderförhållanden vid mättillfällena redovisas i tabell 7.4 nedan.

Tabell 7.4: Resultat av spårgasmätningar och klimatförutsättningar vid mättillfällena.

Mättag	Luft- växling oms/h	Temperaturer		Vindförhållanden		
		Kryprum °C	Ute °C	Hast. m/s	Riktn. ning	Väder
1987						
5-6.2	1.7	3-4	4	2-5	SV	Mulet, regn
24.4	0.84	7	12	2-4	NV	Halvklart
31.7	0.46	13	15	0-2	O	Mulet
12.11	1.16	9-10	5	2-4	SO	Regn
18.12	0.81	7	-1	1-3	S	Mulet
1988						
4.3	1.25	5	0	4-6	SO	Mulet
3.6	0.75	11	11	2-3	SO	Halvklart
4.8	1.20	14	17	5-7	V	Klart
1989						
23.8	1.7	15	18	7-8	V	Klart

Luftomsättningen visar ett klart samband med ökad vindhastighet, se figur 7.7 och olika vindriktningar är olika känsliga. Sambandet mellan luftomsättning och utomhustemperatur är betydligt svagare. Den största luftomsättningen, 1,7 oms/h, har uppmätts vid SV vindriktning, vilket är vinkelrätt mot husets längdriktning. Även vid västlig vind har 1.7 oms/h uppmätts, men vindhastigheten var då större.



Figur 7.7: Uppmätt luftomsättning som funktion av vindhastighet. Vindhastigheten är angiven som ett intervall (från mätprotokoll). Vindriktning och utetemperatur vid mättillfället redovisas för varje mätning.

7.1.6 Fuktkvot och mykologi

Resultat från den mykologiska provtagningen i grunden har sammanställts i tabell 7.5. Effekterna av den höga luftfuktigheten sommaren 1988 kan utläsas ur tabellen. Angreppet har som synes avstannat (se avsnitt 7.2 om Mykologi).

Tabell 7.5: Sammanställning av mykologiska provtagningar i krypprummet i Molntappen.

Datum	Mögel		Fuktkvot, %		Temp. °C	RH %
	Synligt	Potentiellt	Virke	Board		
870217	0	90%	9-13	-	4	52
870306	0	92%	13	8,2	3	46
870602	0	100%	15	10,2	10	76
871027	0	100%	18	10,4	11	62
880412	0	100%	13-14	12,0	8	48
880815	Rikligt	100%	16-21	18,0	14	84
881116	Föga	100%	14-17	11,0	6	56
890112	Fläckvis	-	9-13	10,0	7	60
890313	Fläckvis	5-20%	1?-15	-	13	69
900209	0	5%	13-14	12,8	5	55

7.1.7 Slutsatser

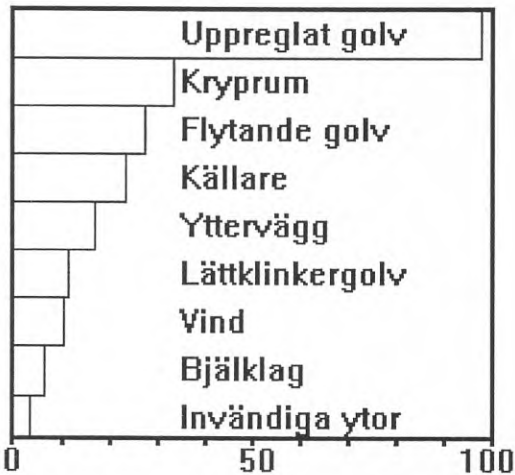
Resultaten visar relativt normala värden för denna typ av grundläggning. Uppfuktningen under sommaren 1988 tillsammans med den bristfälliga uttorkningen pga den milda vintern orsakade mögelpåväxt på pappen som täcker avloppsrören som är upphängda i grunden. På grund av utförd sanering kan inte bedömas om tillväxten av mögelsvampar skulle stannat av sig själv. Det kan konstateras att tröskelvärden för mögeltillväxt kan uppnås trots gott byggnadstekniskt utförande av grunden och att grundläggningsmetoden således är känslig för störningar sommartid. Stor noggrannhet måste iakttas i utförandet för att så låg relativ fuktighet som möjligt ska uppnås.

7.2 MYKOLOGISKA FÖRHÅLLANDEN

Arne Hyppel

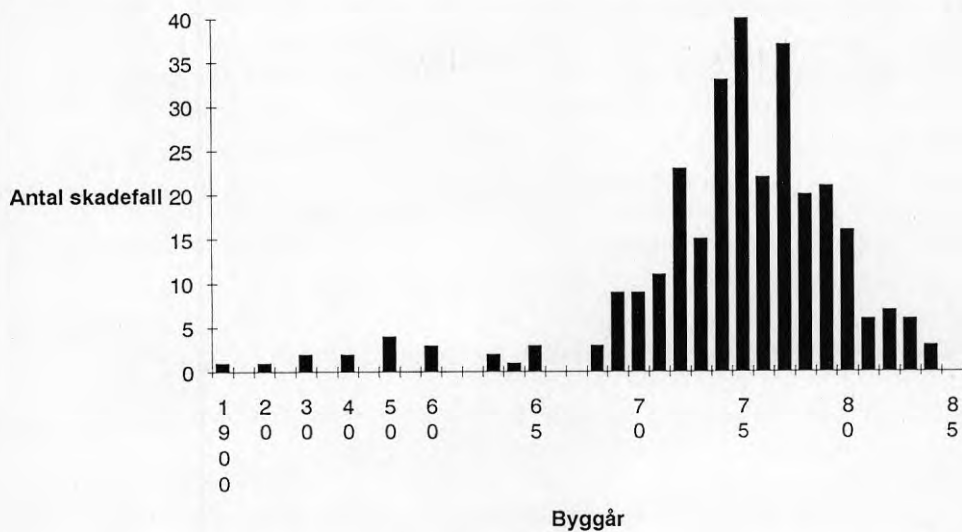
7.2.1 INLEDNING

Mögelskador i svenska bostäder, daghem, skolor och andra humanmiljöer uppmärksammades först i början av 1970-talet i gruppbyggda bostäder på några platser i landet. I en rapport från 1984 (6) redogörs för sambandet mellan markfukt, fukt i bjälklag och mögelförekomst vid konstruktionen betongplatta på mark. I en översiktlig artikel i Fukt och lukt 1985 (19) visas att mögelskador uppträder företrädesvis i hus byggda under 1970- och 80-talet och att konstruktionen med uppreglat golv mögelskadas oftare än krypgrund, vilket framgår av nedanstående stapeldiagram.

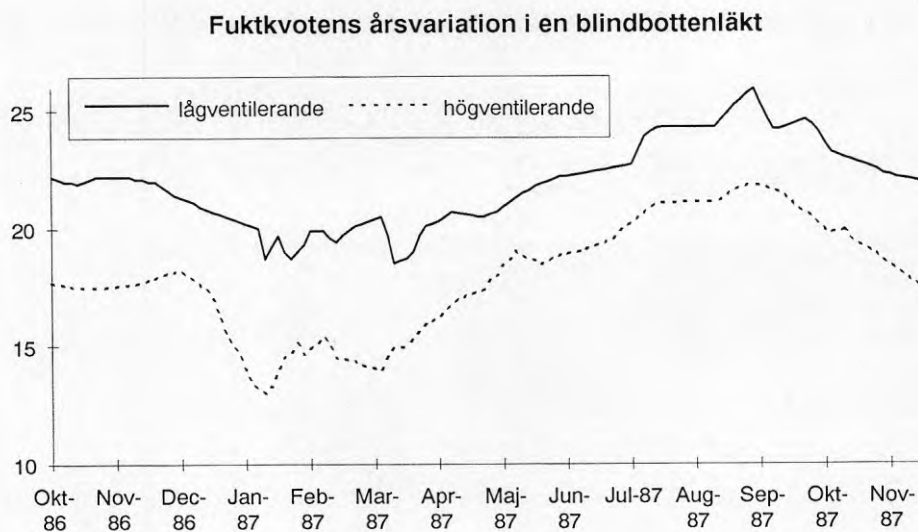


Figur 7.8: Skadad byggdel i hus med mögellukt.

Skillnaderna mellan fuktkvoternas höjd och varaktighet i blindbottenläkt i lågventilerad (0,1 oms/h) resp högventilerad krypgrund påvisas i en studie 1988 (21). Som framgår av figur 7.10 föreligger biologisk fuktrisknivå under nästan hela året i det lågventilerade utrymmet men blott under tre månader i det högventilerade.



Figur 7.9: Byggår för hus med mögelskador.



Figur 7.10: Fuktkvotens årsvariation i en blindbottenläkt.

I Träteks Temabok (8) granskas en rad av de faktorer, som anses påverka konstruktionsverkets biologiska beständighet. Artificiellt torkat virke har inte visat sig mera mögel- och rötbenäget än naturligt torkat virke. Inte heller avverkningstidpunkten har någon betydelse i detta sammanhang liksom inte heller årsringsbredd, växtplats eller "mognad". Däremot pekar flera undersökningar på betydelsen av timrets hantering liksom det sågade verkets lagring i brädgård och på byggarbetsplats.

I en studie över miljöbetingelsernas betydelse för mögelpåväxt på virke från olika sågverk i Sverige (17) visas att krypgrundsklimat har avgörande betydelse för angreppsfrekvenser av mögelsvampar.

Krypgrunderna i två fastigheter i Sydsverige har studerats med speciellt intresse p g a den snabba etableringen av mögel på panelbräderna jämte de betydande skillnaderna i relativ luftfuktighet (RH) som föreligger mellan fastigheterna.

I tabell 7.6 redovisas likheter och skillnader i byggnadernas konstruktion och funktion och i tabell 7.7 de fuktvärden som registrerats under de gångna 17 månaderna. I fastigheten Drottninggatan har RH endast undantagsvis understigit 90% (april-juli) under det att i Vättestigen förhållandet varit det omvända. Skillnaderna i skattat medelvärde för RH är 7-26% till nackdel för Drottninggatan. Under månaderna juni - september registrerades emellertid RH mellan 83-90% i fastigheten Vättestigen.

Klimatskillnaderna i de båda försöksvillorna representerar ett normalt och ett extremt kryprum med avseende på luftens fukttinnehåll. Efter en observationstid av endast tre månader registrerades spontana mögelangrepp på sågat virke i det fuktiga utrymmet. I den normala krypgrunden observerades ännu efter 17 månader inga angrepp.

Tabell 7.6: Konstruktion och funktion i två jämförbara villor.

	Drottninggatan	Vättestigen
Byggnadsår	1978	1975
Leverantör	Traryd	Traryd
Grundyta	102 m ²	102 m ²
Grundmur, blindbotten	Cem.block, Asfa Tryck	Cem.block, Asfa Tryck
Krypgrundshöjd	1,2 m	1,2 m
Ventilation	Självdrag	Självdrag
Ventilationsarea	SBN75 32:312	SBN75 32:312
Lutningsförhållanden	Norr mot huset	± plant
Växtlighet	Norr rikligt	Grupper spridda
Fuktspärr	Nej	Ja
Ventilation	0,78 oms/h	1,90 oms/h
RH vår	90-96%	65-90%
RH sommar	96-100%	77-97%
Temperatur vår	+5-6°C	+5-7°C
Temperatur sommar	+11°C	+11-13°C
Synligt mögel	Ja	Nej
Framodlat mögel	Ja	Ja

Tabell 7.7: Antalet dygn med höga respektive låga RH-värden i kryppgrundsluften i två småhus i Sydsverige under observationstiden.

	Drottninggatan			Vättestigen		
	antal dygn > 90% < 90% x% ¹⁾			antal dygn > 90% < 90% x% ¹⁾		
1987 april	28	2	93	2	29	76
maj	24	6	92	1	29	74
juni	28	2	93	11	19	83
juli	29	1	96	9	21	89
augusti	30	0	98	16	14	90
september	30	0	98	11	19	85
oktober	30	0	96	2	28	80
november	30	0	97	0	30	76
december	30	0	96	0	30	70
1988 januari	30	0	97	2	28	79
februari	29	0	97	0	29	78
mars	30	0	96	0	30	70
april	25	5	92	2	28	75
maj	29	1	91	2	28	73
juni	28	2	96	9	21	86
juli	30	0	97	13	17	88
augusti	30	0	97	13	17	88
Summa	490			93		

1) x= Månadsmedelvärdet

7.2.2 Mögelsvampar

Mögelsvampar och deras produkter förekommer normalt i såväl vår boende- som arbetsmiljö. Det anges att totalt ca 80 000 arter av svampar finns beskrivna. Av dessa bedöms mögelsvamparna utgöra en betydande del. I den ständigt pågående transformationsprocess som innebär att komplicerat organiskt material från växt- och djurriket bryts ner till enkla näringsämnen som kan tas upp av växterna spelar mikrosvamparna en avgörande roll. Det som i dagligt tal kallas mögel är mera en sammanfattande benämning för mikrosvampar ur flera systematiska klasser än en preciserande term. Till mögel räknas ibland även de i jord och vatten förekommande aktinomyceterna som är bakterier i trådform.

För att praktiskt kunna hantera det mångtydiga begreppet "svampar" skiljer man vanligen ut fyra grupper som sinsemellan uppvisar principiella skillnader strukturellt, fysiologiskt och med avseende på sanerande åtgärder.

1. Blånadssvampar
2. Rötsvampar
3. Soft rot
4. Mögelsvampar

I tabell 7.8 anges gränsvärden för groningen och tillväxt av svampar inom de olika grupperna, de skador som trä och träbaserade produkter kan åsamkas samt vanliga åtgärder vid inträffad skada.

Mögelsvampar utvecklas snabbast på näring som erbjuder lättlösliga kolhydrater i form av glucos, sackaros och träsocker. Dessutom krävs kväve, vitaminer och en rad mineralsalter. Trots att trä har ett lågt utbud av dessa ämnen kan mögelsvamparna utvecklas väl på ytan av massivt trä om övriga tillväxtparametrar är gynnsamma. Mögelsvamparnas enzymuppsättning tillåter dem inte att med framgång bryta ned cellulosa eller lignin. De blir därmed ofarliga för verkets hållfasthet. Om deras betydelse för senare invaderande svampgrupper finns föga fakta. Sänkt pH-värde i substratet och bibehållen fuktighet anses gynna de svampgrupper som efterträder mögelsvamparna sådana som blånads- och rötsvampar. Å andra sidan kan vissa mögelsvampar betecknas som antagonister och därmed fungera som en spärr mot invaderande mikrosvampar av annan typ.

Tabell 7.8: Några karakteristika för de fyra svampgruppernas tillväxt, skadetyper och bekämpning.

Svampgrupp	Fuktkrav	Tempkrav	Skadetyper	Hållfasthet	Förekomst	Bekämpning
Blånads- svampar	Höga Min 20% Opt 20-100% Max 40°C	Låga Min 2,5°C Opt 22°C-28°C	Missfärg- ning blått grönt eller svart	Oförändrad	I splitved	Insektsbekämpning Uttorkning Vattentagring
Röt- svampar	Måttliga Min 16- 18% Opt 40-70% Max 80%	Måttliga Min 3-6°C Opt 20- 27°C Max 30-37°C	Destruktion Snabb till- växt	Starkt för- sämrad	I levande träd, lagrat virke och konstruk- tioner	Uttorkning Vattentagring Impregnering
Soft rot	Höga fiber- mättnad	Måttliga	Destruktion på ytan	Starkt för- sämrad	I tryckim- pregnerat virke i växthus, kyllom	Impregnerings- medel med koppar
Mögel- svampar	Variert RH 68- 100%	Måttliga Min 0,5°C Opt 20- 23°C Max 27-40°C	Missfärg- ning på ytan Lukter	Oföränd- rad	På virke, spån, papper, lim, jute, tyg, färger plaster, bruksfogar	Torr miljö Fungicider Ozon

Utifrån dessa erfarenheter kan därför en rad byggnadsmaterial betecknas som potentiellt mögelbenägna under ovan beskrivna förutsättningar.

Material såsom papper, papp, jutefiber, tjärpappslump, spånskivor, board, kryssfanér, limbalkar och textilier ingår alla i cellulosagruppen och befinner sig i varierande grad, beroende på tillverkningsätt och användningsområde, i riskzonen för angrepp av ett betydande antal mögelsvamparter.

Många mögelarter avger luktande ämnen. I enstaka fall har mögellukt rapporterats ingå i skadebilden för våtrum.

Lukten identifieras vanligen och bäst med människans luktsinne. Mögelhundar kan också användas för uppspårning.

7.2.3 Projektbeskrivning mykologi

Grundens konstruktion i barnstugan Molntappen beskrivs i kapitel 1 och utförligare i en tidigare rapport om barnstugan (13). I avsnitt 7.1 i föreliggande rapport redogörs för fuktförhållanden och temperaturer i bl a Molntappen under åren 1987-1989. Nedanstående rapportering omfattar resultatet av de mykologiska undersökningar som utförts i träbaserade material i kryprummet i Molntappen under perioden 1987-1989.

7.2.4 Material och metoder

I huvudsak har provtagning skett på ytan av 9,2 mm board, Swanboard masonite, och från massivt virke (flänsar) i lättbalkkonstruktion i blindbotten. Lättbalksflänsarna har på plats bestрукits med Wood-seal som är en vattenavvisande olja bestyckad med 0,5% diklorfluorid. Inträngningen anges till 0,5 - 1 mm. Byggboarden har inte ytbehandlats.

Den mykologiska provtagningen har huvudsakligen skett med hjälp av sk liftoffplattor innehållande maltextrakt-agar. För luftsporproven har en Andersensampler använts. Fuktkvotsbestämningar har gjorts i virke med resistansmätare och i masonit medelst ugnstorkning i 105°C.

Provtagning har utförts vid tio olika tillfällen mellan den 17 februari 1987 och 9 februari 1990. Vid varje tillfälle togs sex liftoffplattor för frekvensberäkning och identifiering av förekommande mögelsvamparter. Resultaten av denna analystyp betecknas som potentiellt mögel och anges som procentuell täckning av liftoffplattans yta med mögelsvampar.

Efter ett omfattande mögelangrepp på blindbotten och på förhyningspapp runt ventilationsrör i augusti 1988 sanerades de angripna materialen med Klorin, med undantag för de tre provytorna.

7.2.5 Resultat

I tabell 7.8 har mätvärdena från tio provtagningstillfällen sammanställts. Vid alla tillfällena utom augusti 1988 har låga fuktvärden för såväl luft som trämaterial registrerats. Synligt mögel har fastställts endast för provtagningarna augusti 1988, november 1988 och för 1989. Potentiellt mögel har emellertid förelegat i form av vitala sporer i hög frekvens på såväl masonit som flänsar. Det finns med andra ord skäl att granska de klimatförhållanden som rådde i kryprummet sommaren 1988 då en momentan och riklig utveckling av mögelsvampar skedde. Med stöd av de klimatdata som sammanställts i avsnitt 7.1 kan ett komparativt diagram upprättas med avseende på RH i luften i kryprummet under vegetationsperioderna 1987 - 1989. Figur 7.11.

Det som skiljer de tre perioderna åt är RH-maxima under juni-juli där värdena för år 1988 överstiger de övriga årens med 5 - 13% över en tidsrymd av sex veckor. För 1988 är RH:s maximivärde 88%, för 1987 82% och för 1989 83%.

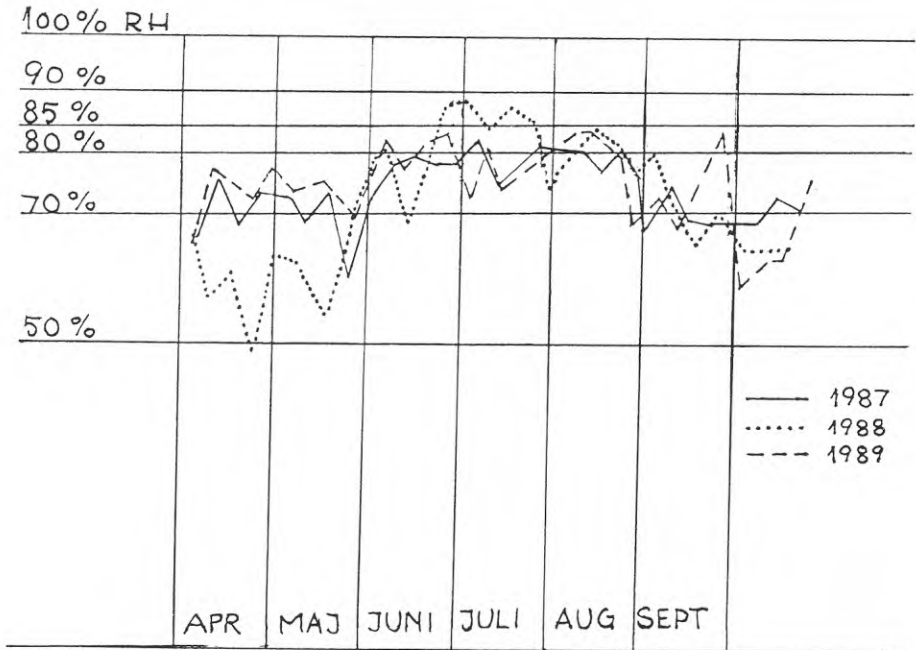
Ur diagramserien i avsnitt 7.2 har en planimetrisk bestämning av fukt mängder med olika, biologiskt viktiga fuktnivåer utförts för tiden juni-augusti 1987-1989 enligt tabell 7.9. Som jämförelse har antalet dygn omfattande fuktgränsvärdena RH 80% resp 85% beräknats. Som ett resultat av den noggranna klimatkodokumentation som föreligger för barnstugan Molntappen kan ett mera preciserat fuktintervall registreras inom vilket mögelsvampar spontant utvecklas. Att flertalet arter av mögelsvampar tillväxer i intervallet RH 90 - 100% är känt från experimentellt arbete (10) liksom att ett antal arter kan utvecklas vid lägre relativ luftfuktighet. Motsvarande kunskaper har saknats för mögeletablering under naturliga förhållanden i kryprum. Med den omfattande spontana mögeletablering som skedde i kryprummet i

Molntappen under juni - juli 1988 och som beskrevs och identifierades i augusti samma år har såväl fuktröskelvärde som kvantitativa och tidsrelaterade fuktförhållanden varit möjliga att bestämma med en icke tidigare känd noggrannhet.

Tabell 7.9: Fukt, temperaturer och mögelförekomst i kryprum i Molntappen 1987 - 1990.

Datum	RH Luft %	Temp. luft °C	Fuktkvot Virke %	Fuktkvot Masonit %	Syn- ligt mögel	Potenti- ellt mögel ¹⁾
87-02-17	52	+4	9-13	-	0	90%
87-03-06	46	+3	13	8,2	0	92%
87-06-02	76	+10	15	10,7	0	100%
87-10-27	62	+11	18	10,4	0	100%
88-04-12	48	+8	13-14	12,0	0	100%
88-08-15	84	+14	16-21	18,0	Rikl.	100%
88-11-16	56	+6	14-17	11,0	Föga	100%
89-01-12	60	+7	9-13	10,0	Fläckv.	-
89-09-13	69	+13	12-15	14,0	Fläckv.	5-20%
90-02-09	55	+5	13-14	12,8	0	5%

1) Potentiellt mögel = Procentuell täckning av liftoffplattans yta med mögelsvampar efter odling.



Figur 7.11: Komparativt diagram över RH i luften i kryprummet under vegetationsperioderna 1987-1989.

Tabell 7.10: För mögeltillväxt kritiska fuktnivåer i kryprum i barnstugan Molntappen.

Sommarperioderna juni-augusti 1987-1989

År	Antal dygn		Bestämd fuktmängd mm ²	
	RH > 80%	RH > 85%	RH > 80%	RH > 85%
1987	3	0	3	0
1988	38	25	187	34
1989	33	0	39	0

De mögelsvampar som utvecklades på vindpappen och de träbaserade materialen var:

Aspergillus versicolor
Penicillium brevicompactum
Penicillium spinulosum
Penicillium glabrum
Penicillium aurantiogriseum
Penicillium rugulosum
Cladosporium cladosporioides
Oidiodendron griseum

Flertalet av dessa arter har isolerats och identifierats i andra kryprum (17) och kan betraktas som vanligt förekommande i utrymmen av denna typ. Närvaron av *Cladosporium cladosporioides* och *Oidiodendron griseum*, som räknas till de fuktkrävande blånadssvamparna, bestyrker de registrerade något högre RH-värdena för år 1988 till skillnad mot de till synes mera "normala" som uppmättes för 1987 och 1989. Provmaterialet tillät ingen inbördes ranking mellan de identifierade mögelarterna, men *Penicillium brevicompactum* och *P. aurantiogriseum* förekom mest frekvent i odlingskålar. Den mögellukt som kunde registreras i kryprummet sent sommaren 1988 orsakades sannolikt av mögelsvampen *P. aurantiogriseum* som är en känd luktalstrare.

I samband med det starka mögelangreppet 1988 utfördes en luftspormätning i kryprum, allrum och i uteluften för att utreda om läckning av sporer kunde ske upp till barnstugans arbetsrum. Provtagningen utfördes i kryprummets centrala del, i ett allrum i byggnadens östra del och utomhus söder om barnstugan.

Tabell 7.11 Luftprovtagning av sporer 1988

Provplats	Antalet mögel- sporer/m ³ luft	Dominerande mikrosvampart
Allrum chrysogenum	987	Penicillium cf Penicillium claviforme
Kryprum brevicompectum	2177	Penicillium Cladosporium herbarum
Utomhus	1142	Cladosporium herbarum

Totalantalet sporer i de tre mätpunkterna är inte exceptionellt högt. I kryprummet finns dubbelt så många sporer som utomhus och i allrummet något färre än ute räknat per m³ luft. Artfördelningen skiljer sig emellertid karakteristiskt mellan de olika provtagningspunkterna. I allrummet återfinns ett par arter som är vanliga i humanmiljöer och som inte förknippas med hälsoproblem. I kryprummet dominerar *P. brevicompectum* som ofta dokumenterats i kryprum (17) och i utomhusluften förekommer *Cladosporium herbarum* frekvent. Av analysen framgår att de arter av mikrosvampar som finns i kryprummet inte förekommer i allrummet varför en överföring av sporer från kryprum till arbetsrummen i barnstugan kan anses osannolik. Den fria kommunikationen mellan uteluften och luften i kryprummet bekräftas biologiskt genom att i båda analysproverna förekommer *Cladosporium herbarum*, vilken inte kunnat återfinnas i luftprovet i allrummet. *C. herbarum* kan i större mängd orsaka hälsoproblem och ingår t ex i den dagliga pollenrapporten avsedd främst för astmatiker och allergiker.

8. Elanvändning

Per Levin, Arne Elmroth

Uppvärmnings- och ventilationssystem i barnstugor har väckt stort intresse de senaste åren på grund av många rapporterade problem med inomhusklimatet. Utvecklingen har här, liksom för småhus, gått mot ett allt större elberoende med direktelvärmes och mekanisk ventilation. I samband med kärnkraftsavvecklingen och en eventuell framtida knapphet i elförsörjningen är det mycket viktigt att försöka minska elberoendet och effektivisera elanvändningen. Detta projekt har inte primärt syftat till att åstadkomma en effektivisering av elanvändningen, men det bedömdes som angeläget att uppmärksamma den faktiska elanvändningen i en barnstuga som planerats med ett uttalat syfte att åstadkomma ett bra inomhusklimat.

I barnstugan Molntappen har elanvändningen följts och undermätare har installerats för att man skall kunna se elanvändningens fördelning på delposter. Speciella förutsättningar fanns också här att studera hur olika luftväxlingstal påverkar elanvändningen.

8.1 Total elanvändning

Tabell 8.1 visar en jämförelse av total elanvändning för olika nyproducerade, friliggande elvärmda typbarnstugor i Stockholm. Uppgifterna bygger på eldistributörens debiteringsavläsningar. Resultaten indikerar stor likhet i elanvändningen mellan de olika barnstugorna. Husen är byggda på samma sätt med fabrikstillverkade väggblock. Eftersom husen (förutom Molntappen) är byggda under 1987 - 1988, har endast två avläsningar utförts av eldistributören. Försöksbarnstugan Molntappen, vilken har något högre elanvändning än övriga, har under nämnda period i huvudsak haft luftvärme med en uteluftsomsättning av 5 oms/h i försöksdelarna, vilket är betydligt mer än i de andra barnstugorna som har ca 3 oms/h.

Tabell 8.1: Total elanvändning för några nyproducerade elvärmda barnstugor (byggår 1987 - 1988) i Stockholm.

(Avläsningarna är korrigerade till perioden 1988-10-01 - 1989-09-30).

Barnstuga Kvarters- namn	Upp- värmad m ²	Avläst elanvändning MWh	kWh/m ²	Normalårs korrigerad elanvändning kWh/m ²
Barbara	440	83,7 ¹	190	214
Helgonglorian	440	96,1 ¹	218	245
Termometern	440	90,2	205	231
Understen	444	86,7	195	219
Öreslandet	444	88,1	198	223
Molntappen	492	115,3	234	264

1) Periodkorrigeringen osäker på grund av kortare tid mellan avläsningarna.

I en undersökning av 120 barnstugor i Stockholm, utförd av Socialförvaltningen, befanns den genomsnittliga energianvändningen för åren 1977 och 1988 vara 378 kWh/m², vilket korrigerat till normalår innebär 371 kWh/m² (2). En mycket stor spridning finns i beståndet. Flera exempel finns på elvärmda barnstugor där den totala elanvändningen understiger 200 kWh/m². En avsevärd skillnad finns troligtvis i luftomsättningens storlek jämfört med de nyproducerade barnstugorna. I några fall överskrider den totala energianvändningen t o m 1000 kWh/m², år.

I det följande redovisas förutsättningar och resultat för försöksbarnstugan Molntappen och referensbarnstugan Termometern, i vilka en detaljerad uppföljning av elanvändningen utförts. Projektets bakgrund samt bygg- och installationsteknik för Molntappen finns beskrivet i kapitel 1 samt utförligare i en tidigare rapport om barnstugan (13). En kortfattad beskrivning av uppvärmnings- och ventilationssystemen i Molntappen och Termometern finns i följande avsnitt. El- och gradtimmätare har avlästs varje fredagseftermiddag under hela försöksperioden. Denna rapport grundar sig på dessa data.

I tabell 8.2 visas uppmätt årsvis elanvändning för Molntappen och Termometern. Både verkligt avlästa och graddagskorrigerade värden visas i tabellen. Det bör observeras att flera olika uppvärmnings- och

ventilationssystem har varit i drift i Molntappen under varje kalenderår. De olika driftfallen har olika elanvändning varför årsgenomsnittet främst avspeglar nivån på elanvändningen. Veckoavläsningarna ger dock möjlighet att jämföra elanvändningen för de olika driftfallen, vilket redovisas i följande avsnitt.

Tabell 8.2: Uppmätt elanvändning i MWh per kalenderår uppdelat på olika poster med och utan normalårskorrigerigering.

	Molntappen			Termometern
	1987 ¹	1988	1989	1989
Total elanvändning				
- okorrigerat	95,8	124,6	101,8	86,0
- korrigerat	90,4	128,5	119,8	101,2
El för uppvärmning				
- okorrigerat	52,6	70,3	50,4	27,2 ²
- korrigerat	49,6	72,5	59,2	32,0 ²
Tappvarmvatten	11,6	13,2	13,6	13,2
Fläktar	15,4	23,8	19,6	28,0 ²
Övrigt (Belysning etc)	16,2	17,3	18,2	17,6

1) fr o m 1987-02-06. Daghemmet var i full drift fr o m 1987-03-15.

2) Eftervärmebatteriet i ventilationsaggregatet är medräknat i el till fläktar. Gäller bara Termometern.

Man kan av tabellen utläsa att ca hälften av den köpta elenergin används till uppvärmning via elpannan. El till tappvarmvatten och "övrigt" utgör en relativt konstant post. El för drift av ventilationsfläktar utgör en betydande post som i flera driftfall är väsentligt större än el för tappvarmvatten eller "övrig el" som används i barnstugorna. Fläktelen varierar givetvis med typ av system, tryckfall, verkningsgrad för elmotorer m m och redovisas mer i detalj senare i detta avsnitt.

Veckovis total elanvändning och el till elpanna för Molntappen för åren 1987 - 1989 redovisas i figur 8.1. Av figuren kan utläsas att elpannan används under hela året, således även under sommaren. Detta beror främst på behov av förvärmning av tilluften till 18°C. Möjligheten till nattkylning sommartid för att minska risken för övertemperaturer inomhus utnyttjas inte.

8.2 Uppvärmnings- och ventilationssystem

Försöksbarnstugan i kv Molntappen värms med en elpanna. Värmedistributionen kan antingen ske med vatten- eller luftburen värme. Ventilationen i de två försöksavdelningarna kan varieras mellan mekanisk från- och tilluftsventilation (FT) och frånluftsventilation (F) med uteluftintag genom springventiler bakom radiatorer. Luftomsättningen kan varieras mellan 2 och 5 oms/h för FT-systemet och mellan 0,5 och 1,4 oms/h för F-systemet.

Vid vattenburen värme med FTX-ventilation (huvudinställning 1) kördes ventilationssystemet mellan kl 05 - 20 på måndag - fredag och kl 10 - 12 på lördag - söndag. Tilluften förvärms här med ett värmebatteri till ca 18°C. Vid luftburen värme (huvudinställning 2) kördes ventilationen kontinuerligt, dygnet runt, med 5 oms/h. Uteluftflödet varierades då mellan 0,5 och 5 oms/h genom ändring av cirkulationsluftflödet. Vid F-ventilation (huvudinställning 3) kördes fläktarna kontinuerligt, dygnet runt, utan värmeåtervinning.

Mittdelen med kök, personalrum m m (ca 350 m² av totalt 492 m²) har vattenburen värme och balanserad ventilation med en luftomsättning av 3 oms/h. I denna del av byggnaden kan uppvärmnings- och ventilationssystem inte ändras.

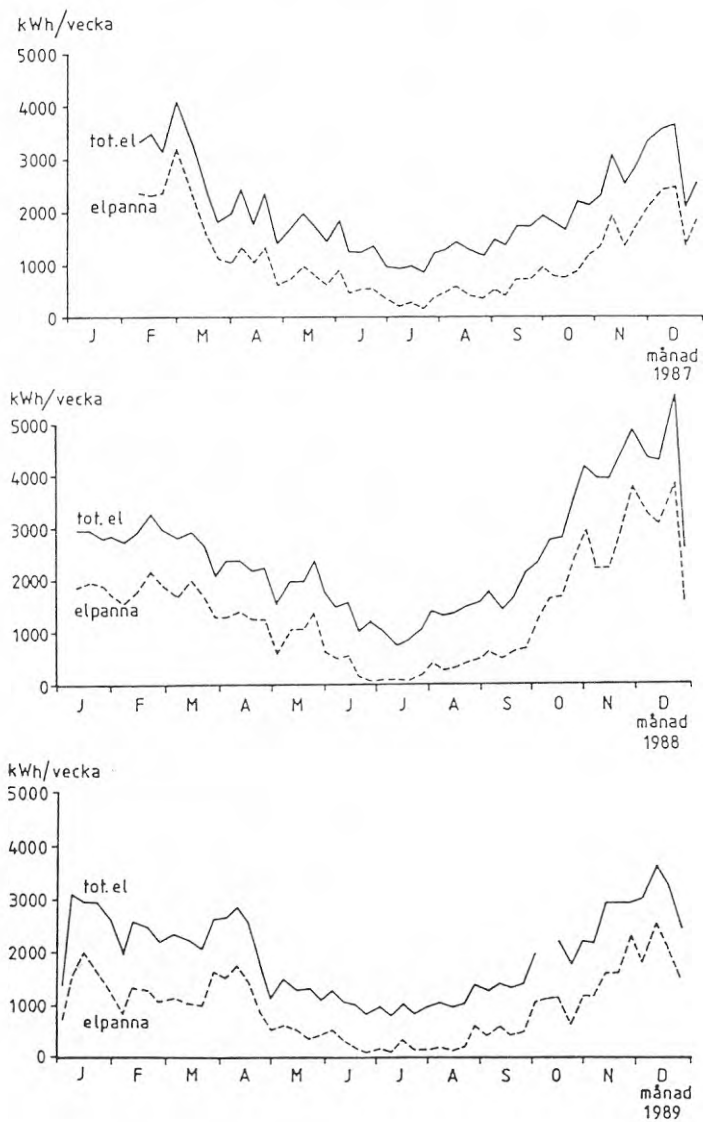
Förutom värme från elpannan har el till fläktar, hushållsel och elvärmeslingor i golv (första året) bidragit till uppvärmningen.

Givetvis har även personvärme och solinstrålning bidragit. Golvvärmeslingorna har använts mycket sparsamt eftersom mätningar visat att golvets ytemperatur inte blir högre med slingorna påkopplade. Dessutom råder osäkerhet om hälsorisken av det elektriska fält som bildas när slingorna är på. Effekterna på golvslingorna är 542 resp. 536 W för avd. SO (Regnbågen) och NV (Solstrålen).

