



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

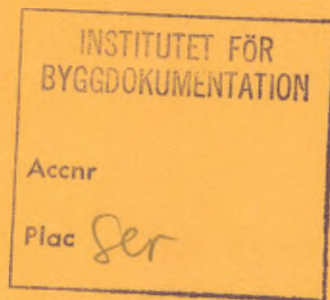
R81:1986

**Stockholmsprojektet  
kv Höstvetet**

**Överglasad gård, värmepumpar och  
borrhållager i flerbostadshus  
— system Suncourt**

**Johnny Kellner m fl**

R  
GWA



**Byggforskningsrådet**

R81:1986

STOCKHOLMSPROJEKTET KV HÖSTVETET

Överglasad gård, värmepumpar och  
borrhålslager i flerbostadshus  
- system Suncourt

Johnny Kellner m fl



Bostadsminister Hans Gustafsson  
vid invigningen av Suncourtprojektet

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 821119-2  
från Statens råd för byggnadsforskning till Stockholms  
stad, Stadsbyggnadskontoret, Stockholm.

## REFERAT

I rapporten beskrivs möjligheterna till säsongsvärmelagring i borrhål i berg, systemtekniskt hopkopplat med ett nyprojekterat flerbostadshus med 71 lägenheter. Huset är försett med en överglasad gård vars värmeöverskott under sommarhalvåret utnyttjas som värmekälla för två värmepumpar. När inte värmen från gården räcker till tas energin från uteluften.

Suncourt ingår i det sk Stockholmsprojektet och kommer att lanseras av BFR som svenskt bidrag i IEA/OECDs energiforskningsprogram, varav det engelska projektnamnet. I Stockholmsprojektet ingår ytterligare fyra experimentbyggnadsprojekt.

Förutom beskrivningen av själva Suncourtprojektet ges även en beskrivning av möjligheterna till andra tillämpningar av säsongsvärmelagring i berg och en allmän beskrivning av brand- och ljudtekniska förutsättningar för glasöverbyggda gårdar.

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

R81:1986

ISBN 91-540-4624-6  
Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Liber Tryck AB Stockholm 1986



## FÖRORD

Detta arbete har finansierats dels genom anslag från Statens Råd för Byggnadsforskning och dels genom anslag från Stockholms stad och Stockholms energi.

Handläggare från BFR har varit Sven Erik Lundin och Bertil Pettersson och från Stockholms stad Hans Wohlin och Mats Thorén samt från Stockholms energi Per Almqvist.

Denna rapport bygger på en tidigare förstudie åt BFR, Engström, L, Kellner, J R93:1983 och redovisar i detta skede erfarenheterna efter den nu genomförda detaljprojekteringen. I rapporten beskrivs möjligheterna till säsongsvärmelagring i borrhål i berg, systemtekniskt hopkopplat med ett nyprojekterat flerbostadshus med 71 lägenheter. Huset är försett med en överglasad gård vars värmeöverskott under sommarhalvåret utnyttjas som värmekälla för två värmepumpar. När inte värmen från gården räcker till tas energin från uteluften.

Suncourt ingår i det s k Stockholmsprojektet och kommer att lanseras av BFR som svenskt bidrag i IEA/OECDs energiforskningsprogram, varav det engelska projekt-namnet. I Stockholmsprojektet ingår ytterligare fyra experimentbyggnadsprojekt (se vidare kap 2, Bakgrund).

Förutom beskrivningen av själva Suncourt ges även en beskrivning av möjligheterna till andra tillämpningar av säsongsvärmelagring i berg och en allmän beskrivning av brand- och ljudtekniska förutsättningarna för glasöverbyggda gårdar.

Projektansvariga för Suncourtprojektet har varit:

Lars Engström, VBB har redigerat rapporten  
Hans Hydén, VBB värmelagringsansvarig  
Johnny Kellner, VBB projektledare, FoU och teknikansvarig

Kjell Åke Henriksson, Arlanda VVS Konstruktion AB, systemansvarig  
Rolf Jonsson, JM Byggnads och Fastighets AB, produktionsansvarig.

Dessutom har följande personer bidragit med värdefulla insatser:

Hans Allan Löfberg, Statens institut för byggnadsforskning i Gävle har bidragit med ljusflödesmätningar för gård och lägenheter.

Jan Inge Gustavsson, Akustikon har utfört teoretiska ljudtekniska dimensioneringsberäkningar för den överglasade gården.

Jörgen Thor, Stålbbyggnadsutveckling, har bidragit med synpunkter gällande brandteknisk dimensionering av den överglasade gården.

Anders Hill, VBB, har varit delansvarig för systemstrategier i anslutning till värmepumpsanvändning.

P O Jägbeck har tillsammans med Carl Michael Johannesson och Magnus Hambræus bidragit med program för den tekniska utvärderingen.

Lars Nyberg, VBB har undersökt de ekologiska förutsättningarna för växterna i den överglasade gården.

Bo Jörnhagen, VBB har varit ansvarig arkitekt och arbetat med målsättningen att skapa en trivsamt boendemiljö där tekniken ej får vara det dominerande inslaget.

Karin Engvall, utrednings- och statistikkontoret, Stockholms stad, har bidragit med program för boendeundersökningar.

Ove Linde, BERA elteknik har lämnat värdefulla synpunkter på klimatregleringssystem.

Stockholms stad,  
Stadsbyggnadskontoret i april 1986

Mats Thorén

## INNEHÅLL

FÖRORD.....	3
SAMMANFATTNING.....	9
1	INLEDNING .....12
2	BAKGRUND .....13
3	FÖRUTSÄTTNINGAR .....15
3.1	Finansiering .....15
3.2	Upplåtelseform .....15
3.3	Boendekostnader .....15
3.4	Inflyttning .....15
3.5	Projekteringsgrupp .....16
4	SUNCOURTIDÉN .....17
4.1	Projektuppdelning .....18
5	MATERIALASPEKTER PÅ GLASTAK .....19
5.1	Stommaterial .....19
5.2	Taktäckningsmaterial .....19
5.3	Ytspänning .....20
5.4	Ljustransmission .....20
5.5	Täthet .....21
5.6	Kondens och rimfrostbildning .....21
5.7	Isbildning .....22
5.8	Rengöring .....22
6	DAGSLJUS .....25
7	LJUDMILJÖ .....31
7.1	Förutsättningar .....31
7.2	Beräkningar .....32
7.3	Resultat .....38
8	BRANDTEKNISKA ASPEKTER .....40
8.1	Problemställning .....40
8.1.1	Rökgasproblemet .....41
8.2	Byggnadens brandcellsindelning .....43
8.3	Gården utformas som egen brandcell .....43
8.4	Gården utformas ej som egen brandcell .....43
8.5	Automatisk vattensprinkler .....44
8.6	Utformning av brandventilationsluckor .....44
8.6.1	Tilluftskrav och frånluftskrav .....44
8.6.2	Brandventilatorernas tillförlitlighet .....44
8.7	Utrymningsvägar .....45
8.8	Byggnadsdelar .....46
8.8.1	Golvbeläggning .....46
8.8.2	Väggar mot gård .....46
8.8.3	Bärverk till gårdstak .....46
8.8.4	Gårdstak .....47
8.9	Dimensionering av brandkrav genom beräk- ning .....48
8.9.1	Brand i gården .....48

8.9.2	Brand i utrymme som vetter mot gården .....	48
8.10	Rökgasfri höjd över gårdsplan .....	49
8.11	Speciella förutsättningar när gården utgör en av de ordinarie utrymnings- vägarna .....	51
8.11.1	Bostäder med utrymning via gård och fönster i byggnad med fler än två våningar ..	51
8.12	Utrymning via loftgångar mot gården .....	53
8.13	Brandtekniska lösningar i kv Höstvetet/ /Suncourt .....	54
9	SÄSONGSVÄRMELAGER I BERG. METODER OCH MÖJLIGHETER .....	56
9.1	Motiv och förutsättningar för säsongsvär- melager .....	56
9.2	Principer och anläggningsteknik för värmelager i berg .....	56
9.2.1	Borrhålslager .....	56
9.2.2	Bergrumslager .....	63
9.3	Värmelagers termodynamiska egenskaper .....	63
9.3.1	Borrhålslager .....	63
9.3.2	Bergrumslager .....	66
9.4	Kostnader för värmelagring .....	66
9.5	Värmelager för Suncourthuset .....	67
9.5.1	Allmänt .....	67
9.5.2	Lagringsbehov och dimensionering .....	68
9.6	Förutsättningar för värmelager i system med kraftvärmeproduktion .....	68
9.7	Förutsättningar för värmelager i system med enbart värmeproduktion .....	74
9.7.1	Centrala lager i fjärrvärmenät .....	74
10	SIMULERINGSPROGRAM FÖR ENERGI-, EFFEKT- OCH TEMPERATURBERÄKNINGAR .....	75
10.1	DEROB .....	75
10.2	BRIS .....	76
10.3	Utnyttjande av simuleringar i Suncourt- projektet .....	77
10.4	Beräkningsmetod för Suncourthuset .....	78
10.5	Beräkningsresultat .....	78
10.6	Energibalansprogrammet VEP .....	86
10.6.1	Energiförluster .....	86
10.6.2	Energitillskott .....	86
11	BYGGNADSUTFORMNING OCH BYGGNADSTEKNISKA LÖSNINGAR .....	89
11.1	Byggnadsutformning .....	89
11.2	Byggnadstekniska lösningar .....	96
11.2.1	Grund .....	96
11.2.2	Ytterväggar .....	97
11.2.3	Förvaringsutrymmen .....	100
11.2.4	Balkonger - loftgångar .....	100
11.2.5	Fönster .....	101
11.2.6	Glaskonstruktion över gård .....	101
11.3	Materialval för överglasad gård .....	102
11.4	Förvaltningsaspekter .....	102

12	VÄRME- OCH VENTILATIONSSYSTEM .....	104
12.1	Synpunkter på luftburna värmesystem .....	106
12.2	Driftstrategi .....	107
12.2.1	Principiell utformning och flödesscheman ...	108
12.2.2	Värmepumpssystem .....	112
12.2.3	Styr- och reglerutrustning .....	114
12.2.4	Mätutrustning .....	116
12.2.5	Energiredovisning .....	128
13	KLIMATREGLERINGSSYSTEM FÖR GÅRDEN .....	132
13.1	Rökventilation .....	132
13.2	Komfortventilation .....	132
13.3	Mekanisk luftcirkulation i gården .....	133
13.4	Varmhållning av gården .....	133
13.5	Gårdskylning sommartid .....	133
13.6	Solskyddsgardiner .....	133
13.7	Vindskydd av ventilationsluckor .....	133
13.8	Regnskydd av ventilationsluckor .....	134
13.9	Indikering av luckfunktioner .....	134
13.10	Teknisk funktion för rökventilation, komfortventilation, väder, temperatur .....	135
13.10.1	Temperaturpanel utetemperatur .....	135
13.10.2	Temperaturpanel innetemperatur .....	135
13.10.3	Väderstation .....	136
13.11	Skuggvägsautomatik .....	136
14	GÅRDSPLANERING .....	141
14.1	Bakgrund och historik .....	141
14.2	Upplevelse och karaktär .....	142
14.3	Typer av vinterträdgårdar .....	143
14.4	Temperatur och växter .....	145
14.5	Ljus och växter .....	150
14.6	Markfuktighet .....	154
14.7	Luftfuktighet .....	155
14.8	Markuppbyggnad .....	156
14.9	Vinterträdgårdens växter .....	158
14.10	Anskaffande av växter .....	161
14.11	Skötsel och underhåll av växterna .....	163
14.12	Slutsats .....	163
15	PROGRAMÖVERSIKT FÖR DEN TEKNISKA MÄTNINGEN OCH UTVÄRDERINGEN .....	164
15.1	Utvärderingens målsättning .....	164
15.2	Program för den tekniska utvärderingen ...	165
15.2.1	Mätprogrammet .....	166
15.3	"Komfortprojektet" .....	167
15.3.1	Komfortprojektets syfte .....	167
15.3.2	Problemområden .....	168
15.3.3	Mätningarnas genomförande .....	168
15.3.4	Mätningarnas omfattning och innehåll .....	168
15.4	Akustiska mätningar .....	170
15.4.1	Efterklangstider .....	170
15.4.2	Ljudisolering .....	170
15.5	Dagsljus .....	171
15.6	Hälsomässiga aspekter .....	171
16	PROGRAM FÖR SOCIOLOGISKA STUDIER .....	172
16.1	Boendeundersökningen .....	172
16.1.1	Syfte med boendeundersökningen .....	172
16.2	Frågeställningar .....	173



16.2.1	Analysmodell .....	173
16.2.2	Bakgrundsdata lägenheten .....	174
16.3	Inneklimat .....	175
16.3.1	Ventilationssystemet .....	175
16.3.2	Uppvärmningssystemet .....	175
16.4	Fysisk miljö .....	176
16.4.1	Ljud .....	176
16.4.2	Ljus .....	177
16.5	Energisparbeteende .....	177
16.6	Information .....	178
16.6.1	Service .....	179
16.7	Glasgårdar .....	179
16.7.1	Allmän åsikt om glasgården .....	179
16.7.2	Temperatur .....	179
16.7.3	Ventilation .....	180
16.7.4	Ljud, ljus, lukt .....	180
16.7.5	Användning .....	180
16.7.6	Skötsel av glasgård .....	180
16.7.7	Utvecklingsmöjligheter för glasgårds- arkitekturen .....	181
16.7.8	Lägenhetens disposition i förhållande till gården .....	181
16.8	Undersökningens genomförande .....	181
REFERENSER .....		182

## SAMMANFATTNING

Suncourtprojektet är ett systemtekniskt experiment med syfte att i full skala demonstrera ett energisystem i ett nyproducerat flerbostadshus med 71 lägenheter i kv Höstvetet i Hagsätra, Stockholm. Projektets tyngdpunkt är en överglasad gård och säsongslagring i borrhål i berg laddat med i huvudsak solvärme via värmepumpar.

Som direkt värmekälla utnyttjas sommarens värme i den överglasade gården. Värmen i gården, som i princip kan betraktas som en jättelik solfångare, utnyttjas när lufttemperaturen i gården överstiger  $+20^{\circ}\text{C}$ . Under övrig tid utnyttjas uteluft som värmekälla. Gården planeras ej att värmas aktivt. Spontana temperaturväxlingar kommer att uppträda.

Stockholms stad har givit en markanvisning för projektet. Förutsättningarna var att vissa krav uppfylldes inom projektet. Byggnaden skulle uppföras med en överglasad gård, med ett luftburet värme- och ventilationsystem, med en energisnål klimatskärm och med ett säsongsvärmelager.

Målsättningen är att under vetenskapliga former kontrollera och utvärdera energisystemets funktions- och drifttekniska egenskaper.

Suncourts systemtekniska lösningar är i den aktuella skalan ej ekonomiskt motiverade. För att säsongsvärmelagring i borrhål i berg skall bli lönsam krävs lager på över  $200.000\text{ m}^3$  berg att jämföra med Suncourthusets  $26.000\text{ m}^3$ . Differentierande eltaxor bör utnyttjas, dvs laddning av lagret bör ske med billig energi under sommarperioden. Där värmepumpsteknik utnyttjas bör värmepumparna endast arbeta en gång mot lagret och inte som i Suncourtfallet vid både laddning och urladdning, vilket givetvis försämrar den totala värmefaktorn.

Byggnaden är utrustad med en välisolerad klimatskärm motsvarande ELAK-normen. Husets låga k-värden, som ger byggnaden ett lågt energibehov, konkurrerar i detta projekt med värmepumparna och ger dessa en sämre värmefaktor än om en mindre kvalificerad klimatskärm hade valts. Motivet till att Suncourt givits en sådan högisolerad klimatskärm är att ett av projektets syften är att studera de byggtekniska förutsättningarna för energisnålhet.

För att med rimliga arbetsinsatser kunna beräkna valda systemlösningar har det kraftfulla datasimuleringsprogrammet DEROB använts. Förutom beräkningar av energibalanser har programmet utnyttjats till olika simulerings-

beräkningar för temperaturer i den överglasade gården. Suncourt-huset får ett teoretiskt beräknat värmebehov av köpt energi för värmning och varmvatten på ca 40 kWh/m<sup>2</sup> lägenhetsyta och år. Kontrollberäkningen har sedan utförts med energibalansprogrammet VEP med god överensstämmelse.

Det är viktigt att framhålla att de framtagna värdena är beräknade simuleringsresultat. Suncourt-huset är i sig mycket energisnålt. De beteendemässiga faktorerna och andelen sk gratisenergi får därför en mycket stor betydelse och kan påverka resultaten. Energiandelarna för varmvatten och hushållsel blir var för sig lika eller till och med större än själva energiförbrukningen för värmning av huset.

Andelen drivenergi för t ex fläktar vid extremt energisnåla byggnader blir också proportionellt sett mycket stor. Detta indikerar att kraftiga ansträngningar måste göras för att få fram effektsnålare installationer, apparater och belysningskomponenter till framtida bebyggelse.

Omfattande studier och beräkningar har gjorts beträffande husets övriga funktioner, framför allt avseende den inglasade gården. Vid projekteringen av överglasade gårdar måste bli en mängd problem lösas ifråga om brand, ljud, ljus och temperatur i gården.

För brand har omfattande dimensioneringsberäkningar utförts avseende rökventilationsbehov och klassning av de fönster som vetter mot den överglasade gården. Frånluftsarean har dimensionerats till 50 m<sup>2</sup> och tillluftsarean till 25 m<sup>2</sup> för rökventilation. Fönstren är av typen Gemax 2-glas förseglad ruta där det yttre glaset klarar en temperatur på 300°C under 30 minuter.

En väsentlig målsättning har varit att ljudmiljön på gården skall vara minst lika bra som om gården inte hade varit överglasad. Av ljudtekniska simuleringar framgår att den teoretiska efterklangstiden för Suncourtgården efter vissa ljudabsorberande åtgärder blir 1,55 sekunder. I en gård med samma geometriska utformning men utan glastak och absorbenter blir efterklangstiden 3,0 sekunder.

Beträffande dagsljusfaktorn i lägenheternas gårdsrum är det naturligt att denna blir något lägre än om gården inte hade varit försedd med glastak. Det som framför allt påverkar dagsljusfaktorn är emellertid loftgångarna och insynsskydd i form av gardiner och persienner.

Suncourthuset är utrustat med ett luftburet värme- och ventilationssystem. Fördelarna med luftburna system

är att de i samband med välisolerade byggnader kan arbeta med mycket låga temperaturer. Dimensionerande krav är +35°C. Detta ger många fördelar, bl a att lågvärdig energi, gratisvärme kan utnyttjas effektivt och att värmen fördelas jämnt i hela lägenheten. Genom installation av s k elektrostatfilter kan luften bli praktiskt taget helt dammfri, vilket är en stor fördel för människor med allergiska besvär. En fråga som noga måste studeras är å andra sidan att inga besvärande fläktljud alstras i lägenheterna.

Suncourt gäller inte bara bygg- och energiteknik utan kan också betraktas som ett sociologiskt experiment. De sociologiska undersökningarna syftar till att utvärdera hur människor upplever att bo i en miljö med komplicerade tekniska installationer och en överglasad gård.

Bakgrunden till Suncourtidén är VBBs tävlingsförslag om Södra Stationsområdet som sedan vidareutvecklats i samarbete mellan JM Byggnads- och Fastighets AB (JM-Bygg) och VBB, Stockholm. JM Bygg är totalentreprenör och förvaltare av byggnaden och VBB är huvudkonsult och utvecklingsansvarig. Inflyttning i fastigheten påbörjades under februari 1986.

Suncourt ingår som ett av fem experiment inom det s k Stockholmsprojektet där Stockholms stad och Statens råd för byggnadsforskning är huvudmän.

Namnet Suncourt är valt med tanke på den internationella lansering BFR givit projektet inom International Energy Agency (IEA).

Ansvarig för den tekniska utvärderingen är EHUB-gruppen vid Kungliga Tekniska Högskolan.

Utrednings- och statistikkontoret, Stockholms kommun, ansvarar för den sociologiska utvärderingen.

Utvärderingsfasen påbörjas våren 1986.

## 1 INLEDNING

Projektet syftar till att demonstrera energisparande med tyngdpunkt på säsongslagring i borrhål i berg laddat med solvärme via värmepump. Som värmekälla utnyttjas en överglasad gård och uteluft för ett flerbostadshus med 71 lgh i Kv. Höstvetet i Hagsätra, Stockholm.

Genom att en värmepump bidrar till att kyla bort överskottsvärme bör komforten i gården sommartid bli minst lika bra som i en normal bostads närmiljö. Överskottsvärmen i gården lagras till vintersäsongen i ett borrhålslager placerat under byggnadens cykelförråd. Drivkraft till värmepumpen utnyttjas väsentligen vid låg taxesättning under sommarhalvåret. Urladdning sker under vintermånaderna, i stor utsträckning nattetid.

Tekniken är anpassningsbar för både ny och befintlig bebyggelse.

Förprojekteringen har redovisats i en tidigare rapport R93:1983. Detaljprojektering har genomförts parallellt med byggandet. Byggherre och totalentreprenör är JM Byggnads- och Fastighets AB och huvudkonsult och utvecklingsansvarig är VBB AB. Denna rapport redovisar den genomförda detaljprojekteringen men är också en rapportering av delstudier som skett under en del av byggnadsskedet.

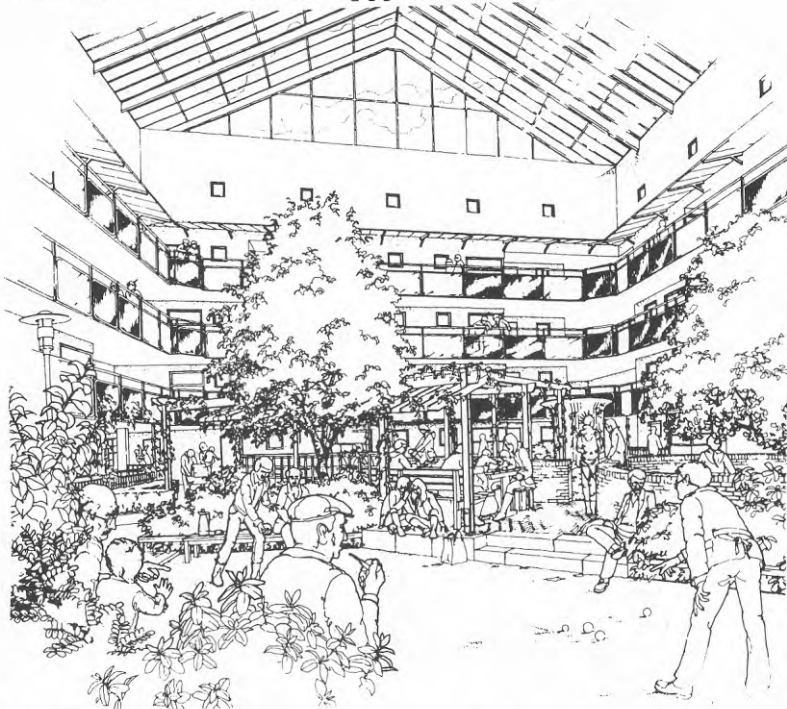


Fig 1:1 Tidigt interiörperspektiv av Suncourt



## 2 BAKGRUND

Stockholm stad har under senare år ökat sin aktiva medverkan i forsknings- och utvecklingsarbete inom energiområdet. Syftet är att stärka kommunens kompetens och bidra till en lägre energiförbrukning i bostäder och lokaler. Den 7 december 1981 antog kommunfullmäktige "Energiprogram för Stockholm, riktlinjer för forskning och utvecklingsarbete" som ligger till grund för stadens insatser och samarbete med Statens råd för byggnadsforskning (BFR).

I det löpande arbetet med nya projekt för bebyggelse i Stockholm, främst på Södra stationsområdet och i Hansta, har idéer och förslag på byggnaders uppvärmning och ventilation förts fram. Många av dessa är intressanta men har tidigare ej prövats i full skala. Därför har staden funnit det angeläget att dessa nu prövas i särskilda experimentbyggnadsprojekt innan de eventuellt kan bli aktuella att tillämpa i stora byggnadsprojekt. Denna prövning sker nu inom ramen för energiprogrammet i samarbete med BFR, Kgl Tekniska Högskolan (KTH) samt ett antal bygg- och konsultföretag i det så kallade Stockholmsprojektet.

Staden har för detta ändamål anvisat följande tomter:

- o kv Höstvetet till JM Byggnads- och Fastighets AB
- o kv Bodbetjänten till ABV
- o kv Konsolen till Ohlsson & Skarne AB
- o kv Sjuksköterskan till Riksbyggen
- o kv Kejsaren till Stockholmshem AB.

Byggnaderna är nu uppförda och inflyttade. Den första blev färdigställd i maj 1984 och den sista, kv Höstvetet, i januari 1986. Efter inflyttning sker mätning och utvärdering under en tvåårsperiod, vilket medför att Stockholmsprojektet som helhet kommer att slutrapporteras först under 1988.

Föreliggande rapport avser kv Höstvetet som genomförs av JM Byggnads & Fastighets AB och VBB AB i samarbete.

Stockholmsprojektet avser att utveckla och utvärdera grundläggande förutsättningar för ett sänkt behov av köpt energi i nya flerbostadshus. Det målet kan nås genom att dels bygga hus som i sig är energisnåla, dvs har ett lågt totalbehov av tillförd energi, dels genom att välja byggnadsutformning och installationer som möjliggör ett effektivt utnyttjande av tillförd energi, värmeåtervinning,

värmelagring o d. I några av projekten prövas relativt enkla åtgärder för energibesparing i hus som i stora drag ges en konventionell utformning, i andra prövas ny teknik, inglasade gårdar m m, i hus med mer okonventionell byggnadsutformning. Det väsentliga i Stockholmsprojektet är att nå låga behov av köpt energi, inte att utveckla det absolut bästa "lågenergihuset". Resultaten från detta projekt kommer senare att tillämpas under varierande förutsättningar - tät innerstad, förtätning i ytterstaden, nyexploatering - varför den breda ansatsen och möjligheten att jämföra olika "strategier" är grundläggande för hela projektet. Energibalanser och energiåtgångsanalyser kompletteras med utvärdering av boendemiljö, komfortförhållanden, ekonomi och resultatens tillämpbarhet.

Alternativprojektering, mätning och utvärdering finansieras till stora delar av BFR, som även ger experimentbyggnadslån till byggföretagen. Ansvarig för mätning och utvärdering av mätresultaten är prof Arne Elmroth, EHUB-gruppen vid KTH. Staden och KTH svarar gemensamt för en övergripande projektledning och kompletterande utvärdering.

### 3 FÖRUTSÄTTNINGAR

Planeringsberedningen i Stockholms kommun har givit JM Byggnads- och Fastighets AB en markanvisning i kv Höstvetet i Hagsätra för att där uppföra ett flerfamiljshus av loftgångstyp med 71 lägenheter. En del av byggnaden omger en slutna och överglasad gård med loftgångarna vända mot gården.

Byggnaden har ett mycket lågt specifikt uppvärmningsbehov - ungefär hälften av dagens normhus. Energivinsten beror på flera faktorer. Byggnaden har en kraftigt isolerad yttre klimatskärm motsvarande kraven på direktelvärmda hus, dvs med k-värden för golv, vägg och tak av 0,20, 0,17 resp 0,12 W/m<sup>2</sup>°C. Värmeförlusterna genom de fasader som omger den inglasade gården kommer också alltid gården till del. Gården blir därmed ett slags värmebuffert.

Villkor för markanvisningen är att huset förses med ett luftburet värmedistributionssystem och att den inglasade gården på ett effektivt sätt utnyttjas för energihushållning genom någon form av lagring.

#### 3.1 Finansiering

Statliga lån med produktionskostnadsbelåning är en förutsättning för projektet. De kostnader som direkt hänförs sig till forskning och utveckling täcks genom statliga bidrag och experimentbyggnads-lån.

#### 3.2 Upplåtelseform

JM Byggnads- och Fastighets AB kommer att förvalta huset under utvärderingstiden.

#### 3.3 Boendekostnader

Bruksvärdeshyran för normal nyproduktion skall ligga som grund för boendekostnaden. Eventuella merkostnader p.g.a. experimentdelen i projektet skall ej belasta de boende.

#### 3.4 Inflyttning

Inflyttning planeras att ske under februari 1986.

### 3.5 Projekteringsgrupp

JM Byggnad och Fastighets AB är totalentreprenör och beställare.

VBB AB är huvudkonsult, idé- och teknikansvarig beträffande

- o energistrategi
- o värmelager
- o arkitektur
- o landskaps/trädgårdsplanering
- o konstruktion

Arlanda VVS konstruktioner AB ansvarar för VVS och energisystem.

Gösta Sjölander AB ansvarar för el teknik.

Från energisynpunkt har vanliga loftgångshus flera nackdelar. De får t ex på grund av de ringa husdjup som planlösningen kräver stor ytterväggsarea i förhållande till lägenhetsytan och alla ytterdörrar vetter direkt mot det fria utan det vindskydd som normala trapphus ger.

I en överglasad gård av det slag som Suncourt representerar (utan uppvärmning), får gården ett klimat som under hela uppvärmningssäsongen ligger ca 10°C över utetemperatur. Lägenheternas ytterdörrar vetter mot detta buffertklimat, som dessutom är helt vindskyddat. Vindskydd och hyggligt höga temperaturer även vintertid gör det möjligt för de boende att använda sin närmiljö på ett helt annat sätt än i gängse bebyggelse. Ytterväggsarean mot rent uteklimat blir mycket begränsad. En fördel är att ännu fler lägenheter än i traditionella loftgångshus kan dela på hissar och trappor.

De här tankarna presenterades av VBB i den idétävling om Södra Stationsområdets utbyggnad som Stockholms stad genomförde 1981. Samtidigt uppfördes JM:s nya kontor med två ljusgårdar i kv Stettin, Stockholm. Idéerna kring glasgårdar har sedan vidareutvecklats av JM-bygg och VBB. Suncourt ingår som redan nämnts i det s k Stockholmsprojektet som ett av fem energiexperiment som Stockholms stad driver med stöd från BFR. Namnet "Suncourt" är valt med tanke på den internationella lansering BFR givit projektet inom International Energy Agency, IEA.

Suncourthuset är något av ett bostadssocialt experiment, men det rymmer framför allt ett stort antal energisnåla detaljlösningar sammanfogade till ett lågenergisystem.

Gården fungerar som en stor solfångare, där solstrålning absorberas och ackumuleras i form av värme. Glastaket släpper in nästan all solenergi, men hindrar återstrålningen av värme. När gårdstemperaturen stiger över +20°C kyls luften genom att kyl-effekten från husets värmepumpar utnyttjas. Pumparna arbetar mot husets varmvattenackumulator och vid värmeöverskott mot ett s k borrhållslager i berget under huset. Då kyleffekten i systemet inte räcker för att hålla gårdstemperaturen under +24°C vädras gården genom att stora luckor i taket öppnas automatiskt.

När gårdstemperaturen ligger under +20°C hämtar värmepumparna energi enbart ur uteluften.

Borrhållslagret som egentligen är en jättelik värmeväxlare, består av 25 st 80 m djupa hål på i genomsnitt 4 m inbördes avstånd. I hålen installeras plastslangar för cirkulerande vatten. Under laddnings-



tid pumpas varmt vatten ner i hålen, där värmen överförs till berget. Vid urladdning pumpas istället vatten, kallare än själva bergmassan, ner i hålen, där berget återlämnar sin värme. Bergmassans temperatur varierar mellan +2° och +15°C. Sommarhalvårets överskott av värme lagras på detta sätt till vinterns behov. Lagringsidén bygger på Sunstore-tekniken, en patenterad metod där Scandenergy AB har licensrättigheterna.

Husets totala köpta energibehov för värme och tappvarmvatten beräknas bli så lågt som ca 40 kWh/m<sup>2</sup> lägenhetsyta och år, att jämföras med dagens nyproducerade bostäder på ca 80-90 kWh. Beräkningarna har genomförts med simuleringsprogrammet DEROB.

Varmvattensystemet används både för tappvarmvatten och som värmebärare till det luftbaserade uppvärmningssystemet. Varje lägenhet har ett aggregat där varmvattnet passerar ett batteri som vid behov värmer den cirkulerande ventilationsluften. Luften släpps ut under fönster via kanaler ingjutna i bjälklagen. Varje aggregat kan också förses med ett elektrofilter, som gör att luften praktiskt taget blir helt dammfri, vilket är en stor fördel från allergisynpunkt.

#### 4.1 Projektuppdelning

Projektet är uppdelat i tre etapper:

Etapp I Detaljprojektering, beräkning och fortsatt simulering.

Etapp II Byggande.

Etapp III Mätning och utvärdering.

Etapp I och II genomförs i stort sett parallellt.

Innan detaljprojekteringen har projektet föregåtts av en förstudie BFR rapport R96:1983.

## 5 MATERIALASPEKTER PÅ GLASTAK

### 5.1 Stommaterial

Den bärande takstommen till en inglasad gård bör vara av stål eller trä.

Stål är det i sammanhanget hittills vanligaste materialet. Stål har god beständighet och bärande förmåga. Den goda bärförmågan innebär att stålkonstruktioner kan göras klenare än en träkonstruktion och därmed skugga mindre. Stål är obrännbart och har en relativt god motståndsförmåga mot brand. Nackdelarna är att stål har ett högt värmeledningstal, vilket medför större värmeförluster än en träkonstruktion.

Trä blir mer och mer vanligt som stommaterial i glastak. Den vanligaste konstruktionen vid stora spännvidder är limträbalkar.

Aluminium har en begränsad användbarhet som stomkonstruktion i tak. En orsak är dess dåliga motståndsförmåga mot brand. Vidare är materialet relativt dyrt. I övrigt har det ungefär samma egenskaper som stål. Den lägre egenvikten är en viss fördel.

### 5.2 Taktäckningsmaterial

Vid val av täckningsmaterial måste bl a följande beaktas:

- o hållfasthetsegenskaper
- o ljustransmission
- o värmetransmission
- o brandtekniska egenskaper
- o materialbeständighet
- o smutsavvisning, kondensavrinning m m
- o prisläge inkl montage, underhåll m m
- o livslängd

De material som kommer i fråga är glas och plaster av olika kvalitet och olika utföranden.

Glas är det traditionella materialet. För ett växthus av glas är den ekonomiska livslängden ca 25 år. En nackdel är glasets höga egenvikt, vilket medför kraftigare stomkonstruktioner än för plast.

De flesta plaster åldras med tiden. Den viktigaste nedbrytningsfaktorn är det ultravioletta ljuset (UV-strålningen). Nedbrytningen försämrar såväl ljustransmission som hållfasthetsegenskaper.

Enligt direktiv från Stockholms brandförsvär och Statens Planverk får plast endast användas som taktäckningsmaterial om den uppfyller kravet på självslock-

nande enl ASTM-D635. Idag är det endast polykarbonat-skivor som uppfyller dessa krav. Om glas väljs får endast härdat glas komma ifråga.

### 5.3 Ytspänning

Ett generellt problem som kan uppkomma vid glas- eller plastövertäckningar är neddroppande ytkondenserat vatten. Hos plaster är ytspänningen betydligt större än hos glas vilket medför att kondensatet dras samman till droppar. Av dessa skäl bör plastmaterial läggas i lutning  $>30^\circ$ . Ytspänningen för plast medför att riskerna för nedsmutning också blir större. Om den övertäckta volymen tempereras minskar eller försvinner kondensproblemen.

### 5.4 Ljustransmission

Ljustransmissionen är en väsentlig faktor från energisynpunkt. I transmissionshänseende är ny polykarbonat och glas i stort sett likvärdiga. Utgångsvärdet för ljustransmissionen hos dubbla polykarbonat-skivor är ca 70-75 %. På grund av åldersförändringar ökar transmissionsnedsättningen linjärt med ca 1 % per år. Efter omkring åtta år sker en stabilisering.

Glas i två skikt ger en transmission på ca 75 %.

Hänsyn till skymmande konstruktionsdetaljer har tagits i båda fallen. Reduktion pga smuts har däremot ej inräknats.

