



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

R94:1986

Miljövänlig barnstuga

System- och materialval

Marie Hult

R
9/10

INSTITUTET FÖR BYGGDOKUMENTATION
Accnr
Plac <i>Ser</i>

BYGGDOK

Sankt Eriksgatan 46
112 34 Stockholm
tel: 08-617 74 50
fax: 08-617 74 60

Byggeforskningsrådet

R94:1986

MILJÖVÄNLIG BARNSTUGA

System- och materialval

Marie Hult

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 820520-2
från Statens råd för byggnadsforskning till Stockholms
socialförvaltning, Stockholm.

REFERAT

Projektet syftar till att bygga en barnstuga, där konstruktion, byggnadsmaterial, uppvärmningssystem, ventilation, styr- och reglerutrustning och belysning samverkar till ett bra inomhusklimat.

Föreliggande rapport redovisar den kravspecifikation för det termiska och hygieniska klimatet, som legat till grund för försöksbarnstugans utformning. I kravspecifikationen belyses och diskuteras erfarenheter från klimatproblem och barnstugeproduktion i Stockholms stad. Riktlinjer ges för försöksbarnstugans utformning ur följande aspekter: golvtemperatur, rumstemperatur, luftfuktighet, luftföroreningar, tillufts kvalitet, luftflödets storlek, ventilationseffektivitet samt driftsäkerhet/skötsel.

Slutligen redovisas barnstugans konstruktion och materialval samt de experimentmöjligheter som byggts in för uppvärmning och ventilation.

Barnstugan är under uppförande på en tomt (i kvarteret Molntappen) inom Skarpnäcksfältet, sydost om Stockholm. Den beräknas bli färdigställd i december 1986 och skall sedan utvärderas under en treårsperiod.

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

R94:1986

ISBN 91-540-4617-3
Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm
Liber Tryck AB Stockholm 1986

INNEHÅLL

FÖRORD.....	5
SAMMANFATTNING.....	8
1	INLEDNING..... 15
2	BAKGRUND..... 15
2.1	Symptom..... 15
2.2	Omfattning..... 16
2.3	Orsaker..... 17
2.4	Åtgärder och resultat..... 19
3	KRAVSPECIFIKATION FÖR INOMHUSKLIMATET..... 24
3.1	Temperaturförhållanden..... 24
3.1.1	Golvet..... 24
3.1.2	Rummet i övrigt..... 25
3.1.3	Köket..... 26
3.2	Luftfuktighet..... 27
3.2.1	Luftfuktighet - en definition..... 27
3.2.2	Konsekvenser av torr luft..... 28
3.2.3	Lämpliga och faktiska värden..... 30
3.2.4	Ventilationens betydelse för luftfuktigheten 30
3.3	Luftföroreningar..... 32
3.3.1	Aldehyder..... 33
3.3.2	Andra gasformiga ämnen som uppmätts..... 35
3.3.3	Andra gasformiga ämnen som ej uppmätts.... 37
3.3.4	Partiklar..... 39
3.3.5	Radon 40
3.3.6	Sammanfattning 41
3.4	Mögel..... 42
3.5	Små lätta luftjoner..... 44
3.6	Ventilationen..... 46
3.6.1	Tilluftskvalitet..... 47
3.6.2	Luftflödets storlek..... 50
3.6.3	Ventilationseffektivitet..... 53
3.6.4	Ventilationsutformning från skötselsynpunkt 53
4	SYSTEM- OCH MATERIALVAL..... 55
4.1	Syfte och utgångspunkter..... 55
4.1.1	Minimera alla riskfaktorer..... 55
4.1.2	Prototypus med experimentmöjlighet för värme och ventilation 55
4.1.3	Förbättring av barnstugor med klimatproblem 56
4.1.4	Ekonomisk ram 56
4.2	Diskuterade lösningar för system- och materialval 57
4.2.1	Ventilation och uppvärmning 57
4.2.1.1	Krav på uppvärmnings- och ventilations-systemen 57
4.2.1.2	Bakgrund 58
4.2.1.3	Diskuterade lösningar 58

4.2.1.4	Kritisk granskning av förslagen.....	62
4.2.1.5	Ett hus av två alternativ.....	65
4.2.1.6	Förslag för försöksbarnstugan.....	69
4.2.2	Tomten	75
4.2.3	Grunden	76
4.2.3.1	Krav på grunden.....	76
4.2.3.2	Bakgrund.....	77
4.2.3.3	Diskuterade lösningar.....	80
4.2.3.4	Förslag för försöksbarnstugan.....	82
4.2.3.5	Åtgärder för att förebygga vattenskador och göra installationerna utbytbara.....	86
4.2.4	Väggar.....	87
4.2.4.1	Ytterväggar.....	87
4.2.4.2	Mellanväggar.....	88
4.2.5	Taket.....	88
4.2.6	Materialval i ytskikt och fast inredning..	89
4.2.6.1	Krav på byggnadsmaterialen.....	89
4.2.6.2	Diskussion.....	89
4.2.6.3	Förslag för försöksbarnstugan.....	90
4.2.7	Lös inredning.....	92
5	KOSTNADER.....	93
6	FORTSÄTTNINGEN.....	95
6.1	Byggskede och besiktning.....	95
6.2	Inför driftstart.....	95
6.3	Utvärdering.....	95
BILAGA 1	Några förändringar i konstruktion och materialval vid Stockholms barnstugor.....	97
BILAGA 2	Temperaturmätningar vid ett antal barnstugor i Stockholms kommun 1983-02-17.....	98
BILAGA 3	Ämnen som identifierats i luften i barn- stugan Stockholmsvägen 95.....	100
BILAGA 4	Ämnen i byggnadsmaterial i barnstugan Svartlösavägen 128, samt ämnen i viss inredning i Stockholms barnstugor	101
BILAGA 5	Uppmätta och projekterade luftflöden vid ett antal barnstugor byggda 1977-1981	103
BILAGA 6	Beräkning efter Svensk Byggnorm 1980 av krav på luftflöde i en barnstuga	104
FIGURFÖRTECKNING		105
TABELLFÖRTECKNING		106
BETECKNINGAR OCH DEFINITIONER		106
LITTERATUR		107

FÖRORD

Under 1970-talet genomfördes en mycket snabb utbyggnad av barnstugor i Stockholms kommun. Den årliga produktionen var minst 3 000 platser.

Under senare hälften av 70-talet kom reaktioner på inomhusklimatet från personal och föräldrar vid flera av de nybyggda barnstugorna. Man klagade bl a på rinnande ögon, huvudvärk, hudutslag och heshet.

Detta var problem som ingen hade förutsett. Följaktligen fanns ingen beredskap för hur de skulle hanteras. En rad olika kommunala och statliga myndigheter kopplades in.

Inga fel i byggnadernas utförande i förhållande till statliga normer eller förekomst av luftföroreningar över normerade gränsvärden kunde konstateras. Därför kunde inte heller någon "ställas till svars" och anmodas åtgärda problemen.

Stockholms socialförvaltning fick stänga några barnstugor som var värst drabbade och successivt försöka ta fram åtgärdsprogram för att förbättra de övriga. För barn, föräldrar och personal har detta, förutom den oro som klimatproblemen orsakat, inneburit praktiska komplikationer med evakuering till provisoriska lokaler samt ett tålmodigt väntande på åtgärder. Det har också förorsakat stora kostnader för socialförvaltningen i form av tomgångshyror för stängda barnstugor och ombyggnadskostnader. Många tjänstemän vid förvaltningen har periodvis fått ägna en stor del av sin arbetstid för att försöka klara upp akuta situationer på dessa barnstugor.

Projektet "Försöksbarnstuga för bra inneklimat" ska ses som ett försök att samla de byggnadstekniska erfarenheter som arbetet med problembarnstugorna i Stockholms kommun gett. Även om någon entydig orsak till problemen inte kunnat påvisas är det vår förvissning att en rad förebyggande åtgärder kan vidtas i projekterings- och byggnadsskedena som minskar risken för att denna typ av klimatproblem ska uppstå.

Med hjälp av medel från byggforskningsrådet kunde socialförvaltningens barnstugebyggnadsbyrå 1982 påbörja arbetet med föreliggande projekt.

Barnstugebyggnadsbyrån (som numera organisatoriskt upplösts och inordnats i socialförvaltningens lokalenhet) hade åren 1980-1982 ansvaret för hanteringen av klimatproblemen. Denna enhet svarade för den övergripande planeringen av barnstugor och utarbetande av program för lokalernas utformning. Fastighetskontorets byggavdelning svarar för upprättande av teknisk beskrivning för barnstugorna. När det gäller friliggande typbarnstugor har fastighetskontoret också ett byggledaransvar. De friliggande typbarnstugorna ägs och förvaltas med få undantag av det kommunala bostadsbolaget AB Stockholmshem, av vilket socialförvaltningen hyr lokalerna.

Barnstugan uppförs på en tomt inom Skarpabyområdet, kvarteret Molntappen, på Skarpnäcksfältet, söder om Stockholms innerstad. Den beräknas bli klar i december 1986.

Föreliggande rapport redovisar projektets första etapp som utmynnat i system- och materialval för barnstugan.

Rapporten riktar sig främst till personer inom kommunala förvaltningar, konsult- och byggnadsfirmor som arbetar med projektering och byggande av barnstugor och liknande lokaler. Den kan också vara av intresse för de arbetsmiljö- och hälsoskyddsenheter som kommer i beröring med liknande klimatproblem.

Projektledare åren 1982-1984 var dåvarande chefen för barnstugebyggnadsbyrån, Jan Johansson. I projektledningen har också Eva Boulliant deltagit som medhjälpare i inledningsfasen, samt undertecknad, som efterträtt Jan Johansson som projektledare.

För utarbetande av förslag till systemval har projektledningen haft hjälp av en projekteringsgrupp. Denna har bestått av arkitekterna Brita Abramson och Owe Lindh från Abramson arkitektkontor AB, vvs-konsult David Södergren från Bengt Dahlgren Stockholm AB, konstruktörerna Per-Olof Carlson och Jan Sjölund från Arne Johnsons ingenjörbyrå samt el-konsult Sture Åkesson från K-konsult.

Fastighetskontorets byggavdelning har sedan, under ledning av Nils-Erik Holmgren, tagit vid och ansvarat för detaljprojektering och upphandling. Huvudentreprenör för byggnationen är Mohlin & Björkman, LB-hus.

Ansvarig forskningssekreterare vid byggforskningsrådet är Nina Dawidowicz. Hon var också tillsammans med vvs-konsult David Södergren initiativtagare till projektet.

För utvärderingen, som kommer att pågå under en treårsperiod, har medel beviljats av Statens råd för byggnadsforskning och arbetarskyddsfonden.*

Projektledningen har, i olika faser av etapp I, fått värdefulla synpunkter från bland annat nedan förtecknade personer, till vilka vi vill rikta stort tack.

Synpunkter på programformulering:

- Tore Hansson vid KTH:s institution för konstruktionslära
- Bengt Höjer, barnöverläkare vid Stockholms Läns Landsting
- Karin Jordan, personalläkare vid Stockholms socialförvaltning
- Irene Nygren och Lena Ahlstedt, huvudskyddsombud vid Stockholms socialförvaltning
- Åke Wadding, Stockholms miljö- och hälsoskyddsförvaltning

Kritisk granskning av kravspecifikationen för inomhusluften:

- Birgitta Berglund vid Stockholms universitets psykologiska institution
- Bengt Eriksson, Statens institut för byggnadsforskning i Gävle

* Arbetarskyddsfonden har från 1 juli 1986 bytt namn till arbetsmiljöfonden.

- Inger Löfgren, Firma I Löfgren
- Ingrid Rylander, Riksförbundet mot Allergi och Astma
- Carel Pattyranie, dåvarande laboratoriet för kemi- och materialteknik vid Stockholmsavdelningen av Statens provningsanstalt

Synpunkter på systemval:

- Johnny Andersson, Scandiaconsult
- Sven Andersson, Malmö kommuns fastighetskontor
- Per-Axel Bergman, Sthlms fastighetskontor, byggavd.
- Jan Eriksson, SIAB
- Kenneth Eriksson, SIAB
- Thomas Lindvall, Statens miljömedicinska laboratorium
- Leif Norell, Svenska Fläkt AB
- Lennart Robertsson, Skånska Cement
- Göran Stridh, Statens provningsanstalt, Borås
- Jan Sundell, Arbetarskyddsstyrelsen
- Anders Svensson, Statens institut för byggnadsforskning i Gävle
- Erland Svensson, Sthlms socialförvaltning, lokalenheten

För utskriften svarar Lourdes Martinez. Merparten av illustrationerna är utförda av Hans Sandqvist, Bildinformation AB.

Slutligen ett tack till Bengt Roth, skyddsingenjör vid Stockholms socialförvaltning, som i projektets alla faser fungerat som idégivare och kritisk granskare.

Stockholm den 10 september 1986

Marie Hult

SAMMANFATTNING

Från och med senare hälften av 1970-talet har klagomål förekommit på inomhusklimatet i en del av de nybyggda barnstugorna i Stockholms stad. Under en period kring 1977-1980 kom klagomål från ca 25% av det totala antalet nybyggda barnstugor. Det gällde besvär som huvudvärk, torra slemhinnor, ögonirritation och hudutslag. Under de senaste fem åren har problemen avtagit i nyproduktionen, även om de inte helt försvunnit.

Föreliggande projekt, som drivs av Stockholms socialförvaltning, med stöd från Statens råd för byggnadsforskning, påbörjades 1982. Det syftar till att ta tillvara erfarenheterna av klimatproblem och sanering i Stockholms stad och från andra håll för att försöka bygga en barnstuga med bra inomhusklimat.

Målet för projektet formulerades enligt följande:

"Att bygga en barnstuga där konstruktion, byggnadsmaterial, uppvärmningssystem, ventilation, styr- och reglerutrustning samt belysning samverkar till ett bra inomhusklimat såväl vinter som sommar. De tekniska systemen ska präglas av enkelhet och överblickbarhet, samtidigt som de bör vara ekonomiska såväl från skötsel- som energibesparingssynpunkt."

Erfarenheterna från s k sjuka hus i Stockholm och på andra håll i landet visar att det ofta är en rad samverkande faktorer som gör att "mättet blir rågat" och inomhusklimatet upplevs som osunt.

Några centrala faktorer som bedömts ha betydelse för klimatproblemen vid Stockholms barnstugor är följande:

- att en eller flera föroreningar som människor reagerar för (lättflyktiga gaser och mikroorganismer) förekommer i sådana mängder att klimatet upplevs som ohälsosamt. I några fall har t ex högre halter formaldehyd kunnat konstateras. I andra fall har det gällt 2-etylhexanol och/eller mögel.
- att en gemensam nämnare för de flesta barnstugor med klimatproblem är någon typ av fuktbildning i byggnaden.

Fukt i byggnaden ökar risken för tillväxt av mikroorganismer (t ex mögel av Aspergillustyp som kan ge sjukahus-symptom) och kemiska reaktioner som ger upphov till osunda ämnen (som t ex 2-etylhexanol när PVC-mattor läggs på fuktiga betonggolv med flytspackel). Dessutom ökar avgasningen av lättflyktiga föroreningar (som t ex formaldehyd) från fuktiga byggnadsmaterial.

- att det i vissa fall kan handla om att något byggnadsmaterial fått överskott av någon lättflyktig förorening på grund av tillverkningsfel eller för kort lagring av materialet så att det inte torkat eller härdat.

- att den ofta höga temperaturen i barnstugorna påskyndar emissionsprocesserna och ger en låg relativ luftfuktighet ("torr luft")
- att den torra luften ytterligare förstärker föroreningarnas inverkan på människorna
- att de täta husen och de värmeåtervinningssystem som används (roterande värmeväxlare) gör att föroreningarna idag i högre utsträckning än tidigare stannar kvar i rummen
- att de luftflöden, som FI-ventilationen tidigare projekterades för (0,5 - 2 rumsvolym per timme*), var för låga för att ventilera bort föroreningarna
- att ventilationsanläggningarna ofta visat sig ha brister i sin konstruktion samtidigt som de samverkat med uppvärmningssystemen på ett okontrollerat sätt. Höga krav på kontinuerlig och noggrann skötsel har i praktiken lett till ständiga driftstörningar.
- att takvärmen, som ger strålningsvärme på hjässan, har förstärkt obehagskänslan hos dem som vistas i lokalerna.

Kravspecifikation

Etapp 1, som skulle utmynda i systemval för försöksbarnstugan är nu avslutad. Som grund för systemvalet utarbetades en kravspecifikation för inomhusklimatet. I denna, som återges i sin helhet i rapporten, redovisas och diskuteras erfarenheter från barnstugeproduktionen och föreslås riktlinjer för försöksbarnstugans utformning under följande rubriker: golvtemperatur, rumstemperatur, luftfuktighet, luftföroreningar, ventilation (tilluftskvalitet, luftflödets storlek, ventilationseffektivitet, driftsäkerhet och skötsel).

Byggnadstyp

Försöksbarnstugan är utformad som ett tvåavdelnings, friliggande, enplans daghem. Varje avdelning rymmer 15 barn. Planlösningen är i princip densamma som för Stockholms kommuns typstuga. Det förstörade apparatrummet har dock resulterat i en något annorlunda rumsdisponering. Takhöjden är 270 cm mot normalt 250 cm. Bruksarean är 403 m².

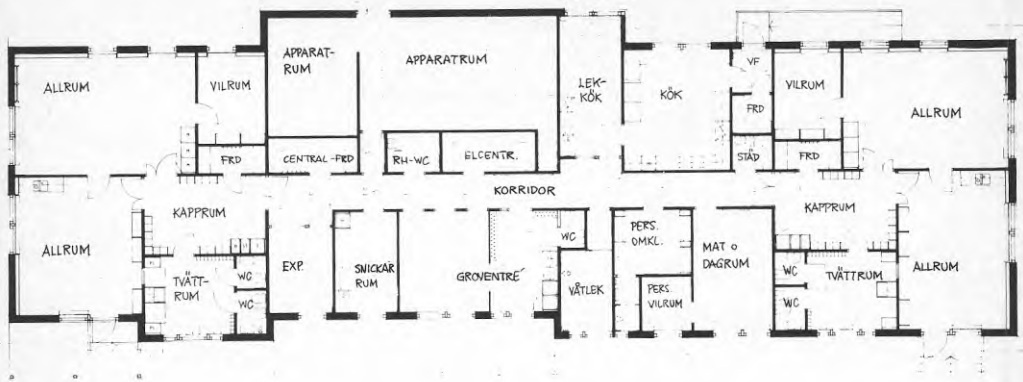
Uppförande av byggnaden

Barnstugan uppförs på en tomt på Skarpnäcksfältet, kv. Molntappen, Tatorpsvägen 59, sydost om Stockholms innerstad. Den beräknas bli färdigställd i december 1986.

System- och materialval

Utgångspunkten vid system- och materialvalet för barnstugan

* I denna rapport förkortas luftflödet uttryckt i rumsvolym per timme som rv/h. Ibland förekommer det synonyma uttrycket luftomsättning, uttryckt i omsättning per timme (förkortat oms/h).



Försöksbarnstugans planlösning.

har varit att försöka minimera alla riskfaktorer, samt att bygga in en experimentmöjlighet när det gäller värme- och ventilationssystemen, där det bedömts vara av intresse att erhålla nya erfarenhetsvärden.

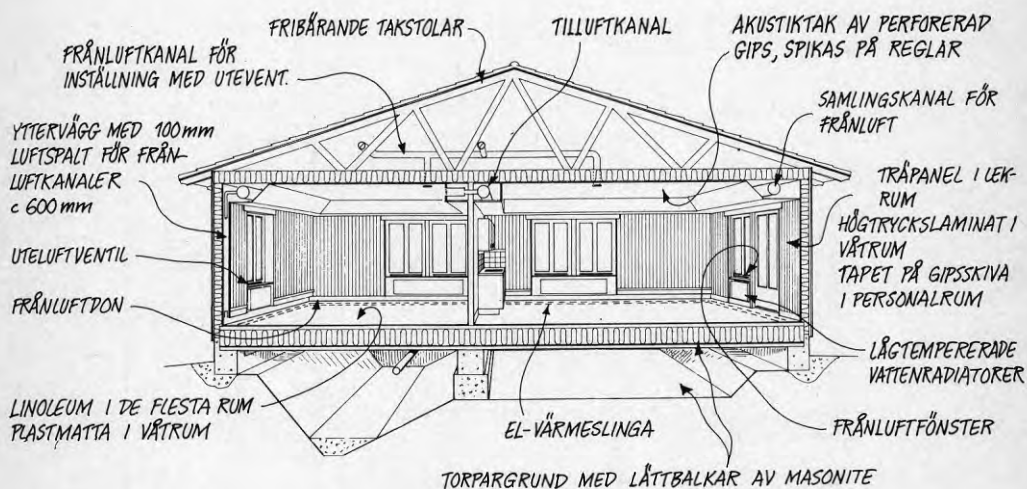
Huset kan således sägas vara ett prototypus men med experimentmöjligheter beträffande ventilations- och uppvärmningssystemen.

Att minimera riskfaktorerna har bland annat inneburit:

- att vid grundläggning och i övriga konstruktioner speciellt beakta risken att få in fukt i byggnaden samt risken för vattenskador
- att projektera ventilationssystemet så att luftflöden en bra bit över de normerade minimivärdena kan erhållas
- att välja värmeväxlare som inte överför lättflyktiga föroreningar från avluften till tilluften
- att välja luftfilter av god kvalitet för avskiljning av partiklar
- 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 om likvärdiga alternativ finns
- att 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 eller fritt dragna ventilationskanaler. (Heltäckande mattor eller

andra mattor förekommer inte vid Stockholms barnstugor av hänsyn till allergiker)

- att undvika material som är olämpliga för allergiska personer, t ex nickel- eller kromhandtag
- att begränsa överskottsvärme från solinstrålning med hjälp av takutsprång
- att dokumentera sort och fabrikat för använda material, färger, limmer, spackel, fogmassor etc.



I bilden ovan sammanfattas huvuddragen i barnstugans konstruktion och materialval.

Grunden

För att minimera riskerna för fukt- och radonproblem har en torpargrund valts. Den är uppbyggd med lättbalkar av masonite. Isoleringen består av lösull.

Golv

Ovanpå lättbalkarna spikas 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 utvändig 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

Högskåp, över- och underskåp 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 nästa sida) stängs emellertid fönstrens frånluftsfunktion av.

Taket

Taket består av fribärande takstolar, som vilar på ytterväggarna. Det är isolerat med lösull. Akustikplattorna, som spikas på reglar, är av perforerad gips.

Värme och ventilation

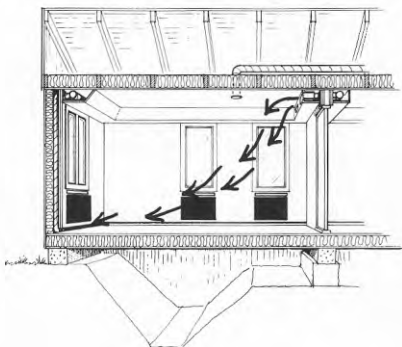
Det är i värme- och ventilationssystemet som experimentmöjligheter byggts in.

Barnstugans kan dels värmas upp med lågtempererade vattenradiatorer som har kompletterats med el-värmeslingor i golvet, längs ytterväggarna. Dels kan den värmas upp med luftburen värme.

Tillsammans kan uppvärmnings- och ventilationssystemen kombineras till tre olika inställningar.

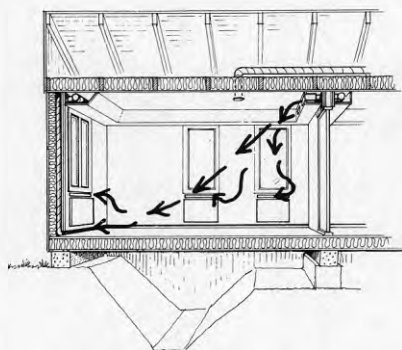
De tre inställningarna kan kortfattat beskrivas enligt följande:

1. Vattenburen värme och FT-ventilation med variabelt luftflöde:



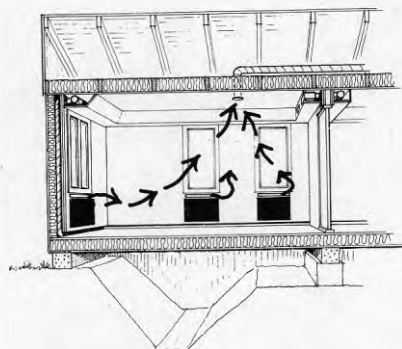
Vid denna inställning värms huset upp med lågtempererade vattenradiatorer under fönster, kompletterat med en på- och avslagbar elvärmeslinga i golvkant längs yttervägg. Ventilationen är balanserad och luftgenomströmningen diagonal. Tilluften tillförs via flera don i överkant på vägg som motstår fasadvägg. Frånluften sugts ut i flera don i ytterväggens nederkant. Under denna inställning kan luftflödet i experimentsyfte varieras inom intervallet 2-5 rv/h. Även tilluftstemperaturen ska kunna varieras. Värmeväxlingen sker med batterivärmeväxlare, i vilken till- och avluftströmmarna aldrig möts eller passerar samma ytor.

2. Luftburen värme med fast luftflöde:



Vid denna inställning värms huset upp helt genom den tempererade tilluften. Luftflödet hålls konstant på 5 rv/h. Detta luftflöde krävs för att under den kallaste årstiden kunna få tillräcklig värme utan att tilluftstemperaturen blir för hög. Luftgenomströmningen är densamma som i inställning 1 med undantag av att utsugning också sker via frånluftsfönster. Denna inställning medger också möjlighet att experimentera med återluftsinblandning som alternativ till värmeåtervinning.

3. Vattenburen värme, uteluftsventiler och variabelt luftflöde:



Vid denna inställning värms huset upp på samma sätt som i inställning 1.

Ventilationen består av uteluftsventiler, placerade längs fönstrens underkant. Ventilen är konstruerad så att luften värms upp av radiatoren innan den når rummet. Frånluften sugas ut via ett separat kanalsystem med don i tak, nära väggen mittemot ytterväggen. Möjlighet finns att variera luftflödet inom intervallet 0,5-2 rv/h.

Byggkontroll

Extra noggrann kontroll utförs på byggsplatsen. Svåråtkomliga byggnadsdelar fotograferas.

I samband med besiktning utförs täthetsprov, termografering och mätning av luftflöden.

Utvärdering

Utvärdering beräknas pågå under en treårsperiod. Denna skall relateras till kravspecifikationen för det hygieniska och termiska klimatet. Var och en av de tre huvudinställningarna för värme- och ventilation prövas under såväl vinter- som sommarklimat. Eventuella skillnader i lufthygien, komfort, ventilationseffektivitet och klimatupplevelser kommer att studeras. Detta sker genom mätningar av luftföroreningar, golv- och rumstemperaturer, luftens relativa fuktighet, luftens ålder i olika punkter i rummen samt genom intervjuer med barnstugans personal.

Efter utvärderingsperioden ställs uppvärmnings- och ventilations-systemen in på den mest uppskattade lösningen.

1 INLEDNING

Barnstugebyggnadsbyrån vid Stockholms kommuns socialförvaltning beviljades hösten 1982 229.000 kronor från byggforskningsrådet för en första etapp i projektet "Försöksbarnstuga för bra inneklimat". Bakgrunden och syftet med projektet sammanfattades i den tidigare ansökan enligt följande:

"Det finns fortfarande anledning att bygga ett stort antal barnstugor såväl i Stockholms kommun som i många andra av landets kommuner.

Den oro som föreligger på grund av observerade besvär, orsakade av otillfredsställande luftkvalitet, motiverar en genomgång av riktlinjer och principer för konstruktion av sådana byggnader.

En ytterligare anledning är att man under senare år tyckt sig notera en ökad förekomst av allergier. En exponering i tidig ålder kan sannolikt disponera för ökad mottaglighet under hela livet.

Det rådande behovet av att spara energi gör det angeläget att finna lösningar som kombinerar goda klimategenskaper med energisnålhet.

Målet med förslaget BFR-projekt är "att bygga en barnstuga, där konstruktion, byggnadsmaterial, uppvärmningssystem, ventilation, styr- och reglerutrustning och belysning samverkar till ett bra inomhusklimat såväl vinter som sommar. De tekniska systemen ska präglas av enkelhet och överblickbarhet för brukarna samtidigt som de bör vara ekonomiska såväl ur skötsel- som energibesparingssynvinkel."

2 BAKGRUND

Sedan slutet av 1970-talet har en del av de barnstugor som byggts i Stockholms kommun fått ett otillfredsställande inomhusklimat med mycket speciella konsekvenser. Besvär och sjukdomssymptom hos barn och personal typ torr hud, irriterade slemhinnor, rinnande ögon, eksem och förvärrade allergier har anmälts på ett 100-tal, främst friliggande, barnstugor. Samma symptom har rapporterats från barnstugor på många andra håll i landet, t ex Upplands-Väsby, Falun, Södertälje, Varberg, Huddinge, Härnösand och Västerås. Även i andra nybyggda hus än barnstugor har för övrigt liknande symptom rapporterats.

2.1 Symptom

1977 stängdes tre barnstugor. En av dessa, Vantörsvägen 220, är fortfarande stängd. De första klagomålen kom 1976. Ca hälften av barnstugorna i Stockholms stad är byggda före 1976. I det äldre beståndet klagas inte på inledningsvis nämnda symptom men väl på att lokalerna är dragiga eller att det är kvavt.

Vid några tillfällen har barnhälsoöverläkare med ansvar för Stockholms kommuns område försökt kartlägga dessa symptom och deras omfattning.

Barnstugan Vantörsvägen 220 öppnades på prov igen några månader från 1 oktober 1978. Under en period av 3,5 månader från inflyttningen observerade överläkare Bengt Höjer barn och personal. Hans iakttagelser, som finns samlade i en rapport (Höjer, 1979) sammanfattade han så här:

"Under försöksperioden har hud- och slemhinnereaktioner varit vanligt förekommande och sjukligheten hos barnen har varit högre än man kunnat vänta sig. Ingenting har emellertid framkommit som talar för att vistelsen i lokalen medför någon risk för allvarlig sjukdom, bestående hälsoproblem eller påverkan av fosterutveckling hos eventuellt gravida i personalen. De symptom i form av hud- och slemhinneretning och hög sjukfrånvaro som observerats är dock av sådan grad att lokalen ej kan rekommenderas till användning kontinuerligt såvida åtgärder för att minska besvären ej kan vidtagas."

Under våren 1982 genomförde läkarna Göran Aurelius, Bengt Höjer, Patrick Olin, Kalle Snellman och Göran Tomson vid barnhälsovården i Stockholms läns landsting en enkätundersökning kombinerad med en enkel hälsoundersökning av barnen vid ett trettiotal daghem i Stockholms kommun, varav drygt hälften var daghem som anmält klimatproblem.

De slutsatser läkarna drar i rapporten (Aurelius, 1982) sammanfattar de så här:

"En enkätundersökning av 1.306 barn kombinerad med läkarundersökning av 691 barn på sammanlagt 20 daghem med och 14 daghem utan klimatproblem har visat att barnen på besvärsdaghem oftare har torr, kliande, rodnad hud på ansikte och extremiteter, mer ögonretning och mer rethosta och andra övre luftvägsbesvär än barn på kontrolldaghem. Besvären är i regel lindriga och har ej medfört mer läkarbesök eller ökad sjukfrånvaro. Barn som är allergiska enligt föräldrarna är mer utsatta för framförallt hudbesvär och upprepade övre luftvägsinfektioner. Barn under 3 år besväras mer av rethosta, torr och rodnad hud än äldre barn.

Resultaten talar för att barn på besvärsdaghem uppvisar i regel lindriga symptom som kan ha samband med olämpliga klimatförhållanden".

2.2 Omfattning

Som framgår av tabellen nedan har ca en fjärdedel av de barnstugor som byggdes 1977-1980 anmält klimatproblem och de flesta är typstugor. Sedan år 1981 har andelen hus i nyproduktionen som anmält klimatproblem emellertid visat en klar nedgång. Bland de barnstugor som byggts åren 1982-1984 har ca 5 % anmält problem. Uppgiften om år 1985 är ännu för tidig att tolka. Ofta går det rätt lång tid innan personalen börjar koppla ihop hälsan med inomhusklimatet. Klart är emellertid att

problemen i Stockholms kommun inte är lika omfattande idag som 1977-1980.