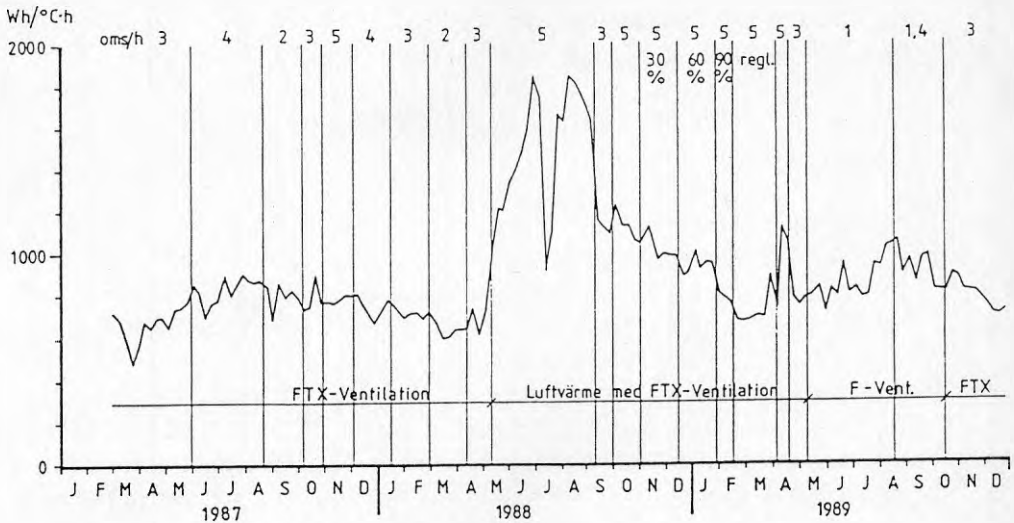
Under tiden maj 1988 - maj 1989 har luftvärmesystem provats. I övrigt har det vattenburna värmesystemet utnyttjats. Under större delen av försöksperioden har FTX-ventilation utnyttjats, men från maj till oktober 1989 har barnstugan ventilerats med F-system. Uteluftsflödet har varierats från 0,5 oms/h till 5 oms/h. Totalt har tolv olika driftfall på värme- och ventilation provats under 1987 - 1989 i enlighet med försöksprogrammet. Omställningsdatum framgår av kapitel 1 och finns även inlagda i figur 8.2.

Referensbarnstugan Termometern har direktvärme och FTX-ventilation med 3 oms/h. Samma drifttider tillämpas som för Molntappens FTX-system. Ventilationssystemet i Termometern är till skillnad från Molntappen av deplacerande typ.

Tappvarmvatten bereds i separata elberedare.



Figur 8.1: Total elanvändning samt el till elpanna veckovis för Molntappen åren 1987 - 1989.



Figur 8.2: Total el exklusive tappvarmvatten per vecka och gradtimme för Molntappen för hela försöksperioden. Siffrorna i diagrammets överkant visar luftomsättningen i försöksdelarna. Procentsiffrorna anger andel återluft.

8.3 Elanvändning vid olika driftfall

Av figur 8.2 framgår uppmätta klimatkorregerade data på elanvändningen i tidsföljd över försökets gång. De olika driftfallen av värme och ventilation som provats är även markerade i figuren. Elanvändningen vid olika driftfall visas i tabell 8.3.

El för tappvarmvattenberedning har dragits av från den totala elanvändningen och resultatet har dividerats med antalet uppmätta gradtimmar för de veckor där antalet gradtimmar varit större än 2000. Detta betyder att endast de veckor med en utetemperatur lägre än 9°C tagits med. Antalet avläsningsperioder och därmed säkerheten i prognoserna varierar för olika driftfall, vilket framgår av tabellen. De flesta driftfall har relativt få avläsningsperioder. Standardavvikelsen ger en uppfattning om att skillnader finns mellan driftfallen och medelvärdena avspeglar skillnadernas storlek. Uppskattning av elanvändningen för en normal uppvärmningssäsong har gjorts genom att multiplicera med 110352°C·h, vilket gäller under eldningsssäsongen ett normalår i stockholmstrakten (242 dagar). Elanvändning under

icke uppvärmningssäsong har endast kunnat uppskattas för fyra driftfall ($<1500^{\circ}\text{Ch}$, motsvarande 12°C). Det finns dock ingen vecka på året där elpannorna inte har använts. El för tappvarmvattenberedning har lagts till för att redovisa totalförbrukningen av el.

Vid en jämförelse av elanvändningen för de olika driftfallen måste följande beaktas:

Inställningen av mittdelen i Molntappen kan inte ändras, vilket försvårar en jämförelse med andra barnstugor. Jämförelsen visar i första hand storleksordningen på skillnader mellan olika driftfall (något underskattat i vissa fall). Olika driftfall har olika drifttider, vilket även försvårar denna jämförelse.

De olika driftfallen har också inträffat under olika årstider varvid bland annat solinstrålningen varit olika. Viss fönstervädring torde ha förekommit soliga dagar för vilket korrigering inte kunnat göras. Elanvändningen har också påverkats av att reglerkurvorna justerats ett flertal gånger under de tre åren. I studien har ingen hänsyn kunnat tas till effekten av dessa justeringar.

Av tabell 8.3 framgår uppmätt totalt effektbehov exklusive tappvarmvatten och beräknad elanvändning i MWh för olika inställningar i Molntappen och Termometern. I kolumnen "totalt" har även el till tappvarmvatten inkluderats med 13,5 MWh. " \pm " anger standardavvikelse. Luckorna i tabellen beror på otillräckligt antal avläsningar där uppställda klimatförutsättningar var uppfyllda. Observera att endast försöksdelarna i Molntappen ändrades (ca 30% av uppvärmd volym).

Frånluftssystemet kördes dygnet runt och utan återvinning. Körningen avbröts hösten 1989, varför den mest omfattar varmare perioder. Därför har endast en kall vecka använts för beräkning av årsförbrukningen. Denna blir därigenom naturligtvis osäker och utgör enbart en indikation på elanvändningsnivån.

Ur tabell 8.3 kan utläsas skillnader i elanvändning mellan luftburen och vattenburen värme samt mellan olika luftomsättningstal. Resultaten av mätningarna visar entydigt att elanvändningen med luftvärme blir högre än med vattenburen värme. Vid t ex ett uteluftsflöde på 5 oms/h var elanvändningen med vattenburen värme

Tabell 8.3: Uppmätt totalt effektbehov exklusive tapparmvatten och beräknad elanvändning i MWh för olika inställningar i Molntappen och Termometern.

Inställning Oms/h C-luft, %	Antal avläsn. perioder ²	Uppmätt effektbehov W/°C	Beräknad elanvändning:			Total/år MWh	kWh/m ²
			Uppv.sås. MWh	Övr.sås MWh	MWh		
Molntappen - Vattenburen värme:							
FTX,2	6/2 ²	654 ±63	72,2 ±7,0	17,9	104	211	
FTX,3	25	704 ±90 ¹	77,7 ±9,9				
FTX,4	3/7	754 ±43	83,2 ±4,7	18,9 ±1,2	116	236	
FTX,5	4	778 ±16	85,9 ±1,8				
F,1,4	1/7	812	89,6	17,7 ±2,9	121	246	
Molntappen - Luftburen värme:							
FTXL,5,0%	4/9	1071 ±55	118,2 ±6,1	22,7±2,3	154	313	
FTXL,5,30%	4	1011 ±58	111,6 ±6,4				
FTXL,5,60%	3	937 ±17	103,4 ±1,9				
FTXL,5,90%	2	772	85,2				
FTXL,5Regl.	5 ³	726 ±82	80,1 ±9,0				
F,14	1/7	812	89,6				
Termometern - Direktverkande el:							
FTX,3	21/7	660 ±62	72,8 ±6,8	16,0 ±4,8	102	231	

1. Den stora spridningen, trots ett stort antal avläsningsperioder, beror på att driftfallen har unnyttjats som referens för luftföroreningsmätningarna under fem olika perioder under de tre åren, varför förhållandena kan ha varierat något.
2. Avläsningsperioder för uppvärmingssäsong/ övrig säsong.
3. Driftfall med reglering av återluften har troligtvis givit mer än 90% återluft pga fel på spjällmotor.

ca 86 MWh för en uppvärmningssäsong och med luftburen värme ca 118 MWh för samma tid (exkl. tappvarmvatten). Det betyder 37% högre elanvändning vid luftburen värme. Vid 2 oms/h var ökningen 43%, men spårgasmätningarna visade att uteluftsomsättningen vid luftvärme (driftfallet med 60% cirkulationsluft) var större än avsett. Vid 5 oms/h uppmättes lika stor uteluftsomsättning vid vattenburen som luftburen värme. Det är sannolikt att skillnaden blivit ännu större om även köksdelen kunnat ändras till luftburen värme och om elanvändningen under icke uppvärmningssäsong tagits med. Vid luftburen värme åtgår mer el till fläktar än vid vattenburen värme, se tabell 8.4. Dessutom ventilerades byggnaden dygnet runt. Experimentet har dock inte varit upplagt så att det är möjligt att ge en förklaring till skillnader i elanvändning mellan de olika distributionssystemen. Värmedistributionsförluster vid luftvärme genom oisolerade ventilationskanaler förlagda i undertak vid luftvärme kan vara betydelsefulla.

Av tabell 8.3 framgår också att elanvändningen ökar med ökad luftsomsättning med uteluft. En ökning av uteluftflödet med 1 oms/h vid FTX-ventilation innebär en ökning av elanvändningen (exkl. tappvarmvatten) med ca 6%. En enkel uppskalning med förhållandet mellan försöksavdelningarna och hela barnstugan gör att ökningen skulle kunna uppgå till knappt 10% om ändringen utförts i hela barnstugan. Det är dock främst i barnens utrymmen som högre luftväxlingar behövs på grund av den betydligt högre persontätheten där.

På grund av det ringa antalet observationer med F-ventilation måste viss försiktighet tillrättas vid bedömningen av hur detta system påverkat elanvändningen. Redan vid ett uteluftsflöde på 1,4 oms/h blir elanvändningen (för värmning av luften utan värmeåtervinning) högre med F-ventilation än med FTX-ventilation vid en uteluftsomsättning av 5 oms/h. Detta förhållande skulle dock kunna förändras om F-systemet kombinerades med värmeåtervinning med frånluftvärmepump, vilket ju inte skett i Molntappen.

8.4 El för fläktdrift

El för drift av fläktar är, som tidigare visats, en inte obetydlig förbrukningspost i barnstugor. Tabell 8.4 visar en jämförelse av årsförbrukning mellan olika system som provats inom projektet, där el till ventilationsaggregat uppmätts separat. Värdena i tabellen

baseras på medelvärden av veckoavläsningar av elmätare till ventilationsaggregatet för försöksavdelningarna i Molntappen vid olika inställningar samt för hela Termometern.

Som synes är skillnaderna mellan olika inställningar betydande, vilket kan vara väl värt att beakta vid val av system, eftersom mätresultaten visar att drivel för fläktar kan utgöra upp till ca 15% av den totala energianvändningen för daghem.

Skillnaderna mellan olika luftomsättningstal vid FTX-ventilation är något mindre än väntat. Samma fläktmotorer har dock använts. Nedvarvning skedde endast vid 2 oms/h, i övrigt reglerades luftflödena med strypspjäll.

Det specifika effektbehovet anger hur mycket elenergi som åtgår för att transportera ett luftflöde av $1 \text{ m}^3/\text{s}$. De i tabell 8.4 redovisade värdena kan tyckas höga i förhållande till nya, bra anläggningar, där värden mellan 1 och $2 \text{ kWh}/(\text{m}^3/\text{s})$ är vanligt. En förklaring till den låga effektiviteten kan vara att anläggningen i Molntappen har större tryckfall än normalt på grund av att ett stort antal fasta mätdon och strypflänsar är inmonterade i kanalsystemet. (Detta är en av avigsidorna med den stora flexibilitet i luftflöde som skulle åstadkommas i Molntappen på experimenten). I elmätningen ingår även el till spjällmotorer och reglerutrustning.

Tabell 8.4: Uppmätt drivel för fläktar till försöksavdelningarna i Molntappen och till hela Termometern.

Driftfall	oms/h	Drifttid %	Uppmätt kWh/v	Beräknat kWh/år	Beräknat kW/(m ³ /s)
Molntappen (Lekavdelningarna)					
FTX- ventilation, omblandande	2	47	125	6500	3,8
	3	47	175	9100	3,5
	4	47	175	9100	2,6
	5	47	225	11700	2,7
FTX- ventilation med luftvärme	5	100	375	19500	2,1
F- ventilation	1	100	57	3000	3,2
	1,4	100	57	3000	2,3
Termometern (hela stugan)					
FTX- ventilation, deplacerande	3	47	160 ¹	8300	

1. Lägsta uppmätta veckovärde. Risk för att viss elvärme ingår.

8.5 Slutsatser

Elanvändningen i de nya elvärmda typbarnstugorna i Stockholm (byggnadsår 1986-88) är totalt ca 210-250 kWh/m² och normalår. Detta kan jämföras med den genomsnittliga energianvändningen för Stockholms barnstugor åren 1977-1978, vilken var 378 kWh/m². Energianvändningen i de nya barnstugorna har således minskat betydligt. Energianvändningen per m² i nya barnstugor är dock betydligt högre än i nya bostäder och kontorslokaler.

Elmätningarna i Molntappen och Termometern visar att ca hälften av den tillförda elenergin går till uppvärmning. Tappvattenvärmning utgör en relativt konstant post om ca 13 MWh (ca 10-13% av total elanvändning). Övrig elanvändning, belysning etc, är relativt konstant 17-18 MWh (13-17%). El för drift av ventilationsfläktar är betydande

i barnstugor och kan uppgå till 20% av elanvändningen, beroende på systemval.

I Molntappen har elanvändningen vid olika uppvärmnings- och ventilationssystem studerats. Uppmätt elanvändning (exklusive tappvarmvatten) visar att ca 40% (ca 30 MWh) mer el åtgår för luftburen värme än för vattenburen värme under en normal uppvärmningssäsong. Detta trots att driftfallen endast ändrats i försöksavdelningarna. Skillnaden kan endast delvis förklaras med skillnaden i fläktelbehov (ca 5 MWh för en uppvärmningssäsong) och att luftvärmesystemets konstruktion medförde att försöksavdelningarna ventilerades dygnet runt (uppskattningsvis ca 15 MWh).

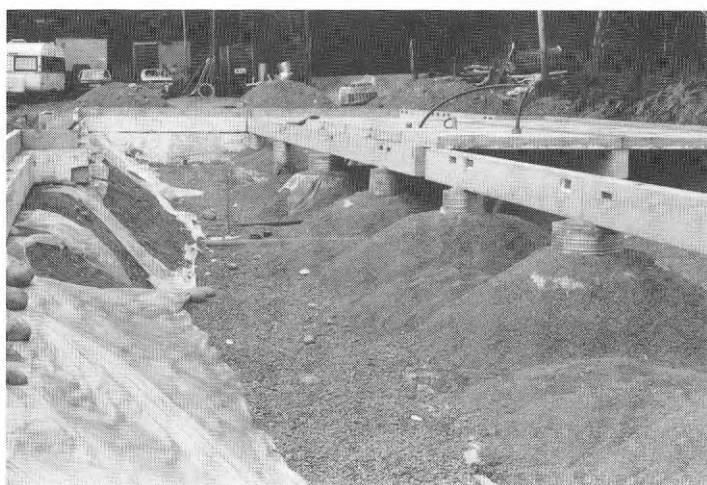
Vid från- och tilluftsventilation med återvinning motsvarar en ökning av uteluftmängden med 1 oms/h en ökning av elanvändningen i Molntappen med ca 6%, vilket bedöms motsvara ca 10% ökning om luftomsättningen hade ändrats i hela barnstugan.



Tomten i kvarteret Molntappen, belägen i Skarpaby, utgör den nordöstra delen av ett stort nybyggnadsområde på Skarpnäcksfältet.



Gjutning av plintar till grunden.



Kantbalkar och mittbalk har kommit på plats i den blivande torpargrunden.



Lättbalkarnas flänsar bestryks med antirötmedel.



Ytterväggslementen lyfts på plats.



Allt kom snabbt under tak genom att prefabricerade element användes.



I mars 1987 var verksamheten i gång.



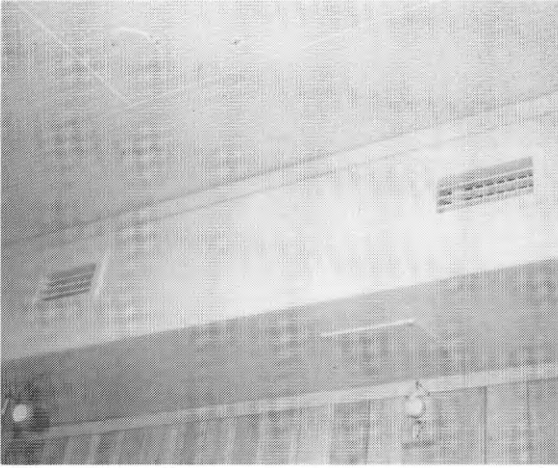
Väggarna i lekrum och korridor är klädda med träpanel som målats med en tunn vattenbaserad lasyr.



Även under sovstunden är luften frisk - tycker personalen.



Lekrummens yttervägg har en luftspalt på 10 cm bakom träpanelen. I luftspalten står spirokanaler med 60 cm mellanrum. Frånluften sugts ut i nederkanten av väggen.



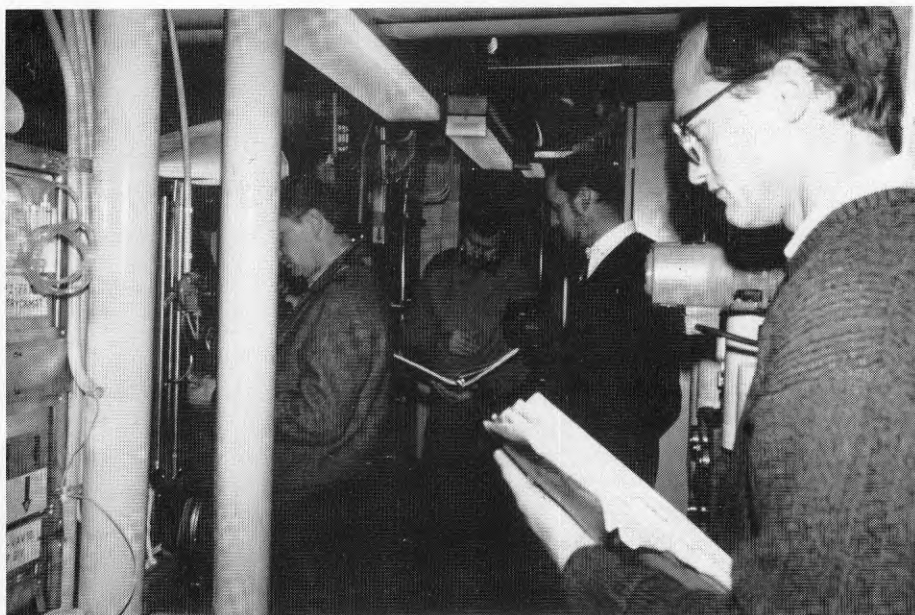
Väggarna i skötrum och våtlek är klädda med högtryckslaminat-skivor som är monterade på aluminiumreglar.



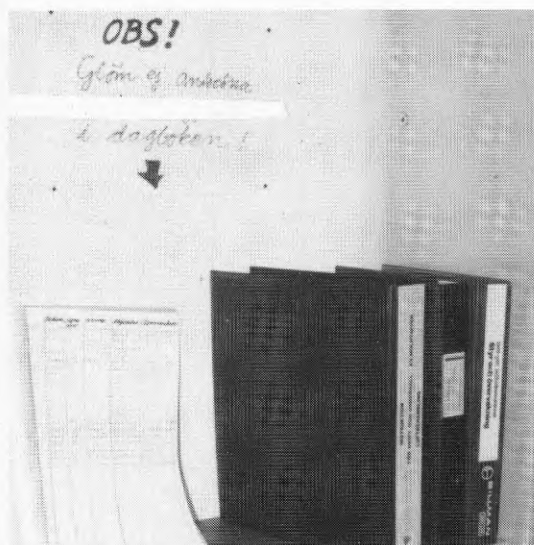
Tilluftsdonen är placerade högt upp på innervägg och är försedda med ställbara galler.



I tvätt- och våtrummen behövs plastmatta. Idag kan fabrikanterna ge uppgifter om vilka mattor som avger minst lättflyktiga organiska föreningar.



Per Levin, KTH, har svarat för omställningarna till de olika driftfallen för värme och ventilation.



I en dagbok antecknar drift- och underhållspersonalen tid för besök, vidtagna åtgärder, namn och företagstillhörighet.



Uteluftsintagen till ventilationen är placerade på norrfasaden, väl avskilda från avluftsutsläppen vid taknock.



Föreståndarinnan, Pia Sparreskog, fick efter avslutad experiment, en genomgång av de olika komponenterna i ventilationsaggregatet.

INFORMATION om BARNSTUGANS SKÖTSEL		DETTA KAN REGLERAS MANUELLT	
<p>När värme och ventilation inte fungerar:</p>  <p>Anmäl till Stockholmsshems Barnstugeavd. Tel. 58 05 00</p>	<p>När övriga fel uppstår, t.ex.:</p>  <p>trasiga strömbrytare, vägguttag, utomhusbelysning, Viltvaror, läckande kranar, skadegörelse på huset.</p> <p>Anmäl till Stockholmsshems Felanmälan Tel. 68 07 20</p>	<p>Värmen</p>  <p>hålls genom termostater på en rumstemp på ca 21° Viss reglering kan ske genom att skruva på radiatorernas reglage.</p>	<p>Ventilation</p>  <p>Köksfläkten kan ställas på 3 olika hastigheter för att värda ut matos eller överskottsvärme.</p> <p>OBS! För att den skall vara effektiv bör filteret diskas av i diskmaskin en gång var 14:e dag.</p>
<p>Inbrottslarm och trasiga glasrutor:</p>  <p>Anmäl till Socohälsförvaltning, Icke-larmsvarje på service- Centra 7. Tel. 58 05 00 kl. 10⁰⁰-11⁰⁰</p>	<p>När det gäller Gårdens skötsel t.ex.:</p>  <p>Stockholmsshems tel. 58 05 00 kl. 10⁰⁰-11⁰⁰</p>	<p>Nattavstängn.</p> <p>av ventilationen! Normalt stängs barnstugans ventilation av kl. 20⁰⁰ och sätts på kl. 05⁰⁰. Detta för att spara energi.</p> <p><i>Om lokalen ska användas på kvällen ska sätts veck. gånge, med fläkt på väggen i exped.</i></p>	<p>Fläkt i pers. vitrum.</p>  <p>Suger ut luft ur rummet genom ytterväggen. Med tilmatt som sitter på väggen kan fläkten sättas på. (Inställd på "60" gör den i 60 minuter.)</p>

Med hjälp av två planscher vid den invändiga entrén till apparatrummet påminns personalen om den viktigaste informationen om drift och underhåll och möjlighet att påverka klimatanläggningen.



Referensbarnstugan Understen har deplacerande ventilation. På bilden syns ett av lågimpulsdonen som släpper in något under-tempererad tilluft i golvnivå.

Litteratur

1. Andersson, S, Berg, P, 1991. Toftängens förskola, Malmö. Allergianpassad barnstuga. Teknisk beskrivning och innehållsdeklaration. Malmö stad.
2. Andersson, Yngve, 1979, Angående energiförbrukning vid socialförvaltningens barnstugor. Stockholms socialförvaltning, skrivelse till ekonomidirektören 1979-05-17.
3. Ahling, G, Persson, A, 1988. Kartläggning av den fysiska och psykosociala arbetsmiljön i barnstugor i Nacka, Nacka kommuns företagshälsovård.
4. Andersen, I, Lundqvist, L, Mölhave, L, 1975. Indoor Air Pollution Due to Chipboard Used as a Construction Material. (Pergamon Press Ltd). Atmospheric Environment, 9 (1975) 1121-1127.
5. Andersson, R, Levin, J.O, Lindahl, R, Nilsson, C.A., 1985. Determination of Sub-Part: Per million Levels of Formaldehyde in Air Using Active or Passive Sampling on 2,4- Dinitrophenylhydrazine-Coated Glass Fiber Filters and High-Performance Liquid Chromatography, Anal. Chem., 57 (1985) 1032-1035.
6. Axén, B, Hyppel, A, och Moquist, S, Mögel i bjälklag. Statens råd för byggnadsforskning T7:1984.
7. Berglund, B, Johansson, I, Lindvall, T, 1982. A longitudinal studie of air contaminants in a newly built preschool, Environ. Int., 8 (1982) 111-115, Stockholm.
8. Boutelje, J, Den farliga naturen. Trä som material. Trätekniktemabok 1986-87, s.31-34.
9. Clausen, G, Fanger, P.O., Pejtersen, J, 1991. Ventilationsbehov i bygninger - opstilling af rationelt grundlag for myndighetskrav. Fase 2: Børneinstitutioner. Danmarks Tekniske Højskole, København.
10. Clayton, C.N, The germination of fungousspores in relation to controlled humidity-phytopathology 1942.

11. Grigoriadis, V, Jonsson, A, Persson, K A, 1985. Measurements of some low-molecular-weight oxygenated, aromatic and chlorinated hydrocarbons in ambient air and in vehicle emissions, 11. 2-4 (1985) 383-392.
12. Hermanns, K, Meyer, B, 1985. Reducing Indoor Air Formaldehyde Concentrations. Air Pollution Control Assoc., 35 (1985) 816-821.
13. Hult, M, 1986, Miljövänlig barnstuga. System- och materialval. Statens råd för byggnadsforskning, Rapport R94:1986, Stockholm 1986.
14. Hult, M, m fl, 1988. Miljövänlig barnstuga i Skarpaby - Utvärdering för perioden 1 januari 1987 - 9 maj 1988. BYGGDOK, Stockholm.
15. Hult, M, Jonson, J-Å, 1989. Miljövänlig allergikeranpassad barnstuga i Umeå - Planeringsskedet. Byggforskningsrapport R113:1989, Stockholm.
16. Hult, M, Jonson, J-Å, 1991. Miljövänlig, allergikeranpassad barnstuga i Umeå - Byggskedet. Byggforskningsrapport R35:1991, Stockholm.
17. Hyppel, A, Betingelser för mögelpåväxt på trä. Fält- och laboratoriestudier. Institutionen för Byggnadsteknik, KTH 1989.
18. Pitt, J.J, The Genus *Penicillium*. Academic Press, 1979.
19. Samuelsson, I, Fukt och lukt s.2-11. Statens provningsanstalt 1985.
20. Sandberg, M, Skåret, E, 1988. Luftutbytes- och ventilationseffektivitet - nya hjälpmedel för ventilationskonstruktörer. Nordiska ventilationsgruppen, SIB:s meddelande M 88:22, Gävle.
21. Åberg, O, Kryprum - en preliminär rapport. Institutionen för byggnadsteknik, LTH, 1988.

MATERIALVAL I MOLNTAPPEN

(Observera att det idag finns möjligheter att välja material med lägre emissioner, eftersom materialleverantörernas information har förbättrats.)

Byggmaterial

Lösull
 Golvspånskivor
 Minerallull i innerväggar
 Akustiktak
 Träläm
 Kakelfix
 Fog
 Elastiskt fogmaterial
 Golvspackel
 Klämskydd på dörrar
 Tätningssmassa
 (Våtlek, tätning mot golv,
 diskbänkar, skivskarvar.
 Med antimögelmedel.)

Fabrikat

Rockwool AB
 RYAB 222 Formula 1800 (E1)
 Gullfiber
 Danogips (lätt på plats)
 Adheaseal
 Partek FB 12
 " FB 24
 Goodrich PL - 400
 ABS (cementbundet)
 Magni Mannerstål Vårgårda
 Sika Sil-E, sanitetssilikon

Mattläggning

Spackel
 Klistor
 Linoleum
 Plastmattor
 Svetstråd
 Casco Flex 3442
 Forshaga Marmoleum
 Tarkett Optima + Stegsäker

Bilaga 1:2(2)

Platsmålning

Spackel
 Skarvremsor
 Klisterremsor
 Tapeter
 Färg gipsväggar
 Träpanel väggar
 Inklädnader tak
 Apparatur, betonggolv

Alcro Fin och Våtrumsspackel
 Alcro Evonremсор/Glasfiberremсор
 Hernia PVP Extra
 Duro papperstapet
 Alcro Bett 35 (Latexfärg)
 Alcro Trälack panel
 Alcro Milltex 7
 Alcro Golvfärg akrylat

Färdigmålning

Fönster inkl karmar
 Dörrar inkl karmar
 Foder
 Socklar
 Lister
 Dörr- och fönstersmygpaneler
 Radiatorskydd
 Grindar
 Fönsterbänkar

Färg + hårdare

47201 5282

Nordsjö Träff 65, invändigt
 Beckers Polaminfärg, 2-komp.
 " "
 " "
 " "
 Nordsjö Prof. Surf.
 Nordsjö 017 klarlack
 Nordsjö 017 klarlack
 Nordsjö 017 klarlack

54100 5282
 52017 5282
 " "
 " "

Bilaga 4.1:1(9)

A. FÖRSTAGANGSENKÄT FÖR PERSONALEN VID SKARPÅBYBARNSTUGORNA. ATT BESVARAS INDIVIDUELLT VID INFORMATIONSMÖTE.

Fyll i streckad linje, lämpligt alternativ eller skriv med egna ord!

Namn:.....

Har arbetat vid förskola/daghem sedan år.....

Vad gjorde Du tidigare?

Arbetade i annat yrke, nämligen.....

Studerade till.....

Barnledig e d

Annat.....

1. Är Du överkänslig eller allergisk emot något Du känner till?

Ja	0	Vad.....
Nej	0	
Vet ej	0	

2. Har Du någon gång haft allergiliknande besvär?

Ja	0	Hur yttrade det sig?.....
		När hände detta?.....
Nej	0	

3. Har Du något eller några av följande besvär? Ja, sedan år Nej

Eksem	0	0
Akne	0	0
Känslig hy med lätt rodnad eller kvisslor	0	0
Magbesvär	0	0

4. Använder Du någon slags medicin regelbundet?

Ja	0	För vilken typ av besvär.....
Nej	0	

5. Varför sökte Du arbete vid denna barnstuga (nära hemmet, lämpliga arbetstider, speciell inriktning e d)?.....

Bilaga 4.1:2(9)

E. ENKÄT TILL PERSONALEN FÖR UPPFÖLJNING AV SKARPABYBARNSTUGORNA. ATT BESVARAS INDIVIDUELLT.

Fyll i streckad linje, lämpligt alternativ eller skriv med egna ord!

Datum.....

Namn.....

1. Vad anser Du om TEMPERATUREN i lokalerna den senaste månaden?

Alltför varmt 0 i rum.....i hela daghemmet 0

lagom 0 i rum.....i hela daghemmet 0

alltför kallt 0 i rum.....i hela daghemmet 0

Annat.....

2. Anser Du att TEMPERATUREN VARIERAR under dagen, dvs att det ibland känns varmt och ibland kallt?

Ja 0

Nej 0

Är detta behagligt 0 eller besvärande 0

3. Hur har LUFTEN i allmänhet varit att vistas i den senaste månaden?

	Morgon	Dag	Kväll
Behaglig	0	0	0
Acceptabel	0	0	0
Obehaglig	0	0	0
Beskriv hur (tunn, tung, fuktig, torr e d).....			
Annat.....			

Bilaga 4.1:3(9)

	Ja	Nej
4. Har Du den senaste tiden känt Dig		
matt eller dåsig	0	0
tung i huvudet	0	0
trött i ögonen	0	0
torr i ögonen	0	0
torr i munnen	0	0
torr i halsen	0	0
torr i näsan	0	0

Annat, beskriv.....

	Ja	Nej
5. Har Du den senaste tiden besvärats av		
torra läppar	0	0
utslag, kvisslor utan orsak Du vet om	0	0
mycket vätska i ögonen	0	0
sveda i ögonen	0	0
huvudvärk	0	0
klåda eller sveda i mun eller svalg	0	0
mycket vätska i näsan	0	0
klåda, sveda eller sår i näsan	0	0
uppsvälld mage	0	0
flygigt, klistrande hår	0	0

Annat, beskriv.....

6. Om Du nämnt något eller några besvär ovan, vilken tid är de som mest framträdande?

Morgon	0
Förmiddag	0
Eftermiddag	0
Kväll	0
Oberoende av tid	0

7. Är besvären mer framträdande på någon speciell plats?

Ja 0 Var (byggnad, rum, ute etc).....
 Nej 0

8. Ungefär hur länge vistas Du utomhus under veckodagar?

.....timmar/dag Vad gör Du då (leker med barnen, cyklar e d)?.....

9. Ungefär hur länge vistas Du utomhus under helgerna?

.....timmar/dag Vad gör Du då (promenerar, sportar e d)?.....

Bilaga 4.1:4(9)

C. ENKÄT ANGAENDE ALLMÄNNA MILJÖASPEKTER I BYGGNADEN UNDER ÅRET. ATT IFYLLAS AV PERSONALEN.

Datum.....

Namn.....

1. Anser Du att personalen har fått tillfredsställande information om hur byggnaden fungerar tekniskt, t ex angående värme och ventilation?

Ja 0

Nej 0 Beskriv varför.....

2. Vad anser Du om belysningen?

Alltför skarp 0 i rum.....i hela barnstugan 0

Alltför svag 0 i rum.....i hela barnstugan 0

Annat.....

3. Förekommer det flimmer från belysningen?

Ja 0

Nej 0

Annat (bländning e d).....

4. Vad anser Du om dagsljuset i lokalerna?

Alltför skarpt 0 i rum.....i hela barnstugan 0

Alltför svagt 0 i rum.....i hela barnstugan 0

Annat.....

5. Vad anser Du om att få in dagsljus i lokalerna?

Viktigt 0

Inte viktigt, om belysningen är bra 0

Annat.....

6. Hur är det att få bort dålig, "ovädrad" luft ur rummen?

Lätt 0

Svårt 0

7. Anser Du att man behöver vädra mycket för att behålla bra luft i barnstugan?

Ja 0 i rum.....i hela barnstugan 0

Nej 0 i rum.....i hela barnstugan 0

Bilaga 4.1:5(9)

VECKOENKÄT

D. SYNPKUNKTER PÅ INNEKLIMATET I BARNSTUGOR, SKARPNÄCKSFALTET.

Använd givna svarsalternativ och skriv med egna ord där lämpligt svar inte finns utskrivet.

Datum.....

1. Hur har TEMPERATUREN varit under den gångna veckan i lokalerna?

Det har varit

för varmt 0 i rum.....i hela barnstugan 0
lagom 0 i rum.....i hela barnstugan 0
för kallt 0 i rum.....i hela barnstugan 0

2. Har DRAG kunnat märkas någonstans i lokalerna?

Ja 0 i rum.....i hela barnstugan 0
Nej 0 i rum.....i hela barnstugan 0

3. Hurdan känns LUFTEN i lokalerna?

Obehaglig 0 Beskriv hur.....
Acceptabel 0
Behaglig 0
Annat.....

4. Kan man märka någon utpräglad LUKT någonstans i lokalerna?

Ja 0 Av vad.....
Nej 0
Annat.....

5. Kan STATISK ELEKTRICITET märkas någonstans i barnstugan?

Ja 0 Var.....
Nej 0

6. Hurdana är GOLVEN att vara på?

Obehagliga 0 Motivera.....
Mindre behagliga 0 Motivera.....
Behagliga

7. Vad anser ni om LJUDVOLYMEN i denna barnstuga jämfört med andra?

Hög 0
Normal 0
Låg 0
Annat.....

8. Finns det andra hörbara ljud än röster?

Ja 0 Vad.....är det besvärande 0 eller ej besvärande 0
Nej 0



Till föräldrar med barn
vid daghemmet Tåtorpsvägen
59

Daghemmet Tåtorpsvägen 59 är byggt med speciell hänsyn till att försöka åstadkomma ett bra inomhusklimat. Barnstugan utvärderas under åren 1987-1989. Detta sker dels genom luft- och komfortmätningar, dels svarar personalen regelbundet på frågor om sitt hälsotillstånd och om hur de upplever klimatet d v s inomhusluften, dess temperatur, eventuella problem med drag, irriterande torrhet eller lukter. Värme- och ventilation kommer under treårsperioden att ställas in på lite olika sätt.

Då vi önskar få en så bred bild som möjligt av inomhusklimatet vore vi tacksamma om Ni föräldrar skulle kunna lämna synpunkter på hur ni upplever att inomhusklimatet fungerar för era barn.

För detta ändamål har vi utarbetat en enkät (A) som är avsedd att fyllas i endast vid första frågetillfället, samt en enkät (B) som vi önskar återkomma med ca var tredje månad.

Vi hoppas Ni tycker detta är o.k och är tacksamma om Ni lämnar de ifyllda enkäterna till föreståndaren senast en vecka efter det utdelningsdatum som finns angivet längst upp till höger på enkätbladen.

Med vänlig hälsning

Projektledningsgruppen
gm/Marie Hult

Bilaga 4.1:7(9)

Utlämningsdatum:.....

A. FÖRSTAGÅNGSENKÄT FÖR FÖRÄLDRAR MED BARN PÅ DAGHEMMET
TÄTORPSVÄGEN 59

1. Barnets namn (eller förnamn eller initialer):

2. Barnets födelsedatum:

År	Mån	Dag

3. Barnets avdelning
Solstrålen
Regnbågen

4. I vilken del av Skarpnäcksområdet bor barnet?

- SMÅA:s område
HSB:s -"-
BGB:s -"-
Stockholmshems -"-
FAGEBS:s -"-
Annat -"-

5. Vistas på detta daghem sedanårmån

6. Har barnet gått på annat daghem tidigare?

Ja

Nej

Bilaga 4.1:8(9)

7. Har barnet någon gång visat allergiska besvär?

Ja

Nej

Om ja

a) När har besvären visat sig?

Upprepade gånger

Någon enstaka gång

b) Vilka har symptomen varit?

c) Är det känt vad barnet är allergiskt mot?

Ja

Nej

d) Ange vad Ni vet/tror att barnet är allergiskt mot

8. Datum när formuläret fylls i

Bilaga 4.1:9(9)

Utlämningsdatum:.....

B. ÅTERKOMMANDE ENKÄT TILL FÖRÄLDRAR MED BARN PÅ DAGHEMMET
TÄTORPSVÄGEN 59

1. Barnets namn (eller förnamn eller initialer):

2. Har Ni några synpunkter på hur barnet mår av inomhusklimatet på daghemmet jämfört med hemma? *

3. Har Ni några andra synpunkter som rör barnstugans inomhusklimat t.ex egna upplevelser eller synpunkter på utformning, materialval, skötsel ur miljösynpunkt?