Till skillnad mot glas diffuserar plast det transmitterade ljuset. Temperaturstegringar i täckta rum på grund av solstrålning blir därför lägre med plast än med glas. Eventuella skuggningsbehov blir av dessa orsaker också mindre för plast än för glas. Under delar av vintern dominerar det diffusa ljuset i naturen. Många växter är anpassade till detta. Plastens diffusa egenskaper är därför ingen nackdel från botanisk synpunkt.

### 5.5 Täthet

Glastak b r av t thetssk l läggas med en lutning av minst ca 30 . Ett tak av polykarbonatskivor  r normalt lättare att få tätt än motsvarande glastak. Från denna synpunkt kan plasttak läggas i mindre lutning  n glas. Hänsyn bör dock enligt 5.3 ovan tas till omhändertagande av kondensdropp från plasttak vilket kan motivera en lutning av ca 30 .

### 5.6 Kondens och rimfrostbildning

Glas eller plast i ett gårdstak kan få en temperatur som betydligt understiger utomhustemperaturen. Under klara kalla vinternätter  r den värme som strålar ut mot natthimlen mycket stor. (Jf isbildning på en bil där framrutan alltid drabbas mer än sidorutorna.) Temperaturerna på glasets insida i en inglasad gård kan variera kraftigt beroende på g rdsluftstemperaturen, utetemperaturen och fönstrets värmemotstånd, fig 5:1.

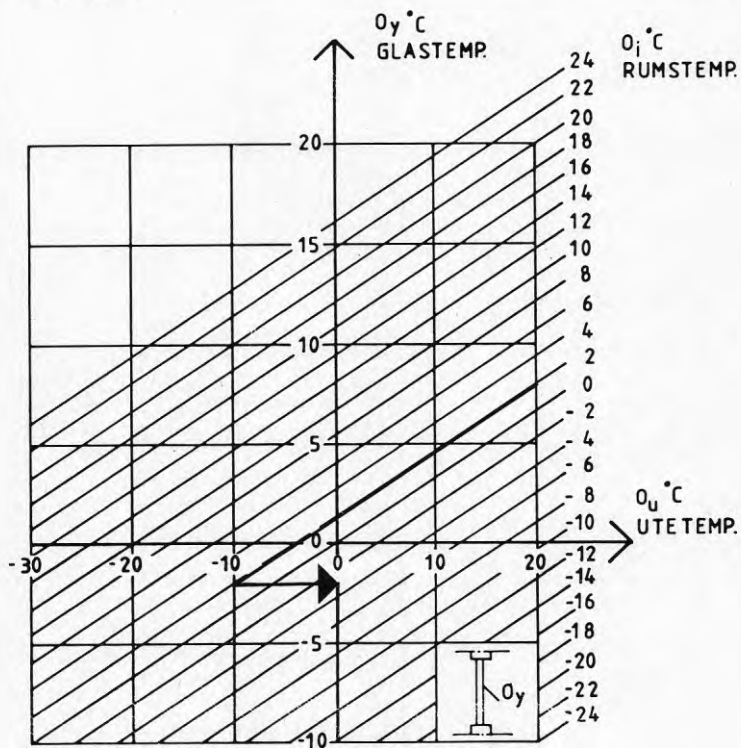


Fig 5:1 Yttemperatur för 2-glas fönster vid varierande temperatur

Vid en g rdstempertur på +2 C och en utetemperatur på -10 C blir inre glasets yttemperatur (2-glas) ca -2 C. Risken för kondens eller rimfrost är relaterad till luftens relativa fuktighet, se fig 5:5, blir då uppenbar.

### 5.7 Isbildning

Genom att temperaturen i sådana överglasade gårdar som här diskuteras kommer att ligga över 0°C under praktiskt taget hela vintersäsongen kommer snö ej att kvarligga permanent på taket. Snön kommer att smälta och glida av. Om ett glastak, som i många fall, ansluts mot kalla tak kan risk finnas för isbildning i gränszonerna. I samband med projekteringen är det viktigt att detta problem studeras omsorgsfullt. Den traditionella lösningen är eluppvärmda avvattningsrännor.

I ambitionen att åstadkomma energisnåla lösningar föreskrivs ibland glastak med förseglade treglasrutor. Denna typ av glastäckning är lämplig endast om gården skall tempereras. För gårdar där man planerar att spontana temperaturer skall råda, dvs att temperaturen i gården följer utetemperaturens svängningar, är risken stor att snö kan kvarligga länge på taket med negativa konsekvenser för dagsljusstillgången. I dessa projekt bör gården kompletteras med vertikala glas för att öka dagsljusinstrålningen.

### 5.8 Rengöring

Rengöringsproblematiken för glastakets under- och översida skall lösas under projekteringsstadiet. För att möjliggöra en praktisk och ekonomisk renhållning av glastaket måste även hänsyn tas till takets stomkonstruktion. Erfarenheterna om hur ofta glastak måste rengöras är mycket ofullständiga. Behovet är starkt relaterat till takets lutning och naturligtvis till i vilken miljö byggnaden är placerad.

Behovet av rengöring på utsidan är inte lika stort som på insidan. Snö som smälter och glider av har en viss renande effekt. En förutsättning är att taket har en acceptabel lutning, ca 30° och inga tvärgående spröjsar som hindrar snön. Det brukar vara relativt lätt att utforma huset så att glastaket utvändigt kan rengöras med tryckvattenspruta. Taken kan ibland utrustas med mobila servicestegar.

Rengöring av glastakets insida kräver speciella arrangemang.

Vid låga takhöjder kan rengöringen utföras med vanliga stegar. Vid högre takhöjder krävs däremot speciella fasta eller mobila arbetsplattformar. Planeras en mobil plattform är det nödvändigt att detta förbereds redan under projektets skisstadium.

Ett alternativ till arbetsplattformar är små hydrauliska lyftanordningar som tar mycket litet utrymme och kan hyras in vid rengöringsbehov.



Tabell 5:2 Tekniska data hos olika typer av glasning  $m_i$   
 $+ m_u = 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$ . OBS! angivna data avser  
 endast glasdelen; inverkan av spröjsar  $m$   
 ingår ej. Värdena gäller för nya och rena glasytor

Typ av glasning (6 mm rutor)	k-värde $\text{W/m}^2\text{K}$	Ljus trans- mission %	Solvärme trans- mission %	Ljus isolering, $R_m$ dB	Vikt $\text{kg/m}^2$
Enkelglas	5,0	87-89	84-85	27	15
Tvåglas isolerruta	2,8-3,0	76-80	71-73	30	30
Treglas isolerruta	1,8-2,0	66-71	62-64	29	45
Tvåglas isolerruta m lågemissionsglas	1,9-2,0	68-79	57-71	30	30
D:o m argongas	1,6	60-79	57-71	30	30
Treglas isolerruta m lågemissionsglas	1,5	56-72	50-63	29	45
D:o m argongas	1,2	56-72	50-63	29	45

Tabell 5:3 Tekniska egenskaper hos ofärgade Lexan kupoltak.  
 $m_i + m_u = 0,20$ . OBS! värdena avser nya och  
 rena kupoltak

Egenskap	1-skikt (6 mm)	2-skikt (11 mm)	3-skikt (14 mm)
Vikt, $\text{kg/m}^2$ (exkl profiler)	7,2	13,2	16,8
Ljustransmission, %			
synligt ljus	84	72	64
solvärme	82	70	62
k-värde, $\text{W/m}^2\text{K}$	4,4	2,5	1,8
Ljudisolering, dB	31	39	42
Längdutvidgning $\text{mm/mK}$	0,067	0,067	0,067

Tabell 5:4 Tekniska egenskaper hos Everlite ljuspaneler.  
 OBS! värdena avser nya och rena paneler.

Egenskap	Hostalit 2 (PVC)	Makrolon (Polykarbonat)	
Vikt, $\text{kg/m}^2$	7,6	6,0	
Ljustransmission synligt ljus, %	63	Opal Klar	68 74
Ljustransmission solvärme, %	55	Opal Klar	58 64
Värmegenomgångskoefficient			
k-värde, $\text{W/m}^2\text{K}$	1,85	1,85	
Ljudisolering, dB	25	25	
Längdutvidgning, $\text{mm/mK}$	0,08	0,07	

Eftersom kondens är en förutsättning för rimfrostbildning är det nödvändigt att redan i projekteringsstadiet anpassa glastakets lutning så att kondensvatten kan omhändertas på ett tillfredsställande sätt.

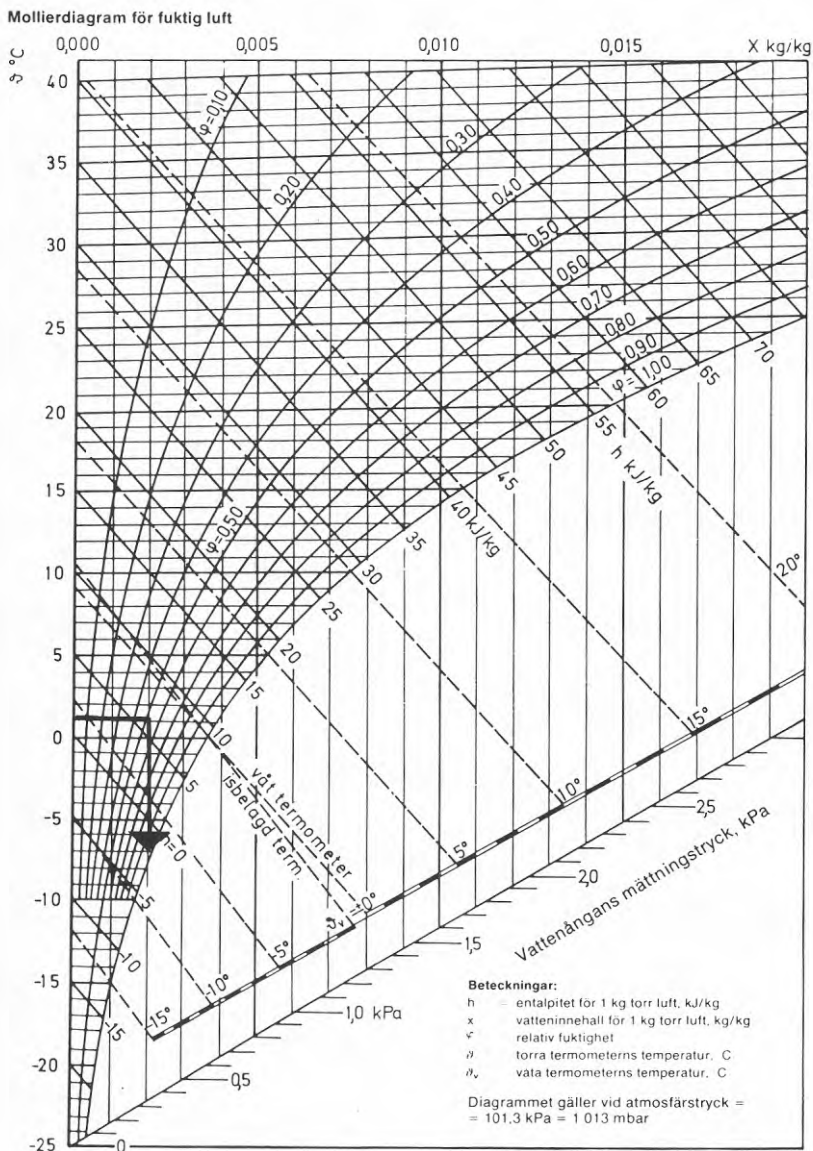


Fig 5:5 Mollierdiagram för fuktig luft.

Exempel: glasetts temperatur är  $+1^\circ\text{C}$ , utetemperatur  $-5^\circ\text{C}$  gårdstemperaturen  $+4^\circ\text{C}$  och den relativa fuktigheten 50 %. Kondens sker vid en yttemperatur under  $-7^\circ\text{C}$  (isbildning)

Byggnadsstadgan anger att boningsrum och kök skall ha god dager och fönster direkt mot det fria. I samband med att det blivit vanligt att överglasa gårdar i anslutning till flerbostadshus har planverket börjat diskutera vilka utrymmen som får anslutas mot gården. Någon officiellt dokumenterad prövning har dock ej skett. Bostadsstyrelsen, planverket och Stockholms byggnadsnämnd anser att kök får ansluta mot en överglasad gård om planlösningen görs öppen. I kv Höstvetet (Suncourt) har det varit möjligt att placera kök och badrum mot den inglasade gården. Dörren mellan kök och vardagsrum glasas helt, vilket möjliggör att köket får dagsljus och visuella kontakter i två riktningar. I själva verket är detta sedan länge karaktäristiskt både för loftgångshus av hittills vanlig typ och för radhus - i båda fallen med köksfasaden som entrésida.

Generellt gäller att loftgångshus har en lägre dagsljusfaktor än andra bostadshus. Loftgångar minskar mängden dagsljus i angränsande rum.

Tidigare mätningar utförda av bl a byggforskningsinstitutet i Gävle visar att rum mot loftgång ofta har en ganska låg dagsljusbelysning. Detta beror inte endast på att loftgången skärmar av ljuset utan också på att man i vissa hus har problem med insyn från loftgången och därför skärmar av fönstren ytterligare med gardiner och persienner.

Balkonger med normaldjup minskar också dagsljuset i rummet innanför. Följande exempel är hämtat från två befintliga bostadsområden i Farsta gård och i Skärholmen. I Farstaområdet ligger vardagsrummens fönster i fasda medan de i Skärholmen ligger innanför en indragen balkong. Fönstertyorna är i de båda fallen ungefär lika stora och resultaten kan därför jämföras. Tabell 6:1, 6:2 visar de uppmätta dagsljusfaktorerna.

Som framgår av tabellerna är spridningen i värden mycket stor inom respektive områden. Detta beror huvudsakligen på de mycket stora skillnader i avskärmning som förekommer. Vanligast är gardiner, som ibland täcker en stor del av fönstertytan, samt krukväxter.

Den viktigaste informationen är dock den antydning om hur stor del av dagsljuset som balkongen avskärmar. Medelvärde för rummen med fönster i fasad är 6,1 % mot 1,5 % för rum innanför balkong.

I Tabell 6:3 redovisas de uppmätta värdena tillsammans med dagsljusfaktorer beräknade under förutsättning att fönstren är rena och att avskärmningen från andra byggnader är försumbar.

Tabell 6:1 Uppmätta och beräknade dagsljusfaktorer i kök i Farsta Gård. Beräknade värden avser icke nedsmutsade fönster utan råglas i den undre delen. Med råglas blir värdena troligen endast hälften så höga

Hustyp	Antal mät- punkter	Dagsljusfaktor, %				Ungefärlig glasyta i köksfönster, m <sup>2</sup>
		Uppmätt		Beräknad		
		Medelvärde	Område			
Höghus Med loftgång	31	1,5	0,6-2,5	1,7,2,0	1,7	
Utan loftgång	11	5,4	3,9-7,5	5,4	1,1	
Låghus Med loftgång	3	-	0,5-0,6	-	1,7	
Utan loftgång	2	-	0,8-1,6	-	1,1	

Tabell 6:2 Uppmätta och beräknade dagsljusfaktorer i kök i västra Skärholmen

Hustyp	Antal mät- punkter	Dagsljusfaktor, %			
		Uppmätt		Beräknad	
		Medelvärde	Område		
Med loftgång	42	1,2	0,2-3,2	1,6-1,7	
Utan loftgång	3	-	3,8-9,0	7,2-7,5	

Tabell 6:3 Dagsljusfaktor i procent, 1 m innanför  
fönstervägg i vardagsrum i västra Skärholmen  
och i Farsta Gård

Läge	Antal mät- punkter	Dagsljusfaktor, %	
		Uppmätt	Beräknad
Skärholmen			
Rum innanför balkong	32	0,5-2,0	ca 2,5
Om balkong inte fanns	-	-	ca 11,5
Farsta			
Fönster i fasad	12	1,4-14,4	ca 12,8

Den teoretiska beräkningsmetod för dagsljusstillgång som SBN föreskriver avser ett idealt förhållande och är därför ej direkt applicerbart på t ex loftgångshus i samband med en överglasad gård.

Överglasning kommer givetvis att ytterligare minska dagsljuset i gårdsvettande rum - i ett fortvarighets-tillstånd med ca 50 %. Sambandet mellan förändringar i dagsljusfaktorn och ändringar i t ex den tid belysningsstyrkan uppgår till en viss nivå är inte linjär, vilket framgår av fig 6:4.

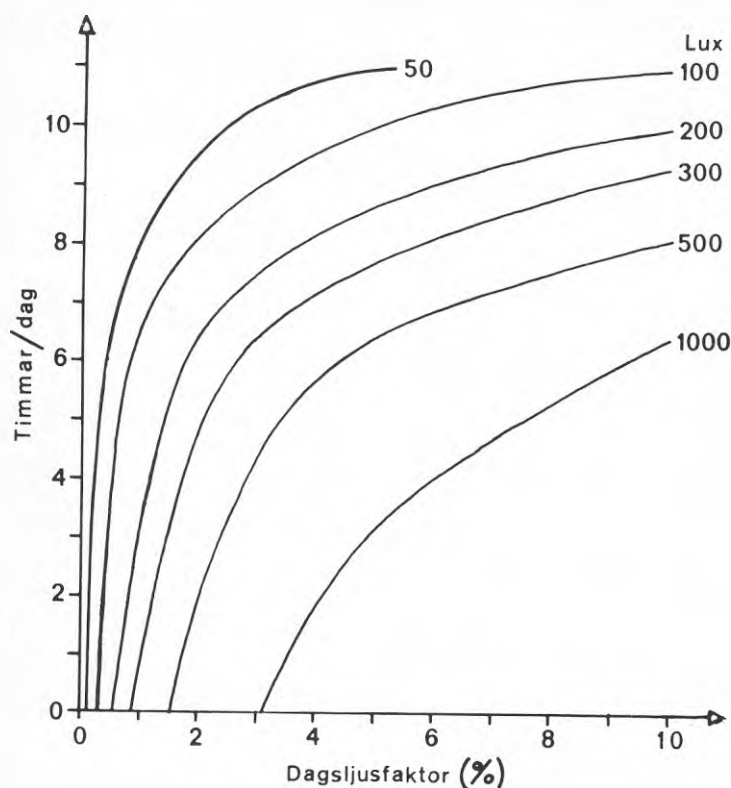


Fig 6:4 Tid som dagsljuset räcker vid olika dagsljusfaktorer. Figuren visar hur många timmar per dag som dagsljusbelysningen i medeltal når upp till olika belysningsstyrkor vid varierande dagsljusfaktorer. Mulet väder

I Suncourts fall har det förutom de beräkningar som gjorts beträffande dagsljusfaktorn i lägenheterna varit nödvändigt att också beräkna de ljusförhållanden som kommer att uppträda i själva gården. Gården kommer att fungera som husets centralrum där både människor och växter skall trivas.

I projekteringsarbetet har noggranna studier gjorts beträffande växtval, se vidare kapitel 14. En avgörande faktor för växters livsförutsättningar är ljusstillingen. För att få ett beslutsunderlag för valet av växter på Höstvetets gård har dagsljusbelysningar på marken beräknats för olika punkter på gården med BRS Daylight Protractors för lutande glas, korrigerat för dubbelglas, se fig 6:7. BRS finns för olika glaslutningar och används i princip på samma sätt som den svenska dagljusgradskivan för vertikala fönster. Belysningen har antagits bli reducerad med 20 % genom nedsmutsning av glastaket enligt de normalvärden som finns för lutande glastak i icke-industriell miljö.

I tabell 6:5 anges förväntade belysningsstyrkor kl 09/15 och 12 vid sommar- och vintersolstånd samt vid



vår- och höstdagjämning. Värdena avser medelmulen himmel och bör därför ge en ungefärlig "undre" gräns för belysningsstyrkan. Vid mycket tjockt molntäcke, regn etc kan värdena vara väsentligt lägre. Högre belysningsstyrkor kan förekomma då direkt solljus bidrar. Ungefärliga övre nivåer anges i tabell 6:6.

Direkt solljus kan nå ner till marken i gården vid punkt 3 och 5 enligt fig 6:7. Punkt 3 kan nås i stort sett under hela sommarhalvåret med maximalt ca 4 timmar/dag vid midsommar och punkt 5 under april-augusti, även där med maximalt 4 timmar/dag i juni.

Tre meter över golv vid punkt 3 kan direkt solstrålning nå ungefär 7 månader av året med maximalt ca 6 timmar/dag vid midsommar.

Tabell 6:5 Belysningsstyrkan i lux kl 12 resp 9 och 15 vid mulet väder vid olika tider på året. Punkter enligt fig 6:7

Punkt	21/6		22/3 o 22/9		21/12	
	Kl 12	Kl 9/15	Kl 12	Kl 9/15	Kl 12	Kl 9/15
1 och 5	2700	2000	1500	1000	350	100
2	2100	1600	1200	800	250	-
3 och 4	5400	4000	3000	2000	700	200
d:o 3 m ö mark	5900	4500	3300	2200	750	200

Tabell 6:6 D:o vid medelmolning himmel och bidrag från solljus

Punkt	21/6		22/3 o 22/9		21/12	
	Kl 12	Kl 9/15	Kl 12	Kl 9/15	Kl 12	Kl 9/15
1 och 5	5000	3800	2200	1400	360	100
2	4000	3000	1800	1100	300	-
3 och 4	10000	7500	4400	2900	720	200
d:o 3 m ö mark	11000	8300	4800	3200	800	200

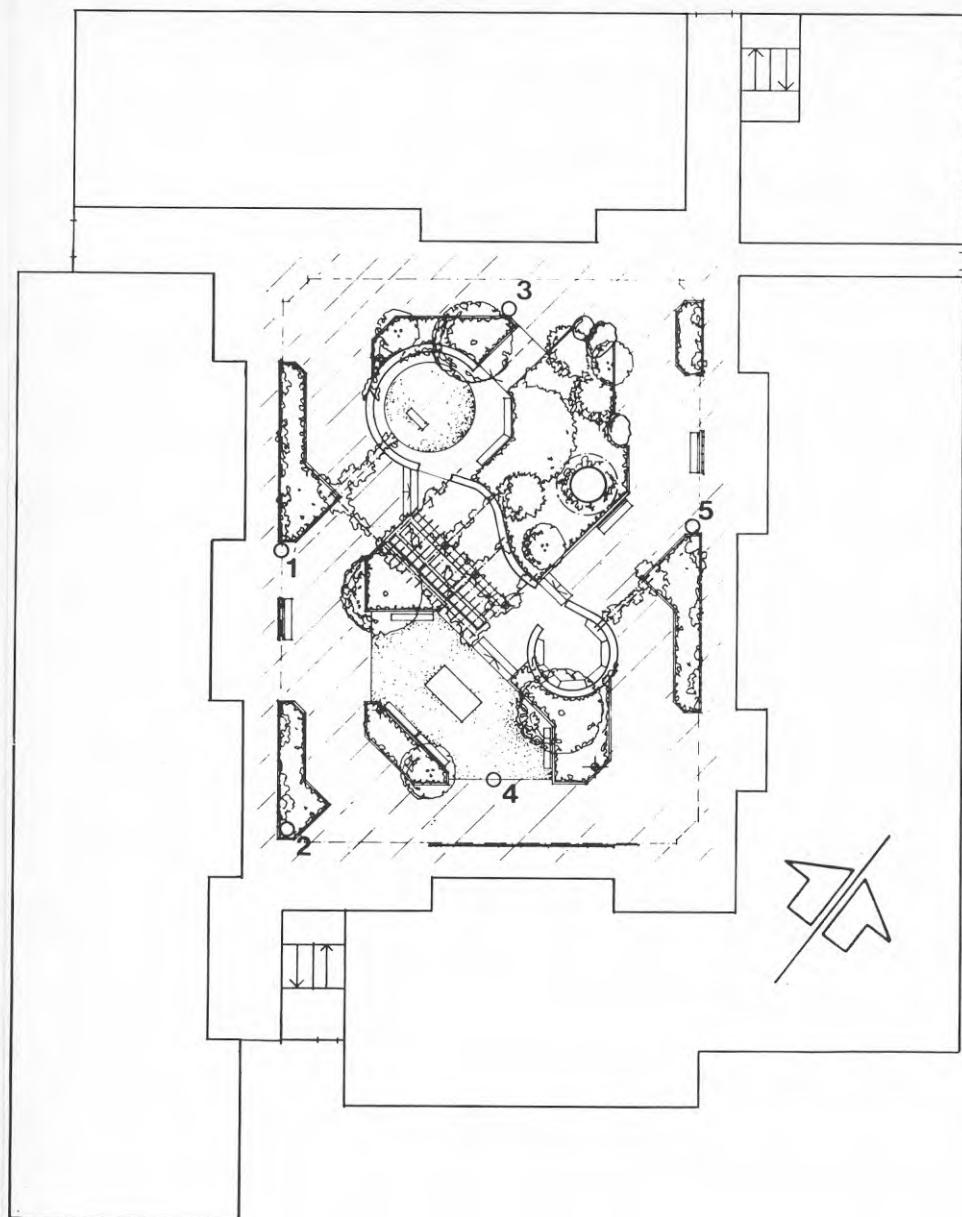


Fig 6:7

Dagsljusbelysning på marken enligt BRS  
Daylight Protectors för lutande glas (exempel  
kv Höstvetets gård).

## 7 LJUDMILJÖ

### 7.1 Förutsättningar

Målsättningen har varit att gårdens ljudmiljö skall bli bättre än om byggnaden hade utformats utan glasöverbyggnad.

Redan på en öppen gård kan ljudmiljön från interna störningskällor bli ganska besvärande trots att ljud kan försvinna fritt uppåt. Mellan parallella motstående väggar uppstår reflexer, "fladderekon".

Om man dessutom sätter ett "glaslock" över en gård ökar problemen. Glas är starkt ljudreflekterande och utan kompensering åtgärder blir risken för en besvärande ljudmiljö stor.

Då en gård förvandlas till ett innerum ökar å andra sidan de tekniska möjligheterna att anbringa ljudabsorbenter. Trots överglasningens negativa akustiska effekter är det därför möjligt att skapa en ljudmiljö som till och med är bättre än den öppna gårdens. Glastaket hämmar naturligtvis också störningarna från externa ljudkällor.

Ett grundläggande rumsakustiskt begrepp är den s k efterklangstiden. Den definieras som den tid det tar för ljudnivån från en avbruten ljudkälla att falla 60 dB. Det kan jämföras med att en kraftig handklappning i en för övrigt tyst lokal klingar ut helt. Som exempel på lämpliga efterklangstider kan nämnas: hörsal 0,5-1 s, konsertsal 1,5-2,0 s, kyrka 1,5-3 s, gymnastiksal <1,5 s (enl SBN). Efterklangstiden kan mätas exakt men är ändå ett ganska grovt mått. Numera används ett antal andra kriterier som ytterligare beskriver den akustiska miljön.

En lång efterklangstid innebär i allmänhet att ljudnivån orsakad av en viss ljudkälla blir högre. För kv Höstvetet studerades vilken förhöjning som reflexer från omgivande ytor medför jämfört med om ljudkällan placerades helt i det fria.

Ljudabsorption i gården och i omgivande vägg- och takytor har en stor betydelse. Hårda ytor har dålig förmåga att absorbera ljud. En slät betongyta har en absorptionsfaktor på ca 0,03 inom hela frekvensområdet medan en absorberant av mineralull ligger vid ca 1,0 inom de högre frekvensbanden. Glas och plastytor absorberar ljud inom det lågfrekventa området. Eftersom dessa material används som taktäckningsmaterial får takets geometriska utformning en stor betydelse för ljudmiljön. Brutna tak eller en serie vinkelade tak har bättre ljudegenskaper än t ex välvda tak. Det är framför allt efterklangstiden som kan minskas genom att fladderekon reduceras.

I rum där människor umgås är även taluppfattbarheten av intresse. En god taluppfattbarhet ger en större känsla av närhet mellan talare och lyssnare och kan sannolikt bidra till att man begränsar röstnivån då man t ex från ett fönster ropar till sitt barn på gården. Taluppfattbarhet kan uttryckas med begreppet Deutlichkeit, (D), som är ett mått på förhållandet mellan "tidigt", nyttigt ljud och "sent", ekande ljud. D kan anta värden mellan 0 och 1 (eller 0 och 100 %).

Följande kriterier antogs för gården i kv Höstvetet:

- o Efterklangstid: max ca 1,5 s
- o Förhöjning av ljudnivån pga reflekterat ljud: max 6 dB
- o Deutlichkeit: min ca 60 %

## 7.2 Beräkningar

Vanliga beräkningsmetoder för efterklangstid tar endast hänsyn till lokalens volym och den totala mängden ljudabsorbenter men inte till lokalens form eller till var absorbenterna är placerade.

För att optimera placeringen av absorbenter har datoriserade sk strålgångs-beräkningar utnyttjats. Härvid skapas i datorn en matematisk modell av lokalen (se fig 7:1). I denna skickas ett mycket stort antal strålar ut, var och en representerande ett knippe ljudenergi. Beräkningar utförs på strålarnas gångväg inkluderande reflexion, absorption och spridning enligt olika mönster. Strålarnas träffpunkter på en given mottagaryta registreras tillsammans med gångtid och riktning. Ett sätt att redovisa beräkningsresultatet är att återge ett antal träffpunktsbilder där varje bild representerar ett givet tidsintervall.

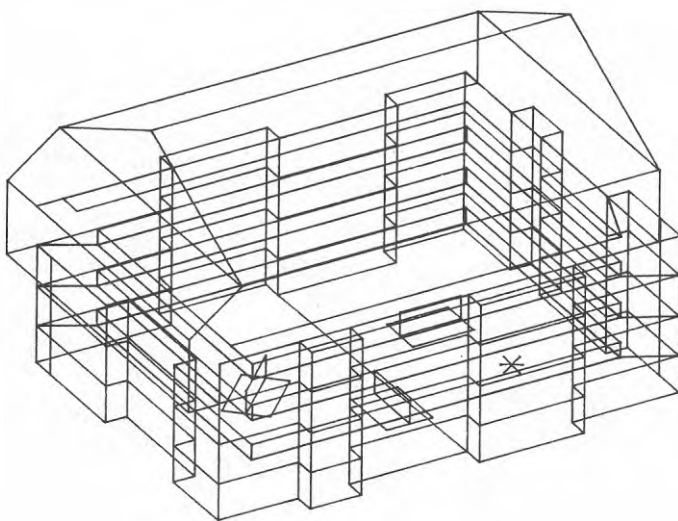


Fig 7:1 Matematisk modell av gården för strålningsberäkningar

Tabell 7:2

Ber.nr	Absorbentalternativ, (ytor)	Efterklangstid (s)	Förhöjning (dB)	D(%)
1	Undersida loftgångar inkl balkong-u sida, skärmtak	2,7	7,9	45
2	Undersida loftgångar inkl balkong-u sida, skärmtak, balkongräcken (hela ytan)	1,75	6,0	59
3	Undersida loftgångar inkl balkong-u sida, skärmtak, balkongräcken (hela ytan), övre lång- och kortväggar	1,35	5,5	66
4	Undersida loftgångar inkl balkong-u sida, skärmtak, balkongräcken (hela ytan), övre lång- och kortväggar, hela takytan	1,25	5,0	75
5	Alla väggytor upp till skärmtak. Ej balkongräcken	2,3	6,2	46
6	Undersida loftgångar inkl balkong-u sida, skärmtak, balkongräcken (hela ytan), alla väggar i bottenplanet	1,4	4,6	69
7	Undersida loftgångar, täta delar av balkongräcken, skärmtak, övre långväggar samt ena kortväggen, tegelväggar m öppna stötfogar	1,5	5,9	63
8	Undersida loftgångar, täta delar av balkongräcken, skärmtak, övre långväggar samt ena kortväggen, tegelväggar m öppna stötfogar, balkongundersidor	1,45	5,7	64

Ber.nr	Absorbentalternativ, (ytor)	Efterklangstid (s)	Förhöjning (dB)	D(%)
9	Undersida loftgångar, täta delar av balkongräcken, skärmtak, övre långväggar samt ena kortväggen, tegelväggar m öppna stötfogar, snedtak (upptill längs ena gaveln)	1,45	5,8	63
10	Hela taket helabsorberande dvs öppet, i övrigt inga åtgärder	3,0	8,1	44
11	Undersida loftgångar, skärmtak, övre långväggar samt ena kortväggen, tegelväggar m öppna stötfogar	1,6	6,4	57
12	Undersida loftgångar, täta delar av balkongräcken, skärmtak, tegelväggar med öppna stötfogar	1,7	6,3	58
13	Undersida loftgångar, skärmtak, övre långväggar samt ena kortväggen, tegelväggar m öppna stötfogar, snedtak (upp- till längs ena gaveln)	1,55	6,1	59
14	Undersida loftgångar, täta delar av balkongräcken, skärmtak, tegelväggar med öppna stötfogar, snedtak (upptill längs ena gaveln)	1,65	6,2	58
15	Undersida loftgångar, skärmtak, övre långväggar samt ena kortväggen, tegelväggar m öppna stötfogar, snedtak (upp- till längs ena gaveln), helabsorberande tak	1,3	5,1	78
16	Inga åtgärder	4,3	10,2	27

Som optimal lösning valdes den variant som redovisas i beräkning nr 13. Den innebär följande åtgärder:

- o akustikplattor med ovanliggande 50 min ull under loftgångar, fig 7:2
- o tegelväggar med öppna stötfogar, fig 7:3
- o ljudabsorbent av träull + min ull i skärmtak, plan 4, fig 7:4



- o slitsade gipsskivor + mineralull på övre långväggar och en kortvägg, fig 7:4
- o ljudabsorbent perforerade TRP plåt isolerade med mineralull under snedtak längs ena gaveln, fig 7:4, 7:5.

Detta alternativ klarar i stort sett den uppställda målsättningen och bedöms vara praktiskt och ekonomiskt gynnsamt. Ytterligare större förbättringar kan endast uppnås med alternativ som är opraktiska eller ger andra nackdelar (ex ingen sikt genom räcken). Det valda alternativet innebär också som synes en markant förbättring jämfört med fall 10, utan tak.

I figur 7:1 visas den datormodell av gårdsrummet, som använts för den slutgiltigt valda modellen nr 13. Figur 7:6 och 7:7 visar träffpunktsplotter med fem tidsintervall för samma driftfall. Strålarnas träffpunkter på mottagarytorna markeras här med en punkt och en svans som anger riktningen. Den gångtid som hör ihop med en viss stråle avser tid i relation till direktljudets gångtid. Under varje träffpunktbild anges det totala antalet träffpunkter för de olika mottagarytorna inom resp tidsintervall. Det är dessa tal som legat till grund för de beräknade kriterievärdena.

Med utgångspunkt från beräkningarna kan även förenklade klangförlopp ritas upp. Med klangförlopp avses det sätt på vilket ljudet avtar från en pulsljudkälla (pulsresponse). Från uppritade klangkurvor har de ovan redovisade efterklangstiderna tagits fram på manuell väg.

Ur resultaten kan Deutlichkeit och efterklangstid beräknas. Totala antalet träffpunkter kan vidare jämföras med träffarna för direktljud (ankomsttid 0). Härur erhålles förhöjningar av ljudnivån pga reflexer.