Tabell 2.1 Barnstugor som anmält klimatproblem, uppdelade efter byggnadsår, i förhållande till hela barnstugeproduktionen

Byggnadsår	Antalet byggda typstugor	Antalet byggda barnstugor i lokaler	Totala produktionen A+B	Typstugor med problem C	Lokaler med problem D	Problemhus totalt C+D	Problemhus i %
	A	B					
1977	43	33	76	16	-	16	21%
1978	34	46	80	23	-	23	29%
1979	50	90	140	32	2	34	24%
1980	60	100	160	29	16	45	28%
1981	40	100	140	9	9	18	13%
1982	13	94	107	2	3	5	5%
1983	38	116	154	2	4	6	4%
1984	31	119	150	4	4	8	5%
1985	12	75	87	-	1	1	1%
	321	773	1.094	117	39	156	(14%)

2.3 Orsaker

C:a hälften av barnstugebeståndet i Stockholms stad är byggt före 1976. I dessa barnstugor förekommer inte klimatproblem av den karaktär som beskrivits ovan. (Med undantag för vissa äldre barnstugor som tilläggsisolerats). Problemen är istället koncentrerade till barnstugor byggda från och med mitten på 1970-talet. Vid denna tid förändrades barnstugornas konstruktion, materialval, värme- och ventilationssystem.

Ansträngningarna att förbättra klimatet vid de drabbade barnstugorna i Stockholm har utgått från hypotesen att emissioner från vissa byggnadsmaterial vid ogynnsamma temperatur- och fuktighetsförhållanden ger nämnda sjukdomssymptom och att föroreningarna (bl a aldehyder) stannar kvar i inomhusluften i högre utsträckning än tidigare. Detta förmodas bero på att husen byggts tätare och med värmväxlare av roterande typ samtidigt som kraven på luftomsättning och ventilationseffektivitet inte skärpts tillräckligt för att föroreningarna ska kunna vädras ut. De täta husen med relativt låg luftväxling ökar också risken för att byggsvarv kan leda till fukt och mögelproblem.

De värst drabbade barnstugorna som byggdes 1977 hade den gemensamma nämnaren att formaldehydhalten i luften i vissa rum uppgick till 0,20-0,30 ppm, vilket är högt jämfört med

de halter som uppmätts i andra barnstugor. Även om dessa värden ligger under det hygieniska gränsvärdet för bostäder (0,4-0,7 ppm) är det klarlagt att många människor reagerar på formaldehydhalter av denna storlek.

Under senare år har Stockholms kommun fått ned formaldehydhalten väsentligt i nybyggda barnstugor. Den ligger nu under 0,05 ppm och är oftast ännu lägre. En av orsakerna till detta är troligtvis övergången till att använda gipsskivor i väggarna istället för spånskivor, samtidigt som spånskivorna (som fortfarande används i golvet) förbättrats i kvalitet genom fabrikanternas försorg.

Under de senaste åren har emellertid besvärande klimatproblem i flera fall kunnat noteras även i barnstugor med mycket låga halter formaldehyd. Detta tyder på att även andra irriterande ämnen förekommer i inomhusluften. Det kan också röra sig om en kombinationseffekt av flera ämnen.

Med anledning av den nya byggnormen, SBN-75, som började gälla fr o m 1 januari 1976 konstruerade fastighetskontoret en ny typbarnstuga för Stockholms kommun.

De förändringar i barnstugornas konstruktion som var direkt föranledda av den nya byggnormen var följande:

- Husen gjordes tätare.
- Balanserad ventilation med värmeväxlare (oftast roterande) infördes.

Några andra väsentliga förändringar som gjordes i typbarnstugornas konstruktion ungefär samtidigt var:

- Grundläggning med platta på mark ersatte tidigare torpargrunder.
- Spånskivor användes i större utsträckning än tidigare. (Förutom i golv användes fr o m 1975/76 spånskivor i de flesta väggar och skåpsnickerier).
- Takvärme infördes som allmänt uppvärmningssystem istället för vattenburna radiatorer fr o m 1974/75.
- Styrkan på glödljusbelysningen i tak ökades för att uppnå det krav på 250 lux i jämn belysningsstyrka som Stockholms kommuns ergonomisektion ställde. Detta skedde fr o m 1975/76.
- Väggbeklädnaden som tidigare varit träpanel eller målad gips/spånskivor i de flesta rum ersattes med målad väv. Detta skedde fr o m 1977.

./. I bilaga 1 finns en sammanställning över hur typbarnstugornas konstruktion förändrats sedan 1960-talet och framåt.

Sammanfattningsvis kan den troligaste förklaringen till klimatproblemen vid Stockholms barnstugor beskrivas så här:

- att antingen en eller flera föroreningar som människor reagerar för (lättflyktiga gaser och mikroorganismer)

förekommer i inomhusluften i sådana mängder att det upplevs som ohälsosamt

- att en gemensam nämnare för de flesta barnstugor med klimatproblem är någon typ av fuktbildning i byggnaden.

Fukt i byggnaden ökar risken för tillväxt av mikroorganismer (t ex mögel av Aspergillustyp som kan ge sjukahussymptom) och kemiska reaktioner som ger upphov till osunda ämnen (som t ex 2-etylhexanol när PVC-mattor läggs på fuktiga betonggolv med flytspackel). Dessutom ökar avgasningen av lättflyktiga föroreningar (som t ex formaldehyd) från fuktiga byggnadsmaterial.

- att det i vissa fall kan handla om att något byggnadsmaterial fått överskott av någon lättflyktig förorening på grund av tillverkningsfel eller för kort lagring av materialet så att det inte torkat eller härdat.
- att den ofta höga temperaturen i barnstugorna påskyndar emissionsprocesserna och ger en låg relativ luftfuktighet ("torr luft")
- att den torra luften ytterligare förstärker föroreningarnas inverkan på människorna
- att de täta husen och de värmeåtervinningssystem som använts gör att föroreningarna idag i högre utsträckning än tidigare stannar kvar i rummen
- att de luftflöden som FT-ventilationen tidigare projekterades för (0,5-2 rumsvolymer per timme (rv/h)) var för låga för att ventilera bort föroreningarna
- att ventilationsanläggningarna ofta visat sig ha brister i sin konstruktion samtidigt som de samverkat med uppvärmningssystemet på ett okontrollerat sätt. Höga krav på kontinuerlig och noggrann skötsel har i praktiken lett till ständiga driftstörningar.
- att takvärmen, som ger strålningsvärme på hjässan, har förstärkt obehagskänslan hos dem som vistas i lokalerna.

2.4 Åtgärder och resultat

Under 1979 genomfördes en omfattande ombyggnad av barnstugan Svartlösavägen 128 - en av de tre värst drabbade. Ombyggnaden bestod av byte från spånskivor till gipsskivor i väggarna. Den elektriska takvärmen ersattes med elektriska panelradiatorer under fönstren. Ventilationsaggregaten varvades upp. Den starka glödljusbelysningen (250 lux jämt fördelat i rummet) ersattes med lysrör.

Personalen är idag nöjd med klimatet även om man anser att "luften är lite för torr".

Under 1980 gjordes mindre omfattande ombyggnader vid två andra problembarnstugor, Stockholmsvägen 95 och Vantörsvägen 220.

I dessa barnstugor gjordes följande ingrepp: takvärmen ersattes med elradiatorer, glödljusarmaturen ersattes med lysrör. Ventilationsaggregaten varvades upp.

Stockholmsvägen 95 öppnades i september 1980 efter ombyggnaden. Personalen upplevde en förbättring och verksamheten har kunnat hållas igång. Några personer har dock haft problem med klimatet även efter ombyggnaden och en i personalgruppen har fått sluta på besvär trots ombyggnadsåtgärderna.

Vantörsvägen 220 stod tom cirka ett år efter ombyggnaden på grund av svårigheter att rekrytera personal. Hösten 1981 kunde dock barnstugan starta med en ny personalgrupp. Efter tre veckor rapporterades att 2/3 av personalen drabbats av något eller några av de typiska symptomen; ögonirritation, hudutslag, huvudvärk, heshet. Socialförvaltningen tvingades åter evakuera daghemmet, som sedan dess stått tomt.

Under 1981 och 1982 koncentrerades insatserna i Stockholm på att utarbeta och genomföra klimatförbättrande åtgärder på ett tiotal barnstugor där personal och skyddsombud bedömt att klimatproblemen var mycket akuta. Åtgärderna i dessa hus har bestått av förstärkt ventilation, utbyte av glödljusbelysning till lysrör, utbyte av starkt luktande byggnadsmaterial och solavskärmning i rum med kraftig solinstrålning.

Två barnstugor, Älgrytevägen 2 och Kärrtorpsvägen 66 har värmts upp till 40°C och ventilerats kraftigt några dygn i syfte att påskynda avgången av irriterande ämnen från byggnadsmaterialen. Personalen vid den tidigare stängda barnstugan Älgrytevägen 2 ansåg att klimatet efter uppvärmningen var godtagbart. Personalen vid den tidigare stängda barnstugan Kärrtorpsvägen 66 upplevde också en förbättring, men var fortfarande inte helt nöjd med klimatet.

I ytterligare ett stort antal barnstugor har glödljusbelysningen bytts till lysrör, nattsänkningen av temperaturen har tagits bort för att slippa forcerad uppvärmning under morgontimmarna, ventilationen har slagits på tidigare på morgonen (kl 04 istället för kl 06) och ventilationen har setts över och förbättrats.

Vid några barnstugor har olika typer av luftrenare - för såväl partiklar som lättflyktiga ämnen - prövats. Några avsevärda förbättringar som ett resultat av dessa har inte kunnat konstateras.

Under åren 1983-1985 har, förutom Vantörsvägen 220, ytterligare några barnstugor periodvis stått stängda på grund av klimatproblem. Det gäller bland annat barnstugorna Solhems Hagväg 10, Blekingegatan 11-13 och Skebokvarnsvägen 57.

Nedan ges en summarisk redogörelse för undersökningar, åtgärder och resultat vid dessa barnstugor.

Solhems Hagväg 10 är byggd 1979 och anmälde klimatproblem på ett tidigt stadium. Det är en friliggande barnstuga med fyra avdelningar, fördelade på två våningsplan. Formaldehydhalten är mycket låg (0,01 ppm). Luftflödet i barnens lekrum har vid uppmätning visat sig ligga på drygt 2 rv/h.

I snickarummet en trappa upp uppstod missfärgning av korkoplastgolvet. Personalen klagade också på dålig lukt. Golvet betonbjälklag på övervåningen undersöktes och befanns ha för hög relativ fuktighet. Golvet var jämnat med flytspackel. Missfärgningen och den dåliga lukten kan troligvis härledas till kombinationen av flytspackel och för hög fukthalt i betonbjälklaget. Fukten tros ha orsakats av för våt städning av golven. Flytspackel förekommer i tvåplansbarnstugor för jämnning av betonbjälklaget på övervåningen. I enplans typbarnstugor används inte flytspackel.

På bottenvåningen, som är grundlagd med platta på mark, hade dessutom läckage lett till vattenskador som måste åtgärdas. Barnstugan evakuerades 1984. Golvet i snickarummet torkades ut med byggfläktar, överflödigt spackel togs bort och ny golvmatta lades in.

Ventilationen i hela barnstugan har byggts om till deplacerande system med lågimpulsdon (se mer om deplacerande ventilation på sidan 67). Luftflödet ökades samtidigt till 3,7 rv/h.

Barnstugan har nu åter tagits i drift och klimatet upplevs som bra. Personalen har inte heller klagat på drag. Detta befarades eftersom något underkyld luft tillförs i låg nivå i rummen vid denna typ av ventilation.

På barnstugan Blekingegatan 11-13, som ligger i bottenvåningen på ett bostadshus, har farhågor framförts att en ovanligt hög missfallsfrekvens i personalgruppen skulle kunna ha ett samband med husets klimat.

Barnstugan evakuerades 1983. Vid en teknisk genomgång av huset befanns golven i burspråken mot gården ha hög fukthalt i den platsgjutna cellbetong, som utgjorde isolerande skikt.

Förekomsten av mögelsporer i inomhusluften undersöktes i samarbete med SBL (Statens bakteriologiska laboratorium). Man fann att totalhalten mögelsporer var låg, men att andelen Aspergillusmögel var 20 %.

Cellbetongen innehöll, liksom vissa flytspackel, kasein som gör att betongen utjämnas lättare. Statens provningsanstalt tog prover från PVC-golvmattan och undersökte vilka ämnen den emitterade. Man fann bland annat en förhöjd emission av 2-etylhexanol. Även andra högre alkoholer, typ bensylalkohol och dekanol kunde påvisas. Detta, menade provningsanstalten, tydde på en pågående eller tidigare inträffad nedbrytning av mattans mjukgörare av ftalattyp. Här spelar troligtvis kombinationen av fukt och kasein en roll.

Såväl Aspergillusmögel som 2-etylhexanol ger dålig lukt och anses kunna ge de typiska sjukahussyptomen.

Cellbetongen har nu avlägsnats och ersatts med ett uppreglat golv. Ventilationen har förbättrats. Barnstugan hade tidigare viss återluftföring, som nu tagits bort. Fläktarna har varvats upp så att projekterade luftflöden erhållits. Hygienutrymmena, som tidigare hade gemensam ventilation med lägenheterna i samma hus, har fått separat ventilation. Barnstugan kunde åter tas i drift i augusti 1984. Inga problem har rapporterats efter ombyggnaden.

Barnstugan Skebokvarnsvägen 57 är en friliggande enplans barnstuga, byggd 1980. Även denna barnstuga anmälde på ett tidigt stadium klimatproblem.

Miljö- och hälsoskyddsförvaltningen har mätt formaldehydhalten, och funnit att den legat på i snitt 0,06 ppm (med variationer mellan 0,03 och 0,08 ppm).

Statens provningsanstalt, Stockholmsavdelningen, mätte 1981 luftflödet i 10 punkter med spårgasmetoden. Detta låg i medeltal på 1,8 rv/h (med variationer mellan 0,8 och 4,2 rv/h).

Under 1981 genomfördes vissa förbättringar av ventilationen och utbyte av luktande material (bland annat hyllor i förråd). Dessa åtgärder hade emellertid ingen nämnvärd effekt.

Vid årsskiftet 1984/85 stängdes barnstugan på grund av upplevda klimatproblem. Vid den tekniska genomgång som då följde befanns relativa fuktigheten i grunden (platta på mark) vara för hög.

Undersökning av mögelhalten i rumsluften genomfördes i samarbete med SBL. Mögelsvampar av släktet *Aspergillus* (47 cfu/m³)* kunde identifieras. Det var så gott som enbart *Aspergillus*mögel (mest av typen *flavus*).

Barnstugan har, liksom andra typbarnstugor, en platta på markkonstruktion, som i sig ger relativt hög fuktighet. Den är dessutom belägen på fuktsamlade mark. Tillstånd gavs inte att ansluta dagvatten från dräneringen till befintlig spillvattenledning i området. Dagvattenavledningen skulle istället klaras med infiltration. Detta kan ha inneburit en kritisk förhöjning av betongplattans fukthalt.

Mögelangrepp har också konstaterats i distansklotsar och träreglar som lämnats kvar i skiktet av lekakulor ovanpå betongplattan för att underlätta byggnadsarbetena. Detta var ett utförande som stred mot givna anvisningar.

Dagvattenavrinningen ska nu ses över. Försök pågår också med att torka ut grundplattan och hålla den torr genom inblåsning av varmluft under plattan. Samtidigt sugs luft från sandlagret så att inte dålig luft ska föras upp i barnstugan genom otätheter i betongplattan. Ventilationen kommer att byggas om för att ge ett högre luftflöde.

I barnstugan Vantörsvägen 220 mättes formaldehydhalten efter ombyggnaden 1980. Den låg på 0,05-0,07 ppm (mot tidigare i i medeltal på 0,20 ppm). Luftflödet efter byte till nya fläktar uppmättes med spårgasmetoden till i medeltal 1,5 rv/h.

Under 1982-1984 genomfördes en rad undersökningar av luftföroreningar, byggnadsmaterial och ventilation i barnstugan.

Ingegerd Johansson vid SML tog materialprover från golv, väggar, och tak i lekrum och undersökte materialens avgasning i pilotkammare. Resultaten antydde att avgasningen av föroreningar var större från golvet än från väggar och tak.

* cfu/m³ = Antal kolonibildande svamppartiklar per m³ luft.

Statens provningsanstalt i Borås mätte luftens innehåll av damm och fibrer. Värdena ansågs vara normala för denna typ av byggnad.

1984 gjorde K-konsult en genomgång av ventilationsanläggningen. Man hade kunnat konstatera ett relativt stort läckage mellan frånluft och tilluft. K-konsult pekade på några troliga orsaker till detta:

- Befintliga kanaler för avluft (frånluft från barnstugan) och uteluft gick i samma kanal med endast en avskiljande plåtvägg. Denna konstruktion kan förväntas ge relativt stort läckage.
- Den roterande värmeväxlaren kan överföra lättflyktiga föroreningar från avluften till tilluften.

1985 genomförde K-konsult på socialförvaltningens uppdrag en undersökning av golvkonstruktionen med avseende på förekomsten av fukt, röta och mögel.

Resultaten visade att betongplattan i november 1985 hade en relativ ånghalt på 91%-96% i de fem undersökta rummen. I det sandlager som ligger ovanpå betongplattan (se golvkonstruktion på sidan 78) var relativa ånghalten 100% i två av rummen och 99% i ett av dem. Orsaken till detta håller nu på att utredas.

Vidare framkom att mellanväggarnas regler vilade på impregnerade träklossar som låg direkt mot betongplattan i det fuktiga sandlagret. Dessa var angripna av mögel. Rikliga mängder av svampar av släktet hyphomycetyler kunde konstateras. Fukten och möglet hade dock inte trängt upp i mellanväggsreglarna.

En ny, mer genomgripande ombyggnad av barnstugan planeras komma till stånd under 1986/87.

Sammanfattningsvis ger de senaste årens erfarenheter anledning att konstatera att många av de barnstugor som haft påtagliga klimatproblem också haft fukt i grunden. Stockholmshem genomför för närvarande en undersökning av ytterligare ett 15-tal barnstugor med för hög fukthalt i grundens betongplatta eller i ovanpåliggande sandlager, för att försöka klarlägga orsakssamband. Den plattapåmarkkonstruktion som dominerat Stockholms typbarnstugeproduktion senaste tioårsperiod redovisas och diskuteras på sidorna 78-79.

Förutom de krav som ställs i svensk byggnorm, SBN 1980, för barnstugors utformning ligger Stockholms kommuns lokalprogram för barnstugor till grund för försöksbarnstugans utformning.

Som ett speciellt underlag för systemval för försöksbarnstugan har inom ramen för detta projekt en kravspecifikation för inomhusklimatet utarbetats. I denna har erfarenheterna från Stockholms barnstugor - med och utan klimatproblem - samlats. Resultat från andra forskningsprojekt och synpunkter från olika experter med kunskaper om hygien, byggnadsuppvärmnings- och ventilationsteknik har tagits tillvara och resulterat i krav på temperaturförhållanden, luftfuktighet, rumsluftens föroreningshalt, tilluftskvalitet, luftomsättning och ventilationseffektivitet. Nedan presenteras denna kravspecifikation.

3.1 Temperaturförhållanden

3.1.1 Golvet

Klagomål på kalla golv är omfattande på Stockholms barnstugor. I en barnstuga är golvet centrum för många aktiviteter. Barnen vistas mycket på golvet. Även personalen i en barnstuga vistas mer på golvet än vuxna vanligtvis gör.

Det är därför viktigt att golven upplevs som varma. En mätning av golvtemperaturer som utfördes i februari 1983 vid 5 barnstugor i Stockholm (Bilaga 2) gav ett medelvärde för golvets ytemperatur på knappt 17°C. Medelvärdet för temperaturen en dm över golv var knappt 21°C. I tre av de fem barnstugorna uppmättes värden på golvets ytemperatur som låg på 15°C eller lägre. I en av barnstugorna hade de vattenburna radiatorerna kompletterats med vattenburna slingor i golv. Här var golvets ytemperatur 20°C, vilket personalen ansåg var lagom varmt.

I Stockholms barnstugor lades under en period in vattenburna värmeslingor i golv på spädbarnsavdelningarna. Problem med vattenläckage ledde emellertid till att denna lösning övergavs.

Följande faktorer som påverkar upplevelsen av golvets ytemperatur bör beaktas:

- Köldbryggor
- Golvdrag
- Kallras från fönster
- Isoleringstjocklek i golv
- Värmeavledande golvmaterial
- Ojämn uppvärmning
- Nattsänkning av temperaturen
- Dålig ventilation som framtvingar mycket vädring vintertid.

Såtidigt får inte golven vara för varma då bl a risken för fotsvamp ökar.

SBN 1980 anger att uppvärmningssystemet i förskolor och fritidshem ska dimensioneras så att golvet yttemperatur ligger mellan 20 och 27°C. I en kommentar påpekas att detta inte är ett krav för faktiskt uppmätt yttemperatur, utan endast en riktlinje vid projekteringen.

3.1.2 Rummet i övrigt

I barnstugorna i Stockholms kommun har temperaturskillnaden mellan golv och tak ofta varit stor. Flera faktorer har bidragit till detta:

- Hög yttemperatur på takvärmekassetten (periodvis 65 °C).
- En stark glödljusbelysning i taket (250 lux), ibland samverkande med en tilluft på 30°C (feltillverkade värmeväxlare för förvärmning av luften) som blåstes in nära taket.
- Termostaterna, som satt i huvudnivå, kände den höga temperaturen i taket, varför takvärmen inte kopplades på. Detta i sin tur innebar att golven inre värmdes upp av takvärmens strålningsvärme som det var avsett. Därigenom kunde inte heller kallras från fönster motverkas.
- På grund av klimatproblemen har vädring varit mycket omfattande i vissa barnstugor. Den inströmmande kalla luften har orsakat att takvärmen (i vissa fall vattenradiatorerna) avgett full effekt från fönsteröppnandet fram till cirka en timme efter fönstrens stängning.

Förutom att temperaturen varit ojämn har övertemperaturer i rummen som helhet varit vanliga. I februari 1982 gjorde fastighetskontorets vvs-byrå en mätning av lufttemperaturen vid 10 typstugor, byggda under de senaste 5 åren. Lufttemperaturen mättes 1 meter över golv. I varje barnstuga mättes två utrymmen. De högsta temperaturerna uppmättes med några få undantag under eftermiddagen. Medeltalet för högsta uppmätta temperatur på de 10 barnstugorna var 23°C. Medeltalet för den lägsta temperaturen, som i regel uppmättes nattetid när nattsänkningen var inkopplad var 19°C.

Temperaturmätningar har också utförts i veckoserier av Stockholms kommuns ergonomisektion 1978-1982 och av Stockholms miljö- och hälsoskyddsförvaltning 1981-1984 under januari månad vid ett antal (4 resp 5) barnstugor i Stockholm.

Av dessa framgick att maxtemperaturen i snitt låg på 24°C i båda mätundersökningarna.

Utöver ovan nämnda orsaker har övertemperaturerna berott på att personalen inte kunnat ställa in termostaterna på ett lämpligt sätt. Siffrorna på termostaten, som graderats i °C, har inte stämt med rummets verkliga temperatur.

Med tiden har ofta personalen på eget initiativ anskaffat en termometer som placerats bredvid termostaten. De har själva gjort en markering som visar hur termostaten ska vara inställd för att man skall få önskvärd temperatur i rummet.

Förutom att det är oekonomiskt med hög inomhustemperatur är det olämpligt ur hälsosynvinkel. Den höga temperaturen ger låg relativ luftfuktighet ("torr luft") och lättflyktiga, irriterande ämnen avspjälkas lättare från byggnadsmaterialen.

3.1.3 Köket

I köket har man ofta problemet att temperaturen är för hög.

Värmealstringen från de kylar och frysar av storköksmodell som idag används är stor. Även spis och diskmaskin avger mycket värme. I äldre barnstugor, som kompletterats med moderna kylar och frysar, är ventilationen inte dimensionerad för att leda bort värmen från dessa. Är köken dessutom söderorienterade kan innetemperaturen bli mycket hög.

I typbarnstugorna har ventilationen i köket dimensionerats för att föra bort denna typ av överskottsvärme. Även här uppstår emellertid problem med övertemperatur på morgonen genom att ventilationen i energisparsyfte stängs av nattetid.

Ett speciellt problem i köket har också varit att köksförrådet, där specerier förvaras, fått för hög temperatur. Detta har försetts med frånluftsdon, vilket resulterat i att den varma luften från köket via överströmning dragits in i förrådet. Köksförråden har därför i efterhand kompletterats med en separat kanal och fläkt som tar in uteluft nattetid. Härigenom har också övertemperaturen i köket på morgonen, som orsakats av nattavstängningen av hela ventilations-systemet, kunnat elimineras.

Slutsats ang. temperaturförhållanden:

- Yttertemperaturen på färdigt golv i barnstugans lektrum en halv meter från yttervägg bör ligga mellan 20°C och 24°C. Det bör eftersträvas att få en så jämn temperatur som möjligt över hela golvytan.
- En så jämn rumstemperatur som möjligt i rummets olika delar - kring 21°C - skall eftersträvas. Värmen bör samtidigt lätt kunna regleras till önskad temperatur. Temperaturskillnaden mellan strax ovan golv och i huvudnivå för vuxen bör inte vara större än 2°C.
- Vid val av värmesystem bör avseende fästas vid att värmekällan ger kontinuerlig värme, dvs ej slås på och av med långa intervaller.
- Värmen skall styras av såväl ute- som rumstemperaturen. Inomhustermostaterna skall placeras så långt från yttervägg som möjligt så att de inte påverkas för mycket av vädring.
- Köket skall placeras i norrläge och förses med så god ventilation att värmealstring från spis och maskiner leds bort. Kompressorer till kylar och frysar placeras i apparatrum för att minska värmealstring och buller i köket.
- Köksförrådet skall ha något lägre temperatur än köket i övrigt, t ex genom nattkylning.

I den händelse kompressorer inte kan placeras i annat utrymme än köket skall köket ha separat ventilation som inte stängs av helt nattetid.

3.2 Luftfuktighet

Klagomål på "torr luft" är mycket allmänna bland personalen vid Stockholms barnstugor.

I den barnstuga som byggdes om helt 1980, Svartlösavägen 128, anser man sig inte längre ha allergiska besvär på grund av klimatet. Däremot kvarstår klagomål på torr luft.

Vad menas då med torr luft? Det människor i allmänhet pekar på är att huden blir torr och fnasig, slemhinnorna torra och läpparna svider och/eller spricker.

Detta kan antas ha flera orsaker:

- 1) Förorenad luft (formaldehyd gör t ex att luften känns torr).
- 2) För hög inomhustemperatur som ger låg relativ luftfuktighet.
- 3) Låg relativ luftfuktighet, trots att det inte är för varmt inomhus.
- 4) Hög lufthastighet i uppehållszonen, (vilket skulle kunna ge ett slags "torkskåpeffekt").

3.2.1 Luftfuktighet - en definition

I ett PM om torr luft på arbetsplatser (Stockholms kommuns ergonomisektion, 1977) förklaras begreppen absolut och relativ luftfuktighet så här:

"Vatten, som står i förbindelse med luft, förångas och den bildade vattenångan tas upp i luften. Ju varmare luften är, desto mer vattenånga kan den ta upp och ju kallare den är, desto mindre mängd vatten kan den innehålla. I överensstämmelse härmed finner man att luften sommartid ofta innehåller 5-10 g vattenånga per m³ eller mer, medan motsvarande mängd vintertid är betydligt mindre, ofta blott 1-3 g per m³. När man talar om "torr luft" brukar man emellertid inte ange vikten av vattnet utan i stället hur mycket vattenånga, som luften innehåller i förhållande till den mängd, som maximalt kan tas upp - man talar om den "relativa fuktigheten" (RF).

Den relativa fuktigheten kan variera mellan 0% RF (d v s ingen vattenånga alls i luften) och 100% RF (d v s luften innehåller så mycket vattenånga, som den kan ta upp). Eftersom luftens förmåga att ta upp vatten varierar med temperaturen, kan kall luft, som är helt "mättad" med vattenånga (100% RF), innehålla mycket mindre vatten än varm luft, som blott delvis är mättad. Som exempel kan anges, att luft vid +20°C med 50% RF innehåller cirka 7 g vatten per m³, medan luft vid -10°C med 100% RF blott innehåller cirka 1,5 g.

Sommartid är luftens temperatur och fuktighet ute och inne i stort sett av samma storleksordning. Vintertid är förhållandena däremot olika ute och inne. När kall uteluft tas in i husen och uppvärms - utan att vatten samtidigt tillsätts genom exempelvis någon luftkonditioneringsanläggning - sänks RF betydligt, som följande exempel från en kall vinterdag visar.

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

Som framgår av exemplet sjunker luftens relativa fuktighet från 85% till 11%, när den värms upp".

Av detta kan man dra slutsatsen att, ju lägre den relativa luftfuktigheten är, desto mer benägen är luften att ta åt sig fukt från de källor som finns i rummet, t ex människor.

3.2.2 Konsekvenser av torr luft

Huruvida luft med låg relativ fuktighet har någon inverkan på människors välbefinnande eller ej finns det olika uppfattningar om idag.

Barnhälsoöverläkare Bengt Höjer i Stockholm skriver i ett PM till projektgruppen för "Barnstuga för bra inneklimate" att han anser att luftfuktigheten måste ha en central plats i diskussionerna. Hans motivering är följande:

"Det är visserligen sant att flera undersökningar visar att relativa fuktigheten upplevs olika av olika personer och att mycket besvär som anses bero på låg relativ fuktighet inte försvinner om fuktigheten höjs. Emellertid tycker jag att erfarenheterna visar att många människor trots allt har ett sämre välbefinnande vid låg luftfuktighet".

En annan barnläkare, Tryggve Ärman, med egna barn på en barnstuga med klimatproblem, skrev till projektgruppen om sina erfarenheter av barn med eksem och allergiska besvär:

"Vad gäller eksem är det uppenbart att sådana i Sverige försämras - oavsett boendeform - under vinterhalvåret. Detta har jag huvudsakligen tillskrivit det torra inomhusklimat, som råder i alla svenska hem under den kalla årstiden. När kall luft utomhus med normal luftfuktighet, genom normal ventilation, kommer in i huset, värms den upp och därmed sjunker den relativa luftfuktigheten. Barn med eksem tendens får torrare hy och därmed aktivare eksem. Stöd för denna tanke utgör det faktum att vistelse vid Medelhavet, med luftfuktigheter som är höga, gör eksem bra eller betydligt bättre, nästan utan undantag. Lägre grader av kemiska eller andra föroreningar i luft och vatten torde inte föreligga i Italien, Spanien etc än i Sverige".

IB Andersen m.fl (Andersen m fl, 1974) har utfört undersökningar med friska försökspersoner och funnit att de inte upplevt några obehag från slemhinnor eller hud ens vid så låg RF som 9%. De utsattes för partikelfri uteluft med denna låga RF under 78 timmar.

En skillnad som bör observeras mellan fallet ovan och de två tidigare uttalandena är att det senare handlar om friska människor och de två tidigare uttalandena om människor med hudbesvär. Det bör också observeras att IB Andersen m fl endast observerade personerna i 78 timmar .

Andra forskare har kommit till motsatta slutsatser angående den relativa luftfuktighetens inverkan på människan. Griffiths och Mc Intyre (Andersson m fl, 1975) har lagt fram undersökningar som visar signifikanta förändringar i den subjektiva uppfattningen av fuktighet mellan nivåerna 20, 50 och 75% RF vid var och en av de två temperaturerna 23 och 28°C.

En annan erfarenhet som talar för den relativa luftfuktighetens betydelse är problem som rapporterats från vissa sjukhus i Västerbotten. När landstinget på SPRIS rekommendation år 1974/75 stängde av luftfuktarna för att spara energi upplevde såväl personal som patienter klara obehagskänslor av torr luft. Vintertid blev den relativa luftfuktigheten ibland så låg som mellan 8 och 18%.

Stockholms kommuns sektion för ergonomi och arbetshygien konstaterar att klagomål över torr luft, oavsett luftfuktigheten, är vanligare vid hög inomhustemperatur.