Datum när formuläret fylls i

* Med inomhusklimatet avses här inomhusluftens kvalitet, där brister kan vara t ex torrhetskänsla eller irriterande lukter. Begreppet omfattar också temperaturförhållanden och luftrörelser där brister kan vara t ex för varmt, för kallt eller dragit.

UPPLEVELSE AV KLIMATPARAMETRARNA ENLIGT B-ENKÄT I MOLNTAPPEN

Period: 1 - 21 1987-1990.

Antal svar per svarsalternativ (en person kan ange flera alternativ)

INSTÄLLNING	1	2	3	4	5	6	7	10	11	13	14	16	18	19	20	
OMS/H	3	4	2	3	5	4	3	5	3	5	5	5	1	1,4	1	
ANTAL	9	9	9	10	9	9	8	6	9	6	9	5	4	7	8	
TEMPERATUR																
För varmt	2	1	4	1	1	1	3	2	2	3	2	1	-	4	5	
Lagom	7	8	5	7	6	9	4	3	5	3	5	5	4	3	4	
För kallt	-	1	7	2	2	-	-	2	2	-	1	1	1	1	2	
Annat	-	-	4	3	3	1	1	1	2	-	2	1	-	-	-	
TEMP.VARIATION																
Ja	2	1	5	2	2	2	2	2	2	1	2	1	-	2	3	
Nej	7	9	-	8	7	7	6	4	7	4	5	4	4	4	5	
LUFTKVALITET																
Behaglig	3	8	6	9	7	4	4	4	5	4	1	4	3	2	1	
Acceptabel	6	1	2	-	2	2	3	1	2	2	7	1	1	1	1	
Obehaglig	1	-	-	-	2	2	1	1	3	1	1	-	-	3	6	

UPPLEVELSE AV KLIMATPARAMETERNA ENLIGT B-ENKAT I MOLN'IAPPEN

Period: 1 - 21 1987 - 1990

Antal svar per svarsalternativ (en person kan ge flera alternativ)

INSTÄLLNING	1	2	3	4	5	6	7	10	11	13	14	16	18	19	20
OMS/H	3	4	2	3	5	4	3	5	3	5	5	5	1	1,4	1
ANTAL	9	9	9	10	9	9	8	6	9	6	9	5	4	7	8
BESVÄR															
Matt/dåsig	3	2	2	-	-	-	-	-	1	1	-	1	-	1	1
Tung/huvud	2	1	-	3	3	-	-	-	2	1	1	1	-	2	3
Trött/ögon	1	-	-	-	-	-	-	-	1	1	2	-	1	1	3
Torr/ögon	-	1	1	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	4
Torr/mun	6	3	2	1	4	4	2	-	2	2	2	1	1	1	3
Torr/hals	4	1	-	1	4	4	1	-	3	2	1	-	-	1	5
Torr/näsa	-	2	-	-	2	4	4	-	1	1	-	-	-	1	4
Torra läppar	6	4	-	4	-	5	4	1	5	1	6	2	-	2	5
Utslag	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1
Vätska/ögon	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sveda/ögon	2	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	4
Huvudvärk	2	1	-	2	-	-	-	-	3	1	2	1	1	2	3
Sveda/svalg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Vätska/näsa	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Klåda/näsa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Svälld mage	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1
Flygigt hår	1	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	3
TIDSRELATION															
Morgon	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
Förmiddag	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1
Eftermiddag	1	-	3	2	1	1	1	1	1	-	2	-	1	1	1
Kväll	-	1	2	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
Oberoende	6	5	1	3	4	4	2	1	4	2	4	2	-	1	5
PLATSRELATION															
Ja	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	3
Nej	-	-	-	-	-	-	-	4	6	3	7	3	3	2	4

**UPPLEVELSE AV KLIMATPARAMETRARNA ENLIGT B-ENKÄT I UNDERSTEN,
tre perioder 1989 - 1990**

Antal svar per svarsalternativ (en person kan ange flera alternativ).

PERIOD	Jan 1989	Okt 1989	Jan 1990
ANTAL	8	8	8
	%	%	%
TEMPERATUR			
För varmt	1	2	3
Lagom	5	5	3
För kallt	-	3	7
Annat	4	-	1
	13	25	38
	63	63	38
	-	38	88
	50	-	13
TEMP. VARIATION			
Ja	7	5	5
Nej	1	3	3
	88	63	63
	13	38	38
LUFTKVALITET			
Behaglig	6	1	5
Acceptabel	2	6	3
Obehaglig	-	-	1
	75	13	63
	25	75	38
	-	-	13

**UPPLEVELSE AV HÄLSOPARAMETRARNA ENLIGT B-ENKÄT I UNDERSTEN,
tre perioder 1989 - 1990** Antal svar per svarsalternativ (en person kan ange flera alternativ).

PERIOD	Jan 1989		Okt 1989		Jan 1990	
	8	%	8	%	8	%
BESVÄR						
Matt/dåsig	1	13	-	-	1	13
Tung/huvud	1	13	-	-	1	13
Trött/ögon	2	25	-	-	1	13
Torr/ögon	-	-	-	-	-	-
Torr/mun	-	-	3	38	2	25
Torr/hals	-	-	2	25	1	13
Torr/näsa	-	-	-	-	1	13
Torra läppar	8	100	6	75	6	75
Utslag	3	38	3	38	3	38
Vätska/ögon	-	-	1	13	1	13
Sveda/ögon	-	-	1	13	1	13
Huvudvärk	4	50	-	-	1	13
Sveda/svalg	-	-	1	13	-	-
Vätska/näsa	2	25	-	-	-	-
Kläda/näsa	2	25	-	-	1	13
Svälld mage	-	-	-	-	-	-
Flygigt hår	-	-	-	-	-	-
TIDSRELATION						
Morgon	-	-	-	-	-	-
Förmiddag	1	13	-	-	1	13
Eftermiddag	4	50	1	13	2	25
Kväll	-	-	-	-	-	-
Oberoende	4	50	6	75	6	75
PLATSRELATION						
Ja	-	-	-	-	2	25
Nej	7	88	7	88	5	63

Uppmätta luftflöden i lekrummen i barnstugorna Molntappen och Understen

Tabell 1 redovisar de uppmätta till -och frånluftflödena i barnstugan Molntappen vid slutinställningen som gav ett luftflöde på 2,3 l/s,m². Flödena har uppmätts vid installerade mätdon med ur-rörsmanometer.

Tabell 6.1: Uppmätta luftflöden i barnstugan Molntappen vid slutinställning

Rum nr	Rums- volym m ³	Uppm. F-flöde m ³ /h	Uppm. T-flöde m ³ /h
215 Allrum 1	88	282 (3,2 oms/h)	284 (3,2 oms/h)
216 Allrum 2	69	223 (3,2 oms/h)	217 (3,1 oms/h)
217 Vilrum	25	78 (3,1 oms/h)	75 (3,0 oms/h)
Summa avd Solstrålen	182	583	576 (3,2 oms/h)
225 Allrum 1	78	250 (3,2 oms/h)	259 (3,3 oms/h)
226 Allrum 2	69	223 (3,2 oms/h)	218 (3,2 oms/h)
227 Vilrum	25	74 (3,0 oms/h)	77 (3,1 oms/h)
Summa avd Regnbågen	172	547	554 (3,2 oms/h)

Tabell 2: Uppmätta luftflöden i barnstugan Understen

Rum nr	Rumsvolym m ³	Proj. F-flöde m ³ /h	Uppm. F-flöde m ³ /h	Proj. T-flöde m ³ /h	Uppm. T-flöde m ³ /h
215	93	320	218	320	315
Allrum 1		(3,4 oms/h)	(2,3 oms/h)	(3,4 oms/h)	(3,4 oms/h)
216	73	250	168	250	245
Allrum 2		(3,4 oms/h)	(2,3 oms/h)	(3,4 oms/h)	(3,4 oms/h)
217	26	85	73	85	80
Vilrum		(3,3 oms/h)	(2,8 oms/h)	(3,3 oms/h)	(3,1 oms/h)
Summa	192	655	459	655	640
Sö avd			(2,4 oms/h)		
225	86	340	246	340	340
Allrum 1		(4,0 oms/h)	(2,9 oms/h)	(4,0 oms/h)	(3,9 oms/h)
226	74	250	168	250	240
Allrum 2		(3,4 oms/h)	(2,3 oms/h)	(3,4 oms/h)	(3,2 oms/h)
227	26	85	67	85	88
Vilrum		(3,3 oms/h)	(2,6 oms/h)	(3,3 oms/h)	(3,4 oms/h)

Bilaga 6.1:3(3)

För referensbarnstugan Understen ger de projekterade luftflödena en luftväxling på 3,4 oms/h i tre av de stora lekrummen och 4 oms/h i det fjärde (rum 225). Vid mättillfället, den 17 okt 1989, låg emellertid frånluftsflödena ca 30% under de projekterade, varför den verkliga luftväxlingen inte var mer än 2,3 oms/h i tre rum och 2,9 i det fjärde (rum 225) och det rådde övertryck i barnstugan. Tabell 2.

Tilluftsflödena kontrollerades med tryckdifferensmätning med urörsmåmeter på inbyggda strypspjäll (PM-Luft SKSA) och kalibreringsdiagram. Tilluftsflödena jämfördes med mätningar på tryckuttaget på donen och avläsning på tillverkarens diagram. Frånluftsflödena kontrollerades med en stos (Alnor 600) och en kalibrerad varmtrådsanemometer (TSI 1650).

Obalansen mellan F- och T-flödena och därav följande övertryck ändrades inte nämnvärt vid filterbyte i frånluftsaggregatet, utan förefaller bero på att dimensioneringen av frånluftsaggregatet inte överensstämmer med angivna projekterade flöden.

MOLNTAPPEN LUFTUTBYTSEFFEKTIVITET I LEKRUM VID OLIKA SPECIFIKA LUFTFLÖDEN

Mätutrymme och mätillfälle	Rums- volym	Rums- temp	Tilluftis- temp	Planerad inställning av specifikt luftflöde	Uppmätt av utelufts- flöde	Uppmätt nominell luftomsättning	Uppmätt lokal luftoms Medelvärde för fem punkter	Luftutbyteseffektivitet 1/2x lokal luftoms Nominell luftoms x 100
	m ³	°C	°C	rv/h	m ³ /h	oms/h	oms/h	%
87 06 04								
Rum 215	88	20,5	-	4	400	4,5	4	44,5
216	69	-	-	4	320	4,6	3,8	41
225	78	-	19,5	4	350	4,5	4,2	46,5
226	69	22,5	-	4	310	4,5	4,1	45,5
							Medeltal	44,4
87 09 04								
Rum 215	88	21,3	20,1	2	210	2,4	2,2	44,5
216	69	-	20,9	2	160	2,3	2,3	49,5
225	78	-	21,6	2	190	2,4	2,3	47
226	69	23	21,1	2	160	2,3	2,2	49
							Medeltal	47,5
87 11 13								
Rum 215	88	20,5	17,6	5	540	6,1	5,1	42
216	69	-	17,7	5	370	5,4	5,1	47
225	78	-	18,2	5	450	5,8	5,2	45
226	69	21,5	18,6	5	410	5,9	5,4	46,5
							Medeltal	45,1

MOLNTAPPEN LUFTUTBYTESEFFEKTIVITET I LEKRUM VID OLIKA SPECIFIKA LUFTFLÖDEN

Mätutrymme och mättilfälle	Rums- volym m ³	Rums temp °C	Tillufts- temp °C	Planerad inställning av specifikt luftflöde rv/h	Uppmätt utelufts- flöde m ³ /h	Uppmätt nominell luftomsättning oms/h	Uppmätt lokal luftoms Medelvärde för fem punkter oms/h	Luftutbyteseffektivitet $\frac{1/2x \text{ lokal luftoms}}{\text{Nominell luftoms}} \times 100$ %
87 12 17								
Rum 215	88	21	17,4	4	420	4,8	4,3	45
216	69	-	17,9	4	310	4,5	4,3	47,5
225	78	-	18,2	4	350	4,5	4,2	46
226	69	23	18,6	4	350	5	4,5	44,5
							Medeltal	45,8
88 02 11								
Rum 215	88	21,5	-	3	310	3,1	3,1	44
216	69	-	-	3	230	3,2	3,2	49
225	78	-	19	3	290	-	-	-
226	69	22	-	3	240	3,4	3,4	48,5
							Medeltal	47,2
88 03 11								
Rum 215	88	21,4	18,5	2	210	2,4	2,3	47,5
216	69	-	19	2	170	2,4	2,4	48
225	78	-	19,5	2	200	2,3	2,3	44
226	69	22,5	19,7	2	180	2,5	2,5	47,5
							Medeltal	46,8

MOLNTAPPEN LUFTUTBYTSEFFEKTIVITET I LEKRUM VID OLIKA SPECIFIKA LUFTFLÖDEN

Mätutrymme och mättilfälle	Rums- volym m ³	Rums- temp °C	Tillufts- temp °C	Planerad inställning av specifikt luftflöde rv/h	Uppmätt utelufts- flöde m ³ /h	Uppmätt nominell luftomsättning oms/h	Uppmätt lokal luftoms Medelvärde för fem punkter oms/h	Luftutbyteseffektivitet $\frac{1/2x \text{ lokal luftoms}}{\text{Nominell luftoms}} \times 100$ %
88 06 02								
Rum 215	88	19	17,3	5	490	5,6	5,4	48
216	69	20	17,4	5	390	5,6	5	45
225	78	20	17,8	5	430	5,5	4,8	43
226	69	21	27,9	5	420	6,1	5,3	44
							Medeltal	45
8908 04								
Rum 215	88	21	21	1	120	1,4	1,1	39
216	69	22	21	1	100	1,4	2,4	50
225	78	21	21	1	120	1,5	1,6	53
226	69	22	21	1	100	1,5	1,4	47
							Medeltal	47,2
89 09 25								
Rum 215	88	-	-	-	-	-	-	-
216	69	-	-	-	-	-	-	-
225	78	20	20	1,5	78	2	1,5	39
226	69	21	20	1,5	69	1,9	1,4	37
							Medeltal	38

UNDERSTEN LUFTUTBYTSEFFEKTIVITET I LEKRUM VID OLIKA SPECIFIKA LUFTFLÖDEN

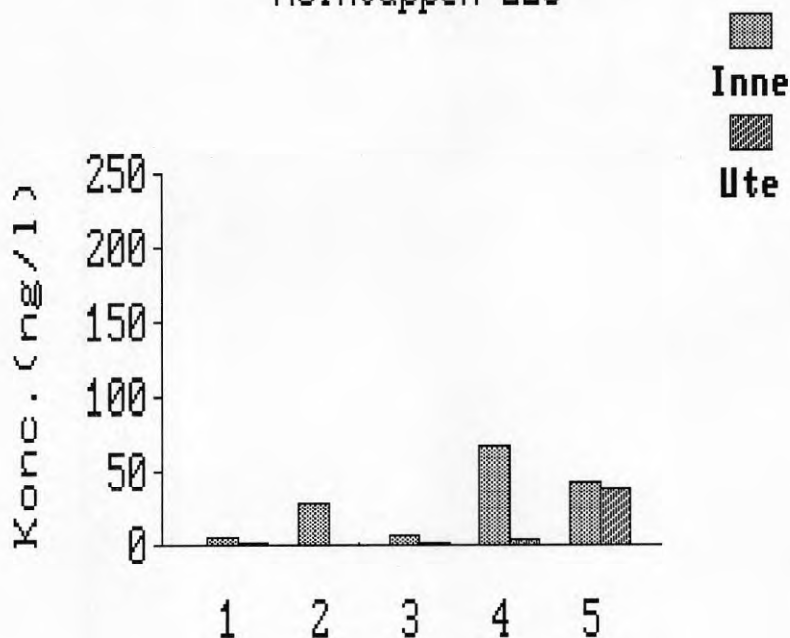
Mätutrymme och mätillfälle	Rums- volym m ³	Rums- temp °C	Tillufts- temp °C	Planerad inställning av specifikt luftflöde rv/h	Uppmätt utelufts- flöde m ³ /h	Uppmätt nominell luftomsättning oms/h	Uppmätt lokal luftoms Medelvärde för fem punkter oms/h	Luftutbyteseffektivitet $\frac{1/2x \text{ lokal luftoms}}{\text{Nominell luftoms}} \times 100$ %
89 01 13								
Rum 215	93	21	19,4	3,4	410	4,4	5,3	60
216	73	21	19,4	3,4	300	4,2	4,2	50
225	86	20	19,3	3,9	400	4,6	5,7	62
226	74	20	19,3	3,4	260	3,5	4,5	64
							Medeltal	59

Mätresultat TVOC Molntappen och Understen

Analytisk kemi, Stockholms universitet

23 - 27 oktober 1989

Molntappen 226



Sektion

Barnstugeprojektet

Molntappen

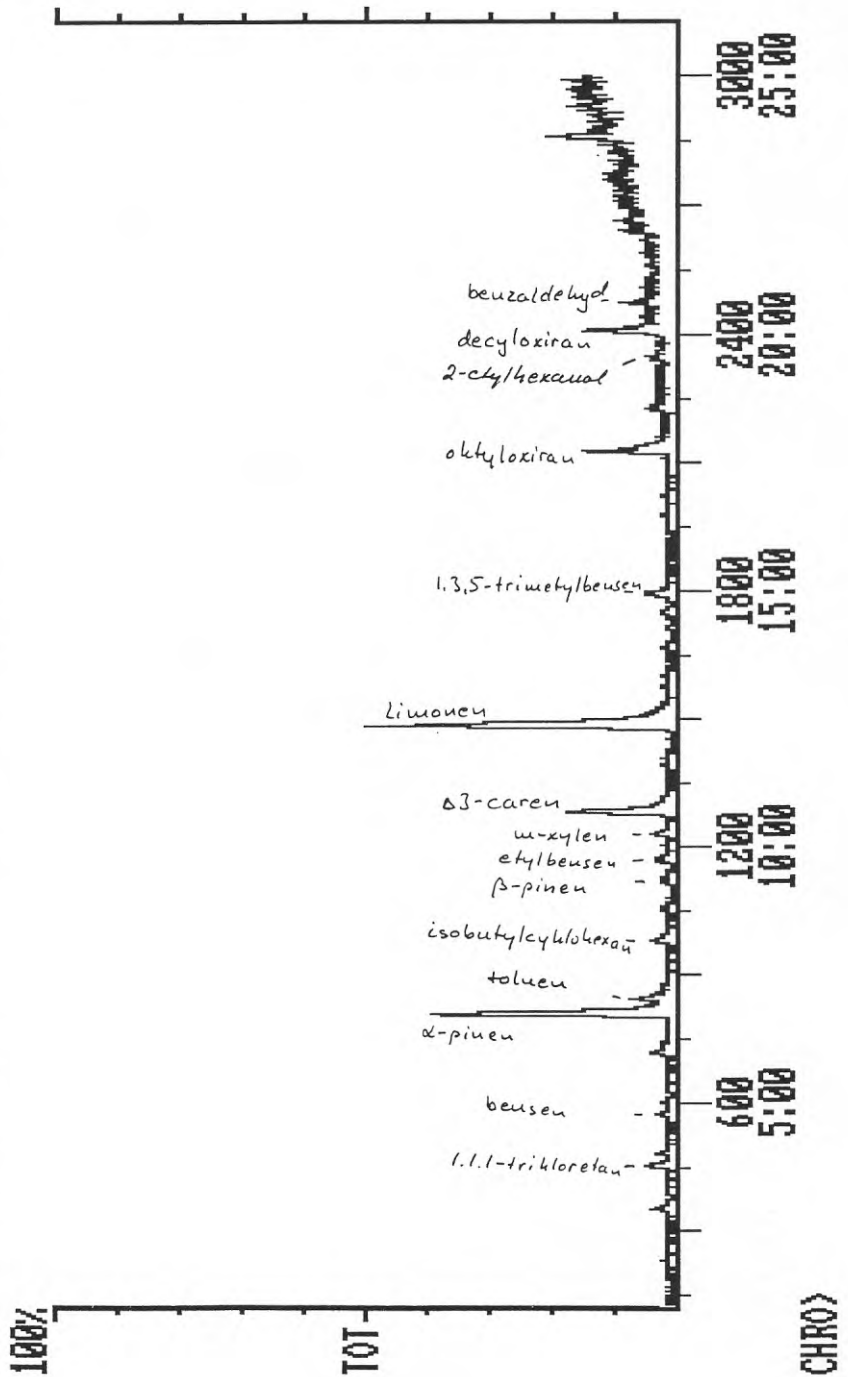
Oktober 1989

Rum 226, kök hö

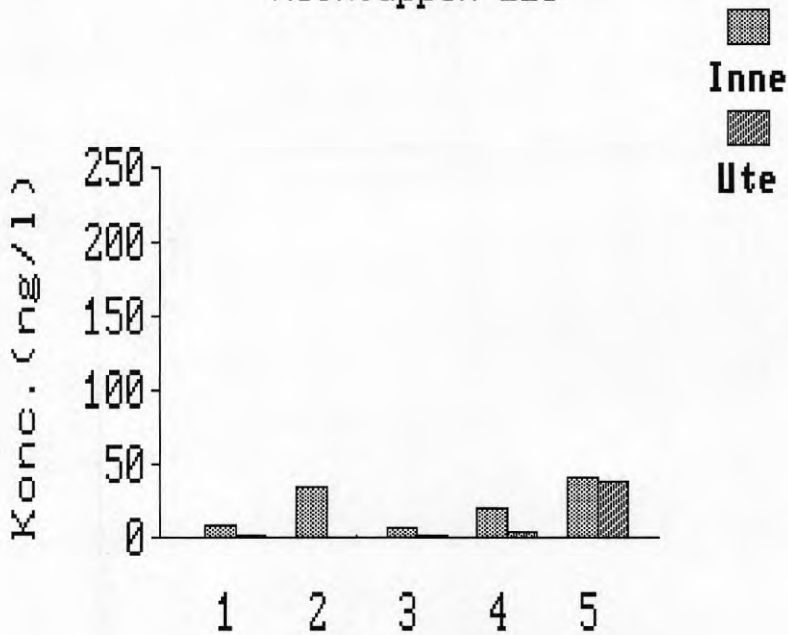
Sektion	Area	Area LP (pg/min)	Tol Eq (ng/l)
1	60295	1,84	5,74
2	298712	9,10	28,44
3	69488	2,12	6,62
4	712934	21,72	67,87
5	445576	13,57	42,42
Summa 1-4		34,77	108,66
Summa 1-5		48,35	151,08

Tid min. 4461
 RF*1000 0,1359
 CF 32825,61
 Up ml/min 0,32

Chromatogram D:\ITD\DATA\BSPM0110 Acquired: Oct-29-1989 17:28:50
 Comment: PROV MI U.43 MOLTAPPEN BARNSTUGEPROJEKTET CHEMIK LAB AB
 Scan Range: 121 - 3000 Scan: 121 Int = 1323 @ 1:01 100% = 63836



Molntappen 225



Sektion

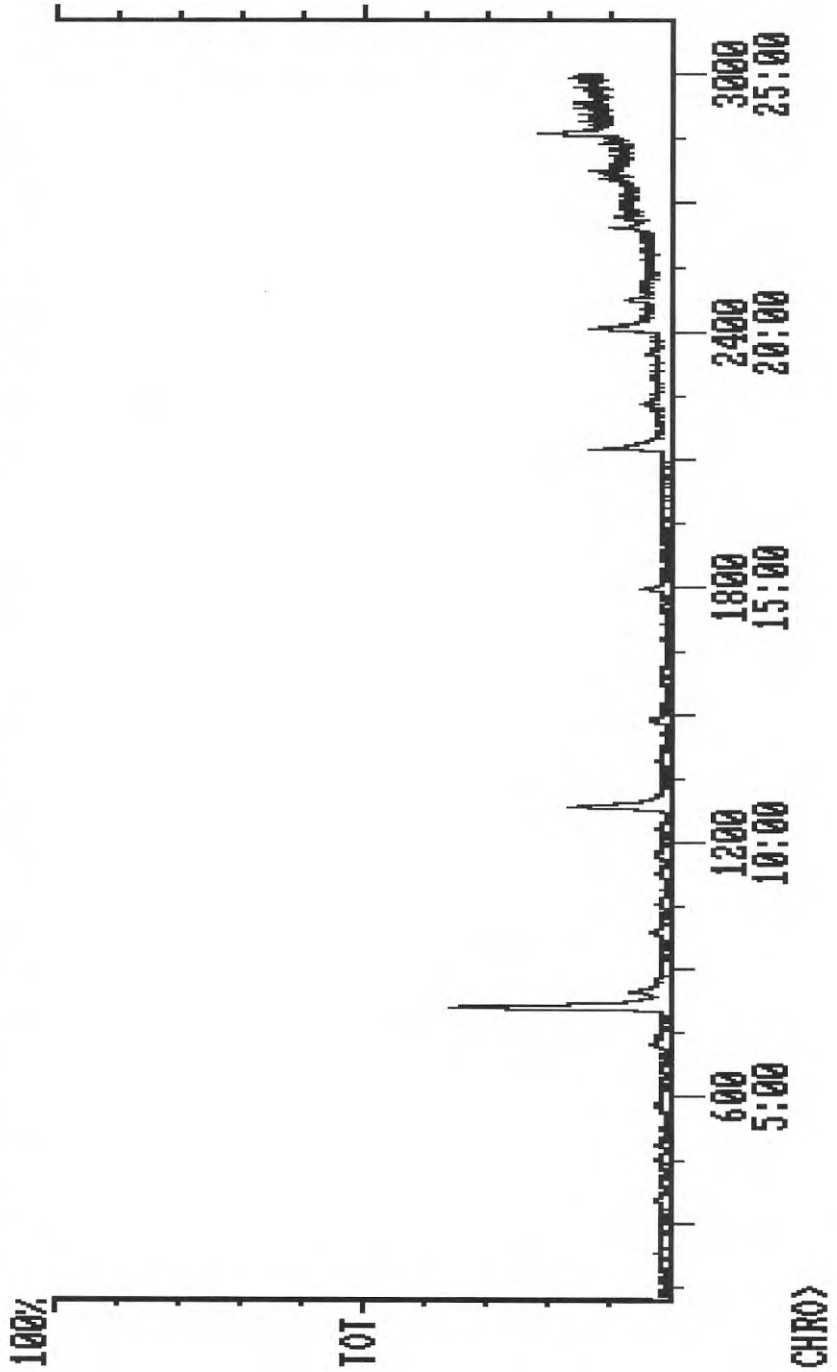
Barnstugeprojektet

Molntappen
Oktober 1989
Rum 225, lek hö

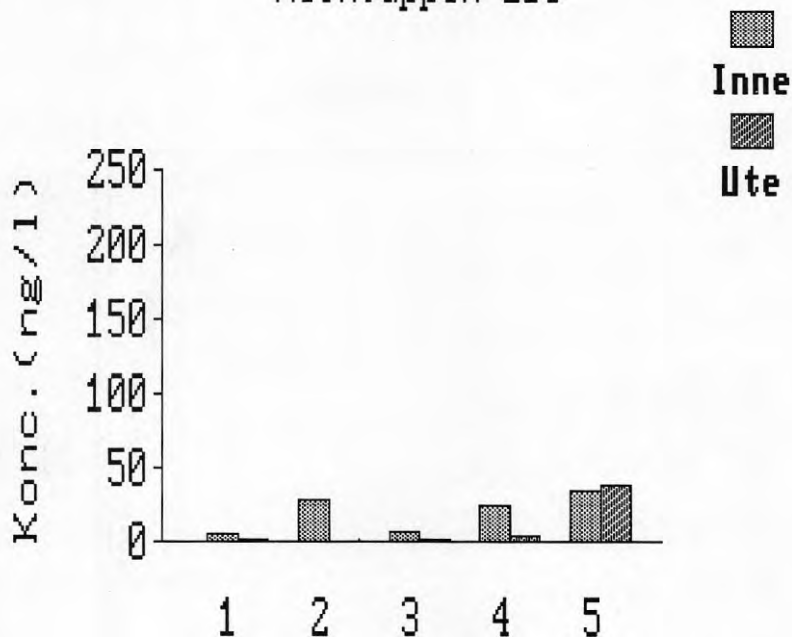
Sektion	Area	Area LP (pg/min)	Tol Eq (ng/l)
1	89994	2,74	8,57
2	366605	11,17	34,89
3	78673	2,40	7,49
4	208219	6,34	19,82
5	432849	13,18	41,20
Summa 1-4		22,64	70,76
Summa 1-5		35,83	111,96

Tid min. 4462
RF*1000 0,1359
CF 32832,97
Up ml/min 0,32

Chromatogram D:\ITD\DATA\BSPM0210 Acquired: Oct-29-1989 18:05:43
Comment: PROV M2 U.43 MOLTAPPEN BARNSTUGEPROJEKTET CHEMIX LAB AB
Scan Range: 121 - 3000 Scan: 121 Int = 1706 @ 1:01 100% = 69944



Molntappen 215



Sektion

Barnstugeprojektet

Molntappen

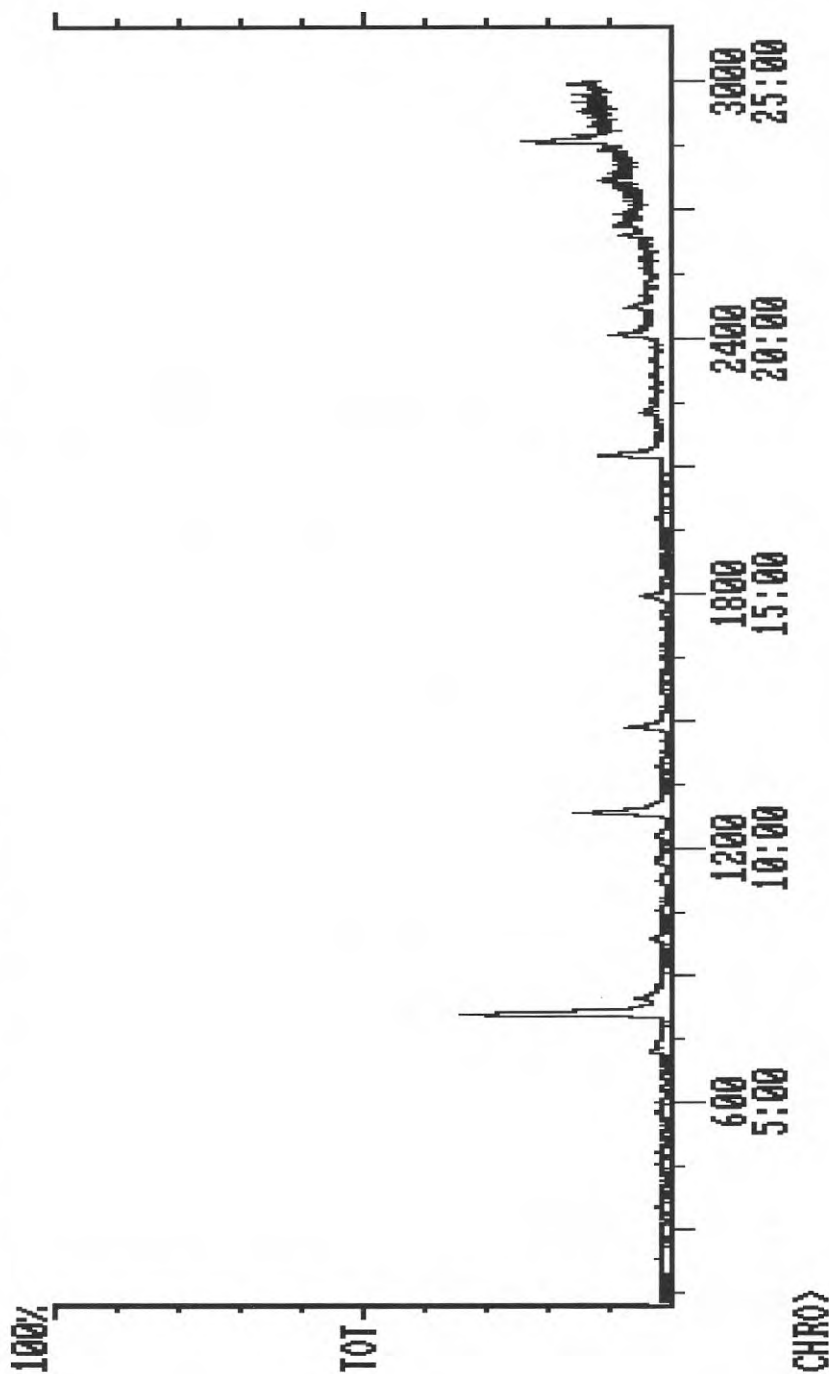
Oktober 1989

Rum 215, stora lek hö

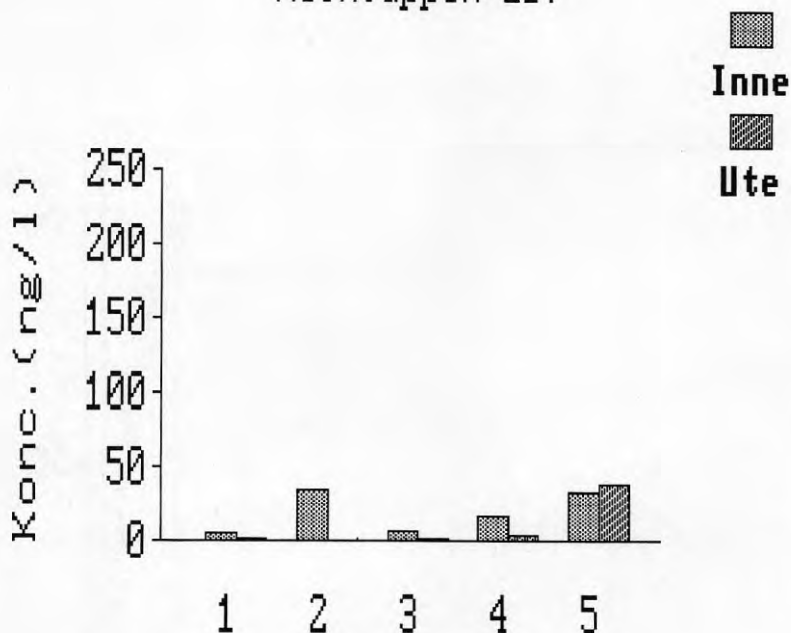
Sektion	Area	Area LP (pg/min)	Tol Eq (ng/l)
1	60516	1,84	5,76
2	300227	9,15	28,58
3	68232	2,08	6,50
4	250522	7,63	23,85
5	359987	10,97	34,27
Summa 1-4		20,70	64,69
Summa 1-5		31,67	98,96

Tid min. 4461
 RF*1000 0,1359
 CF 32825,61
 Up ml/min 0,32

Chromatogram D:\ITD\DATA\BSPM0310 Acquired: Oct-29-1989 18:42:37
Comment: PROU M3 U.43 MOLTAPPEN BARNSTUGEPROJEKTET CHEMIX LAB AB
Scan Range: 121 - 3000 Scan: 121 Int = 1796 @ 1:01 100% = 68232



Molntappen 217



Sektion

Barnstugeprojektet

Molntappen

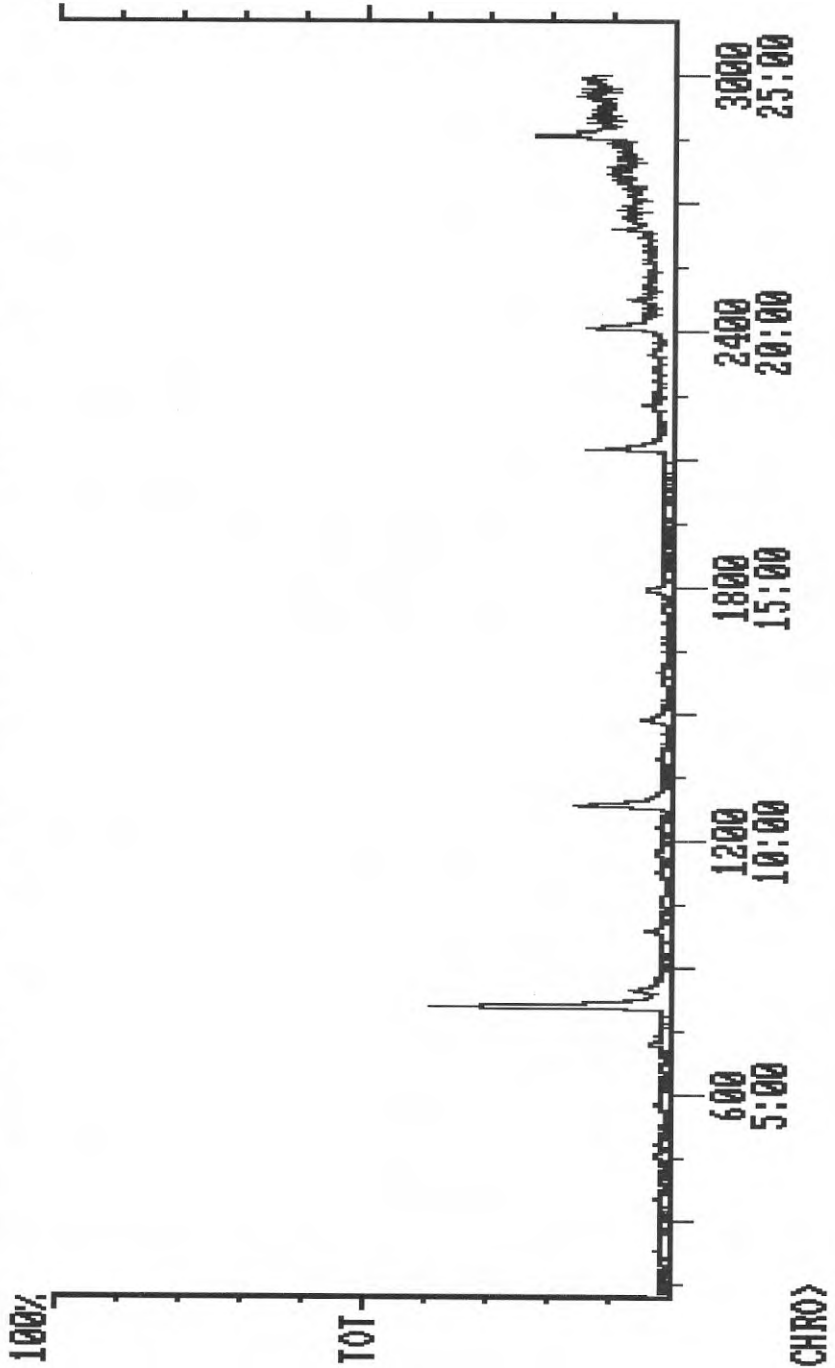
Oktober 1989

Rum 217, lilla lek hö

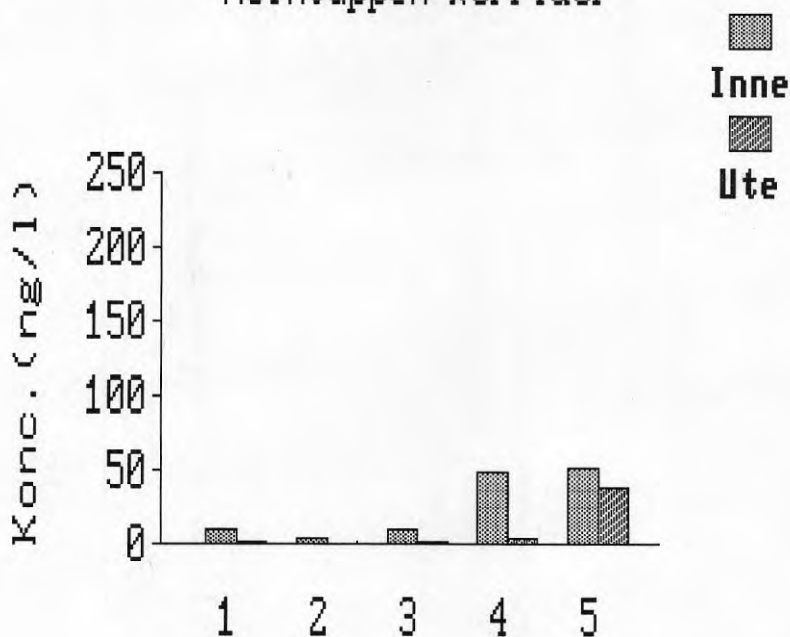
Sektion	Area	Area LP (pg/min)	Tol Eq (ng/l)
1	61638	1,88	5,87
2	358299	10,92	34,11
3	75614	2,30	7,20
4	184043	5,61	17,52
5	339441	10,34	32,31
Summa 1-4		20,70	64,70
Summa 1-5		31,04	97,01