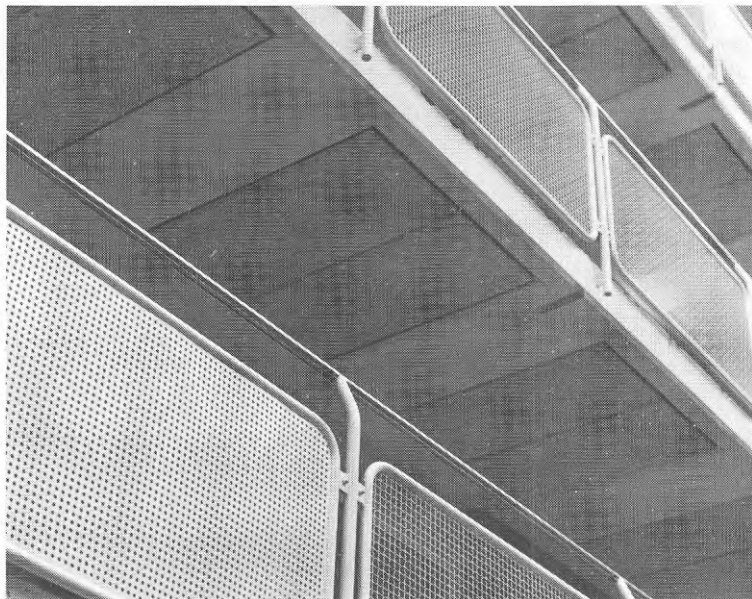


Fig 7:2 I loftgångs bjälklagets sparkroppar monteras 50 mm mineralull och 30 mm akustikplattor

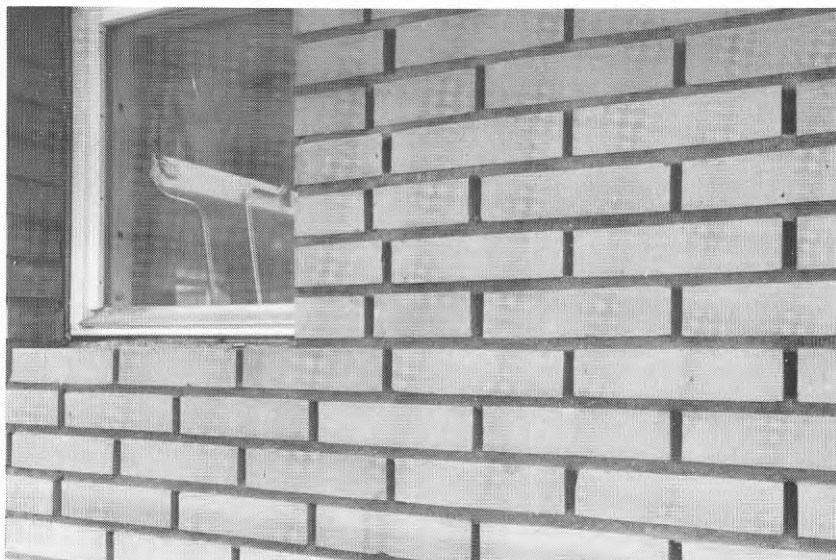


Fig 7:3 Tegelväggar med öppna slitfögar

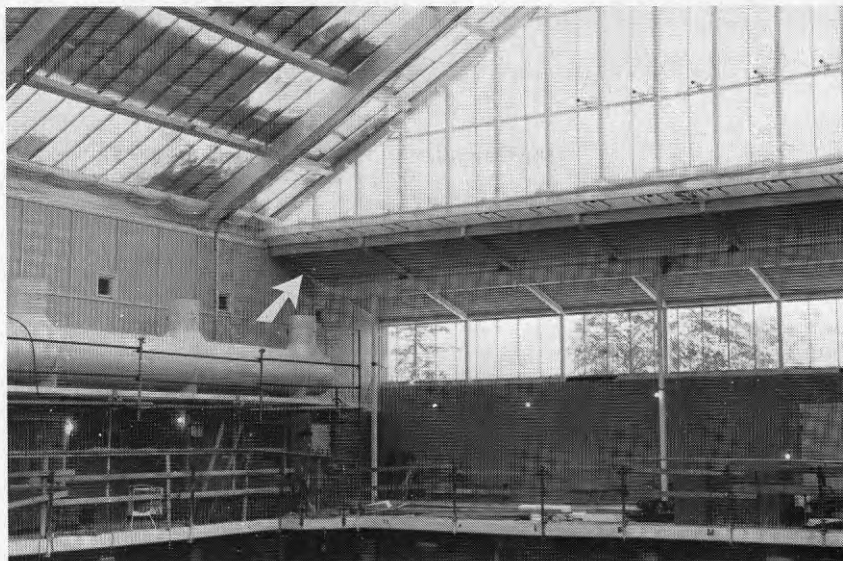


Fig 7:4 Ljudabsorbenter i skärmtak (under ventilationsröret) slitsade gipsskivor på övre lång- och kortväggen och perforerade TRP plåtar isolerade med mineralull under snedtak längs ena gaveln

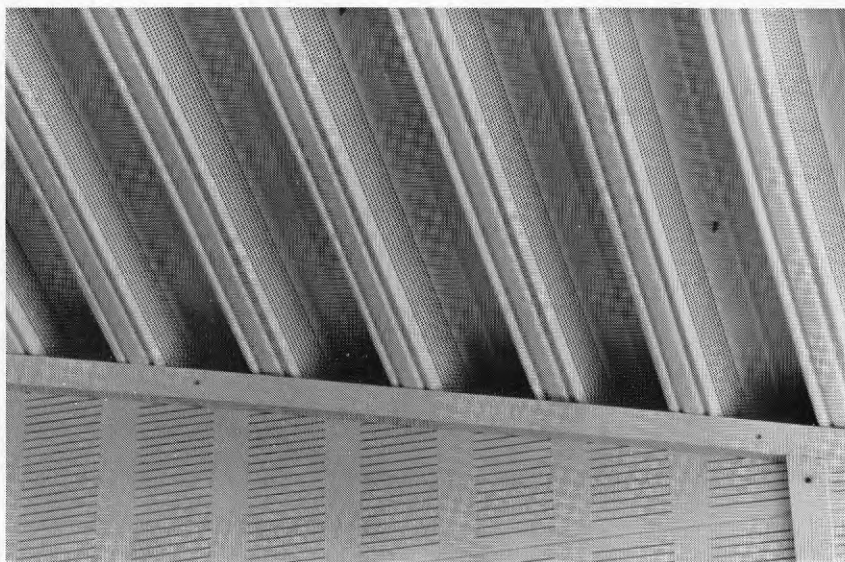


Fig 7:5 Detalj av slitsade gipsskivor med perforerade TRP plåtar, se fig 7:4

### 7.3 Resultat

Simuleringarna har utförts för ett stort antal alternativa absorberntplaceringar. Jämförelsefallet är gården helt utan absorbenter och utan glastak, vilket i och för sig motsvarar 100 % absorption i taket - fall 10 i tabell 7:2. Alla simuleringar avser samma ljudkälla-position och samma mottagarytor, se träffpunktbilderna i figur 7:6 och 7:7.

Mottagarytorna består av både horisontala och vertikala ytor, vilket ungefär kommer att motsvara den slutliga situationen på gården med buskar, träd, bänkar, plank etc.

Beräkningarna har endast gjorts för ett frekvensområde och kan sägas gälla med acceptabel noggrannhet för området 500-2000 Hz. I tabell 7:2 redovisas beräknade efterklangstider, förhöjning samt Deutlichkeit för de olika fallen.

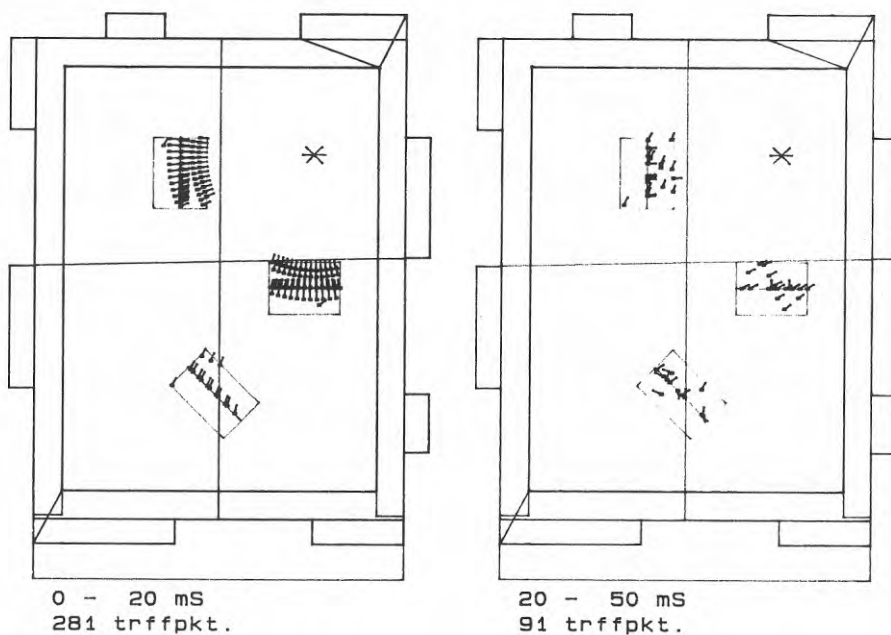
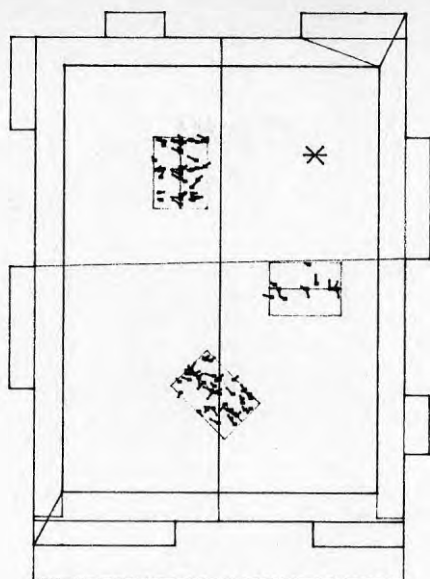
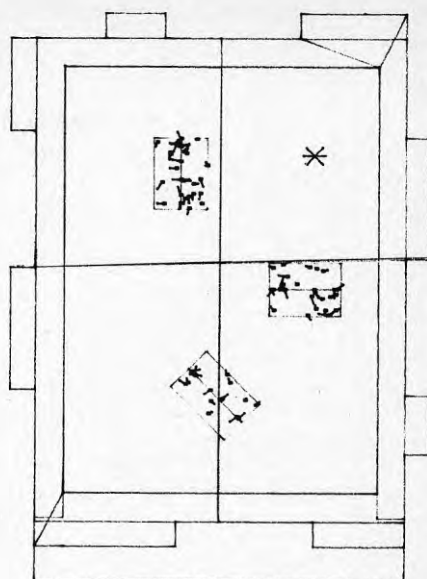


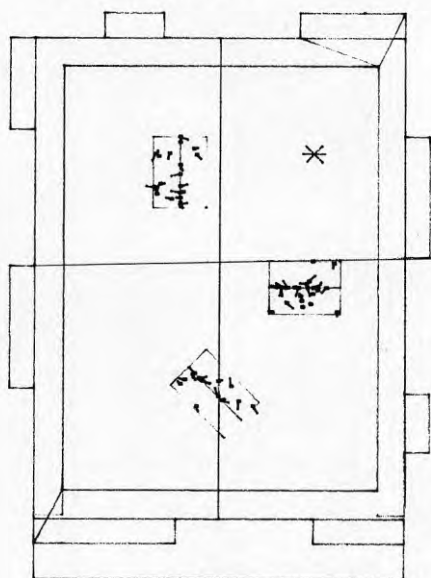
Fig 7:6 Träffpunktsbilder med mottagaryta



50 - 100 mS  
111 trffpkt.



100 - 200 mS  
80 trffpkt.



200 - 500 mS  
64 trffpkt.

Fig 7:7 Träffpunktsbilder med mottagaryta



Några särbestämmelser för brandteknisk utformning av byggnader med öppna ljusgårdar finns ej. De regler och krav som ställs innefattas i Svensk byggnorm. Men varken byggnadsstadgan, Svensk byggnorm eller Arbetarskyddsstyrelsens anvisningar är utformade så att de alltid kan tillämpas för byggnader med glasövertäckta gator eller ljusgårdar. När normerna utarbetades förutsågs inte bebyggelse av detta slag. Varje överbyggnadsprojekt måste idag behandlas för sig med sina speciella förutsättningar som utgångspunkt. De följande avsnitten bygger på internationella erfarenheter och erfarenheter från projekteringen av ett stort antal överbyggda gårdar samt diskussioner med planverket, brandteknisk expertis och olika brandmyndigheter som skett från förstudien av Suncourt till dess idrifttagande. Det är rimligt att anta att förslagen kommer att revideras efterhand som erfarenheterna ökar. Redovisningen är därför fylligare än vad den slutliga Suncourt-lösningen kräver, men i dagens "normlösa" situation kan det ha intresse att rapportera hela det problemkomplex som detaljprojekteringen aktualiserade.

### 8.1 Problemställning

Följande problem kan bli aktuella:

- o ökad brandbelastning
- o ökade risker vid brandbekämpning
- o rökevakivering
- o utrymning

Brandbelastningen kommer att öka i gårdsutrymmet dels genom den egna takkonstruktionen om denna innehåller brännbart material som limträbalkar eller plasttak, dels genom att gårdsutrymmet förmodligen kommer att utnyttjas till andra mer aktiva funktioner än om gården inte hade varit försedd med tak: möbler, lekredskap etc.

I Svensk byggnorm (SBN 1980) finns således inga särskilda brandskyddsbestämmelser för överbyggda gårdar. De generella reglerna för brandcellsindelning (avsnitt 37:421) måste därför tillämpas. Det innebär att brandceller inte får omfatta utrymmen inom fler än två våningsplan, såvida inte dessa utrymmen är skyddade med automatisk vattensprinkleranläggning. Följande alternativ för brandskydd vid överbyggda gårdar kan tänkas:

- o Gården betraktas som en egen brandcell avskiljd från omgivande brandceller med brandcellsskiljande vägg- och fönsterpartier
- o Gården betraktas inte som en egen brandcell utan som en öppen gård, vilket förutsätter att taket öppnar sig vid brand



- o Automatisk vattensprinkleranläggning installeras i byggnaderna runt gårdsrummet och eventuellt också i gårdsrummet. Oberoende av om gården betraktas som egen brandcell eller ej kan installation av vattensprinkleranläggning medföra att vissa andra brandskyddskrav kan minskas
- o En särskild analys kan behöva genomföras av olika tänkbara brandsituationer varvid hänsyn tas till faktorer som brandbelastning, brandarea, brandspridningshastighet, rökutveckling, brandgastemperatur, brandcellsindelning, gårdshöjd och gårdsvolym med deras betydelse för utformningen av t ex utrymningsvägar, fönster mot gården, brandventilation och takkonstruktion.

Vidare måste brandförsvarets insatstid, insatsmöjligheter och deras beroende av byggnadsutformningen beaktas.

#### 8.1.1 Rökgasproblemet

Det allvarligaste hotet vid bränder i överglasade gårdar är rökutvecklingen. Faktorer som påverkar rökgasmängden är omgivande temperaturer, flamtemperaturen, den genom branden frigjorda energin. Den mest dominerande faktorn för den totala rökgasmängden är gårdens höjd, eftersom det successivt dras in omgivande luft i rökplymen på dess väg uppåt.

Vid en dimensionerande brand på 15 m<sup>2</sup> area utgör den ursprungliga rökgasmängden endast ca 1 % av den totala mängden. Vid 20 m höjd är rökgasmängden ca 230 kg/s vilket motsvarar ca 1 miljon m<sup>3</sup>/h, se fig 8:1.

En stor fläkt för rökgasventilation på ca 20 kW har en kapacitet på ca 40 000 m<sup>3</sup>/h. Siffrorna ger en antydning om att det är i det närmaste omöjligt att klara rökevakueringen med hjälp av mekanisk ventilation.

Det är därför nödvändigt att överglasade gårdar förses med öppningar för termisk rökventilation.

Om gården är överbyggd med tak och det inte finns några öppningar i taket, kommer rökgaserna när de når taket att sprida ut sig i sidled och sedan fylla på nedåt. Vid en brandstorlek på t ex 15 m<sup>2</sup> och en gårdsarea på 600-700 m<sup>2</sup> fylls gårdsvolymen relativt snabbt, se fig 8:2.

Rökgasmängd (kg/s)

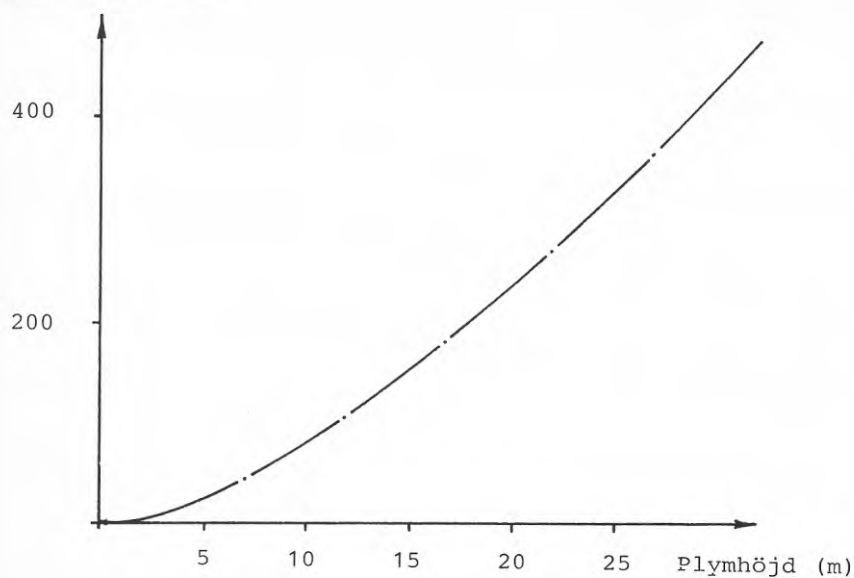


Fig 8:1 Beräknad rökgasmängd om en funktion av plymhöjden för en brandarea på  $15 \text{ m}^2$

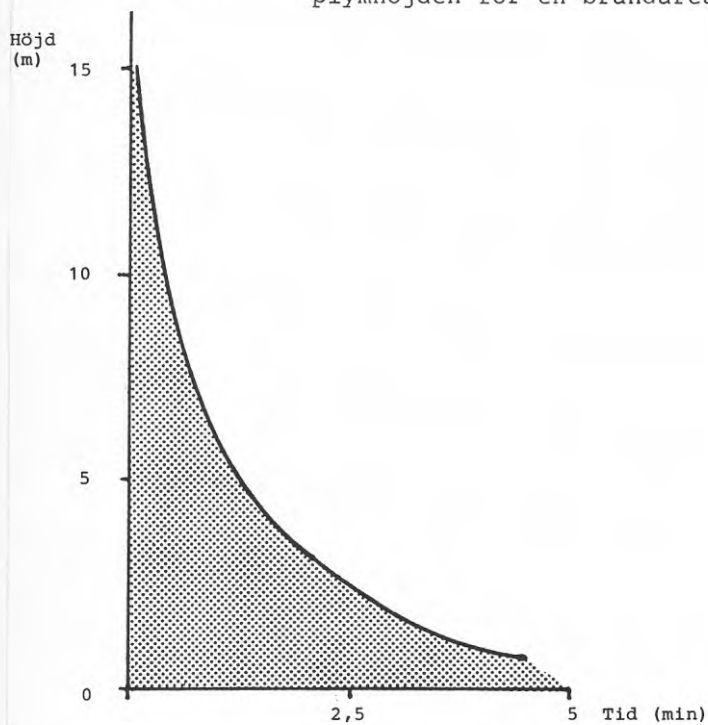


Fig 8:2 Rökfyllning av en  $600-700 \text{ m}^2$  överglasad gård utan rökventilation dimensionerad brandarea  $15 \text{ m}^2$

## 8.2 Byggnadens brandcellsindelning

Brandcellsindelningen av byggnaden kan inverka på både erforderlig brandtålighet hos väggar (inkl fönster) och erforderlig brandventilation.

## 8.3 Gården utformas som egen brandcell

Lösningen att dimensionera en överglasad gård som egen brandcell blir ofta tekniskt komplicerad och därmed oförsvarligt dyr om en konsekvent och strikt tillämpning av SBN skall följas.

Om gården utformas och dimensioneras som en egen brandcell ställs krav på normenlig brandteknisk klass för de väggar inkl dörrar och fönster som vetter mot gården.

Enl SBN 80 gäller krav på avskiljande i klass B60 eller högre för samtliga byggnadsdelar. För gårdar med en begränsad brandbelastning bör dock brandklass F30 kunna accepteras för fönster. Det vanligaste utförandet av fönster i denna brandklass är glasning med trådarmerat glas. Även godkända glas utan trådarmering finns.

I gårdar som utformas som egna brandceller med hög brandbelastning, t ex där mindre byggnader är förlagda på gården (lekstugor, kaffeserveringar etc), blir kravet för fönster ofta brandklass F60.

I tillämpliga delar bör även de väggar som ansluter mot gården uppfylla kraven på brandteknisk klass för brandsäkra byggnader för att minska risken för brandspridning. Om gården inte har öppningsanordningar mot det fria som kan tjäna för utvädring efter en brand, bör gården förses med lämpligt placerade öppningar i likhet med de regler som gäller för källare.

## 8.4 Gården utformas ej som egen brandcell

Den lösning som både praktiskt, tekniskt och finansieringsmässigt bör vara intressantast är att förse gården med rökventilation i form av automatiska rökluckor, särskilt som vissa luckor krävs även för komfortventilation. Rökluckorna bör dimensioneras så att gården från brandteknisk synpunkt kan jämföras med en icke överbyggd gård. Beroende på utrymningsvägnas utformning och på typ och höjd av byggnad kan väggarnas och fönstrens brandtekniska klass minskas eller kraven t o m slopas mot gården.

En möjlighet att minska påverkan av rökgasproduktionen är att göra en indelning av omgivande byggnader i flera och därmed mindre brandceller än vad som motive-

ras av andra skäl. I Suncourthuset utgör varje lägenhet en egen brandcell. En ytterligare möjlighet är att avskilja omgivande brandceller från gården genom fönster i en högre brandteknisk klass än vad som eljest är motiverat.

### 8.5 Automatisk vattensprinkler

Automatisk vattensprinkleranläggning är knappast en rimlig lösning i bostadssammanhang.

### 8.6 Utformning av brandventilationsluckor

Branta sadeltak som i Suncourthuset eller liknande takformer med brandventilatorerna i nock är fördelaktiga eftersom en sådan konstruktion medger att rökskiktet kan bli förhållandevis tjockt utan att skiktets underkant kommer i nivå med det översta våningsplanet.

#### 8.6.1 Tilluftskrav och frånlufts krav

Tillluftsöppningar bör fördelas på olika sidor av gården och alltid under rökgasskiktets beräknade nivå. Tilluftsarean bör vara lika stor som erforderlig ventilationsarea. Under vissa förutsättningar kan den dock dimensioneras lägre t ex vid kort insatstid för brandförsvaret. I viss mån kan också en mindre tilluftsarea kompenseras med en mindre frånluftsarea, se fig 8:5.

All erforderlig frånluftsarea och minst 30 % av tilluftsarean bör öppnas automatiskt. Resten av tilluftsarean kan öppnas manuellt. Många gånger kan tilluften vara ett stort problem att lösa på ett praktiskt och ekonomiskt sätt. Tilluftsarean tar ofta uthyrbara ekonomiskt värdefulla utrymmen i anspråk medan frånluftsarean oftast inte utgör något problem. Suncourtgårdens dimensioneringskrav enligt avsnitt 8.13.

#### 8.6.2 Brandventilatorernas tillförlitlighet

Eftersom anordningarna för brandventilation är väsentliga för valet av övriga byggnadstekniska brandskyddsåtgärder, är det mycket viktigt att brandventilationen är tillförlitlig. Tillförlitligheten ökar om brandventilatorerna utnyttjas även för komfortventilation sommartid så som i Suncourtfallet. Vikten av tillförlitlighet medför att brandventilationen särskilt måste beaktas vid brandsyn och därför måste vara utformad så att den enkelt kan provas. Därutöver bör rutiner för regelbunden funktionskontroll finnas.

Luckorna (brandventilatorerna) kan ha olika typer av öppningsanordningar och ha olika utformning, t ex vara skjutluckor eller sidohängda luckor (inåt- eller

utåtgående). Lämpligt slag och konstruktivt utförande beror bl a av takets lutning och av riskerna för ansamling av snö och för isbildning. Brandventilationsöppningar på vertikala ytor, t ex gavelspetsar, är vindkänsliga varför speciella vindskärmar kan behövas för att trygga en god funktion.

Matningen till eldrivna öppningsanordningar måste vara rimligt skyddad mot brand. Ett fel på t ex en elkabel får inte medföra att alla luckor sätts ur funktion. En tillförlitlig reservöppningsanordning bör finnas. Luckorna bör dessutom vid släckinsats kunna öppnas manuellt.

Detektorerna som styr öppnandet av luckorna bör normalt vara av typen rökdetektor - inte värmedetektor - eftersom brandgastemperaturen vid taket kan vara låg. I vissa fall kan det dock ta lång tid för röken att nå taknivån. Därför bör det alltid finnas möjlighet till manuell utlösning.

I detta sammanhang bör också studeras vilka eventuella anordningar/funktioner i komfortventilations-systemet som automatiskt eller manuellt ska aktiveras samtidigt med brandventilationen.

Om brandventilationen är tillförlitlig och så anordnad att gårdsrummet vid brand är att jämföra med en öppen gård och rökskiktets underkant således inte når ens de överst belägna fönstren, kan behovet av brandtekniskt klassade fönster och brandcellsskiljande väggar mot gården begränsas. Om den permanenta utrymningsvägen kan nås endast via loftgångar på gårdsfasader bör fönstren emellertid utföras i brandavskiljande klass eller i vissa fall med ett glas som tål en högre temperatur än ett normalt fönster.

## 8.7 Utrymningsvägar

Takkonstruktionen har betydelse bl a för bedömningen av om det är lämpligt att anordna utrymningsväg över gården. Om sådan utrymning förutsätts, får det inte föreligga särskild risk för personskador till följd av nedstörtande takdelar.

Mot bakgrund av risken att rökventilationen inte fungerar är det i allmänhet oacceptabelt att samtliga erforderliga utrymningsvägar utgörs av loftgångar e d mot gården. Vid en- och tvåvånings bostadshus bör dock fönster som vetter bort från gården kunna godtas som nödutrymningsväg, även om den normala utrymningsvägen utgörs av loftgångar e d mot gården. Vid högre bostadshus där utrymning med hjälp av brandförsvarets utrustning är möjlig på från gården vända sidor bör fönster mot gården utföras i viss brandteknisk klass beroende på antalet våningar, antalet lägenheter och tillgänglighet för brandförsvaret.

## 8.8 Byggnadsdelar

### 8.8.1 Golvbeläggning

Golvbeläggningen i gård, loftgångar etc bör i huvudsak bestå av obrännbart material eller material som inte medverkar till snabb brandspridning.

Exempel på det senare är t ex linoleum anbringat på betongbjälklag. Vid dimensionering av rökventilationen måste hänsyn tas till den ev ökade rökutveckling golvbeläggningen kan medföra. Om gården förses med automatisk sprinkling kan större valfrihet tillåtas vid val av golvbeläggning. Sprinkling kan dock i vissa fall förvärra rökgasproblemet genom att gården kyls och därmed få sämre termisk stigförmåga.

### 8.8.2 Väggar mot gård

Väggkonstruktioner som vetter mot gården bör i huvudsak utföras av obrännbart material. Träreglar kan användas under förutsättning att regelkonstruktionen avbryts vid brandcellsavgränsande bjälklag motsvarande kraven för ytterväggar i brandsäkra byggnader. Väggkonstruktionernas täta del utformas så att den motsvarar kraven för brandteknisk klass B30, i vissa fall B60. Väggarernas ytskikt mot gården skall uppfylla ytskikt klass I. Vissa begränsade listverk av brännbart material får dock förekomma.

### 8.8.3 Bärverk till gårdstak

Det primära bärverket till gårdstaket bör uppfylla brandteknisk klass B60 och sekundärt bärverk klass B30.

Kan man med beräkningar påvisa att bärverken uppfyller sin funktion vid de temperaturer som kan uppstå vid brand kan annan konstruktion av ej formellt klarställd brandteknisk klass ifrågakomma. På grund av de vanligen låga gastemperaturerna är det oftast inga problem att använda oisolerade stålkonstruktioner, se fig 8:3.



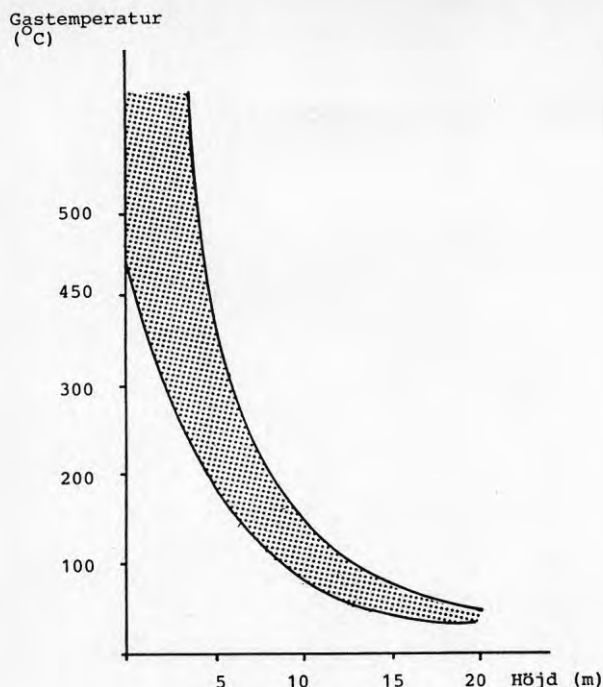


Fig 8:3 Beräknad gasmedeltemperatur som en funktion av rökgasskiktets underkant vid en brandarea på 15 m<sup>2</sup>

Om bärverken kan utsättas för direkta flammor, t ex nära fönster, skall man med beräkning påvisa att bärverket kan uppfylla sin bärande funktion. Exempelvis kan man tänkas finna att stålbärverk behöver isoleras endast på delarna närmast fasad eller att det inte alls behöver isoleras..

#### 8.8.4 Gårdstak

De krav som enligt SBN gäller för ett taks undersida är att det inte får medverka till snabb spridning av brand eller inomhus utveckla en stor mängd rök. Ett taks ovansida ska ha erforderlig tålighet mot flygbrand.

Ytskikt av klass I godtas generellt med avseende på förstnämnda krav, men även brännbara material med sämre ytskiktssklass kan enligt planverkets mening godtas om det påvisats att materialet vid brandpåverkan beter sig på ett från brandskyddssynpunkt gynnsamt sätt. Kravet på tändskyddande beklädnad enligt SBN får i detta sammanhang eftersättas.

Härdat glas uppfyller således de krav som kan ställas från brandteknisk synpunkt både vad beträffar säkerhet mot genomtrampning, temperaturtålighet och säkerhet

för nedfallande glas. Brandmyndigheterna kräver att nedfallande glas ej får utsätta brandsläckningspersonal för skaderisker. När härdat glas går sönder ställs därför krav på glasfabrikanterna att de skall följa brittisk standard som föreskriver att härdat glas skall sönderfalla i minst 75 bitar på en area av 50x50 mm. För Suncourt har en tvåglaskonstruktion typ Icopal, svitral, valts.

Ett annat krav som måste ställas på taket är att inte en begränsad temperaturpåverkan leder till nedfall så att människor skadas. Detta utesluter t ex vanligt glas medan härdat glas och laminerat glas kan accepteras.

### 8.9 Dimensionering av brandkrav genom beräkning

Beräkningarna genomförs för i huvudsak två olika brandsituationer

- o Brand i gården
- o Brand i lokaler som vetter mot gården

För att man med rimliga arbetsinsatser skall kunna genomföra beräkningarna finns vissa datorprogram framtagna. Som bas för beräkningarna utnyttjas bl a engelsk brandstatistik över brandareans storlek vid olika verksamheter.

#### 8.9.1 Brand i gården

Vid brand i gården påverkar följande faktorer beräkningsresultatet:

- o Brandbelastning
- o Brandspridningshastighet
- o Gårdshöjd, gårdsvolym
- o Brandventilation
- o Brandförsvarets insatstid

Beräkningarna ger svar på rökutveckling, rökgasfri höjd samt brandgastemperatur. Resultatet påverkar takkonstruktionens utformning samt kraven på fönster som vetter mot gården.

#### 8.9.2 Brand i utrymme som vetter mot gården

Vid brand i utrymmen (lokaler, lägenheter) som ansluter mot gården påverkas beräkningsresultatet av följande faktorer:

- o Brandbelastning
- o Brandcellsindelning
- o Öppningsfaktor (ett mått på fönsterarean mot gården)

En möjlighet att minska brandpåverkan är att sprinkla

brandcellen, men detta är knappast tillämpligt i bostadssammanhang. En annan möjlighet att minska påverkan på gården är att helt eller delvis avskilja brandcellen från gården genom att alla eller vissa av brandcellens fönster mot gården utförs i minst brandteknisk klass F30.

Vid en lägenhetsbrand som slår ut genom fönster har branden inne i lägenheten mindre betydelse för rökalströmmen på gården. Även om lägenheten är stor och helt övertänd kan ändå inte mer rök och värme komma ut än vad som motsvaras av öppningarnas storlek mot gården. Faktorer av betydelse i detta sammanhang är:

- o Avstånd mellan fönster och gårdstak
- o Gårdsvolymer
- o Brandventilation
- o Brandförsvarets insatstid

#### 8.10 Rökgasfri höjd över gårdsplan

För att några brandtekniska krav överhuvudtaget inte ska behöva ställas på de fönster som vetter mot gården bör rökventilationens till- och frånluftsareor dimensioneras så att rök-gasskiktets underkant för dimensionerande brand på gården eller i utrymme som vetter mot gården ligger i överkant på högst belägna fönster, fig 8:4.

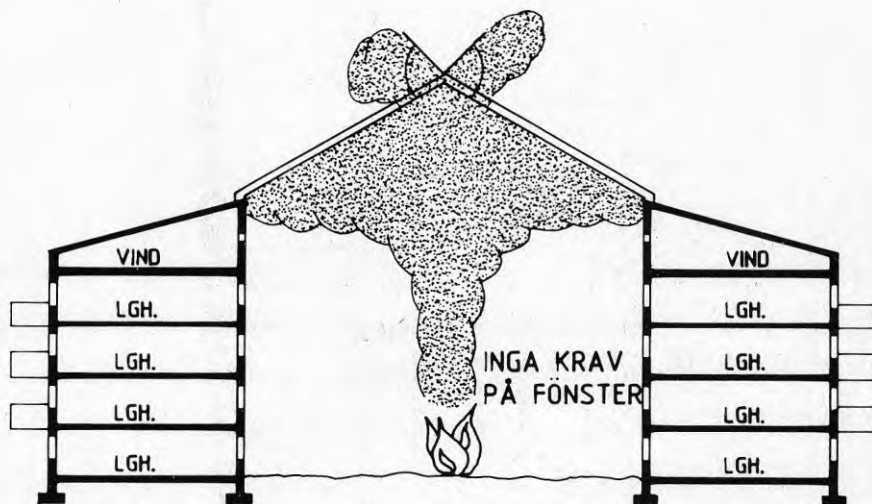


Fig 8:4 Inga krav på fönster om rökventilation dimensioneras så att rök-gasskiktet ligger över högst belägna fönster

När gården utgör en av de ordinarie utrymningsvägarna, som i ett loftgångshus där loftgångarna vetter mot gården, gäller andra förutsättningar, se fig 8:11.

Vid höga byggnader kan det vara tekniskt och ekonomiskt svårt att klara förutsättningarna att rökgasskiktet inte skall tillåtas sjunka så att samtliga fönster går fria.

Om rökskiktet sjunker längre ner måste de fönster som hamnar över denna gräns uppfylla brandteknisk klass F30 och ej vara öppningsbara vid normalt bruk annat än för tvätt och underhåll. Den rökgasfria höjden över gården bör dock alltid vara minst 3 m, se fig.