Lars Olof Andersson m fl (Andersson m fl, 1975) som genomfört en undersökning av människors reaktioner på varierad temperatur och luftfuktighet i kontorsbyggnader drar följande slutsats:

"Problemet med låg vinterfuktighet, (ned till ca 25% RF), i kontorsbyggnader kan reduceras effektivare genom att man ser till att lufttemperaturen inte får överskrida 20-22°C än genom luftfuktning. Om lufttemperaturen av en eller annan orsak måste tillåtas stiga till 23-24°C, så erhålls ett bättre resultat genom intermitterant än genom kontinuerlig fuktning."

IB Andersen som inte funnit någon korrelation mellan torr ren luft och friska människors irritation av hud- och slemhinnor konstaterar samtidigt:

"att det kan antas att luftens vattenåmnehåll kan ha en indirekt betydelse via inverkan av det damm som kan förekomma i luften, på den elektriska ledningsförmågan, på förekomsten av främmande partiklar i gas- eller ångform och på mikroorganismers överlevnadsförmåga o s v."

Börje Löfstedt (Löfstedt, 1976) förnekar inte heller luftfuktighetens betydelse för inomhusklimatet:

"En viss effekt av luftfuktigheten kan spåras så till vida att vissa aerosoler, exempelvis tobaksrök, ger större retning på slemhinnorna i torr luft.

Hög luftfuktighet kan sannolikt också minska dammbildningen, framförallt från hygroskopiska textilier, vilket kan vara av betydelse för vissa allergier".

En låg RF skulle alltså kunna göra slemhinnor och hud mer mottagliga för de irriterande föroreningar som tycks finnas i inomhusluften, samtidigt som dammpartiklar lättare håller sig kvar i luften.

3.2.3 Lämpliga och faktiska värden

Riktmärken som brukar anges för hur luft upplevs är följande:

Om relativa luftfuktigheten inomhus överstiger 70% med normal rumstemperatur känns luften kvalmig.

Om relativa luftfuktigheten går ner mot 20-30% känns luften torr.

En vanlig rekommendation som utgår från en sammanvägning av komfort, risk för mögelbildning och andra faktorer är att försöka hålla relativa luftfuktigheten mellan 30% och 50%.

Stockholms kommuns ergonomisektion utförde åren 1978-1982 mätningar av temperatur och relativ luftfuktighet i totalt 40 utrymmen i barnstugelokaler. 4 av dessa mätningar utfördes i barnens lekutrymmen under januarimånader.

Vid var och en av dessa mätningar registrerades temperatur och relativ luftfuktighet varje vardag under en vecka, dels kl 10, dels kl 14.30.

Den genomsnittliga rumstemperaturen var 20,3°C och den genomsnittliga relativa luftfuktigheten 24,4%.

Ergonomisektionens mätningar för andra månader på året visade att den genomsnittliga relativa luftfuktigheten understeg 30% under jan-mars och låg strax över i december och april.

3.2.4 Ventilationens betydelse för luftfuktigheten

I barnstugor med klimatproblem finns ett dilemma i det faktum att ett högt luftflöde med största möjliga andel uteluft behövs för att vädra ut lättflyktiga, irriterande ämnen, samtidigt som just detta högre luftflöde sänker luftens absoluta och relativa fuktighet.

Vid om- och nybyggnad är det således av största vikt att färdighärdade material med så låg avgivning av föroreningar som möjligt används. Desto större blir då förutsättningarna för att hålla luftflödet på en någorlunda låg nivå som ger bättre relativ luftfuktighet - och ett mer energisnålt hus.

Om ventilationen är utformad så, att övertempererad luft i stort flöde tillförs rummet, torde även en viss "torkskåps-effekt" kunna uppstå, som kan förstärka uttorkning av hud och slemhinnor. Detta fenomen beskrevs illustrativt redan

1880 i en skrift med titeln "Bidrag till kännedom om luftens beskaffenhet i skolor", av professor Elias Heyman (Heyman, 1880). Han hade bland annat studerat Maria folkskola i Stockholm, som på denna tid hade luftburen värme från en central värmehärd. Han skrev:

"Öfver luftens torrhet - en olägenhet, som nästan öfverallt påbördas detta system för uppvärmning - förspordes äfven här klagomål, och att döma af det intryck på svalg och hud, luften efter en stunds vistande i rummen framkallade, syntes mig dessa klagomål ej obefogade. Som bekant är luftens förmåga att upptaga vatten större i samma mån temperaturen stiger, och då förnimmelsen af torr och fuktig luft uteslutande beror på den relativa fuktigheten, måste vid samma absoluta vattenhalt en varm luft kännas torrare än en mindre varm. Af samma orsak måste den känsla af torrhet, som en förut upphettad luft medför, minskas eller försvinna i den mån luften hinner afsvalna. Den ur ventilationsöppningen med hög temperatur i rummet inströmmande luften är naturligtvis ganska torr, men så snart den hunnit blanda sig med rummets luft och till denna afgivit sitt öfverskott af värme, måste dess relativa fuktighet ökas, och intet skäl förefinnes, hvarföre luften i rum, på detta vis uppvärmda, skall vara torrare än i rum med kakelugnar, förutsatt att temperaturen är den samma. Om förnimmelsen af torrhet icke dess mindre är större i rum med varmluftsledning, måste detta bero på andra omständigheter. Endels hålles temperaturen här högre, men därjämte är luften i mycket lifligare rörelse. Nya luftmassor tillföres oupphörligt, och ju hastigare dessa stryka förbi kroppen, dess mera vatten beröfva de lungor och hud, alldeles af samma skäl som våta kläder hastigare torka i blåst än i lugnt väder. Häraf nödvändigheten att i rum med varmluftsledningar hålla luften fuktigare, än hvad som är behöfligt i rum uppvärmda med kakelugn..."

Slutsatser angående luftfuktighet:

- Överkänslighet och eksem är idag vanliga hos såväl barn som vuxna. Det förefaller troligt att en låg relativ luftfuktighet inomhus kan bidra till att försämra åkommor av detta slag.
- Idealvärden att eftersträva är en relativ luftfuktighet i intervallet 30-50%, dvs på sommaren bör den inte överstiga 50% och på vintern inte understiga 30%.
- I valet av ventilationssystem (luftflöde, värmeväxling, tilluftstemperatur) och värmesystem ska dessa systems inverkan på den relativa luftfuktigheten vägas in som en väsentlig faktor.
- Byggnadsmaterialen bör, med hänsyn till den relativa luftfuktigheten, vara så fria från irriterande ämnen som möjligt.
- Försöksbarnstugan förses inte i inledningsskedet med luftfuktare. Skulle det emellertid visa sig att upplevelser av "torr luft" förekommer bör komplettering med luftfuktare

för intermittent 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/rengöring är en förutsättning för detta. Luftfuktare med cirkulerande vatten bör t ex inte förekomma.

3.3 Luftföroreningar

De föroreningar som finns i inomhusluften kan komma från tre huvudsakliga källor utomhusluften, människorna som vistas i huset och deras verksamhet samt slutligen från byggnadsmaterial och inredning.

Krav på ventilation, för att förhindra att föroreningar utifrån dras in i byggnaden i onödan, ställs under punkt 2.6.

När det gäller människorna och verksamheten kan följande sägas gälla för barnstugor:

- Barnstugor är ovanligt tätbefolkade byggnader. Det är inte ovanligt att ett 15-tal personer vistas i ett rum på cirka 30 m² långa stunder på dagen. Detta ger naturligtvis upphov till en hög koldioxidhalt och andra avsondringsprodukter som måste ventileras ut ur rummet. Arbetarskyddsstyrelsens nivågränsvärde (hygieniskt gränsvärde för exponering under en hel arbetsdag) är för koldioxid 5.000 ppm. Korttidsvärdet är 10.000 ppm. Utomhus är idag nivån ca 400 ppm. I SBN 1980 anges att gränsvärdet för koldioxid i bostäder skall understiga 1/10 av arbetarskyddsstyrelsens hygieniska gränsvärde.

I en dansk undersökning av ventilationen i barnstugor (Iversen m fl 1982) konstateras:

"Koldioxidhalten är en indikator som reflekterar alla andra luftburna föroreningar som människan emitterar, inklusive kroppslukt och luftfuktighet. Mot denna bakgrund bör inte inomhuskoncentrationen överstiga 1.500 ppm, inräknat den naturliga bakgrunden".

Redan på 1800-talet hade man konstaterat att om koldioxidhalten orsakad av människor överskred 1.500 ppm så var kroppslukten så stark att det kändes osunt.

De, förutom människorna, största luftförorenings- och luktkällorna från verksamheten i en barnstuga är i regel matlagning, cigarettrökning (som dock alltid begränsas till ett för detta ändamål särskilt utrymme), blöjbyte, städning och verksamheter i snickar- och målarrummen. Mycket damm och smuts dras också in i barnstugans kapprum via barnens ytterkläder och skor.

För att i största möjliga utsträckning minimera skadliga eller illaluktande ämnen från verksamheten krävs:

- Information till personalen om olämpliga material (typ starka klister, stora spånskivor i snickarrummet, dåligt skötta akvarier, carbamidhartslimmade möbler etc).

- En väl genomtänkt ventilation (se punkt 2.6)

Den emissionskälla som idag bedöms som den dominerande när det gäller de klimatproblem som upplevs vid vissa barnstugor i Stockholm är byggnadsmaterial och hyll- och skåpinredningar. En mängd tillsatssämnen används idag i byggnadsmaterial för att limma, mjukgöra, konservera, färga etc. Detta betyder att spackel, limmer, tapetklister, fogskum, fogmassa, board, spånskivor, målarfärg och annat som husen består av kan avge tillsatssämnen som är lättflyktiga. På arbetarskyddsstyrelsens gränsvärdeslista återfinns ett 20-tal lättflyktiga ämnen som enligt varudeklaration finns i barnstugornas byggnadsmaterial och som - om de avges från materialen i tillräckligt stora mängder - kan ge bland annat slemhinne- och ögonirritation. Allmänt gäller enligt SBN 1980 för det hygieniska klimatet i bostäder att halten av sådana ämnen i rumsluften inte får överstiga 1/20 av arbetarskyddsstyrelsens hygieniska gränsvärde.

För att söka få klarhet i vilket eller vilka ämnen som förorsakar besvären vid Stockholms barnstugor har en rad olika luftmätningar utförts. Dessa redovisas nedan.

3.3.1 Aldehyder

De mest omfattande mätningarna har gjorts av formaldehyd som av flera orsaker misstänks som en källa till problemen.

De mätningar av formaldehydhalten i luften som miljö- och hälsovårdsförvaltningen i Stockholm vidtog 1977-1979 på ett 20-tal barnstugor som anmält symptom, tyder på ett samband mellan grad av besvär och halt formaldehyd i luften. Maxivärdena varierar vanligtvis mellan 0,1-0,3 ppm för dem som anmält besvär, medan halten i andra barnstugor i regel ligger under 0,05 ppm. Halterna i de barnstugor som anmält besvär ligger däremot i samtliga fall under det hygieniska gränsvärdet för formaldehyd 0,4-0,7 ppm. I flera undersökningar har emellertid påvisats att betydligt lägre halter kan ge upphov till besvär hos känsliga personer. Bl a har ögonirritation noterats vid så låga halter som 0,05 ppm.

Miljö- och hälsoskyddsförvaltningen har även efter 1979 utfört ett stort antal formaldehydmätningar i barnstugor som anmält klimatproblem. En jämförelse mellan ett antal barnstugor som anmält klimatproblem och som byggdes och mättes 1978-1979 med lika många barnstugor som byggdes och mättes 1980-1981 visar att formaldehydhalten minskat från ett maxvärde på i medeltal 0,15 ppm till ett maxvärde på i medeltal 0,04 ppm. Här spelar flera faktorer säkert in, bl a de successiva förändringar som gjorts av materialen i nybyggda barnstugor och den förbättring av ventilationen som kommit till stånd.

Vid limning av spånen i spånskivor, lamellerna i lamellträ, fibrerna i mineralullsisolering etc är carbamidharts ett mycket vanligt förekommande lim. Carbamidhartsen innehåller formaldehyd som i mindre mängder förblir i fri form efter att limmet har härdat. Stockholmsavdelningen av statens provningsanstalt fann bl a följande angående formaldehyd i samband med sina undersökningar av den stängda barnstugan på Vantörsvägen 220:

Formaldehydhalten mättes i februari 1980 efter att barnstugan stått stängd drygt två år. När ventilationen var avstängd och takvärmen stod i normalläge uppmättes maxvärde 0,36 ppm formaldehyd vid 24-26°C och en relativ luftfuktighet på 20%. Detta är ett förhållandevis högt värde som visar att formaldehyd fortfarande avgavs från byggmaterial drygt två år efter byggnadens färdigställande. Provningsanstalten kunde också vid analys av byggnadsmaterial i den stängda barnstugan Svartlösavägen 128 (Långbro öst) påvisa att värmekassetterna i taket, där värmefoliens temperatur som högst går upp till 65 °C, avgav kraftigt stigande mängd formaldehyd med ökad temperatur. Formaldehyden fanns i bindemedlet i mineralullen samt i skyddspappen i takvärmeelementen.

Provningsanstalten undersökte även väggarnas och högskåpens spånskivor och fann att de innehöll 0,02% fri formaldehyd vilket ligger under dagens svenska gränsvärde men över det västtyska.

I Sverige får en spånskiva idag (sedan 1 januari 1982) innehålla max 0,04% fri formaldehyd. I Västtyskland, som har de hittills hårdaste bestämmelserna, är normen högst 0,01% formaldehyd (klassas som E 1 (E-ett)- spånskiva).

Det är viktigt i detta sammanhang att observera risken för att andra ämnen som är skadliga börjar användas istället för formaldehyd. I Tyskland har de skärpta formaldehydbestämmelserna lett till att isocyanat börjat användas som hårdare i spånskivor istället (i polyuretanharts). Vissa isocyanater är om de frigörs både allergiframkallande och cancerogena (se sidan 37).

En annan harts som visat sig praktiskt användbar vid bl a spånskivetillverkning är fenolharts. Även denna innehåller formaldehyd, men i en sammansättning som är mer vattenbeständig och därför inte frigörs lika lätt som formaldehyd i carbamidhartsen (Fickler, 1978).

Mot bakgrund av att klimatproblem kvarstår på flera av de barnstugor som har mycket låga halter formaldehyd förefaller det troligt att flera ämnen orsakar de observerade besvären. Det kan t ex noteras att det finns andra aldehyder som ger liknande effekter på människor som formaldehyd. Det gäller bl a acetaldehyd och akrolein. Luftens innehåll av dessa aldehyder har inte kontrollerats på Stockholms barnstugor. Metoder håller på att utvecklas för att kunna mäta även små mängder av andra aldehyder än formaldehyd.

Enligt en rapport från USA:s aldehydkommitté (National Research Council, 1981) ger vissa aldehyder, bl a acetaldehyd, upphov till en viktig grupp av andra föroreningar, peroxy-nylnitrater och peroxybenzonylnitrater som hade befunnits vara mycket ögonretande och växtförstörande. Krukväxtdöd har dock inte varit karaktäristiskt vid barnstugorna.

Vid några tillfällen har uteluften runt barnstugorna i Stockholms ytterstad mätts med avseende på halten formaldehyd. Den har befunnits ligga på 0,01-0,03 ppm.

Slutsats:

Formaldehyd är med stor sannolikhet ett av flera ämnen som bidragit till klimatproblemen i Stockholms barnstugor.

I försöksbarnstugan ska eftersträvas att få en så låg formaldehydhalt som möjligt i luften. Den ska inte överstiga 0,04 ppm när huset är nytt.

Spånskivor som används i byggnadskonstruktionen ska innehålla högst 0,01% fri formaldehyd. Spånskivor som används i fast och lös inredning ska innehålla högst 0,04% fri formaldehyd.

Byggnadsmaterialens lagring kontrolleras kontinuerligt så att de inte utsätts för fukt som sätter igång aldehydavgivningsprocesser.

3.3.2 Andra gasformiga ämnen som uppmätts

Provningsanstalten har identifierat andra ämnen än formaldehyd i luften, främst små mängder av toluén, alfa-pinén och andra terpenier.

Alfa-pinén och andra terpenier finns bland annat i målarfärger, limmer och spackel.

Toluén, som är ett lösningsmedel, finns bl a i bensin, bilavgaser, limmer och färger.

En jämförelse mellan dessa halter före och efter ombyggnaden av Svartlösavägen 128 visade att halten alfa-pinén och andra terpenier sjönk från 0,60 mg/m³ till 0,03 mg/m³ i rumsluften.

För toluén var halten i stort sett konstant före och efter ombyggnaden (cirka 0,10 mg/m³), vilket enligt provningsanstalten kan bero på att toluén även förekommer i utomhusluften.

I februari 1978 gjorde Torsten Rehn och Sune Pettersson vid naturvårdsverkets omgivningshygieniska avdelning tillsammans med Ingegerd Johansson från Institutionen för Analytisk kemi vid KTH en studie av inomhusluften (Johansson m fl, 1978) i fyra barnstugor.

Bland dessa, som alla var byggda 1977, var en (Stockholmsvägen 95) stängd p g a klimatproblem. De övriga tre barnstugorna hade inte anmält klimatproblem.

I varje barnstuga togs två prover för kemisk analys av inomhusluften, det ena cirka 25 cm över golvet mitt i rummet och det andra i tilluftskanalens mynningen. Dessutom togs ett prov på utomhusluften strax utanför barnstugan. Proverna analyserades med gaskromatogram.

Analyserna från samtliga barnstugor visade:

- att det fanns ungefär dubbelt så många föroreningar d v s ämnen i inomhus- och ventilationsluften som i utomhusluf-

ten. (21 komponenter i inomhusluften mot 10 i utomhusluften).

- att följande ämnen förekom i de högsta koncentrationerna i nämnd ordning: Toluén, alfa-pinén terpen, ett icke identifierat ämne, n-butanol och iso-butanol. Toluén är det enda av dessa ämnen som också fanns i uteluften. I inomhusluften var dock koncentrationen 6 gånger högre. Samtidigt var koncentrationen av samtliga identifierade komponenter mycket lägre än de för arbetsmiljön fastställda gränsvärdena, (mer än 30 gånger).
- Ingen nämnvärd skillnad i koncentration för ovan nämnda ämnen kunde konstateras mellan barnstugan som anmält klimatproblem och de övriga. Den lägsta medelkoncentrationen av de fem mest förekommande ämnena uppmättes i den äldsta barnstugan. (Detta torde bero på att emissionerna från lösningsmedlen avklingar med tiden).

Forskarna jämförde resultaten med tidigare analyser av inomhusluft i skolor (äldre än 10 år) i Stockholm och kunde bl a konstatera att butanol och terpen antingen inte förekom alls i skolsalsluften eller i mycket låga koncentrationer.

Slutligen konstaterar forskarna:

- att de symptom som redovisats för barn och personal i barnstugorna med klimatproblem överensstämmer väl med beskrivningar av expositionseffekter av t ex formaldehyd, butanol och terpentin, vid högre koncentrationer.
 - att inte något av de ämnen de identifierat i barnstugorna enligt allergologisk expertis är direkt allergiframkallande. Men att däremot förekomsten av terpen kan vara ett tecken på att hydroperoxider av terpen också är närvarande i luften och dessa kan vara klart allergena. Hydroperoxider bildas spontant då terpen är i kontakt med luft, men är ytterst svåra att analysera eftersom de lätt bryts ned i samband med analys.
- . /3 I bilaga 3 ges en sammanställning av de ämnen som identifierats i luften vid dåvarande problembarnstugan Stockholmsvägen 95.
- . /4 I bilaga 4 finns en sammanställning över ämnesanvändning vid framställning av vissa byggnads- och inredningsmaterial som finns i typbarnstugorna. Uppgifterna har lämnats av fabrikanterna.

Slutsats:

Inget av de under denna rubrik upptagna ämnena har förekommit i en sådan kvantitet att de ensamma skulle kunna orsaka klimatproblemen vid barnstugorna. En strävan i försöksbarnstugan bör emellertid vara att hålla koncentrationen av framförallt toluén och terpen på en så låg nivå som möjligt. Detta bör beaktas främst i valet av målarfärger och limmer. Placering av uteluftintag kan ha betydelse för förekomsten av toluén, speciellt i lägen med hög fordons trafik.

3.3.3 Andra gasformiga ämnen som ej mätts

Mjukgörare:

Provningsanstaltens analys av de plastmaterial som förekom på Svartlösavägen 128 i bl a golv och tapeter i våtutrymmen visade att halten mjukgörare som ingår i dessa ligger omkring 20 viktsprocent, vilket bedöms som normalt för dessa material.

De mjukgörare som definierades var:

dialkylftalat
dioktylftalat
dibutylftalat
diisobutylftalat
alifatiska estrar av hög molekylvikt.

Av dessa finns en, dioktylftalat, upptagen på arbetarskyddsstyrelsens gränsvärdeslista.

En annan av de identifierade ftalaterna, dibutylftalat, har visat sig kunna störa vissa växters fotosyntes så att bladen vitnar, en effekt som först upptäcktes i ett bostadsområde, Eneby, utanför Stockholm. Väggarnas målarfärg innehöll stora mängder av denna mjukgörare. (Virgin, 1981). Effekten på människor har ännu inte undersökts. I USA finns ett gränsvärde för lufthalten av dibutylftalat på 6 mg/m³.

Provningsanstalten hittade också denna ftalat i det lim, Hernia Vävlm, som glasfiberväven i barnens lekutrymmen var limmad med. Eventuell förekomst i barnstugans luft av dessa mjukgörare har inte undersökts.

Ketoner:

I en BFR-rapport, gjord inom Träforskningsinstitutet (Ekbladh, Åsnes, 1982) redovisas studier av olika byggnadsmaterials avgasning vid uppvärmning. En grupp ämnen som ofta förekom var ketoner. Ketoner används bland annat i samband med mönsterfärgning av plasttapeter. Ketonrester kan bli kvar i de färdiga tapeterna. De har en stickande lukt och ångorna verkar irriterande på ögon och luftvägar. Hygieniska nivågränsvärden från arbetarskyddsstyrelsen finns för metylisobutylketon, metyletylketon, cyklohexanon och acetone.

I Stockholms barnstugor har ketoner inte undersökts närmare. Mönstrade plasttapeter förekom i vissa utrymmen i barnstugorna under senare delen av 70-talet, men inte i barnstugor som byggts under 1980-talet.

Isocyanat och aminer:

Vid framställning av polyuretan används isocyanat som härdare. Aminer tillsätts för att få reaktionen att ske i lagom snabb takt. Polyuretan används i stor omfattning inom byggnadsindustrin, bl a som termisk isolering, som lim, hård- och mjukgörare, fogmassa och som tillsats i vissa alkydfärger.

De två vid byggnadsmaterialframställning mest använda isocyanaterna är MDI (metylenbisfenylisocyanat) och TDI (toluendiiso-

cyanat). Båda är redan i mycket små mängder allergiframkallande och ångorna verkar starkt irriterande på ögon och luftvägar. (Justsuk, Fickler, 1981).

Arbetskyddsstyrelsens takvärde för MDI och TDI ligger på 0,01 ppm.

Även aminer är allergiframkallande och verkar irriterande på ögon och luftvägar.

Idag finns två aminer med på arbetskyddsstyrelsens gränsvärdeslista, etylendiamin och P-fenylendiamin. I det förslag till ny gränsvärdeslista som lagts fram har listan utökats med ett 10-tal aminer.

Polyuretanprodukter förekommer i barnstugorna, bland annat i allt inredningsmaterial av skumgummi. Den färdiga polyuretanen är emellertid beständig, om den härdat ordentligt, och isocyanater och aminer frigörs inte på samma sätt som t ex formaldehyd vid högre rumstemperaturer eller om materialet blir fuktigt. Hälsoriskerna med dessa material föreligger framförallt för dem som arbetar med tillverkning eller bearbetning av polyuretanen.

Bensylklorid och bensalklorid:

Dessa två ämnen ingår vid framställning av PVC-mattor och frigörs vid svetsning av mattorna. Ämnena är mycket giftiga. Deras eventuella förekomst i barnstugornas luft har inte undersökts.

De utgör framförallt en hälsorisk för dem som tillverkar och lägger mattorna. För bensylklorid finns ett nivågränsvärde i arbetskyddstyrelsens lista.

2-etylhexanol:

Sedan mitten på 1970-talet har golvsador förekommit som yttrat sig i att golvmattor fått missfärgning, blåsbildning, släppning och krympning. Detta sammanhänge med införandet av s k flytspackel, som används för jämning av betonggol. Spacklet innehåller flyttillsatsmedel bestående av organiskt material (kasein). Spacklet i sig självt är inte hälsofarligt, men problem kan uppkomma när spacklet används under täta golvbeläggningar, t ex PVC-mattor, och vid hög fuktighet i underliggande betong. Genom den kemiska reaktion som då kan inträffa uppstår en dålig lukt och hälsoproblem av typ "sjukahussyptom". Det mest uppmärksamade fallet är kommunalhuset i Gällivaare. Det ämne som ger den dåliga lukten är 2-etylhexanol.

Flytspackel används inte i enplans typbarnstugor. Däremot förekommer det i golvbjälklaget en trappa upp i friliggande tvåplans barnstugor. Det förekommer också i vissa barnstugor i bottenvåningen på bostadshus.

I barnstugan Solhems Hagväg 10 fanns dålig lukt på övre våningsplanet som sattes i samband med förekomst av flytspackel och för hög fuktighet i betongbjälklaget (jmf sid 21). I barnstugan Blekingegatan 11-13 har dålig lukt satts i samband med förekomst av kasein i fuktig cellbetong i bottenbjälklaget (jmf sid 21).

Statens provningsanstalt gjorde 1984 en emissionsanalys av en PVC-golvmatte på Blekingegatan 11-13. Bland de ämnen som emitterades från mattproverna kunde en förhöjd emission av 2-etylhexanol konstateras.

Några mätningar av ämnets förekomst och halt i luften har inte gjorts.

Slutsats:

Alla under denna rubrik upptagna ämnen är medtagna i kravspecifikationen för att de ska finnas i åtanke vid materialvalet. För att ställa mer preciserade krav skulle ytterligare forskningsinsatser behövas som underlag.

3.3.4 Partiklar

I barnstugorna Stockholmsvägen 95 och Rödklövervägen 105, har provningsanstalten funnit spår av kiseldioxid som tyder på förekomst av mineralullsfibrer i luften.

De källor som kan anses vara möjliga är:

- Mineralullen bakom den perforerade gipsskivan i takvärme-kassetten.
- Ljuddämpande material och tätningsmuffar i ventilationskanalerna.
- Otätheter i ventilationskanaler och tilluftsaggregat (sugsidan) som kan orsaka insugning av fibrer från den utvändiga mineralullsisoleringen.

I mars 1983 mätte provningsanstalten fiberhalten i luften vid två typbarnstugor. Halten mättes i 4 olika rum två dagar i följd. I den ena barnstugan, som ej anmält klimatproblem, var halten enligt alla prover båda dagarna mindre än 0,1 fibrer/cm³.

I den andra barnstugan, Sylvestervägen 2-6, som anmält klimatproblem, låg alla värden första dagen under 0,1 fibrer/cm³. Andra dagen var fiberhalten mindre än 0,1 fibrer/cm³ i två prover, 0,2 fibrer/cm³ i korridoren och 0,1 fibrer/cm³ i ett av barnens vilrum.

Halterna bedömdes av provningsanstalten som normala för denna typ av byggnad. Arbetarskyddsstyrelsens nivågränsvärde ligger på 3 fibrer/cm³. Det är sedan länge känt att arbetare som handskas med mineralull får klåda och besvär. Det är framförallt stora fibrer, med en diameter större än 5 µm, som irriterar huden.

Även en liten mängd fibrer i luften kan, liksom andra partiklar, bli bärare av andra föroreningar som människor inandas.

Slutsats:

I försöksbarnstugan ska det fibermaterial som förs in i områden där det har kontakt med husets inomhusluft eller ventilationskanaler kontrolleras med avseende på fiberavgivning.

Konstruktioner som kan ge fibrer i luften bör i största möjliga utsträckning undvikas.

3.3.5 Radon

Radon är en radioaktiv ädelgas som bildar de så kallade radondöttrarna, vilka består av radioaktiva metalljoner. Radondöttrarna har stor behågenhet att fastna på dammpartiklar och andra ytor.

Radioaktiva ämnen sönderfaller under utsändande av olika typer av joniserande strålning. I en bostad förekommer huvudsakligen alfastrålning från luftens radondöttrar och gammastrålning från byggnadsmaterialet. I svenska bostäder ger radondöttrarnas alfastrålning större stråldos än gammastrålningen.

När lungorna utsätts för en stråldos kan detta medföra risk för lungcancer.

Måttenheten för radon och radondöttrar är becquerel per kubikmeter (Bq/m^3). En becquerel är lika med ett sönderfall per sekund. Radon förkortas Rn och radondöttrar RnD. Enligt Radonutredningen föreslås:

För befintliga hus med en uppmätt RnD-halt överstigande 1000 Bq/m^3 en åtgärd inom två år. Om RnD-halten är över 400 Bq/m^3 en åtgärd inom fem år. Enligt SBN 1980 ska RnD-halterna i nybyggda hus inte överskrida 70 Bq/m^3 .

Stockholms miljö- och hälsoskyddsförvaltning har mätt RnD-halten vid 8 barnstugor (Sthlms miljö- och hälsoskyddsförvaltning, 1985). Uppmätta halter varierade mellan 5 och 210 Bq/m^3 och hade medelvärdet 60 Bq/m^3 . Två av barnstugorna hade RnD-halter över 70 Bq/m^3 (jmf nybyggnadskravet enligt SBN 1980). Samtliga barnstugor hade RnD-halter klart under gränsvärdet för sanitär olägenhet, 400 Bq/m^3 .

Helt nyligen har miljö- och hälsoskyddsförvaltningen utfört ytterligare två mätningar av RnD-halten i två provisoriska barnstugor, som inrymts i befintliga villor. I ena fallet översteg RnD-halten 400 Bq/m^3 i ett lekrum som inretts i ett f.d. garage. I det andra fallet, som gällde en tvåplansbyggnad, uppmättes RnD-halter över 400 Bq/m^3 i bottenvåningen, som saknade mekanisk ventilation. I båda dessa fall har ventilationen kompletterats för att sänka RnD-halten.

Under lång tid uppmärksammades radonavgivningen från byggnadsmaterial (framför allt den blå lättbetongen) som en huvudfråga. Det har emellertid under senare år visat sig att markradonavgivningen är ett långt större problem.

Radonhalten på en meters djup i vanlig mark är cirka $5.000-20.000 \text{ Bq/m}^3$. I genomsläppig mark, bestående av grus och alumskiffer kan radonhalten nå upp till hundratusentals Bq/m^3 . Som högst har man mätt upp 2 miljoner Bq/m^3 .

Enligt Sven-Olov Ericsson, Allmänna Ingenjörskyrån AB, som studerat metoder att bygga radonsäkert, måste alla byggnader konstrueras med hänsyn till att det under källargolvet i vanliga fall kommer att vara 10.000 Bq/m^3 och vissa fall uppåt 200.000 Bq/m^3 . (Ericsson, 1982).

Problem med markradon kan uppstå:

- om det finns otäthet som utgör förbindelse mellan huset och marken
- om huset, genom att det har enbart frånluftsfläktar eller självdrag, har undertryck. Markluften kan då sugas in genom eventuella otätheter
- om marken har sammanhängande porer så att markluft kan bära fram radon från tillräckligt stor markvolym
- om luftflödet i huset är så lågt att det radon som kommer in i huset inte späds ut tillräckligt genom ventilationen.

Balanserad ventilation och stort luftflöde är ett bra skydd mot markradon i byggnaden.

På radonfarlig mark är grundläggning med kryputrymme ett bra sätt att eliminera markradonet. Man kan antingen ge utrymmet ett lägre tryck än husets eller gjuta en betongplatta med syfte att begränsa radonavgången från marken till kryputrymmet.

Slutsats:

Den mark som försöksbarnstugan ska lokaliseras på bör mätas med avseende på radonavgången i luftjorden (en meter ner). Skulle radonavgivningen visa sig vara extremt hög väljs en annan tomt.

I övrigt beaktas risken för radonproblem framför allt i valet av grundkonstruktion och ventilationssystem.