Tid min. 4461
 RF*1000 0,1359
 CF 32825,61
 Up ml/min 0,32

Chromatogram D:\ITD\DATA\BSPM0410 Acquired: Oct-29-1989 19:19:30
Comment: PROV M4 U.43 MOLTAPPEN BARNSTUGEPROJEKTET CHEMIK LAB AB
Scan Range: 121 - 3000 Scan: 121 Int = 2013 @ 1:01 100% = 68880



Molntappen korridor



Sektion

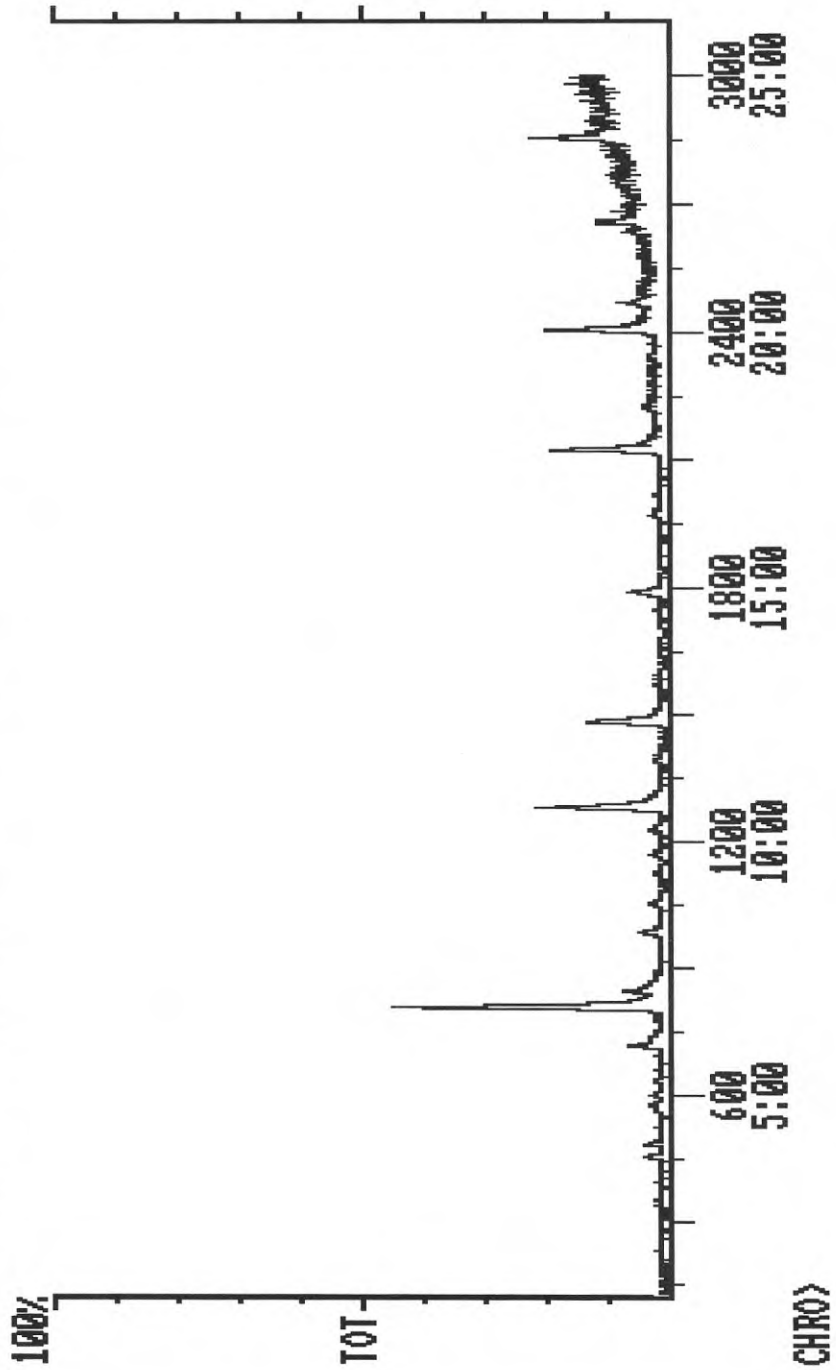
Barnstugeprojektet

Molntappen
Oktober 1989
Korridor

Sektion	Area	Area LP (pg/min)	Tol Eq (ng/l)
1	99242	3,02	9,45
2	462811	14,10	44,07
3	112544	3,43	10,72
4	504086	15,36	48,00
5	536034	16,33	51,04
Summa 1-4		35,92	112,24
Summa 1-5		52,25	163,28

Tid min. 4460
 RF*1000 0,1359
 CF 32818,25
 Up ml/min 0,32

Chromatogram D:\ITD\DATA\BSPM0510 Acquired: Oct-29-1989 19:56:23
Comment: PROV M5 V.43 MOLTAPPEN BARNSTUGEPROJEKTET CHEMIK LAB AB
Scan Range: 121 - 3000 Scan: 121 Int = 1435 @ 1:01 100% = 69952



Bilaga 6.3:12(25)

Barnstugeprojektet

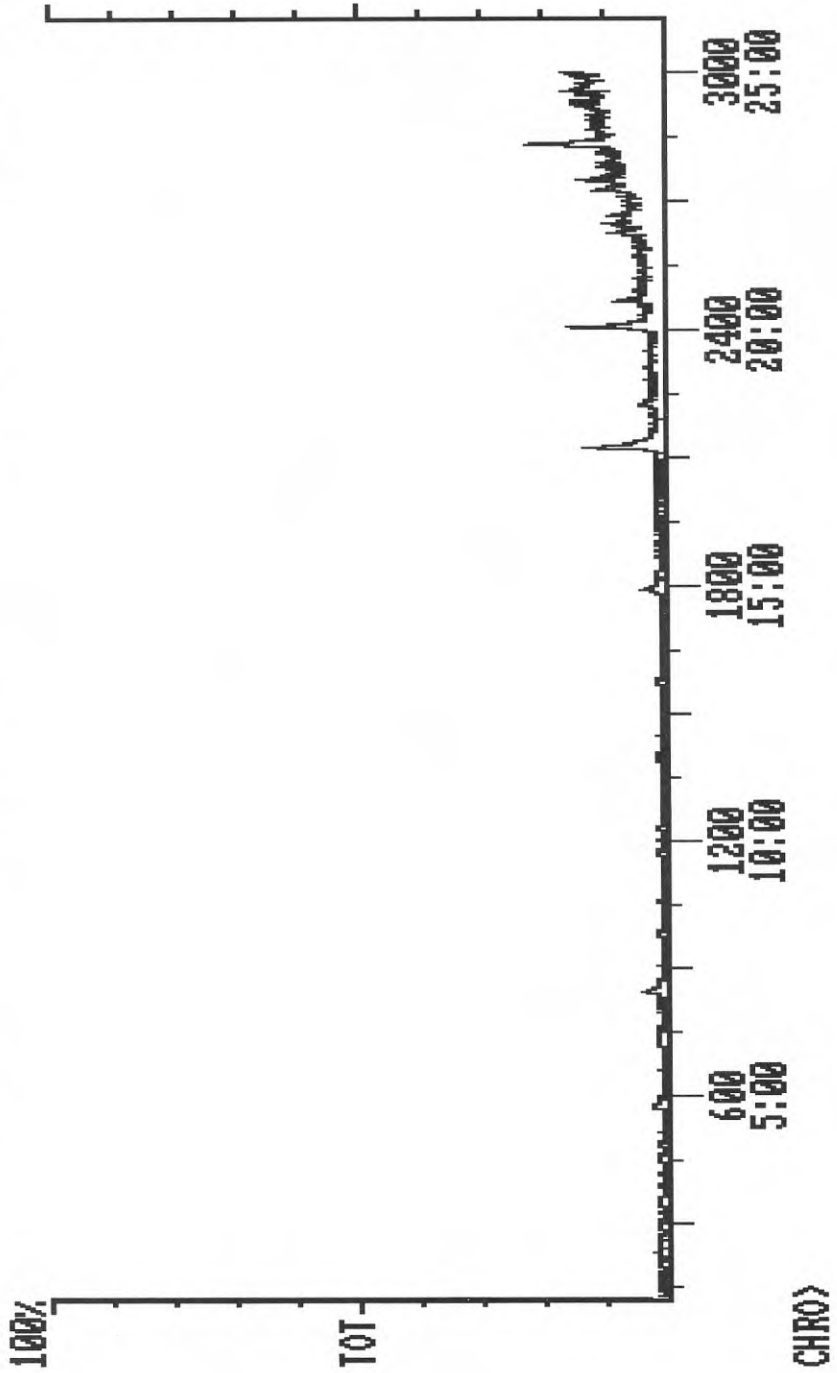
Molntappen
Oktober 1989
Ute

Sektion	Area	Area LP (pg/min)	Tol Eq (ng/l)
1	19007	0,58	1,81
2	1279	0,04	0,12
3	11251	0,34	1,07
4	52847	1,61	5,03
5	407095	12,40	38,76

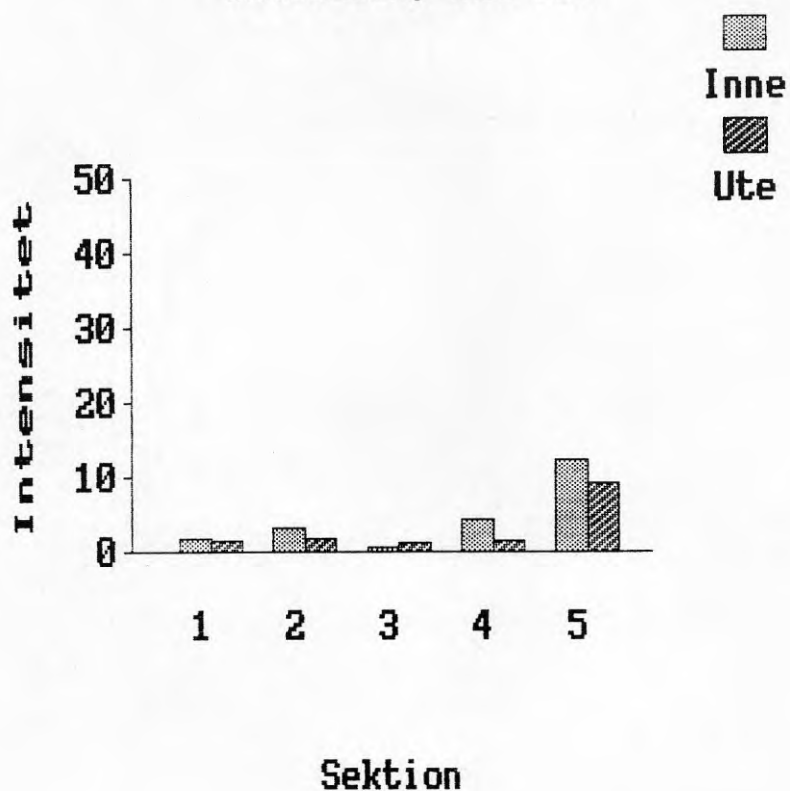
Summa 1-4		2,57	8,04
Summa 1-5		14,98	46,80

Tid min.	4460
RF*1000	0,1359
CF	32818,25
Up ml/min	0,32

Chromatogram D:\ITD\DATA\BSPM0610 Acquired: Oct-29-1989 20:33:16
Comment: PROU M6 U.43 MOLIAPPEN BARNSTUGEPROJEKTET CHEMIK LAB AB
Scan Range: 121 - 3000 Scan: 121 Int = 1782 @ 1:01 100% = 71980



Understen, rum 226



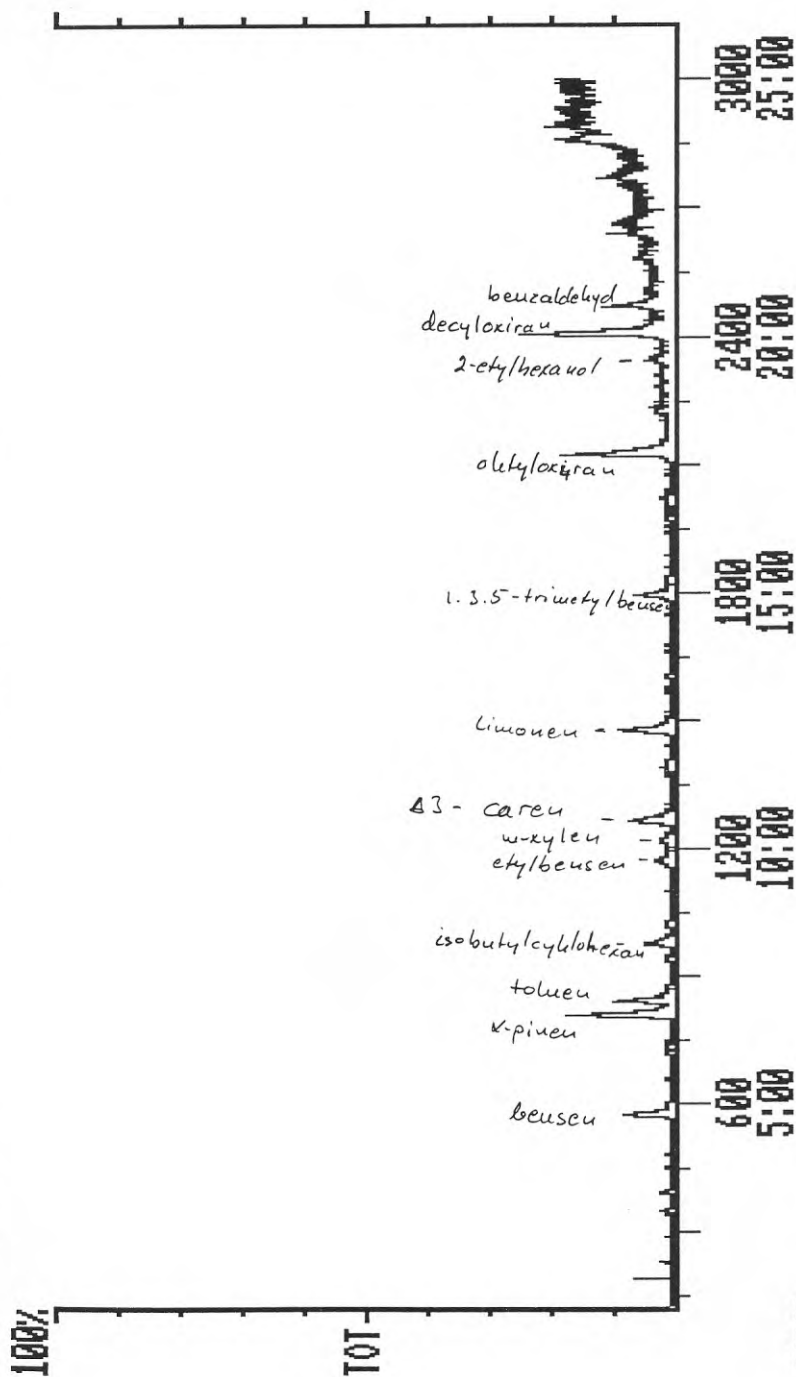
Barnstugeprojektet

Understen
Rum 226

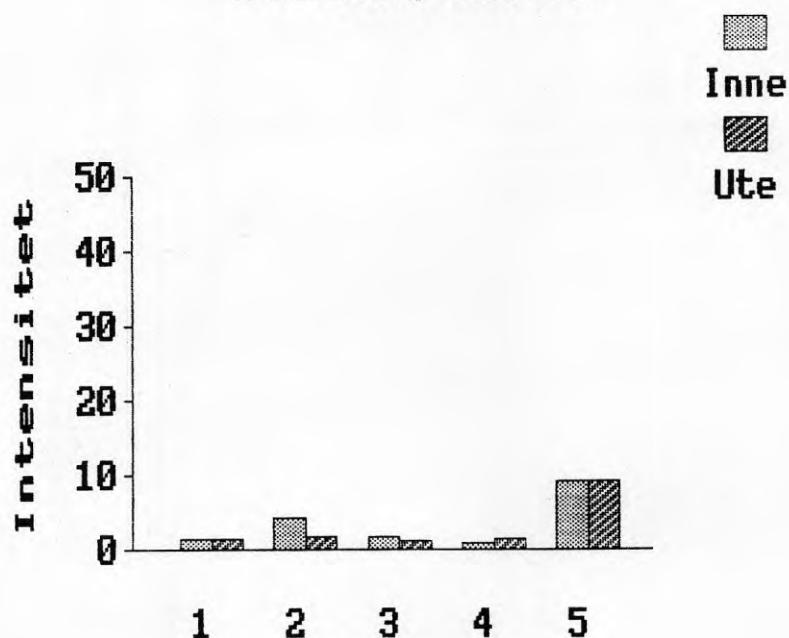
Sektion	Area	Area LP (pg/min)	Tol Eq (ng/l)
1	60381	1,84	5,74
2	104720	3,18	9,95
3	15844	0,48	1,51
4	145523	4,42	13,63
5	408927	12,43	38,85
Summa 1-4		9,93	31,02
Summa 1-5		22,36	69,87

Tid min. 4470
 RF*1000 0,1359
 CF 32891,83
 Up ml/min 0,32

Chromatogram D:\ITD\DATA\BSP0110 Acquired: Oct-29-1989 12:11:19
 Comment: PROV U1 V.43 UNDERSTEN BARNSTUGEPROJEKTET CHEMIX LAB AB
 Scan Range: 121 - 3000 Scan: 121 Int = 236 @ 1:01 100% = 56210



Understen, rum 225



Sektion

Barnstugeprojektet

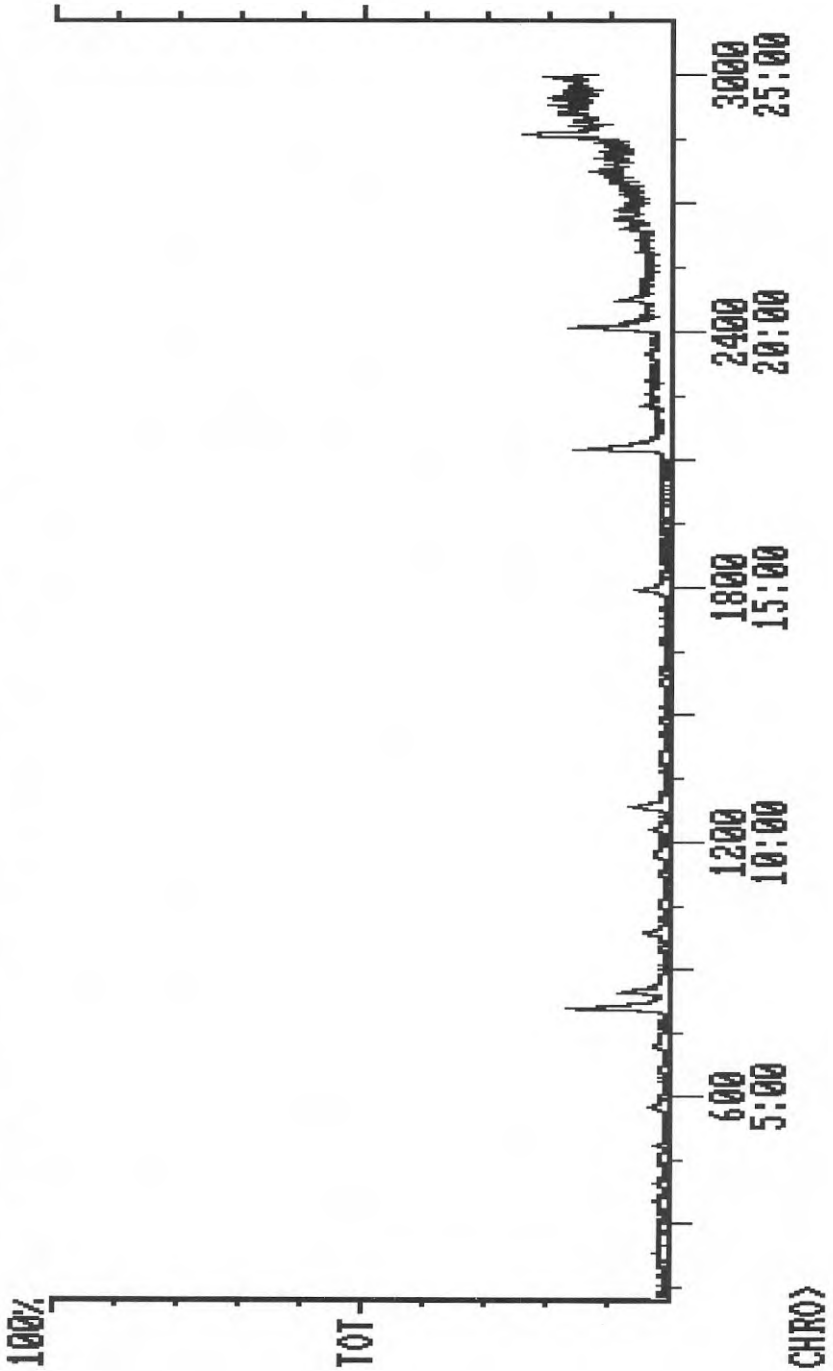
Understen
Rum 225

Sektion	Area	Area LP (pg/min)	Tol Eq (ng/l)
1	50783	1,54	4,83
2	140584	4,28	13,36
3	58713	1,79	5,58
4	30179	0,92	2,87
5	299740	9,11	28,48

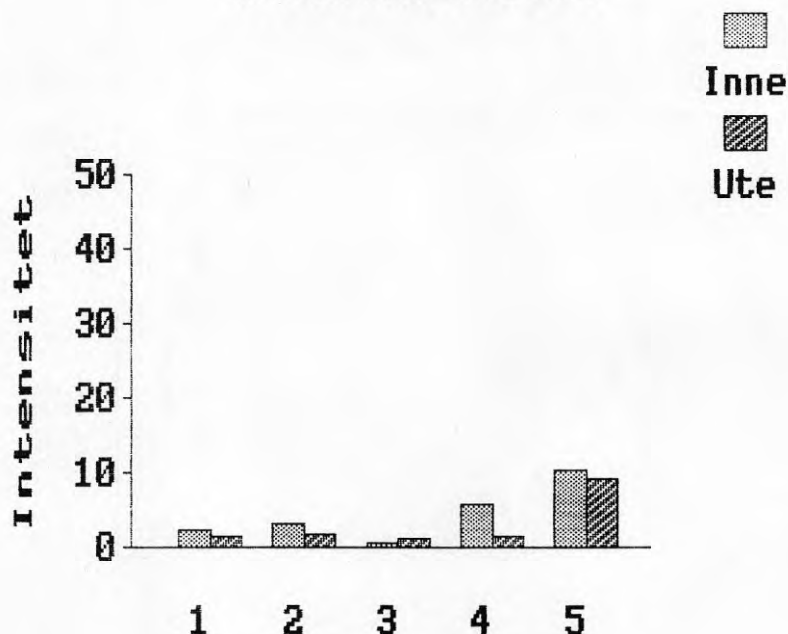
Summa 1-4		8,52	26,63
Summa 1-5		17,64	55,12

Tid min.	4469
RF*1000	0,1359
CF	32884,47
Up ml/min	0,32

Chromatogram D:\ITD\DATA\BSP0210 Acquired: Oct-29-1989 12:48:12
Comment: PROV U2 V.43 UNDERSTEN BARNSTUGEPROJEKTET CHEMIK LAB AB
Scan Range: 121 - 3000 Scan: 121 Int = 1360 @ 1:01 100% = 59600



Understen, rum 215



Sektion

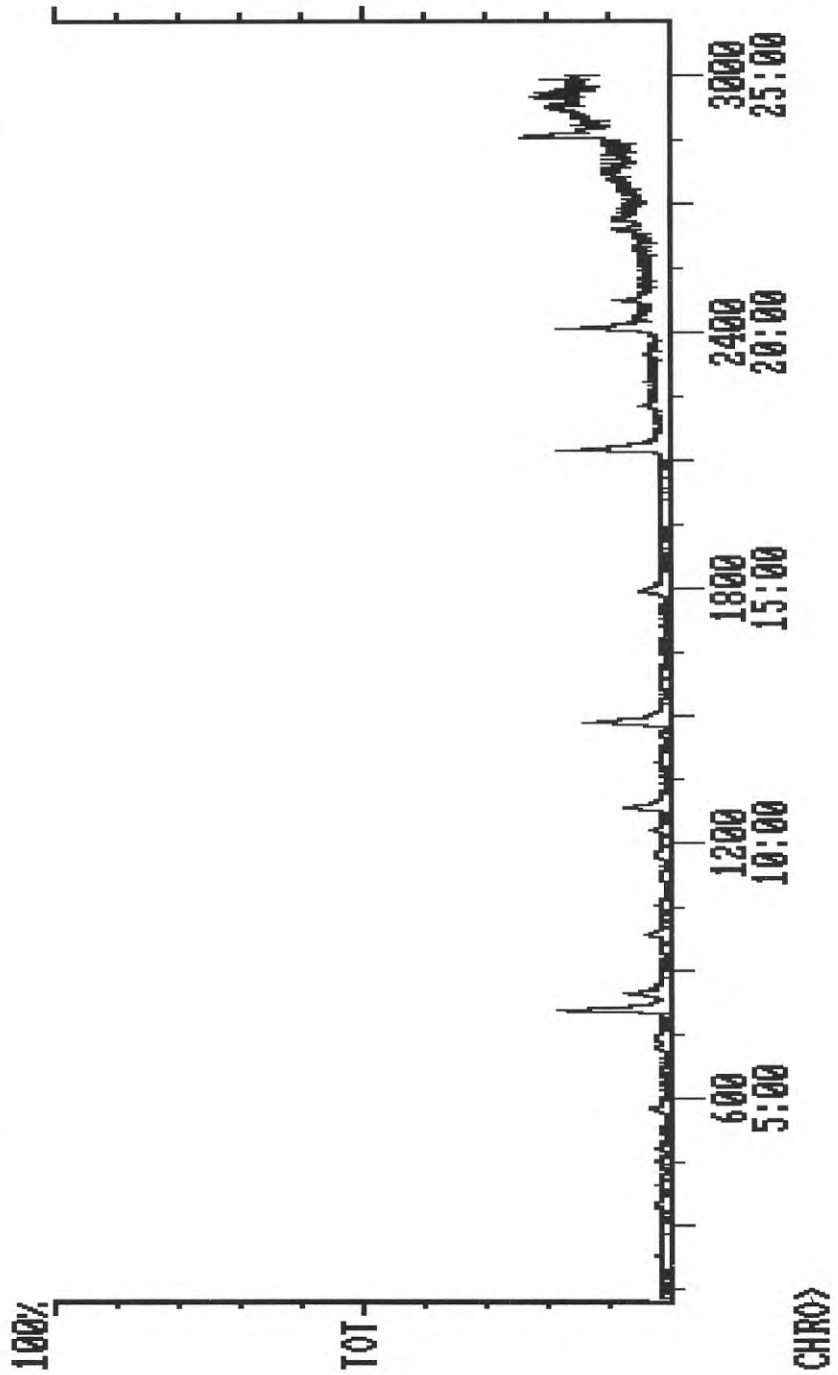
Barnstugeprojektet

Understen
Rum 215

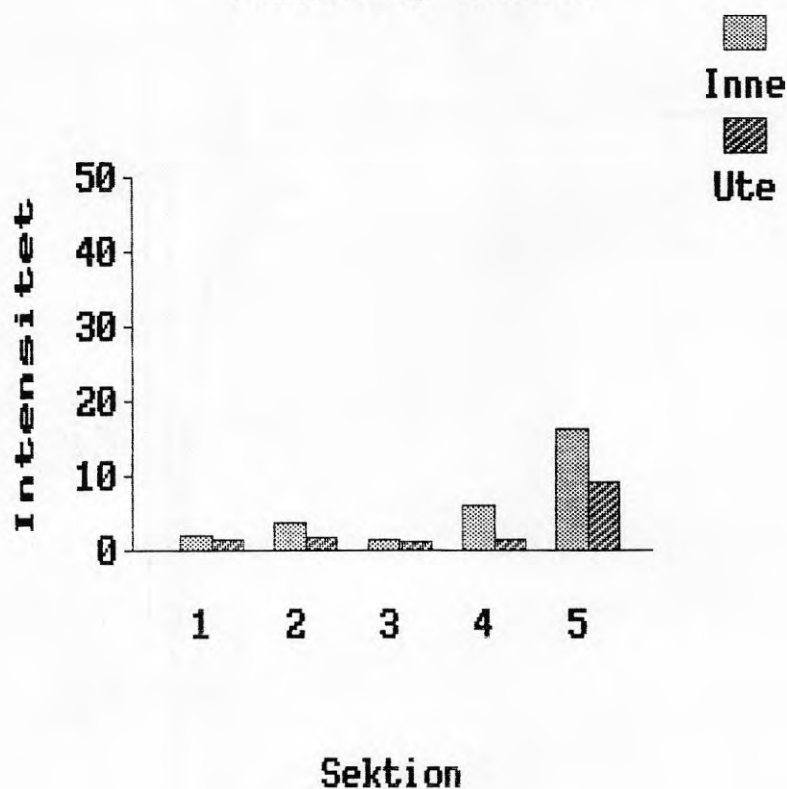
Sektion	Area	Area LP (pg/min)	Tol Eq (ng/l)
1	74217	2,26	7,05
2	107226	3,26	10,19
3	17088	0,52	1,62
4	192109	5,84	18,26
5	340081	10,34	32,33
Summa 1-4		11,88	37,13
Summa 1-5		22,23	69,46

Tid min. 4468
 RF*1000 0,1359
 CF 32877,12
 Up ml/min 0,32

Chromatogram D:\ITD\DATA\BSP0310 Acquired: Oct-29-1989 13:25:05
Comment: PROV U3 U.43 UNDERSTEN BARNSTUGEPROJEKTET CHEMIK LAB AB
Scan Range: 121 - 3000 Scan: 121 Int = 1617 @ 1:01 100% = 60198



Understen, rum 217



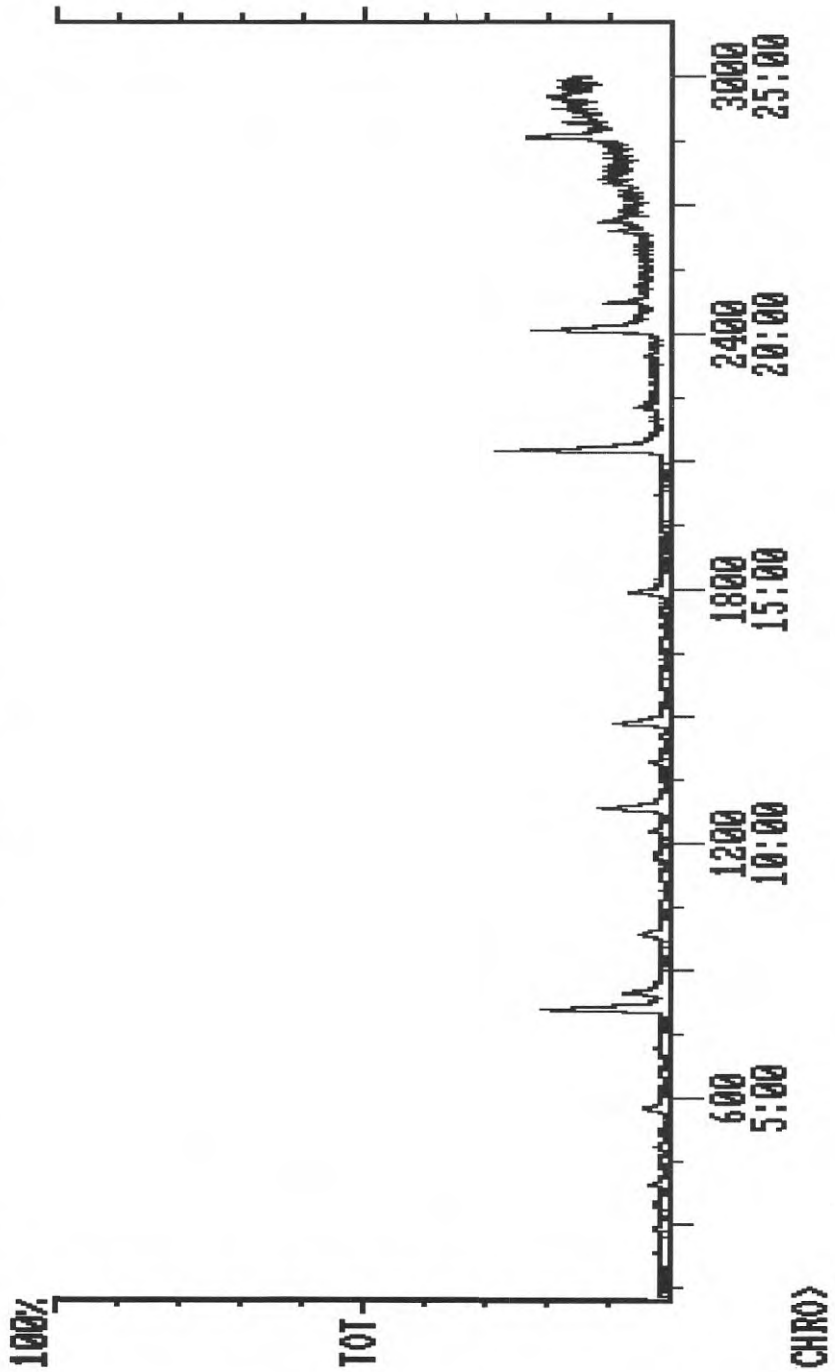
Barnstugeprojektet

Understen
Rum 217

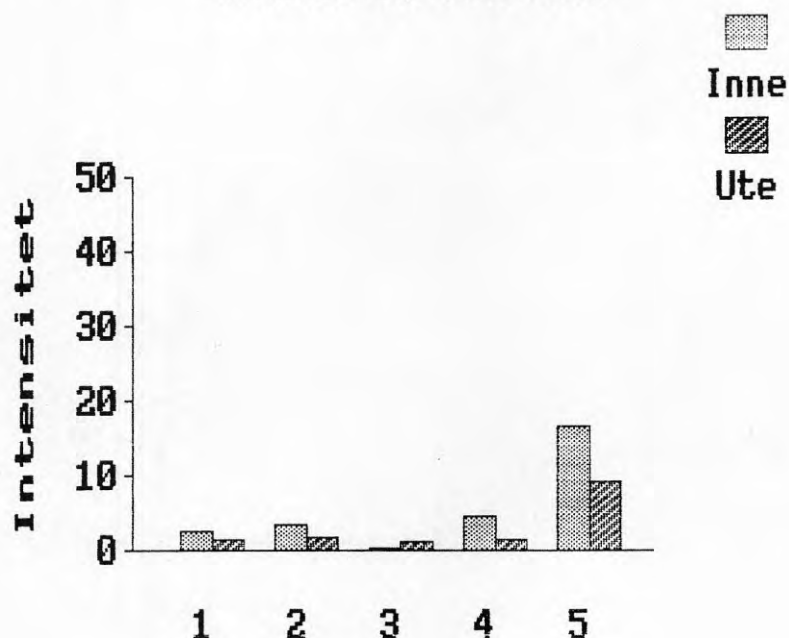
Sektion	Area	Area LP (pg/min)	Tol Eq (ng/l)
1	67644	2,06	6,43
2	123729	3,76	11,76
3	50000	1,52	4,75
4	202041	6,15	19,21
5	539549	16,41	51,30
Summa 1-4		13,49	42,16
Summa 1-5		29,90	93,45