En möjlig teknisk och ekonomisk åtgärd är att dimensionera rökventilationen så att rökgasskiktet sänks samtidigt som fönstren då måste ges en brandteknisk klass innanför rökgasskiktet. Åtgärden kan vara mycket effektiv för att minska erforderliga till- och frånluftsareor. En sänkning av rökgasskiktet en våning medger att erforderliga till- och frånluftsareor ungefär kan halveras, se fig 8:5 och 8:6

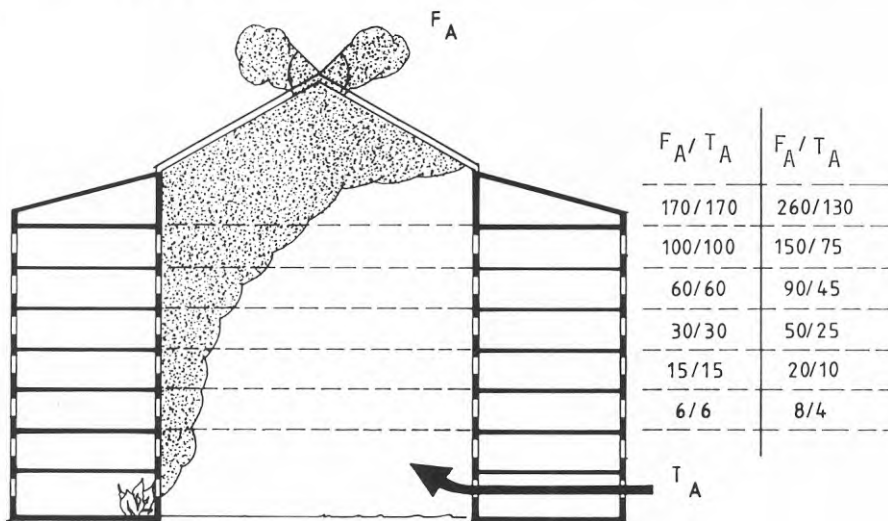


Fig 8:5 Exempel på ( $T_A$ ) tilluftsareor och ( $F_A$ ) frånluftsareor med hänsyn till rökgasskiktets underkant

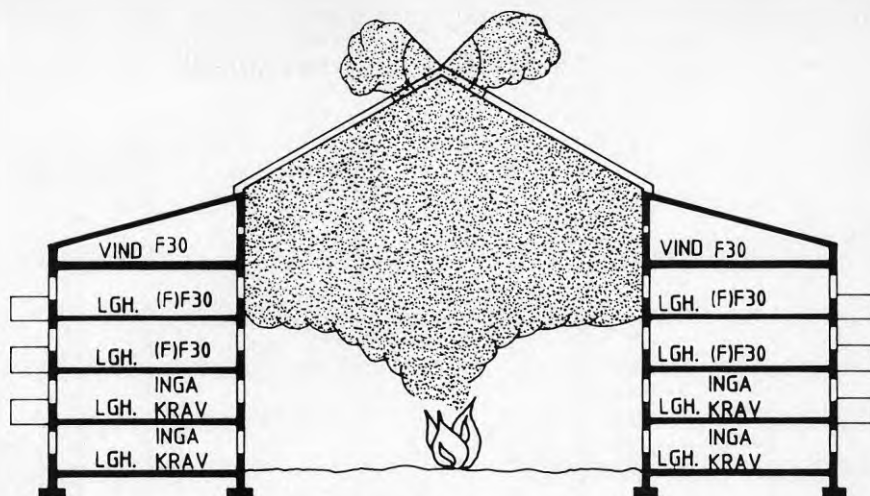


Fig 8:6 Dimensioneringskrav på fönster när rökgasskikten tillåts sjunka

#### 8.11 Speciella förutsättningar när gården utgör en av de ordinarie utrymningsvägarna

Vid byggnader med fler än två våningar där en av de ordinarie utrymningsvägarna går över gården är det speciellt viktigt att vidtagna brandskyddsåtgärder ger förutsatt effekt. I dessa fall rekommenderas tilläggskrav enligt följande avsnitt.

##### 8.11.1 Bostäder med utrymning via gård och fönster i byggnad med fler än två våningar

När en av de två utrymningsvägarna utgörs av gården och den andra av fönster med hjälp av brandförsvarets stegutrustning rekommenderas ett avstånd mellan överkant av fönster och rökgasskiktet på en meter, se fig 8:7 och 8:8.

I bostadshus med max 50 lägenheter mot gård och med högst fyra våningar och där brandväg saknas till de fasader där nödutrymning ska ske bör de fönster som ligger inom och en meter under beräknat rökgasskikt uppfylla brandteknisk klass F30 och ej vara öppningsbara för normalt bruk. Övriga fönster bör klara minst 300°C under 30 minuter. Om byggnaden sprinklas bör F30-kravet kunna utbytas mot 300/30°min och på övriga fönster inga krav alls ställas. För bostäder är sprinkling dock knappast ett realistiskt alternativ.

I bostadshus med fler än 50 lägenheter mot gård eller mer än fyra våningar eller där brandväg saknas till de fasader där nödutrymning ska ske bör samtliga fönster mot gården uppfylla minst brandteknisk klass F30.

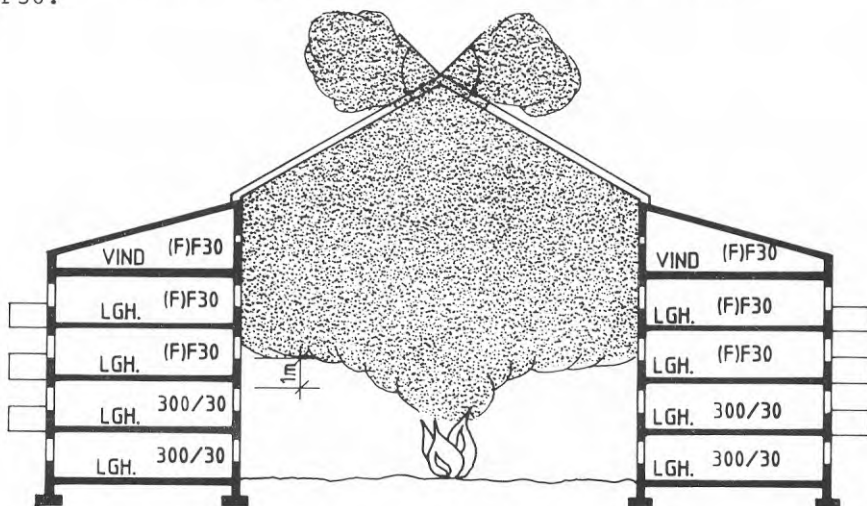


Fig 8:7 Bostadshus med högst fyra våningar och högst 50 lägenheter mot gård. Brandväg finns till de fasader där utrymning skall ske (F) = Fast

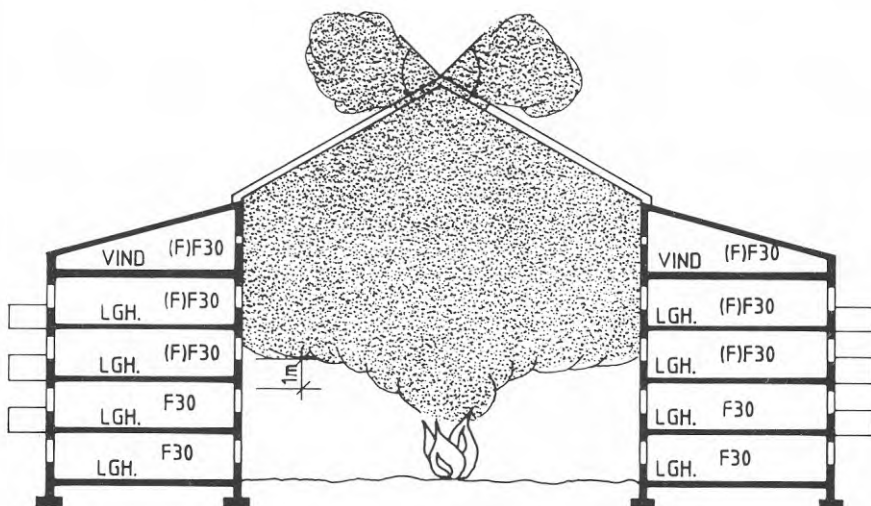


Fig 8:8 Bostadshus med fyra våningar eller fler än 50 lägenheter mot gården eller att brandväg saknas till de fasader där utrymning skall ske



### 8.12 Utrymning via loftgångar mot gården

Vid mot gården öppna loftgångar som i Suncourtprojektet bör från varje lägenheter finnas tillgång till trapphus i två riktningar. Brandventilationen bör dimensioneras så att rökgasskiktets underkant ligger minst tre meter över den översta loftgången.

Rökgasskiktet kan tillåtas sjunka längre ned under förutsättning att de loftgångar som ligger inom rökgasskiktet avskiljs från gården i lägst brandklass F30. Dessa loftgångar måste utformas som egna brandceller vad gäller avskiljningen mot angränsande lägenheter. Med hänsyn till dagsljusstillgången är en sådan lösning knappast rimlig, åtminstone inte i normala bostadssammanhang, se fig 8:9 och 8:10.

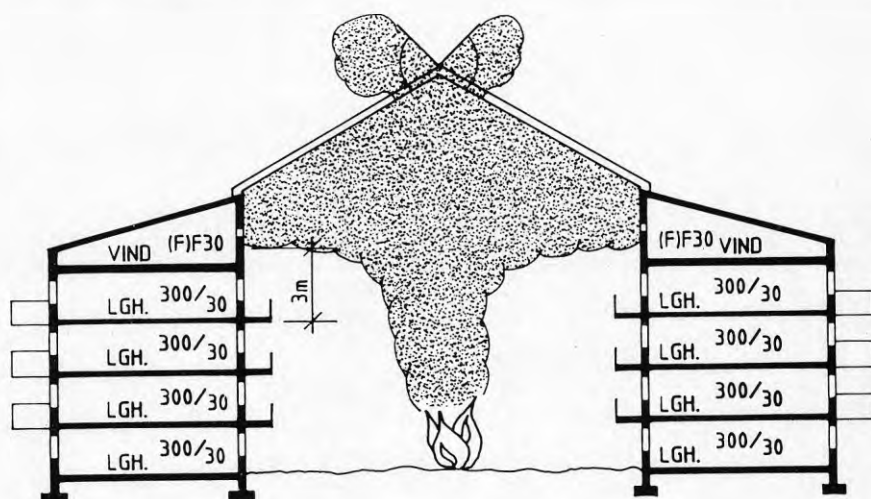


Fig 8:9 Rökgasventilation dimensioneras så att rökgasskiktet ligger minst tre meter över övre loftgången i övrigt lika som fig 8:7 och 8:8

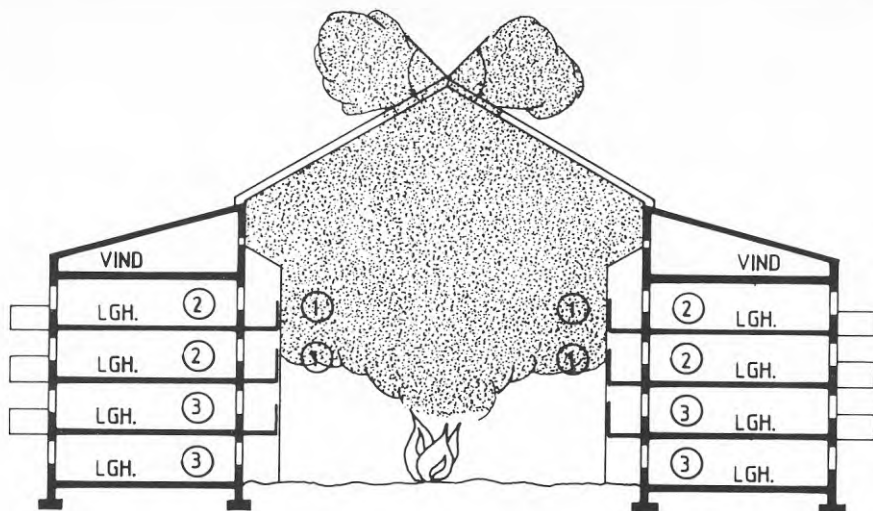


Fig 8:10 Rökgasskiktet kan tillåtas sjunka om loftgången utformas som egna brandceller

### 8.13 Brandtekniska lösningar i kv Höstvetet/Suncourt

För Suncourt fig 8:9 har ett antal parallella alternativ beräknats. Förutsättningarn för beräkningarna är att gården enbart är avsedd för kommunikation och rekreation. Dimensionerande brandarea  $B_A$  har satts till  $15 \text{ m}^2$ .

Följande värden utgör dimensionerande beräkningsförutsättningar för brand på gården:

BH = 20 m (höjd till brandventilationsluckor)  
 Ot =  $20^\circ\text{C}$  (angivningstemperatur)  
 Ft =  $800^\circ$  (flamtemperatur)  
 BA =  $15 \text{ m}^2$  (brandarea med en brandeffekt av 7,5 MW)  
 Rh =  $11 \text{ m}^2$  (rökgasfrihöjd)  
 Rp = 90 kg/s (dimensionerande rökgasproduktion)

Resultat	ALT	FA $\text{m}^2$	TA $\text{m}^2$
----------	-----	-----------------	-----------------

FA = frånluftsarea	1	35 (50)	35
	2	50 (75)	25
TA = tilluftsarea	3	115	20

Siffror inom parantes anger area vid gavelventilation.

För Suncourt valdes alt 2: FA  $50 \text{ m}^2$  och TA  $25 \text{ m}^2$  som dimensionerande ventilationsareor för brand. Dimensione-

rande brandgastemperatur blir 90°C vid en rökgas med en höjd på 11 m. Ett flertal andra beräkningar har genomförts, vilka dock ej redovisas här. Hela frånluftsarean och halva tilluftsarean skall öppnas automatiskt vid brand. Tilluftsarean skall också vara någorlunda jämnt fördelad runt huset för att motverka vindpåverkan.

Erforderlig FA och TA som krävs för att nå acceptabla komforttemperaturer i gården är större än vad som krävs för rökevakuering.

## 9 SÄSONGSVÄRMELAGER I BERG. METODER OCH MÖJLIGHETER

### 9.1 Motiv och förutsättningar för säsongsvärmelager

Säsongsvärmelager kan ge möjligheter till minskade totala värmeproduktionskostnader genom att billiga bränslen, som kan användas på sommaren, kan ersätta dyra bränslen på vintern. Stora säsongslager kan arbeta vid så höga temperaturer att de kan utnyttjas utan hjälp av värmepump vid tömningen. De lagertyper som då kan vara aktuella är främst bergrums- och borrhåls-lager i kristallint berg, se BFR (1984). Sådana lager kan även användas i mindre system, men då vid en, med hänsyn till värmeförlusterna från lagret, så låg temperatur att värmepump krävs för utnyttjande av den lagrade värmen.

En utveckling och etablering av teknik för säsongslagring av värme i berg i Sverige är motiverad om införandepotentialen för sådan teknik är så stor att den kan ge ett väsentligt bidrag till minskat oljeberoende och minskade uppvärmningskostnader.

### 9.2 Principer och anläggningsteknik för värmelager i berg

#### 9.2.1 Borrhålslager

Principen för ett borrhålslager i berg är att utnyttja en fast bergmassa som värmlagrande medium. Värme förs till och från lagret genom att i borrhål med en diameter på 100-150 mm cirkulera en vätska som vid laddning är varmare än berget och vid urladdning kallare, se fig 9:1.

Vätske-cirkulationen i borrhålen åstadkoms med hjälp av ett slangsystem. Detta kan vara helt slutet såsom i fig 9:1 eller öppet varvid endast ett centralrör finns installerat för transporten i ena riktningen, medan vätskan strömmar fritt mot bergytan i den andra riktningen. Ett öppet system är lämpligt när det är viktigt att få bästa möjliga effektöverföringsförmåga mellan cirkulationsvatten och berg och när samlingsledningarna mellan borrhålen kan läggas under grundvattenytan för att undvika undertryck i dessa. En nackdel med detta system är att kontakten mellan varmt cirkulationsvatten och berg kan medföra vattenkemiska problem. Ett slutet system är lämpligt när lagret arbetar ihop med en värmepump, då effektöverföringsförmågan i borrhålen blir mindre betydelsefull, och då samlingsledningarna ligger ovanför grundvattenytan.

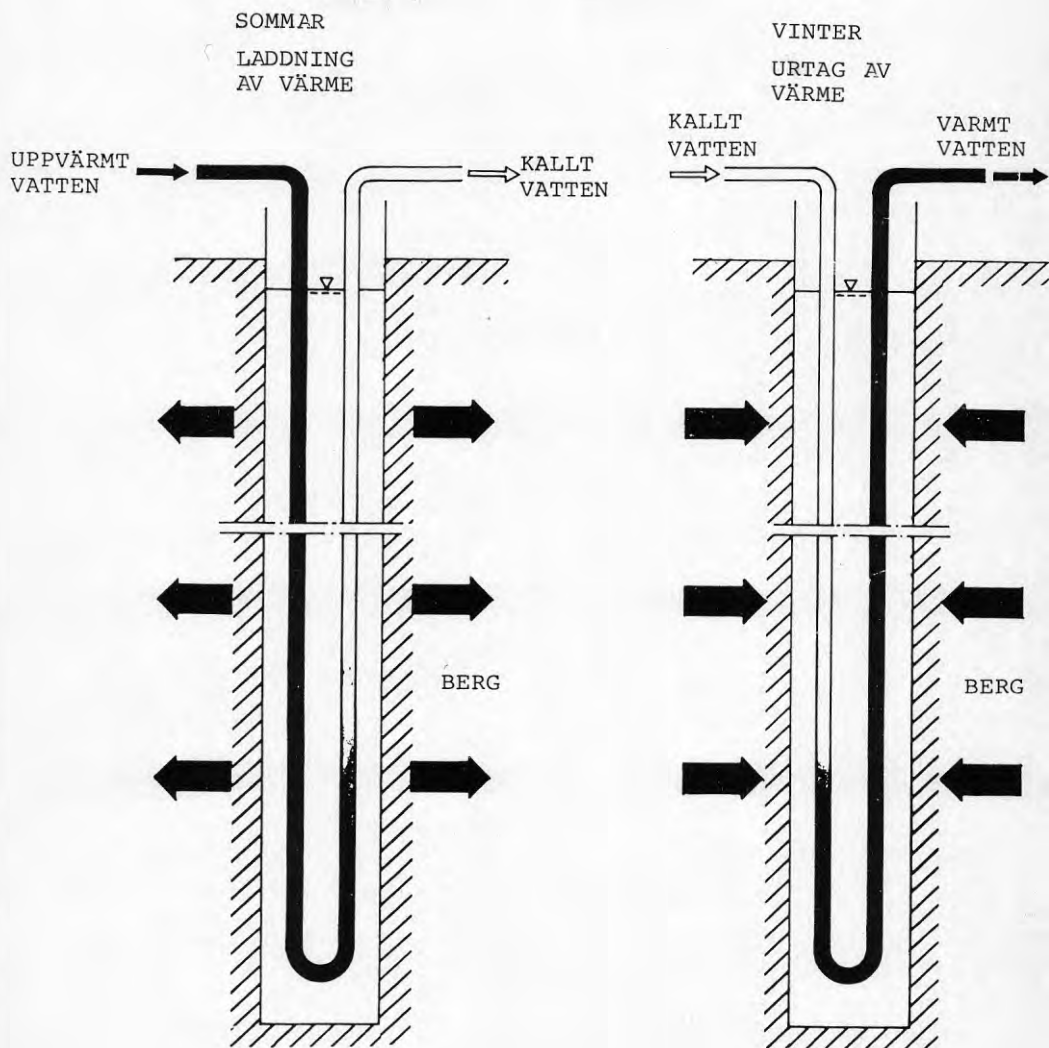
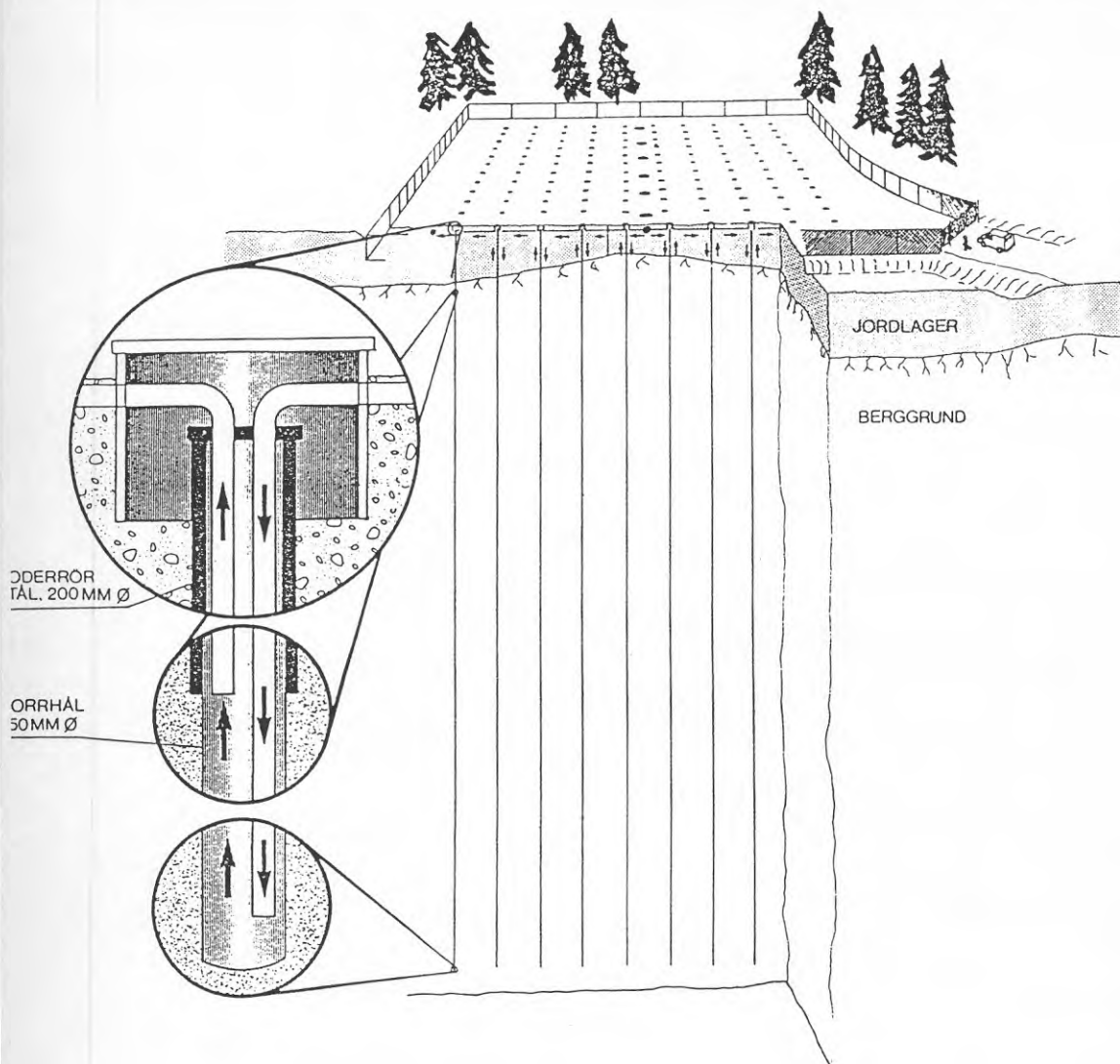


Fig 9:1 Principen för ett borrhålslayers funktion



Data om värmelagret för projekt LULEVÄRME:

Volym: 100 000 m<sup>3</sup> (36x44x60)  
 Bergart: granit, gnejs  
 Jorddjup: 2-6 meter  
 Max temp: 79 °C  
 Min temp: 30 °C  
 Värmepumpar: 2 st á 200 kW

Antal borrhål: 120 st  
 Borrhålsdiam: 150 mm  
 Borrhåldjup: 65 meter  
 Energi tillf: 2,8 GWh  
 Energi uttag: 1,6 GWh  
 Värmeförlust: 40 %

Fig 9:2 Experimentvärmelagret i Luleå



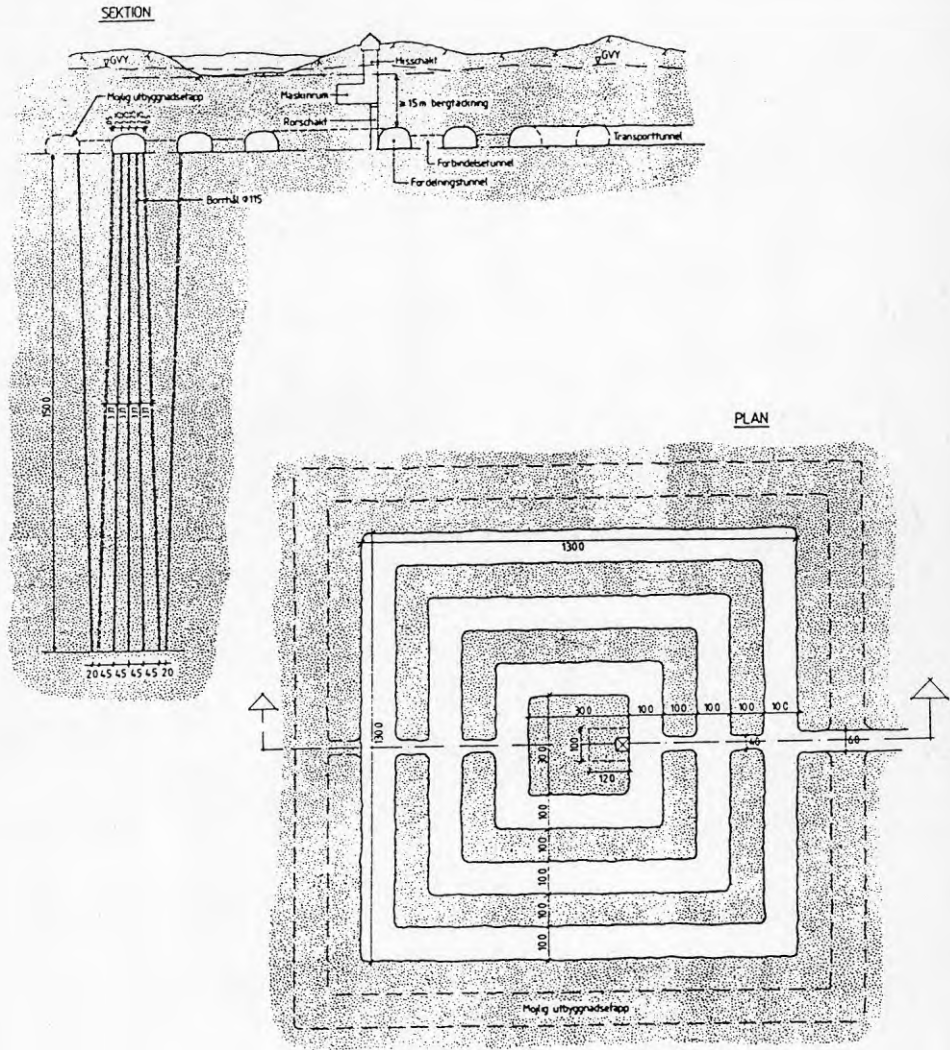


Fig 9:3 Utformning av ett borrhålslager

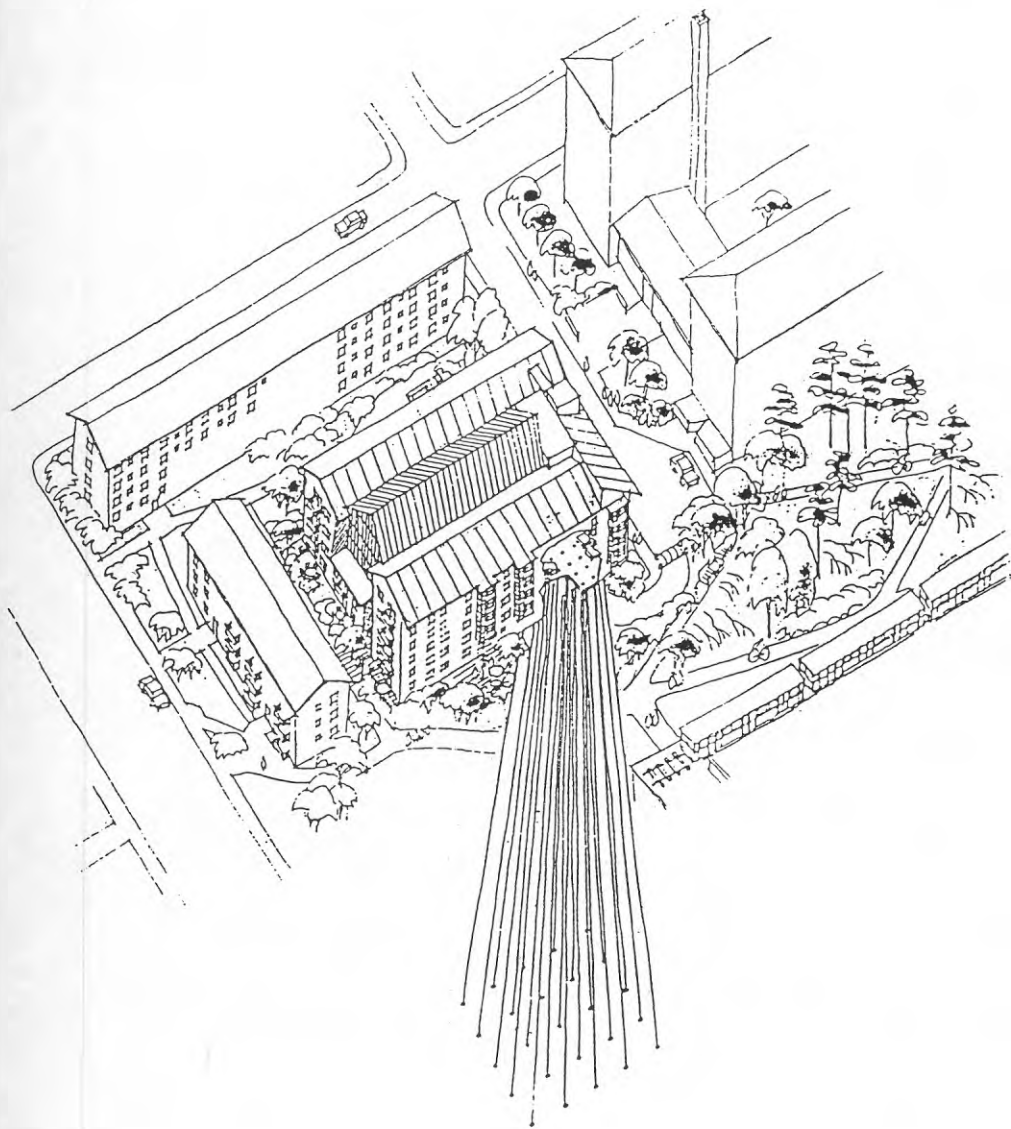


Fig 9:4

Kvastformat borrhålslager i berg

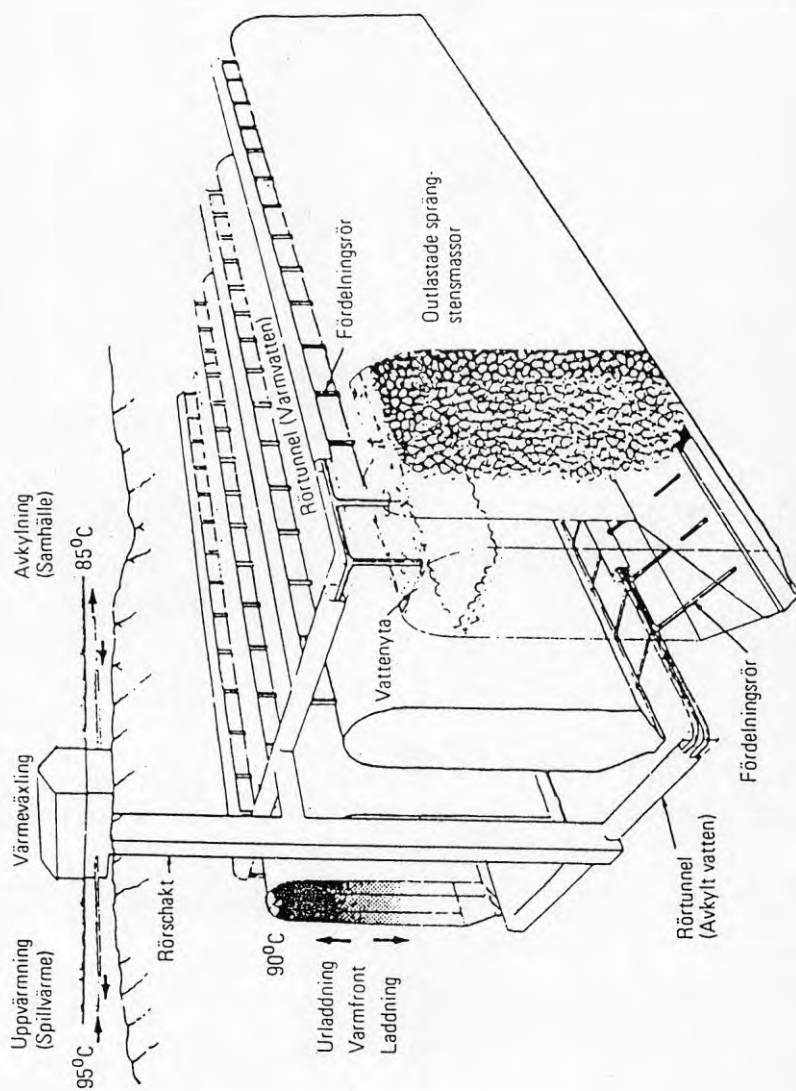


Fig 9:5 Värmelagring i blockfyllt bergrum

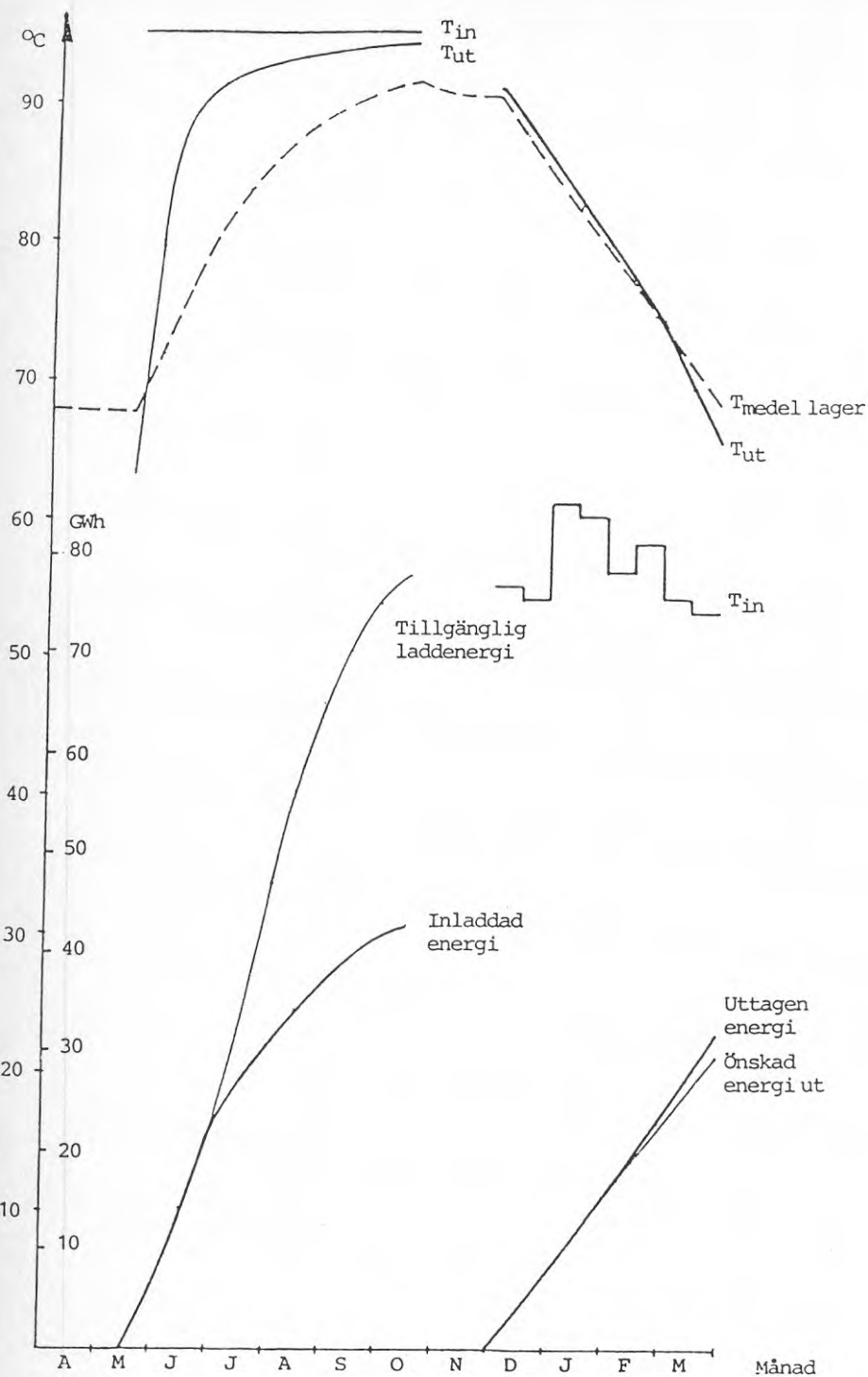


Fig 9:6

Laddnings- och urladdningsförloppet  
för lager 10 MW

Från värmeförlustsynpunkt är det önskvärt att lagret ges en kubisk eller cylindrisk form. Fig 9:2 visar schematiskt utformningen av ett experimentlager i Luleå på 100 000 m<sup>3</sup>, Lulevärme (1983). En nackdel med en sådan utformning är det relativt stora utrymmesbehovet i markytan. En möjlighet att undvika detta är att anlägga lagret från tunnelgallerier på stort djup under markytan och grundvattenytan varvid samtidigt erhålls möjlighet till lagertemperaturer över 100°C. Fig 9:3 visar exempel på en sådan utformning, Margen m fl (1982). En alternativ möjlighet att reducera markytebehovet för måttligt stora lager är att borra hålen i kvastform, se fig 9:4. Alltför stor snedställning av borrhålen kan dock medföra anläggningstekniska problem (borrnings- och installationsarbeten) och nyttan av snedställning minskar därför för lager större än ca 200 000 m<sup>3</sup>.