3.3.6 Sammanfattning

Sammanfattningsvis, när det gäller luftföroreningar, kan konstateras

- att koldioxidhalten i barnstugan inte bör överstiga 1.000 ppm.
- att en så låg formaldehydhalt i luften som möjligt (under 0,04 ppm) bör eftersträvas. Eftersom det är troligt att även andra lättflyktiga ämnen som emitteras från byggnaden, bidrar till - eller i vissa fall orsakar - klimatproblemen, måste stor noggrannhet iaktas vid materialval. Så "rena" och uttorkade material som möjligt ska användas, liksom så litet lim, spackel och färg som möjligt i övrigt. Sandwichkonstruktioner bör undvikas och spikning bör ersätta limning där detta är möjligt (t ex vid uppsättning av akustiktak).
- att personalen skall informeras så att inte onödiga luftförorenande produkter används i verksamheten.
- att en strävan bör vara att få en sammansättning på inne-luften i försöksbarnstugan som i största möjliga utsträckning liknar god uteluft.

- att ventilationen ges sådan utformning och dimensionering att den utgör en extra säkerhetsventil mot eventuella emissioner av lättflyktiga ämnen och radon. (Mer om detta längre fram).
- att rum med speciella verksamheter som förorsakar föroreningar eller dålig lukt ska ventileras extra väl.

3.4 Mögel

En faktor som bidragit till eller orsakat ett dåligt klimat i vissa barnstugor är mögel.

Förutom en obehaglig lukt som ofta följer av mögel är vissa mögelsporer ett stort problem för allergiska personer. Vissa mögelarter anses idag också kunna ge de typiska "sjukhus-symptomen".

I Stockholms kommuns barnstugor har problem med mögel kunnat konstateras i flera fall. Det har dels gällt barnstugor som på ett eller annat sätt drabbats av vattenskador, på grund av läckande vattenledningar, dels felaktigt utförda tak- och grundkonstruktioner som orsakat hög fuktighet i berörda byggnadsdelar.

I ett fall utfördes en felaktig tilläggsisolering av en grundmur i en äldre barnstuga. Ventilationsöppningarna i grundmuren sattes igen vilket ledde till mögeltillväxt i grunden. Missförhållandet upptäcktes genom klagomål från personalen över sjukdomssymptom som huvudvärk, hudutslag och trötthet som uppträtt efter tilläggsisoleringsarbetena.

I en artikel (Holmberg, 1984) presenterar Kenneth Holmberg resultatet av en undersökning av mögelproblem i bostadshus. Undersökningen omfattade 26 mögelskadade byggnader och 21 kontrollbyggnader. Man kunde konstatera att totalhalten av luftburna mikrosvampar var förhållandevis låg såväl i mögelskadade byggnader (max 767 cfu/m³, medeltal 145 cfu/m³) som i kontrollbyggnader (max 274 cfu/m³, medeltal 117 cfu/m³). Mikrosvampar av typ *Cladosporium* och *Penicillium* dominerade i prov både från mögelskadade byggnader och från kontrollbyggnader. Däremot var halten av arterna *Aspergillus fumigatus* och *Aspergillus flavus* högre i mögelskadade byggnader.

I byggnader med fuktobalansproblem och mögelskador var de uppmätta halterna av *Aspergillus* över 100 cfu/m³ luft. (Värdena låg i intervallet 207-10.840 cfu/m³ luft).

I normala byggnader isoleras *Aspergillus fumigatus* i luftprov i halter mindre än 15 cfu/m³ luft, sällan över 100 cfu/m³. (Det senare i så fall vintertid).

Undersökningens resultat indikerade överfrekvens av symptom från området näsa/svalg och övre luftvägar, hud och ögonbesvär och allmänna symptom i form av extra trötthet hos personer exponerade i mögelskadade byggnader. Man fann vidare att frekvensen av sådana symptom ökade med höga halter av just

Aspergillus fumigatus och *Aspergillus flavus*. Däremot anses hälsoeffekterna sällan vara relaterade till halterna *Cladosporium* och *Penicillium*.

Några slutsatser som dras av undersökningen är:

- att det oftast är viktigare att först bestämma vilka mögelarter som tillväxer i de interna mögelkällorna i boendemiljön än att å priori bestämma totalhalten av svampartiklar i luftprov.
- att det kan övervägas om inte en stadigvarande exponering i boendemiljön för mer än 100 cfu/m³ luft av *Aspergillus fumigatus* rent principiellt bör betraktas som en riskmiljö.

Aspergillus fumigatus tillväxer snabbt redan vid rumstemperatur (18-23 °C) och kan gro, tillväxa och sporulera vid relativt låg vattenhalt. Den uppkommer därför lätt i moderna, täta, varma byggnader med fuktobalans till följd av otillräcklig ventilation (mindre än 0,5 rv/h).

Vid två av Stockholms barnstugor har vid mögelmätningar förekomst av *Aspergillus*mögel kunnat konstateras. Halterna har dock inte överskridit 100 cfu/m³ luft.

I våtlekutrymmet på barnstugan Gambriningsgatan 6, med synliga fuktskador, uppmätte Stockholms miljö- och hälsoskyddsförvaltning nyligen en totalhalt mögel på 206 cfu/m³. Därav var 18% (d v s 37 cfu/m³) *Aspergillus*arter.

I ett allrum intill våtleken var totalhalten 50 cfu/m³ och utgjordes helt och hållet av *Aspergillus*mögel.

Åtgärder vidtas nu mot fuktskadan.

I våtlekutrymmet på barnstugan Skebokvarnsvägen 57 uppmättes 1985 en totalhalt mögel på 47 cfu/m³, varav 100% utgjordes av *Aspergillus*arter. (10% *fumigatus* och 90% *flavus*).

Den kanske vanligaste orsaken till mögelproblem i byggnader i allmänhet är felaktigt konstruerad eller utförd grundläggning/dränering.

I ett examensarbete om en fukt- och mögeldrabbad förskola i Huddinge (G Johansson, 1985) beskrivs hur en felaktig grundläggning och dränering resulterat i svåra mögelproblem. I erfarenheterna härifrån betonas vikten av:

- att bygga på mark av lämplig karaktär och framförallt undvika vattensjuka områden
- att ha en riktigt genomförd dränering, genomluftning av grund och bjälklag samt vattenavledning från tak och mark till befintlig dränering.

I en artikel (Holmberg, 1982) ges synpunkter på huskonstruktioner och skötsel med tanke på att minimera risken för mögelproblem:

"Vissa ventilationslösningar kan ha negativ effekt, t ex ventilation med återluft. Ventilationsystemets kanaler och filter måste noggrant övervakas och rengöras för att

inte bli en föroreningskälla för mögel till inomhusmiljön. I första hand sprids termofila aktinomyceler, som kräver 35 -55°C för att utvecklas, med dåliga ventilationssystem".

"Ytor i inomhusmiljön som periodvis eller ständigt är täckta av kondensfukt, t ex kalla vattenrör, fönster och väggar i t ex kök och badrum är andra livsmiljöer för svamp-tillväxt".

"Kraftig svamptillväxt i byggnader har direkt samband med fuktstillförsel och bristfällig ventilation".

"Ökade risker kan uppkomma genom att försöka tillgodose behoven av ökat energisparande genom en effektivare tätning av byggnader".

I samma tidskrift föreslås (Klittner, 1982) följande åtgärder under byggnadsskedet för att minimera riskerna för mögelbildning:

- Skydda byggnadsmaterialen ordentligt mot fukt på arbetsplats samt byggnader under uppförande.
- Se till att husen snabbt kommer under tak och skyddas mot nederbörd.
- Torka husen ordentligt innan färdigställandet och inflyttningen.
- Rengör betongplatta och kryputrymme från organiskt material.

Slutsats:

- Bakom mögelskador ligger oftast felaktig konstruktion, bygglarv eller otillräckligt skydd mot vattenskador. I försöksbarnstugan bör dessa risker minimeras.
- Förekomsten av Aspergillusmögel i inomhusluften bör kontrolleras. I enlighet med den redovisade undersökningen ovan kan halten anses onormalt hög om antalet kolonibildande svamppartiklar överstiger 15-100 per m³ luft.

3.5 Små, lätta luftjoner

En rad undersökningar med delvis mycket motstridande resultat har behandlat de s k små lätta luftjonernas inverkan på klimatet.

Lätta luftjoner bildas genom att en neutral atom eller molekyl tillförs energi. Därvid frigörs en elektron från molekylen som blir positivt laddad. Elektronen fastnar på en annan neutral molekyl som då blir negativt laddad. De bekläds sedan med ett skal av neutrala molekyler och kallas i detta tillstånd för lätta luftjoner.

Energi kan tillföras via joniserande strålning, ultraviolett solstrålning eller radioaktiv strålning.

Då utomhusluften är förorenad sjunker den sammanlagda koncentrationen lätta luftjoner och andelen negativa lätta

luftjoner minskar. En hög halt av lätta luftjoner inomhus kan vara ett tecken på att det förekommer joniserande strålning från radon i byggnaden.

En låg halt lätta luftjoner inomhus kan vara ett indicium på att luften är förorenad med partiklar. Rökning sänker t ex kraftigt koncentrationen av lätta luftjoner. Det beror då på kombinerad (infångning av lätta luftjoner på tunga joner av motsatt laddning och på neutrala partiklar). (Löfgren, 1980).

Diskussionen om de lätta luftjonernas inverkan på klimatet och människan gäller,

- dels huruvida luft som har lägre halt små lätta luftjoner och lägre andel negativa joner upplevs som mindre frisk än uteluften.
- dels om en rubbad jonbalans kan påverka de elektriska fälten inomhus så att luftföroreningar attraheras till människans hud och slemhinnor.

En fråga som tagits upp i olika sammanhang är huruvida ventilationssystem med stort luftflöde kan påverka ett rums jonbalans så att eventuella effekter enligt ovan skulle kunna uppstå.

I ett föredrag i BFR:s hälsoskyddsgrupp redogjordes för en undersökning av detta (Johnsson, 1983):

"Nära rummets väggar (på centimeteravstånd) försvinner en del joner genom diffusion till dessa ytor, något som normalt inte påverkar joninnehållet i den fria luften. Effekten kan däremot bli betydande, t o m dominerande, inuti själva ventilationssystemet, där luften efter passage av speciellt filter och värmeväxlare kanske bara innehåller 5-10% av de ursprungliga jonerna. Även om man räknar med att den tillförda uteluften är helt utarmad på joner efter passagen av ventilationssystemet, så blir emellertid inverkan på jonhalten i rummet helt obetydlig - en minskning med högst 1% vid normala ventilationsförhållanden. Först vid extremt höga luftomsättningar, och då endast i mycket ren luft, kan ventilationssystemet tänkas spela någon roll (50% reduktion av luftens jonhalt vid 20 luftomsättningar per timme). Trots den ned-sättning av den maximala möjliga jonkoncentrationen i ett sådant rum blir den absoluta jonhalten i alla fall osedvanligt hög, just på grund av den låga partikelhalten".

Lars Johnsson påpekar att närvaron av elektrostatiska fält i ett rum däremot kan vara mycket drastisk:

"Inom ett tiotal sekunder har en betydande del av jonerna sökt sig till de laddade ytorna, med därmed åtföljande minskning av jonkoncentrationen. Sådana fält uppkommer lättare än man tror - det räcker med att man går över en nålfiltmatta, tar i ett plasthandtag, stryker handen genom håret eller t o m gör något så obetydligt

som att korska benen när man sitter vid ett bord, för att elektrostatiske laddningar ska uppstå. De uppkomna effekterna kan vara allt från minimala (i fuktig och rökgig luft) till dramatiska (i torr och ren luft) och de kan kvarstå förvånansvärt länge - åtskilliga timmar även i normal luft, om laddningarna är bundna på en plastyta. Sådana störningar, kombinerade med meteorologiska effekter, gör det i praktiken tämligen omöjligt att dra några speciella slutsatser från mätningar i normala arbetsmiljöer."

Storstadsluft innehåller i regel cirka 150 jonpar/cm³, småstäder 250 jonpar/cm³ och landsbygd i medeltal 500 jonpar/cm³.

Mot bakgrund av redogörelsen ovan har det inte befunnits meningsfullt att mäta halten lätta luftjoner vid Stockholms kommuns barnstugor.

Slutsats:

I enlighet med vad som ovan sagts är det knappast meningsfullt att mäta jonhalten i rum med pågående verksamhet. Ventilationens inverkan på rummets jonhalt torde vara försumbar i försöksbarnstugan, där luftomsättningen inte kommer att överstiga 5 rv/h.

Däremot bör benägenheten hos olika byggnadsmaterials ytskikt att ge upphov till elektrostatiske fält beaktas i samband med materialval.

3.6 Ventilationen

Den metod personalen själva utvecklat på problembarnstugorna i Stockholm för att göra klimatet mer uthärdligt är vädring. Entydigt upplevs att korsdrag, som ger "frisk luft" i rummen, förbättrar situationen.

Klimatproblemen upplevs starkast under vinterhalvåret. Orsakerna till detta är säkert flera. Barn och personal vistas mycket mer utomhus under sommarhalvåret. Under vinterhalvåret drar värmesystemet igång med allt vad det innebär i påverkan av material och inomhusluft. Samtidigt minskar fönstervädringsmöjligheterna.

Några karaktäristiska drag i barnstugeverksamheten som ställer speciella krav på ventilationen är följande:

- Barn och personal samlas ofta i samma rum. Det är inte ovanligt att 15-17 personer vistas samtidigt i ett rum, t ex vid måltiderna och vid vilan. Samtidigt kan andra rum stå tomma.
- Luft från "luktande" rum som personalens rökrum, köket skötrummen, snickarrummet och förråden bör inte gå ut i barnens lekrum via överströmning. Luftflödet i skötrum bör vara tillräckligt stort för att kunna vädra ut dålig lukt.

- I barnstugor vistas såväl barn som personal i rätt stor omfattning på golvet. Det är därför väsentligt att luftflödet är stort även i golvzonen.

Ventilationen i barnstugorna bör bedömas främst utifrån följande faktorer:

- 1) Tilluftskvalitet, d v s kvaliteten på tilluften som kommer in i varje enskilt rum.
- 2) Luftflödets storlek, d v s den uteluftsmängd som per tidsenhet tillförs rummet.
- 3) Ventilationseffektivitet, d v s hur effektivt uteluften sprids till den zon där människorna vistas och för bort den förorenade luften ur rummet.
- 4) Driftsäkerhet och skötsel, d v s hur länge systemet fungerar utan störningar, hur "skötselvänlig" anläggningen är när störningar inträffar och hur underhållsarbetet är upplagt.

Nedan följer en genomgång av erfarenheter av hur dessa faktorer påverkat klimatet i Stockholms barnstugor.

3.6.1 Tilluftskvalitet

Den uteluft barnstugorna tar in genom fönstervädring inverkar positivt på klimatet. Med stor sannolikhet är det luftföroreningar i byggnaden som orsakar de besvär som upplevs i husen.

Förutom risk för mögeltillväxt samt emissioner från byggnadsmaterial, personer eller verksamheter som påverkar inneluften, finns en annan skillnad mellan inneluft och uteluft som eventuellt är värd att uppmärksamma i samband med diskussioner om återluftföring. USA:s aldehydkommitté påpekar i en rapport (National Research Council, 1981) att det utomhus sker en ständig påverkan från atmosfären på uteluften. Det sker bland annat genom radioaktiv strålning och solens ultraviolettera strålning. Exempelvis absorberar aldehyderna solljusets ultraviolettera komponent och genomgår fotosönderfall. De reagerar också snabbt med de rikligt förekommande, starkt reaktiva flyktiga fria hydroxylradikalerna (OH) som finns i solbestrålad luft. På så sätt kanske man kan säga att det finns en ständigt "renande" mekanism i utomhusluften som saknas i inomhusluften.

Det borde vara rimligt att sträva efter att rumsluften i största möjliga utsträckning ska likna uteluften vid god utemiljö, både vad gäller sammansättning av gasformiga ämnen, partiklar, lukt och joner.

I den under rubriken "Luftföroreningar" citerade undersökningen av inomhusluften i fyra barnstugor (Johansson m fl, 1978) gjordes även analyser av tilluftens innehåll av gasformiga ämnen i förhållande till uteluftens.

Proverna togs i tilluftskanalens mynning i tre barnstugor med roterande värmeväxlare och en med återluftssystem.

Forskarna kunde konstatera att inomhusföroreningarna till

stor del även återfanns i tilluften. Tilluften innehöll dubbelt så många ämnen som uteluften. Detta gällde för alla fyra barnstugorna.

För de fyra kvantifierade specifika inomhusluftsföroreningarna som forskarna hittade: alfa-pinén, terpen, n-butanol och iso-butanol uppmättes 50% av inomhuskoncentrationen (25 cm över golv) i tilluftskanalen i de barnstugor som hade roterande värmväxlare.

En förklaring som forskarna antyder som möjlig till tilluftens förorening är att inte bara värme och fukt överförs från avluften till tilluften i värmväxlarna utan även luftföroreningar i kombination med ett visst läckage. Vid dessa barnstugor var också utelufts- och avluftskanalerna placerade intill varandra i gemensam skorsten på taket.

I barnstugan med återluft kunde man vid det senare av de två provtagningstillfällena konstatera något högre koncentrationvärden för de fyra identifierade, specifika ämnena samt för toluén.

Detta, skriver forskarna, kan eventuellt ha samband med den lägre utomhustemperaturen vid det senare provtagningstillfallet. Återluftssystemets regleringsautomatik hade då minskat proportionen av uteluft i tilluften.

Författarna drar följande slutsatser om ventilationen mot bakgrund av de föroreningar de funnit i tilluften:

"I hus där återluftssystem installerats är proportionen återluft beräknad så att den i ogynnsammaste fall inte medför en omsättning av uteluft lägre än stadgade värden.

Om värmväxlare som har en föroreningsöverföring av den storleksordning som uppmätts i de undersökta barnstugorna, i fortsättningen ska användas, så bör "återluftssonemang" tillämpas även på dessa. Överföringsgraden för värmväxlare kan emellertid vara olika för olika ämnen. Detta gör det svårt att avgöra vilken överföringsgrad som ska gälla då ventilationens storlek ska bestämmas. I ogynnsamma fall kan ett mycket olämpligt ämne cirkulera runt i systemet under lång tid utan någon nämnvärd minskning av dess koncentration trots att ventilations-systemet arbetar med ett högt luftväxlingstal".

Ett annat exempel på betydelsen av tilluftens kvalitet är en 4-avdelningsbarnstuga i Bandhagen (Stockholm) byggd 1980 med återluftssystem. Barnstugan har haft klimatproblem allt sedan starten. Där ställdes ventilationen om så att barnstugan fick 100% uteluft. Personalen anser sig ha upplevt en klar förbättring av klimatet.

Endast ett fåtal av barnstugorna i Stockholms stad har återluftssystem. Det vanligaste är roterande värmväxlare. De roterande värmväxlarnas benägenhet att återföra lättflyktiga föroreningar från avluften till tilluften har rapporterats från flera håll än ovan relaterade forskningsrapport. En barnstuga med klimatproblem i Falun är försedd med roterande värmväxlare. Där konstaterades vid en genömgång av anläggningen att ett felaktigt tryckförhållande

(vilket mycket lätt uppstod) ledde till överströmning och direkt inblandning av avluft i tilluften. Detta avhjälpes genom ombyggnad med annan fläktplacering.

I en fältundersökning av värmeväxlares praktiska funktion inom verkstadsindustrin (Bergqvist, 1980) exemplifieras påträffade fel och brister hos roterande värmeväxlare med bland annat följande:

- Hygroskopiska (fuktöverförande) rotorerna har olämpligt valts där frånluften innehållit lösningsmedel varvid detta till viss del överförts till tilluften.
- Tryckförhållandet över rotorn har varit sådant att hälsofarliga ämnen i avluften har överförts till tilluften.

En annan fråga som diskuterats i anslutning till klimatproblemen i Stockholms barnstugor är huruvida tilluftens uppvärmning med elektriskt värmebatteri med glödtrådar, som har en temperatur på cirka 300°C, kan leda till att partiklar i luften förbränns eller att luften påverkas kemiskt på annat sätt.

I vissa fall har det förekommit att luftintaget till barnstugan har placerats i fasad mot trafikerad gata eller buss hållplats vilket lett till att man kunnat känna tydlig avgasluk i inomhus. Kostsamma ombyggnader har därför fått lov att genomföras. I andra fall har skorstenarna för avluftsutsläpp respektive uteluftsintag placerats så nära varandra att överströmning förekommit.

Slutsats:

- Rumsluften ska, med avseende på innehåll av gasformiga ämnen, partiklar, joner och luft i största möjliga utsträckning likna god uteluft.
- Tilluften bör värmas upp av ett lågtempererat system.
- Luftintag placeras så att bra uteluft tas in. Det ska också vara väl åtskilt från avluftsutsläppet.
- De filter som används skall effektivt avskilja partiklar så att tilluftens partikelhalt blir låg och så att inte damm samlas i tilluftskanalerna. Inte bara frånluftskanalerna, utan även tilluftskanalerna, bör dessutom vara rensningsbara.
- Stor vikt ska läggas vid ventilationssystemets effektivitet, d v s dess förmåga att ersätta den förorenade luften i vistelsezonen med tilluft. Det bör understrykas att enbart ett högt luftflöde inte är någon garanti för en god ventilation. Men felaktig luftströmning i rummet kan en homogenisering åstadkommas som i vissa fall troligtvis kan öka föroreningsgraden i vistelsezonen. Resultatet kan t ex bli att eventuella emissioner från rummets ytskikt dras till, istället för bort från, vistelsezonen.
- Rökrum och kök förses med separat, kraftigt utsug som kan handmanövreras av personalen. Skötrummet ska ha undertryck

och vara försedda med goda vädringsmöjligheter. Även snickarrummet och förråd där luktande artiklar förvaras (central-, lek- och städförråd) skall ha undertryck.

- I försöksbarnstugan bör man i experimentsyfte ha möjlighet att utöver den mekaniska FT-ventilationen kunna pröva en ventilation med uteluftsventiler och frånluftsfläktar.
- Stor försiktighet måste iakttagas vid val av värmeåtervinningssystem. Återluftssystem kan försämra tilluftskvaliteten genom återföring av lättflyktiga gaser. Detta gäller även värmeväxlare där av- och uteluft kommer i kontakt med samma ytor eller där av- och uteluften genom ändrat tryckförhållande kan blandas.

3.6.2 Luftflödets storlek

Erfarenheter från barnstugor med klimatproblem i Stockholms kommun tyder på att luftflödets storlek påverkar klimatet.

Några exempel:

På Frejgatan i Stockholm ligger ett nybyggt hus som enligt uppgift är ett av Stockholms tätaste hus. I bottenvåningen ligger en barnstuga som av misstag fick samma ventilation som bostäderna i huset med ett luftflöde på 0,5 rv/h. Eftersom gatan, åt vilken de flesta lektrum vette, var mycket trafikerad hade man dessutom svårt att vädra. Personal och barn blev så dåliga att driften fick stoppas och barnstugan stängas.

Ventilationen byggdes sedan om så att barnstugan fick en separat ventilation och ett betydligt högre luftflöde. Efter att barnstugan åter tagits i drift med samma personal och barngrupp, har det gått bra. Den person som hade de svåraste problemen och som aldrig tidigare visat överkänslighets-symptom, har sedan endast mått dåligt vid några speciella tillfällen:

- dels när ventilationen stod stilla en vecka p g a fel
- dels när det blir kallare än -10°C ute. Då stängs enligt uppgift uteluftsintaget så gott som fullständigt och enbart återluft cirkuleras i ventilationssystemet.

I kvarteret Dalen, ett nybyggt bostadsområde utanför Stockholm, finns många barnstugor som anmält klimatproblem och som klagar över stillastående luft, hud- och ögonirritationer.

Stockholms miljö- och hälsovårdsförvaltning mätte luftflödet med spårgasmetoden i några av dessa barnstugor, samt mätte flöden vid tilluftsdonen i rummen och jämförde med uppgivna projekterade flöden. Resultatet visade luftflöden långt under (ibland bara 1/7 av) de projekterade.

Åren 1981 och 1982 mätte Stockholms fastighetskontor luftflödet med spårgasmetoden i barnens lektrum i ett antal typbarnstugor byggda åren 1977-1981. Variationerna i uppmätta värden framgår av sammanställningen i tabell 3.1 nedan.

Tabell 3.1 Luftflöden uppmätta i lekrum i ett antal typbarnstugor i Stockholms stad byggda åren 1977-1981

Rum	Luftflöde (rv/h)
Allrum 1	1,2 - 2,0
Allrum 2	1,2 - 2,4
Vilrum	0,6 - 2,5
Hemrum 2 (småbarnens sovrum)	1,1 - 2,4
Hemrum 1 (småbarnens matrum)	1,4 - 3,1

Mätningarna är gjorda med spårgasmetoden 1,8 m över golv. Medelvärden för flera punkter i rummet.

- ./5 En utförligare redovisning av resultaten finns i bilaga 5. Från och med SBN 1975 krävs balanserad ventilation i barnstugor. I det dimensionerade diagrammet, kap. 36:22, i SBN 1980 är den viktigaste variabeln det högsta antalet samtidigt närvarande personer som lokalen är avsedd för. Övriga faktorer som påverkar det dimensionerade uteluftsflödet är om rökning bedöms kunna förekomma i lokalen och om fönstren är lätt öppningsbara eller ej.

Uppenbarligen har olika projektörer tolkat normen om "antalet samtidigt närvarande personer som lokalen är avsedd för" på olika sätt. Räknas hela barnstugan som "lokalen" erhålls ett helt annat värde än om det enskilda rummet räknas som "lokalen". Exempelvis blir kravet på luftflödet 0,3 rv/h i en två-avdelningsbarnstuga, om den totala ytan (450 m²) och det totala antalet personer (35) tas som utgångspunkt. Eftersom det samtidigt anges i SBN 1980 att det lägsta flöde som godtas är 0,35 l/s m² golvarea, vilket motsvarar ett luftflöde på 0,5 rv/h, blir i detta exempel kravet på luftflödet 0,5 rv/h.

- ./6 Räknas däremot kravet på luftflödet utifrån en bedömning av hur många personer som kan vistas i de enskilda rummen blir flödet helt annorlunda och upp till 6 rv/h. I bilaga 6 finns en tabell som illustrerar dessa skillnader beroende på beräknat antal personer i rummen. Där framgår att det antal personer man bedömer maximalt vistas samtidigt i rummen är helt utslagsgivande för kravet på luftflödet.

I Stockholms kommun har barnstugor byggda åren 1977-1983 haft ett luftflöde i lekrummen som vanligen legat på 1-2 rv/h. De projekterade flödena har därefter ökat för att ge 3 rv/h.

Om luftflödet blir mycket stort kan emellertid andra klimatproblem göra sig gällande, såsom bullerstörningar från ventilationsanläggningen, låg relativ luftfuktighet vintertid samt drag.

I personalens mat- och dagrum på barnstugorna i Stockholms stad är luftflödet högt, ca 6 rv/h. Klagomålen på drag har varit många. I flera barnstugor har åtgärder fått vidtas för att dra ned luftflödet.

Ett luftflöde kring 3 rv/h förefaller i nuvarande situation vara en lämplig avvägning för barnstugor. Detta styrks också av iakttagelser som Börje Löfstedt gjort beträffande skolor, som i hög grad liknar barnstugor. Han skriver (Löfstedt, 1976):

"För bostäder brukar 0,5 oms/h anses som ett hygieniskt minimum, bl a med hänsyn till radonrisken. En tredjedel till hälften av ventilationen kommer därvid ofta genom byggnadens otätheter, s k ofrivillig ventilation. Vissa moderna byggmetoder kan dock ge så täta hus, att man vid självdrag underskrider 0,5 oms/h. För skolor och liknande lokaler rekommenderar man en minimiventilation om 3 oms/h. Vanlig fönstervädring med korsdrag ger 10-20 oms/h"

Vidare konstaterar Börje Löfstedt:

"För att bedöma ventilationsbehovet med hänsyn till lukt är man hänvisad till erfarenhetsvärden.

För skolor, bostäder och liknande brukar man rekommendera ventilationsluftmängder om 15-20 m³/person och timme. För lokaler där många människor vistas fortlöpande krävs ofta högre luftmängder, men luktnivån faller endast långsamt med stigande ventilation. I allmänhet kan man räkna med ventilationsmängder om 20-40 m³/person och timme. I lokaler där stark tobaksrökning förekommer, kan mycket högre siffror krävas om obehag inte ska vållas de icke rökande".

Slutsats:

- Mot bakgrund av ovanstående resonemang förefaller det rimligt med ett flöde av uteluft i barnens lekrum, kapprum och personalens rum med undantag för rökrum som ligger kring 3 rv/h.
- Då byggnadsmaterialen släpper ifrån sig mest föroreningar i början, har forskargruppen Berglung - Berglund - Lindvall föreslagit att ventilationsystemen i barnstugor dimensioneras så att de kan ge ett stort luftflöde det första året vilket sedan dras ned. Samtidigt är det, med tanke på den relativa luftfuktigheten och ur energisparsynvinkel, angeläget att uteluftflödet inte blir större än nödvändigt. Möjligen skulle ett väl genomtänkt materialval med låga emissioner av hälsofarliga ämnen, kunna innebära bättre klimat vid ett lägre flöde av uteluft än 3 rv/h.
- I försöksbarnstugan, där materialvalet görs speciellt med denna utgångspunkt, är det därför intressant att i experimentsyfte få en variationsmöjlighet för luftflödets storlek i lekrummen. Ventilationsystemet föreslås därför bli utformat så att flödet av uteluft kan varieras från 0,5 rv/h till 5 rv/h.
- Frånluftsflödet i köket på en tvåavdelningsbarnstuga (med kök för halvfabrikat) ska enligt SBN 1980 totalt vara 125 l/s (eller 450 m³/h), vilket i föreliggande fall motsvarar 10 rv/h.

Om kompressorerna till kylar och frysar inte kan placeras i annat utrymme än köket skall köket ha separat ventilation som inte stängs av helt nattetid.

Köksförrådet förses med ventilation för nattkylning så att temperaturen där blir något lägre än i köket i övrigt.

- I barnens tvättrum/skötrum ska luftflödet vara minst 3 rv/h. Dessa utrymnen ska, liksom kapprummen, köket, rökrummet, snickarummet och förråden ha undertryck.
- Fönstren i alla rum ska vara öppningsbara för att möjliggöra vädring.

3.6.3 Ventilationseffektivitet

Ett högt luftflöde är i sig ingen garanti för en god inomhusluft. Det avgörande är dels hur effektivt ventilationen transporterar bort föroreningar, dels hur effektivt den fördelar tilluften i vistelsezonen. Om t ex tilluftdonen i ett ventilationssystem med stort luftflöde är riktade så att luften drar med sig emissioner från rummets ytskikt till vistelsezonen kan klimatproblem av här aktuellt slag förvärras.

Ventilationseffektiviteten avgörs av hur till- och frånluftsdonen placeras och riktas i kombination med luftens hastighet och temperatur. Andra faktorer som inverkar är t ex ljusarmaturers och takskenors placering, fönsterplacering och om dörrar och fönster är öppna eller stängda. Risken för låg ventilations-effektivitet är speciellt stor om övertempererad luft tillförs vid tak (SIB, 1982).

Om t ex både till- och frånluftsdon är placerade högt upp på väggen, nära taket och om tilluftstemperaturen är hög kan det bli kortslutning. Luften går då direkt från det ena donet till det andra och kommer aldrig ned i vistelsezonen.

I Stockholms barnstugor har det takvärmesystem som använts försvårat en lämplig donplacering.

Slutsats:

- I försöksbarnstugan ska donplaceringen studeras noga för att nå högsta möjliga ventilationseffektivitet. Föreslagen donplacering ska granskas av SIB, som arbetar med detta i ett speciellt projekt. Målet bör vara att få maximal utdelning av uteluft i vistelsezonen och en effektiv borttransport av emissioner från såväl människor som ytskikt.
- I försöksbarnstugan ska i experimentsyfte ventilations-effektiviteten vid olika luftflöden och temperaturer på tilluften studeras.

3.6.4 Ventilationsutformning från skötselsynpunkt

Införandet av balanserad ventilation med krav på värmväxling har ökat behovet av insatser för att hålla de ofta känsliga anläggningarna i drift. Filter ska bytas, kanaler rensas, växlaren rengöras och mekaniska fel och förändringar i tryckförhållandena leder ofta till att anläggningen sätts ur

funktion eller kommer i obalans.

När ventilationen står stilla i en modern, tät byggnad blir klimatet mycket dåligt.

Bland annat mot den bakgrunden är det väsentligt med goda fönster-
vädringsmöjligheter.