Tid min. 4467
 RF*1000 0,1359
 CF 32869,76
 Up ml/min 0,32

Chromatogram D:\ITD\DATA\BSP0410 Acquired: Oct-29-1989 14:01:58
Comment: PROV U4 V.43 UNDERSTEN BARNSTUGEPROJEKTET CHEMIX LAB AB
Scan Range: 121 - 3000 Scan: 121 Int = 1848 @ 1:01 100% = 69182



Understen, korridor



Sektion

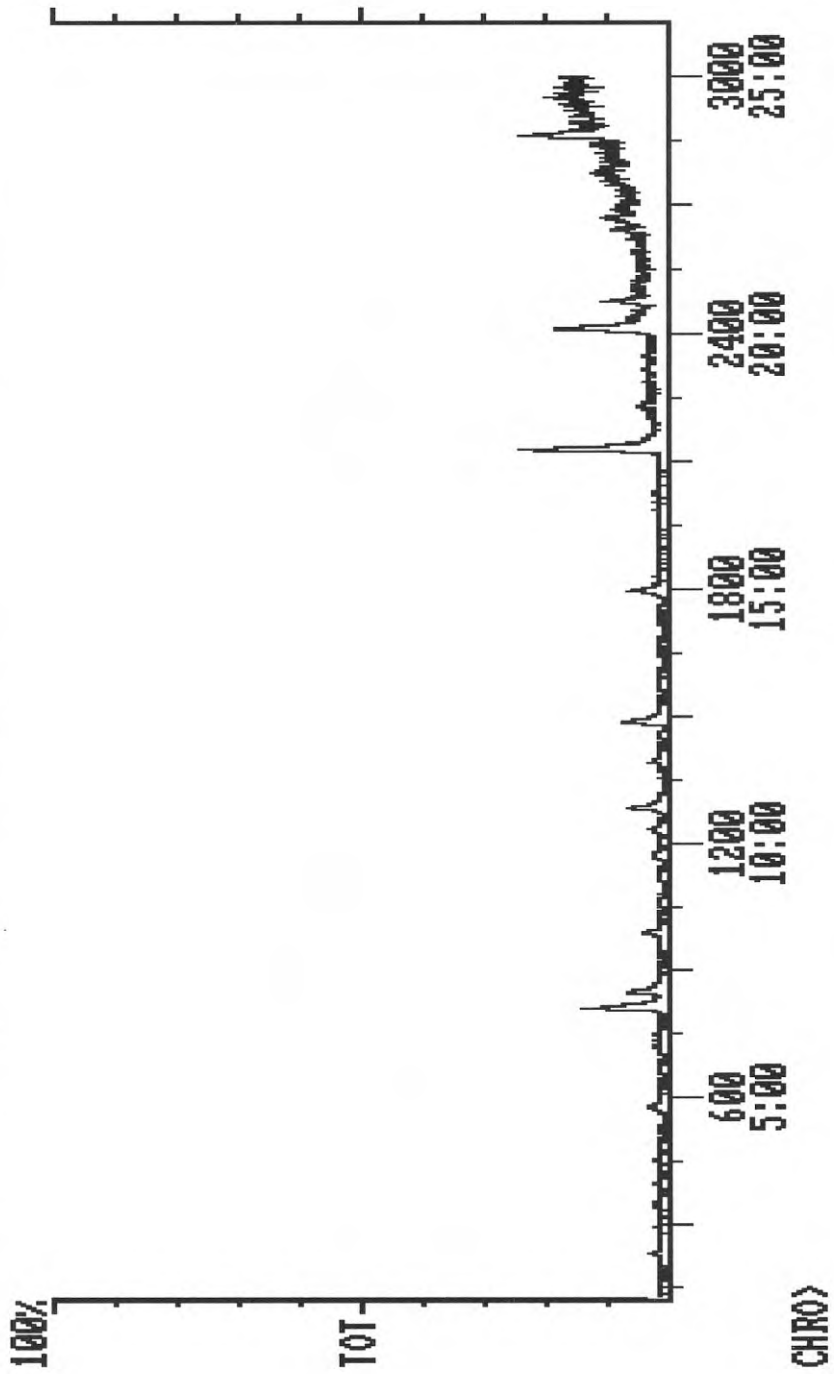
Barnstugeprojektet

Understen
Korridor

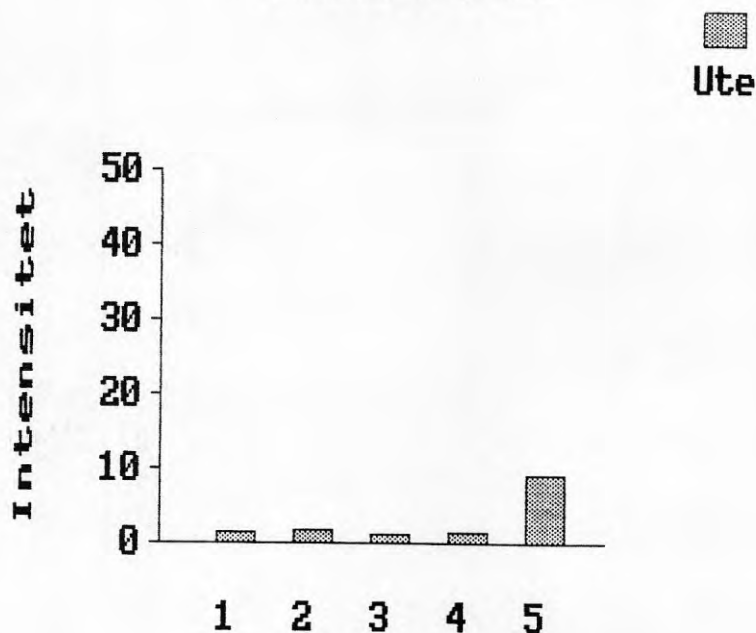
Sektion	Area	Area LP (pg/min)	Tol Eq (ng/l)
1	87555	2,66	8,33
2	109678	3,34	10,43
3	12419	0,38	1,18
4	152127	4,63	14,47
5	540867	16,46	51,43
Summa 1-4		11,01	34,40
Summa 1-5		27,47	85,84

Tid min. 4466
 RF*1000 0,1359
 CF 32862,40
 Up ml/min 0,32

Chromatogram D:\ITD\DATA\BSP0510 Acquired: Oct-29-1989 14:38:52
Comment: PROV U5 V.43 UNDERSTEN BARNSTUGEPROJEKTET CHEMIX LAB AB
Scan Range: 121 - 3000 Scan: 121 Int = 2090 @ 1:01 100% = 63676



Understen, ute



Sektion

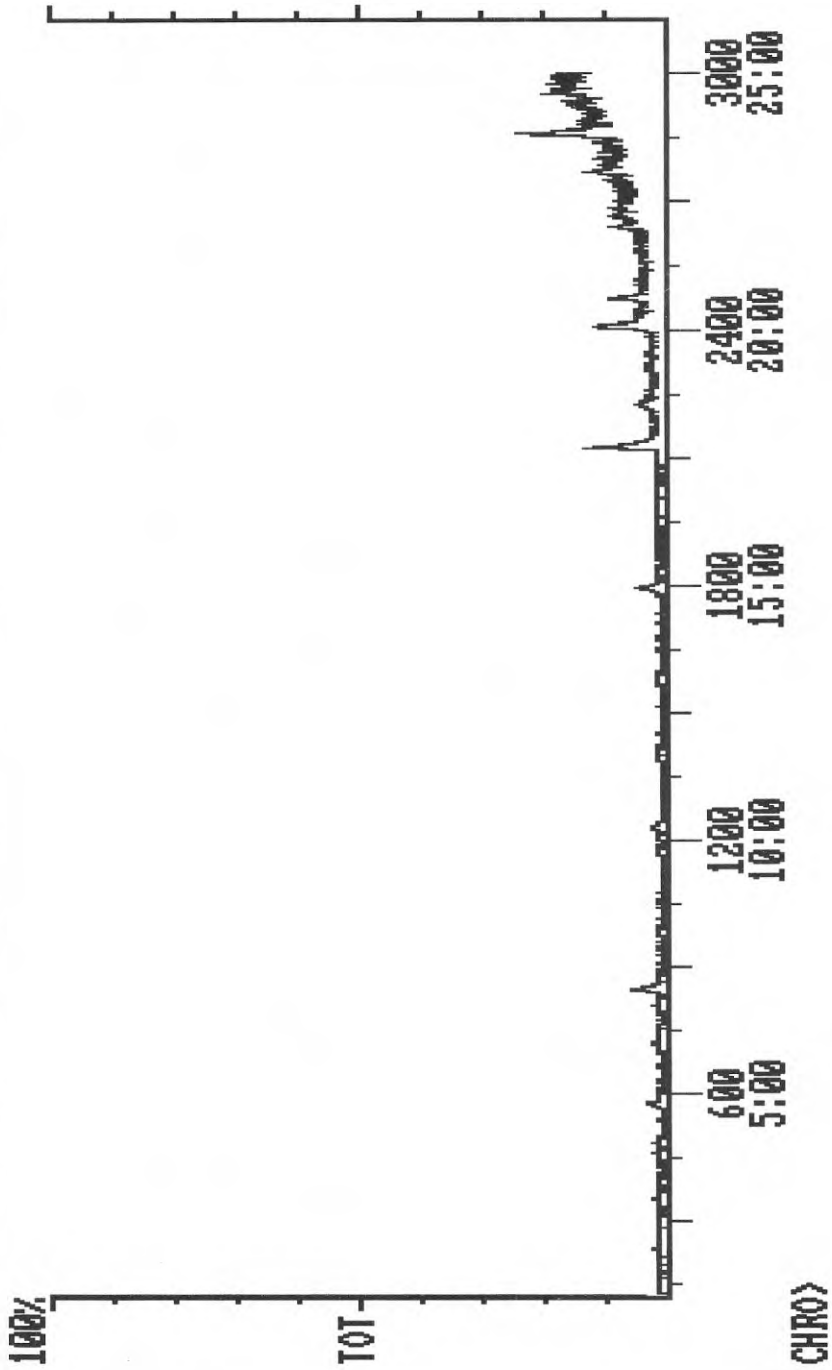
Barnstugeprojektet

Understen

Sektion	Area	Area LP (pg/min)	Tol Eq (ng/l)
1	44118	1,34	4,20
2	53232	1,62	5,06
3	41045	1,25	3,90
4	49667	1,51	4,72
5	297580	9,06	28,30
Summa 1-4		5,72	17,89
Summa 1-5		14,78	46,19

Tid min. 4465
 RF*1000 0,1359
 CF 32855,04
 Up ml/min 0,32

Chromatogram D:\ITD\DATA\BSP0610 Acquired: Oct-29-1989 15:15:45
Comment: PROV U6 V.43 UNDERSTEN BARNSTUGEPROJEKTET CHEMIX LAB AB
Scan Range: 121 - 3000 Scan: 121 Int = 2125 @ 1:01 100% = 66008



Bilaga 6.4:1(3)

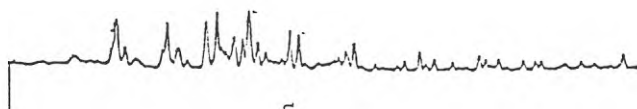
Mätresultat TVOC Molntappen och Understen

Statens provningsanstalt

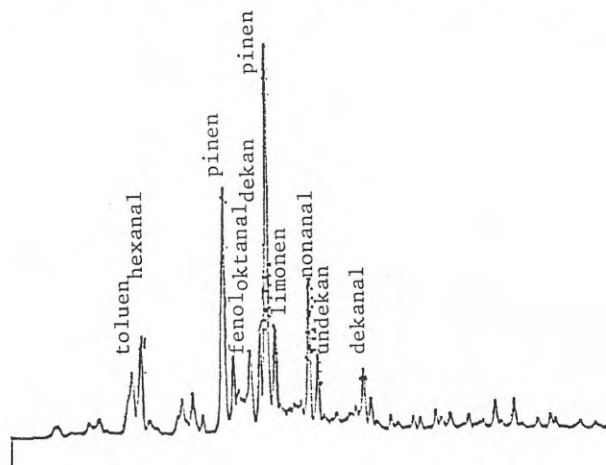
1 mars 1990



Gaskromatogram från analys av Tenaxrör, daghem Molntappen
(Luft provtaget 1990-03-01)



Rum 215
TVOC 0,09 mg/m³



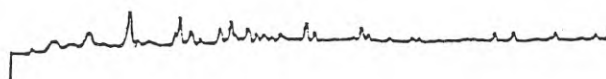
Rum 215 nattetid
TVOC 0,28 mg/m³



Rum 217
TVOC 0,11 mg/m³



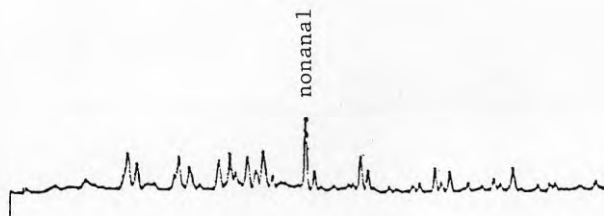
Rum 226
TVOC 0,09 mg/m³



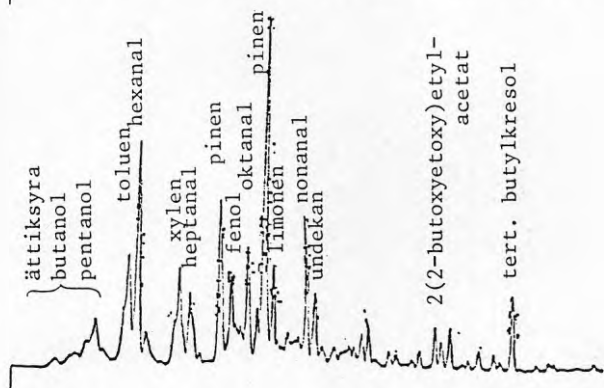
Utomhus
TVOC 0,05 mg/m³



Gaskromatogram från analys av Tenaxrör, daghem Understen
(Luft provtaget 1990-03-01)



Rum 215
TVOC 0,08 mg/m³



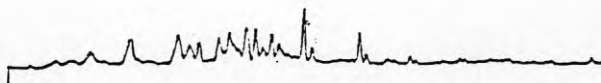
Rum 215 nattetid
TVOC 0,29 mg/m³



Rum 217
TVOC 0,09 mg/m³



Rum 226
TVOC 0,10 mg/m³



Utomhus
TVOC 0,08 mg/m³

Luftkvalitet - luftföroreningar **Perioden 1 jan 1987 - 9 maj 1988**

Åsa Lundén, Jan Kristensson

1. Inledning

De frågeställningar man önskade få belysta när det gäller det hygieniska klimatet i barnstugan var följande:

1. Hur ser totalmängden av lättflyktiga organiska föroreningar ut i denna barnstugas inomhusluft jämfört med andra barnstugor - och jämfört med utomhusluften? (Se kapitel 6.2 Luftkvalitet-luftföroreningar).
2. Hur ser förorening bilden ut i tomt, färdigställt hus och hur förändras den när möbler, personal och barn kommer på plats?
3. Hur förändras förorenings bilden i inomhusluften över tiden, dvs kan någon avklingning av lättflyktiga organiska ämnen och formaldehyd konstateras?
4. Går det att konstatera någon förändring hos förorenings bilden vid de tre olika huvudinställningarna för värme och ventilation och uppstår någon skillnad när uteluftflödena varieras inom varje enskild huvudinställning?

Samtidigt som projektgruppen önskade få svar på dessa frågor har mätningarna i barnstugan också legat till grund för en vidare utvärdering av själva metodiken bakom analysresultatet, den s.k. luftprofilen, (se nedan). Metoden innebär bland annat att det är totalmängden av lättflyktiga organiska ämnen vid olika tillfällen som mäts och jämförs. Någon identifiering av enskilda förekommande ämnen och deras halter i $\mu\text{g}/\text{m}^3$ har således inte gjorts under perioden fram till 9 maj 1988.

Luften i barnstugan har analyserats på ett flertal platser med avseende på formaldehyd och andra lättflyktiga organiska ämnen (VOC). Mätningar har gjorts i färdig, tom byggnad, då byggnaden togs i bruk och under varje period med ny inställning på ventilationen. Dessutom har mätningar gjorts en gång i halvåret, då luftflödet ställts in på 3 oms/h för att följa avklingning av lättflyktiga förore-

ningar från byggnadsmaterialen till inomhusluften. Vid varje mätomgång har även prov tagits på utomhusluften.

I denna bilaga redovisas provtagningar från perioden januari 1987 t o m 9 maj 1988. I förekommande figurer till denna bilaga (se sammanställning under punkt 5) redovisas analysresultat från provtagna i några utvalda rum. Slutsatserna har dragits från ett större material, omfattande flera mätpunkter.

2. Provtagning

Prover i barnstugan togs med två varianter av dosimetrar; en för formaldehyd och en allmän för lättflyktiga organiska ämnen (VOC), dvs Perkin Elmers ATD-50-rör.

1973 presenterade Palms och Gunnison den första dosimetern, som baserades på diffusionsprovtagning. Teorin för diffusionsprovtagning grundar sig på Fricks första diffusionslag. Eftersom inga pumpar behövs blir dosimetrarna mycket enkla och lättsköta. Upptagningsfaktorn för respektive ämne och använt adsorbent bestäms vid kalibreringen. Vid provtagningen mäts endast tiden.

ATD-50 (Automatic Thermal Desorption) är ett system för diffusionsprovtagning av gasformiga ämnen på fast sorbent samt efterföljande termisk desorption och gaskromatografisk analys. Lämpligt adsorbent för de ämnen som ska provtas packas i ett speciellt rör. Provtagningsröret, som kan användas för både diffusionsprovtagning och pumpad provtagning, har en väl definierad diffusionszon i ena änden, (se **bild 1**).

Vid analysen desorberas provet termiskt från provtagningsröret och in i en kylfälla. Kylfällan är packad med en mycket liten mängd adsorbent och kylt med peltierkylare. Från kylfällan desorberas provet genom en mycket snabb upphettning in på en gaskromatografisk (GC) separationskolonn. Både kapillärkolonner och packade kolonner kan användas.

Provtagningsrören rekonditioneras vid den termiska desorptionen och kan användas på nytt. I ATD-systemet finns ett antal interna systemkontroller inlagda. Om något värde avviker t ex på grund av läckage, felaktig temperatur eller dyligt avbryts analysen automatiskt.

Formaldehydhalten analyserades med en kemisorptionsmetod, som

har modifierats något. Metoden är ursprungligen utarbetad av Arbetsmiljöinstitutet i Umeå (5), och är anpassad för både pumpad provtagning och diffusionsprovtagning. Vid provtagning användes glasfiberfilter, impregnerade med 2,4-dinitrofenylhydrazin (ett selektivt reagens för aldehyder och ketoner). Filtren placerades i en provtagningskasett och efter provtagning extraherades de i acetonitril. Extraktet analyserades med vätskekromatograf (HPLC) och UV-detektion.

3. Analyssystem

- Formaldehyd: Vätskekromatograf (HPLC): LDC
 Mobilfas: metanol-vatten (70:30)
 Stationärfas: Zorbax ODS 3 micron
 Kolonn: Längd 8 cm och inre diameter 6,2 mm
 Flöde: 0,6 ml/min
 UV-detektion vid 360 nm
- VOC: Apparatur från Perkin Elmer
- ATD-50: ATD-rör packade med Tenax TA
 Desorptionstemperatur: 250 °C
 Desorptionstid: 5 min
 Kylfällan låg temperatur: -30 °C
 Kylfällan hög temperatur: 300 °C
 Packningsmaterial i kylfällan: Tenax TA
- GC: Sigma 2B (t o m mars 1987)
 Detektor: FID (flamjonisationsdetektor) vid 250 °C.
 8500 (fr o m april 1987)
 Detektor: massektiv (ITD) vid 225 °C
 Kapillärkolonn: 25 m * 0,32 mm CP WAX 57
 CB, 4 µm
 Temperaturprogram: 60 °C i 2 minuter,
 4 °C/min till 100 °C, 8 °C/min
 till 200 °C.

4. Utvärdering av analysresultat

4.1 Inledning

För att få en uppfattning om inomhusluftens kemiska sammansättning som helhet används en beräkningsmodell, som vi benämner luftprofiler. Modellen liknar simulerad destillation och används bl a inom petroleumindustrin.

Luftprofilen ger ett kvalitativt och kvantitativt resultat som beräknas från samtliga analyserbara ämnens bidrag till luftens kemiska sammansättning, utan att en kvalitativ och kvantitativ analys utförs för varje enskilt ämne. Avsikten med profilen är att ge en lättförståelig och jämförbar bild av inomhusluften.

4.2 Luftprofiler

Vid beräkning av luftprofiler (se **bild 2**) delades kromatogrammet in i fem områden med hjälp av relativa retentionstider (den tid det tar för ämnet att passera genom kolonnen i förhållande till passeringstiden för toluén) för några bestämda aromater mot toluén. Toluén användes som extern standard.

Ytan hos samtliga integrerade toppar inom varje område summerades var för sig. Om provet togs med diffusionsprovtagning delades ytan med tiden. Vid pumpad provtagning delades den med värdet för den pumpade luftvolymen.

I ett stapeldiagram avsattes intensitetsvärdet (ytan/tiden resp. ytan/volymen) multiplicerat med en referensfaktor (mängd/area) mot numret på det integrerade området.

Ljusa staplar i diagrammet representerar inomhusvärden och mörka staplar värden för prov tagna utomhus.

Formaldehydhalten, F, på x-axeln i stapeldiagrammet, anges i enheten ppb (miljarddelar).

Nedan anges exempel på olika ämnen/ämnesgrupper som kan påverka intensiteten på staplarna 1-5 om de finns i luften vid provtagningen.

Stapel 1: Lättflyktiga alifatiska kolväten, tri- och diklorethan samt bakgrundsstörning från analysystemet.

Stapel 2: Bensen, metyl- och etylakrylat, metylmetakrylat, isopropanol, metyletylketon.

Stapel 3: Toluén, xylen, etylbensen, n-butyliso-butyl-butylmetakrylat, metylisobutylketon, metylbutylketon, butanol, butylacetat.

Stapel 4: Högre substituerade aromater, styren, högre akrylater, högre polära ämnen.

Stapel 5: Systembakgrund, nedbrytningsprodukter från mögelsvampar, ämnen från fuktigt isoleringsmaterial, dodecylbensen från flytspackel.

Vid tolkning av luftprofiler bör hänsyn tas till systembakgrunder i område 1 och 5.

Man kan enbart jämföra resultatet (luftprofilen) från ett prov taget med dosimeter med andra prov tagna med samma teknik. Motsvarande förhållande gäller för resultat från pumpade prover dvs de kan enbart jämföras med andra pumpade prover.

I de nedan redovisade luftprofilerna har avdrag gjorts för bakgrunden hos ATD-50-rören.

5. Resultat från jämförelse av luftprofiler

Nedan redovisas veckomedelvärden, dvs den integrerade halten av provtagna ämnen (med dubbelprov i varje punkt) i luften under en arbetsvecka (måndag-fredag) dividerade med provtagningstiden.

Framställningen kompletteras med detaljerade redovisningar i bilder enligt följande:

BILD 1-2: Metod

BILD 3-4: Luftprofiler visande emissionsbilden i startfasen före (3) och efter (4) inflyttning av möbler och personal

- BILD 5-7: Luftprofiler som visar avklingning över tiden
- BILD 8: Exempel på kromatogram från två provtagningssomgångar för mätning av avklingning av VOC
- BILD 9-15: Punktdiagram för hela den redovisade perioden, där halter av formaldehyd, respektive intensiteten för VOC avsatts mot luftflödet och tiden. Bild 9, 10 resp 11 redovisar intensiteten VOC inom område II, III resp. IV. Bild 12-15 redovisar intensiteten VOC inom område II, III och IV i tre utvalda rum, samt ute.
- BILD 16: Redovisning av formaldehydhalten vid olika tidpunkter under första 1,5 åren i fem olika utrymmen.

6. Ämnen i inomhusluften

I Molntappen uppmättes genomgående mycket låga nivåer av provtagna ämnen i luften. Intensiteten hos staplarna tillhörande VOC och halterna av formaldehyd var genomgående högre i luften inne i barnstugan än i utomhusluften invid barnstugan. Detta överensstämmer med resultat från andra mätningar, bland annat en av Berglund-Johansson-Lindvall utförd studie av en barnstuga i Nacka (7).

Barnstugor har ovanligt hög personbelastning. Det är inte ovanligt att ett 15-tal personer samtidigt vistas i ett rum på ca 30 m² långa stunder under dagen. Detta ger naturligtvis upphov till hög koldioxidhalt och andra avsöndringsprodukter som måste ventileras ut ur rummet. För att undvika inverkan av tillfälliga aktiviteter har stationär (dvs ej personburen) provtagning över en längre tidsperiod (en arbetsvecka) valts.

Vid provtagning med dosimetrar i barnstugan integrerades halterna av formaldehyd och intensiteten för VOC under en arbetsvecka (5 dygn). Provtagning skedde av organisatoriska skäl även nattetid. Den systeminställning som gällt för ventilationen under den aktuella perioden (1 jan 1987 - 9 maj 1988) har inneburit att ventilationen varit avstängd mellan kl 20 och kl 5. På helgerna har den bara slagits på 2 timmar per dygn.

Luftprofilerna för perioden har kunnat jämföras eftersom samma provtagningsmetodik, dvs veckomedelvärden, använts under hela mätperioden. Diffusionsmetoden har dock möjliggjort provtagning på flera platser samtidigt. Dessutom har dubbelprov kunnat tas, vilket ökar säkerheten hos metoden.

Det finns en tendens att rum med lika funktion på de båda avdelningarna, t ex vilrum 217 på västra avdelningen (Solstrålen) och vilrum 227 på östra avdelningen (Regnbågen), Allrum 1 nr 215 på västra och Allrum 1 nr 225 på östra osv, har överensstämmande föroreningsbild. För formaldehyd hamnade halterna mycket nära varandra i dessa rum, medan spridningen var större jämfört med övriga rum. Troligtvis har bland annat rummens storlek här en betydelse för emissionen av formaldehyd till rumsluften. De små vilrummen, med större ytskiktsarea per volymsenhet, hade högre halter formaldehyd än de stora lekrummen.

6.1 Lättflyktiga organiska ämnen (VOC)

De från beräkningsmodellen erhållna resultaten, luftprofilerna, kan enbart jämföras om samma analysystem (för i detta fall se punkt 3) används. Då det inte finns något universellt analysystem (dvs som tar alla eventuellt förekommande ämnen i luften) måste man välja en specifik variant och eventuellt komplettera denna med ytterligare någon. Ska resultatet av mätningen - i detta fall luftprofilen - jämföras med andra undersökningar utförda med andra system, måste halterna av de olika ämnena (t ex uttryckt i ppb) beräknas, men då har man gått ifrån principen med luftprofiler.

Vid difusionsprovtagning och pumpad provtagning av VOC används samma analysystem dvs adsorbent, analyskolonn mm. Skillnader i provtagen mängd varierar mellan de två metoderna för olika ämnen, dvs koncentrationerna av VOC kommer att variera i provtagningsrören, varför hänsyn till detta måste tas vid utvärderingen.

Mätningar med pumpad provtagning skulle medföra att provtagningsrören och analysystemet skulle överbelastas. Detta kunde förhindras med kortare provtagningstider, men då skulle tillfälliga aktiviteter kunna ge stor inverkan på de uppmätta halterna VOC.

Prover pumpades med sipinpump ansluten till en provväxlare för att se hur luftens kemiska sammansättning varierade över dygnet under

en veckas tid. Dessa mätningar är dock ännu ej utvärderade.

Metodutvecklingen av luftprofiler skedde till största delen vid en studie av 31 barnstugor i Nacka kommun. I rapporten (3) presenteras resultaten från undersökningen, i vilken barnstugorna har delats in i tre olika grupper med utgångspunkt från föroreningsgraden i luftprofilerna. Det sammanlagda intensitetsvärdet för föroreningsgraden för respektive inomhusprov sattes i relation till motsvarande intensitetsvärde för utomhusprov, taget vid samma tillfälle.

Denna metod att tolka analysresultat visade en god överensstämmelse med personalens subjektiva uppfattning om luftkvaliteten i Nacka-barnstugorna, fastställd med frågeformulär. Barnstugor med normal förhöjning av föroreningsgraden i inomhusluften har i de flesta prov en ganska jämn fördelning mellan de olika staplarna. I luftprofiler från barnstugor med måttlig eller stor förhöjning av föroreningsgraden dominerar stapel IV i 44 resp. 42% av fallen, vilket var en förhöjning i jämförelse med barnstugorna med normal förhöjning av föroreningsgraden. Bland dessa uppvisade endast 12% en dominans i stapel IV. Även en ökning i stapel III kunde noteras för prov från barnstugor med måttlig och stor förhöjning av lättflyktiga organiska ämnen i inomhusluften.

Enligt rapporten fanns det också ett samband mellan besvärande luft och hög halt av lättflyktiga organiska ämnen i luften samt hög halt koldioxid (> 1500 ppm). 60% av barnstugorna hade ett luftflöde mindre än 1 oms/h och nästan hälften besvärades ofta eller mycket ofta av dålig ventilation, dålig och torr luft samt kalla golv. 60% av barnstugorna hade också en förhöjning av VOC. Materialet till rapporten är för litet för att fastslå gränserna mellan de olika grupperna av föroreningsgrad. Proverna i Nackastudien har pumpats, vilket gör att materialet inte blir fullständigt jämförbart med de prover som togs i Molntappen med dosimetrar. Analyssystemet som använts är dock detsamma. Luftprofilerna till barnstugan Molntappen hade en normalförhöjning av föroreningsgraden i inomhusluften och en ganska jämn fördelning mellan de olika staplarna.

6.2 Formaldehyd

Diffusionsmetoden kalibrerades mot kända halter av formaldehyd i en exponeringskammare. Erhållna värden på formaldehydhalten visade god noggrannhet hos mätmetoden. Exponeringstider från 8

timmar upp till 5 dygn testades med gott resultat.

Motsvarande omgång med pumpade prover gav däremot en stor spridning. Av denna anledning och med tanke på de behändiga provtagarna har dosimetrar genomgående använts vid mätning av formaldehyd i barnstugan.

Avgivningshastigheten för formaldehyd bestäms av flera faktorer, bland annat dess halt i den omgivande luften och av luftflödets storlek. Om luftflödet är 0,5 oms/h eller högre och luftflödet ökas, så sker endast en liten reducering av luftens formaldehydhalt. Är luftflödet däremot under 0,5 oms/h kan en liten ändring av luftflödet ge en stor påverkan på formaldehydhalten (12).

Temperaturen påverkar formaldehydavgivningen exponentiellt och dess effekt blir stor och verkar dessutom direkt. En höjning av temperaturen från 25 °C till 32 °C fördubblar emissionen av formaldehyd. I området 14-35 °C fördubblas avspaltningen för var 7:e grads temperaturstegring (12).

I barnstugan har lufttemperaturen hela tiden legat ungefär konstant vid 21-22 °C, utom strax efter färdigställandet av huset och före inflyttning, då huset konditionerades och lufttemperaturen var högre (januari 1987).

Den relativa luftfuktigheten har även den en stor betydelse för formaldehydavgivningen. Denna fördubblas om den relativa fuktigheten ökar från 30% till 70% vid 22 °C (4).

I kravspecifikationen för barnstugan sattes som mål att formaldehydhalten borde understiga 40 ppb. Medelvärdena för formaldehydhalterna i de tre lekrum, där den mätts ett tiotal gånger har varit respektive 14 ppb (rum 215), 19 ppb (rum 226) och 23 ppb (rum 217). Endast vid ett mättillfälle, i september 1987, (vid ett luftflöde på 2 oms/h och en relativ luftfuktighet på 40%), överskreds målet och då i det lilla vilrummet (rum nr 217), där en halt på 51 ppb uppmättes.

Formaldehydhalten i **utomhus**luften vid barnstugans entré var vid ett tillfälle (juni 1987) < 10 ppb. Detta överensstämmer med i litteraturen (11) redovisade halter för Stockholmstrakten, som är 0,5-12 ppb. På grund av den låga halten ansågs det inte meningsfullt att fortsätta mäta formaldehyd i utomhusluften.

7. Emissionsbilden i startfasen

Mätningar utfördes i barnstugan för att kunna jämföra luftprofilerna från tomt hus utan personal och grundutrustning i febr.-87 med hus med personal och grundutrustning i mars-87. Även i april-87, då barnen kommit och barnstugan var i full drift, gjordes mätningar av formaldehyd och VOC. Mätningarna av VOC från april-87 misslyckades dock på grund av att analyskolonnen blev förstörd. Därför redovisas endast formaldehydhalter från denna mätvecka. Av mätningarna i startfasen kan följande resultat redovisas:

- Från februari 1987 till mars 1987 ökade intensiteten VOC med 2-3 gånger inom område II, med 3-10 gånger inom område III, medan intensiteten VOC i område IV endast ökade obetydligt.

- Formaldehydhalten ökade från <10 ppb till 13 ppb från februari 1987 till mars 1987. Formaldehydhalten ökade ytterligare något vid full verksamhet. Totalt ökade formaldehydhalten från <10 ppb i februari 1987 i tomt hus till 16 ppb i april 1987 då huset var i full drift.

Eftersom formaldehydavgivningen sammanhänger med både temperatur och RH anges medelvärden för dessa parametrar under de aktuella mätveckorna i **bild 16**.

- I vilrum nr 217 uppmättes den högsta halten av formaldehyd, 24 ppb, i april-87.

8. Luftflödets påverkan på inomhusluftens kvalitet

Under den här redovisade utvärderingsperioden har barnstugan värmts upp med vattenburna radiatorer, kompletterat periodvis med en el-värmeslinga i golvet längs yttervägg i barnens lekrum. Ventilationen har varit av typ FTX. Tilluften har tillförts rummen genom flera don i överkant på den vägg som motstår fasadväggen. Frånluften har sugits ut genom flera don i underkant på fasadvägg. Värmeåtervinningen har skett med batterivärme- växlare, där till- och frånluft aldrig möts eller passerar samma ytor.

Det som har varierats under perioden är luftflödet. Det har varit inställt på 2, 3, 4 och 5 oms/h i olika perioder.

Från koncentrationen i inomhusluften av lättflyktiga organiska ämnen - inklusive formaldehyd - kunde man inte utläsa vilken luftväxling som ställts in. Möjligen sammanhänger detta med att halterna totalt sett varit låga och luftflödena relativt höga vid samtliga inställningar. Snarare var påverkan från andra faktorer såsom avklingning av emissionen från byggnadsmaterial, årstid (lufttemp. och RH) och mänskliga aktiviteter större. Dock syns en påverkan från luftflödet vid några enstaka tillfällen:

- Ventilationen var ur funktion två dygn (4/6 och 5/6) under mätveckan från 1/6 till 5/6 1987. Detta gav ett kraftigt utslag i luftprofilerna från denna mätomgång. Den uppmätta formaldehydhalten varierade mellan rummen från 16-32 ppb utom i vilrum 217 där den högsta halten på 40 ppb uppmättes.

I luftprofilerna dominerade denna gång stapel II och den var ca 3 gånger högre än vid 2 oms/h i september 1987. Stapel III var omkring 2-9 gånger högre än i september 1987. Intensiteten hos stapel IV var dubbelt så hög som vid 2 oms/h i september 1987.

I frågeformuläret från denna vecka förekom klagomål från personalen på dålig luft. Detta visar att ventilationen i sig har stor betydelse för föroreningsbilden.

- I september 1987, då luftväxlingen var 2 oms/h, var den uppmätta formaldehydhalten högre än i juni 1987 (då luftväxlingen var 4 oms/h) i samtliga rum och varierade från 26-38 ppb utom i vilrum 217 som återigen hade den högsta halten, 51 ppb.

Luftprofilerna dominerades även denna gång av stapel II. Intensitetsvärdet var 18-25 gånger högre för inomhusstapel II i

luftprofilen än för den utomhus. För stapel III, tillhörande inomhus, låg intensitetsnivån 2-7 gånger högre än ute. Endast vid detta luftflöde var stapel IV ungefär dubbelt så hög inomhus som utomhus och i övrigt har de legat på samma nivå.

- Halten formaldehyd i september/oktober 1987 sjönk vid växling från 2 till 3 oms/h, trots att RH ökade från 40 till 45%, (se bild 16).

9. Avklingning

Mätningar för att se hur inomhusluftens halt av formaldehyd och VOC påverkades av husets åldrande gjordes ca en gång i halvåret, vid följande tillfällen: mars 1987, oktober 1987, februari 1988 och maj 1988. Vid dessa tillfällen har luftflödet varit detsamma (3 oms/h).

Formaldehydhalten har sedan driftstart avtagit och har troligen (för få mätpunkter än) stabiliserat sig.

Inom område II sjönk intensiteten från mars 1987 till oktober 1987 med 3-6 gånger. Från oktober 1987 till februari 1988 sjönk den med ytterligare 5-6 gånger. Totalt sjönk intensiteten till utomhusnivån.

Från mars 1987 till oktober 1987 sjönk intensiteten hos stapel III med 6-7 gånger. Sedan ökade den med 2-4 gånger från oktober 1987 till februari 1988. Från tiden februari 1988 till maj 1988 minskade den åter med 2-3 gånger.

Inom område IV har intensiteten legat ungefär på samma nivå som utomhus.

Den förändring av intensiteten hos VOC som skett under den aktuella utvärderingsperioden (innefattande olika luftflöden) tyder på att de provtagna ämnena i luften har avklingat.

För stapel II gäller följande:

- I oktober och november 1987 (då luftflödet var inställt på 3 resp. 5 oms/h) halverades intensiteten hos stapel II jämfört med motsvarande stapel vid 2 oms/h i september 1987.

- Från och med december 1987 låg intensitetsvärdet hos stapel II inomhus på samma nivå som motsvarande stapel utomhus.