### 9.2.2 Bergrumslager

I bergrum utnyttjas vatten som värmelagrande medium. Vattenmassan hålls skiktad med varmt vatten överst och kallt vatten underst. Vid laddning av lagret tas kallt vatten vid bergrummets botten, värms och återförs i bergrummets övre del, se fig 9:5. Vid urladdning är strömningsriktningen den omvända.

Byggande av stora bergrum är en etablerad teknik som utvecklats för lagring av olja. För att minska anläggningsekostnaderna för ett värmelager i bergrum finns möjligheten att lämna kvar huvuddelen av sprängstensmassorna, Bogdanoff (1980) och Winqvist m fl (1985) varvid rationella brytmetoder kan utnyttjas och termiskt gynnsammare former på bergrummet kan erhållas än för konventionella bergrum. Även mellanformer mellan borrhålslager och bergrumslager för att minska anläggningsekostnaderna har studerats.

## 9.3 Värmelagers termodynamiska egenskaper

### 9.3.1 Borrhålslager

I ett borrhålslager i berg är själva bergmassan det värmelagrande mediet med en lagringskapacitet på ca 0,6 kWh/m<sup>3</sup>°C. Den stora fördelen med ett borrhålslager är att anläggandet utgör ett litet ingrepp i marken med förhållandevis små kostnader som följd. Den väsentliga nackdelen är den termiska trögheten. Denna sammanhänger med beroendet av den konduktiva värmeledningen genom berget för tillförsel och uttag av värme. Förhållandet illustreras av följande exempel, Emmelin m fl (1984).

I fig 9:6 visas principerna för laddnings- och urladdningsförloppet för ett lager som är dimensionerat att ge 10 MW konstant effekt under 4 månader.

Förutsättningarna redovisas av linjerna " $T_{in}$ ", "Tillgänglig laddenergi" och "Önskad energi ut". Resultaten redovisas av linjerna " $T_{ut}$ ", " $T_{medellager}$ ", "Inladdad energi" och "Uttagen energi". Energilinjerna avser ackumulerad energi under året.

Lagret laddas under perioden 15 maj - 15 oktober, motsvarande fem månader då överskottsvärme finns tillgänglig. Laddningsvattnet har temperaturen  $95^{\circ}\text{C}$  (linjen " $T_{in}$ "). Linjen "Tillgänglig laddenergi" visar den ackumulerade tillgängliga överskottsvärmen medan "Inladdad energi" visar hur mycket energi som lagrats in.

Cirkulationsflödet ökas successivt vid laddningen, allteftersom den tillgängliga värmen och lagrets temperatur ökar. Fram till juni månad kan man lagra in all tillgänglig värme. Då är laddningsflödet maximalt, 1 l/s och rör, men den drivande temperaturen alltför låg för att all tillgänglig energi fortsättningsvis ska kunna laddas in. Linjerna " $T_{in}$ " och " $T_{ut}$ " ligger allt närmare varandra vilket (eftersom flödet efter 1 juli är konstant) betyder att allt mindre energi laddas in. Detta kan man också se på "Inladdad energi" och " $T_{medellager}$ " vilkas lutningar avtar.

Från den 15 oktober till den 1 december ligger lagret orört. Lagrets medeltemperatur sjunker med någon grad pga värmeförluster till omgivningen.

Lagret laddas ur under perioden december - mars. Är lagret rätt dimensionerat och cirkulationsflödet rätt valt ska linjerna "Uttagen energi" och "Önskad energi ut" sammanfalla. " $T_{in}$ " varierar under urladdningen. " $T_{in}$ " är satt till returtemperaturen i fjärrvärmenätet förhöjd med  $2^{\circ}$ . De två graderna representerar förluster vid värmeväxlingen.

Under urladdningen ligger först " $T_{ut}$ " ovanför " $T_{medellager}$ ". Att uttagstemperaturen kan vara högre än medeltemperaturen i lagret beror på att den angivna lagertemperaturen är just en medeltemperatur och att lagret drivs likt en värmeväxlare med motriktade flöden. När lagrets temperatur sjunker ökas cirkulationsflödet. Vattnets uppehållstid i lagret blir då så kort att det ej hinner anta lagrets temperatur. Linjen " $T_{ut}$ " hamnar allt längre under " $T_{medellager}$ ".

Beräkningsexemplet visar att den uttagna värmen erhålls med under urladdningen successivt avtagande temperatur, och att den uttagna värmen har en temperatur som är



betydligt lägre än laddningsenergin temperatur. Denna kvalitetsförlust behöver inte ha någon betydelse om den uttagna värmen ändå kan nyttiggöras i det system som lagret betjänar. Om lagret är stort i förhållande till systemet som helhet, med en lagerkapacitet större än 10-15 % av det totala energibehovet, och om krav finns på en jämn utmatad effekt under urladdningen kan dock borrhålslagrets termiska tröghet bli besvärerande. Detta är bl a skälet till att lagret i fig 9:6 får ett temperatursving på endast ca 25°C, trots att utrymmet systemmässigt är större.

Borrhålslagrens tröghet kan i viss mån kompenseras om de kombineras med korttidslagring i tunnelgallerier enligt fig 9:3, men detta ger ingen fullständig lösning på problemen.

De relativa lagerförlusterna från ett borrhålslager för säsongsvärmelagring, som drivs utan stöd av värmepump, kommer oftast att ligga i intervallet 10-25 % beroende på lagerstorlek, temperaturnivå och temperatursving.

För små och medelstora borrhålsvärmelager som anläggs från markytan kan det, som tidigare nämnts, ur utrymmessynpunkt vara önskvärt att borra hålen i kvastform med litet avstånd vid markytan och större avstånd vid hålens botten. Lagrets termodynamiska egenskaper försämras då något jämfört med ett parallellborrat lager.

De termodynamiska egenskaperna kan t ex mätas i form av temperaturverkningsgrad, dvs förhållandet mellan medeltemperaturen hos urladdningsenergin resp laddningsenergin. Beräkningar med olika simuleringmodeller visar att borrhålslängden i ett kvastformat lager med borrhålsavståndet vid botten 2,5 ggr avståndet vid markytan behöver vara ca 5 % längre för att uppnå samma temperaturverkningsgrad som ett parallellborrat lager.

Såsom tidigare nämnts kan utpräglad kvastform komma ifråga endast för relativt små lager, upp till några hundra tusen m<sup>3</sup>. Sådana lager måste, för konventionella uppvärmningssystem, tömmas med hjälp av värmepump, och en försämrad temperaturverkningsgrad har då mycket marginell betydelse. För stora lager, som medger så höga temperaturer att de kan tömmas utan värmepump, kan ur praktisk synpunkt kvastformen endast bli mycket svag och försämringen i temperaturverkningsgrad då närmast försumbar.

### 9.3.2 Bergrumslager

I ett värmelager i ett öppet bergrum utnyttjas vatten som värmelagrande medium med en kapacitet på  $1,16 \text{ kWh/m}^3\text{°C}$ . I ett blockfyllt bergrum lagras värme i en blandning av sten och vatten med en lagringskapacitet på ca  $0,8 \text{ kWh/m}^3\text{°C}$ .

Fördelarna med ett bergrum som värmelager är de goda regleringsmöjligheterna och den relativt höga specifika lagringskapaciteten. Den väsentliga nackdelen är den höga anläggningskostnaden.

Erfarenheterna från de försök som gjorts i relativt stor skala att lagra värme i bergrum, Avesta och Uppsala, visar att det bör vara möjligt att upprätthålla en stabil skiktning mellan överliggande varmvatten och underliggande kallvatten. Problem med intern cirkulation i vattenmassorna pga strömning vid intags- och utsläppsanordningarna och pga kallras vid bergrumsväggar bör kunna bemästras. En viss osäkerhet måste dock anses råda vad beträffar gränsskiktets utseende i ett blockfyllt bergrum.

Möjligheten att upprätthålla en stabil skiktning innebär att värmelagret under hela urladdningsfasen har samma temperatur som laddningsvattnet (bortsett från temperatursänkning pga värmeförluster till omgivningen). Effektregeringsförmågan och den höga temperaturverkningsgraden innebär klara systemmässiga fördelar jämfört med borrhålslager.

### 9.4 Kostnader för värmelagring

Kostnaden för värmelagring är beroende dels av investeringen i själva lagret, dels av lagrets specifika värmekapacitet och det temperatursving som kan uppnås (temperaturskillnad mellan fyllt och tomt lager). De uppskattningar av anläggningskostnader som kan göras är baserade på erfarenheter från ett begränsat experimentbyggande samt på förstudier och förprojektningar.

En sammanfattande bedömning av kostnader för värmelagring med olika lagertyper visas i fig 9:7, BFR (1985) Dessa kostnader inkluderar ej kostnader för eventuell värmepumpning som kan krävas för att uppnå de angivna temperatursvingen i lagren. Generellt sett kan man troligen ej förvänta sig att anläggningskostnaden för värmelagring med hittills studerad teknik kan komma att understiga ca  $1 \text{ kr/kWh}$  lagringskapacitet ens vid gynnsamma förutsättningar i stora system. Kostnaden, inklusive alla kostnader för anslutning av lagret, ligger troligen i ett normalfall under gynnsamma omständigheter på nivån ca  $1,5 \text{ kr/kWh}$  lagringskapacitet. Väsentliga minskningar under dessa nivåer kräver sannolikt utveckling av nya metoder för värmelagring.

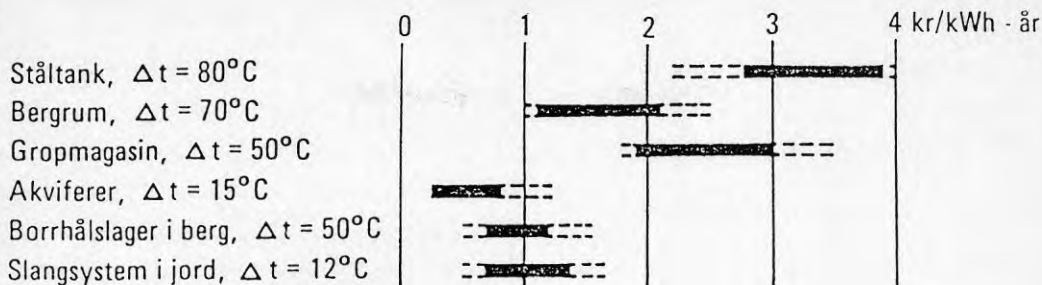


Fig 9:7 Specifika kostnader för värmelager

## 9.5 Värmelager för Suncourthuset

### 9.5.1 Allmänt

Motivet för borrhålslagret i Suncourthuset är att under sommaren med hjälp av värmepump ta tillvara värmeöverskottet i den överglasade gården och att vintertid utnyttja det som värmekälla för värmepumpen för husets värmeförsörjning. I den mån gårdens värmeöverskott ej räcker utnyttjas även värme från uteluf-ten för laddning.

Lagret anläggs i ett källarutrymme i Suncourthuset under husets cykelförråd. Lagret består av 25 borrhål 80 m djupa, se fig 9:13. Jorddjupet från golvnivå ner till berg varierar från 0 m till ca 7 m. Genom jorden och ner till fast berg drivs foderrör av stål. Borrhålens diameter är 115 mm. I borrhålen installeras en slang i form av ett U-rör av PEM NT6 med 32 mm ytterdiameter. Borrhålen är parallellkopplade med ett rörsystem som är upphängt i källarutrymmet och helt åtkomligt, se fig 9:11.

Syftet med borrhålslagret i FoU-projektet Suncourt är att demonstrera borrhålslagringstekniken som en komponent med bestämda funktionskrav i ett husuppvärmningssystem. Projektet ska ge erfarenheter beträffande dimensionering, anläggningsteknik och termodynamiska egenskaper och resultaten ska därigenom utgöra underlag för dimensionering av lager, främst i storlekar upp till några hundra tusen  $\text{m}^3$  som komponenter i byggnadsanknutna uppvärmningssystem. De större lagren är troligen de ekonomiskt mest intressanta. Erfarenheter av anläggningsteknik, termodynamiska egenskaper och regleringsteknik är även intressanta för applikation i fjärrvärmesystem.

### 9.5.2 Lagringsbehov och dimensionering

Lagrets roll för värmeförsörjningen framgår av effektvaraktighetsdiagrammet, fig 9:8.

Beräknade medeltemperaturer i lagret och temperaturer på inkommande cirkulationsvätska till lagret under en lagringscykel framgår av fig 9:9. Det är i princip möjligt att höja temperaturnivån i lagret så att cirkulationsvätskans temperatur ej understiger  $0^{\circ}\text{C}$ . Detta sker dock till priset av betydande lagringsförluster och är ej lönsamt i så små lager som detta.

Under ca 5 000 tim används gårdsluft och uteluft direkt som värmekälla för husets uppvärmning. Under 4 000 tim av dessa laddas lagret med totalt ca 160 MWh. Under årets ca 3 800 kallaste timmar används lagret ensamt som värmekälla för värmepumpen varvid uttaget ur lagret totalt blir ca 150 MWh.

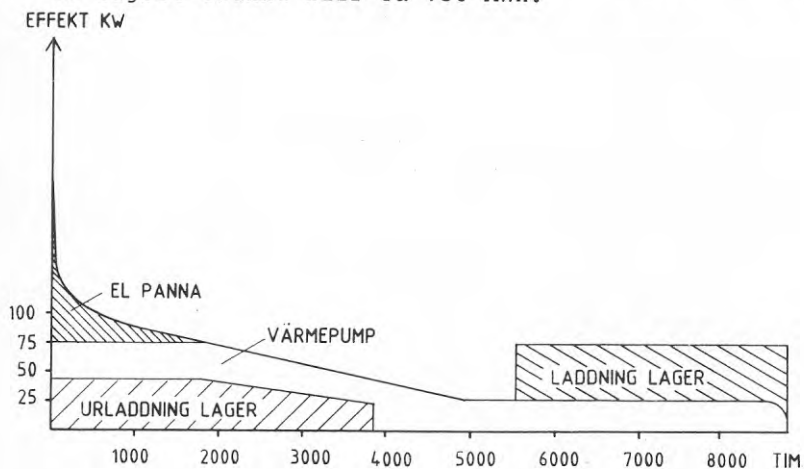


Fig 9:8 Effektvaraktighetsdiagram Suncourthuset. Geometriskt är lagret av kvastform. 25 hål på 80 m djup borraras med en delning i markplanet på 2 m och vid botten 5 m. Den engagerade bergvolymen blir ca 27 000 m<sup>3</sup>

### 9.6 Förutsättningar för värmelager i system med kraftvärmeproduktion

En analys av förutsättningarna för säsongvärmelager i kraftvärmeproduktionsanläggningar mot slutet av nittonhundratalet har nyligen genomförts, Hydén m fl (1985). Denna visar att det i stora kraftvärmesystem skulle kunna vara lönsamt med en värmelagringskapacitet motsvarande 5-7 % av årsenergibehovet. Härigenom

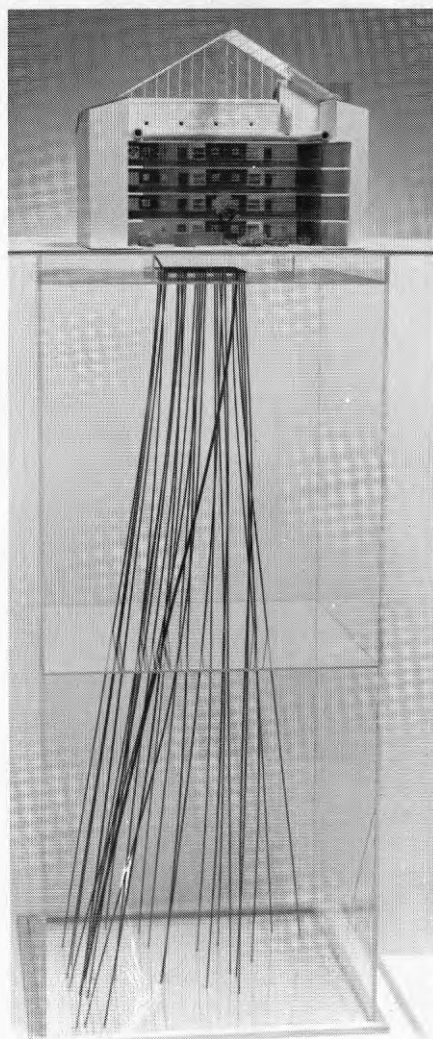


Fig 9:13 Skalmmodell av Suncourtshusets borrhålslager. Observera att borrhålen har dragits något åt vänster

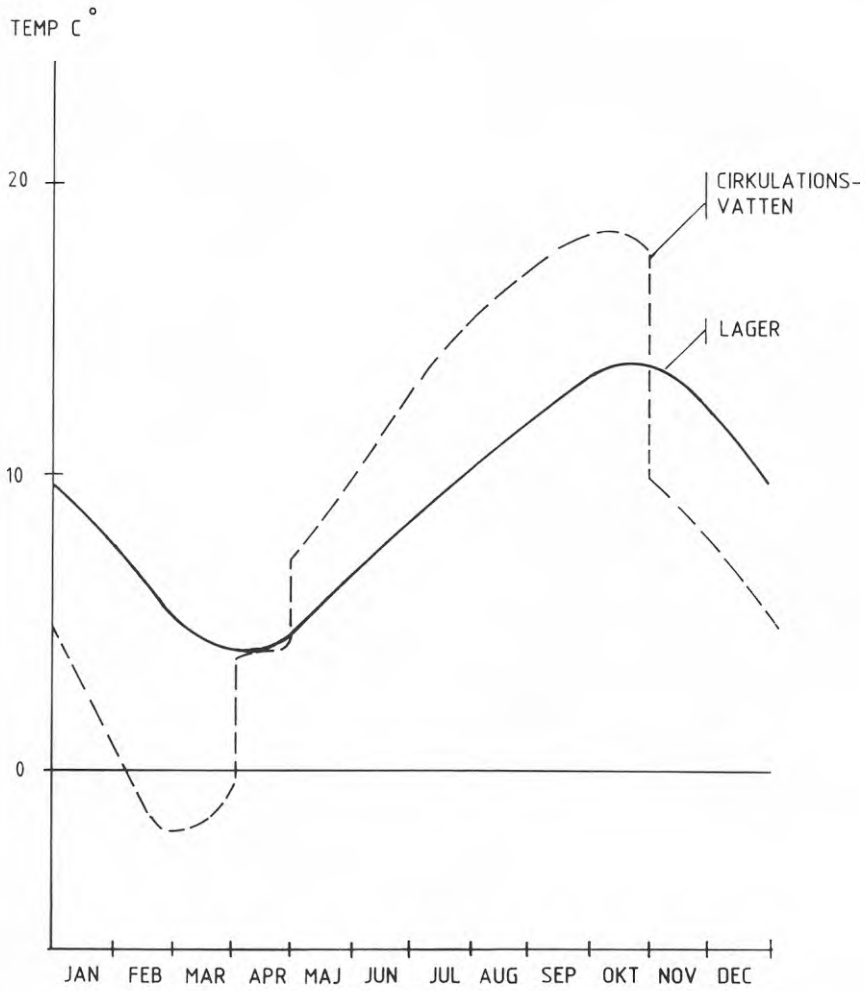


Fig 9:9      Temperaturförhållanden i Suncourtlagret



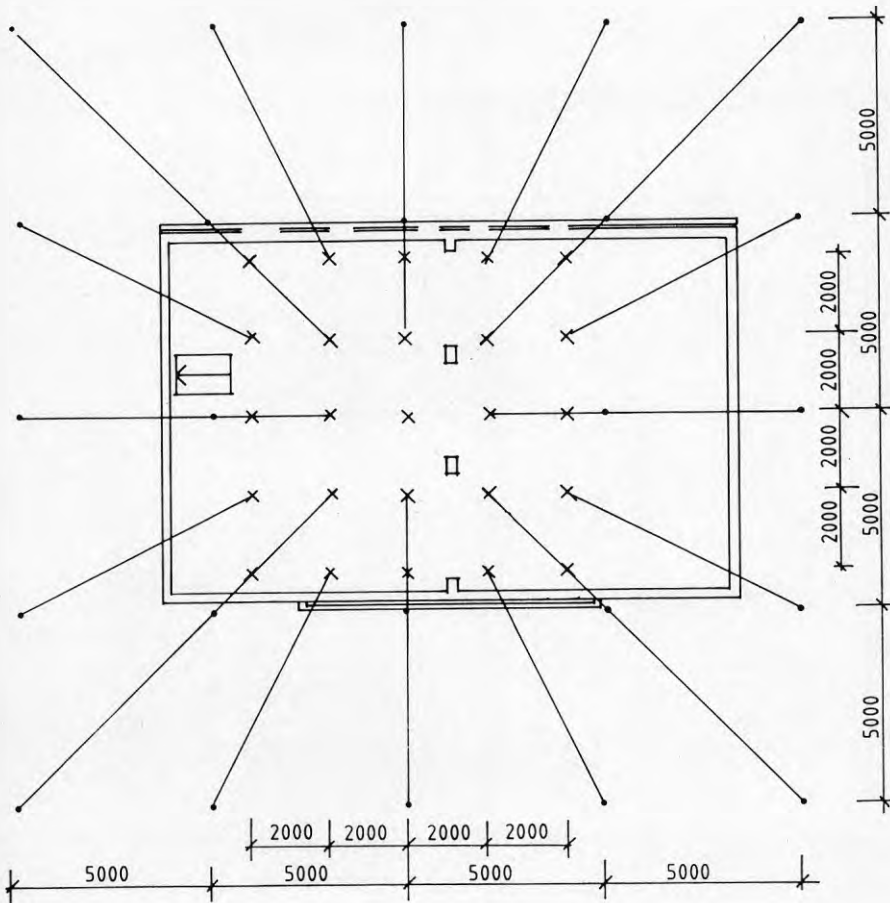


Fig 9:10 Borrplan Suncourtlaget

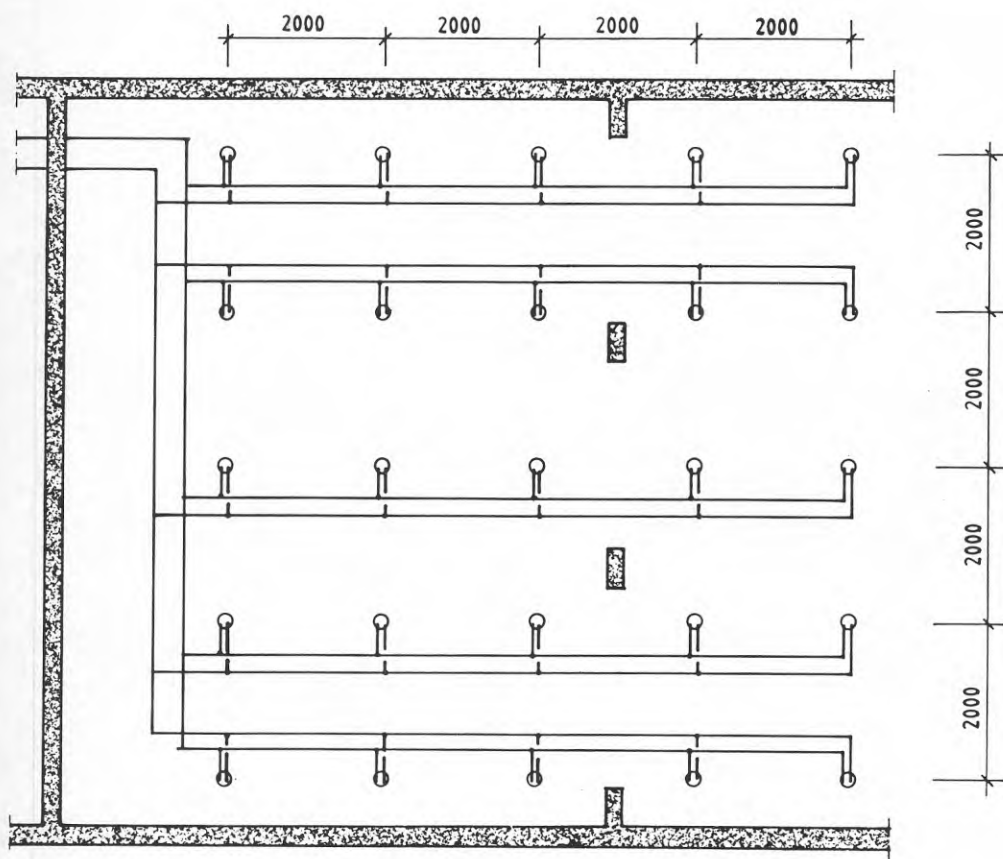


Fig 9:11 Rörplan Suncourtlaget

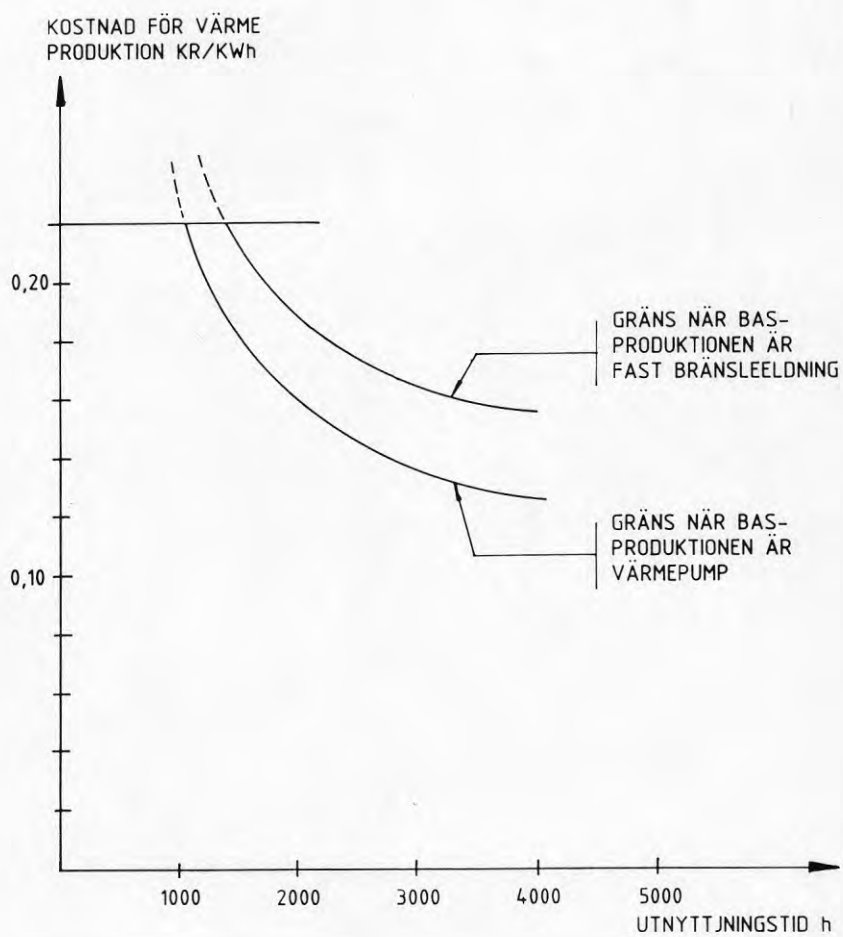


Fig 9:12 Ekonomiskt utrymme för säsongvärme-  
lager i fjärrvärmesystem

skulle bli elproduktionen på ett lönsamt sätt kunna ökas med ca 5 %. Om kraftvärmeverket ej kan regleras ned till sommarlastens värmebehov och enda alternativa värmeproduktion då är med olja kan lagret i stället utnyttjas för täckning av sommarlasten efter uppladdning på våren. Härigenom omsätts lagret 2 ggr per år och täcker därigenom totalt ca 15 % av årsvärmebehovet och ger en total ökning av elproduktionen med ca 10 %.

#### 9.7 Förutsättningar för värmelager i system med enbart värmeproduktion

##### 9.7.1 Centrala lager i fjärrvärmenät

Avsikten med ett säsongsvärmelager i ett fjärrvärmenät, centralt placerat vid värmeproduktionsanläggningen, är att man ska kunna ersätta oljeförbränning under perioder med stort värmebehov med ett billigare bränsle. Kostnaden för laddning, lagring och urladdning i värmelagret måste vara lägre än kostnadsskillnaden mellan laddningsenergin och kostnaden för alternativ värmeproduktion. Av kostnadsskäl är då i normalfallet tömning av värmelagret med hjälp av värmepump ej möjlig.

Det ur lagersynpunkt gynnsammaste fallet är när lagret planeras som en del av värmeproduktionsanläggningen och kan ges ett effektvärde som basproduktionsanläggning. Kostnadsutrymmet för värmelager, inklusive kostnaden för laddningsenergi, ser då i huvuddrag ut som i fig 19:12.

## 10 SIMULERINGSPROGRAM FÖR ENERGI-, EFFEKT- OCH TEMPERATURBERÄKNINGAR

För att man med rimliga arbetsinsatser skall kunna beräkna och stödja valet av olika lösningar är det nödvändigt att utnyttja avancerade simuleringsprogram.

### 10.1 DEROB

DEROB är ett kraftfullt datorprogram som ursprungligen utvecklades vid University of Texas i Austin, USA, med målet att skapa en lättillgänglig simuleringsmodell för analys av möjligheterna att utnyttja energitillskott från passiva solvärmesystem i byggnader och för energibalans- och temperaturberäkningar. Programmet har vidareutvecklats av forskare vid institutionen för byggnadskonstruktionslära, LTH.

I den version som används på VBB för bl a Suncourthuset har ytterligare mycket långtgående förändringar och kompletteringar gjorts, framför allt för att göra programmet "ingenjörsmässigt" operativt och lätt kontrollerbart ifråga om indata. Förfiningarna har utförts av personal på VBB med erfarenhet från andra, likartade program, t ex BRIS och TRNSYS. Arbetet har skett i samarbete med forskare från LTH och KTH.

Programmet beräknar transmissionsförluster, transmission och solinstrålning genom fönster, inverkan av ventilation och infiltration, uppvärmning, kylning, värmeväxling, temperaturer i lokaler och överglasade gårdar.

Som indata används en noggrann geometrisk beskrivning av hela byggnaden, byggnadens orientering och avskuggningsförhållanden, data för omslutande och volymiskiljande väggar, tak och golv, ventilation, infiltration, värmeväxlare, regleringsstrategier, rörlig solavskärmning, timvisa väderdata (direkt och diffus solinstrålning, utetemperatur, relativ luftfuktighet, vindhastighet, lufttryck) och interna värmetillskott.

Följande värden registreras i kWh/dygn: transmissionsförluster; energiförluster av ventilation; energiförluster av infiltration; tillförd internvärme (belysning, apparater m m); tillförd värme (betald energi); tillförd kyla (betald energi); energivinster genom solinstrålning; energivinst genom värmeväxling; i byggnadsstomme och inventarier upplagrad energi.

Motsvarande värden erhålls också för varje månad och för hela simuleringsperioden. Dessutom finns möjlighet att beräkna bl a yttemperaturer på invändiga begränsningsytor.

För simulering av ett års drift utnyttjas väderdata från SMHI med lokala timvärden för Stockholm för direkt och diffus solinstrålning under 1971.

1971 kan betraktas som ett referensår med typiska förhållanden. Ett referensår som beräkningsgrund ger möjligheter att studera hur verkliga vädervariationer påverkar en byggnad.

Till DEROB har ett grafiskt tredimensionellt program anslutits. Sedan byggnaden programmerats kan den redovisas från valfri perspektivpunkt vilket ger en god kontrollmöjlighet av geometriska indata, se fig 10:1.

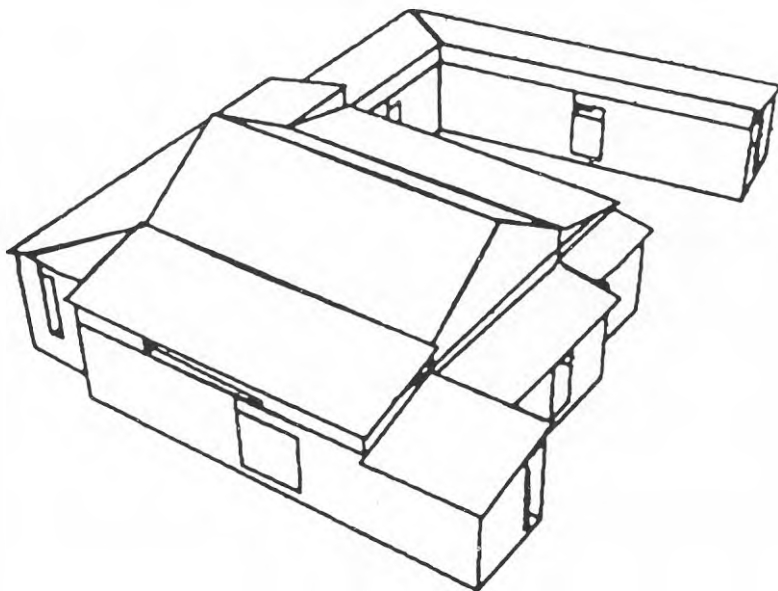


Fig 10:1 Geometrisk kontrollredovisning av volymindata från DEROB. Kontroll sker med valfri perspektivpunkt

## 10.2 BRIS

Datorprogrammet BRIS version 3.04 (BRIS 1982) är i första hand avsett för noggrann beräkning av inomhusklimat samt värme- och kylbehov i rum. Det används främst i samband med projektering av kontorshus och då speciellt för att dimensionera värme- och kylanläggningar.

BRIS bygger på grundläggande fysikaliska samband.



Begreppet 'rum' är centralt i byggnadsbeskrivningen. Ett 'rum' i beskrivningen kan alternativt representera ett rum, flera rum med snarlika egenskaper och utsatta för ungefär samma påverkan utifrån eller ett antal närliggande rum, för vilka värmeflödena mellan rummen kan försummas.

I den aktuella BRIS-versionen måste rummet ha formen av ett rätblock. Den byggnad, vars termiska funktion skall simuleras byggs upp av ett antal angränsande rum.

Värmeflödena genom väggar och bjälklag antas vara endimensionella. Fouriers värmeledningsekvation löses numeriskt genom differensapproximation.

Värmeutbytet genom långvågig strålning mellan ytor inomhus beräknas med Stefan-Boltzmanns strålningslag.

Solinstrålningen genom fönster antages spridas diffust från fönstrets inneryta och absorberas av rumsytorna i enlighet med i indata givna reflektionsfaktorer. Mängden 'inläckt' solvärme beräknas såsom inläckningen genom ett tvåglasfönster multiplicerad med i indata givna avskärmningsfaktorer. Fönstrens mått avser glasdelen, och hänsyn tas ej till karm och båge. Timkvärden för solinstrålningen läses från en väderdatafil. Normalt användes även i BRIS 1971 års värderdata.

Intern värmeavgivning från belysning är en funktion av i indata givna scheman. Av den totala belysningseffekten omvandlas i standardfallet 20 % till ljus, 25 % till långvågig strålning och 55 % till värme, som överförs konvektivt till rumsluften.