Slutsats:

- Både till- och frånluftskanaler ska vara rensningsbara. Även i övrigt skall ventilationssystemet vara lättskött och av hög driftskvalitet. Det ska utformas så, att personalen görs uppmärksam på när anläggningen inte fungerar så att sakkunnig hjälp kan tillkallas.
- Barnstugans personal skall kunna slå på och av:
 - köksfläkten
 - fläkten i rökrummet
 - nattavstängningen av ventilationen
- På dörren till apparatrummet skall ett anslag sättas upp som informerar om:
 - vart man vänder sig vid fel på värmen, ventilationen etc
 - vad i värme- och ventilationssystemet som personalen själv kan reglera.
- I apparatrummet skall instruktioner för drift och förebyggande underhåll, riktade till servicepersonalen, finnas, samt en dagbok i vilken servicepersonalen vid besök noterar tidpunkten för besöket, genomförd åtgärd och signatur.

4 SYSTEM- OCH MATERIALVAL

4.1 Syfte och utgångspunkter

I inledningen citerades det mål som ställts för projektet (sid 15). Som ett mer konkret underlag för system- och materialval utarbetades den på föregående sidor presenterade kravspecifikationen för inomhusklimatet.

4.1.1 Minimera alla riskfaktorer

Erfarenheterna från Stockholms barnstugor och s k sjuka hus på andra håll i landet visar att det ofta är en rad samverkande faktorer som gör att "mättet blir rågat" och inomhusklimatet upplevs som osunt. Det kan röra sig om fuktbildning i byggnaden med påföljande tillväxt av mögel eller kemiskt bildade hälsofarliga ämnen. Lättflyktiga föroreningar kan avgasas i större eller mindre utsträckning från byggnadsmaterial och inredning. Ventilationen är ofta otillräcklig och rumstemperaturen för hög.

Mot denna bakgrund har utgångspunkten vid system- och materialvalet för denna barnstuga varit att försöka minimera alla riskfaktorer. Vilka hänsynstaganden som detta innebär har formulerats i kravspecifikationens slutsatser för varje rubrik (temperaturförhållanden, luftfuktighet, luftföroreningar etc)

4.1.2 Prototypus med experimentmöjlighet för värme och ventilation

För val av tekniska system och byggnadskonstruktion har det varit väsentligt att klarlägga om projektet ska resultera i ett hus som direkt ska kunna tjäna som en prototyp för barnstugebyggande eller om huset ska byggas som ett experimentlaboratorium i full skala, där olika uppvärmnings- och ventilationssystem byggs in och/eller där materialen kan varieras.

De första angreppssättet måste bygga på antagandet att tillräcklig kunskap finns för att göra en prototyp samt på att beprövade system, som visat sig fungera bra, används.

Det andra angreppssättet innebär att huset kan "ställas in" på olika vis och en slutlig utvärdering av olika inställningar kan ligga till grund för rekommendation om prototyp.

I ett fullskaleprojekt av denna typ kan man inte bygga in alltför många variabler. Projektet blir då ohanterligt stort och i praktiken omöjligt att utvärdera.

Om angreppssättet "experimentlaboratorium i full skala" skall väljas är det således viktigt med begränsningar. Det kan t ex vara att studera luftföroreningar vid olika materialval men med oförändrad uppvärmnings- och ventilationsanläggning, eller att studera olika ventilationssystemens egenskaper och förmåga att transportera bort luftföroreningar vid konstant materialval.

Mot bakgrund av detta resonemang har följande angreppssätt tillämpats vid systemvalet:

1. att bygga på erfarenheter från barnstugor med respektive utan klimatproblem så långt detta är möjligt. Beprövade och genomarbetade system, som minimerar riskfaktorerna, används.
2. att experimentera inom en mindre ram där mer kunskap bedöms behövas, för att komma fram till lämpligt system. Detta gäller främst värme- och ventilationslösningarna.

Huset har således i stora drag projekterats som ett prototyp-hus, men med vissa experimentmöjligheter när det gäller uppvärmning och ventilation.

4.1.3 Förbättring av barnstugor med klimatproblem

Ytterligare en faktor som beaktats vid systemvalet har varit att resultatet från utvärdering av försöksbarnstugan ska kunna ligga till grund för förbättring av befintliga barnstugor med klimatproblem, samt att erfarenhetsåterföring skall kunna ske mellan försöksbarnstugan och typstugan i fastighetskontorets ordinarie produktion. Av det skälet befanns det lämpligt att välja samma planlösning för försöksbarnstugan som för typbarnstugan.

Eftersom de flesta barnstugor som nu planeras i Stockholms stad har två avdelningar i ett plan, valdes denna typ även för försöksbarnstugan. Den senare har dock försetts med ett större apparaturum, vilket inneburit att en mindre revidering av typstugans planlösning fått göras. Totala bruksarean är 403 m². Planlösningen finns redovisad inledningsvis i rapportens sammanfattning.

4.1.4 Ekonomisk ram

Utgångspunkten för systemvalet har varit att finna lösningar som inte är väsentligt dyrare än i en normal typbarnstuga. Det har samtidigt ansetts rimligt att totala produktionskostnaden för försöksbarnstugan får bli högre av följande skäl:

- Om en vald lösning har en högre investeringskostnad, men kan förväntas ge en likvärdig eller lägre kostnad på sikt på grund av att underhållskostnaden är lägre.
- Högre projekteringskostnad på grund av att alternativa lösningar skisseras och vägs mot varandra.
- Extrakostnad för den experimentmöjlighet som byggs in i värme- och ventilationssystemen.
- Extrakostnad p g a att de "stordriftsfördelar" som typbarnstugeproduktionen normalt ger inte kan uppnås i detta fall.

Kostnadskalkyl och finansiering redovisas på sidorna 93-94.

4.2 Diskuterade lösningar för system- och materialval

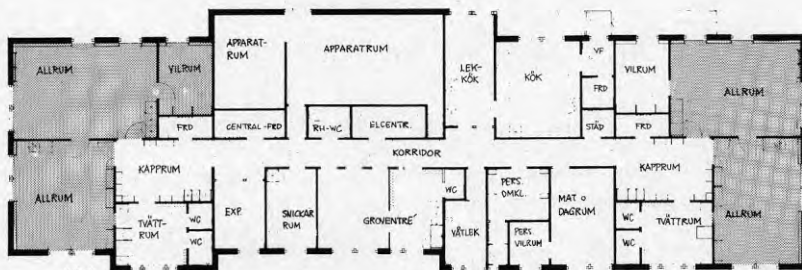
I det följande beskrivs de lösningar som valts för uppvärmnings- och ventilationssystem, grundläggning, golv, väggar, tak samt materialvalet. Alternativa lösningar som diskuterats i vissa fall redovisas, liksom hur motsvarande konstruktion ser ut i en typbarnstuga i dagens serieproduktion.

4.2.1 Ventilation- och uppvärmning

Då barnstugans ventilationssystem haft betydelse för konstruktionen i övrigt, bland annat för vissa ytterväggars utformning, redovisas först uppvärmnings- och ventilationssystemen.

Det är på detta område som de mest intensiva diskussionerna förts om lämplig systemutformning. Därför har också husets experimentmöjligheter koncentrerats till värme- och ventilationssystemen.

Experimentmöjligheterna omfattar husets två ändar som innehåller barnens lekrum. (Se figur 4.1). Däremot ingår inte husets mittdel, som bland annat innehåller utrymmen som är strängt normerade, som kök och personalrum.



Figur 4.1 De utrymmen i barnstugan som omfattas av experimentmöjligheter för värme- och ventilation. Skrafferade ytor.

4.2.1.1 Krav på uppvärmnings- och ventilationssystemen

I kravspecifikationen för inomhusklimatet har kraven på uppvärmnings- och ventilationssystemen formulerats i slutsatserna under varje rubrik.

De diskussioner som förts har också lett fram till kravet att värme- och ventilationssystemen skall kunna kombineras till tre huvudinställningar, som kan prövas under var sin period. Dessutom skall möjlighet finnas att kunna pröva olika luftflöden.

När det gäller placering av till- och frånluftsdon finns vissa funktionella hänsyn som bör tas i en barnstuga.

Innerväggarna i barnens lekrum har mycket få fria ytor. Det är mot dessa som madrasskåp, diskbänkar, över- och underskåp, högskåp, skötbord med hurtsar och bokhyllor ställs upp. Det gäller också lös inredning såsom soffor och madrasser.

Detta innebär att det inte är lämpligt med ventilationslösningar som kräver placering av don i underkant eller på annan del av innerväggarna än överkanten. Av utrymmesskäl är naturligtvis taket väl lämpat för placering av ventilationsdon. Andra möjliga lägen är ytterväggarna.

4.2.1.2 Bakgrund

Fram till mitten på 1970-talet hade Stockholms kommuns typbarnstugor i regel vattenradiatorer. På småbarnsavdelningarna fanns dessutom vattenburna värmeslingor i golvet för att få varmare golv. Ventilationen bestod av en frånluftsfläkt med utsug i kök, tvätttrum och på toaletterna. Inga speciella uteluftsventiler förekom. Man räknade med att uteluft i tillräckligt flöde sökte sig in genom otätheter runt fönster m m . De äldre barnstugor, som inte tilläggsisolerats, upplevs som "dragiga". I de som tilläggsisolerats upplevs luften som kvav.

Fran mitten av 70-talet infördes takvärme och balanserad ventilation med roterande värmeväxlare. Den vintertid förvärmade tilluften fungerade som luftburen värme, där takvärmen utgjorde ett komplement som "slog på" när temperaturen understeg 21°C. Detta system har diskuterats inledningsvis i rapporten.

Luftflödet har i regel legat mellan 1,0 - 2,0 rv/h i barnens lekrum.

I det följande diskuteras och motiveras de systeminställningar som byggts in i försöksbarnstugan.

4.2.1.3 Diskuterade lösningar

Två ganska olika förslag till lösningar av uppvärmning och ventilation växte fram under arbetets gång. Det ena, som haft arbetsnamnet "Experimenthus med vattenburen värme" lades fram av projektledningsgruppen på socialförvaltningens barnstugebyggnadsbyrå i samarbete med skyddsingenjör Bengt Roth.

I detta förslag fanns en strävan att särskilja ventilations-systemet och uppvärmningssystemet för att bättre kunna kontrollera och reglera dem. En annan utgångspunkt var att som grundsystem välja sådana som visat sig fungera bäst bland de varianter som förekommer i Stockholms barnstugeproduktion. En tredje utgångspunkt var att ge ventilationsystemet en flexibilitet som medgav experimenterande med olika luftflöden.

Det andra förslaget, som haft arbetsnamnet "Prototypus med luftburen värme", lades fram av ventilationskonsult David Södergren. Detta förslag hade mer karaktären av ett färdigt prototypus, som samtidigt i sig var ett experiment, där många nyskapande och i barnstugesammanhang obeprövade lösningar föreslogs. Man skulle kunna säga att huset var ett experiment i full skala. Huset hade luftburen värme. Värme- och ventilationsysteme-

men var således helt integrerade.

Under en tid lät projektledningen dessa alternativ utvecklas parallellt och diskussion fördes om möjligheten att uppföra två olika försöksbarnstugor. Bakgrunden till det var att förslagen var så olika till sin karaktär samtidigt som båda bedömdes som intressanta att pröva ur klimatsynvinkel. Det kärva kommunalekonomiska läge som utvecklades tvingade emellertid projektledningen att utgå från förutsättningen att endast en försöksbarnstuga skulle kunna uppföras. För förståelse av det slutgiltiga förslaget till systemval är det värdefullt att här något återge hur de båda alternativen såg ut och motiverades.

Nedan följer en beskrivning av de två alternativen så långt de hann utvecklas.

Alternativ "Experimenthus med vattenburen värme"

Tyngpunkten vid utformningen av detta förslag lades vid att i största möjliga utsträckning hålla nere luftens innehåll av gasformiga föroreningar från byggnadsmaterial, inredning och verksamheten. Därför föreslogs heller ingen återluftsföring. En strävan var också att försöka åstadkomma en luft som inte kändes torr.

Värmesystem

Huset skulle förses med lågtempererade vattenradiatorer (maxtemperatur 45°C) under fönster och en elektrisk värmeslinga i lekrummets golv i kant mot yttervägg. Avsikten var att försöka åstadkomma en så kontinuerlig och jämn värme som möjligt i rummet, helst med något lägre lufttemperatur i huvudnivå än i golvnivå, samt varma golv.

Värmeväxling skulle ske med en värmepump från frånluften till rummets vattenradiatorer, tappvarmvattnet och till de värmare som skulle värma tilluften. Avsikten med detta var att hindra eventuella luftföroreningar att återcirkulera in i barnstugan via ventilationen. Denna lösning innebar också att värmen från frånluften kunde utnyttjas även under den varma perioden (för uppvärmning av tappvarmvatten).

El-värmeslingorna i golv skulle gå att slå av och på separat, så att jämförelser kunde göras av det termiska klimatet med och utan slingor.

Värmen i radiatorerna skulle styras av såväl ute- som rumstemperaturen och termostaterna inomhus placeras så långt från fasaden som möjligt så att de påverkades minimalt vid vädring.

Ventilation

Grundsystemet skulle vara ett från- och tilluftssystem med donplacering som gav en diagonal luftgenomströmning .

Detta bedömdes ge goda förutsättningar för att åstadkomma hög ventilationseffektivitet. Samtidigt skulle också möjligheten finnas att pröva ett frånluftssystem med uteluftsventiler. Ventilerna skulle vara utformade så att de gav god spridning av

den inkommande uteluften och placerade så att drag minimerades. Avsikten med uteluftsventilerna var att få in luft så direkt att dess sammansättning inte skulle påverkas av passage i långa kanaler, av värmeväxlare eller värmebatterier. Det är också av intresse, för enklare förbättringar av äldre barnstugor som saknar FI-system, att försöka hitta godtagbara lösningar med uteluftsventiler.

FI-systemet skulle i experimentsyfte medge en variation av luftflödet inom intervallet 2-5 rv/h. F-systemet skulle medge en motsvarande variation i intervallet 0,5-2,0 rv/h. Högre luftflöde bedömdes med säkerhet ge dragproblem.

Varje rum skulle förses med flera till- respektive frånluftsdon. Genom att sedan sätta igen vissa don skulle luften kunna styras även vid låga luftflöden. Genom att ha många don i funktion vid höga luftflöden skulle samtidigt drag kunna elimineras.

Vid inställningen på FI-systemet skulle tilluftens temperatur kunna varieras så att den vid ett visst inställt luftflöde fick idealisk temperatur för god ventilationseffektivitet i rummet.

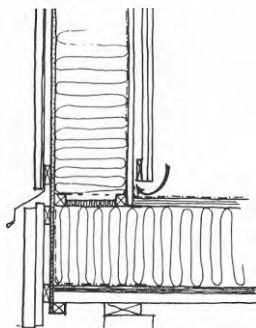
Alternativ "Prototyphus med luftburen värme"

Tyngdpunkten vid utformningen av detta förslag lades vid att åstadkomma ett gott termiskt klimat och en energisnål lösning. Insugen uteluft skulle kunna nyttjas väl, oberoende av var i huset personer uppehöll sig. Inneluften skulle kunna hållas ren från partikelformade föroreningar (damm, pollen, bakterier) genom filtrering av luften.

Värmesystem

I detta hus skulle uppvärmningen helt och hållet ske med hjälp av förvärmad luft. Denna skulle blåsas in genom tilluftsdon, placerade högt på väggen mitt emot ytterväggen.

Frånluften skulle sugas ut längs hela ytterväggens nederkant via en fem cm bred luftspalt i väggen samt via frånluftsfönster. Frånluften skulle samlas i en kanal i vinkeln mellan yttervägg och tak.



Figur 4.2 Den tänkta lösningen av frånluftsväggen i "Prototyphus med luftburen värme".

Fördelen ur termisk synvinkel med denna lösning är att den varma luften från rummet sugts ned till den zon som i regel är kallast, golvet mot yttervägg. Eftersom denna luft sedan förs genom ytterväggen och fönstren blir kallraset minimalt och väggen blir varmare på insidan än normalt.

För att kunna hålla en rumstemperatur på 21°C när det är som kallast ute beräknades tilluften behöva ha en övertemperatur på 4 °C.

Ett problem med luftburen värme av detta slag är att ju längre bort rummen ligger från batteriet som värmer tilluften desto mer hinner luften svalna. Dessutom behöver rum med stora fasad- och/eller fönsterytor tillföras mer värme än andra. Till detta kan komma önskemål från verksamhetssynpunkt att ha olika temperaturer i olika rum.

Mot denna bakgrund föreslogs att små elvärmare skulle placeras under tilluftsdonen, som ett komplement för individuell värmerreglering i varje rum. Dessa skulle vara försedda med termostater som kunde ställas in på önskad rumstemperatur.

Ventilation

Ventilationssystemet dimensionerades för ett konstant luftflöde på 5 rv/h. Med detta flöde skulle tilluften aldrig behöva ha en högre övertemperatur än 4°C för att hålla värmen i huset vintertid.

Andelen uteluft skulle emellertid kunna varieras från 10% till 100% i och med att systemet var utformat för återluftföring.

I sin motivering till återluftsystemet skriver David Södergren följande:

"Troligen avtar emissionen av störande föroreningar när materialen blir äldre - när de har "torkat ut". Vi tror därför att det är möjligt att minska uteluftsflödet efter ett par år och då få en bättre driftsekonomi på anläggningen. Ventilationsanläggningen projekteras därför så att uteluftsflödet kan varieras från att motsvara ca 5 oms/h till ca 0,5 oms/h vilket är det värde SBN 1980 kräver.

Eftersom barn och personal kan röra sig obehindrat i hela huset ser vi det inte som någon större nackdel att tillåta en viss cirkulation av luften - att tillämpa återluftföring genom ventilationsaggregatet. Återluftsföringen kan snarare ses som en fördel ur hygienisk synvinkel då återluften alltid kommer att passera filter som avskiljer partikulära föroreningar. När uteluftsflödet efter viss tid, som kan innebära ett par år, minskas, upprätthålles det totala flödet genom ventilationsaggregatet och det minskade uteluftsflödet ersätts med filtrerad återluft. Filtrens kvalitet har ännu inte slutgiltigt fastställts, men under alla förhållanden kommer de att avskilja det mesta av pollen och damm i uteluften liksom de flesta fibrer i återluften (från kläder). Eftersom bakterier nästan alltid är partikelburna kommer bakteriekoncentrationen i inomhusluften

att minskas avsevärt genom återluftsprincipen och av samma skäl kommer även koncentrationen av luftburen virus att bli lägre.

En ytterligare fördel med principen att ersätta det stora uteluftsflödet med återluft i takt med att hygien så tillåter, istället för att bara minska det totala flödet är att den uteluftsmängd som tillföres byggnaden alltid kommer personerna som vistas i huset till gagn, oberoende av var i byggnaden som de befinner sig. De kan vara väl utspridda i huset eller koncentrerade till enstaka rum, luftkvaliteten kommer ändå alltid att hållas god. Andelen uteluft ökas när utetemperaturen stiger.

Med ett stort luftflöde genom byggnaden väl fördelat till samtliga rum är förutsättningen god för att luften ska kunna utnyttjas för fördelning av värmen i huset. Luft som värmebärare får allt bättre förutsättningar att fungera väl ju bättre byggnaden isoleras. En fördel som bör observeras är att värmetransporten från rummen också förbättras de årstider så är önskvärdt".

I förslaget "Prototypus med luftburen värme" var tanken således att ventilationen skulle ha ett luftflöde på 5 rv/h. Detta skulle, de två första åren, bestå av enbart uteluft. Under de tre följande åren skulle återluftsinblandning stå för en successivt ökad andel av totalluftflödet, som fortfarande skulle vara av storleksordningen 5 rv/h. Den tänkta återluftsinblandningen för åren 3 - 5 skulle se ut enligt följande:

	Uteluft	Återluft	Totalt
År 3	3 rv/h	2 rv/h	5 rv/h
År 4	2 rv/h	3 rv/h	5 rv/h
År 5	0,5 rv/h	4,5 rv/h	5 rv/h

4.2.1.4 Kritisk granskning av förslagen

Som tidigare nämnts (sidan 59) blev det klarlagt, när de två uppvärmnings- och ventilationsalternativen utvecklats så här långt, att endast en försöksbarnstuga skulle kunna uppföras i Stockholms kommun. Ställning måste då tas till om det ena eller andra alternativet skulle väljas, eller om båda alternativen skulle kunna inrymmas i en experimentbarnstuga. Det senare måste bygga på förutsättningen att kompromisslösningar gick att hitta som inte alltför mycket hämmade respektive systems optimala utformning.

De båda förslagen hade dessförinnan sänts ut på remiss till ett antal personer. Nedan återges synpunkter från remissomgången och något av den diskussion som fördes.

Den fråga som var mest kontroversiell var förslaget om återluftsföring i "Prototypus med luftburen värme".

Anders Svensson, SIB, skrev 1983-01-26:

"Ur lufthygienisk synpunkt är det ganska uppenbart att återluft inte ska accepteras. Jag förstår att projektören vill ha möjligaste konstanta flöden från till-luftsdonen för att ej få för stora skillnader i kast-längd och därmed risk för komfortproblem.

Genom rätt val av don och deras placering kan man dock ganska enkelt bemästra dragproblemen. Jag anser därför att luftflödet i alt. 1 (det luftburna alternativet) ej ska konstanthållas av flödestater eftersom det då är svårare att i framtiden reglera nivån på luftflödet. Det finns alltså inga skäl som talar för att återluft ska vara en nödvändig förutsättning ens för ett luft-värmesystem. Tillåter man återluft accepterar man också att ventilationssystemet kan komma att fungera som en spridare av föroreningar".

I ett brev, daterat 1983-02-21 framlade Thomas Lindvall från SML bland annat följande synpunkter:

"Enligt vår erfarenhet är det inte klart att luftkvaliteten förbättras när ventilationsluftflödet genom barnstugorna ökar, i varje fall om därmed förstås ventilation med huvudsakligen återluft eller cirkulationsluft. Tvärtom kan vi inte utesluta att ökad "homogenisering" av luften (genom ökad återluftförling över hela byggnaden eller stora sektioner av denna) medför ökad risk för försämrad luftkvalitet. Varje lokalt "fel" i byggnaden eller i dess användning drabbar i sådana fall hela byggnaden och tar lång tid att vädra ut.

Ett system uppbyggt på stor återanvändning av luft och små uteluftflöden ställer ytterst stora krav på att byggnadsmaterial, inventarier, människors aktiviteter etc inte avger olämpliga ämnen. I det aktuella fallet är det särskilt viktigt med materialkontroll eftersom cirkulationsluften/returluften avses passera konstruktioner med stora, delvis oåtkomliga ytor i form av från-lufts-fönster, frånluftsväggar etc.

Vi anser att man borde överväga ett körschema med forcerad ventilation med enbart uteluft ett par gånger per dygn som en princip för ventilationsbehovet för att hålla byggnadens egen avgasning av ämnen på en acceptabelt låg nivå...

Vi vill understryka att den förväntade avklingningen av emissionerna från byggmaterial troligen har en specifik tidskonstant för varje ämne respektive i vilken produkt ämnet förekommer. Ventilationen måste dimensioneras efter avklingningskurvornas asymptot-nivåer. Är luftföroreningsnivån tillräckligt hög under konstant ventilation blir det ingen avklingning. Vissa rapporter från problemhus tyder på att så skulle kunna vara fallet..."

Även från projektledningens sida har frågetecken rests beträffande det luftburna alternativet. I kravspecifikationen har Stockholms erfarenheter av återluftssystem tagits upp och värderas som negativa i problemhussammanhang.

Det bedömdes emellertid som intressant att i experimentsyfte under en kortare period även kunna pröva ett återluftssystem i samma hus som de övriga ventilationssystemen. Samtidigt sammanfattades de kritiska frågor som rests i samband med alternativet "Prototypus med luftburen värme":

- 1) Uppstår inte en "torkskåpseffekt" (beskriven under punkt 3.2.4) när övertempererad luft med så pass stort flöde som det här är fråga om (och som krävs för att hålla rumstemperaturen uppe vintertid) blåses in på människorna i rummet?

I många byggnader med luftburen värme klagas det som vistas där på torr luft och onormal törst. Å andra sidan ska framhållas att ju större återluftsinblandningen blir desto högre blir den relativa luftfuktigheten.

- 2) Kan lättflyktiga ämnen få en högre koncentration i rummen genom återluftssystemet än de annars skulle haft? Den mer exakta frågan som ska ställas här är följande: är det, med tanke på lättflyktiga ämnen, bättre eller sämre att, utöver en vanlig tillförsel (av uteluft) om t ex 3 rv/h tillföra återluft i ett flöde av 2 rv/h, så att det samlade flödet blir 5 rv/h?
- 3) Undersökningar som gjorts under senare år (Ingegerd Johansson, SML) har visat att luften i barnstugornas tilluftskanaler är mer förorenad än uteluften på grund av avsiktlig eller oavsiktlig återluftförlust. Klart är också att inomhuskoncentrationen av formaldehyd är högre än den utomhus trots relativt högt luftflöde. Detta gäller i stort sett samtliga moderna barnstugor i Stockholm. Dessa har i regel ett luftflöde kring 1 - 2 rv/h.

Mot denna bakgrund är det ytterst tveksamt att sänka uteluftsinblandningen till nivåer kring 0,5 rv/h. Detta torde öka koncentrationen av formaldehyd inomhus. Eventuellt är detta möjligt i ett hus med mycket rena material. Det är då å andra sidan inte ett system som kan tillämpas för att förbättra befintliga barnstugor med klimatproblem, orsakade av lättflyktiga föroreningar.

- 4) I det föreslagna luftburna systemet sugas luften, som påpekats av Thomas Lindvall, med en viss hastighet (0,4 m/s) utmed stora ytor av byggnadsmaterial i ytterväggarnas luftspalt. Kan detta forcera avspjälkningen av lättflyktiga ämnen från dessa material - ämnen som sedan via återluftsinblandning delvis återförs till rummen?
- 5) En sista fråga beträffande det luftburna systemet är hur en återkommande rensning av kanalerna ska klaras när kanalerna utgörs av luftspalter i ytterväggarna - eller kan man utgå ifrån att luftspalten inte ska behöva rensas?

När det gäller "Experimenthus med vattenburen värme" är det främst ett av de föreslagna systemen - det med frånluftfläktar och uteluftsventiler - som diskuterats och ifrågasatts.

Nackdelarna som påpekas med uteluftsventilerna är att det lätt uppstår drag och att lösningen inte är energisnål. I de fall byggnaden har otätheter kan ett rent frånluftssystem också leda till problem med markradon. Ytterligare ett argument som kan framföras mot detta system är att det strider mot SBN 1980, som kräver FI-system i barnstugor.

Skälen till att ett system med direktintag av uteluft ändå ansetts värdefullt att pröva i experimentbarnstugan är följande:

- 1) Vädring är hittills den enda åtgärd som klart och entydigt kunnat konstateras förbättra luften i barnstugor med klimatproblem.
- 2) Att åstadkomma ett system med direktintag av uteluft är en enkel åtgärd i befintliga äldre barnstugor som helt saknar tilluft.
- 3) Den skillnad i friskhet som de flesta människor klart förnimmer mellan normal uteluft och förvärmad tilluft är av stort intresse att få närmare kännedom om. Om systemet med uteluftsventiler tas med kan jämförande studier göras i samma hus mellan inställningar som spänner från direkt uteluftsintag över förvärmad tilluft till återluftsinblandning.

Det torde också vara möjligt att klara husets ventilation med ett lägre luftflöde (1 - 2 rv/h) vid direktintag av uteluft än vid FI-ventilation. Detta bör dels förbättra luftens relativa fuktighet, dels göra systemet mer fördelaktigt ur energibesparingssynvinkel än om 3 rv/h skulle behövas.

4.2.1.5 Ett hus av två alternativ

Parallellt med ovan refererade diskussion undersöktes de tekniska möjligheterna att förena de föreslagna systemen i ett hus.

Detta visade sig kräva vissa modifieringar av de ursprungliga förslagen. Vissa omarbetningar ansågs också motiverade med hänsyn till synpunkter som kommit fram genom remissen.

Följande riktlinjer ställdes upp för utformning av det integrerade förslaget.

Uppvärmnings- och ventilationssystemet skall utformas för följande tre inställningar, som skall kunna prövas under varsin period:

1. Vattenburen värme och FI-ventilation med variabelt luftflöde

Värmesystem:

Lågtempererade vattenradiatorer under fönstren. På- och avslagbar el-värmslinga i golvkant mot yttervägg.

Ventilation:

Balanserad med diagonal donplacering och med variabelt luftflöde i intervallet 2 - 5 rv/h. Värmeväxlingen utförs med en metod som gör att till- och frånluft aldrig möts eller passerar samma ytor.

2. Luftburen värme och fast luftflöde**Värmesystem:**

Hela värmebehovet tillförs med ventilationsluften. Luftflödet hålls konstant på nivån 5 rv/h för att under vintern kunna ge tillräcklig värme utan att tilluftstemperaturen blir för hög.

Ventilation:

Balanserad med diagonal donplacering. Den i "Prototypus med luftburen värme" föreslagna frånluftspalten i ytterväggen ersätts med en 10 cm:s luftspalt försedd med vertikala spirokanaler c/c 60 cm. På så vis kan frånluftskanalerna rensas.

Frånluften skall vid denna inställning också utsugas via frånluftsfönster. Det ska vara möjligt att experimentera med värmeåtervinning genom inblandning av återluft.

3. Vattenburen värme. Uteluftsventiler och variabel luftomsättning.**Värmesystem:**

Lika som i inställning 1, d v s vattenburna radiatorer och el-värmeslinga i golvkant mot yttervägg.

Ventilation:

Frånluftsventilation och uteluftsventiler. Diagonal donplacering. Luftflödet ska kunna varieras inom intervallet 0,5-2 rv/h.

Inställningarna 1 och 3 härstammar från "Experimenthus med vattenburen värme" och inställning 2 från "Prototypus med luftburen värme".

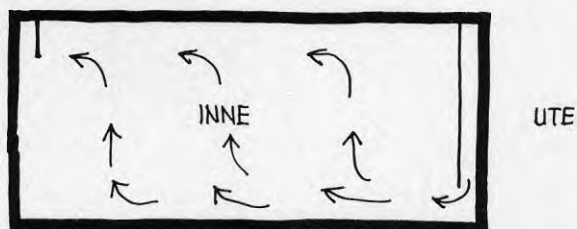
De tre inställningarna skulle ges lika förutsättningar vid utvärderingen. Detta innebar bland annat att försöket med återluftsinblandning fick en betydligt mer underordnad roll än det skulle fått i ett eget "Prototypus med luftburen värme".

I enlighet med kravspecifikationen granskade SIB det föreslagna integrerade systemet. SIB poängterade starkt vikten av att tilluften så direkt som möjligt tillförs vistelsezonen samt att föroreningarna dras ut så snabbt som möjligt.

Detta, menade Anders Svensson vid SIB, åstadkoms bäst med så kallad deplacerande ventilation.

Ett sätt att åstadkomma sådan är att tillföra något undertempererad luft (ett par grader under rumtemperaturen) via s k lågimpulsdon vid golvnivå och suga ut frånluften vid taknivå.

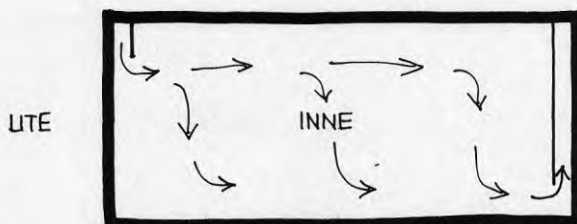
Ett lågimpulsdon är utformat så att det ger stort flöde med låg lufthastighet. Den undertempererade luften "flyter ut" ganska jämnt över golvet och stiger sedan uppåt alltefter- som den värms upp och ersätts av yngre, kallare luft i golvnivå.



Figur 4.3 Deplacerande ventilation med under-tempererad tilluft.

På detta vis uppstår en "kallfront" som rör sig från golv till tak, där frånluftsdonet är placerat. En "kolvverkan" erhålls, som gör att den yngre luften skickar ut den äldre, förorenade luften.

Samma effekt kan uppnås om något övertempererad luft tillförs i taknivå med lågimpulsdon. Den varma, inströmmande luften sprider sig i taknivå och sjunker sedan nedåt, allteftersom den avsvältnar och ersätts med varmare luft närmast taket.