För stapel III gäller följande:

- I oktober och november 1987 låg intensiteten hos stapel III inomhus något högre än den ute. Från och med december 1987 dominerade stapel III i luftprofilerna och intensiteten ökade så att den blev 5-18 gånger högre än ute.

För stapel IV gäller följande:

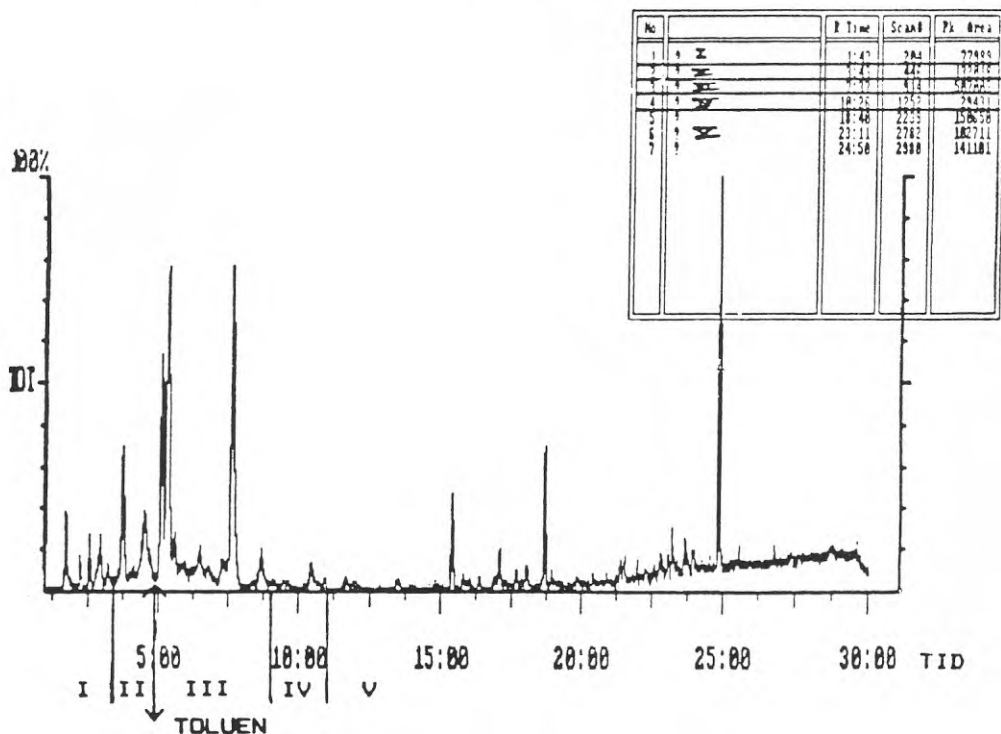
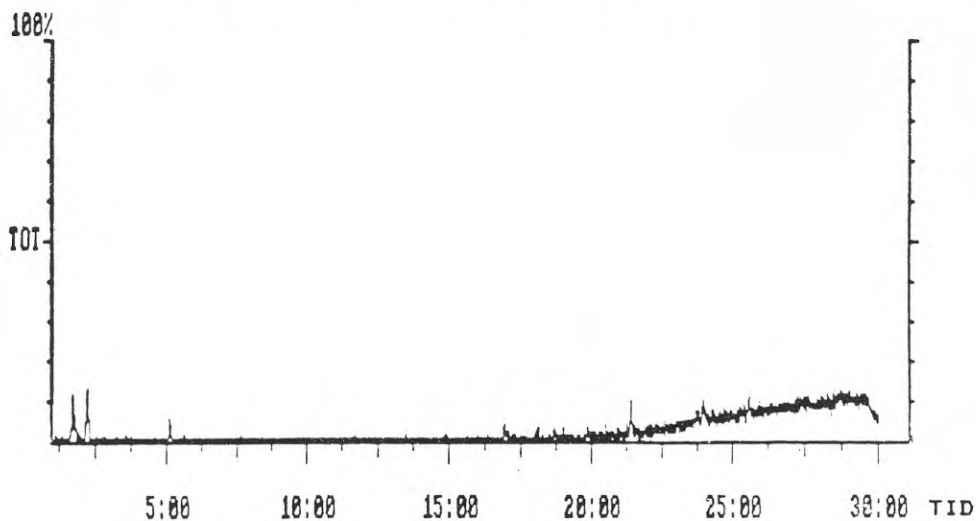
- Intensitetsvärdet för stapel IV låg ungefär på samma nivå inne som ute.

Uppmätta formaldehydhalter låg inom intervallet <10-25 ppb (vid RH under 40%) under hela mätperioden.

I Berglund-Johansson-Lindvalls studie (7) av en nybyggd barnstuga i Nacka framkom att koncentrationen av alla identifierade organiska ämnen (22 st) minskade under en sexmånadersperiod. Under denna period hade halten av toluén och pentanal + hexanal minskat med 2-4 gånger. Tidsmässigt visade 1-butanol den starkaste tillbakagången och halten av ämnet sjönk med 4-14 gånger. Luftflödet i denna barnstuga var 4,8 oms/h.

METOD

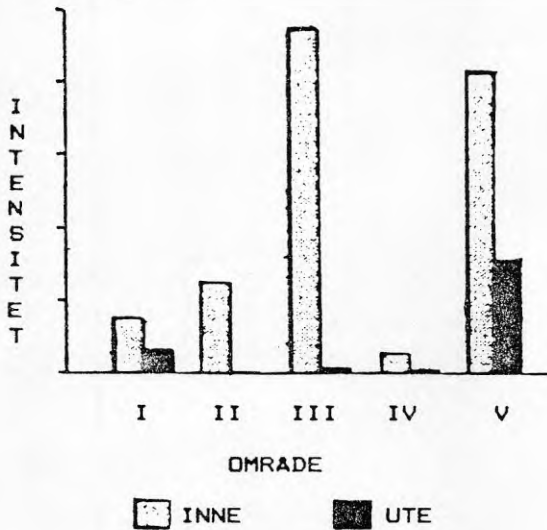
Kromatogram uppdelat i fem områden



Underst ett kromatogram från ett prov taget på luften inomhus uppdelat i fem områden. Retentionstiden för toluen har markerats. Dessutom har en tabell infogats över arean på samtliga integrerade toppar inom de fem områdena i kromatogrammet. Överst ett kromatogram från ett prov taget på luften utomhus vid samma provtagningsstillfälle.

METOD

Luftprofil

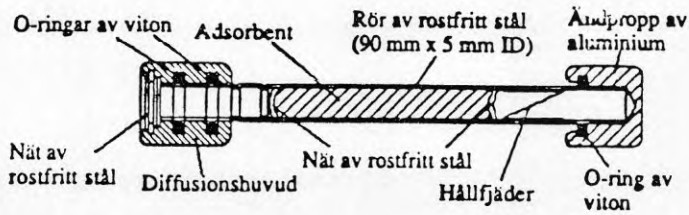


UPPDRAGSGIVARE: MRS X
 LOKAL: VARDAGSRUM
 DIFFUSIONSPROV

OMRADE	INOMHUS AREA	UTOMHUS AREA
I	29	12
II	50	1
III	191	2
IV	11	1
V	168	63

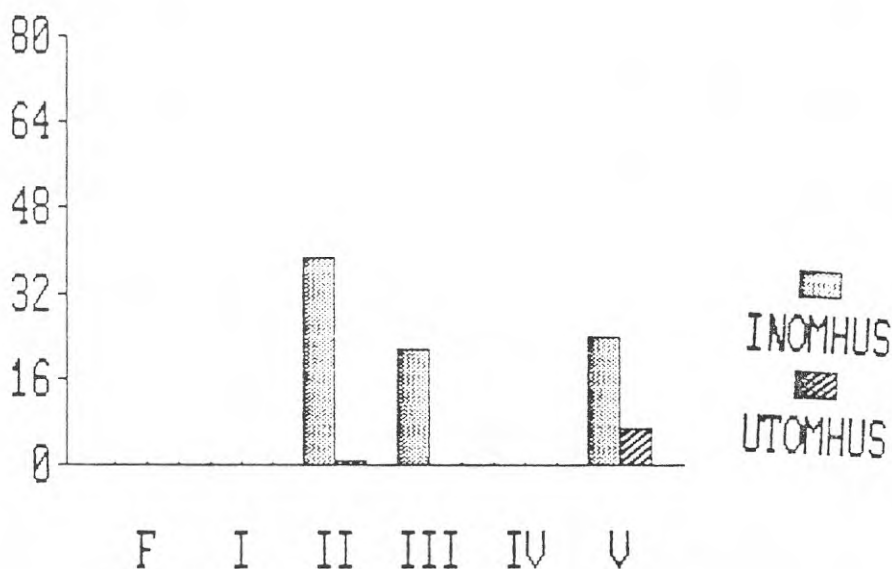
TID: 10065 minuter
 REFERENSAKTOR: 3,78

Dosimeter



Ovan: Den erhållna luftprofilen från kromatogrammen i bild 1.
 Nedan: En variant på dosimeter ATD-50 provtagningsrör.

Luftprofil för lekrum 215 i Molntappen
- färdig, tom byggnad i februari 1987



VENTILATIONSINSTÄLLNING NR 1.
VATTENBUREN VÄRME OCH FT-VENTILATION, 3 RV/H
MOLNTAPPEN
AKTIVITET: Tomt hus utan personal.
ALLRUM 1 NR 215

DIFFUSIONSPROV
PROVTAGNINGSDATUM: ATD-50 870206-870209
FORMALDEHYD 870205 (i allrum 1 nr 225)
PROVTAGNINGSTID: ATD-50 4158 MINUTER

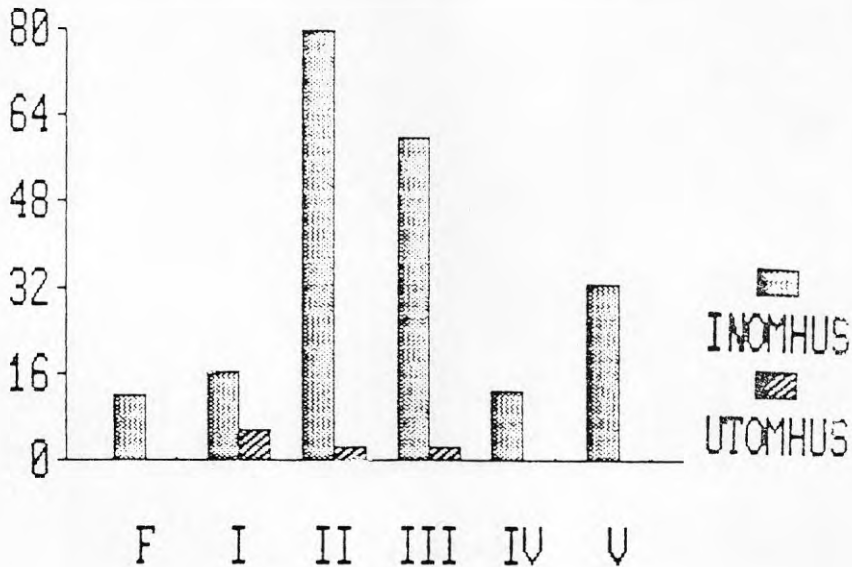
TABELL TILL LUFTPROFILER:

OMRADE	INOMHUS AREA LP	UTOMHUS AREA LP
F		
I	0	0
II	38.52	.64
III	21.37	0
IV	0	0
V	23.68	6.78

REFERENSAKTOR=433/33831=1000

Formaldehydhalten i tabellen ovan anges i ppb.

Luftprofil för lekrum 215 i Molntappen
- grundutrustning och personal på plats
i mars 1987



VENTILATIONSINSTÄLLNING NR 1.
VATTENBUREN VARME OCH FT-VENTILATION, 3 R/V/H
MOLNTAPPEN
AKTIVITET: Hus med grundutrustning, elslinga och personal.
ALLRUM 1 NR 215

DIFFUSIONSPROV
PROVTAGNINGSDATUM: ATD-50 870304-870308
1. FORMALDEHYD 870304-870306
2. FORMALDEHYD 870306-870308
PROVTAGNINGSTID: ATD-50 6392 MINUTER
1. FORMALDEHYD 2880 MINUTER
2. FORMALDEHYD 3489 MINUTER

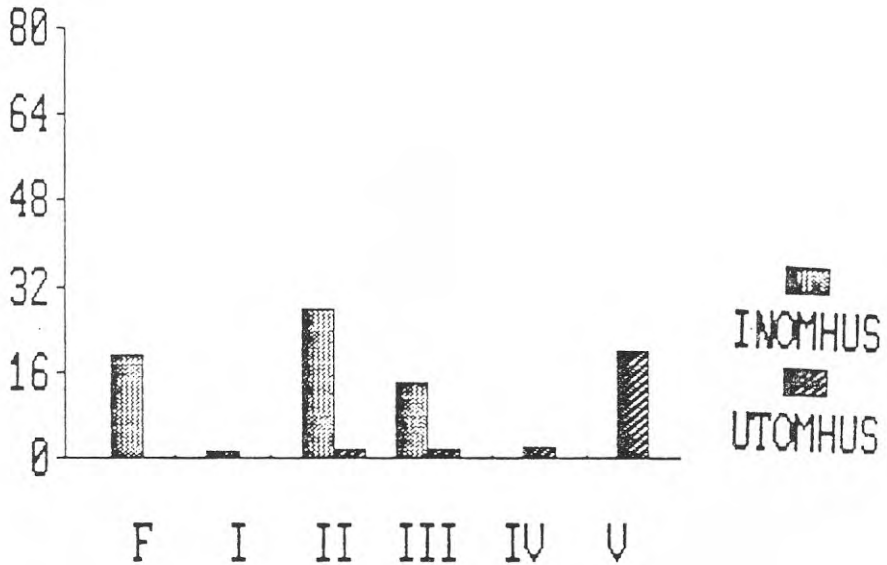
TABELL TILL LUFTPROFILEN:

OMRÅDE	INOMHUS AREA LP	UTOMHUS AREA LP
F	12	
I	16.13	5.49
II	79.81	2.36
III	59.71	2.36
IV	12.42	0
V	32.53	0

REFERENSAKTOR=433/7324*1000

Formaldehydhalten i tabellen ovan anges i ppb.

Luftprofil i lekrum 215 i Molntappen
- 8 månader gammal byggnad
i oktober 1987



VENTILATIONSINSTÄLLNING NR 4.
VATTENBUREN VÄRME OCH FT-VENTILATION, 3 RY/H
MOLNTAPPEN
AKTIVITET: fullverksamhet, AVKLINGNING
ALLRUM 1 NR 215

DIFFUSIONSPROV
PROVTAGNINGSDATUM: ATD-50 871012-871016
FORMALDEHYD 871012-871014-871016
PROVTAGNINGSTID: ATD-50 5762 MINUTER
FORMALDEHYD 2880 MINUTER

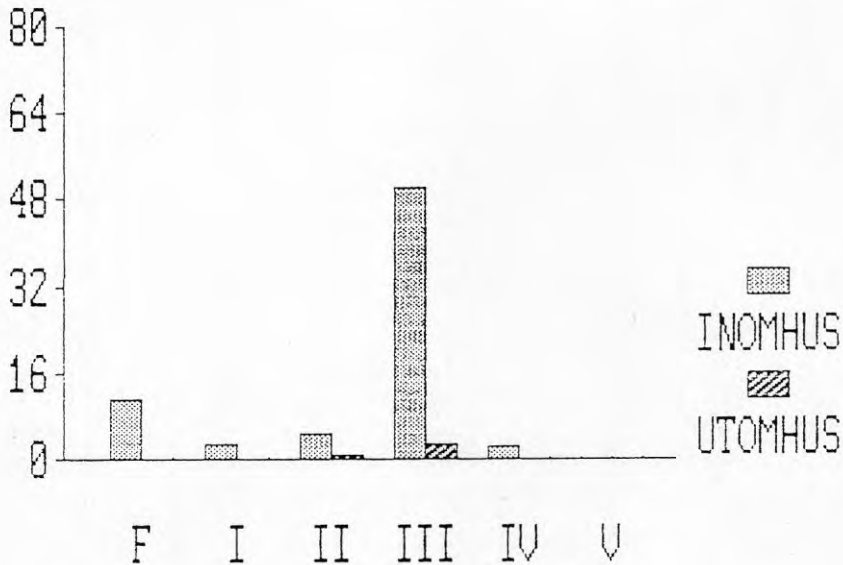
TABELL TILL LUFTPROFILEN:

OMRADE	INOMHUS		UTOMHUS	
	AREA	LP	AREA	LP
F		19		
I		.98		0
II	27.97		1.53	
III	13.82		1.24	
IV		0	1.94	
V		0	19.97	

REFERENSAKTOR=1000=433/142771=1000

Formaldehydhalten i tabellen ovan anges i ppb.

**Luftprofil i lekrum 215 i Molntappen
- 12 månader gammal byggnad
i februari 1988**



VENTILATIONSINSTÄLLNING NR 7.
VATTENBUREN VÄRME OCH FT-VENTILATION, 3 RY/H
MOLNTAPPEN
AKTIVITET: fullverksamhet
ALLRUM 1 NR 215

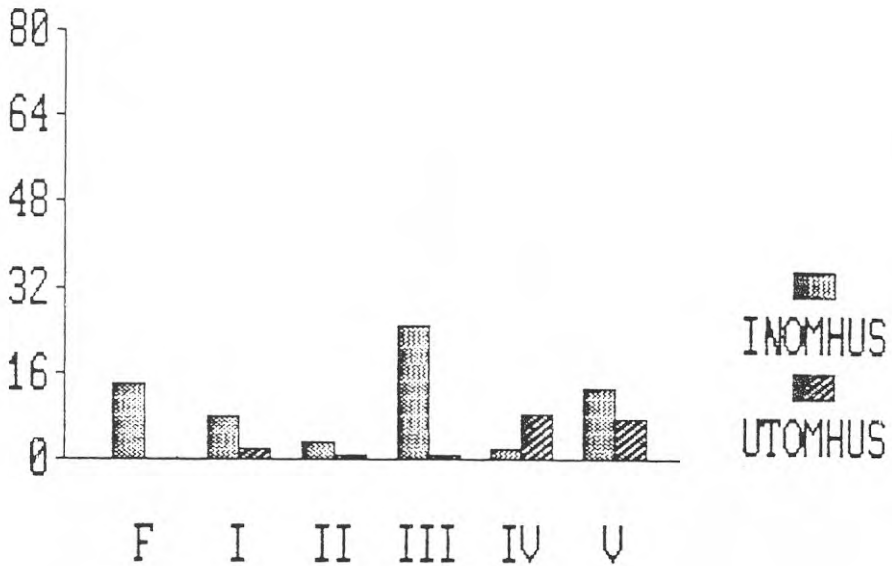
DIFFUSIONSPROV
PROVTAGNINGSDATUM: ATD-50 880208-880212
FORMALDEHYD 880208-880210-880212
PROVTAGNINGSTID: ATD-50 5760 MINUTER
FORMALDEHYD 2884 MINUTER

TABELL TILL LUFTPROFILEN:

OMRADE	INOMHUS		UTOMHUS	
	AREA	LP	AREA	LP
F		11		
I	2.46		0	
II	4.42		.45	
III	50.19		2.64	
IV	2.29		0	
V	0		0	

REFERENSAKTOR*1000=433/214941*1000
Formaldehydhalten i tabellen ovan anges i ppb.

Luftprofil i lekrum 215 i Molntappen
- 15 månader gammal byggnad
i maj 1988



VENTILATIONSINSTÄLLNING NR 9.
VATTENBUREN VÄRME OCH FT-VENTILATION, 3 RV/H
MOLNTAPPEN
AKTIVITET: fullverksamhet, AVKLINGNING
ALLRUM 1 NR 215

DIFFUSIONSPROV
PROVTAGNINGSDATUM: ATD-50 880502-880506
FORMALDEHYD 880502-880504-880506
PROVTAGNINGSTID: ATD-50 5764 MINUTER
FORMALDEHYD 2885 MINUTER

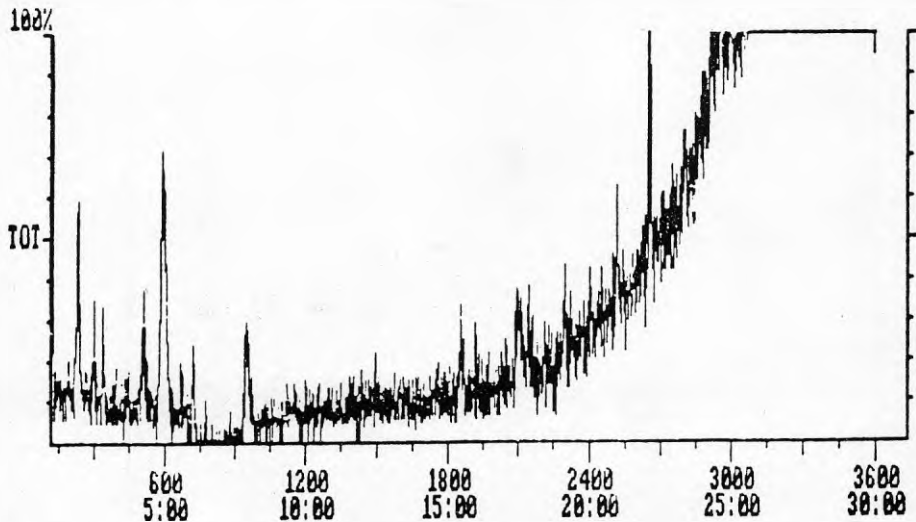
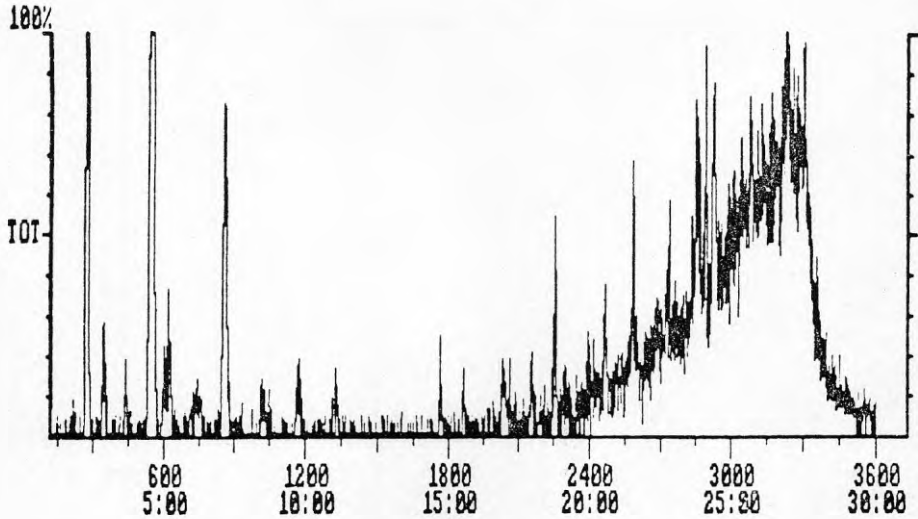
TABELL TILL LUFTPROFILEREN:

OMRADE	INOMHUS		UTOMHUS	
	AREA LP	AREA LP	AREA LP	AREA LP
F		14		
I	7,67		1.69	
II	2,96		.53	
III	24,57		.58	
IV	1,99		8.14	
V	13,01		7.34	

REFERENSAKTÖR*1000=433/72756*1000

Formaldehydhalten i tabellen ovan anges i ppb.

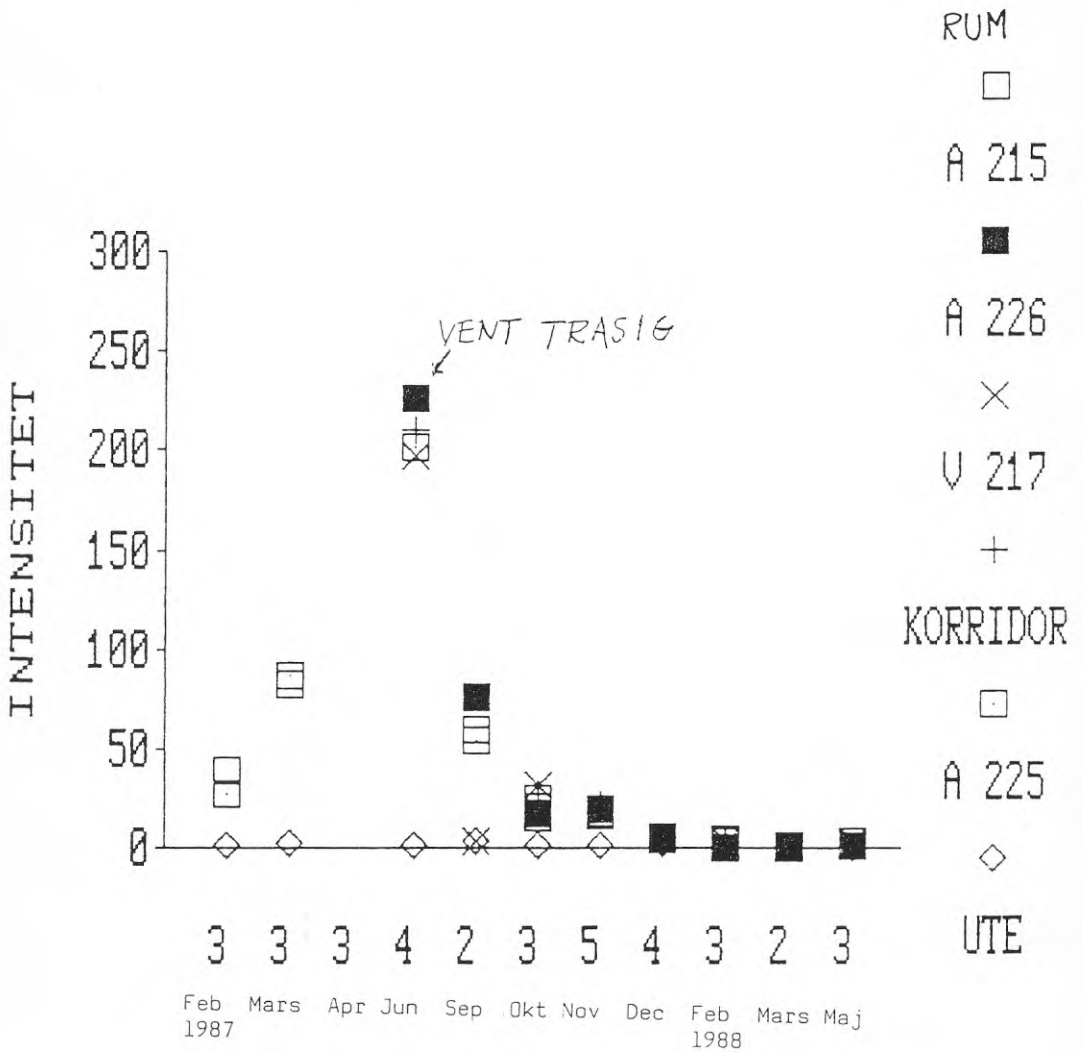
Kromatogram över avklingning under 7 månader



Det översta kromatogrammet är från mätperioden 12-16 oktober 1987 och det understa från mätperioden 2-6 maj 1988. Vid båda tillfällena var ventilationen inställd på viloläge, dvs 3 oms/h. Proverna togs i Allrum 1, rum nr 215.

BILD 9

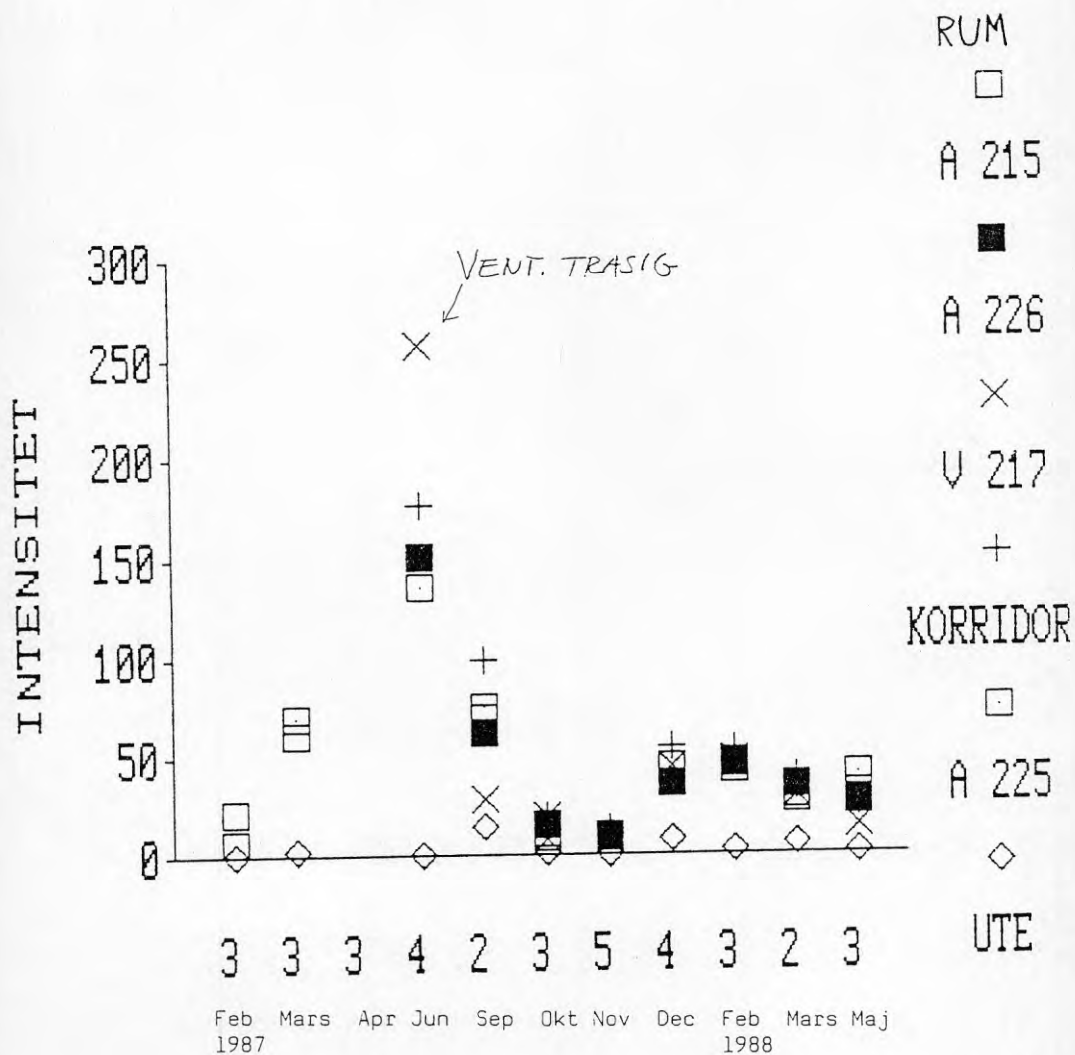
Intensitet VOC över tiden inom stapel II i olika rum i Molntappen



LUFTFLÖDE I RUMSVOLYMER PER TIM

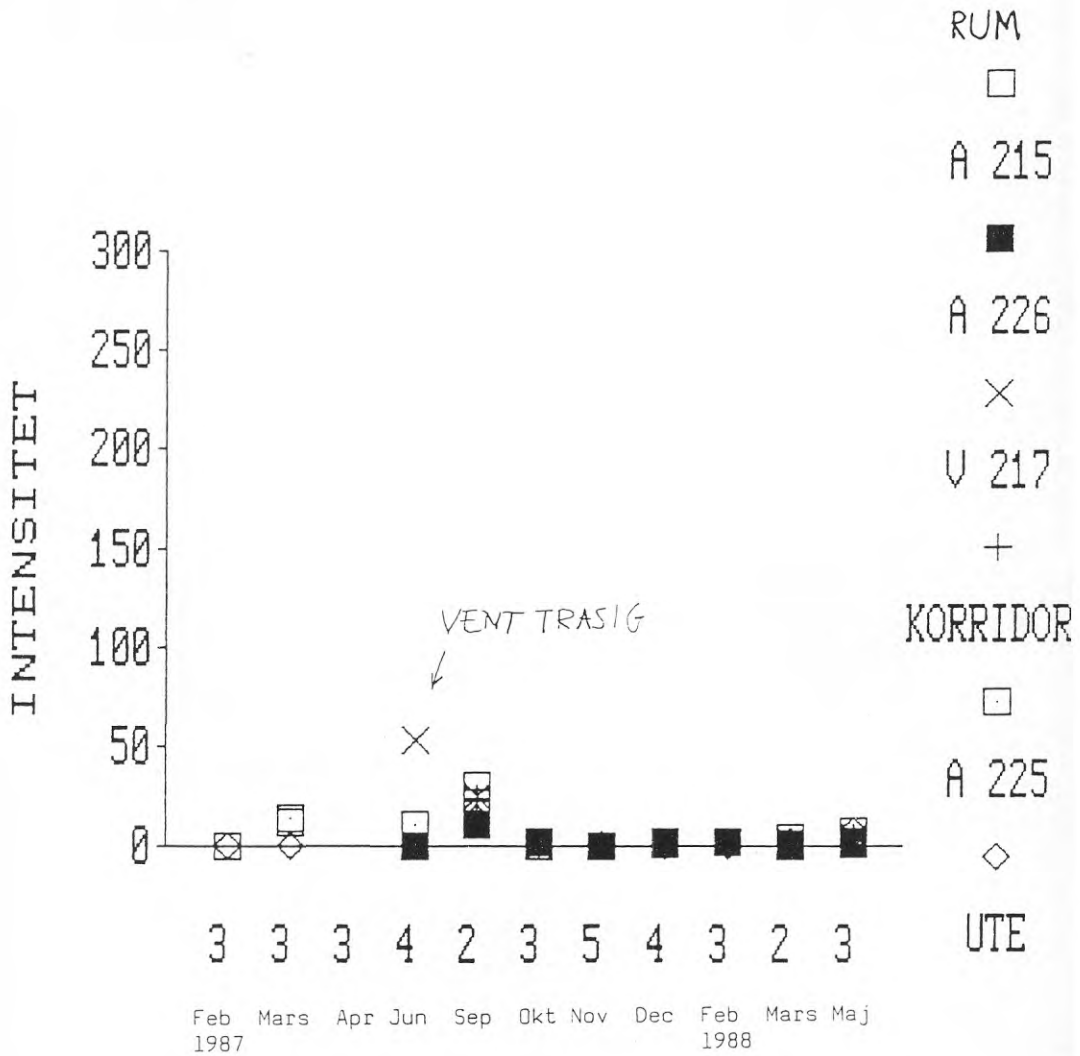
BILD 10

Intensitet VOC över tiden inom stapel III i olika rum i Molntappen



LUFTFLÖDE I RUMSVOLYMER PER TIM

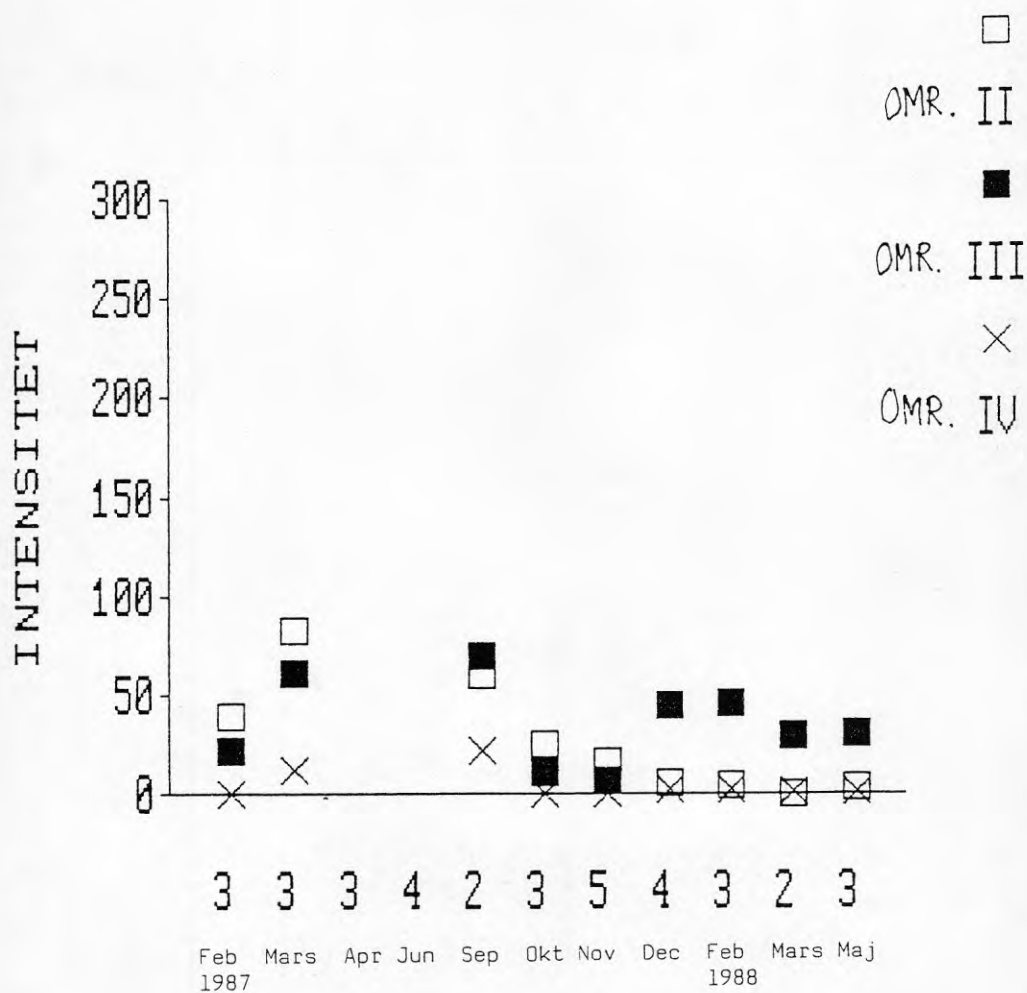
Intensitet VOC över tiden inom stapel IV i olika rum i Molntappen