Värmeavgivning från personer är en funktion av inomhus-temperaturen och ett i indata givet närvaroschema.

Uppvärmning sker dels genom att tilluften värms, dels genom direktverkande radiatorer.

Ventilationssystemet innehåller funktioner för till- och frånluft samt för återlufts-inblandning och värmewäxling. Flöde, tillufttemperatur samt förvärmning och kylning av tilluften kan styras.

Både DEROB och BRIS har utnyttjats av planeringsberedningen i Stockholms stad för kontrollberäkningar av byggnaderna i det s k stockholmsprojektet, se 10.3.

### 10.3 Utnyttjande av simuleringar i Suncourtprojektet

Vid förprojektering och detaljprojektering av kv Höstvetet har ett stort antal DEROB-simuleringar genomförts. Med hjälp av dessa simuleringar har sedan successiva förfiningar och parameterstudier gjorts.

I ett gemensamt projekt har Stockholms stad genom Planeringsberedningens kansli initierat parallella simuleringar med BRIS och DEROB av samtliga objekt

inom det s k Stockholmsprojektet. Resultaten innebär i allt väsentligt en ömsesidig samstämmighet mellan de två programmens förutsägelser. Se vidare Stockholmsprojektet - effekt- och energisimuleringar.

#### 10.4 Beräkningsmetod för Suncourthuset

För beräkning av transmission genom väggar delas väggen in i ett antal skikt med en nod (punkt för vilken beräkningar utföres) i varje skikt. Antalet noder och deras fördelning i väggen väljs automatiskt så att största möjliga noggrannhet erhålles. Varje yta förses med ytnoder för hantering av bl a strålning. Genom att arbeta med geometriska koefficienter (olika för olika klockslag och tider på året) som anger hur stor del av volymens övriga ytor (inkl fönster) som ytan "ser" uppnås en mycket detaljerad behandling av strålningen i volymen.

Programmet arbetar i tidssteg om en timma och itererar i varje tidssteg tills balans erhålles.

#### 10.5 Beräkningsresultat

För varje timme under simuleringsperioden erhålles följande resultatdata för var och en av volymerna:

- o temperatur°C
- o energi till värmning kWh
- o energi till kylning kWh

Dessutom redovisas timvis ingående data i beräkningen för

- o utetemperatur°C
- o solinstrålning på horisontelllyta ( $W/m^2$ )

Varje dygn erhålles max-, medel- och min-värdet av ovanstående variabler.

Dessa värden erhålles också för varje månad och för hela simuleringsperioden.

Genom att använda ett helt år som simuleringsperiod ger värdena automatiskt effektbehovet för uppvärmning och kylning.

Varje dygn erhålles vidare en fullständig energibalans per volym och totalt. Följande värden registreras i kWh/dygn

- o energivinst genom värmväxling
- o transmissionsförluster
- o energiförluster av ventilation
- o energiförlust av infiltration
- o tillförd internvärme (belysning, apparater m m)
- o tillförd värme (betald energi)
- o tillförd kyla (betald energi)
- o energivinster genom solinstrålning

Motsvarande värden erhålles också för varje månad och för hela simuleringsperioden. Utöver ovanstående finns dessutom möjlighet att beräkna bl a yttemperaturer på invändiga begränsningsytor.

Simuleringar har dels genomförts som energibehovsberäkningar och dels som effektbehovsberäkning för dimensionering av byggnadens två värmepumpar. Flera olika driftfall har simulerats. De tre intressantaste driftfallen har varit parameterstudier beträffande husets geometiska utformning med glastak. Driftfall 1A, se fig 10:2 avsåg Suncourt-byggnaden byggd enligt reglerna SBN80. Driftfall 2A, se fig 10:3 avsåg Suncourt-byggnaden byggd med den yttre klimatskärmen som ej ansluter mot gården enligt ELAK-normen och de väggar som ansluter mot gården enligt SBN80. De fönster som ligger mot gården är beräknade med ett K-värde motsvarande  $3 \text{ W/m}^2\text{°C}$ , se vidare kap 11. Driftfall 3A, se fig 10:4 lika som 2A dock med gården överglasad.

Beräkningarna redovisar endast husets behov av värmning och tar ej hänsyn till behovet av tappvarmvatten och hushållsel. Programmet tar dock hänsyn till eventuellt tillskottsvärme från dessa. För temperaturberäkningar redovisas endast här de intressanta dagarna under referensåret 1971. Beräkningarna redovisar dels de temperaturer som spontant uppträder i gårdarna när dessa ventileras enbart med hjälp av termiska drivkrafter och dels när man utnyttjar kyleffekterna från husets två värmepumpar.

Fall 3A fig 10:4 redovisar ett årligt köpt energibehov för värmning på ca  $35 \text{ kWh/m}^2$  lägenhetsarea år. Den totala uppvärmda arean är ca  $6\,000 \text{ m}^2$ . Behovet av tappvarmvatten har antagits till ca  $40 \text{ kWh/m}^2$ . Se även avsnitt 12.2.5 Energiredovisning.

Fig 10:5 redovisar Suncourt-husets energibalans med hänsyn till spareffekten av värmepumpar i kombination med säsongsvärmelagret. Det köpta värmebehovet för lägenheterna beräknas bli ca  $40 \text{ kWh/m}^2\text{.år}$  för värmning och tappvarmvatten. Det är viktigt att framhålla att de framtagna värdena är beräknade simuleringsresultat. Suncourt-huset är i sig mycket energisnålt med sin högisolerade klimatskärm. De beteendemässiga faktorerna och andelen s k gratisenergi får därför en mycket stor betydelse och kan naturligtvis påverka resultaten i betydande grad. Se även avsnitt 12.2.5 Energiredovisning.

De beräknade värdena är baserade på behovet av köpt värme under uppvärmningssäsongen. Eventuell individuell komfortventilation sommartid är ej medtagen. Intressant att notera är att husets beräknade värmebehov är mycket lågt emedan den totala energiomsättningen, hushållsel, fläktar, pumpar m m proportionellt är ganska hög. Detta ger en indikation till att kraftfulla ansträngningar måste göras för att få fram effektsnålare installationer till våra byggnader.

# DEROB-VBB

## ENERGIBALANS I kWh

### HÖSTVETET 1 FALL 1A ALLA VOLYMER

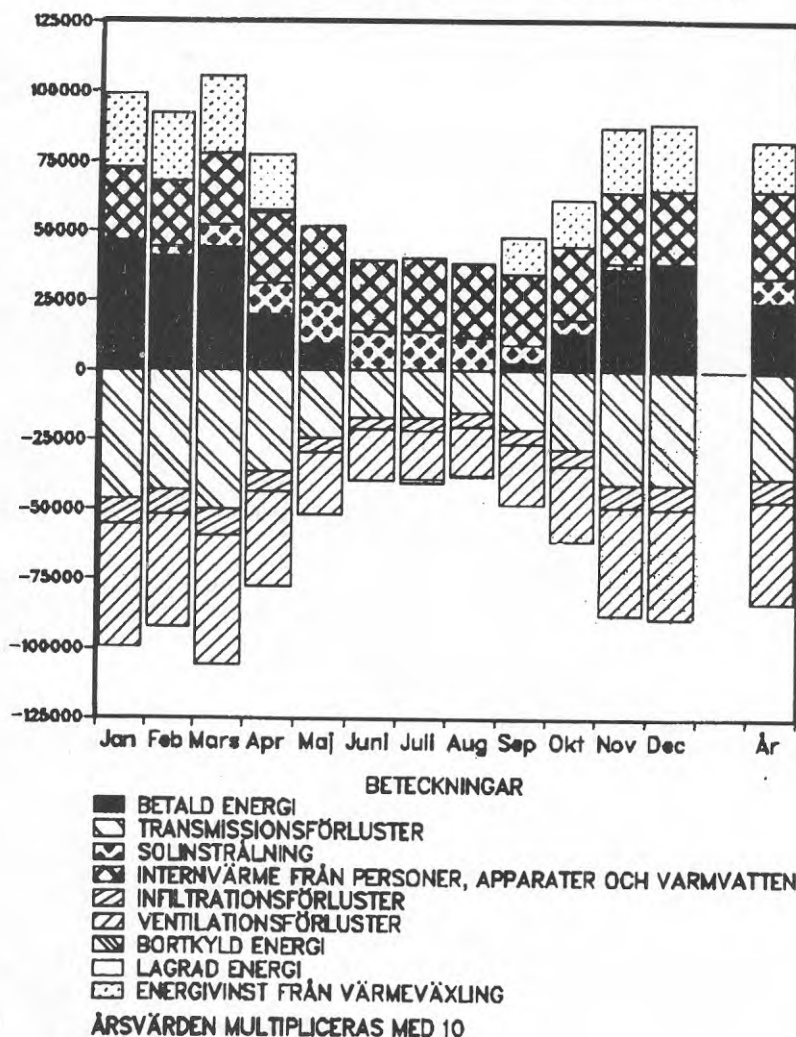


Fig 10:2 Energibalans för SBN 80 hus med samma geometriska utformning som Suncourt utan glastak exkl varmvatten. Obs. Transmissionsförlusterna under sommarmånaderna beror på att inomhustemperaturen i lägenheterna i simuleringen blir väsentligt högre än +20°C, gäller även fig 10:3 och 10:4

# DEROB-VBB

## ENERGIBALANS I kWh

### HÖSTVETET 1 FALL 2A ALLA VOLYMER

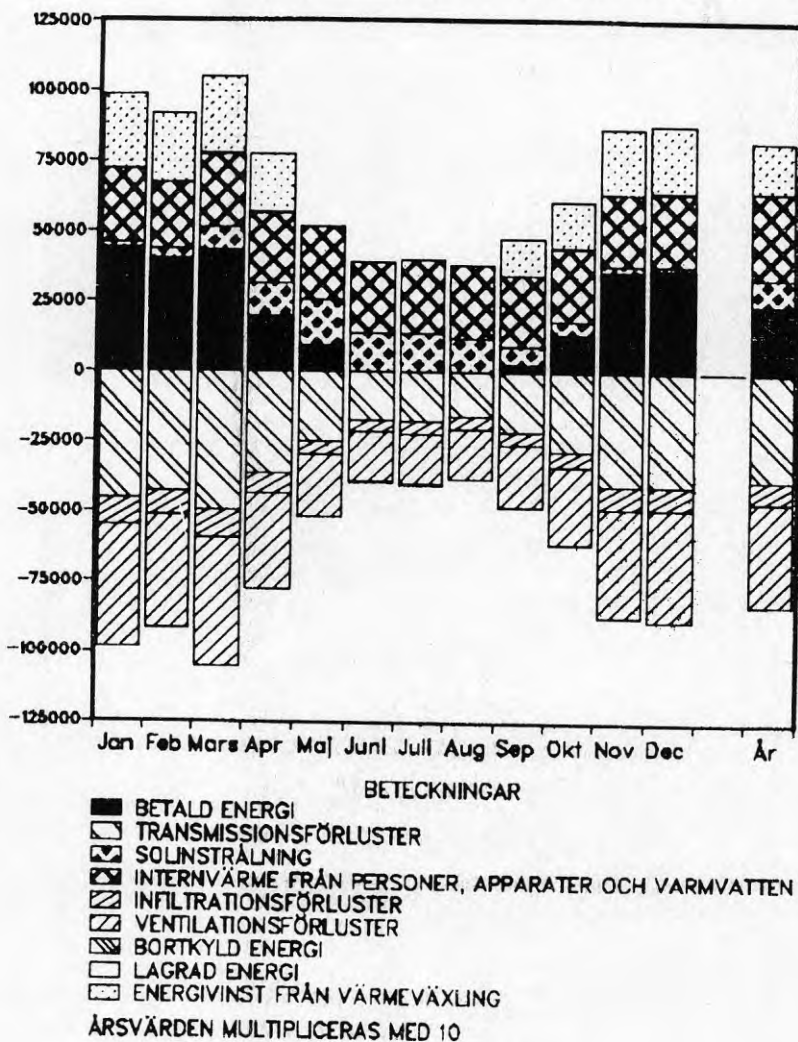


Fig 10:3 Energibalans för ett SBN 80/85 hus utan glastak exkl varmvatten



# DEROB—VBB

## ENERGIBALANS I kWh

### HÖSTVETET 1 FALL 3A ALLA VOLYMER

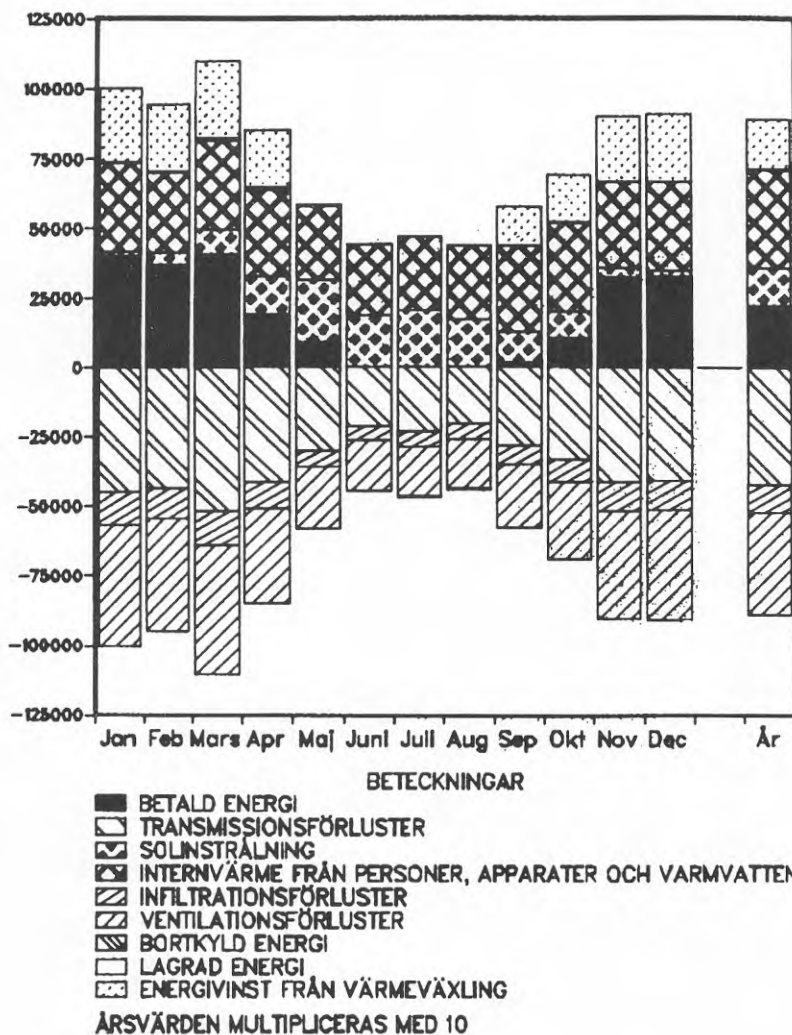


Fig 10:4 Energibalans för Suncourt-huset med glastak, men utan värmepump



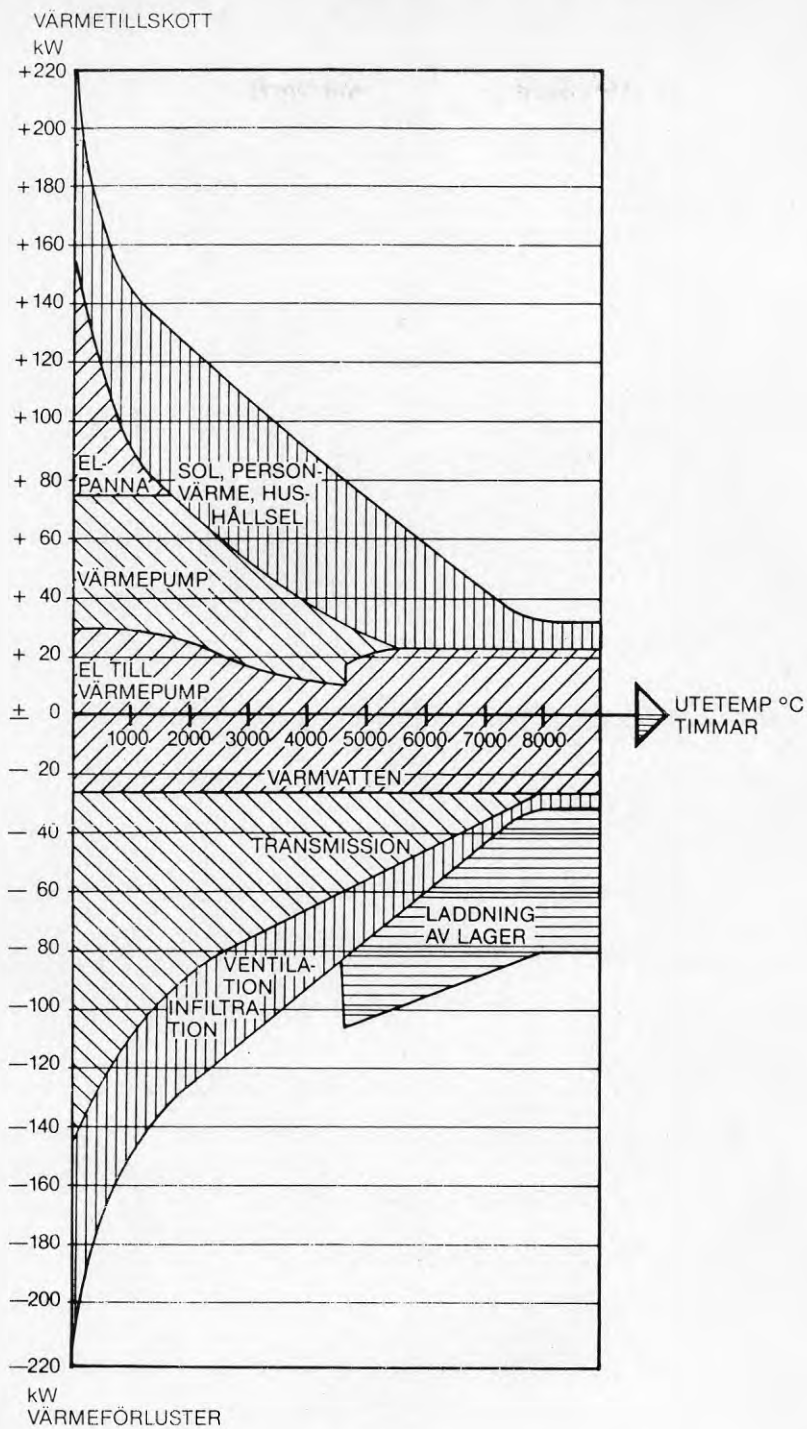


Fig 10:5 Effektvaraktighetsdiagram på Suncourthuset

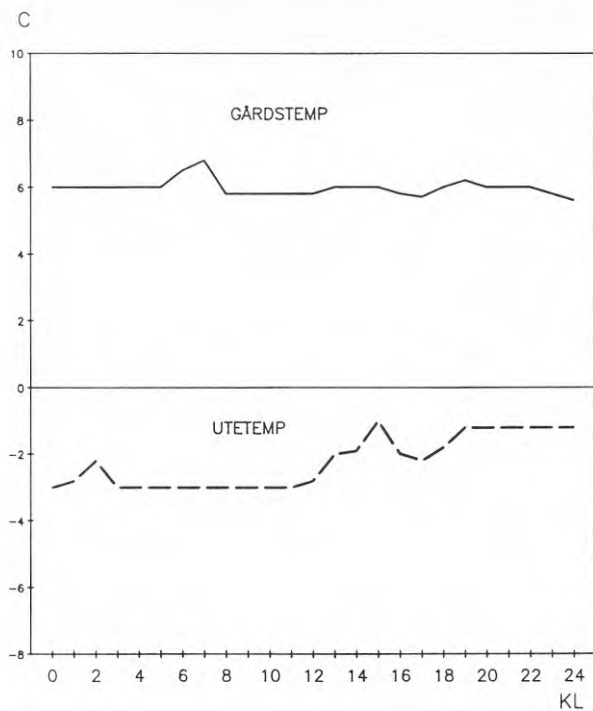


Fig 10:6 Temperaturförloppet en normal vinterdag den 15 januari referensåret 1971

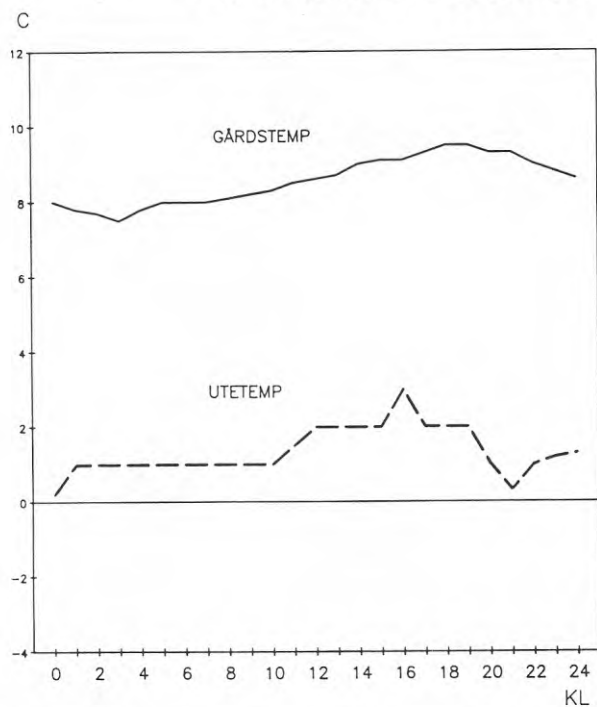


Fig 10:7 Temperaturförloppet en normal vårdag den 20 mars referensåret 1971

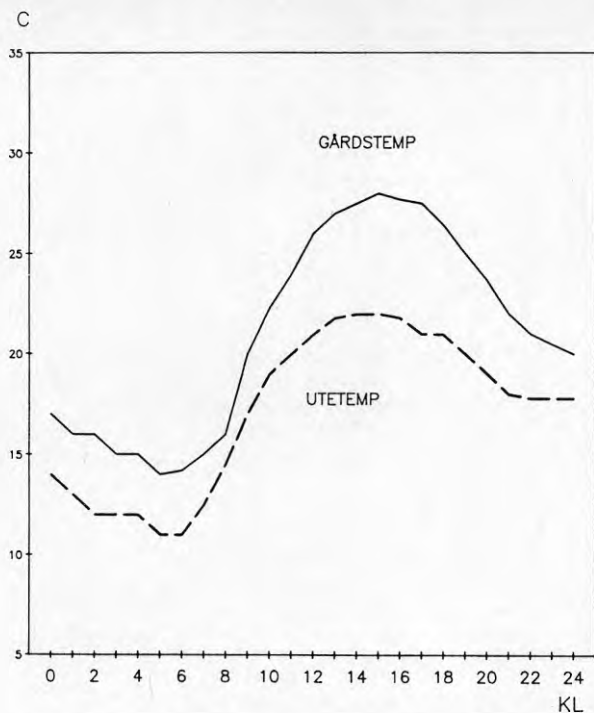


Fig 10:8 Temperaturförloppet en normal sommardag den 24 juli referensåret 1971

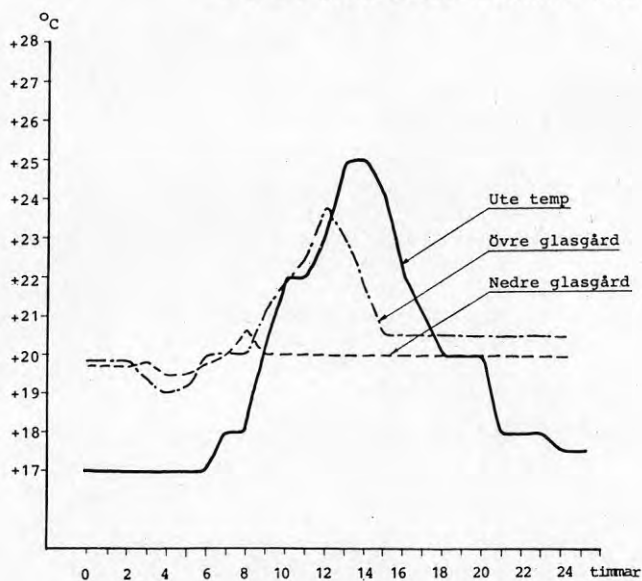


Fig 10:9 Temperaturförloppet en varm sommardag den 29 juli referensåret 1971. För driftfallet den 29 juli utnyttjas kyleffekter från värmepumparna. Temperaturerna är angivna för två nivåer i gården

## 10.6 Energibalansprogrammet VEP

Programmet använder sig av en beräkningsmodell som bygger på månadsvisa balanser där energiförlusterna balanseras av tillförd energi. Den matematiska modellen baseras på BKL-metoden som har utvecklats vid institutionen för byggnadskonstruktionslära vid Lunds Tekniska Högskola (se Adamson och Källblad BFR R19:1984). BKL-metoden har vidareutvecklats på persondator IBM av VBB, Stockholm.

### 10.6.1 Energiförluster

Energiförlusterna består av transmissions-, ventilations- och övriga förluster. Vid beräkning av förlusterna antas månadsmedelvärdet för utetemperaturen gälla för alla dygn under månaden. Värdena på utetemperatur är hämtade från SMHI ur statistik från referensåret 1971.

Transmissionsförlusterna bestäms med utgångspunkt från byggnadens uppvärmda area. k-värden beräknas enligt reglerna i SBN (Svensk Byggnorm). Flera olika k-värden kan ansättas på klimatskärmen vid denna beräkning. Solinstrålning genom fönster beräknas som ett energitillskott, se nästa avsnitt.

Beräkningarna avser balanserad ventilation med värmeåtervinning. Hänsyn tas till drifttid (dag, natt), basflöde, lågt flöde, forcerade flöden. Luftläckaget (genom byggnadens klimatskal) kan varieras.

Övriga förluster antas för bostäder vara energin för varmvattenuppvärmning samt en del av hushållsenergin och energin till frånluftsfläktar. Till detta kommer eventuella förluster vid värmeproduktionen och -distributionen.

För varmvattenproduktion ges möjligheter att ansätta egna uppskattade värden. Alternativt kan varmvattenberedningen för bostäder beräknas ur kallvattenleveranser till fastigheten och ur utgående temperatur på varmvattnet. På detta sätt kan energibesparingar uppskattas både vid installation av snålspolande armaturer och för sänkning av varmvattnets utgående temperatur.

### 10.6.2 Energitillskott

Energitillskottet består av tillgodogjord del av t ex hushållsel, belysning, hissar, maskiner (eller energi från andra energialstrande apparater), varmvatten, solenergi och personvärme samt energi från uppvärmningssystemet. Samtliga värden ansätts med hänsyn till när under dygnet (arbetstid, natt, helg) energin finns tillgänglig. För belysning tas även hänsyn till när under året energin är tillgänglig.

Energitillskott i form av hushållsel, belysning, hissar m m, och varmvatten kan varieras beroende på typ av verksamhet, reglersystem, byggnadstyp etc. Vissa s k defaultvärden har lagts in i programmet. Dessa värden, som baseras på tillgänglig statistik, antas gälla för t ex en normalbostad.

Solvärmetillskottet genom fönster bestäms av ett varaktighetsdiagram som erhållits ur analyser av uppmätt direkt och diffus solinstrålning hämtade från SMHI och från referensåret 1971. Soltillskottet kan reduceras med hänsyn till bl a inverkan av avskärmning från persienner, gardiner etc. och skuggning från träd och andra byggnader.

Personvärmen uppskattas med hänsyn till hur många personer som normalt finns i byggnaden och hur lång tid personerna uppehåller sig där.

V B B - S T O C K H O L M  
R E S U L T A T V E P  
=====

FÖRLUSTER (kWh/mån)					TILLSKOTT (kWh/mån)				
					UTNYTTJAD INTERN VÄRME TILLSATT				
mån	trans.	vent.	läck.	Summa	el	VV	Pers.	Sol	Uppvärm.
Jan	51465	13967	8176	73607	17907	0	4010	4216	47475
Feb	47309	12839	7515	67663	16318	0	3655	5145	42545
Mar	46521	12625	7390	66536	17907	0	4010	10429	34189
Apr	33928	9207	5390	48525	15754	0	3881	16429	12462
Maj	22249	6038	3534	31821	15465	0	4010	12342	4
Jun	11092	3010	1762	15864	12299	0	3565	0	0
Jul	4944	1342	785	7071	5407	0	1665	0	0
Aug	7641	2074	1214	10929	8473	0	2456	0	0
Sep	16964	4604	2695	24263	14966	0	3881	5119	297
Okt	28991	7868	4605	41464	17907	0	4010	9552	9995
Nov	37408	10152	5943	53502	17329	0	3881	5617	26675
Dec	44723	12137	7105	63964	17907	0	4010	3409	38638
År	353235	95862	56114	505211	177637	0	43034	72259	212282

KÖPT ENERGI (kWh/mån)				
mån	värme	VV	el	summa
Jan	47475	24131	29173	100779
Feb	42545	24131	26585	93262
Mar	34189	24131	29173	87494
Apr	12462	25228	26263	63953
Maj	4	21938	26121	48063
Jun	0	19744	23309	43053
Jul	0	12066	23069	35134
Aug	0	16453	24086	40539
Sep	297	23034	25278	48610
Okt	9995	24131	29173	63300
Nov	26675	24131	28232	79039
Dec	38638	24131	29173	91943
År	212282	263250	319635	795167

TILLGÅNGLIG INTERNVÄRME (kWh/mån)			
VV+el	person- värme	sol- värme	översk. värme
17907	4010	4216	0
16318	3655	5145	0
17907	4010	10429	0
15754	3881	16527	98
15465	4010	24632	12290
13391	3881	24385	25792
13023	4010	23788	33750
13837	4010	20103	27022
14966	3881	12999	7880
17907	4010	9552	0
17329	3881	5617	0
17907	4010	3409	0
177637	47250	160803	106832

Fig 10:10 Energibalansberäkning utförd med dataprogrammet VEP. Beräkningarna avser Suncourt--huset utan glastak och utan värmepump, men i övrigt samma förutsättningar som vid DEROB-simuleringarna. Beräkningarna överensstämmer i det närmaste exakt med motsvarande beräkning med DEROB enl fig 10:3. Den årliga totala energiförbrukningen för värmning är 212 MWh och för varmvattnen 263 MWh. Tas hänsyn till energispärefekten från den överglasade gården minskar värmningen med ca 20 MWh, jämför med fig 10:4.



## 11. BYGGNADSUTFORMNING OCH BYGGNADSTEKNISKA LÖSNINGAR

## 11.1 Byggnadsutformning

Kv Höstvetet ligger i stadsdelen Hagsätra, ca 1 mil söder om Stockholms centrum. Området är relativt plant och omges på samtliga sidor av högre terrängformationer. Norr om området finns tre bostadshus i fyra våningar. Söder om kvarteret finns ett smalt parkstråk och tvåvånings radhusbebyggelse. I öster gränsar området till parkmark och lekpark.



Fig 11:1 Fasad mot söder

Suncourthuset är ett loftgångshus uppfört enligt reglerna för statlig belåning och omfattar en fyrsidigt kringbyggd överglasad gård och två längor kring en öppen gård. Byggnaden rymmer 71 lägenheter upplåtna med hyresrätt, varav 42 2:or, 17 3:or och 12 4:or. Att merparten av lägenheterna är 2:or beror på att det i loftgångshus endast godtas att kök och badrum orienteras mot loftgång. Endast hörn kan därmed utnyttjats för större lägenheter.

Boendeparkering sker på mark intill bostadshuset och på mark sydväst om kvarteret.

Angöring till fastigheten sker via parkeringsplatsen. Avståndet från angöringsplats till bostadshusets huvudentré är ca 15 m. Via huvudentrén når man den överglasade gården, "husets hjärta", som innehåller vinter-

trädgård med både vintergröna och bladfällande växter, sittgrupper, pergola och sandlåda. Glasgården ger hyggligt höga temperaturer även vintertid, ca 10°C högre än utetemperaturen. Vid stark kyla kan dock temperaturen i gården stundtals understiga 0°C. Detta gör det möjligt för de boende att under en stor del av året använda sin närmiljö på ett helt annat sätt än i gängse bebyggelse. Barnen kan vara måttligt påbyltade och leka nära grönska och i sandlådor som aldrig fryser. Den närmaste omgivningen blir trygg och grannkontakterna i den stora ljusgården får möjlighet att utvecklas på ett helt annat sätt än i traditionella flerbostadshus.

I anslutning till glasgården ligger husets gemensamma möteslokal, som kan användas för gemensamma fester, kurser och andra aktiviteter, samt husets fyra tvättstugor, varav två ligger i entréplanet. Under utvärderingstiden utnyttjas träfflokalen som utställnings- och informationslokal för besökare.

Loftgångarna i glasgården nås via två trapphus, varav det ena ansluter till två hissar som betjänar hela huset, inklusive lägenheterna kring den öppna gården.



Fig 11:2 Interiör av den överglasade gården

Genom de indragna lägenhetsentréerna uppstår en ostörd och fredad yta framför varje bostad. Detta ger även

liv åt loftgången. Köket har försetts med fönster över hörn, som ger utblickar och visuell kontakt med den egna uteplatsen. Fönsterplacering är också vald med hänsyn till insynsskydd.



Fig 11:3 Uteplats under loftgång

Lägenheternas planlösningar är enkla med klara rumssamband. För att få öppenhet och genomsikt förbinds vardagsrum och kök med glasdörr. Ytterdörren har försetts med överljus, se vidare kapitel 6.

För anslutning till den befintliga bebyggelsen har huset tegelfasader. Genom fönster över hörn blir byggnadens karaktär lättare, samtidigt som utblickar åt flera väderstreck blir möjliga.

Fasaderna mot den överglasade gården har ytskikt av fasadtegel, minerit- eller gipsskivor. För att nå så bra akustisk miljö som möjligt har tegelpartierna murats med öppna stötfogar, loftgångarna har infällda ljudabsorbenter av träullsskivor på undersidan och gipsskivorna är slitsade, se vidare kapitel 7.

Genom att den östliga flygelbyggnaden innehåller tre våningar mot huvudbyggnadens fyra, och den utvändiga gården som bildas mellan huskropparna öppnar sig åt söder, skapas här ett vindskyddat uterum med bra sol- ljusförhållanden.

Flygelbyggnadens arkitektur är snarlik huvudbyggnadens, men loftgångarna är fristående konstruktioner, vilket eliminerar köldbryggor. Varje lägenhet i markplanet har en egen uteplats och för att skapa ett bra och



Fig 11:4    Cykelförråd

På varje våningsplan finns ett centralt placerat sopnedkast kopplat till en avfallskvarn, där soporna mals sönder och trycks ut i ett rör under mark till en i soprummet placerad container.

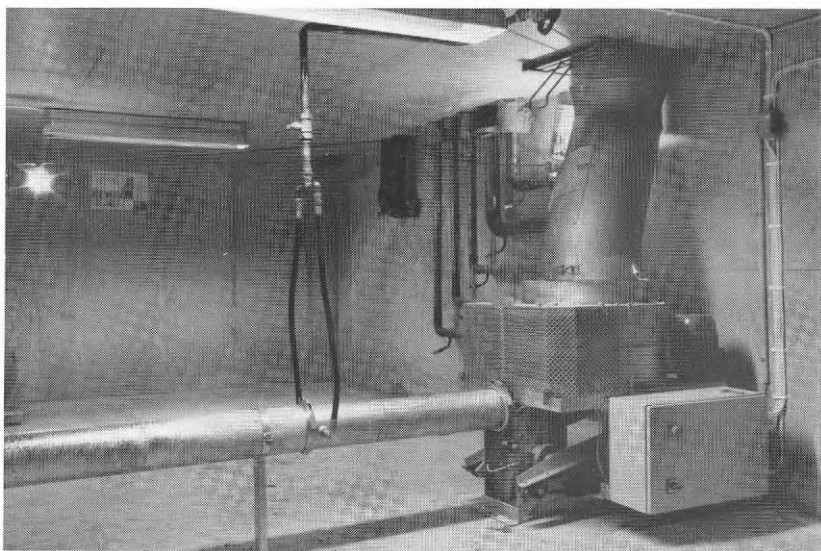


Fig 11:5    Avfallskvarn



ett bra och avskilt uterum även för lägenheterna ovanför markplanet, har dessa genomgående försetts med stora och rymliga balkonger.