Figur 4.4 Deplacerande ventilation med över-tempererad tilluft

SIB föreslog att en donplacering enligt figur 4.3 skulle tillämpas i försöksbarnstugan.

I Stockholms kommun har ventilationen i en barnstuga med klimatproblem (Solhems Hagväg 10) nyligen byggts om från

omblandande till deplacerande ventilation av den typ som illustreras i figur 4.3. Samtidigt ökades luftflödet från 2 rv/h till 3,6 rv/h.

K-konsult har på socialförvaltningens uppdrag gjort en utvärdering (Armand, B, 1986). Jämförande mätningar av ventilationseffektivitet gjordes med den tidigare omblandande ventilationen (med såväl till- som frånluftsdon i taket). Denna hade tillfälligt kompletterats så att den även kunde ge 3,6 rv/h. Ventilationseffektiviteten mättes under olika aktiviteter med koldioxidhalten som föroreningsindikator.

Utredningen visar att ventilationseffektiviteten i vistelsezonen var densamma vid omblandande och deplacerande ventilation när luftflödet var 2 rv/h. Vid 3,6 rv/h gav den deplacerande ventilationen en något högre effektivitet. Den avgörande skillnaden i ventilationseffektivitet (mätt med denna metod) erhöles emellertid genom ökninngen av luftflödet. Det är dock inte givet att samma resultat hade erhållits med någon annan föroreningsindikator än koldioxid.

Principen enligt figur 4.3 har annars mest tillämpats i industrimiljöer. Där har den visat sig fungera bra genom att snabbt föra bort lättflyktiga föroreningar. Den har också prövats i kontorsmiljöer. Enligt uppgift från en konsult som arbetat med detta system har det emellertid förekommit klagomål på "drag kring vristerna" i kontorsmiljö. Sådana klagomål har dock inte rapporterats från den ombyggda barnstugan.

Samtidigt visade utvärderingen av Solhems Hagväg 10 att den skolvströmningsprincipen i praktiken utsätts för många motverkande luftrörelser som förändrar luftens spridningsbild till att mer likna omblandande ventilation. Det gäller framför allt värmeavgivningen från radiatorerna och människorna.

I en barnstuga vistas många personer och aktivitetsnivån är ofta hög. Mycket tyder på att luftflödets storlek i en sådan byggnad är betydligt mer avgörande för ventilationseffektiviteten än valet mellan deplacerande och omblandande ventilation.

Erfarenheterna från problemhusen i Stockholm tyder vidare på en positiv effekt av den undertempererade tilluften, oberoende av om den tas in i tak- eller golvnivå. Det förefaller som om undertempererad tilluft upplevs som friskare.

För "Experimenthus med vattenburen värme" och dess FI-ventilation hade en donplacering enligt figur 4.3 varit den ideala. Då hade den för försöksbarnstugan speciellt utarbetade luftspalten med spirokanaler kunnat användas för att tillföra undertempererad luft med god spridning via många don längs hela ytterväggens nederkant. Med frånluftsdon högt på motstående väggs överkant skulle detta ge en kolvströmningseffekt.

Denna lösning för till- och frånluft gick emellertid inte att förena med den som krävdes för det luftburna värmesystemet

där ytterväggens spirokanaler används för utsugning av frånluft och med tilluftsdon på motstående väggs överkant, d v s en motsatt luftströmning.

Kravet på att förena de olika alternativen i ett hus innebar att den donplacering som krävdes för inställningen med luftburen värme fick gälla även för FI-systemet med vattenburen värme.

Under vinterhalvåret kommer ventilationen i inställningen med luftburen värme att fungera som deplacerande i enlighet med den i figur 4.4 angivna principen, eftersom tilluften då är övertempererad.

För inställningen med vattenburen värme och uteluftsventiler blev den valda frånluftsdonplaceringen emellertid mycket o-gynnsam. Skulle spirokanalerna i ytterväggen användas som frånluftskanaler vid denna systeminställning skulle det innebära att såväl uteluftsventiler som frånluftsdon blev placerade på ytterväggen. Med de låga luftflöden som kommer att gälla för systemet med uteluftsventiler skulle denna donplacering ge dålig ventilationseffektivitet.

Eftersom detta system enbart skall provas med låga luftflöden bedömdes det som ekonomiskt rimligt att göra en separat frånluftskanal med don i tak, nära den vägg som står mitt emot ytterväggen. Denna kanal kopplas ihop med husets separata frånluftssystem för toaletter och våtrum.

Uteluftsventilerna placeras under fönstret, bakom radiatoren. Luften värms upp av radiatoren innan den når rummet. Vid denna inställning torde kolvströmningsprincipen enligt figur 4.3 kunna uppnås under den kalla årstiden.

En anpassning som fick göras i den samordnade lösningen för värme och ventilation gällde värmeåtervinningssystemet för vattenburen värme. I "Vattenburet experimenthus" hade en värmepump föreslagits. Denna bedömdes emellertid bli svår att förena med alla andra installationer som den samordnade lösningen medförde. Istället valdes ett vätskekopplat system med batterivärmeväxlare. I en sådan möts aldrig till- och frånluften eller passerar samma ytor. Värmen överförs från frånluften till tilluften via en cirkulerande vätska. Batterivärmeväxlaren kan användas såväl vid inställningen på vattenburen värme med FI-ventilation som vid inställningen på luftburen värme vid ingen eller liten återluftsinblandning.

De el-värmare som föreslagits bli installerade under tilluftsdonen för individuell justering av värmen i varje rum i "Prototypus med luftburen värme" togs också bort i den samordnade lösningen. Istället förutsätts radiatorerna kunna ge ett värmetillskott till rummet om behov uppstår.

4.2.1.6 Förslag för försöksbarnstugan

Nedan sammanfattas den slutgiltiga utformningen av barnstugans värme- och ventilationssystem, samt de tre huvudinställningarna denna medger.

Värmesystem

I hela huset finns lågtempererade vattenradiatorer. Vattnet värms med el-panna. El-slingorna i golv längs ytterväggar läggs endast i de rum som ingår i husets experimentdel.

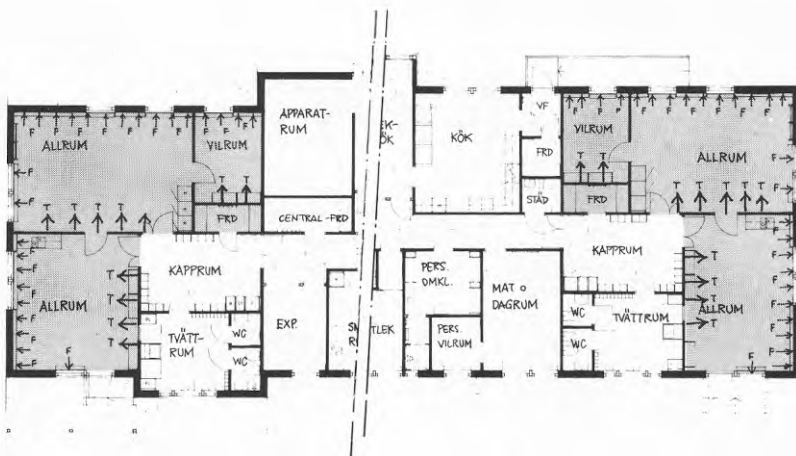
Vattenradiatorernas och el-värmeslingans effektförbrukning kan mätas separat.

Ventilation

Ventilationskanalerna för det fasta ventilationssystemet i husets mittdel dras på vinden. Detta system är helt separerat från ventilationssystemet i experimentutrymmena. Det har egen batterivärmeväxlare. Donen är här, liksom i den ordinarie typbarnstugan, placerade i tak för omblandande ventilation.

På vinden förläggs också frånluftskanalerna som skall användas då uteluftsventilerna är i funktion.

De ventilationskanaler som skall försörja experimentutrymmena med tilluft dras i undertaket längs barnstugans mittkorridor fram till lekavdelningarna, där de byggs in i vinkeln mellan innervägg och tak.



Figur 4.5 Placering av till- och frånluftsdon i experimentutrymmena.

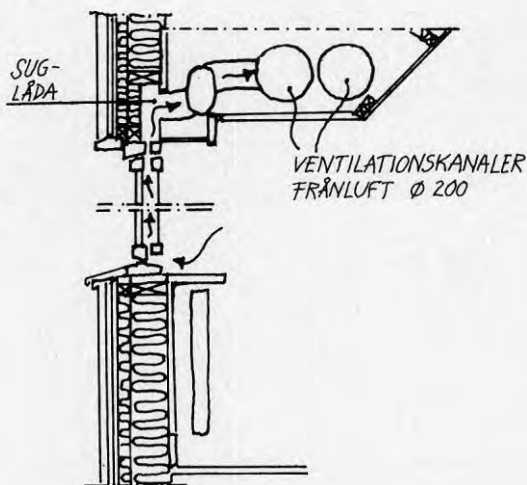
Frånluftskanalerna i experimentutrymmena står, som tidigare redovisats, i en luftspalt i ytterväggen och suger luft vid golvnivå. Frånluften samlas sedan i cirkulära kanaler som är inbyggda i takvinkeln mot ytterväggarna.

Antalet till- respektive frånluftsdon i varje rum i experimentdelen framgår av figur 4.5.

Vid låga flöden sätts vissa don igen.

Alla fönster i experimentdelen är utformade som frånlufts-fönster enligt figur 4.6. Frånluftsfunktionen utnyttjas emellertid endast vid inställning för luftburen värme.

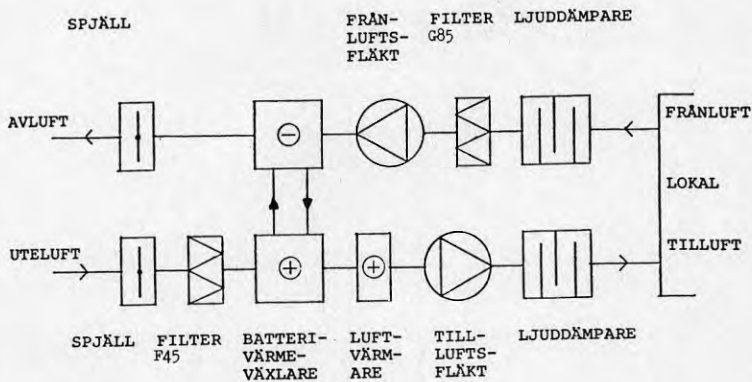
Uteluftsintagen är placerade på barnstugans norra fasad vid apparatrummet. Avluften evakueras genom skorstenar på taket.



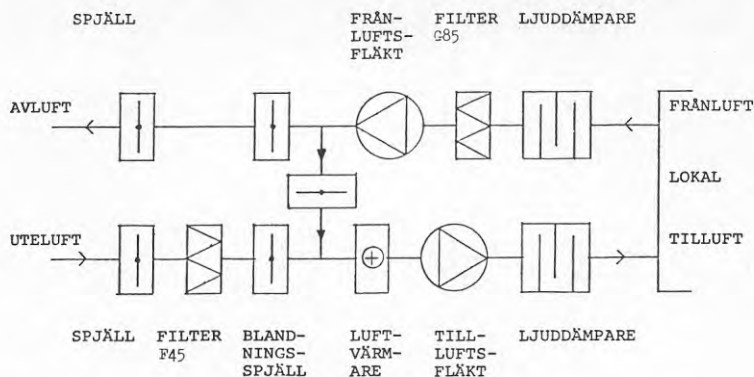
Figur 4.6 Frånluftsfönstrets konstruktion.

All utrustning för värme och ventilation som kräver skötsel är förlagd till apparatrummet. Detta nås dels utifrån, dels har det invändig förbindelse med barnstugan. Både till- och frånluftskanalerna är rensningsbara.

I figurerna 4.7 och 4.8 redovisas ventilationsaggregatet för experimentdelen vid inställning på drift med batterivärmeväxlare respektive återluftföring.



Figur 4.7 Ventilationsaggregatet inställt för drift med batterivärmeväxlare.

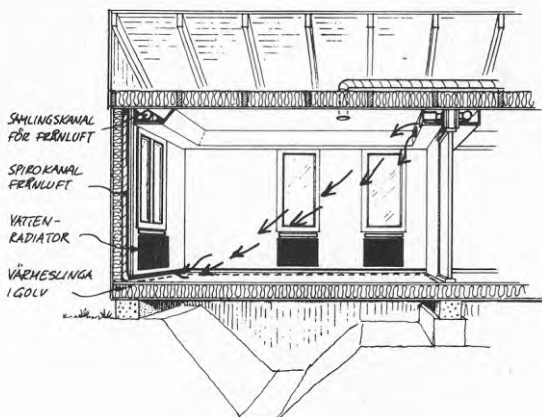


Figur 4.8 Ventilationsaggregatet inställt för drift med återluft.

De tre huvudinställningarna för värme- och ventilation

Sammanfattningsvis beskrivs de tre huvudinställningarna - som kommer att prövas under varsin ettårsperiod- i sina slutgiltiga utformningar.

1. Vattenburen värme och FT-ventilation med variabelt luftflöde.



Figur 4.9 Systeminställning 1 för värme och ventilation.

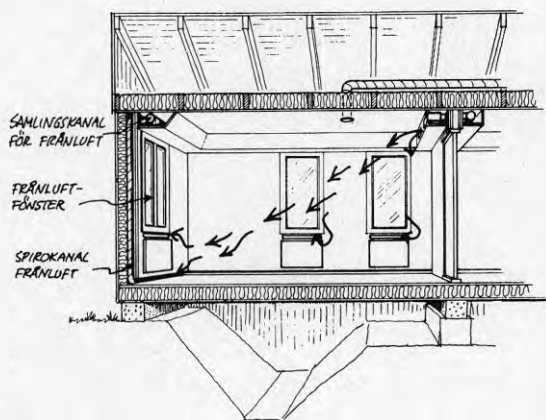
Värmesystem:

De lågtempererade vattenradiatorerna svarar för uppvärmningen. El-värmeslingan i golvkant mot yttervägg kan kopplas på och av för utvärdering av eventuella samband mellan ytemperatur på golv och komfortupplevelse.

Ventilation:

Balanserad ventilation. Tilluften tillförs vid en innerväggs överkant. Frånluft sugas ut i nederkant på ytterväggen. Tillluftens temperatur kan varieras för experiment med bästa ventilationseffektivitet. Luftflödet kan varieras i intervallet 2 - 5 rv/h. Olika flöden kommer att prövas under olika perioder. Värmeväxlingen sker med batterivärmeväxlare.

2. Luftburen värme med fast luftflöde



Figur 4.10 Systeminställning 2 för värme och ventilation

Värmesystem:

Uppvärmningen sker med den övertempererade tilluften. Luftflödet hålls konstant på 5 rv/h. Tilluftstemperaturen skall vid detta luftflöde inte behöva överstiga rumstemperaturen med mer än 4°C vid lägsta dimensionerande utetemperatur (LUT).

Om rumstemperaturen inte blir tillräckligt hög i vissa rum (belägna i husets ändar med stora fasadytor) ska vattenradiatorerna kunna kopplas på. Detta ska registreras på skrivare för att man ska kunna observera eventuella ojämnheter mellan uppvärmning av olika rum vid drift med det luftburna systemet.

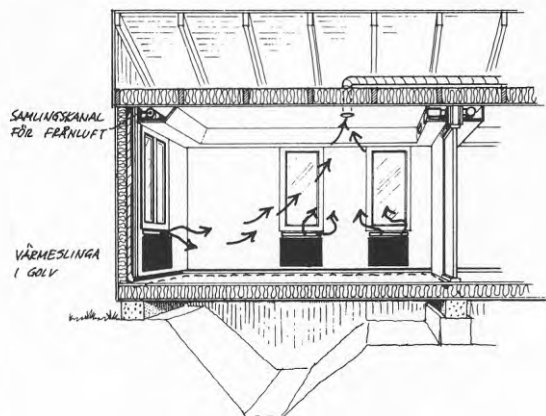
Ventilation:

Balanserad ventilation med konstant flöde. Samma till- och frånluftsdon nyttjas som vid inställning 1. Dessutom skall frånluften vid denna inställning utsugas genom frånluftsfönstren.

Värmeväxling med återluft kommer att prövas (från 0% som ger 5 rv/h av uteluft till 90% som ger 0,5 rv/h av uteluft).

Vid ingen eller liten återluftsinsblandning sker värmeåtervinning med batterivärmeväxlare.

3. Vattenburen värme. Uteluftsventiler och variabelt luftflöde.



Figur 4.11 Systeminställning 3 för värme och ventilation

Värmesystem:

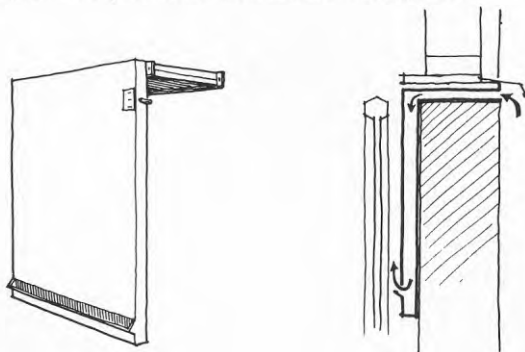
De lågtempererade vattenradiatorerna svarar här, liksom vid inställning 1, för uppvärmningen. Även här skall el-värmeslingan i golv kopplas på och av i utvärderingssyfte.

Ventilation:

Uteluftsventiler och frånluftsventilation. Uteluftsventilerna monteras under fönsterkarm/fönsterbleck och med innerdelen placerad bakom radiatorn. Uteluften uppvärms då den möter radiatorns baksida. Då donets längd är 40 cm ger det en relativt god spridning av uteluftsflödet.

Frånluften sugas ut via en separat spirokanal med don i taket på andra sidan rummet.

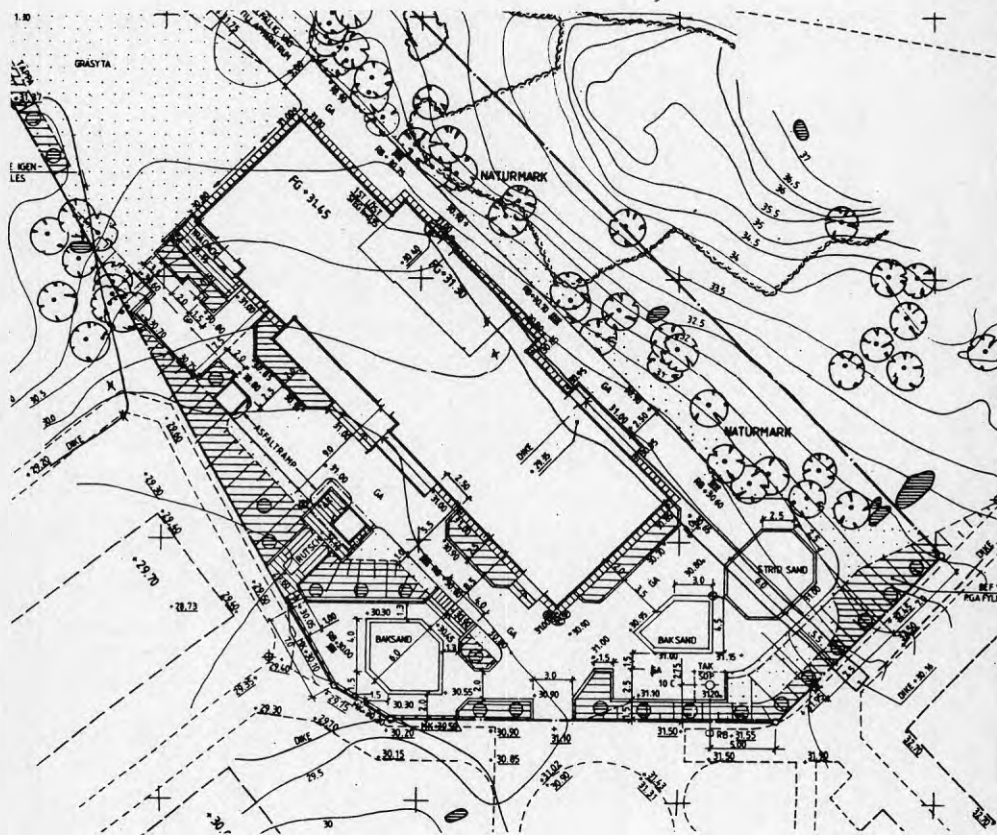
Luftflödet kan varieras i intervallet 0,5 - 2 rv/h. Olika flöden kommer att provas under olika perioder.



Figur 4.12 Uteluftsventilen för frånluftsinställningen.

4.2.2 Tomten

Den tomt som lämpade sig att välja - med tanke på projektets tidsuppläggning och barnstugans storlek - är belägen i kvarteret Molntappen inom Skarpabyområdet på Skarpnäcksfältet. Den ligger i nordvästra hörnet av den småhusbebyggelse i självbyggeriform som uppförts här. I väster och norr gränsar barnstugotomten till skogs- och naturmark. I söder och öster till småhusområdet.



Figur 4.13 Inplacering av försöksbarnstugan på tomt i kvarteret Molntappen.

Figur 4.13 visar tomt med den inplacerade barnstugan. Jorden på tomt 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, som avvattnar en naturmarkskulle nordöst om arbetsområdet, är beläget i anslutning till den blivande byggnadens nordöstra fasad.

På andra sidan om den gångväg som sträcker sig nordväst om arbetsområdet fanns ett kärr, från vilket vattendrivande skikt i marken ledde vatten till småhusområdet och barnstugotomten. Detta kärr har nu dränerats.

Markförhållandena innebär således att framförallt ytvatten och infiltrationsvatten genom dränering måste uppsamlas och avledas.

Inom Skarpabyområdet mättes under juli 1983 radonhalten i jordluften från mark. Mätningarna utfördes på 8 platser med Tracketch radondetektorer som grävts ned i marken på ca 0,8 m djup eller placerats direkt på berg. Mätperioden var ca 4 veckor. I samband med upplacering av detektorerna gjordes också jordartsbedömning i varje punkt. En av de 8 punkterna (8105) ligger på barnstugedomten, en (8108) ett tiotal meter nordost om tomten och en (8103) ett tiotal meter sydväst om tomten. Följande värden uppmättes vid de tre platserna:

Tabell 4.1 Resultat av markradonmätning inom Skarpaby

Mät-detektor nr	Läge	Jordart	Radonhalt Bq/m ³
8105	På barnstugedomten	Fyllning 0,0-0,2 m Morän 0,2-0,8 m	7.321
8106	Nordost Barnstugedomten	Mylla 0,0-0,2 m Torrskorpslera 0,2-0,8 m	43.262
8103	Sydväst barnstugedomten	Mylla 0,0-0,2 m Torrskorpslera 0,2-0,8 m	28.611

För småhusområdet som helhet indikerade mätningarna att radonavgången från berggrund och morän är låg (437 resp 7.321 Bq/m³ uppmättes).

Värdena för övriga punkter (med torrskorpslera) varierade mellan 28.611 och 60.088 Bq/m³. Gränsen mellan normal- och högradonmark enligt planverkets klassificering i rapport 59 från 1982 är ca 50.000 Bq/m³.

Även om den enda punkt som mätts på barnstugedomten gav ett lågt värde för radonavgången kan de delar av tomten där marken består av torrskorpslera förväntas ha högre radonavgång.

Detta innebär att hänsyn till radonavgång från mark bör tas vid utformning av grundkonstruktion och ventilation.

4.2.3 Grunden

4.2.3.1 Krav på grunden

Kraven på grundkonstruktionen har formulerats enligt följande:

- Grunden ska utformas så den ger god beständighet mot fukt, mögel och röta.
- Grunden och ventilationen ska utformas så att markradoninträngning i huset förhindras.

- Nivåskillnaden mellan mark och färdigt golv vid entréer skall ej vara mer än 50 cm.
- Konstruktioner skall medge dragning av el-värmslinga i golvets ytterkant mot fasadväggar. Kondensrisken skall beaktas.
- Golvet skall kännas varmt, inte vara för hårt och stumt, och inte heller ge resonansljud vid steg.

4.2.3.2 Bakgrund

Vid utformningen av grunden kan man principiellt välja mellan platta på mark och torpargrund (eller s k kryppgrund).

Sedan 1970-talet har platta på mark varit mycket dominerande som grundläggningsmetod för hus av denna storlek. De generella erfarenheterna härifrån har resulterat i ett ifrågasättande av denna konstruktion. Det har dels berott på svårigheten att åtgärda vattenskador vid läckage i vattenledningarna under plattan. Dessa installationer har i regel gjutits in i plattan och således inte varit utbytbara. Dessutom har konstruktioner med platta på mark ofta visat sig medföra fukt- och mögelskador, kalla golv och ett visst energislöseri. Dessa problem leder till ökade kostnader för drift och underhåll, samtidigt som komfortkraven inte kan tillgodoses utan extra investeringar. Det anses därför idag vara så att platta på mark på sikt är betydligt dyrare än vad den direkta byggkostnaden visar. Samtidigt har erfarenheterna från 1970-talet resulterat i bättre konstruktioner med platta på mark. Framför allt finns en större medvetenhet om vikten av att beakta fuktproblemen.

Figur 4.4 visar den konstruktion med platta på mark som vanligtvis rekommenderas för småhus idag. Isoleringen ligger under plattan, vilket ger den fördelen att man får en fuktvandring från plattan till marken. Nackdelen är hårda och kalla golv, då golvmattan limmas direkt på betongplattan. Att golvet upplevs som kallt beror på att yttemperaturen blir något lägre (än med ovanpåliggande isolering och skiva i trämaterial). Därigenom blir värmeledningen från fötterna större.

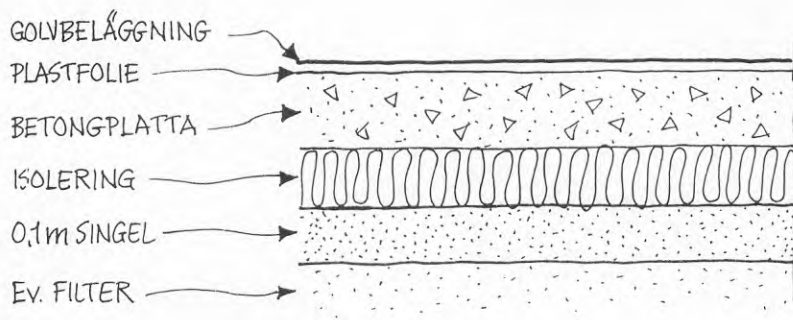
Det är också i samband med denna konstruktion som flytspackel brukar komma till användning. Om plattan av något skäl - t ex en vattenskada - får för hög relativ fuktighet - kan tidigare diskuterade "flytspackelproblem" uppstå.

Stockholms stads typstugor har under det senaste decenniet i regel haft en konstruktion med platta på mark som redovisas i figur 4.15.

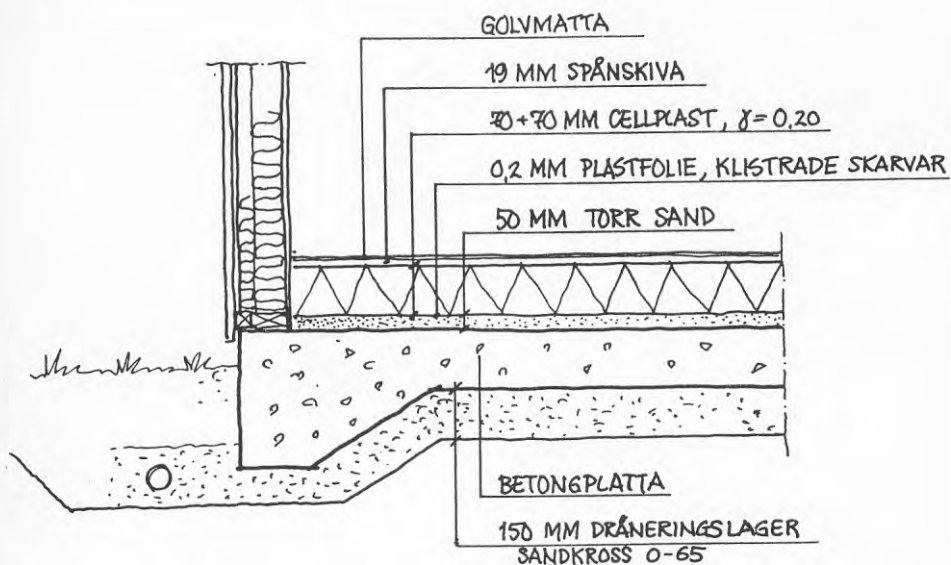
Isoleringen, som består av 7+7 cm cellplast med förskjuta skarvar, ligger här ovanpå betongplattan och en 5 cm:s sand-avjämning. Övanpå isoleringen ligger en 19 mm:s spånskiva mot vilken golvmattan läggs.

Detta ger ett s k flytande golv. Det är behagligare att gå på än ett golv med mattan limmad direkt mot betongen.

Nackdelen med att ha isoleringen ovanpå plattan är att man måste stoppa transporten av fukt i ångfas upp genom plattan med en



Figur 4.14 Typ av vanligt förekommande platta på mark i småhus.

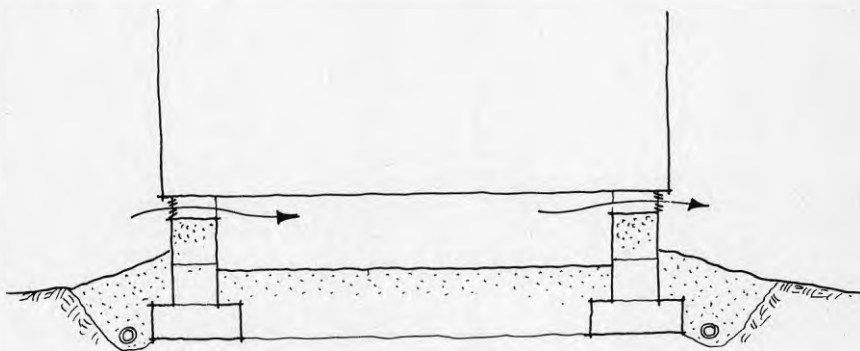


Figur 4.15 Platta på markkonstruktionen i Stockholms stads typbarnstuga.

diffusionsspärr. Om den inte görs helt tät riskerar man skador på golvet.

I vissa typstugor har impregnerade träklossar, som mellanväggarnas träreglar vilat på, lagts direkt på betongplattan i sandlagret. Sandlagrets relativa ånghalt har ibland legat på 100%. Denna konstruktion har lett till mögelskador på träklossarna. Samtidigt har ångspärren avslutats 2,5 cm från mellanväggen, vilket innebär risk för att fukt tränger upp i mellanväggen. I andra fall har organiskt material lämnats kvar i sandlagret från byggtiden. Även detta har orsakat mögeltillväxt.

En barnstuga har många våtinstallationer och vattenläckage förekommer relativt ofta. Med denna grundkonstruktion är vattenskadorna i golvet både svåra att upptäcka och arbetskrävande att reparera.



Figur 4.16 Traditionell torpargrund.

Torpargrunden var tidigare den vanliga grundkonstruktion för mindre hus (se figur 4.16). Orsaken till att den övergavs var framförallt att platta på mark kunde göras betydligt billigare.

Även äldre typbarnstugor i Stockholms kommun har torpargrunder. En faktor, förutom ekonomi, som bidrog till att de övergavs var att de alltmer omfattande va-dragningarna i barnstugor ökade kravet på arbetsutrymme i krypprunden för läggning, besiktning och reparation av rörsystem.

Arbetskyddsstyrelsen införde också 1973 nya bestämmelser med krav på schaktgrav med minimihöjd 180 cm för va-installationer i kryprum.

Detta medförde, på plan mark, antingen en hög schaktkostnad eller en stor nivåskillnad mellan mark och färdigt golv, som är olämplig för barnstugor.

4. 2.3.3 Diskuterade lösningar

Under senare år har torpargrundkonstruktioner utvecklats med utnyttjande av de nya typer av lättbalkar som kommit i marknaden (t ex Wirewood, Masonite, Rockwool). Härigenom kan balkhöjden ökas väsentligt utan extra kostnader. Detta innebär stora fördelar såväl energimässigt som konstruktivt. Isoleringen kan ökas och effekterna av köldbryggor minimeras. Samtidigt ökar bärförmågan så att balkarna kan spänna fritt över betydligt större längder. Härigenom kan den traditionella torpargrunden väsentligt förenklas och därmed göras billigare än tidigare.