LUFTFLÖDE I RUMSVOLYMER PER TIM

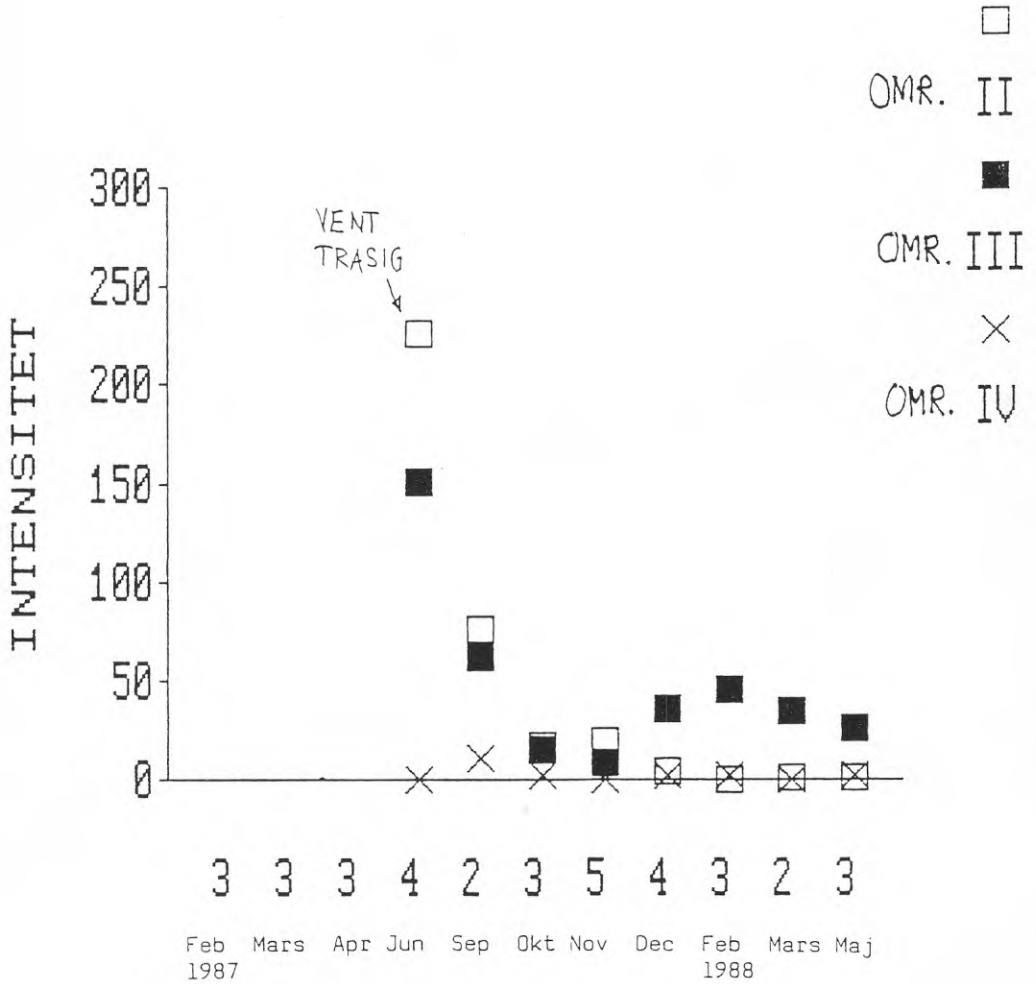
BILD 12

Intensitet VOC över tiden inom stapel II, III och IV
i Allrum 215 i Molntappen



LUFTFLÖDE I RUMSVOLYMER PER TIM

Intensitet VOC över tiden inom stapel II, III och IV
i Allrum 226 i Molntappen



LUFTFLÖDE I RUMSVOLYMER PER TIM

BILD 14

Intensitet VOC över tiden inom stapel II, III och IV
i vilrum 217 i Molntappen

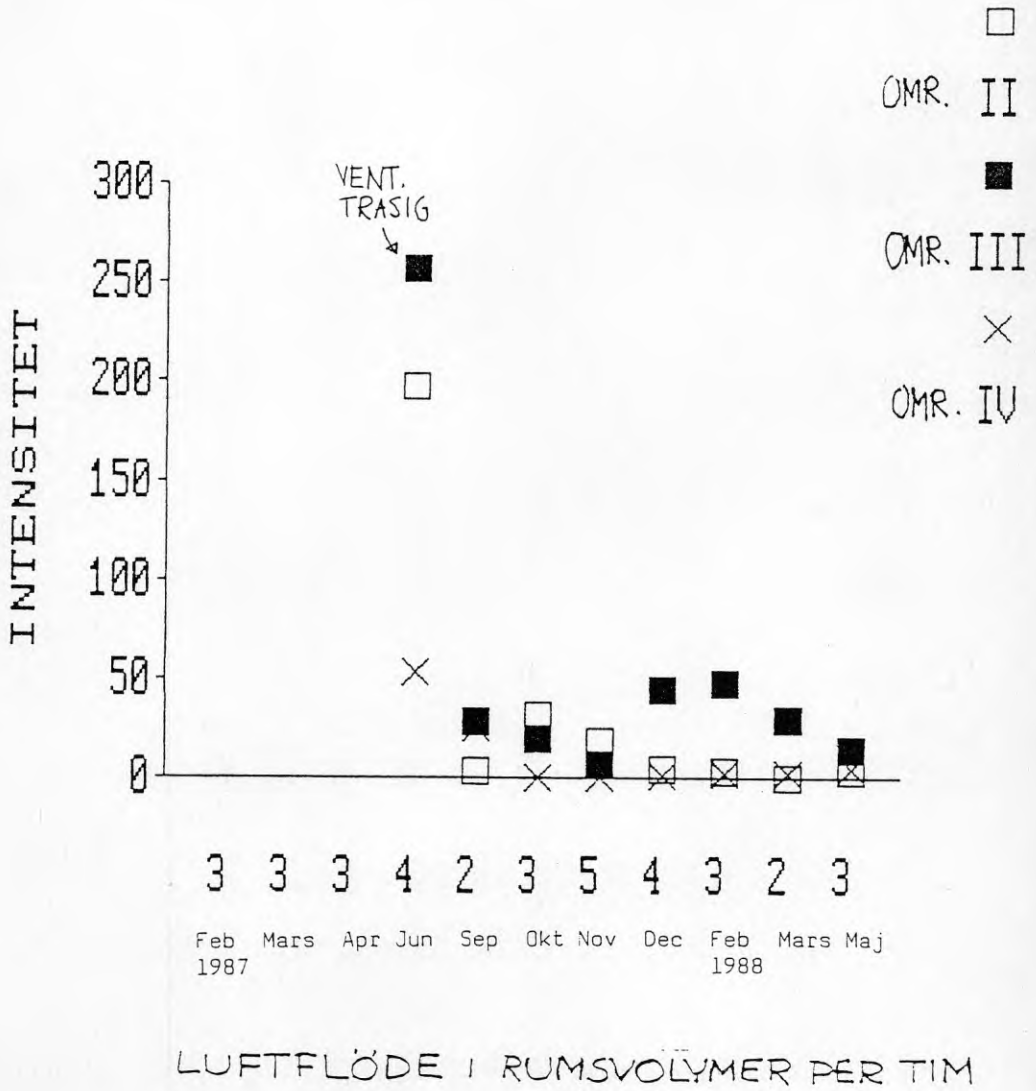


BILD 15

Intensitet VOC över tiden inom stapel II, III och IV utomhus vid Molntappen

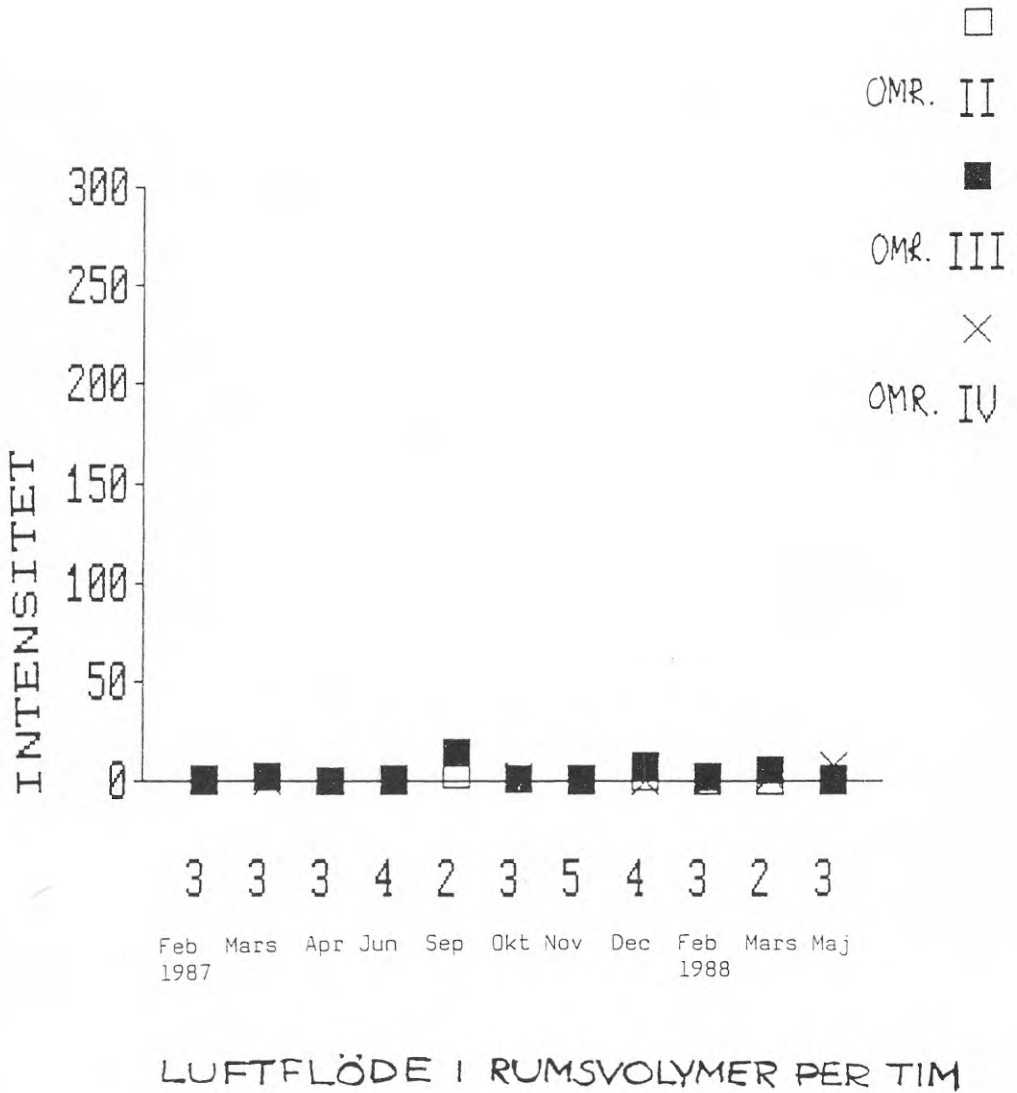
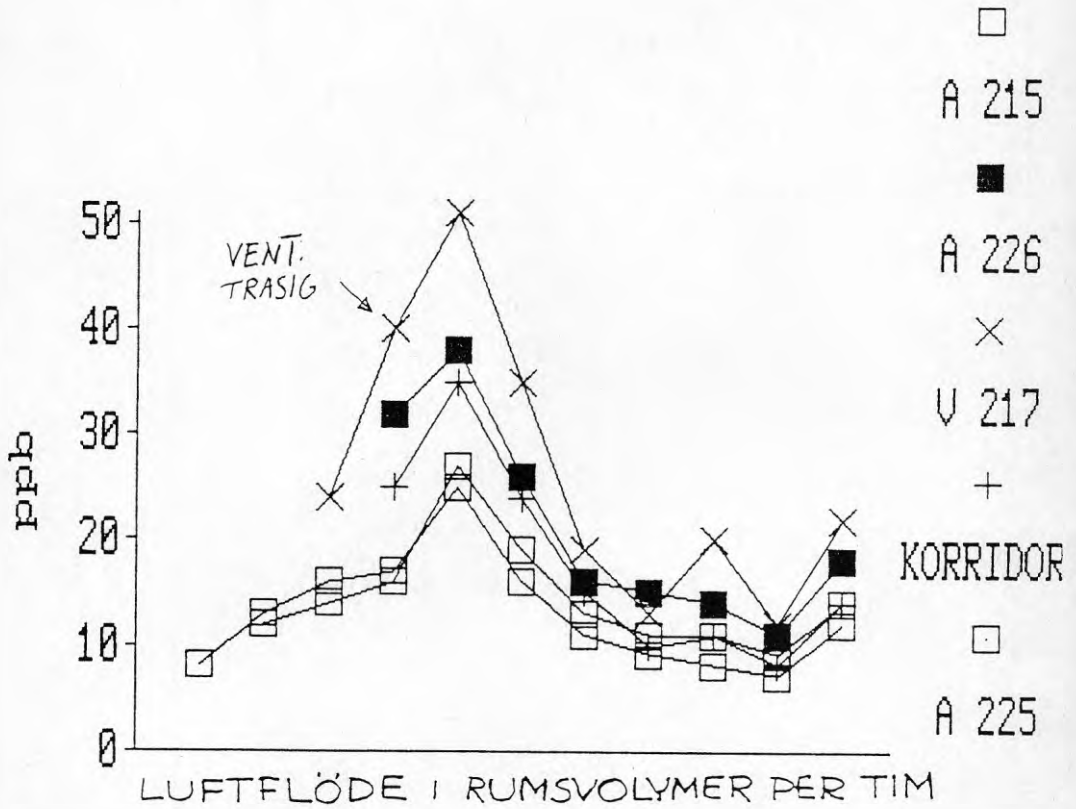


BILD 16

Formaldehydhalt, uttryckt i ppb, över tiden i fem olika ytrymmen i Molntappen



3 3 3 4 2 3 5 4 3 2 3

Feb 1987 Mars April Jun Sep Okt Nov Dec Feb 1988 Mars Maj

RH % : 26 15 18 40 40 45 29 15 22 14 37

Temp. °C : 17 22 20 21 22 21 22 22 22 22 21

Bilaga 6.6:1(4)

Tabell Bil 6.6: Medel- och extremvärden för rumstemperaturer i lekrum i Molntappen och Understen

Period	Utetemperatur °C		Molntappen						Understen					
	Bromma	Normalår	Rumstemperatur Rum 215			Rumstemperatur Rum 226			Rumstemperatur Rum 216			Rumstemperatur Rum 225		
			Medel	Max	Min	Medel	Max	Min	Medel	Max	Min	Medel	Max	Min
1987 mars	-4	-1	21			21,9								
vår 1987	7	7	20,6			22,2								
som 1987	14	16	21,4			22,9								
höst 1987	10	9	20,9			22,3								
vint 87-88	1	-1	21,1			22								
vår 1988	8	7	21,7			22,2								
som 1988	17	16	20,5	27	18	22,4	30	19						
höst 1988	9	9	20,3	25	18	21,7	24	20						
vint 88-89	1	-1	20,6	26	18	21,5	27	20	23	25	19	22,2	23	18
vår 1989	9	7	20,2	26	17	22,4	28	18	22,6	29	20	21,5	27	18
som 1989	16	16	21,5	28	18	23	28	18	23,1	31	17	23,1	31	20
höst 1989	10	9	20,4	22	19	21,2	25	19	21,1	23	19	21,6	25	20
nov-dec 89	-1	1	21	24	20	21,6	25	19	21,2	24	20	22	24	19

Diagram Bil 6.6 Ute

UTETEMPERATUR

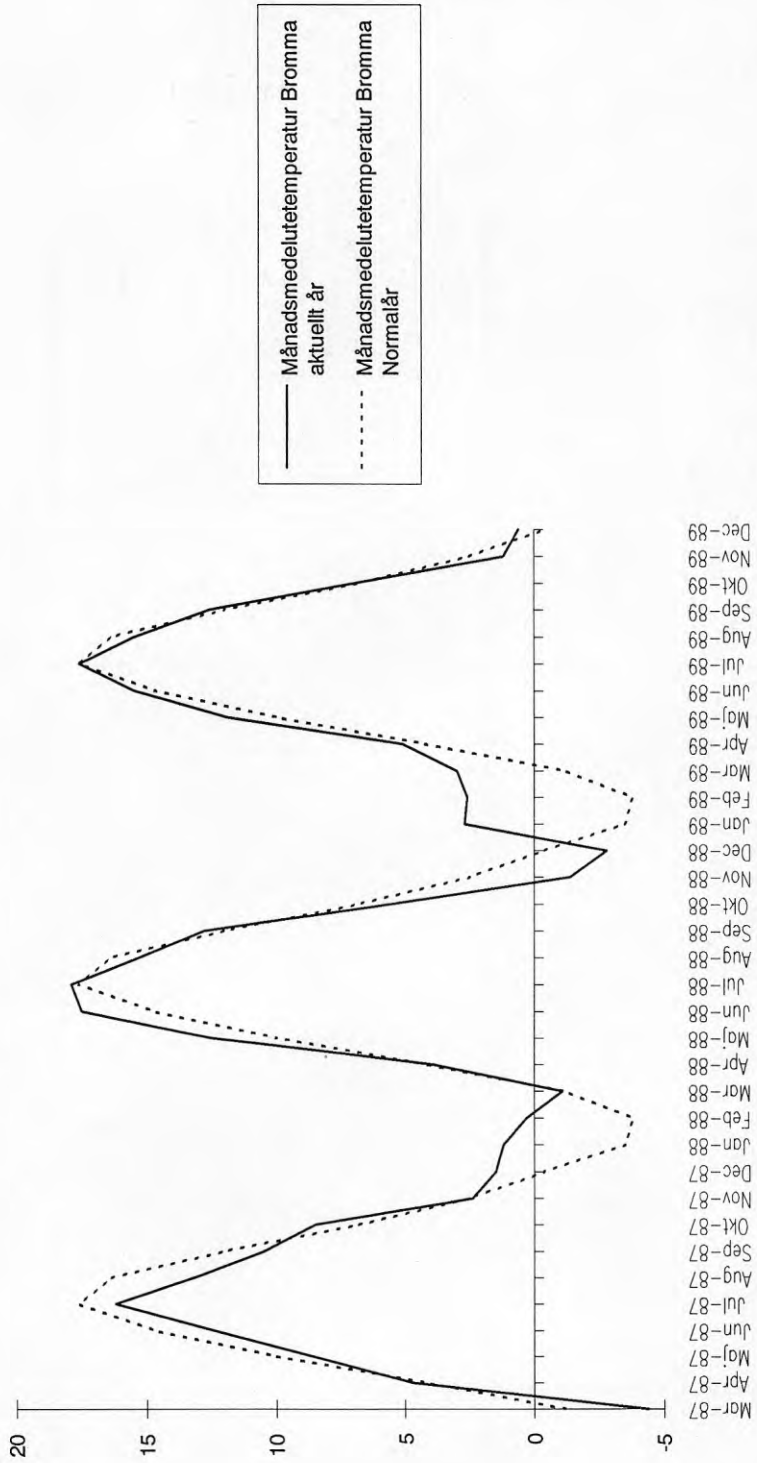


Diagram Bil 6.6 Molntappen

MOLNTAPPEN

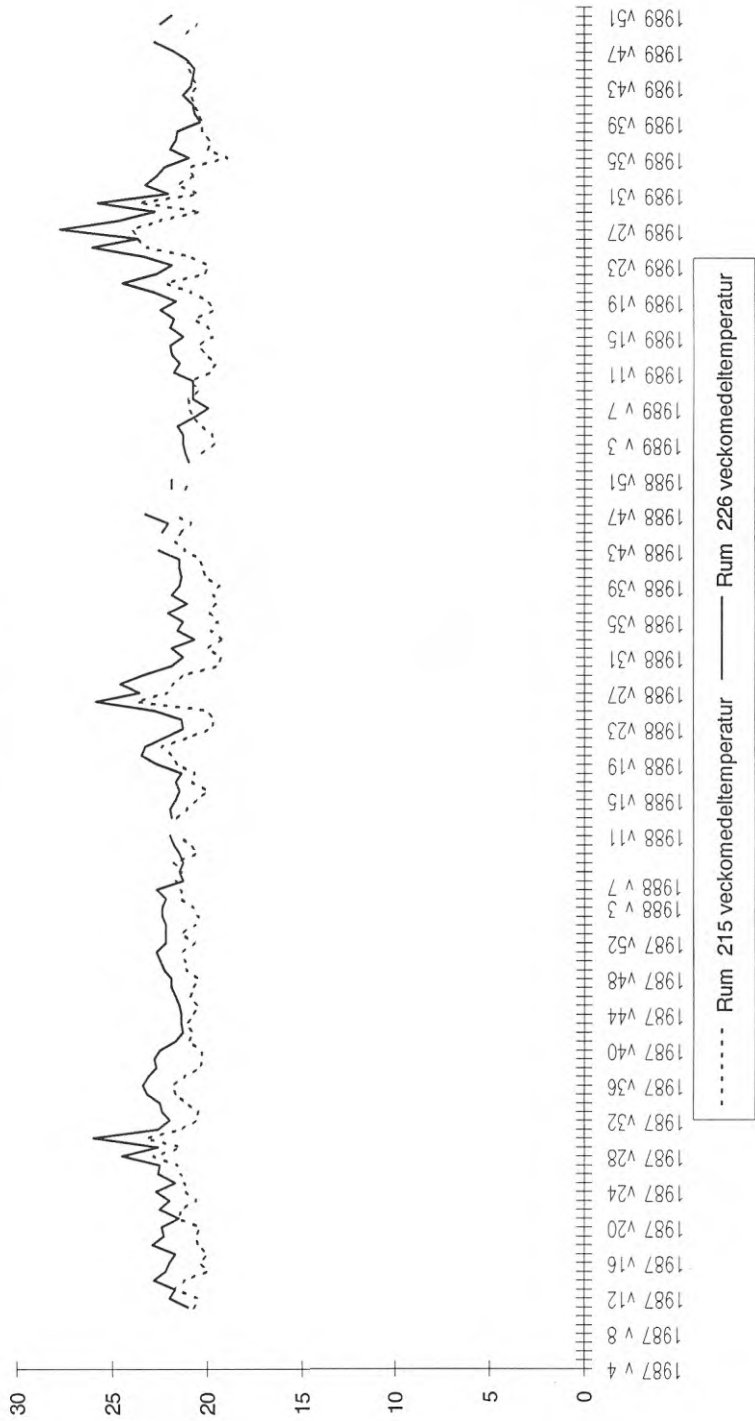
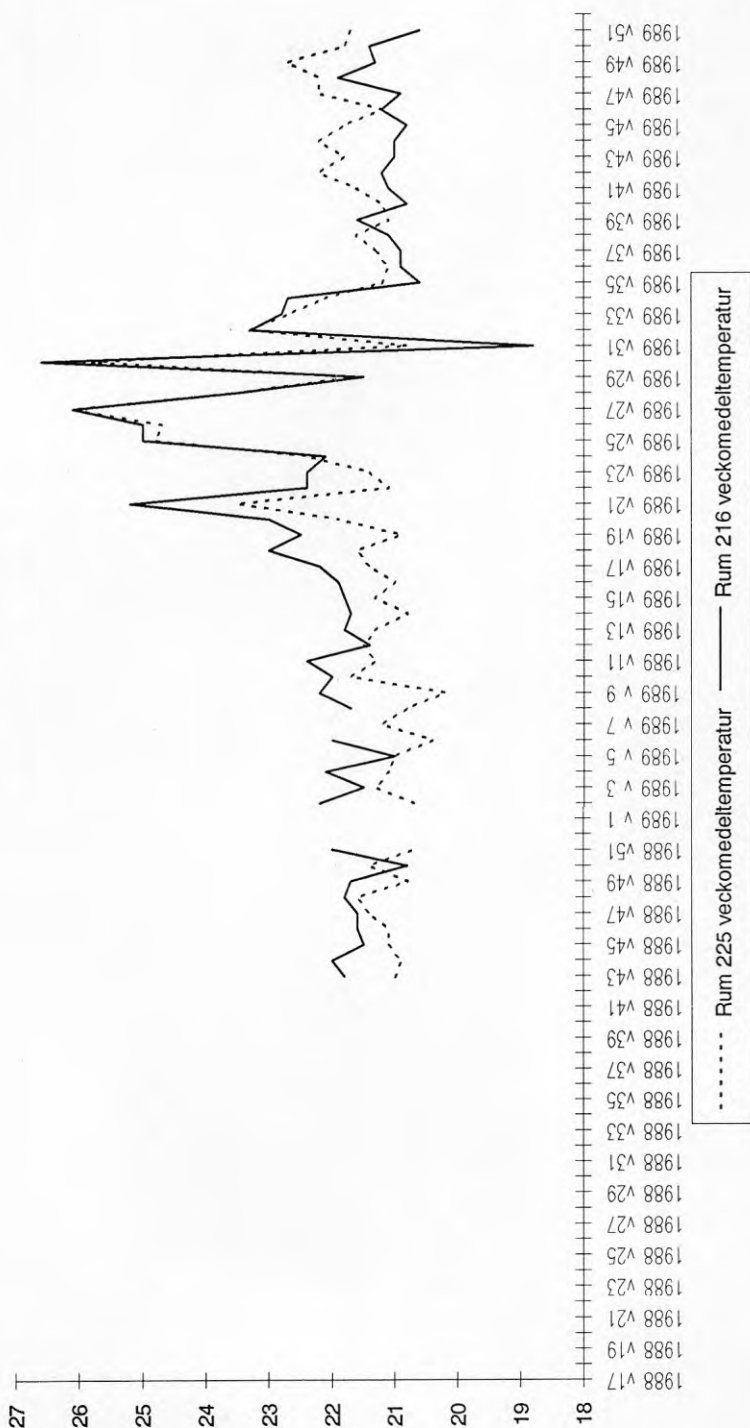


Diagram Bil 6.6 Understen

UNDERSTEN



Bilaga 6.7:1(3)

Tabell Bil 6.7: Medel- och extremvärden för relativ luftfuktighet i lekrum i Molntappen och Understen.

Period	Molntappen						Understen					
	RH % Rum 215			RH % Rum 226			RH % Rum 216			RH % Rum 225		
	Medel	Max	Min	Medel	Max	Min	Medel	Max	Min	Medel	Max	Min
vår 1987	27			27								
som 1987	47			45								
höst 1987	43			42								
vint 87-88	20			25								
vår 1988	24			27								
som 1988	47-74	88	30	44-62	82	32						
höst 1988	27-53	70	12	30-56	65	18						
vint 88-89	19-30	35	8	20-33	45	13	26-45	58	15	35-54	64	18
vår 1989	24-40	48	13	25-41	49	17	31-49	54	22	42-60	73	30
som 1989	38-58	72	25	36-53	68	25	Fel på termohygrografen					
höst 1989	34-54	72	23	34-53	74	27	25-53	68	22	25-54	66	16
nov-dec-89	23-37	47	13	Fel på termohygrografen			21-37	52	10	18-32	47	5

Diagram Bil 6.7 Mointappen

MOLNTAPPEN

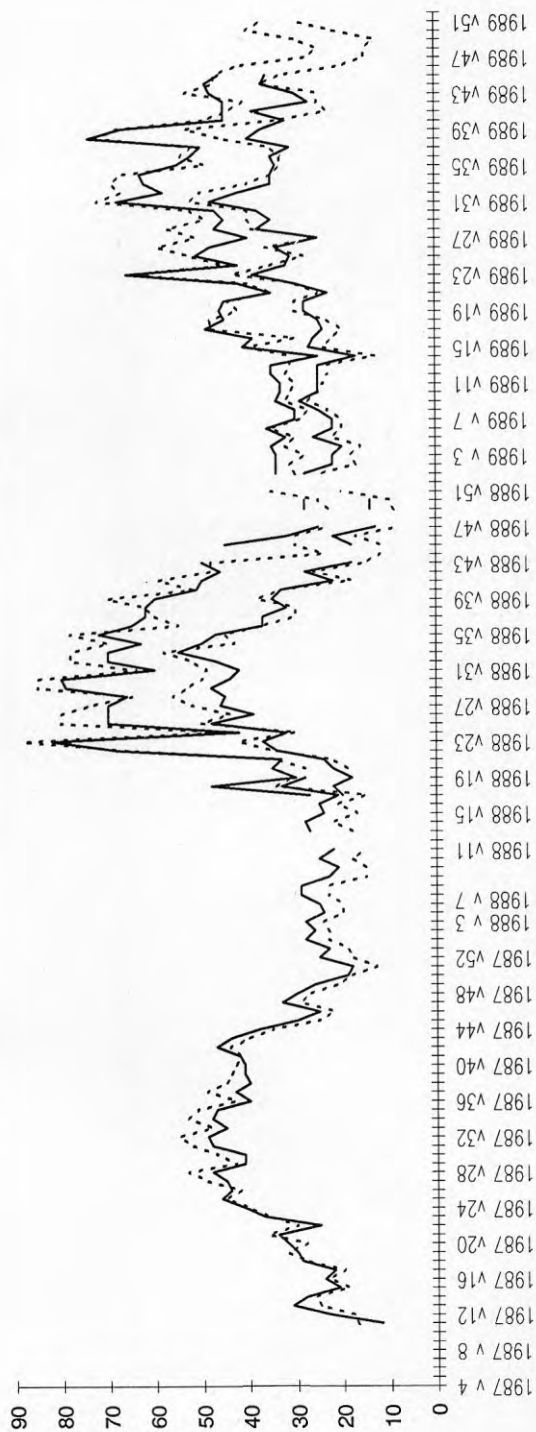
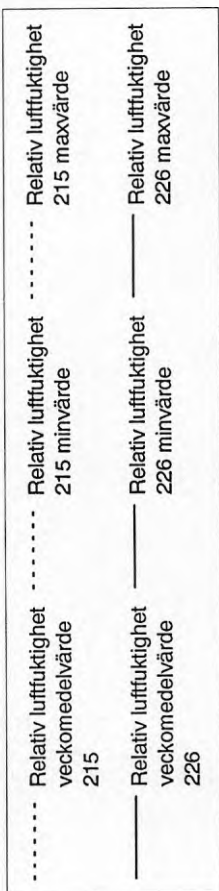
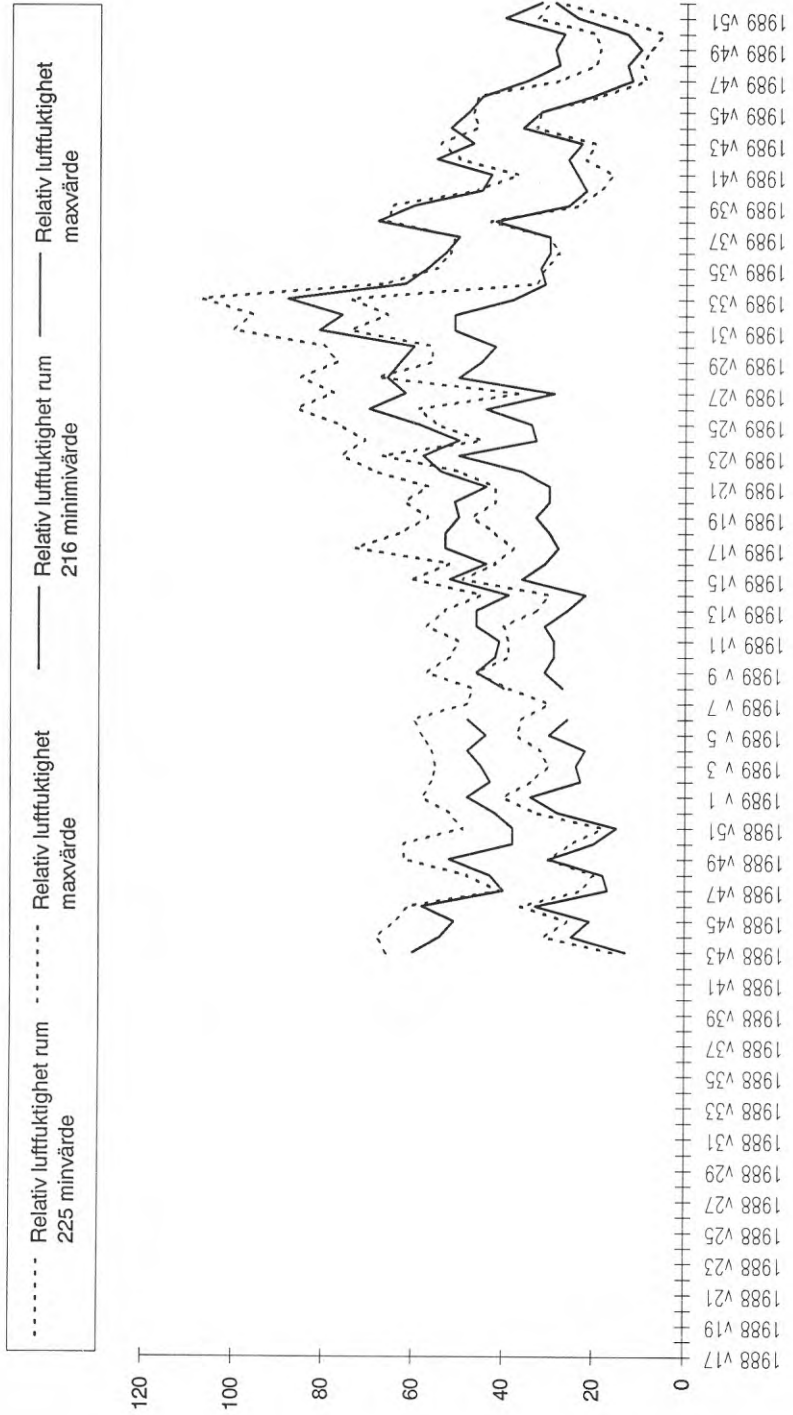


Diagram Bil 6.7 Understen

UNDERSTEN



Bilaga 6.8:1(3)

Tabell Bil 6.8: Medel- och extremvärden för tilluftstemperaturer i lekrum i Molntappen och Understen.