Fig 11:6 Utvändig gård

Då huset saknar källarplan har alla lägenheter förråd på vinden.

Cykelförråden är placerade i husets entréplan och i två fristående byggnader, varav den ena också innehåller sop- och grovsoprum.



Fig 11:7 Norrfasad



Fig 11:8 Plan av bottenvåning

0 5 10 m





Fig 11:9 Balkonger, observera punktfästningen i vägg som är utformad för att undvika alltför stora köldbryggor

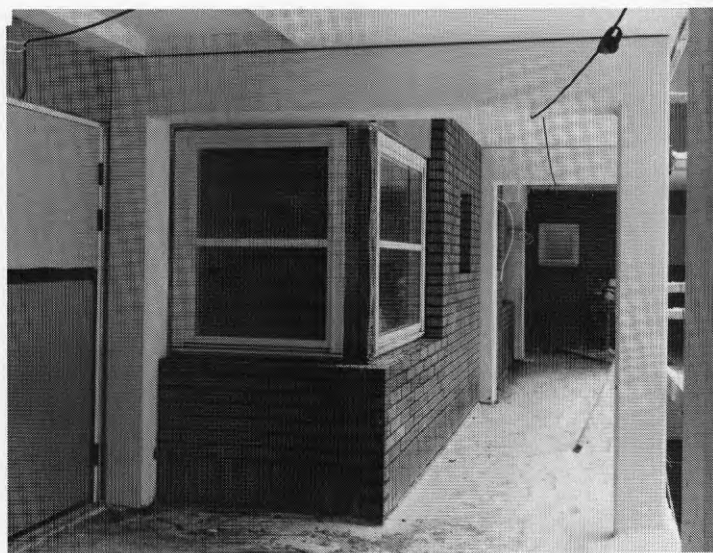


Fig 11:10 Utvändiga loftgångar helt fristående från yttervägg för att undvika köldbryggor

I husets entréplan ligger värmecentralen och i anslutning till denna husets borrhålslager, se vidare kapitel 9.

## 11.2 Byggnadstekniska lösningar

Suncourt är uppfört med en platsgjuten betongstomme med ytterväggar av lätta utfackningselement.

I bjälklagen har kanaliseringar för husets värme och ventilationsystem gjutits in. Detta medför att bjälklagstjockleken blir ca 250 mm, vilket i sin tur medger större spännvidder än normalt. Den stora spännvidden - 7,2 m - medför en stor flexibilitet och möjliggör framtida förändringar utan att några ingrepp behöver göras i den bärande stommen.

### 11.2.1 Grund

Grundläggningen mot det fria är utförd som platta på mark med kantförstyrning. Underliggande isolering är utförd med 100 mm Roofmate. Kantbalken isoleras med 60 mm Roofmate och som synlig yta 150 mm Lecablock 0,65/3. Markisolering är utförd med 80 mm Roofmate en meter ut från kantbalken. Fig 11.11.

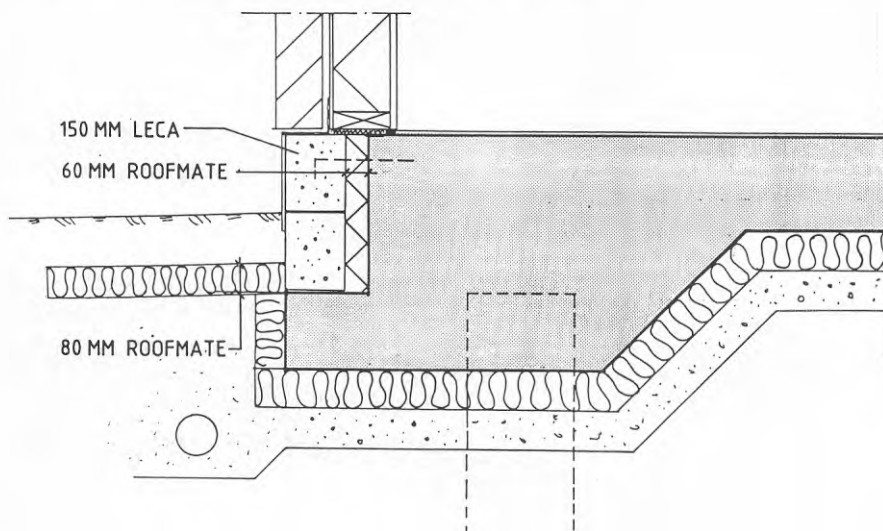


Fig 11:11 Sektion av kantbalk mot det fria

Grundläggningen mot den glasade gården har samma utförande som mot det fria. Kantbalken isoleras med 200 mm Leca murelement. Fig 11:12.

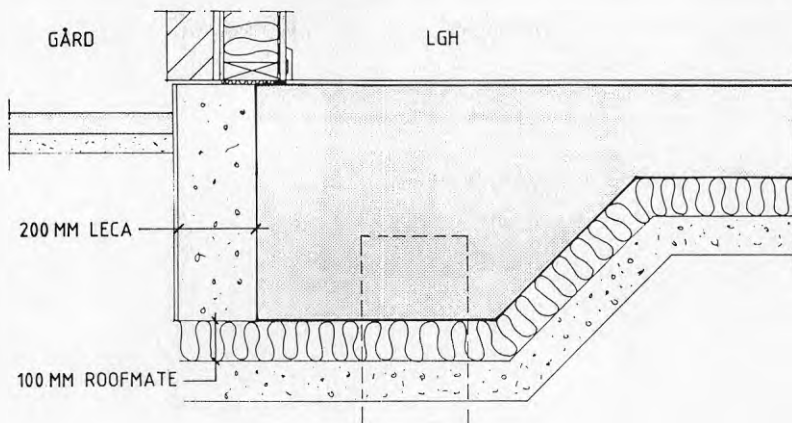


Fig 11:12 Sektion av kantbalk mot gård

### 11.2.2 Ytterväggar

Suncourt är uppfört med två typer av utfackningselement, mot det fria resp mot den inglasade gården.

Mot det fria är väggelementen uppbyggda med en värmeisolering av 145 mm poluretanisolering med gipsskivor på var sida. Fasadmaterialet är rött tegel. Poluretan är en cellplastisolering där de slutna cellerna innehåller freon, vilket ger elementen mycket goda värmetekniska egenskaper. k-värdet för elementet är i det närmaste hälften av ett motsvarande element isolerat med mineralull. Elementet är lätt att hantera på grund av sin låga vikt.

Elementskarvarna, som har en bredd på 30 mm, är täckta med förhådningspapp för att motverka ljudtransmission. Fig 11:13 och Fig 11:14.

De utvändiga elementen är upphängda på utsidan av bjälklagskant för att minska problemet med köldbryggor, se fig 11:15. Öppningen mellan över- och underkant av elementen är av brandtekniska skäl fyllt med mineralull. För att undvika ljudöverföring mellan lägenheterna är skarvarna täckta med förhydningspapp. Elementens genomsnittliga k-värde är beräknat till ca  $0,17 \text{ W/m}^2\text{°C}$ .

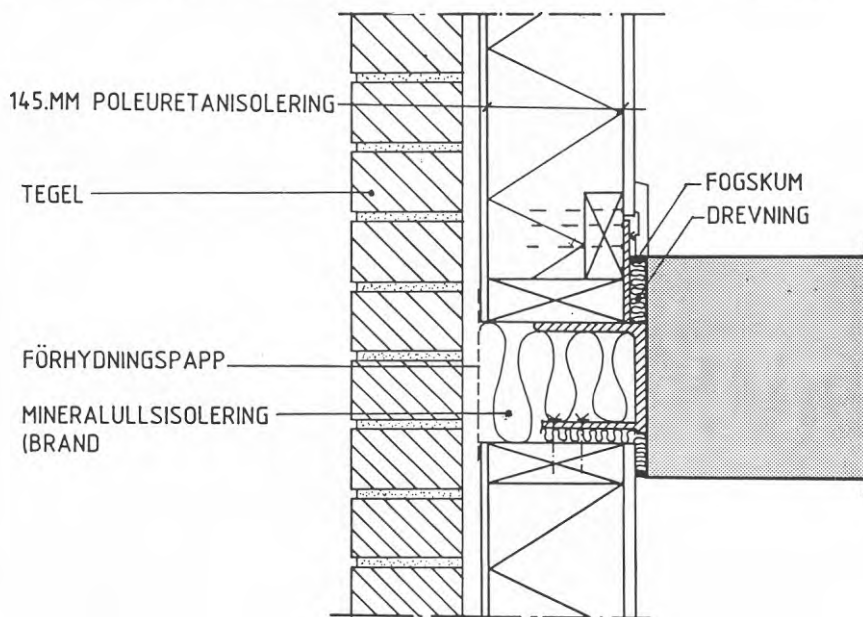


Fig 11:15 Vertikal sektion mot det fria av utfackningsväggs upphängning i bjälklagskant

Mot glasgården är utfackningselementen utförda med en traditionell träregelkonstruktion med 145 mm mineralullsisolering och gipsskivor på var sida.  $k=0,30 \text{ W/m}^2\text{°C}$ . Motivet är en önskan om förbättrat brandskydd mot gården och en bättre ljudisolering. Värmeförlusterna mot gården blir också låga genom att gården i genomsnitt har ca  $10\text{°C}$  högre temperatur än uteluften. Därmed blir det inte nödvändigt med en lika kraftig isolering mot gården som mot det fria. Fasadskiktet mot gården består av 120 mm rött fasadtegel respektive 10 mm interit. Fig 11:16.

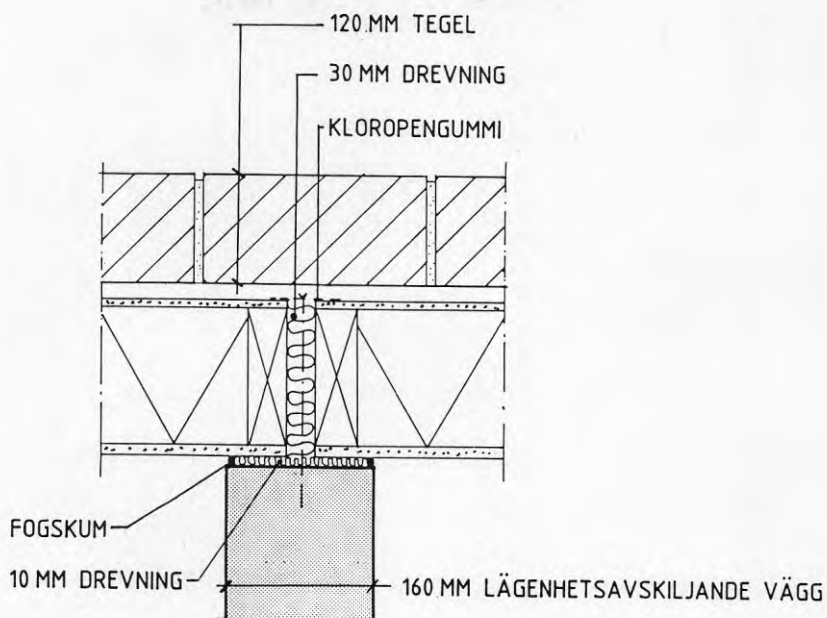


Fig 11:13 Horisontell sektion av utfackningsvägg mot det fria. Väggbuppbyggnad 13 mm gipsskiva, 145 mm poluretanoisolering 9 mm gipsskiva, luftspalt 120 mm fasadtegel

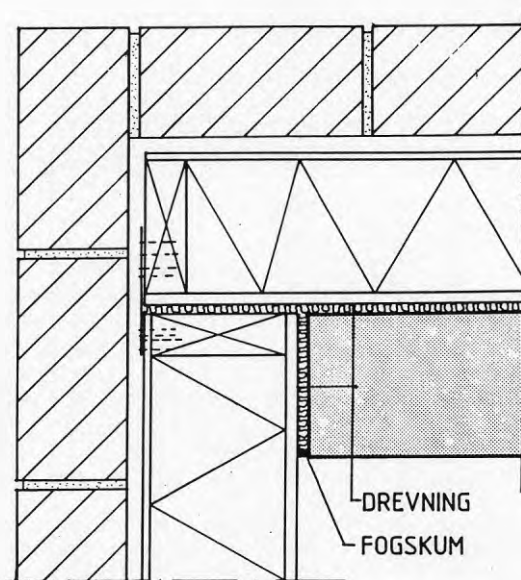


Fig 11:14 Horizontal hörnsektion av utfackningsvägg mot det fria

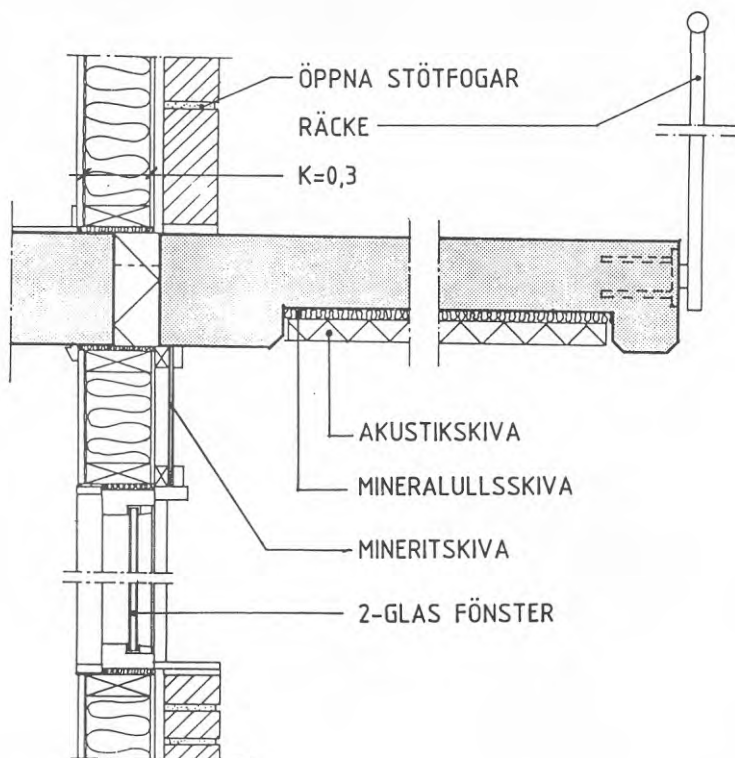


Fig 11:16 Vertikal sektion av utfackningsvägg och loftgång mot gård

### 11.2.3 Förvaringsutrymmen

Huset saknar källare. Undantag är värmelagret för vilket ett speciellt utrymme byggts under byggnadens cykelförråd. Motivet är enbart att värmelagret skall kunna demonstreras effektivt och pedagogiskt.

I avsaknad av källare utnyttjas vinden till lägenhetsförråd.

Konstruktivt är vinden byggd med uppstolpade prefabricerade stålreglar av fabrikat Gävleverken med yttertak av TRP-plåt.

Vindens övergolv är uppbyggt med 300 mm flamsäker cellplastisolering med 19 mm golvspånskiva som ytgolvskikt.  $k=0,12 \text{ W/m}^2\text{°C}$ .

### 11.2.4 Balkonger - loftgångar

Eftersom Suncourthuset med sin välisolerade klimatskärm i sig är mycket energisnålt får köldbryggor en relativt sett stor betydelse. Långa och ingående diskussioner fördes mellan JM Bygg och VBB beträffande utformningen av infästningen av balkonger och loftgångar. Den mest



attraktiva konstruktionen var från energisynpunkt en prefabricerad självhängande balkong. Ett annat alternativ som diskuterades var helt fristående balkonger. Båda dessa alternativ var ekonomiskt mycket ofördelaktiga och det var svårt att enbart med energiaspekter motivera dessa lösningar. Det slutliga alternativ som valdes var Ekebos fiberbetongbalkonger med enbart två stora punktfästningar, se fig 11:9. Köldbryggorna blir härmed begränsade. Balkongerna har fått rejäla mått för att medge möblering.

Motsvarande diskussioner fördes beträffande loftgångarnas utformning. För den inglasade gården valdes en platsbyggd traditionell loftgångslösning med intermitterta köldbryggor. Motivet var konstruktivt och risken för köldbryggor bedömdes måttlig eftersom temperaturen i gården under uppvärmningssäsongen ligger ca 10°C över utetemperaturen. Stegljudskrav till godkänd nivå klaras med hjälp av linoleummattor. I loftgångens sk sparkroppar placeras absorbentskivor för att reducera gårdens efterklangstid. (Fig 11:16, se även avsnitt 7).

Utvändig loftgång är en prefabricerad betongkonstruktion av typ Strängbetong. Konstruktionen är självbärande och helt frilagd från fasaden, se fig 11:10.

#### 11.2.5 Fönster

Fönster har valts med hänsyn till energi, brandkrav och placering. Mot gård gäller särskilda krav beroende på underkant av rökgasskikt, se avsnitt 8 Brandtekniska aspekter. Mot den överglasade gården används fönster med 2-glas försegled ruta. Fönstren (kök och badrum) är ej öppningsbara. Den yttre rutan mot gården är av typ Gemax klarglas som motstår värme motsvarande 300°C under 30 minuter. k-värdet är 3,0 W/m<sup>2</sup>°C. Vindsförrådets fönster mot den inglasade gården är brandklassade i F30 med ett av glasen av trådglas. Orsaken är risk för att rökgasskiktet kan hamna under vindsfönstren. I överstycket ovan för lägenhetsdörrar mot gård är den yttre rutan också av trådglas. Fönster mot det fria är 3-glas förseglade rutor 2+1 typ Etri med ett k-värde enl fabrikanter på 1,6 W/m<sup>2</sup>°C.

#### 11.2.6 Glaskonstruktion över gård

Glastaket och de vertikala glaspartierna inkl regelfunktioner samt den bärande stålstommen är upphandlade på totalentreprenad av Icopal. Partierna är uppbyggda av Icopals system Svitral. Takelementen är utformade med två skikt 5 mm härdat glas. Kravet på härdat glas var en förutsättning för byggnadslov. De främsta skälen var brand- och säkerhetsaspekter.

Glastaket är uppbyggt som en luftad ruta med ett k-värde på 3 W/m<sup>2</sup>°C. Lutningen är 30°. Profilerna är utformade så att de kan dränera eventuellt kondensvatten. Vid taknock är 50 m<sup>2</sup> rökevakueringssluckor placerade, se avsnitt 8, Brandtekniska aspekter.

För fasadpartierna ställdes inga krav på härdat glas. Dessa partier är uppbyggda på samma sätt som glastaket. Kravet på tilluftsluckor för brandventilation är 25 m<sup>2</sup>. Den totala tilluftsarean är dock större av hänsyn till eventuella övertemperaturer sommartid på den överglasade gården.

I entreprenaden ingick också solskyddsgardiner (skugggardiner) i tak och på de solbelysta sidorna av fasaderna kombinerade med en styr- och reglerfunktion. Genom en gemensam reglercentral styrs även andra funktioner såsom temperaturreglering genom stegvis öppning av rökluckorna, vindindikator som informerar om vindriktning och reglerar luckorna så att de endast öppnar på läsidan. Andra funktioner är "storm"-kännare som stänger luckorna vid hård blåst, regnindikator som stänger luckorna med en viss fördröjning vid regn och rökdetektorer som öppnar luckorna samtidigt som de indikerar larm till brandförsvaret. En teknisk funktionsbeskrivning ges i avsnitt 13, Klimatreglerings-system för gården.

Rengöring av glastaket planerades ske genom att vid behov hyra en mobil klätterställning avpassad till takets klätterskena. Glastaksutvecklingen går emellertid snabbt. Efter färdigställandet av Suncourt har en ny typ av s k "skylift" presenterats på marknaden. Dess storlek gör att den smidigt kan transporteras genom byggnadens entré. Denna lösning verkar kunna bli intressant och kommer att studeras som ett alternativ till den planerade lösningen. Utvändigt har taket utrustats med skjutbara stegar så att hela glastaket blir åtkomligt för rengöring och service.

### 11.3 Materialval för överglasad gård

Ett vanligt argument som brukar framhållas som en av de ekonomiska fördelarna med en överglasad gård är att fasadmaterial kan väljas utan hänsyn till påfrestningar från vind, regn och snö. I Suncourt valdes tegel som fasadskikt mot loftgångar bl a från underhållssynpunkt. De delar av väggen som känns lite privat (nischer vid entrédörrar) har enklare material i form av målad minerit. Teglet i fasaden utnyttjas som ljudabsorbent med öppna stötfogar. På icke åtkomliga delar är fasaden uppbyggd med ett ytskikt av slitsade mineralullsskivor, se även avsnitt 7 Ljudmiljö. Ett ytterligare motiv för valet av tegel i fasaderna är ökning av den termiska massan i gården vilket dämpar eventuella övertemperaturer sommartid.

### 11.4 Förvaltningsaspekter

JM Byggnads och Fastighets AB är totalentreprenörer och kommer också att förvalta byggnaden. Detta har medfört att smidig återföring av förvaltningserfarenheter av material och installationer har kunnat göras.

Tegel som utvändigt fasadmaterial valdes med hänsyn till omkringliggande befintliga byggnader. Från underhållssynpunkt är tegel också ett mycket bra material.

Utvändiga fönster har tryckimpregnerade karmar. Karmen är dessutom klädd med ugnslackerad aluminiumplåt. Ytterbågarna är av aluminium. Detta minskar behovet av underhåll och risken för rötskador väsentligt. Andra förvaltningsönskemål som genomförts är kakel upp till tak i badrum och som stänkskydd i kök och WC. Samtliga golv utom i allrum har belagts med linoleum.

Suncourthuset är anslutet till JMs centrala system för datorstyrd övervakning och styrning av husets funktioner.



Figur 11:17 Sektion genom glasgård

0 5 10 m

## 12 VÄRME- OCH VENTILATIONSSYSTEM

I projektet kommer ett luftburet värmesystem att provas (en av förutsättningarna för markanvisningen från Stockholms Stads sida).

Luftburna värmesystem för flerbostadshus är relativt oprövade i Sverige, medan det inom småhussektorn har installerats ett flertal anläggningar under senare år.

Systemet innebär att värme- och ventilationssystemen kombineras genom att ventilationsluften utnyttjas som värmebärande medium, vid behov förvärmad med hjälp av tillskottsvärme. Luft som värmebärande medger utnyttjande av så låga temperaturer som 30-35°C för uppvärmning.

Värmen till respektive lägenhets varmluftsaggregat tas från tappvarmvattenledningen. Returen sker genom varmvattencirkulationsledningen.

Aggregaten, som företrädesvis placeras i kläd-kammare, innehåller en fläktedel med värmebatteri, en filterdel och en enhet för individuell inställning av önskad rumstemperatur, bild 12:1.



Bild 12:1 Varmluftaggregat, placerat i lägenheterens kläd-kammare

De kan också kompletteras med elektrostatfilter. Från aggregatet förs den förvärmade tilluften via ingjutna spirokanaler till don, infällda i golvet under fönstren, bild 12:2



Bild 12:2 Tilluftsdon i lägenheter

Normstadgad tilluft enligt SBN 80 räcker ej till som värmebärare. Detta kompenseras med att varje lägenhets varmluftsaggregat även arbetar med återluftflöde internt inom lägenheten. Den återförda luftmängden hämtas ej från hygienutrymmen, utan vid golv i kapprummet/hallen. När rumsluften har förts tillbaka till lägenhetsaggregatet sker, före uppvärmning, tillförsel av uteluft, som endast förvärms med fastighetens frånluft i en självavfrostande plattvärmväxlare.

Aggregatet värmer återförd rumsluft och förvärmad uteluft till ett på förhand inställt värde för önskad rumstemperatur.

Rumstemperaturregleringen sker via temperaturgivare placerad i återluftskanalen. Härigenom kan interna värmeöverskott utnyttjas optimalt. Frånluften från de enskilda lägenheterna tas ut via spiskåpa i kök och kontrollventiler i våtutrymmen. Denna frånluft återförs alltså aldrig till lägenheterna.



Genom kopplingen av värmebatterierna till tappvarmvattensystemet elimineras behovet av separata rör för uppvärmningsändamål. Samtidigt möjliggöres en lätt och billig individuell rumstemperaturreglering och rättvisande individuell värmeförbrukningsmätning (värme plus tappvarmvatten).

I sekundärutrymmen ersätts varmluftsaggregatet med konvektorer, anslutna till tappvarmvattensystemet.

Temperaturen i tillförselsystemet har valts till 50°C, som nu anses väl tillräcklig för tappvarmvatten.

### 12.1 Synpunkter på luftburna värmesystem

Luftvärmesystemets funktion är till stor del beroende av typ och placering av inblåsningsdon. Ljud- och dragfri miljö, god ventilationseffektivitet, temperatureffektivitet och luftfördelnings-effektivitet måste kombineras med normenliga krav på t.ex. riktad operativ temperatur.

Systemet inklusive den individuella regleringen av rumstemperaturen gör att de interna värmeöverskotten omgående återförs till den lägenhet, där de uppstått, samtidigt som överskottet fördelas till samtliga rum. Värme kan t.ex. automatiskt flyttas från söder- till norrfasad, varvid energi-behov och temperatur utjämnas.

Övriga synpunkter på luftburna system:

- o systemet är snabbverkande och lättreglerat
- o husets temperatur kan regleras snabbt trots den låga distributionstemperaturen, vilket ger möjlighet till energisparande temperatursänkningar både natt- och dagtid
- o genom lågtemperatursystemet kan många former för värmeproduktion utnyttjas och kombineras samtidigt som byte av värmeproduktionssystem utan stora ombyggnadskostnader blir möjligt
- o genom att radiatorer utgår ökar möblerbarheten och därmed ytekonomin
- o boende som besväras av allergener kan individuellt i varje bostad installera ett s.k. elektrofilter som gör luften praktiskt taget helt dammfri.
- o Inga byggsador vid läckage av luft.  
Jfr vattenburen värme.



Gårdens och uteluftens värmeinhåll överförs från varmluft till värmevatten med hjälp av en på vinden placerad cirkulationsfläkt och av i undercentralen placerade värmepumpar, bild 12:3.

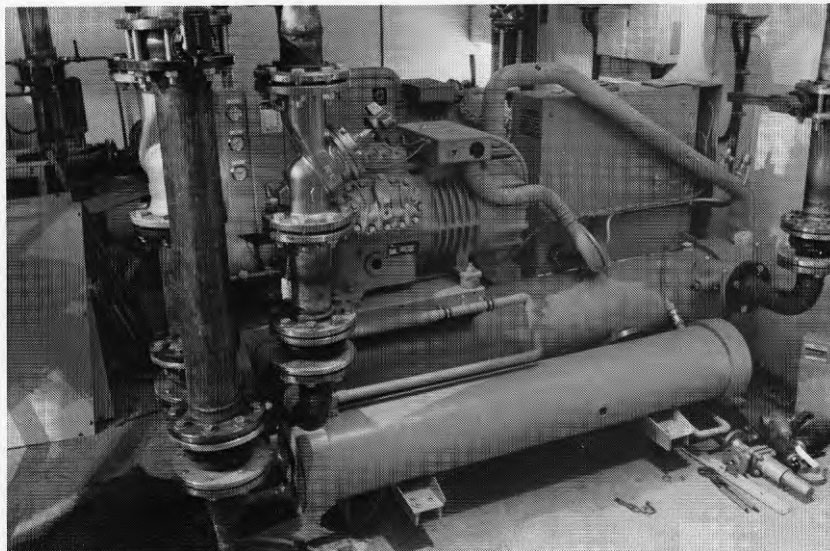


Bild 12:3 Värmepumparna i undercentraler under montageskedet

Sommartid värmer värmepumparna antingen borrhåls- lagret eller varmvattenackumulatorerna, figur 12:10. Vintertid hämtas värme från borrhålslagret till varmvattenackumulatorerna, figur 12:11.

Nackdelarna är främst av inregleringsteknisk karaktär. Luftburna värmedistributionssystem är fortfarande ovanliga i Sverige och krav måste därför ställas på noggranna skötsel- anvisningar. Ett annat problem, som måste studeras noga redan i projekteringsstadiet, är att inga besvär- ande ljud får uppstå.

#### 12:2 Driftstrategi

Driftstrategin baseras på utnyttjande av lägen- heternas internvärme samt av värmeinhåll- et i övertempererad gårdsluft, tidvis kompletterad med uteluft för att värma fastigheten med en minimal driftskostnad.

För att åstadkomma detta erfordras såväl dygnslager som säsongslager. Det sistnämnda utgöres av ett under huset beläget borrhålslager (Jfr avsnitt 9.5.2).

Värmeinnehållet i lägenheternas frånluft överförs till tilluften via en självavfrostande plattvärmväxlare. Tilluftssidan är ej försedd med något centralt eftervärmningsbatteri. Den låga temperaturnivån i tilluftskanalerna gör att förlusterna på kallvinden reduceras jämfört med i ett konventionellt system.

#### 12.2.1 Principiell utformning och flödesscheman

En cirkulationsfläkt suger sommartid varm gårdsluft via kanaler kring gårdstaket. Denna luft nedkyls av ett värmeutvinningsbatteri, monterat vid cirkulationsfläkten.

Värmeutvinningsbatteriet är kopplat till en värmetransformator, bestående av värmepumpsenheter med inbyggda förångare och kondensorer. Se vidare 12.2.2 Värmepumpssystem.

VP1 och VP2:s vattenkylda kondensorer, värmebärsidan, är genom ett antal trevägs styrventiler dels via en el-panna, och dels värmeväxlare anslutna till systemvattnets (tappvarmvatten och värme) ackumulatorer, dels anslutna till borrhålslagret via en separat värmeväxlare, bild 12:4.

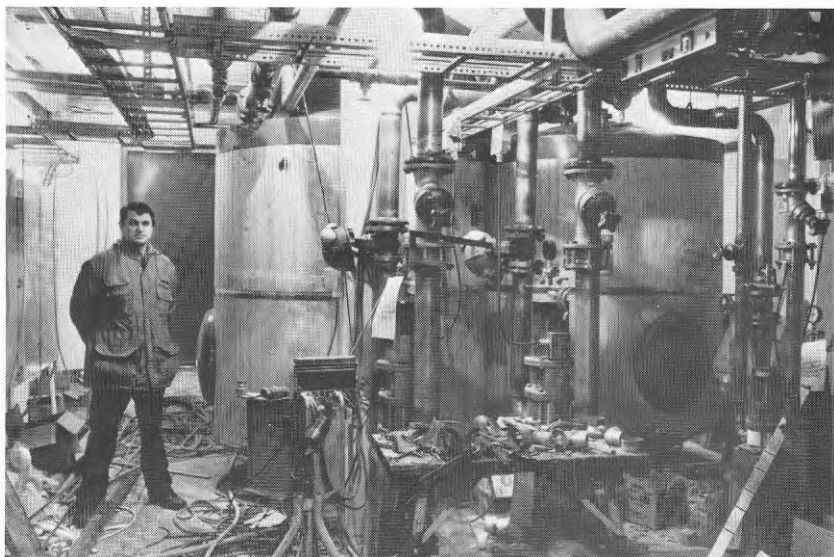


Bild 12:4 Ackumulatorer på vardera 4<sup>3</sup>m under montageskedet

Systemvattnets temperatur i de två ackumulatörerna på vardera 4 m varmhålls till önskad temperatur, +50°C året om och prioriteras före laddning av borrhålslagret.

Köldbärarsidan är via ett ytterligare antal trevägs styrventiler anslutna till cirkulationsfläktens värmeutvinningsbatteri samt till borrhålslagret. Detta gör att värmetransformatorn genom olika regleringar både kan hämta och lagra värme från respektive till borrhålslagrets omslutande bergmassor. I övrigt inkluderar rörsidan erforderliga cirkulationspumpar, ventiler m.m.

Den genom cirkulationsfläkten tillgängliga energimängden värmer enligt ovan sommartid systemvattenackumulatörerna och berggrunden. Den nedkylda luften införes åter till gården via ett schakt och en "skorsten" på gården. Gårdsskorstenen infogas i övrig gårdsplanering.

Laddning av lagret kan tidvis erfordras, även när gårdstemperaturen understiger +20°C. Vid och under denna temperatur önskas ingen kylning av gården, och cirkulationsfläkten styrs då att enbart arbeta med uteluft, figur 12:12. Övriga funktioner vid detta driftfall är identiska med de nyss beskrivna.

Värmepumparnas effekter ifråga om värme och kyla är av ekonomiska skäl ej dimensionerade för de kortvariga toppbelastningarna. El-pannan har installerats för att dels klara toppbelastningarna, dels, pga projektets Fou-karaktär, tjänstgöra som back-system, bild 12:5.

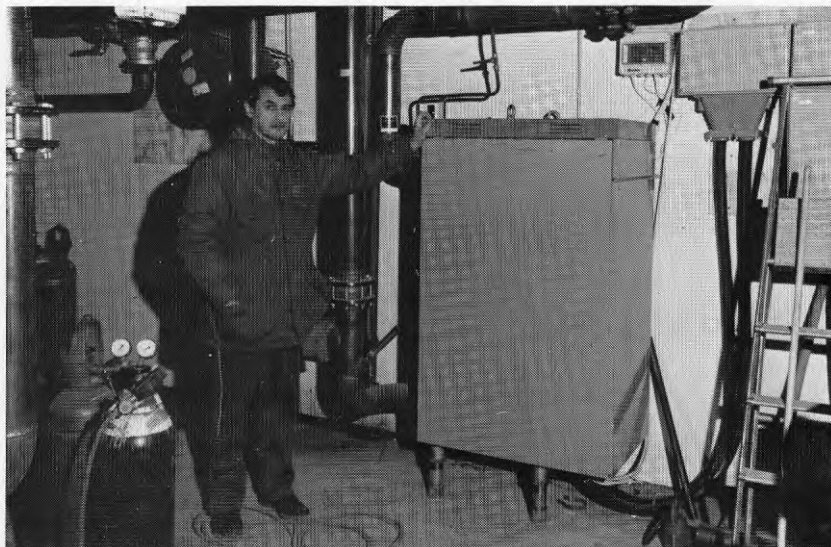


Bild 12:5 Suncourt-husets back up-system, en el-panna på 350 kW

Rörkonstruktioner och tillhörande automatik medger, som ovan nämnts, att värme vintertid tages från borrhålslagret till systemvattnets ackumulatorer. Dessa har en total volym på  $8 \text{ m}^3$ . Två st. cirkulationspumpar pumpar då köldbärare genom borrhålslagret upp till de vätskekylda förångarna. Sommartid, däremot, arbetar dessa pumpar som värmebärarpumpar mellan värmeväxlare och borrhålslagret, samtidigt som ytterligare en cirkulationspump fungerar som köldbärarpump mellan cirkulationsfläktens värmeutvinningsbatteri och förångarna. Se figurerna 12:10 och 12:11.

Värmepumparna lyfter temperaturnivån från borrhålslagret, som varierar mellan  $+15^\circ\text{C}$  -  $+2^\circ\text{C}$ , till ackumulatortemperaturen,  $+50^\circ\text{C}$ , figur 12:11. Om det vintertid uppstår en kraftig temperaturgradient mellan gårdens markplan och tak, kan cirkulationsfläkten användas för att motverka den termiska skiktningen, figur 12:14. Alternativt kan, om så önskas, cirkulationsfläkten hjälpa till att varmhålla gården via ett i aggregatet monterat värmebatteri, figur 12:15.

Vintertid tillförs ackumulatorerna värme via två stycken cirkulationspumpar, som pumpar vatten mellan kondensorererna och värmeväxlare. På detta sätt överförs kondensorvärmén till det dygnslager som ackumulatorerna utgör. Sommartid sker motsvarande temperaturlyft för tappvarmvattenberedning och laddning av borrhålslagret med kondensorvärme. När behovet av varmvatten är täckt, går hela värmemängden till borrhålslagret. Tappvarmvattenberedning prioriteras dock alltid före laddning av borrhålslagret, bild 12:6, figur 12:13 respektive 12:16.



Bild 12:6 Borrhålslagret med anslutningsrör



Vid laddning av borrhålslagret är förbindelsen med cirkulationsfläktens värmeutvinningsbatteris köldbärarsida, och därigenom indirekt med de vätskefyllda förångarna, blockerad.