De krav som ställts på golvkonstruktionen torde med dagens teknik gå att uppfylla med omsorgsfull projektering och väl utförd byggande såväl i en konstruktion med platta på mark som med en torpargrund. Markens terrängförhållanden, beskaffenhet och radonhalt är faktorer som bör få bli avgörande. Om markförhållandena är t ex lös jord, som kräver pålning eller kuperad terräng och berg, där man annars måste planspränga är torpargrunden särskilt fördelaktig. Platta på mark är å andra sidan en enkel lösning vid plan mark med fast underlag.

Arne Johnsons Ingeniörsbyrå, som deltagit i systemutformningen för försöksbarnstugan, har sammanfattat för- och nackdelar med platta på mark respektive torpargrund och tycker att fördelarna allmänt sett överväger för torpargrunden med de krav som ställs på en barnstuga. Motiven de uppger är följande:

- Minimerar riskerna för fukt- och mögelskador samt minskar problem med strålning inomhus vid radonhaltig mark.
- Ger bättre möjligheter att åstadkomma varma golv.
- Kräver ingen energi för att hålla marken tinad och förhindra tjällyftning.

För att undvika problem med tjälning, fukt och mögel vid platta på mark krävs riktigt utformad isolering (av sockel, mark och under plattan), dränering (dräneringslager, ledningar, fiberduk), fall från huset runt om, att direktkontakt mellan trä och betong inte förekommer samt att byggfukten i plattan får torka ut ordentligt.

Torpargrunden i sig är emellertid ingen garanti mot fukt- och mögelproblem. Även här krävs genomtänkta åtgärder mot fukt. Torpargrunden kräver också vissa komplicerade arbetsmoment på platsen. Va-installationerna måste hängas upp i balkarna underifrån när dessa är på plats. I våtrum med krav på golvfall måste golvet regleras upp.

Arne Elmroth vid KTH (Elmroth, 1985) har sammanfattat torpargrundens kritiska punkter med hänsyn till fukt- och mögelskador:

"Fukt transporteras i huvudsak från marken, genom bjälklaget och med ventilationsluften. Temperaturen i ett uteluft-ventilerat kryprum följer i stort utetemperaturen. Det är dock högre temperatur i kryprummet vintertid och motsvarande lägre sommartid. En kritisk årstid för kryprummet är sommaren då temperaturen är lägre än utomhus.

Den relativa ångshalten i kryprummet beror främst på relativa ånghalten utomhus och ventilationsgraden samt på hur stort fukttillskott som fås genom avdunstning från markytan."

Även med ett mycket väl utfört ångskydd mot marken och med en ventilation som ger flödet $0,5 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h}$ blir den relativa luftfuktigheten i kryprummet över 90% sommartid. Hela året överstiger dessutom den relativa luftfuktigheten den kritiska nivån för mögeltillväxt (70%).

För att uppnå högre säkerhet mot mögel- och rötskador bör, enligt Arne Elmroth, följande beaktas.

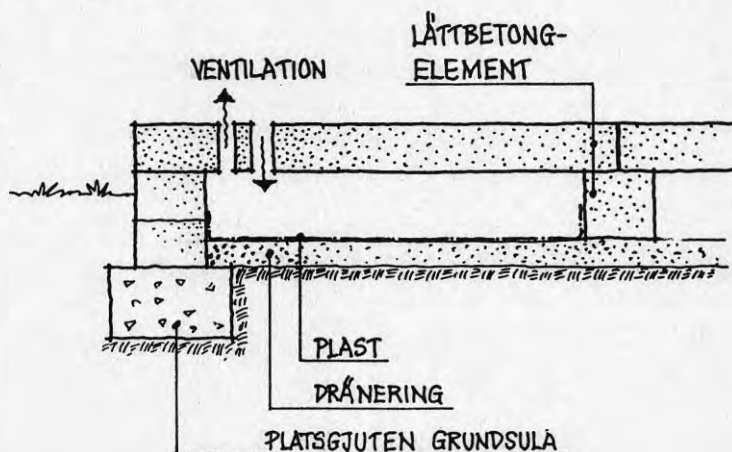
- "Organiskt" material bör inte användas i kryprum. Om t ex trä eller träbaserat material används måste åtminstone yt-skikten vara skyddade genom impregnering med något som förhindrar mögeltillväxt.
- Fritt vatten får inte förekomma i kryprum, d v s kryprummet måste dräneras.
- Avdunstning av markånga stoppas effektivt med en jämnt utlagd plastfilm på marken som hålls på plats t ex med stentyngder. Kondens som kan bildas mot grundmuren bör kunna rinna ner i marken. Plastfilmen skall därför inte läggas direkt mot muren utan lämna en springa på några cm närmast yttergrundmurarna.
- Ordentlig ventilering av kryprummet med ventilationsöppningar m m dimensionerade enligt anvisningarna i SBN 1980 kap. 32. En skorstenskanal genom huset kan i många fall förbättra ventilationen. Ännu bättre och säkrare blir det om kryprummet ventileras med hjälp av fläktventilation.

Även andra möjliga grundkonstruktioner har diskuterats i samband med systemvalet. Det gäller följande principlösningar:

- Varmgrund, typ Ytongs eller Ew-elements
- Tec-grunden, som också är en varmggrund, fast med s k medflödesgolv
- Flexigrunden

I det följande ges en kortfattad beskrivning av dessa alternativ.

1) Ytongs varmgrund



Figur 4.17 Principskiss Ytongs varmgrund.

Denna grund består av lättbetongelement som ger en tät grund. Kryputrymmet ventileras av varm frånluft. Härigenom erhålls bl a en höjd golvtemperatur. Vid Lunds tekniska högskola har temperaturmätningar utförts som visar att golvytans temperatur i genomsnitt är 1,5°C lägre än temperaturen 1,3 m över golv. Luften förs bort från kryputrymmet via en kanal till taket.

De omfattande va-dragningarna i en barnstuga är emellertid mer komplicerade i denna lösning än i den med lättbalkar, då den kräver fler genomborrningar av balkar.

2) Tec-grunden

Tec-grunden är också en form av varmgrund. Strävan med lösningen kan ses som ett försök att göra en grund med torpargrundens fördelar, men med en markanpassning som prismässigt kan konkurrera med platta på mark. Genom att golvet utförs som ett s k medflödesgolv kan grundkonstruktionen utföras på mindre djup (kryputrymmet behöver inte vara mer än 15 cm högt). Markarbetena blir därför enkla. Tec-grunden är dock obeprövad i större sammanhang. Frågan om eventuella kondensproblem p g a medflödeskonstruktion är bl a ofullständigt utredda.

3) Flexigrunden

Flexigrunden är en torpargrund med prefabricerade grundbalkar, plintar och grundplattor av betong. På grundbalkarna läggs husets golvbjälklag. Kryputrymmet, som skall ha en minsta höjd på 60 cm, ventileras med ventiler ingjutna i grundbalkarna. Flexigrunden är obeprövad i större sammanhang. Vid plan mark kräver den stora schaktningsarbeten. De omfattande va-dragningarna i en barnstuga kompliceras av denna typ av betongkonstruktion.

4.2.3.4 Förslag för försöksbarnstugan

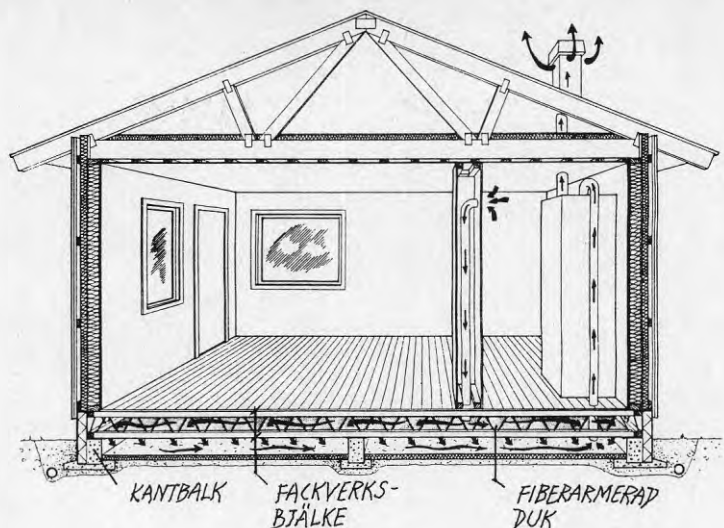
Som en inriktning i detta projekt har, som tidigare nämnts, valts att arbeta med beprövade lösningar, där inte starka skäl föreligger att frågå dessa. Detta talade mot att välja de mer obeprövade konstruktionerna Tec-grund och Flexigrund. Ytongs varmgrund har i detta sammanhang den nackdelen att de många va-installationerna i en barnstuga kräver många genomborrningar av balkar. Denna nackdel gäller även för Tec- och Flexigrunderna.

Här har den moderna torpargrunden med de stora spännvidder som lättbalkarna ger en klar fördel. Lättbalkarna är också lätta att genomborra med rörinstallationer.

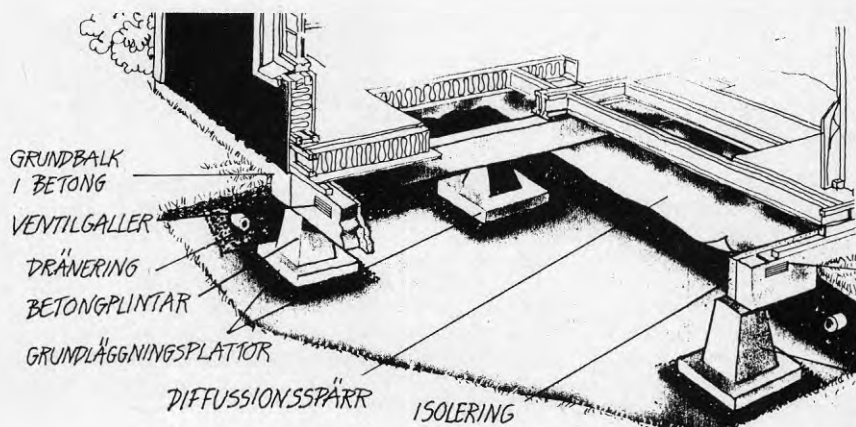
Den moderna torpargrunden kan idag sägas vara ganska beprövad. Samtidigt har den inte tidigare använts i barnstugesammanhang i Stockholms stad.

Ett sådant val skulle således kunna tillföra nya erfarenheter som kan vara av intresse för det framtida barnstugebyggandet.

Den valda tomten, som är sluttande, lämpar sig också bättre för en torpargrund än för en lösning med platta på mark.



Figur 4.18 Tec-grunden. Inneluften evakueras ned i bjälklaget. Genom motståndet i den fiberarmerade duken på bjälkens undersida fördelas inneluften över hela bjälklaget. Inneluften går sedan vidare genom duken till den nedre luftspalten. Inneluften fortsätter via evakueringsröret in i en värmepump som värmer tappvattnet eller tilluften.



Figur 4.19 Principskiss Flexigrunden.

Sammantaget har detta lett fram till valet av en modifierad torpargrund med lättbalkar. Undantag är apparatrummet, där lättbalkarna ersatts med prefabricerade betongkassetter. Övanpå betongkassetterna läggs platsgjuten överbetong. Kassetterna är isolerade på undersidan med 8 cm cellplast.



Figur 4.20 Pågående grundläggning för försöksbarnstugan .

Kryputrymmet är på de flesta ställen c:a 100 cm högt och omfattar också en rörgrav som är 180 cm hög. Denna ligger i husets längdriktning mellan södra grundmuren och mittbalken. Byggnaden är grundlagd med stödpålar och plintar av betong till fast botten. Plintar har använts när grundläggningsdjupet varit mindre än 1,5 m.

Lättbalkarna är av masonite. De läggs upp på en kantbalk av betong med asfaboard mellan. På mitten stöds de av en balk i husets längdriktning.

För att undvika fritt vatten i kryprummet har naturmarkslutningen i norr avskilts från huset genom motlut på 3-4 meter från grundmuren.

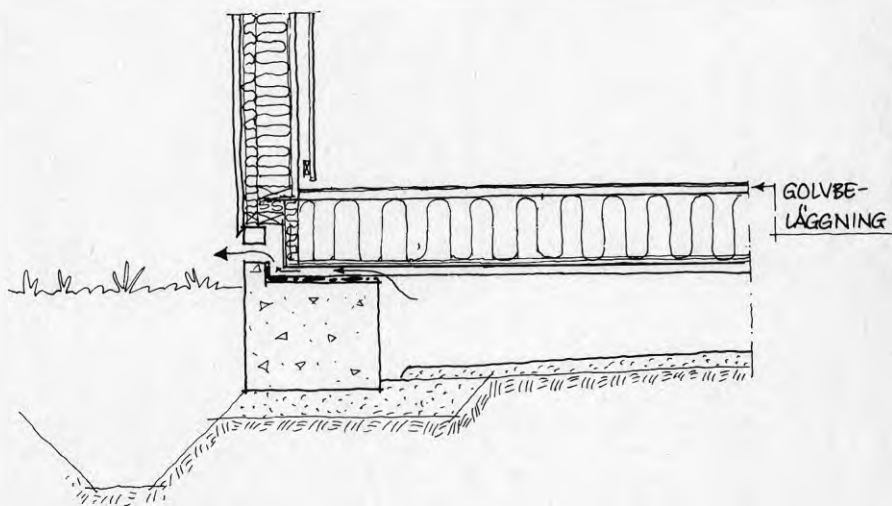
Marken närmast fasaderna är hårdgjord. Dräneringen består av dränerande skikt i kryprumsbotten, i botten på rörgraven samt längs kantbalkarnas utsidor för uppsamling av vatten. Dräneringslagret består av väl tvättad singel med kornstorlek 16 - 32 mm. För avledning av vattnet finns dräneringsledningar längs kantbalkarna i botten på det dränerande skiktet samt i botten på rörgraven.

Dräneringsledningarna är anslutna till småhusområdets huvudledning för spillvatten som dragits fram till barnstugedomtens södra gräns.

För att stoppa avdunstningen av markånga har en plastfilm lagts på kryprumsbotten. Denna hålls på plats med ett lager singel, gradering 8-12 mm. Plastfilmen har avslutats 10 cm innan kantbalkarna så att eventuell kondens som bildas mot dessa kan rinna ner i marken.

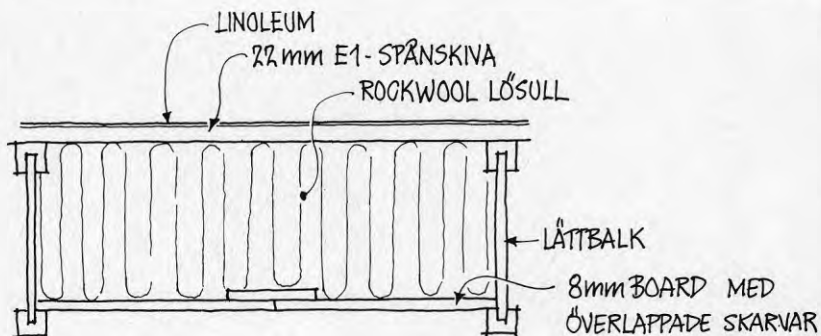
Kryprummet är självdragsventilerat med hjälp av 24 resp. 28 håltagningar à 200 cm² i kantbalkarna per långsida och 15 i mittbalken. Mittbalkens underkant ligger 100 cm från marken så att luften kan passera under balken.

Ventilationsöppningarna på kantbalkarna ligger dock i samma höjd som bjälklaget för att inte sockeln ska bli för hög. Detta innebär att luften inte kan passera ventilationsöppningarna rakt in i kryprummet, utan måste ledas förbi bjälklaget i en 5 cm springa. Denna åstadkomst genom påbyggnad av en låda mellan grundbalken och bjälklaget. Springan fortsätter i bjälklagets anslutning till grundbalken genom att lättbalkarnas flänsar reser trossbotten 5 cm från grundbalken. Se figur 4.21.



Figur 4.21 Ventilering av kryprummet. Lösning av luftpassage förbi bjälklaget.

För att förbättra självdragsventilationen har två skorstenkanaler dragits från kryprummet till tak, ca 8 meter från vardera gaveln i husets mittdel.



Figur 4.22 Sektion genom försöksbarnstugans golvbjälklag.

I utvärderingen kommer en uppföljning att ske av om denna självdragsventilering av kryprummet är tillräcklig.

Golvbjälklaget byggs upp med 40 cm höga masonitebalkar på 60 cm avstånd från varandra.

Balkarnas flänsar består av granvirke. Mot kryprummet bestryks flänsarna med Nordsjö Woodseal antiröt- och mögelmedel.

I botten, mot balkarnas flänsar, spikas 8 mm board som är typgodkänd för kryppgrunder och genomtrampning. Ovanpå läggs täckande skarvbitar. Bjälklaget är isolerat med Rockwool lösull.

Värmegenomgångskoefficienten (k-värdet) för golvet har beräknats bli $0,13 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$. Högsta tillåtna k-värde för golv av detta slag i Stockholmsregionen är $0,20 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$ enligt SBN 1980.

Ovanpå balkarna spikas en 22 mm spånskiva av E 1-klass. På denna läggs linoleum- eller plastmatta.

I golvet längs fasadväggarna ligger en elvärmekabel. Denna dras i SP-rör som läggs i en kabelränna, 4x20 cm, för att inte isoleringen skall komma i beröring med SP-rören med värmekabeln. Kabelrännan läggs under lättbalkens övre fläns.

4.2.3.5 Åtgärder för att förebygga vattenskador och göra installationerna utbytbara

En inte oväsentlig andel av de fuktproblem som förekommer vid barnstugorna i Stockholm är orsakade av läckage i vatteninstallationerna. Försökarnstugans konstruktion har därför setts över i syfte att förebygga sådana och underlätta åtgärder om läckage uppstår samt utbyte av installationer.

En utgångspunkt har här varit en byggforskningsrapport med förslag till lösningar som beaktar dessa problem (J Andersson, 1985).

Huvudledningen för spillvatten ligger i kryprummets rörgrav och har inga avgreningar. Den är lätt utbytbar. Vid några punkter rakt ovanför huvudledningen förs spillvattenledningar från barnstugan ned genom bjälklaget och ansluts till huvudledningen. Spillvattenledningarna är utbytbara genom att ett fack i bjälklaget sågas upp.

Golvbrunnarna har inte förhöjningsring (vilket kan orsaka läckage). De ligger kottlade med träreglar för fixering.

Tappvattnets huvudledning är förlagd invändigt i korridorrens undertak. Ledningarna fortsätter i undertak till respektive rum. I rum med dusch görs genomgången till rummet i taknivå. Ledningen dras sedan till armaturen synligt på väggen.

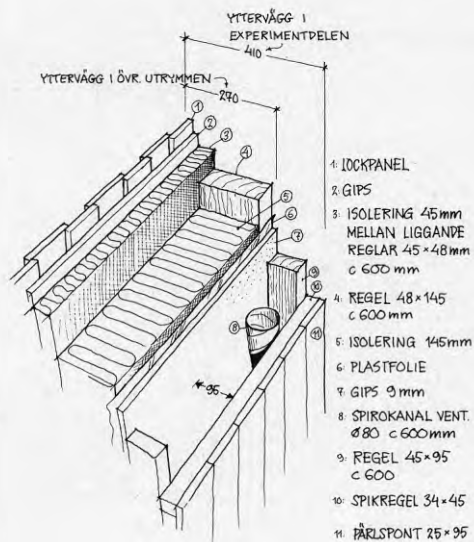
Diskbänken i kök står på rörstativ med plastmatta under. Diskbänkarna i lekkök har utdragbara socklar och golvmatta under. Eventuellt läckage visar sig således genom att vatten rinner ut på golvet.

Ledningarna för vattenradiatorerna dras, liksom tappvattnet, i undertaket. Vid fasaden förs de ned i ytterväggens luftspalt. Värmerören i rummen ligger synliga på vägg.

4.2.4 Väggar

4.2.4.1 Ytterväggar

Ytterväggens konstruktion överensstämmer i princip med den för en vanlig typbarnstuga. Dock har ytterväggen i experimentutrymmena byggts på inåt med en 9,5 cm bred luftspalt för de stående ventilationskanalerna. Den begränsas inåt rummet av en pärlspontspanel. I rummen utanför experimentdelen begränsas väggen inåt rummen av en dubbel gipsskiva.



Figur 4.23 Ytterväggens konstruktion.

Den bärande väggen består av stående träreglar. Utanpå dessa spikas liggande reglar på c/c 60 cm som fäste för den utvändiga, stående lockpanelen. Innanför denna läggs mineralullsskivor (4,5 +14,5 cm), plastfolie samt gipsskiva.

Ytterväggen har en beräknad värmegenomgångskoefficient (k-värde) på $0,20 \text{ W/m}^2\text{°C}$. Föreskrivna högsta k-värde för vägg mot det fria i Stockholmstrakten är $0,30 \text{ W/m}^2\text{°C}$.

Yttervägg med lättreglar som bärande stomme har diskuterats som ett alternativ. Detta skulle gett ett ännu bättre k-värde ($0,17 \text{ W/m}^2\text{°C}$). Då väggvalet gjordes var dock denna lösning svårare att förena med fribärande takstolar på jämna c/c-avstånd även över fönster (Se punkt 4.2.5 Taket). Numera finns emellertid lättreglar utformade så att takstolsmontering över fönster underlättas.

Frånluftsfönstrets konstruktion har redovisats under punkt 4.2.1 Ventilation.

4.2.4.2 Mellanväggar

Mellanväggar som vetter mot experimentutrymmena består av träreglar och läkt, på vilka pärlspont spikas.

De flesta övriga mellanväggar är uppbyggda med stålreglar på vilka dubbla gipsskivor skruvas.

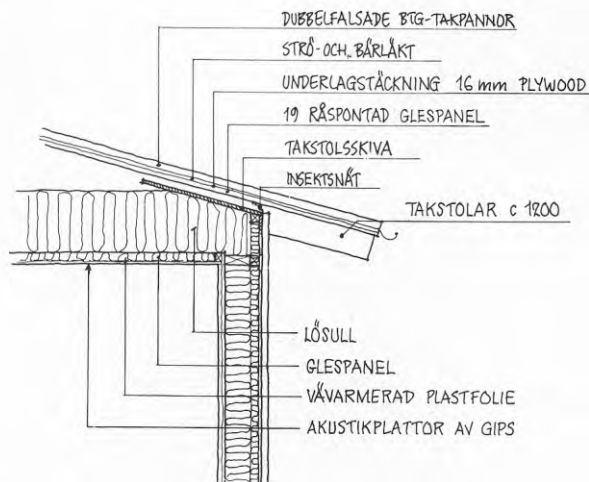
I våtutrymmen, såsom dusch, våtlek, tvättrum och toaletter, har mellanväggarna en hårdtryckslaminatskiva som skruvas på stålreglar.

4.2.5 Taket

De krav som ställts på taket är:

- att det ska vara av typ sadeltak för god vattenavrinning
- att takhöjden invändigt ska vara något högre än i en typbarnstuga (270 cm i stället för 250 cm) för att skapa en större luftvolym i rummen
- att konstruktionen ska medge att akustikplattor spikas på reglar i tak (för att undvika limning).

Taket i försöksbarnstugan är, liksom för typbarnstugan, uppbyggt av fribärande träfackverk (lutning 18°) som läggs med 120 cm mellanrum. Där fönster ej förekommer vilar de på ytterväggens vertikala reglar. Vid fönster spikas horisontella reglar mellan de vertikala reglarna, vilket ger möjlighet att behålla c/c-avståndet på takstolarna även över fönsterpartier.



4.2.4 Försöksbarnstugans takkonstruktion.

På takstolarnas högben spikas 16 mm K-plywood. Utanpå denna läggs betongtakpannor på underlagspapp och läkt.

Innertaket består i de flesta rum av perforerade gipsplattor som spikas på glespanel. Ovanför panelen läggs en vävarmerad undertaksfolie. Mellan takstolarna läggs Rockwool lösull (380 mm).

Taket har en beräknad värmeegenomgångskoefficient (k-värde) på $0,13 \text{ W/m}^2\text{°C}$. Föreskrivna högsta k-värde för tak i Stockholmsregionen är $0,20 \text{ W/m}^2\text{°C}$.

I mittkorridoren, och vissa övriga utrymmen där tappvatten- och värmeledningar är förlagda i tak, läggs ett undertak av gipsplattor på höjden 230 cm över golv.

4.2.6 Materialval i ytskikt och fast inredning

4.2.6.1 Krav på byggnadsmaterialen

Den tidigare redovisade principen, att försöka minimera alla riskfaktorer som kan ge upphov till ett osunt klimat, har också 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 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. (Heltäckande mattor eller andra mattor förekommer inte vid Stockholms barnstugor av hänsyn till allergiker).
- att undvika material som är olämpliga för allergiska personer, t ex nickel- eller kromhandtag
- att dokumentera sort och fabrikat på använda material, färger, limmer, spackel, fogmassor etc.

4.2.6.2 Diskussion

En svårighet när det gäller att försöka beakta materialen kvalitativt ur klimathygienisk synvinkel är att materialleverantörernas produktinformation i regel saknar sådana uppgifter.

Uppgifter som är av intresse när det gäller byggnadsmaterial är bland annat:

- Vilka tillsatsämnen som förekommer - eller i varje fall om tillsatsämnen förekommer - t ex bindemedel, limmer, färger, mjukgörare, antimögelmedel, flytmedel och torkmedel. (Denna information finns ibland).
- Vilka och i vilka mängder lättflyktiga föroreningar avges vid uppvärmning av materialet till en viss temperatur.

Här borde en standardisering av metoder kunna utarbetas, liknande den som gjorts av statens planverk och statens provningsanstalt när det gäller spånskivor och formaldehyd.

Ett annat intressant initiativ är en lista som arbetarskyddsstyrelsen gav ut 1983 över limprodukter som bedömts ge tillfredställande resultat vid grundläggande mätningar av lösningsmedel i luft. (Arbetarskyddsstyrelsen, 1983). Denna lista gjordes framför allt med hänsyn till branfara orsakad av lösningsmedel i luften. Liknande listor skulle kunna göras för färger, limmer etc med hänsyn till såväl inomhusklimatet som risker för dem som arbetar med dessa material på bygghjälsten.

- Vilka eventuella risker som finns med material vid olika pH-värde i omgivningen
- Vilka eventuella risker som finns om materialet utsätts för fukt.
- Material eller ämnen som inte bör kombineras med detta material.
- Vad som händer när materialet åldras. (Först en avklingningsprocess för emissioner genom härdning och uttorkning; sedan eventuell deformation med åren, så t ex avgår mjukgörare från plaster med åren).
- Beskrivning av hur materialet skall hanteras för mest miljövänliga resultat.

4.2.6.3 Förslag för försöksbarnstugan

Först något om proportionerna mellan olika material. I tabellen nedan anges de ytskiktmaterial som förekommer i stor skala i försöksbarnstugan, samt den ungefärliga procentuella yta dessa upptar av den totala ytskiktsarean (d v s den sammanlagda golv-, vägg- och takarean).

Tabell 4.1 Procentuell ytskiktsarea som täcks av olika byggnadsmaterial.

Byggnadsmaterial	Procentuell andel av totala ytskiktsarean
Linoleummatta	15
Plastmatta	7,5
Träpanel, laserad med vattenbaserad klarlack	26
Gipsvägg, målad med vattenbaserad färg	10
Papperstapet	7,5
Högtryckslaminat på våtrumsvägg	7
Skåpsnickerier av direktlaminerad spånskiva	4
Gipsplatta i tak, fabriksmålad	23

Vattenlösliga färger, limmer och spackel har använts i största möjliga utsträckning. Lösningemedelbaserade produkter har endast använts när ersättning inte gått att finna.

Den största skillnaden i materialvalet i förhållande till en typstuga i ordinarie produktion är annars följande:

- Laserad träpanel på väggarna i barnens utrymmen samt korridor istället för målad glasfiberväv.
- Högtryckslaminat i våtrum istället för väggplastmattor och glasfiberväv med extra färgstrykningar för våtbeständighet.
- De spånskivor som linoleummattan är lagd på är av E 1-klass, d v s innehåller högst 0,01% fri formaldehyd. Diskussioner fördes om att även ha E 1-klass på spånskivorna i skåpsnicke-rierna. I och med att detta är ett enstaka objekt skulle det emellertid innebära en tilläggskostnad på ca 30.000 kr. Istället behölls ordinarie standard som är en norsk spån-skiva som enligt uppgift från leverantören klarar det svenska gränsvärdet 0,04% fri formaldehyd med god marginal. Detta kommer även att kontrolleras för de levererade skåpsnicke-rierna.
- I typbarnstugan används akustiktaket "Lätt på plats" i stort sett i samtliga utrymmen. Det består av en perforerad gips-skiva. Ovanför denna finns ett silkespapper och ovanför detta en 1 cm tjock mineralfiberfilt. Silkespappret har funktionen att hindra mineralullsfibrer att falla ned genom gipsplattans hål. Denna kasett spikas på reglar.

I försöksbarnstugan är akustikplattorna i tak av två olika typer. I korridor, kapprum, tvättrum samt vissa biutrymmen finns undertak. Detta består av perforerade gipsplattor som läggs på plåtprofiler. Dessa plattor har ingen ovanpåliggande mineralull. Efterklangstiden bedöms bli acceptabel, då det finns ett ca 30 cm högt luftutrymme ovanför undertaket.

Diskussioner fördes om att använda perforerade gipsplattor utan ovanpåliggande mineralull även i de utrymmen som inte hade undertak (barnens alla lekutrymmen samt personalrum). Vid närmare undersökning blev det emellertid klarlagt att gipsskivan, utan mineralull och utan luftspalt ovanför (vilket inte gick att åstadkomma i dessa utrymmen som skall ha högre fri takhöjd) skulle ge betydligt längre efterklangstider. Då ljud-nivån i en barnstuga i regel är mycket hög bedömdes den kortare efterklangstiden vara en väsentligare kvalitet för inomhus-klimatet än ett akustiktak utan mineralull. I dessa utrymmen valdes således samma typ av akustiktak, "Lätt på plats", som under senare år använts i typbarnstugan.

- Dörrtrycken är av mattborstad mässing för att undvika problem för krom- och nickelallergiska personer. I ordinarie typstugeproduktion är dörrhandtagen förnicklade.

Prover från försöksbarnstugans byggnadsmaterial, inklusive färger, limmer, spackel och fogmassor kommer att sparas för att möjliggöra stickprovsundersökningar av vad materialen avger

vid analys med pruge-and-trapmetoden. Periodiskt återkommande analyser kommer också att göras av vissa enskilda material med samma metod för att få en uppfattning om avklingningstiden för lättflyktiga föroreningar från materialen. För dessa analyser svarar Jan Kristensson vid Stockholms universitet, Institutionen för analytisk kemi.

Vissa stora sammansatta provbitar kommer också att göras i ordning för analys i kammare vid statens provningsanstalt i Borås. Även detta syftar till att följa materialens emissionsprocess. Följande provbitar som förvaras på olika ställen i barnstugan kommer att iordningställas:

- 2 st golvspånskivor 60x240 cm, den ena belagt med linoleum och den andra med plastmatta
- 10 st panelbräder, 270 cm långa, ytbehandlade som väggen
- 10 st takplattor "Lätt på plats", 30x180 cm
- 10 st takplattor "Gryptone enkel", slät, 60x60 cm
- 1 st madrasskåp
- 1 st överskåp

4.2.7 Lös inredning

Som andra nybyggda barnstugor i Stockholm kommer försöksbarnstugan efter färdigställande att förses med en grundutrustning. Denna innehåller sådant som behövs för att kunna starta verksamheten: bord, stolar, matvagn, vilmadrasser och kuddar.

Grundutrustningen kompletteras sedan av barnstugans personal som har ett särskilt startanslag för inköp av ytterligare möbler, armaturer, gardiner, lekutrustning etc.

Vid framtagning av den standardutrustning som finns idag har även möblernas inverkan på inomhusklimatet beaktats. Den består därför till stor del av möbler av homogent trä.

Vissa möbler med spånskiva eller fanér förekommer dock. För närvarande pågår en genomgång av spånskivornas kvalitet, använda limsorter, skumgummimadrassernas sammansättning etc.

Efter denna genomgång avgörs om försöksbarnstugans grundutrustning ska ändra på några punkter i förhållande till standardutrustningen.

En genomgång görs också med samma syfte av de städmedel som används i barnstugorna.