Period	Molntappen			Understen		
	Tilluftstemperatur °C Rum 215			Tilluftstemperatur °C Rum 216		
	Medel	Max	Min	Medel	Max	Min
1987 mars	19,3	22	16,2			
vår 1987	19,1	22,7	17,3			
som 1987	20,5	23,5	19,5			
höst 1987	19,4	21	18,4			
vint 87-88	18,4	19,6	17,9			
vår 1988	19,7	24,8	18			
som 1988	21	25	18,3			
höst 1988	20	23	18			
vint 88-89	20,3	23,7	18	19,2	20,3	14
vår 1989	21,6	25	19	21,5	20,3	14
som 1989	23,8	28	21,3	24	29,5	19,8
höst 1989	21,3	22,7	20	19,3	22,6	17,8
nov-dec-89	19	20	17,4	17	17,7	15

Diagram Bil 6.8 Molntappen

TILLUFTSTEMPERATUR MOLNTAPPEN

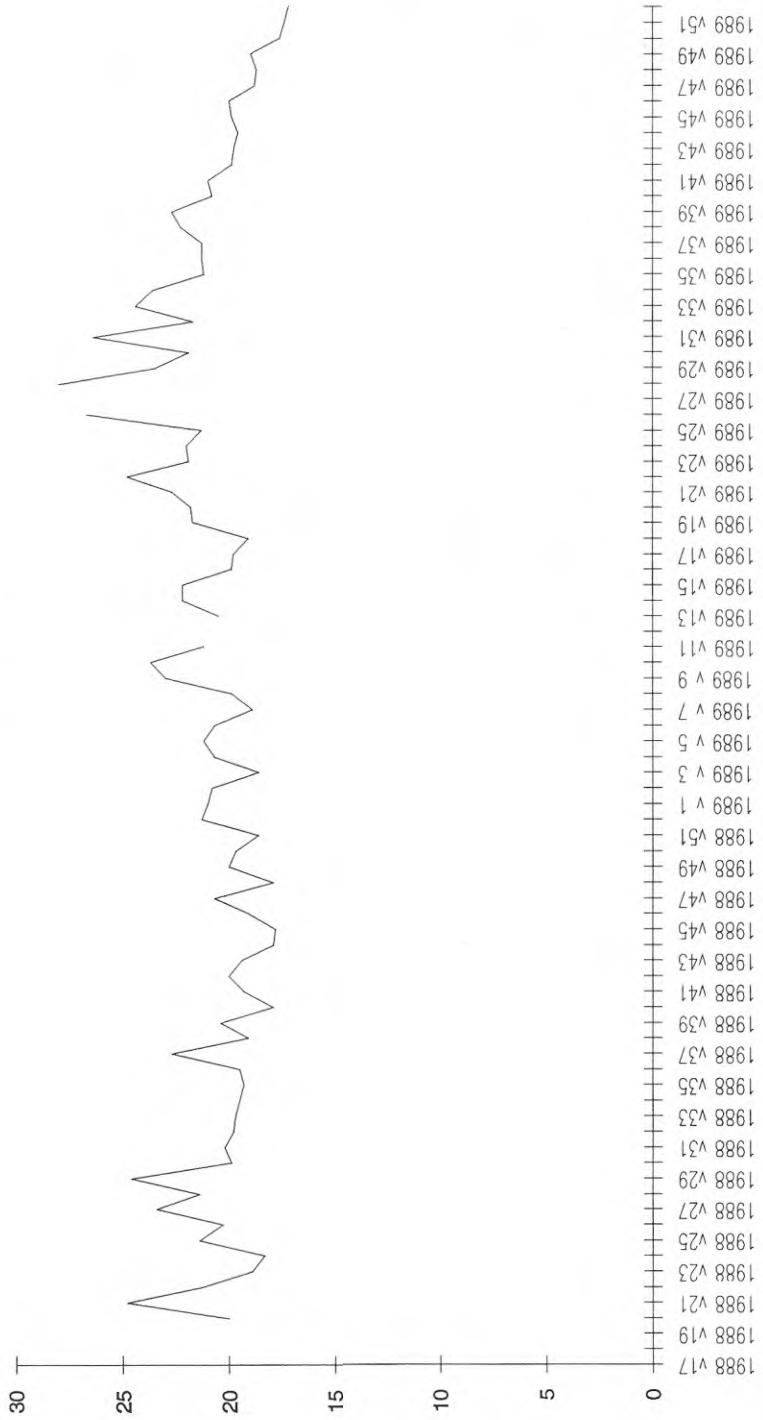
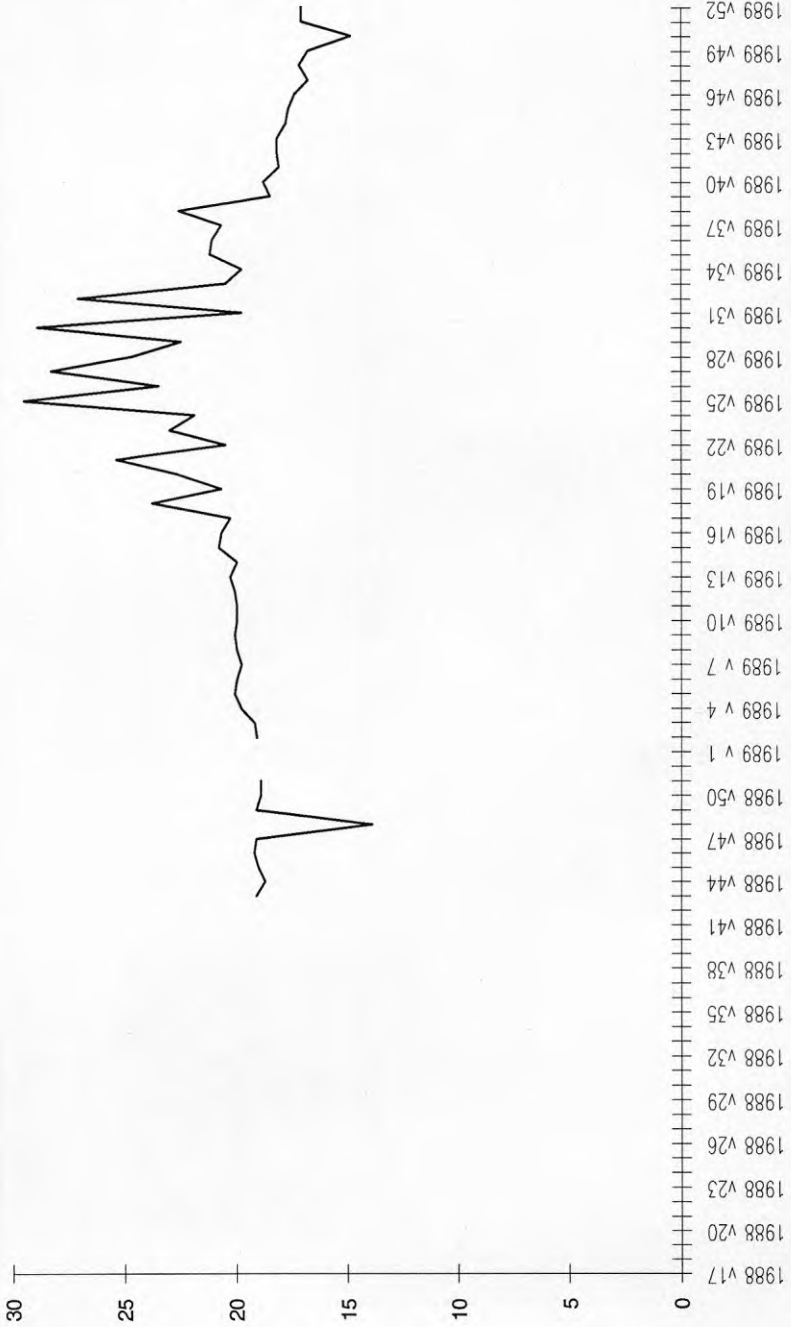


Diagram Bil 6.8 Understen

TILLUFTSTEMPERATUR UNDERSTEN



Bilaga 6.9:1(3)

LUFTHASTIGHET I METER PER SEKUND PÅ OLIKA PLATSER OCH HÖJDER I ALLRUM

	87-06-11		87-10-02		88-02-12		88-06-03	
Läge för mätpunkter	Vattenburet		Vattenburet		Vattenburet		Luftburet	
	4 rv/h		2 rv/h		3 rv/h		0 % återluft	
	medel	max	medel	max	medel	max	medel	max

Molntappen Rum 215

Mitt i rummet

10 cm från golv	0,11	0,17	0,10	0,16	0,05	0,09	0,29	0,35
60 cm från golv	0,15	0,19	0,08	0,10	0,10	0,13	0,14	0,21
170 cm från golv	0,05	0,08	0,07	0,16	0,10	0,15	0,09	0,11

Vid fönster

10 cm från golv	0,12	0,15	0,07	0,10	0,15	0,18	0,25	0,30
60 cm från golv	0,13	0,16	0,10	0,17	0,16	0,19	0,15	0,24
170 cm från golv	0,05	0,11	0,07	0,12	0,14	0,17	0,13	0,18

Vid ytterhörn

10 cm från golv	0,02	0,04	0,01	0,04	0,09	0,12	0,19	0,23
60 cm från golv	0,06	0,10	0,05	0,07	0,05	0,08	0,10	0,14
170 cm från golv	0,06	0,11	0,04	0,08	0,02	0,04	0,11	0,22

Molntappen rum 226

Mitt i rummet

10 cm från golv	0,24	0,27	0,08	0,11	0,11	0,14	0,23	0,26
60 cm från golv	0,11	0,14	0,13	0,20	0,09	0,14	0,18	0,21
170 cm från golv	0,09	0,12	0,07	0,11	0,10	0,14	0,09	0,13

Vid fönster

10 cm från golv	0,12	0,16	0,08	0,12	0,16	0,23	0,13	0,16
60 cm från golv	0,15	0,22	0,07	0,10	0,18	0,21	0,16	0,25
170 cm från golv	0,17	0,27	0,05	0,09	0,10	0,11	0,12	0,21

Vid ytterhörn

10 cm från golv	0,04	0,07	0,09	0,12	0,11	0,13	0,01	0,05
60 cm från golv	0,06	0,09	0,09	0,10	0,05	0,07	0,06	0,10
170 cm från golv	0,06	0,08	0,08	0,13	0,05	0,07	0,03	0,10

Bilaga 6.9:2(3)

LUFTHASTIGHET I METER PER SEKUND PÅ OLIKA PLATSER OCH HÖJDER I ALLRUM

	88-10-27		89-01-12		89-12-11	
Läge för mätpunkter	Luftburet		Luftburet		Vattenburet	
	0 % återluft		60 % återluft		3 rv/h	
	medel	max	medel	max	medel	max

Molntappen Rum 215

Mitt i rummet

10 cm från golv	0,23	0,29	0,22	0,26	0,06	0,13
60 cm från golv	0,07	0,13	0,08	0,14	0,07	0,12
170 cm från golv	0,07	0,09	0,08	0,11	0,21	0,28

Vid fönster

10 cm från golv	0,16	0,20	0,14	0,20	0,12	0,18
60 cm från golv	0,10	0,17	0,08	0,17	0,14	0,18
170 cm från golv	0,09	0,15	0,04	0,08	0,13	0,18

Vid ytterhörn

10 cm från golv	0,18	0,22	0,19	0,21	0,10	0,17
60 cm från golv	0,07	0,15	0,07	0,11	0,10	0,13
170 cm från golv	0,08	0,15	0,05	0,09	0,05	0,08

Molntappen rum 226

Mitt i rummet

10 cm från golv	0,24	0,31	0,01	0,07	0,09	0,16
60 cm från golv	0,12	0,16	0,03	0,06	0,04	0,08
170 cm från golv	0,08	0,11	0,07	0,10	0,17	0,25

Vid fönster

10 cm från golv	0,16	0,23	0,16	0,23	0,17	0,23
60 cm från golv	0,18	0,23	0,13	0,20	0,16	0,24
170 cm från golv	0,13	0,29	0,27	0,33	0,14	0,17

Vid ytterhörn

10 cm från golv	0,03	0,08	0,02	0,05	0,00	0,01
60 cm från golv	0,01	0,06	0,09	0,14	0,03	0,07
170 cm från golv	0,04	0,07	0,06	0,09	0,03	0,05

Bilaga 6.9:3(3)

LUFTHASTIGHET I METER PER SEKUND PÅ OLIKA PLATSER OCH HÖJDER I ALLRUM

	89-02-02	89-06-21		
	Vattenburet	Vattenburet		
Läge för mätpunkter	3 rv/h	3 rv/h		
	medel max	medel max		

Understen Rum 216

Mitt i rummet

10 cm från golv	0,08	0,10	0,09	0,10
60 cm från golv	0,04	0,06	0,07	0,09
170 cm från golv	0,04	0,08	0,01	0,03

Vid fönster

10 cm från golv	0,01	0,03	0,06	0,15
60 cm från golv	0,11	0,15	0,17	0,22
170 cm från golv	0,06	0,09	0,08	0,15

Vid ytterhörn

10 cm från golv	0,00	0,03	0,06	0,09
60 cm från golv	0,01	0,06	0,03	0,07
170 cm från golv	0,02	0,07	0,01	0,05

Understen rum 225

Mitt i rummet

10 cm från golv	0,12	0,17	0,10	0,13
60 cm från golv	0,05	0,14	0,01	0,04
170 cm från golv	0,06	0,09	0,04	0,10

Vid fönster

10 cm från golv	0,01	0,04	0,05	0,08
60 cm från golv	0,04	0,09	0,04	0,08
170 cm från golv	0,12	0,21	0,03	0,06

Vid ytterhörn

10 cm från golv	0,05	0,08	0,18	0,20
60 cm från golv	0,08	0,12	0,03	0,07
170 cm från golv	0,05	0,08	0,02	0,05



MILJÖ- OCH
HÄLSOSKYDDSFÖRVALTNINGEN
Tekniska avdelningen
Katinka Almrén

Daghemmet Understen
Vikstensvägen 28-30

121 56 JOHANNESHÖV

Mätning av lufthastigheter den 4 och 5 januari 1990 i allrum 225

Ventilation: Deplacerande don Tillufttemperatur: + 17,3 °C
Tilluftflöde: 340 m³/h Lufttemperatur: + 19,0 °C

Instrument: Brüel & Kjaer, Klimatanalysator typ 1213

Medelvärde av lufthastigheten under tre minuter i olika punkter på tre
././. höjder. Mätpunkternas placering se bifogad skiss.

Punkt	Avstånd till don	0,1 m över golv	0,6 m över golv	1,1 m över golv
A	0,5 m	0,10	0,05	0,05
B	0,5 m	0,16	0,06	0,01
C	0,5 m	0,20	0,06	0,02
D	1,0 m	0,17	0,06	0,01
E	1,0 m	0,26	0,12	0,01
F	1,0 m	0,11	0,04	0,02
G	1,5 m	0,21	0,08	0,04
H	1,5 m	0,30	0,08	0,01
I	1,5 m	0,13	0,06	0,00
J	2,0 m	0,20	-	-
K	2,0 m	0,30	0,07	0,01
L	2,0 m	0,13	-	-
M	2,5 m	0,19	-	-
N	2,5 m	0,25	-	-
O	2,5 m	0,14	-	-
P	3,0 m	0,18	-	-
Q	3,0 m	0,21	-	-
R	3,0 m	0,12	-	-
S	3,5 m	0,16	-	-
T	3,5 m	0,18	-	-
U	3,5 m	0,10	-	-
V	4,0 m	0,13	-	-
X	4,0 m	0,16	-	-
Y	4,0 m	-	-	-
Z	4,5 m	0,12	-	-
Ä	4,5 m	0,13	-	-
Å	4,5 m	-	-	-

Bilaga 6.10:2(3)



MILJÖ- OCH
HÄLSOSKYDDSFÖRVALTNINGEN
Tekniska avdelningen
Katinka Almrén

Daghemmet Understen
Vikstensvägen 28-30

121 56 JOHANNESHOV

Mätning av lufthastigheter den 4 och 5 januari 1990 i allrum 226

Ventilation: Deplacerande don Tillufttemperatur: + 17,4 °C
Tilluftflöde: 250 m³/h Lufttemperatur: + 20,4 °C

Instrument: Brüel & Kjaer, Klimatanalysator typ 1213

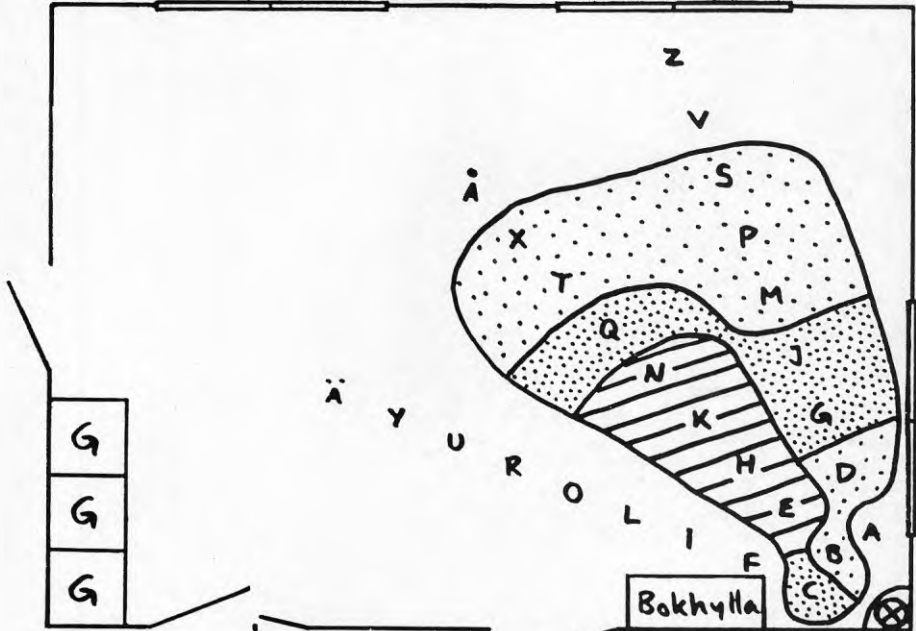
Medelvärde av lufthastigheten under tre minuter i olika punkter på tre höjder. Mätpunkternas placering se bifogad skiss.

Punkt	Avstånd till don	0,1 m över golv	0,6 m över golv	1,1 m över golv
A	0,5 m	0,12	0,03	0,01
B	0,5 m	0,11	0,03	0,01
C	0,5 m	0,16	0,01	0,01
D	1,0 m	0,23	0,01	0,01
E	1,0 m	0,22	0,01	0,00
F	1,0 m	0,26	0,02	0,01
G	1,5 m	0,18	0,01	0,01
H	1,5 m	0,18	0,01	0,02
I	1,5 m	0,20	0,04	0,03
J	2,0 m	0,16	-	-
K	2,0 m	0,14	0,03	0,01
L	2,0 m	0,17	-	-
M	2,5 m	0,12	-	-
N	2,5 m	0,13	-	-
O	2,5 m	0,16	-	-
P	3,0 m	0,12	-	-
Q	3,0 m	0,12	-	-
R	3,0 m	0,13	-	-

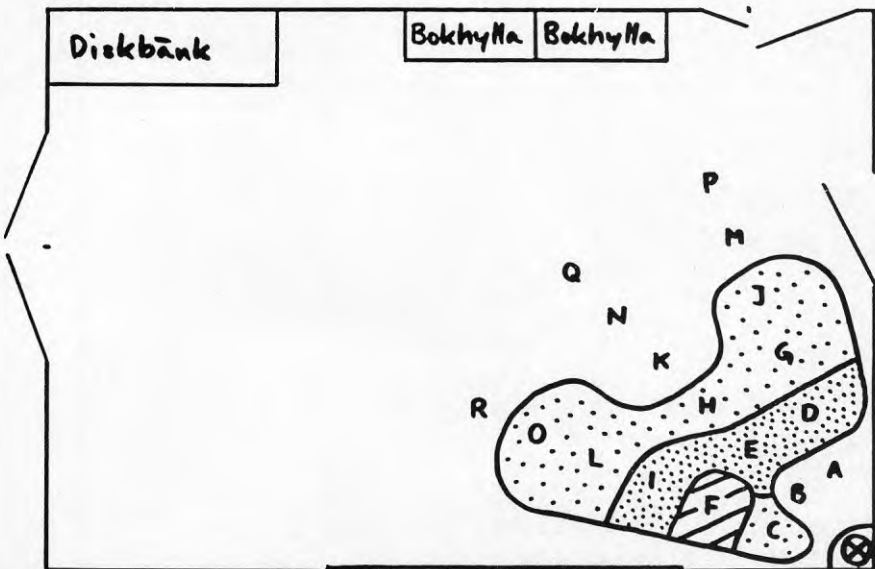
LUFTHASTIGHETER 0,10 m över golv DAGHEMMET UNDERSTEN

- 0 - 0,14 m/s ▤ 0,20 - 0,24 m/s
- ▣ 0,15 - 0,19 m/s ▨ 0,25 - 0,30 m/s

Rum 225



Rum 226



Bilaga 6.11:1(3)

RUMS- OCH OPERATIV TEMPERATUR I GRADER C PÅ OLIKA PLATSER OCH HÖJDER I ALLRUM

	87-06-11	87-10-02	88-02-12	88-06-03
Läge för mätpunkter	Vattenburet 4 rv/h Utetemp +14°C	Vattenburet 2 rv/h Utetemp +11°C	Vattenburet 3 rv/h Utetemp +4°C	Luftburet 0 % återluft Utetemp +11°C

Molntappen Rum 215Mitt i rummet

Rumstemperatur:				
10 cm från golv	21,9	21,7	21,8	19,9
60 cm från golv	21,7	21,7	22,0	19,9
170 cm från golv	21,9	22,0	22,4	19,7
Operativ temperatur	21,6	-	21,8	19,7

Vid fönster

Rumstemperatur:				
10 cm från golv	21,8	21,8	22,2	19,4
60 cm från golv	21,9	21,7	22,3	19,7
170 cm från golv	22,0	21,8	22,2	19,6
Operativ temperatur	21,7	-	21,8	19,4

Vid ytterhörn

Rumstemperatur:				
10 cm från golv	21,9	21,8	21,7	19,5
60 cm från golv	22,0	21,8	22,2	19,6
170 cm från golv	22,0	22,1	22,3	19,6
Operativ temperatur	21,5	-	21,8	19,5

Molntappen rum 226Mitt i rummet

Rumstemperatur:				
10 cm från golv	22,3	23,4	20,9	20,1
60 cm från golv	22,5	23,2	21,0	20,2
170 cm från golv	22,5	23,0	21,3	20,4
Operativ temperatur	22,2	-	21,0	20,0

Vid fönster

Rumstemperatur:				
10 cm från golv	22,3	23,1	21,0	20,4
60 cm från golv	22,3	23,4	21,0	20,8
170 cm från golv	22,5	23,5	21,3	20,7
Operativ temperatur	22,4	-	20,8	20,5

Vid ytterhörn

Rumstemperatur:				
10 cm från golv	22,5	24,1	21,0	20,2
60 cm från golv	22,3	24,0	21,5	20,4
170 cm från golv	22,4	23,9	21,6	20,5
Operativ temperatur	22,2	-	21,1	20,2

Bilaga 6.11:2(3)

RUMS- OCH OPERATIV TEMPERATUR I GRADER C PÅ OLIKA PLATSER OCH HÖJDER I ALLRUM

	88-10-27	89-01-12	89-12-11
Läge för mätpunkter	Luftburet	Luftburet	Vattenburet
	0 % återluft	60 % återluft	3 rv/h
	Utetemp +6°C	Utetemp +2°C	Utetemp -4°C

Molntappen Rum 215Mitt i rummet

Rumstemperatur:			
10 cm från golv	21,1	20,3	20,8
60 cm från golv	21,4	20,3	20,9
170 cm från golv	21,2	20,2	20,4
Operativ temperatur	-	-	20,5

Vid fönster

Rumstemperatur:			
10 cm från golv	21,0	20,3	21,0
60 cm från golv	21,2	20,3	20,8
170 cm från golv	21,2	20,3	21,0
Operativ temperatur	-	-	20,9

Vid ytterhörn

Rumstemperatur:			
10 cm från golv	21,0	20,3	20,3
60 cm från golv	21,1	20,2	20,8
170 cm från golv	21,1	20,3	20,9
Operativ temperatur	-	-	20,1

Molntappen rum 226Mitt i rummet

Rumstemperatur:			
10 cm från golv	21,0	20,3	22,0
60 cm från golv	21,2	20,6	21,9
170 cm från golv	21,0	20,8	21,7
Operativ temperatur	-	-	21,7

Vid fönster

Rumstemperatur:			
10 cm från golv	20,8	20,8	22,0
60 cm från golv	21,3	20,9	21,9
170 cm från golv	21,2	21,1	22,6
Operativ temperatur	-	-	22,4

Vid ytterhörn

Rumstemperatur:			
10 cm från golv	20,6	19,7	21,7
60 cm från golv	20,8	20,1	21,8
170 cm från golv	21,0	20,2	22,2
Operativ temperatur	-	-	21,1

Bilaga 6.11:3(3)

RUMS- OCH OPERATIVTEMPERATUR I GRADER C PÅ OLIKA PLATSER OCH HÖJDER I ALLRUM

	89-02-02	89-06-21
	Vattenburet	Vattenburet
Läge för mätpunkter	3 rv/h	3 rv/h
	Utetemp +5°C	Utetemp +22°C

Understen Rum 216

Mitt i rummet

Rumstemperatur:		
10 cm från golv	19,3	23,6
60 cm från golv	19,6	24,0
170 cm från golv	20,0	24,4
Operativ temperatur	19,5	23,8

Vid fönster

Rumstemperatur:		
10 cm från golv	19,5	23,1
60 cm från golv	19,7	24,0
170 cm från golv	20,0	24,3
Operativ temperatur	19,4	23,8

Vid ytterhörn

Rumstemperatur:		
10 cm från golv	19,4	23,8
60 cm från golv	19,9	23,9
170 cm från golv	20,0	24,3
Operativ temperatur	19,3	23,8

Understen rum 225

Mitt i rummet

Rumstemperatur:		
10 cm från golv	20,0	23,9
60 cm från golv	20,1	24,5
170 cm från golv	20,3	24,4
Operativ temperatur	19,7	24,1

Vid fönster

Rumstemperatur:		
10 cm från golv	20,2	23,9
60 cm från golv	20,1	24,3
170 cm från golv	20,4	24,3
Operativ temperatur	19,7	23,9

Vid ytterhörn

Rumstemperatur:		
10 cm från golv	19,4	23,4
60 cm från golv	20,1	24,1
170 cm från golv	20,3	24,3
Operativ temperatur	19,4	23,8

MOLNTAPPEN

YTTEMPERATUR PÅ GOLV I LEKRUML MED OCH UTAN GOLVÄRMESLINGA °C

Rum	Slinga på 87-03-13 k1 14-16 Klart + 1 °C	Slinga av 87-03-20 k1 9-11 Mulet + 4 °C	Slinga på 87-04-10 k1 14-17 Klart + 15 °C	Slinga av 87-04-24 k1 13-16 Mulet + 5 °C	Slinga på 87-11-20 k1 9-13 Mulet + 1 °C	Slinga av 87-12-04 k1 9-12 Mulet + 1 °C	Slinga på 88-01-29 k1 10-13 Mulet - 2 °C	Slinga av 88-01-28 k1 11-13 Mulet - 1 °C
215 (nordväst)*	20,7	20,3	19,7	20,8	21,4	21,5	21,2	21,1
216 (sydväst)*	21,6	20,1	21,2	20,2	21,9	21,8	21,4	21,0
225 (nordost)*	21,1	21,2	21,8	22,0	21,6	21,2	20,6	20,6
226 (sydost)*	23,0	20,7	22,4	22,5	22,0	21,7	21,7	21,4
Medeltemperatur för de 4 rummen	21,6	20,6	21,4	21,4	21,7	21,6	21,2	21,0

Total medeltemperatur för de fyra rummen vid samtliga måttillfällena med slinga på: 21,5 °C

Total medeltemperatur för de fyra rummen vid samtliga måttillfällena med slinga av: 21,2 °C

Anmärkning: * Anger åt vilka väderstreck fönster är placerade i rummet

UNDERSTEN

YTTEMPERATUR PÅ GOLV I LEKRUM °C

Rum	89-06-22 k1 10-14 Halvkylart + 24 °C	89-01-20 k1 10-14 Halvkylart + 6 °C
215 (nordväst)*	24,7	20,4
216 (sydväst)*	24,7	20,6
225 (sydost)*	24,9	20,3
226 (sydväst)*	26,5	20,7
Medeltemperatur för de 4 rummen	25,1	20,5

Anmärkning: * Anger åt vilka väderstreck fönster är placerade i rummet

Bilaga 6.13

LJUDNIVÅ I DECIBEL (A) I ALLRUM OCH VILRUM FRÅN VENTILATIONEN

Mätplats	Molntappen 90 06 19 systeminst 1 3 rv/h Ljudnivå dB(A)	Molntappen 88 06 03 systeminst 2 5 rv/h Ljudnivå dB(A)	Understen 90 06 19 deplacerande 3 rv/h Ljudnivå dB(A)
Allrum 215	27 - 28	25 - 26	33 - 34
Allrum 216	31 - 32	24 - 25	34
Vilrum 217*	33 - 35	28 - 29	33 - 35
Allrum 225	24 - 25	24 - 25	31 - 33
Allrum 226	26 - 28	27 - 28	29 - 31
Vilrum 227	33 - 34	24 - 25	28 - 29

* Vilrum 217 i båda barnstugorna gränsar till apparatrum.

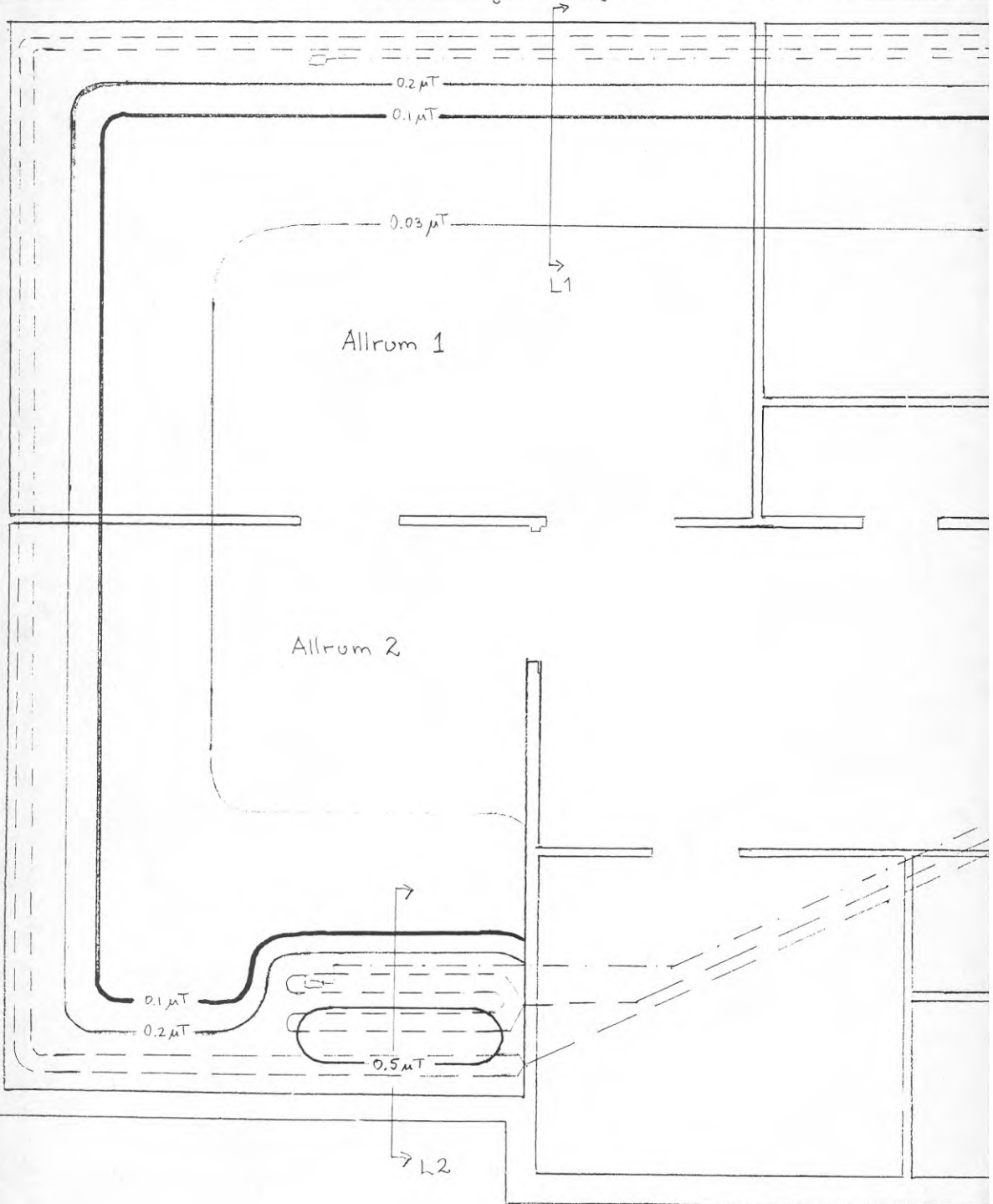
LJUDNIVÅ I DECIBEL (A) I MOLNTAPPENS KÖK FRÅN VENTILATIONEN OCH OLIKA APPARATER

Apparater i drift	Maximal momentan ljudnivå
Inga apparater i drift	44 - 45 dB(A)
Varmluftsgn	58 - 59 dB(A)
Köksfläkt läge III	56 - 57 dB(A)
Köksfläkt läge III + Varmluftsgn	60 - 61 dB(A)

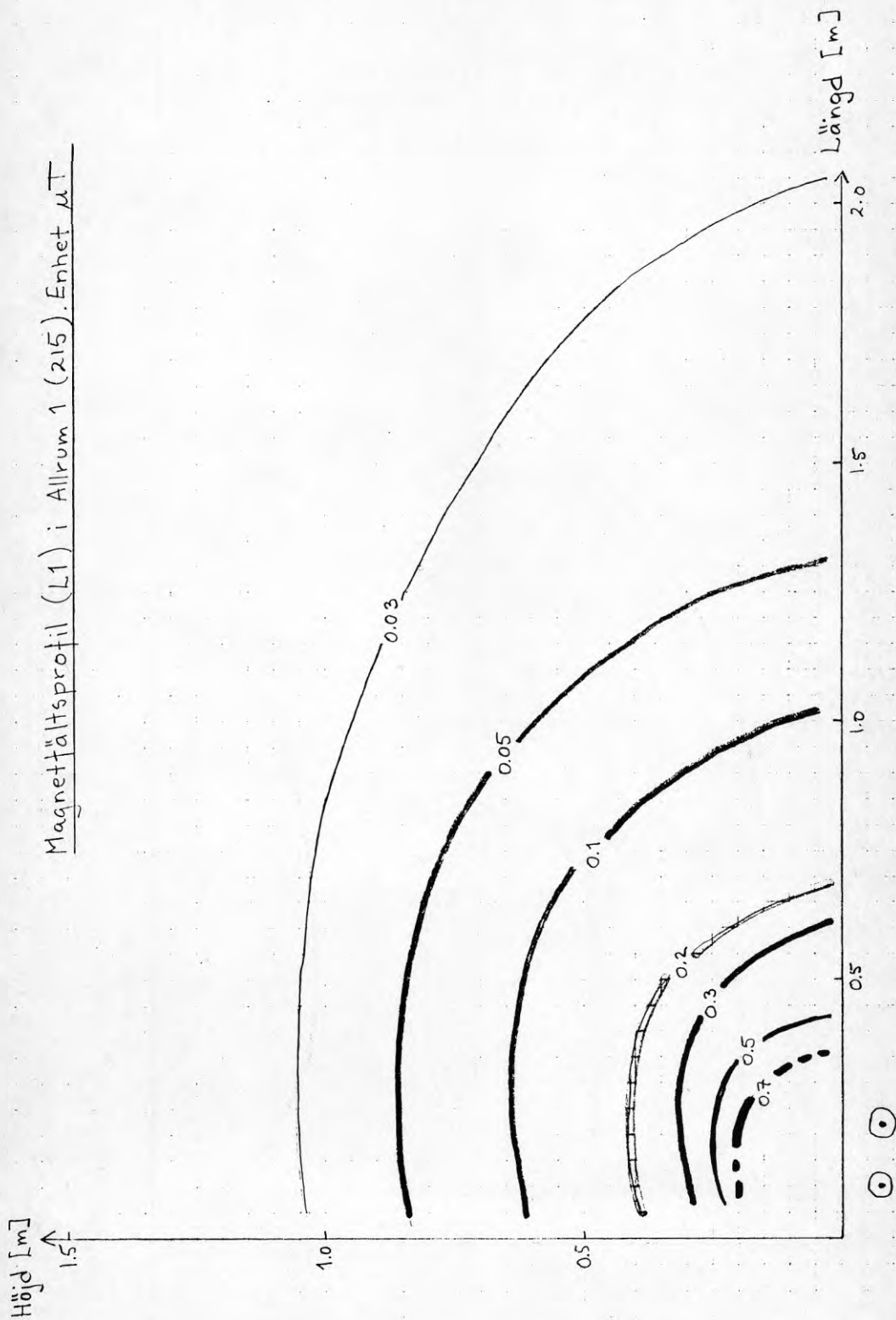
Anmärkning: Kökets normala ventilationen var i drift under mätperioden

Bilaga 6.14:1(3)

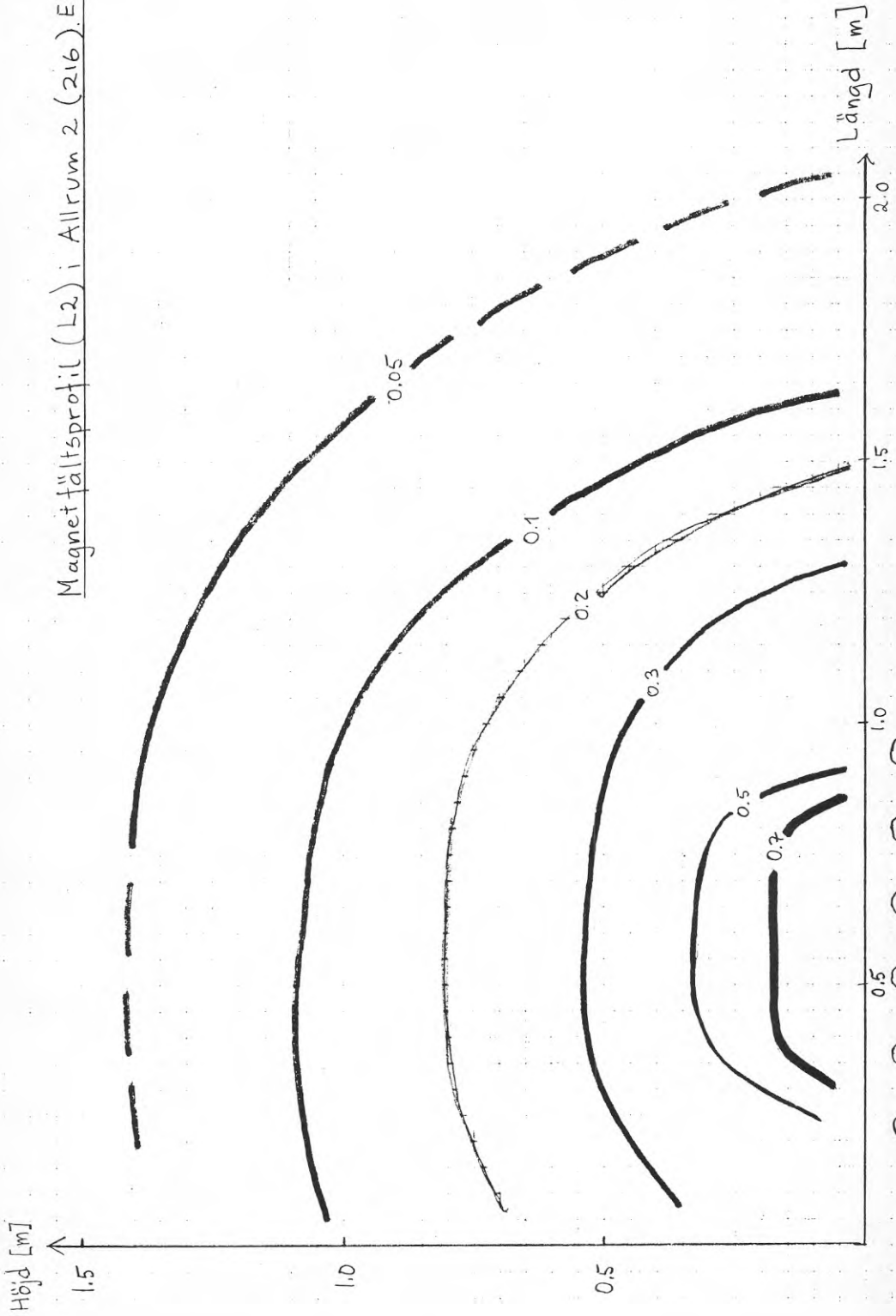
Magnetfält (50 Hz) vid 20 cm över golvet. Bakgrundsnivå 0.02 μT Skala 1:5



Magnetfältprofil (L1) i Allrum 1 (215). Enhet μT



Magnetfältprofil (L2) i Allrum 2 (216). Enhet μT



R12:1992

ISBN 91-540-5422-2

Bygghälsöversynsgruppen, Stockholm

Art.nr: 6812012

Abonnementsgrupp:
W. Installationer
Z. Konstruktioner och material

Distribution:
Svensk Byggtjänst
171 88 Solna

Cirka pris: 110 kr exkl moms