Barnstugans personal kommer att informeras om miljöaspekter inför inköp av kompletterande utrustning.

Vissa möbler kommer periodiskt att skickas till provningsanstalten i Borås för analys i kammare. Syftet är att följa avklingningsprocessen för lättflyktiga ämnen från möblerna.

5. KOSTNADER

Under punkt 4.1.4 "Ekonomisk ram" redovisades de restriktioner som ställts upp för försöksbarnstugans kostnader.

Den totala produktionskostnaden för försöksbarnstugan har i förfrågningsunderlaget kalkylerats till 5,6 Mkr. En tvåavdelnings typbarnstuga i serieproduktion på en motsvarande sluttningstomt och med vattenburen värme med elpanna skulle ha kostat ca 3,6 Mkr (prisläge april 1986). Merkostnaden är således ca 2 Mkr. I tabellen nedan preciseras merkostnaden på olika poster.

Tabell 5.1 Precisering av försöksbarnstugans merkostnader i förhållande till en typbarnstuga i serieproduktion

Kostnadsslag	Mkr
1) <u>Experimentmöjligheter för värme och ventilation</u>	0,85
Större apparatrum, mer installationer för ventilation, styr- och reglerutrustning och separat system för vattenradiatorerna i experimentdelen.	
2) <u>Extra projekterings- och byggkostander</u>	0,40
3) <u>Extra noggrann byggkontroll</u>	0,08
4) <u>El-värmeslinga i golv i lekrummen</u>	0,06
5) <u>Högre rumshöjd</u> vilket ger större byggnadsvolym.	0,18
6) <u>Något dyrare materialval</u> främst träpanelen på innervägg istället för målad glasfiberväv.	0,07
7) <u>Luftspalten med spirokanaler i yttervägg i lekrummen</u> vilket ger mer materialåtgång och byggnadsarbeten	0,02
8) <u>Högre byggherrekostnad</u> p g a procentuellt påslag på den högre produktionskostnaden.	0,34
Summa överkostnad	2,00

Genom att olika bidrag beviljats för försöksbarnstugan har emellertid den årliga hyreskostnaden som kommer att belasta socialförvaltningen kunnat hållas på en lägre nivå än vad produktionskostnaden betingar.

De bidrag som utgått är:

- Experimentbyggnadslån från byggforskningsrådet	0,69 Mkr
- Grundläggningsbidrag	0,20 Mkr
- Statligt anordningsbidrag	0,60 Mkr
Summa bidrag	1,49 Mkr

Detta innebär att hyran för försöksbarnstugan det första året beräknas bli 1.588 kr/m² och år eller totalt ca 640.000 kr/år mot 1.211 kr/m² och år eller totalt ca 490.000 kr/år för den jämförda typbarnstugan i serieproduktion (inkluderar uppvärmningskostnader i båda fallen).

Utöver detta har byggforskningsrådet beviljat sammanlagt 264.000 kr åren 1982-1985 för utarbetande av systemval för försöksbarnstugan.

6. FORTSÄTTNINGEN

6.1 Byggskede och besiktning

Byggnationen pågår och följs genom en extra noggrann byggkontroll. Med tanke på den utvärdering som skall följa är det särskilt viktigt att arbetena utförs efter handlingarna och att inga materialutbyten sker utan projektledningens kännedom.

Byggnadsdelar, som senare blir svåråtkomliga, fotograferas.

Vid besiktningen kommer, utöver det vanliga besiktningsförfarandet, samtliga till- och frånluftsdon att täthetsprovos. Kontroll kommer också att göras av att projekterade luftflöden kan erhållas för var och en av de tre inställningarna på ventilationen. Byggnaden kommer att termograferas.

6.2 Inför driftstart

Föräldrarna kommer, innan barnen skrivs in på daghemmet, att få information om projektet och den medverkan som förväntas från föräldrarna.

Personalen kommer i samband med anställningsintervju att informeras om att detta är en barnstuga som byggts för att åstadkomma ett bra inomhusklimat. De kommer också att informeras om att värmen och ventilationen kommer att ställas in på olika sätt (dock inte exakt hur och under vilka tider för att inte påverka resultatet av upplevelseintervjuerna). Personalen måste vara inställd på att det blir mycket mätningar som kommer att pågå periodvis i huset och på att besvara frågor om klimatupplevelser.

När hela personalgruppen är anställd kommer ytterligare information att ges om projektet och den medverkan som förväntas från personalen.

6.3 Utvärdering

Stockholms socialförvaltning har för utvärderingen av försöksbarnstugan beviljats medel från BFR med 265.000 kr och från arbetarskyddsfonden med 210.000 kr.

Utvärderingen kommer att pågå under en treårsperiod efter barnstugans färdigställande, d v s under åren 1987-1989. Den syftar till att fastställa i vilken grad huset uppfyller de mål som ställts i kravspecifikationen för inomhusklimatet samt att undersöka brukarnas (personalens) upplevelser av klimatet.

Under utvärderingsperioden kommer de tre inställningarna för värme och ventilation att prövas i olika skeden med såväl vinter- som sommarklimat. Eventuella skillnader i lufthygien, komfort, ventilationseffektivitet och klimatupplevelser kommer att studeras. Detta sker genom mätningar av luftföroreningar, golv- och rumstemperaturer, luftens relativa fuktighet, luftens ålder i olika punkter i rummet samt genom intervjuer med barnstugans personal.

Utvärderingen kommer att redovisas med delresultat för olika år.

Forskargruppen Berglund-Berglund-Lindvall planerar samtidigt att knyta vissa studier till försöksbarnstugan som ett led i ett projekt om symptom/hälsoeffekter i förhållande till luftkvalitet.

Efter utvärderingsperioden är tanken att uppvärmnings- och ventilationssystemen skall ställas in på den mest uppskattade lösningen.

NÅGRA FÖRÄNDRINGAR I KONSTRUKTION OCH MATERIALVAL VID STOCKHOLMS TYPBARNSTUGOR
(Understrykning markerar förändring)

Bilaga 1

TYPHUS 1960-1973

Värme: Vattenburen
Belysning: Glödljus
Ventilation: Frånluftsfläkt
Grund: Torpargrund
Golv: Linoleummatta
Väggar: Träpanel

TYPHUS 1974-1975

Värme: Takvärme
Belysning: Glödljus
Ventilation: Frånluftsfläkt
Grund: Platta på mark, spånskivor
Golv: Plastmatta med skum
Väggar: Gipsskivor, målade eller med tapet

TYPHUS 1975-1976

Värme: Takvärme
Belysning: Starkare glödljus (250 lux)
Ventilation: Frånluftsfläkt
Grund: Platta på mark, spånskivor
Golv: Plastmatta med skum
Väggar: Spånskivor, målade eller med tapet

TYPHUS 1977 (efter SBN-75)

Värme: Takvärme
Belysning: Glödljus 250 lux
Ventilation: Från- och tilluft med roterande värmväxlare
(ibland plattvärmväxlare) 1-2 oms/h.
Grund: Platta på mark, spånskivor
Golv: Linoleum
Väggar: Spånskivor med målad glasfiberväv. Tätare konstruktion.

TEMPERATURMÄTNINGAR VID ETT ANTAL BARNSTUGOR
I STOCKHOLMS KOMMUN 1983-02-17

Barnstuga/rum	Golvets yttemp i °C	Lufttemp 1 dm ö.g. i °C	Lufttemp 1 m ö.g. i °C
<u>Hägerstensv 179</u>			
<u>Lokal med vatten-</u> <u>buren värme</u>			
Stort Lekrum Flotten	15,3	18,9	20,1
Litet Lekrum -"-	15,7	19,0	19,9
Stort Lekrum Arken	16,1	18,5	19,2
Litet Lekrum -"-	14,5	18,6	19,0
Medeltal	15,4	18,8	19,6
<u>Marklandsbacken 2</u>			
<u>Tvåvånings typstuga</u> <u>med takvärme</u>			
Litet Lekrum i bv	14,7	19,8	20,5
Stort Lekrum i öv	16,4	18,9	18,9
Stort Lekrum i öv	17,5	19,7	20,0
Medeltal	16,2	19,5	19,8
<u>Stockholmsv 95</u>			
<u>Enplans typstuga</u> <u>med elradiatorer</u>			
Stort Lekrum Ekorren	15,4	19,3	19,8
Stort Lekrum Trollebo	16,3	20,9	21,0
Stort Lekrum Myran	16,7	21,4	21,5
Medeltal	16,1	20,5	20,8

Barnstuga/rum	Golvets ytttemp i °C	Lufttemp 1 dm ö.g. i °C	Lufttemp 1 m ö.g. i °C
<u>Fogdeväg. 110-112</u>			
<u>Äldre enplans typhus</u>			
<u>med vattenburen värme</u>			
Stort Lekrum Villerkulla	17,4	23,5	23,5
Stort Lekrum Bullerbyn (kompl med takvärme längs yttervägg	18,6	23,2	23,5
Stort Lekrum Småbarns avd (kompl med slingor i golv)	20,1	23,2	23,1
Medeltal	18,1	23,3	23,4
<u>Farstav. 108</u>			
<u>Ivåvånings typstuga med vattenburen värme</u>			
Stort Lekrum Brunkulla	17,7	21,5	21,5
Stort Lekrum Näckrosen	17,8	22,3	22,3
Medeltal	17,8	21,9	21,9
Medeltal samtliga	16,7	20,8	21,1

Värdena är medelvärden av flera mätpunkter: en i varje hörn av rummet och en i mitten av rummet.

Mätningarna har utförts av skyddsingenjör Bengt Roth och ergonom Agneta Wiik, Stockholms kommun.

ÄMNEN SOM IDENTIFIERATS I LUFTEN I BARNSTUGAN Bilaga 3
 STOCKHOLMSVÄGEN 95
 (Formaldehyd har mätts separat)

Provningsanstaltens mätningar (Gaskromatograf)	Naturvårdsverkets mätningar (Gaskromatograf)
<u>Toluén</u> (A)	<u>Toluén</u> (A) (B)
<u>Alfa-pinen, terpen</u>	<u>Alfa-pinen, terpen</u>
<u>Etylbensen</u> (A)	<u>Etylbensen</u> (A) (B)
Heptan (A)	
Hepten	Beta-pinen
<u>Xylen</u> (A)	<u>O-Xylen</u> (A) (B)
<u>Beta-pinen</u>	<u>P-Xylen</u> (A) (B)
<u>Styren</u> (A)	<u>M-Xylen</u> (A)
<u>Trimetylbensen</u> (A)	<u>Styrén</u> (A)
<u>Etylmetylbensen</u> eller	<u>Bensén</u> (A) (B)
<u>Isopropulbensen</u>	<u>C₃-akylbensen</u> (A) (B)
<u>Dietylbensen</u>	
Butylacetat (A)	Pentan (A)
Oktan (A)	Aceton (A) (B)
Nonan (A)	Etanol (A) (B)
Dekan (A)	Iso-butanol (A)
Undekan	Okänd
Dodekan	n-butanol (A)
Tridekan	Limonén
Tetradekan	

A = Finns med på arbetarskyddsstyrelsens gränsvärdeslista

B = Finns även i uteluften (Endast markerat i naturvårdsverkets mätning.)

Understrykning markerar ämnen som återfanns i båda mätningarna.

ÄMNEN I BYGGNADSMATERIAL I BARNSTUGAN SVART- Bilaga 4:1
LÖSAVÄGEN 128 (Bygger på uppgifter från fabrikanter).

A= Ämnet återfinns i arbetarskyddsstyrelsens gränsvärdes-
lista.

Golv

Vinylplastmattor i tvättrum är limmade med epoxilim.

Väggar

Glasfiberväv målad med latexfärg och limmad med disper-
sionslim (innehållande bl a kloracetamid, natriumfluorid,
formaldehyd (A), bensynformal.

Tapeterna är limmade med samma lim.

Tak

Akustiktak av Danokassetten, innehållande mineralull (A),
karbamidharts (formaldehyd) (A) bl a.

Andra tak målade med latexfärg typ polyvinylacetat-
emulsion (A).

Snickerier

Målade med latexfärg med carbamidharts (formaldehyd) (A).

Målarfärger i övrigt

Akrylat (A) (allergiframkallande)
Polyvinylacetat (A)
Titandioxid
Uretanalkyd (A) (irriterande)
Lacknafta (A)

Limmer i övrigt

Styreñ (A)
Akrylsyraester (A)
Vinylacetat (A)
Toluén (A)
Etanol (A)
Butadien
Metyletylketon (MEK) (A)
Bensen (A)
Etylglukolacetat (A)
Dibutylftalat (mjukgörare)
Formaldehyd (A)
Polyvinylalkohol
Dijodmetyl p-toluolsulfon
Bensylformal

Mjukgörare i plast och gummi materialBilaga 4:2

Dialkylftalater
Dioktylftalater (A)
Dibutylftalater
Diisobutylftalater
Alifatiska estrar av hög molekylvikt

ÄMNEN I VISS INREDNING I STOCKHOLMS BARNSTUGORKuddar och dynor i skumplast

Består av flexibel polyuretancellplast (polyeter) som innehåller:

Polyol 60-65 %
TDI (Isocyanat) 30-35 % (A)
Aminer (A)
Siliconolja
Tennsalt
Vatten
Termolin (Flamskyddsmedel)

Vilmadrasser av kallsaum

Av kvalitet formaflex 37160, som innehåller:

Poly (oxalkylen) eter 75 %
Toluendiisocyanat, TDI 27 % (A)
Alkanolaminer
Silikoner
Vatten

Bilaga 5

UPPMÄTTA OCH PROJEKTERADE LUFTFLÖDEN VID ETT ANTAL BARNSTUGOR BYGGDA 1977-1981
(Mätningarna har utförts av Stockholms fastighetskontor med spårgasmetoden
åren 1981 och 1982).

Barnstuga	Byggn.- år	Sovrum 15 barn Allrum 1			Matrum 15 barn Allrum 2			Vilrum		Sovrum 15 barn Hemrum 2			Matrum 12 barn Hemrum 1		
		Uppm. flöde rv/h	Proj. flöde m ³ /h	Uppm. flöde rv/h	Proj. flöde m ³ /h	Uppm. flöde rv/h	Proj. flöde m ³ /h	Uppm. flöde rv/h	Proj. flöde m ³ /h	Uppm. flöde rv/h	Proj. flöde m ³ /h	Uppm. flöde rv/h	Proj. flöde m ³ /h	Uppm. flöde rv/h	Proj. flöde m ³ /h
Rödklövertv. 105	1977	1,5	150	1,5	180	0,6	50	1,6	180	1,3	150	1,3	180	1,3	150
Rusthällarv. 1	1977	1,4	89	1,2	99			1,7	130	1,4	112	1,4	130	1,4	112
Björksättrav. 53	1978	1,5	107	1,7	148			1,2	112	1,7	108	1,7	112	1,7	108
Sylvesterg. 2-6	1978	1,9	141	1,9	167			1,5	136	1,8	118	1,8	136	1,8	118
Östbergaback. 50	1978	1,7	112	1,9	149			1,3	129	1,5	128	1,5	129	1,5	128
Getfotsv. 54 A	1979	1,8	137	1,40	160	2,0	50	1,7	127	1,5	128	1,5	127	1,5	128
Getfotsv. 54 B	1979	1,3	99	1,6	141										
Nykvarnsv. 10	1979	1,5	111	1,8	166	2,1	54	1,9	170	3,1	201	3,1	170	3,1	201
Grafikv. 5	1979	2,0	142	2,4	208	2,3	50	2,4	203	2,2	180	2,2	203	2,2	180
Helgestav. 87	1979	2,4	208	2,4	208	2,3	50	2,2	120	2,2	180	2,2	120	2,2	180
Hammerstav. 77	1980	1,2	90	1,4	122			1,3	116	2,4	154	2,4	116	2,4	154
Kärrtorpsv. 66	1980	2,3	140	2,2	140	1,9	50	1,7	140	2,6	180	2,6	140	2,6	180
Brandliljegr. 3	1981	2,0	160	2,0	190	2,5	50	1,8	98	1,2	143	1,2	98	1,2	143
Blomodlarv. 49	1981	1,7	120	1,7	164	2,0	30	1,1	98	2,2	143	2,2	98	2,2	143
Brunskogsb. 6	1981	1,6	120	1,9	160	2,3	50	1,1	98	2,2	143	2,2	98	2,2	143
Utåkteb. 9	1981	1,9	140	1,9	160	2,3	50	1,8	155	2,2	143	2,2	155	2,2	143
Carl Bondes v. 29	1981	-	-	-	-	2,5	50	1,8	155	2,2	143	2,2	155	2,2	143

BERÄKNING EFTER SBN 1980 AV KRAV PÅ LUFTFLÖDE I EN BARNSTUGA

Tabellen illustrerar hur stor inverkan bedömningen av hur många personer som kommer att vistas i rummen har för kravet på luftflöde per tidsenhet. Om exempelvis projektören bedömer att 5 personer kommer att vistas i Allrum 1 är kravet på luftflöde enligt SBN 1980 63 m³/h eller 0,7 rv/h. Om projektören däremot bedömer att 15 personer kommer att vistas i rummet är kravet på luftflödet 324 m³/h eller 3,7 rv/h.

Rum	Antal personer	Luftflöde m ³ /h	Luftflöde rv/h	Rumsyta m ²	Rumshöjd m
Allrum 1	5	63	0,7	35	2,5
Allrum 1	10	171	2,0	35	2,5
Allrum 1	15	324	3,7	35	2,5
Allrum 2	5	68	1,0	27	2,5
Allrum 2	10	201	3,0	27	2,5
Allrum 2	15	383	5,7	27	2,5

FIGURFÖRTECKNING

	Sid
4.1 *	57
4.2	60
4.3	67
4.4	67
4.5	70
4.6	71
4.7	71
4.8	72
4.9	72
4.10	73
4.11	74
4.12	74
4.13	75
4.14	78
4.15	78
4.16	79
4.17	81
4.18	83
4.19	83
4.20	84
4.21	85
4.22	85
4.23	87
4.34	88

* Samtliga figurer finns i kapitel 4, därav beteckningen 4.1 osv.

TABELLFÖRTECKNING

Sid

2.1	Barnstugor som anmält klimatproblem, uppdelade efter byggnadsår, i förhållande till hela barnstugeproduktionen.	17
3.1	Luftflöden, uppmätta i barnens lekrum, i ett antal typbarnstugor i Stockholm, byggda åren 1977-1981.	51
4.1	Resultat av markradonundersökning inom Skarpaby.	76
4.2	Procentuell ytskiktsarea som täcks av olika byggnadsmtrl.	90
5.1	Precisering av försöksbarnstugans merkostnader i förhållande till en typbarnstuga i serieproduktion.	93

BETECKNINGAR OCH DEFINITIONER

I denna rapport förkortas luftflödet uttryckt i rumsvolymer per timme som rv/h.

Ibland förekommer det synonyma uttrycket luftomsättning, uttryckt i omsättningar per timme, förkortat oms/h.

Andersson, J, Kling, R, 1985, Vattenskadesäkra och utbytbara installationer. (Statens råd för byggnadsforskning. Rapport R81:1985.) Stockholm.

Andersson, L-O, Frisk, P, Löfstedt, B, Wyon, D, 1975, Människans reaktion för torr, fuktad och intermitterent fuktad luft. (Statens råd för byggnadsforskning. Rapport R63:1975.) Stockholm.

Andersen, IB, Lundqvist, GR, Jensen, PL, Proctor, DF, 1974. Human Response to 78-hour exposure to dry air. Archives of Environmental Health.

Arbetskyddsstyrelsen, 1983, Lim som klarar gränsvärdena. Förteckning VI över limprodukter.

Arbetskyddsstyrelsen, 1984, Hygieniska gränsvärden. (AFS 1984:5.) Stockholm.

Armand, B, Roth, B, Vikström, P, 1986, Ventilation i barnstugor - en jämförande mätning av deplacerande och omblandande ventilation, K-konsult/arbetsmiljö. Stockholm. [Oppublicerad stencil]

Aurelius, G, Höjer, B, Olin, P, Snellman, K, Tomson, G, 1982, "Dagissjukan" - en jämförelse mellan daghem med och utan klimatproblem, 1 Barnens Hälsa. Stockholm.

Becker, B, Follin, T, Pettersson, H, Söndergaard, S, 1981, Fukt, dränering, grunder. (Statens råd för byggnadsforskning). Stockholm.

Bergqvist, B, Swartz, H, 1980, Värmeåtervinning ur ventilationsluft inom verkstadsindustrin. (STU-information nr 164/1980.) Stockholm.

Ekbladh, S, Åsnes, H, 1982, Utveckling av provningsmetod för fastställande av halter flyktiga ämnen avgivna från material i inomhusmiljö. (Rapport från Svenska Textilforskningsinstitutet till Statens råd för byggnadsforskning nr 760917-8.) Göteborg.

Elmroth, A, 1985, Fukt och mögelskador - varför? Konferens i Umeå, Svensk byggtjänst, Stockholm.

Ericsson, S-O, 1982, Radonsäkert byggande och utprovning av åtgärder i syfte att begränsa inflödet av markluft. Föredrag vid möte för forskare inom delområdet Hälsoskydd i byggnader, publicerat i BFR-rapport 821210-5 "Hälsoskydd i byggnader - ett forskarmöte." Stockholm.

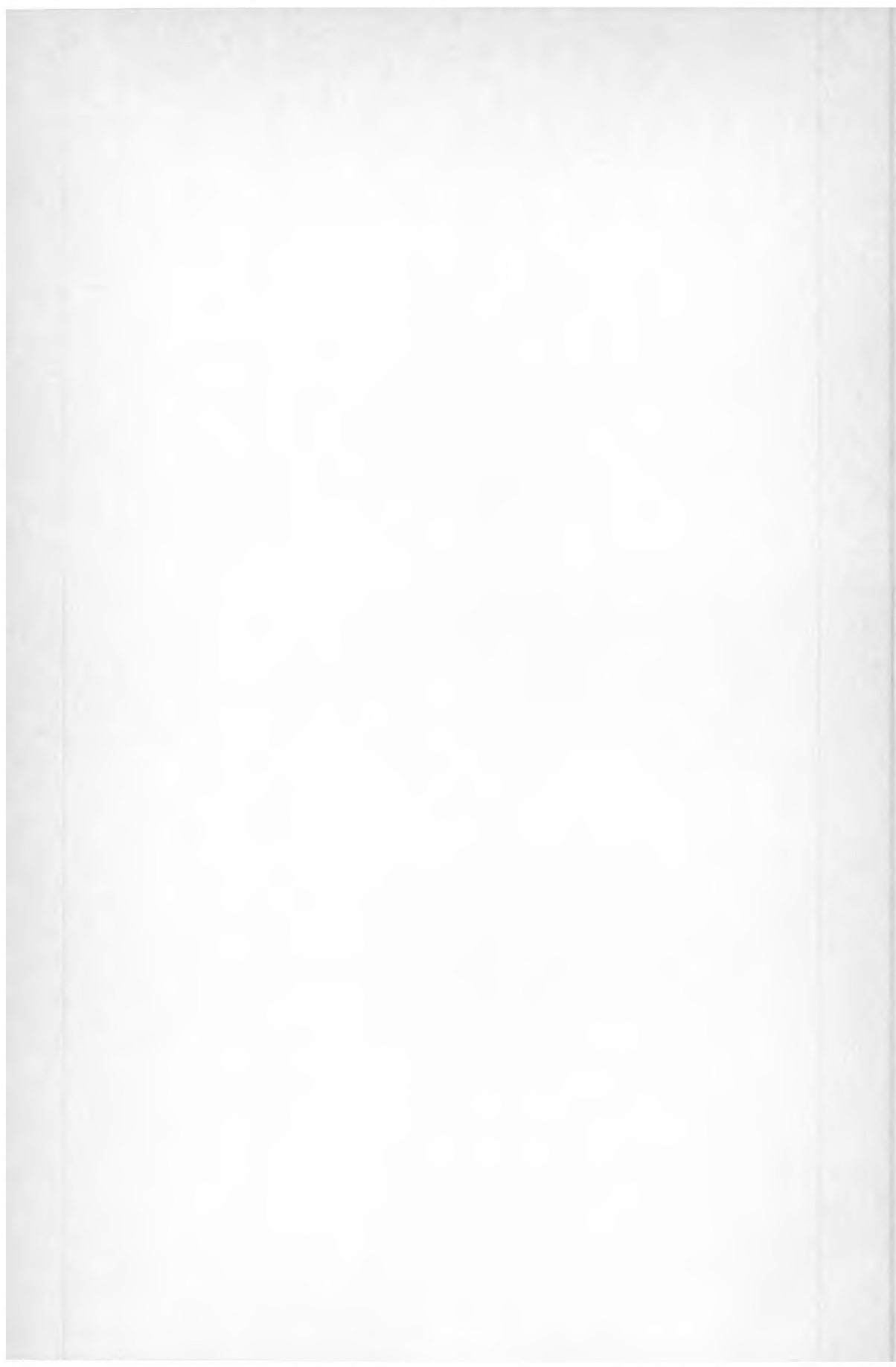
Fickler, H-H, 1978, Trälím och formaldehyd. (STU:s informationssektion, STU-utredning nr 78-1978). Stockholm.

Heyman, E, 1880, Bidrag till kännedom om luftens beskaffenhet i skolor. Faksimilutgåva från Institutionen för uppvärmnings- och ventilationsteknik KTH, Stockholm. Tekniska meddelanden nr 138.

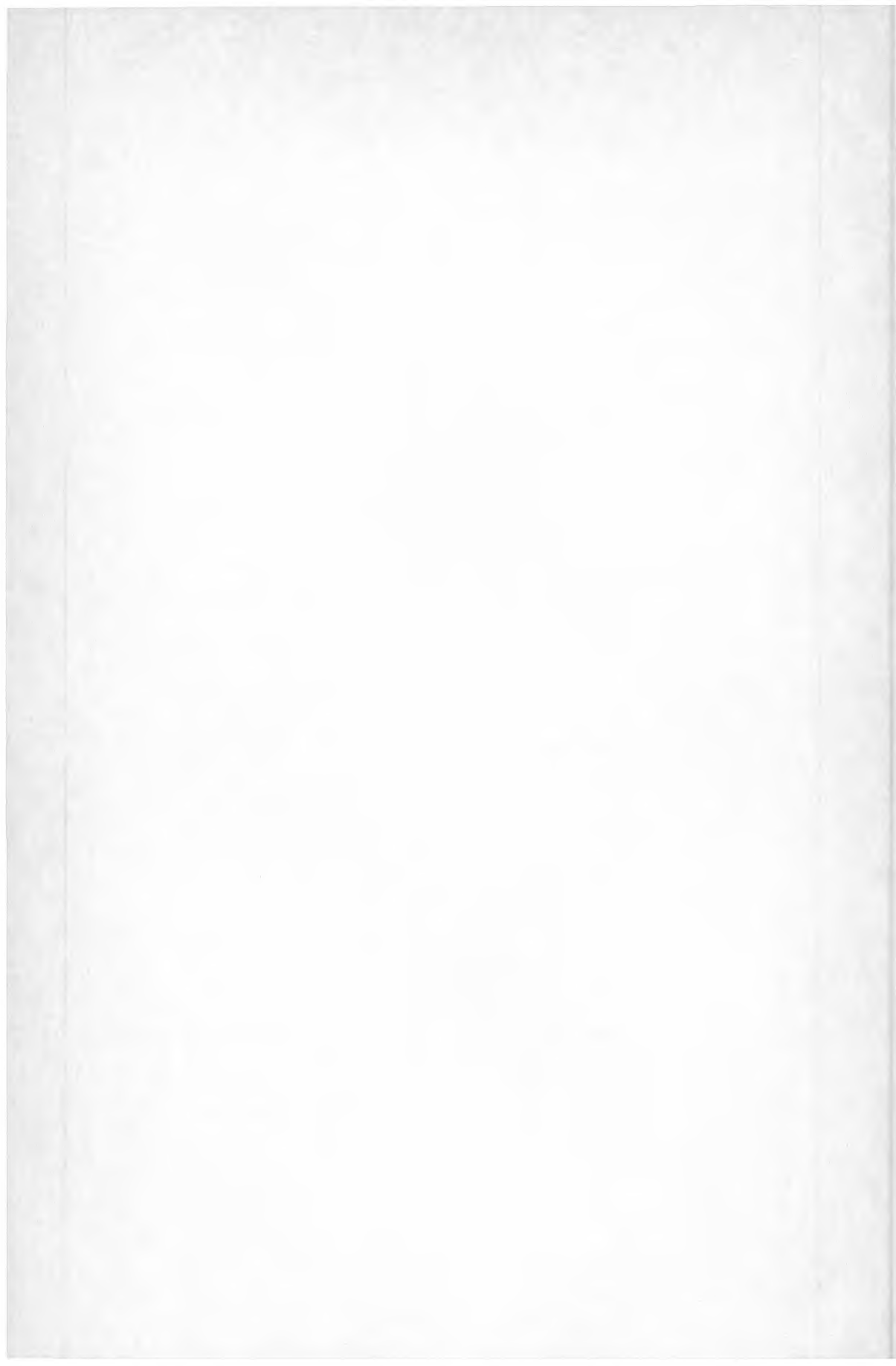
- Holmberg, K, 1982, Hur påverkas hälsan av mögel i bostäder? Artikel i tidskriften Att Bo nr 1/1982. Stockholm.
- Holmberg, K, 1984, Hälsorisker vid exponering i mögelskadade byggnader, Artikel i Läkartidningen nr 38/1984. Stockholm.
- Höjer, B, 1979, Medicinsk rapport från daghemmet Vantörsvägen 220 från perioden september 1978 till januari 1979. Stockholms Läns Landsting. [Öpublicerad stencil].
- Iversen, Korsgaard, Lundqvist, 1982, Indoor Climate in low-ventilated day-care institutions. Presenterad i tidskriften Environment International, vol 8/82. Århus.
- Johansson, G, 1985, Åtgärder vid fukt- och mögeldrabbad förskola, examensarbete vid Arbetarskyddsstyrelsens skyddsingenjörutbildning 1984/85; kurs 1. [Öpublicerad stencil].
- Johansson, I, Pettersson, S, Rehn, T, 1978, Värmeväxlare miss-tänkta bovar när barnstugor fick slå igen. Kemisk tidskrift 1978:1. Stockholm.
- Johansson, I, 1982, Kemiska luftföroreningar inomhus, en litteratursammanställning, SML rapport nr 6/1982. Stockholm.
- Johnsson, L, 1983, Luftens jonhalt i ventilerade rum. Föredrag vid delområdeskonferens i Byggforskningsrådets Hälsoskyddsgrupp 1983-09-15. [Öpublicerad stencil].
- Jonassen, N, 1979, Static electricity in indoor environments. Uppsats till Indoor Climate conference i Köpenhamn 1978.
- Justuk, E, Fickler, H-H, 1981, Isocyanat och Polyuretanlim i träindustrin. STU information nr 249-1981. Utgiven i samarbete med WKI-Institut für Holzforschung, Braunschweig, Svenska Träforskningsinstitutet. Stockholm.
- Klittner, L-E, 1982, Mögelskador i hus växande problem. Artikel i tidskriften Att Bo nr 1/1982. Stockholm.
- Löfgren, I, 1980, Lätta luftjoner i byggnader - en litteraturstudie. Psykologiska institutionen vid Stockholms universitet. Stockholm.
- Löfstedt, B, 1976, Klimathygien. Byggforskningens informationsblad B8:1976. Stockholm.
- National Research Council, Committee on Aldehydes, 1981, Formaldehyde and other aldehydes, Washington, D.C., National Academy Press.
- Stockholms kommuns sektion för ergonomi och arbetshygien, 1977. Något om torr luft på arbetsplatsen, personalnämndens kansli, Stockholm. [Öpublicerad stencil].

Stockholms miljö och hälsoskyddsförvaltning, 1985, Rapport
angående undersökningar av inomhusmiljön i daghem i Stockholm.
Stockholm. |0publicerad stencil. |

Virgin, H.I., Holst, A-M, Mörner, J, 1981, Effect of di-n-butylphtalate on the carotenoid synthesis in green plants.
Göteborg.







**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 820520-2
från Statens råd för byggnadsforskning till Stockholms
socialförvaltning, Stockholm.**

R94: 1986

ISBN 91-540-4617-3

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6706094

**Abonnemangsgrupp:
W. Installationer**

**Distribution:
Svensk Byggtjänst, Box 7853
103 99 Stockholm**

Cirkapris: 40 kr exkl moms