Två st. cirkulationspumpar på ackumulatorsidan distribuerar vintertid systemvatten (värmevatten + varmvattencirkulation) mellan ackumulatorerna och de enskilda lägenheternas varmluftsaggregat (= cirkulationsaggregat).

Vintertid fungerar dessa pumpar som tvillingpumpar. I sommarfallet tjänstgör en mindre cirkulationspump, med enkelpumpsfunktion, som konventionell varmvattencirkulationspump.

Figurerna 12:10 t.o.m. 12:16 anger specifika driftfall. Mellanliggande driftfall kan uppkomma. Sommar- respektive vintertid avser ej årstider i konventionell mening, utan laddningsfaserna för borrhålslagret; sommartid = laddning, vintertid = urladdning, bild 12:7.

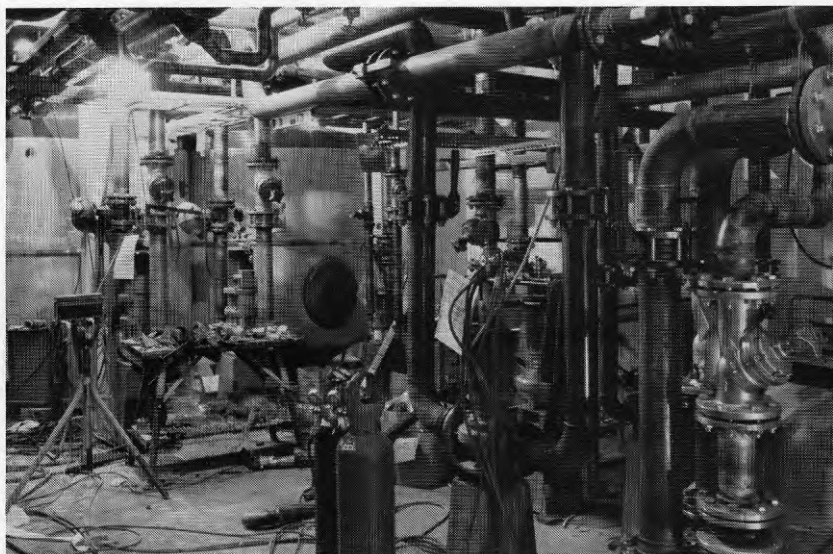


Bild 12:7 Delar av husets undercentral under uppförande. Centralen kanske närmast liknar en u-båt.

### 12.2.2 Värmepumpssystem

Tack vare det luftburna värmesystemet blir låga framledningstemperaturer möjliga. Även om temperaturdifferensen i värmeväxlarna teoretiskt kan göras mycket liten, måste den i praktiken vara betydande. Annars blir investeringarna alltför stora. Detta medför att utnyttjandet av sommarens överskottsvärme till uppvärmning vintertid kräver värmepumpar för förädling av den tillgängliga värmen genom höjande av temperaturnivån till ett rimligt värde.

I ett tätt och välisolerat hus som i detta projekt är inte effekt- och energibehovet för uppvärmning av lägenheterna det dominerande. Behovet av tappvarmvatten, dvs varmvatten till dusch, disk, tvätt och dylikt är betydligt större.

För optimering av installerad effekt har fastigheten försetts med systemackumulatörer för tappvarmvatten plus varmvatten.

De värmepumpsaggregat som är tänkta för detta projekt är av standardtyp, serietillverkade i tusentals exemplar. Därför behandlar detta avsnitt värmepumpssystemet snarare än värmepumpaggregaten i sig.

Värmepumparnas uppgift är naturligtvis primärt att försörja fastigheten med värme och varmvatten. Detta skall ske till lägsta möjliga kostnad. De viktiga variablerna är el-pris och värmefaktor. Styrautomatikens uppgift blir därför att i största möjliga utsträckning låta aggregaten vara i drift när el-kostnaden är låg, och att, när så är möjligt, stanna aggregaten då el-priset är högt. Dessutom skall högsta möjliga värmefaktor eftersträvas. För att åstadkomma detta krävs ett relativt komplicerat styrsystem.

Att styra ett system efter höga respektive låga el-priser är inte särskilt komplicerat. Betydligt svårare är att styra så att bästa möjliga värmefaktor uppnås utan att något randvillkor missgynnas.

Systemet består av följande huvudenheter: värmepumpsaggregat (VP1 och VP2), värmeväxlare, som överför värmen till uppvärmningssystemet, värmeväxlare som överför överskottsvärme till värmelagret samt ett värmeutvinningsbatteri, som utvinnet värme ur den inglasade gården respektive ur uteluften.

För att styra värmeflödena rätt i systemet, krävs fem styrventiler.



Reglerventil SV23 reglerar temperaturen till lagret. En temperaturkännare på framledningen till lagret ger signal till styrdatoren, som styr ventilen så att laddningstemperaturen inte överstiger 30°C. Under urladdningsfasen, dvs då värme tas ur lagret, ställer den sig automatiskt fullt öppen och ingen shuntning sker.

Ventil SV22 är en växelventil, som har till uppgift att ställa om flödet mellan laddning och urladdning av lagret.

Ventil SV21 är en reglerventil, som ombesörjer att värmepumparna alltid tar värme från den värmekälla som för tillfället ger den högsta temperaturen. Detta sker genom att ventilen öppnar mot värmeutvinningsbatteriet så snart temperaturen på köldbärarvätskan blir högre i den ledning som kommer från detta batteri än från lagret.

För att denna reglering skall fungera, måste emellertid ytterligare en styrfunktion finnas. För att ventilen skall kunna öppna från stängt läge, måste ett visst läckflöde förbi temperaturgivaren upprätthållas. Ventilen tillåts inte stänga helt mot värmeutvinningsbatteriet annat än om temperaturen på gården är lägre än ett visst värde, t.ex. +10°C.

Denna ventil har också en gränslägeskontakt vid fullt öppen ventil. Gränsläget utnyttjas som villkor för laddning av lagret; när ventil SV21 styr hela flödet till värmeutvinningsbatteriet, växlar ventil SV22 om till lagring. Processen kan därmed kallas laddningssekvens.

Ventil SV12 styr över VP2:s effekt till uppvärmningssystemet om framledningstemperaturen är lägre än inställt börvärde, t.ex. 60°C. När överskottseffekt finns tillgänglig, dvs när framledningstemperaturen tenderar att överstiga börvärdet, styrs överskottsvärmen ner i bergvärmelagret. Denna reglering tillåts emellertid endast om gränsvärdeskontakten på ventil SV21 indikerar att systemet är i laddningssekvens (jfr ovan).

Även ventil SV12 är försedd med en gränslägeskontakt, som anger när hela VP2:s effekt går till laddning av lagret.

Ventil SV11 arbetar identiskt med ventil SV12, men styr VP1:s effekt. Den är emellertid förreglad över ventil SV12:s gränslägeskontakt, så att VP1 inte börjar ladda lagret annat än om VP2:s hela effekt redan går till laddning.

Värmepumpeffekten regleras i steg. VP1 regleras i ett steg, dvs till/från (on/off), medan VP2 regleras i två steg. VP1 strävar efter att hålla ett visst över året konstant börvärde på temperatur i framledningen till uppvärmningssystemet. VP2 däremot strävar efter en lägre temperatur, då dess hela effekt går till laddning av lagret. På detta sätt förbättras värmefaktorn.

Genom styrning av värmepumpssystemet på beskrivet sätt fås värmepumparna att lämna värme till värmesystemet när så erfordras, och att ladda berglagret när överskottsvärme är tillgänglig. Samtidigt uppnås bästa möjliga värmefaktor genom att systemet hela tiden utnyttjar den värmekälla eller den blandning av värmekällor som ger högsta förångningstemperatur. Genom sänkning av börvärdet på värmebärartemperaturen, när värmepumparna enbart arbetar för laddning av bergvärmelagret, uppnås lägre kondenserings-temperatur och därmed bättre värmefaktor.

### 12.2.3 Styr- och reglerutrustning

Avsnitt 12.2.2, värmepumpssystem, gav vid handen att en komplex styr- och reglerutrustning erfordras för uppfyllandet av ställda driftkriterier.

Tanken är att hela systemet skall datoriseras och anslutas till byggherrens centrala datorsystem för en effektiv övervakning av systemet.

Cirkulationsfläkten arbetar vid halvfart med gårdsluft tills en gårdstemperatur motsvarande ca +20°C erhålls. Uppfylls detta kriterium, stängs spjällen mot gården, varefter spjällen mot uteluften öppnar. Samtidigt går cirkulationsfläkten upp i helfartsdrift.

Avsikten med detta är att vår och höst åstadkomma en lägre temperaturnivå i värmeutvinningsbatteriet, vilket kompenseras av ett större volymflöde. Om risk för påfrostning föreligger, stoppas cirkulationsfläkten.

När uteluftens temperatur är så låg att ingen värme kan hämtas, alternativt utvunnen värme ej räcker till för fastighetens behov, stannar cirkulationsfläkten.

Under vintertid kan cirkulationsfläkten antingen utnyttjas för ren gårdscirkulation, så att eventuell temperaturgradient mellan gårdsnivå och tak utjämnas, eller användas för att tillföra gården varmluft för höjande av gårdstemperaturen, bild 12:8.



Bild 12:8 Cirkulationsluftskanalens anslutning mot fläktrummet



Bild 12:9 Cirkulationsluftskanalens placering på servicebryggan

Detta driftsläge uppnås genom fasomkastning för halvfartsdriften, vilket gör att fläkten arbetar "baklänges", och ett cirkulationsflöde motsvarande 30 % av halvfartsdriften erhålls.

El-pannan förses med spetsvakt och tidsfördröjning vilket minimerar effektuttaget samt utjämnar eventuella kortvariga effekttoppar.

Samtliga cirkulationspumpar, med undantag av pumparna på systemvattensidan, arbetar kontinuerligt året om. Systemvattenpumparna styrs av egna tidskanaler så att automatisk skiftning mellan olika driftskriterier sker, bl.a. i förhållande till utetemperaturen.

Fastighetens till- och frånluftsaggregat för normstadgad ventilation med plattvärmväxlare arbetar kontinuerligt, dygnet runt.

Plattvärmväxlaren har intern avfrostningsautomatik vilken ej ansluts till det centrala styr- och reglersystemet.

Hisschakt, forceringsfläkt, undercentral m m har egna tidskanaler och arbetar mot individuella temperaturkriterier.

Samtliga styr- och reglerventiler, inkl. de som beskrevs under 12.2.2 Värmepumpssystem, erhåller styrvärden från centraldatoren.

Förutom styrning och reglering av maskinell utrustning, kommer även belysning av gemensamma utrymmen m.m. att kunna regleras. Det enda undantaget från central styrning och reglering är respektive lägenhets varmluftsaggregat. Dessa är individuellt försedda med styr- och reglerventiler med tillhörande intern reglercentral. Genom denna konstanthålls återluften vid ett på förhand inställt värde.

För övervakningssystemet gäller att samtliga driftslarm inkl. brandlarm utgår centralt även om t.ex. brandlarmen även går direkt till brandförsvarets larmcentral.

Övervakningssystemet kompletteras med ett energiprogram för uppföljning av olika temperaturnivåer och energitillförsel till och från olika komponenter.

#### 12.2.4 Mätutrustning

Förutom fastighetens datoriserade styr- och regler-system kommer MCE, Mätcentralen på KTH, att parallellt installera ett eget datoriserat mätsystem för insamling från mätpunkter. Denna datafångst skall ligga till grund för utvärderingen mellan de olika fastigheterna inom Stockholms-projektet.

Aktuella mätpunkter enligt figur 12:17.

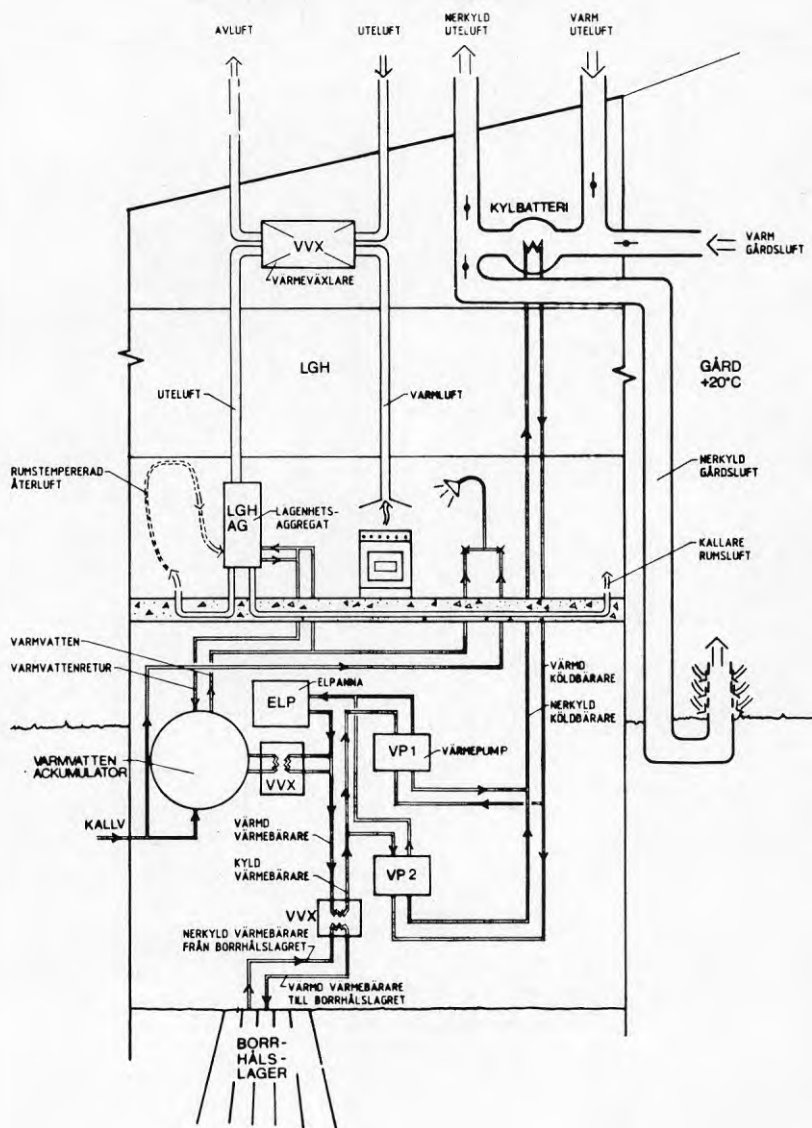


Fig. 12:10 Sommarfall, där energiuttaget sker från gården respektive uteluften för värmning av varmvatten och laddning av borrhålslagret.

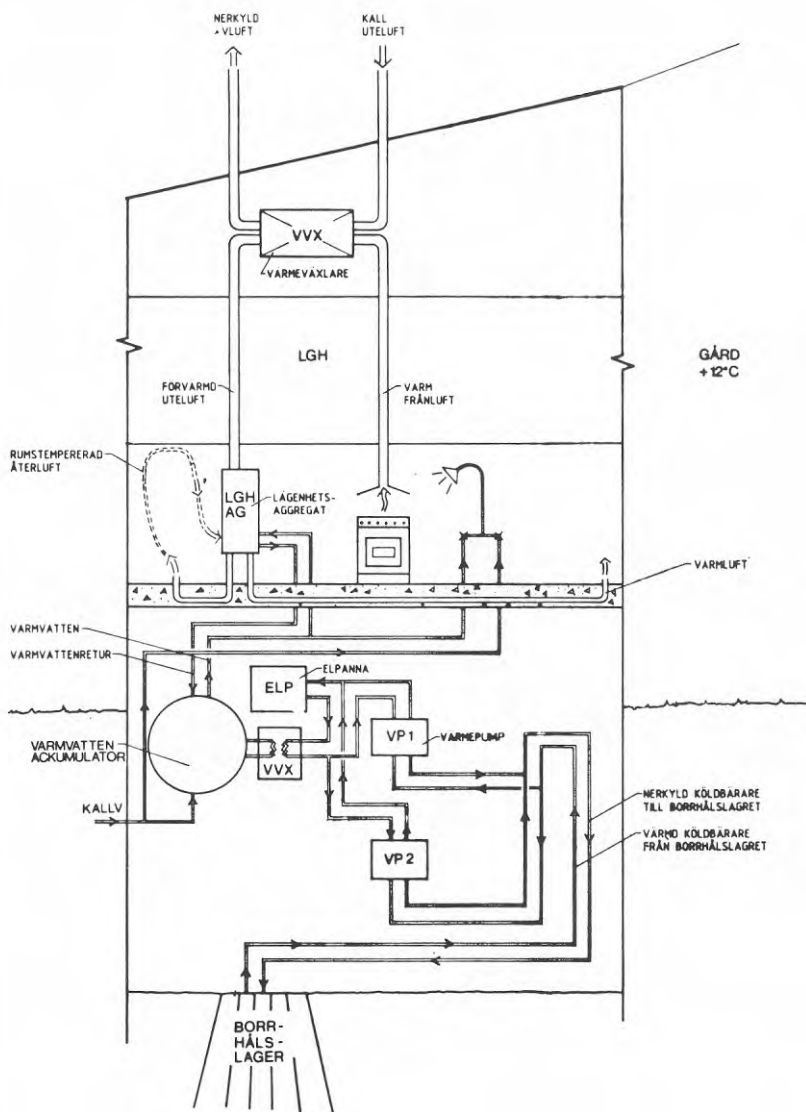


Fig. 12:11 Vinterfall, där energiuttaget sker direkt från borrhålslagret med hjälp av värmepump till husets varmvatten-ackumulatorer.



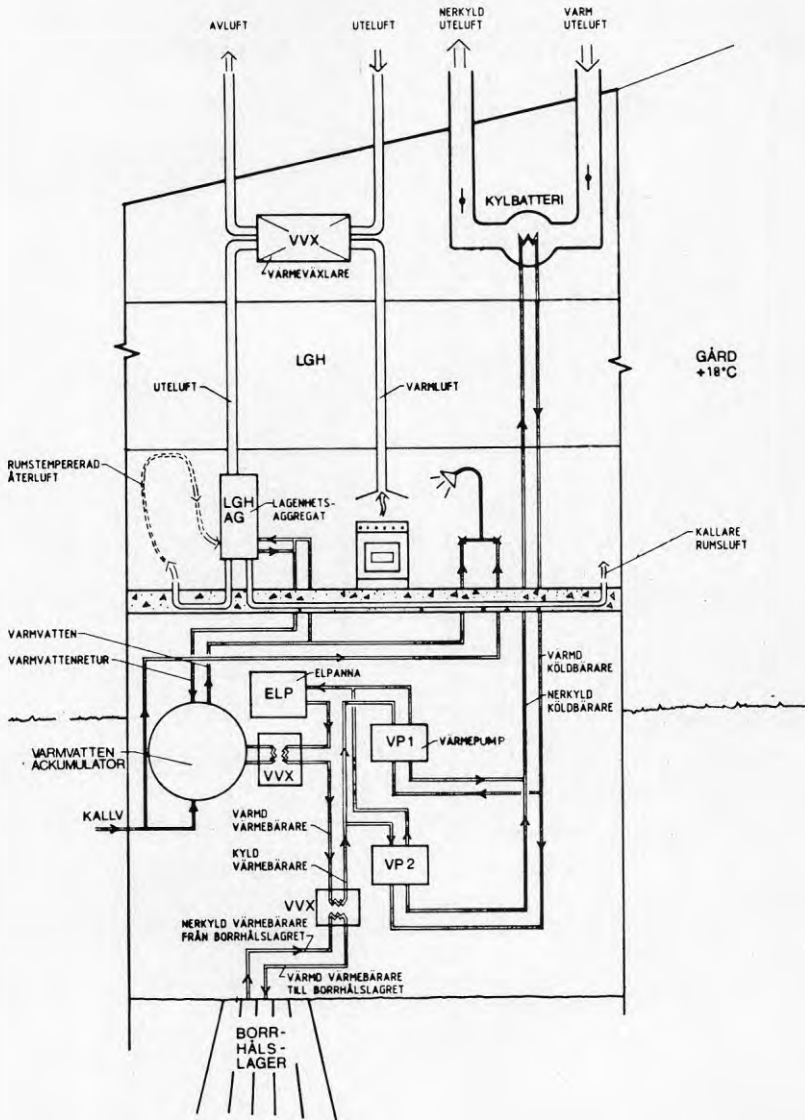


Fig. 12:12 Sommarfall, där energiuttaget sker från uteluften för värmning av tappvarmvatten och laddning av borrhåls-lagret.

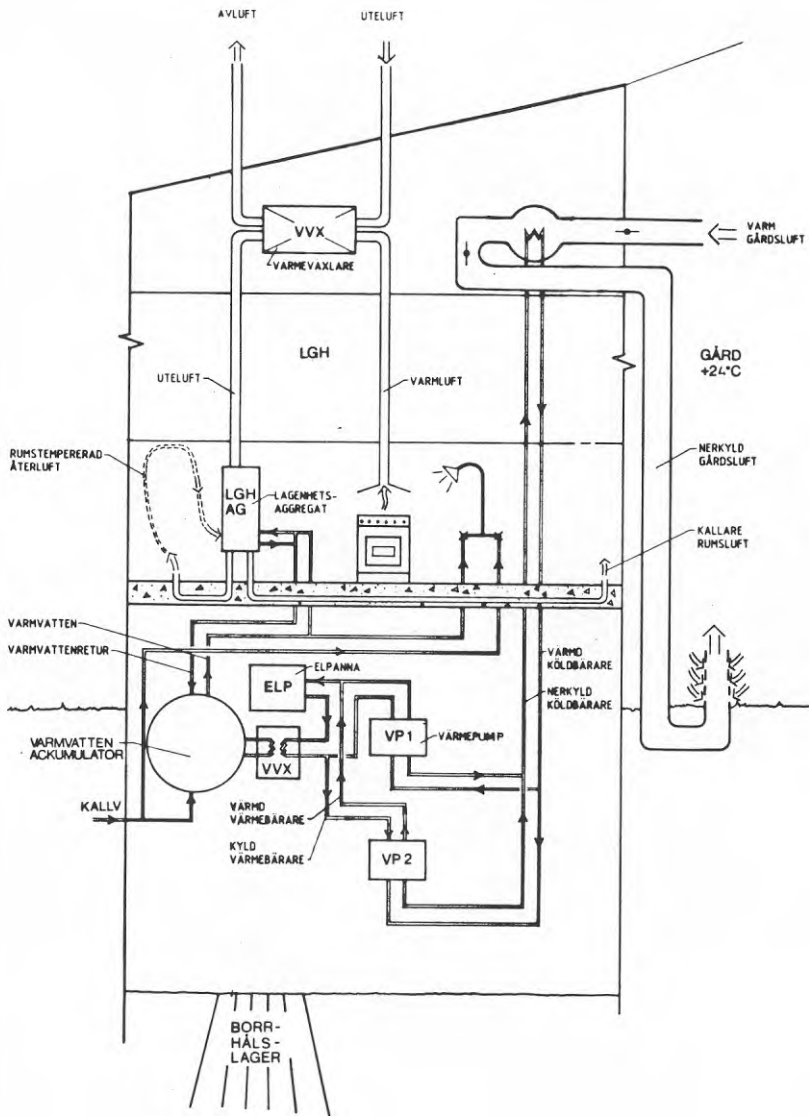


Fig. 12:13 Sommarfall, där energiuttaget sker från gården för värmning av varmvatten.

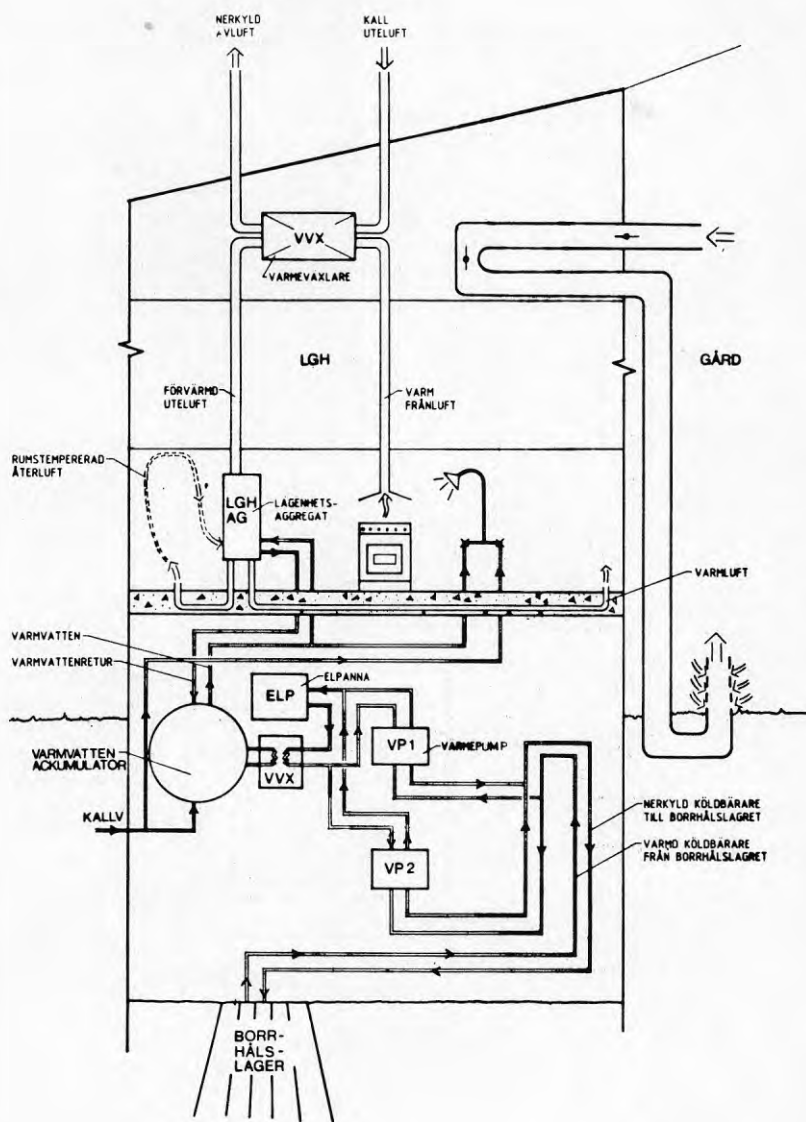


Fig. 12:14 Vinterfall, där energiuttaget sker direkt från borrhålslaget med hjälp av värmepump till husets varmvattenackumulatörer. Gårdsluften cirkuleras runt utan uppvärmning för att eliminera temperaturgradienten mellan markplan och glastak. Ingen värme tillförs gården utifrån.

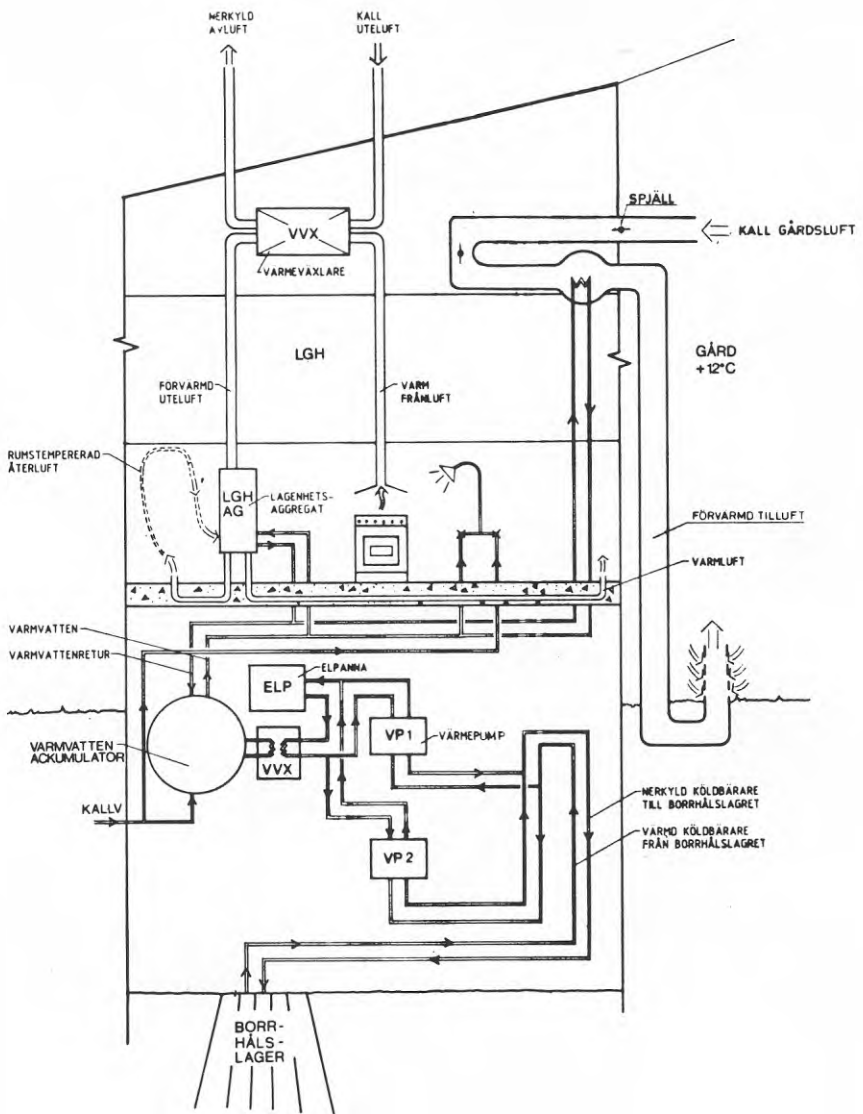


Fig. 12:15 Vinterfall, där energiuttaget sker direkt från borrhålslagret med hjälp av värmepump till husets varmvattenackumulatörer samt gården värmes.

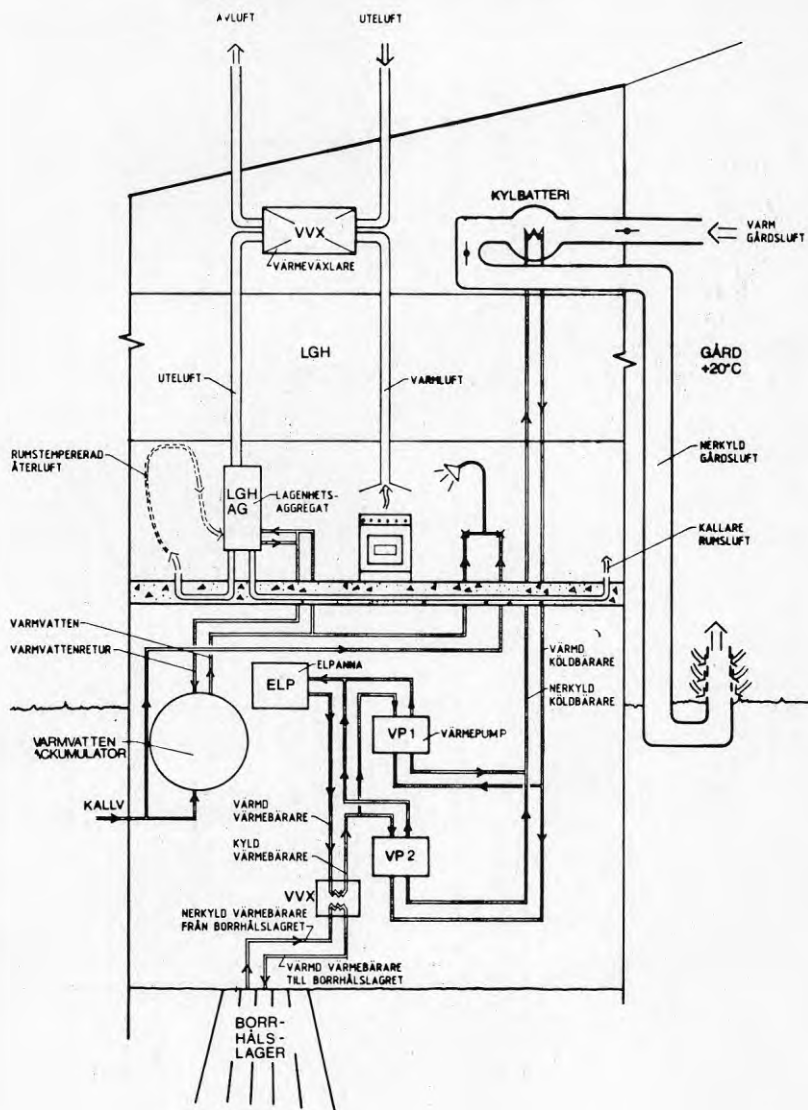
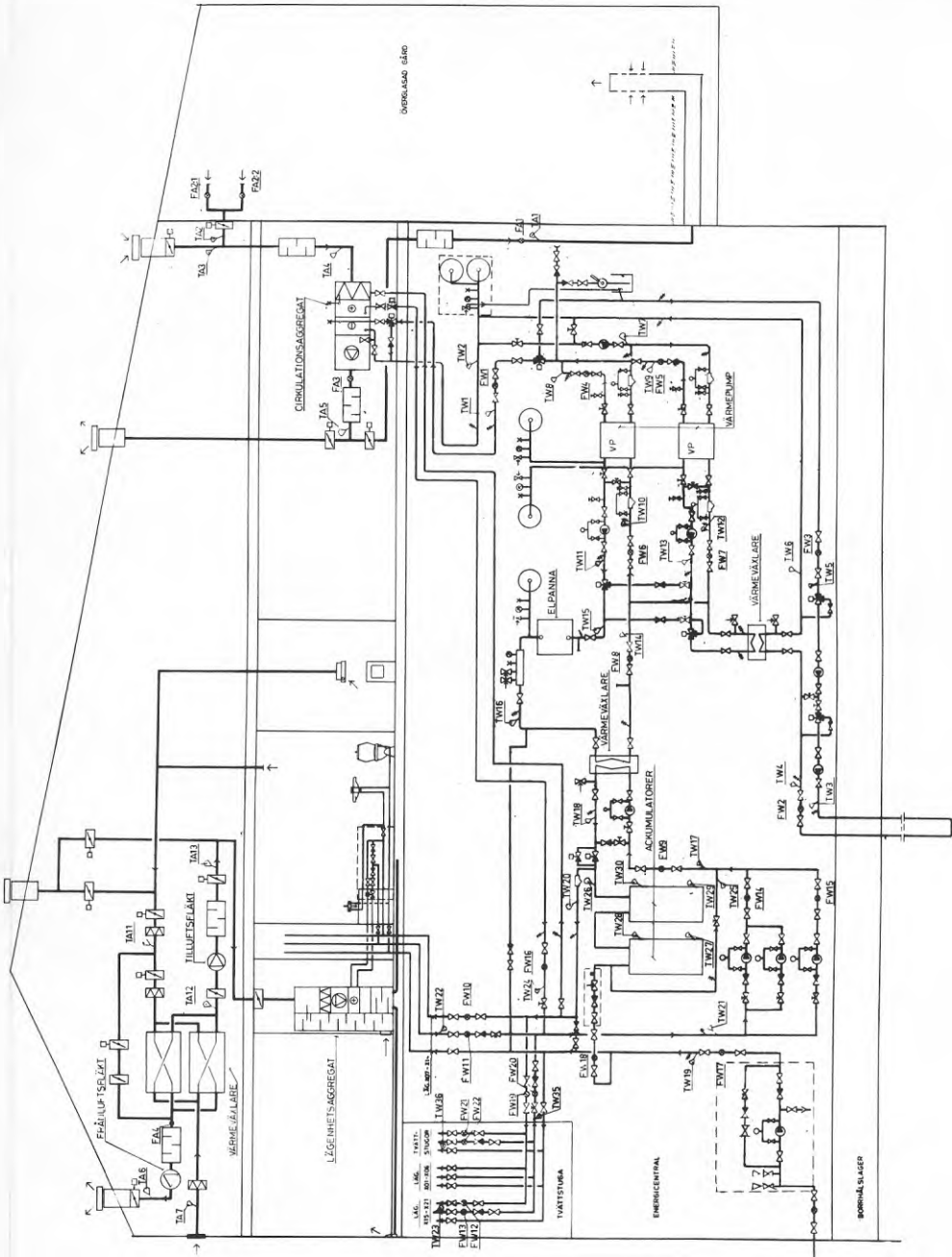


Fig. 12:16 Sommarfall, där energiuttaget sker från gården före laddning av borrhåls-lageret.



Figur 12:17 Systemflödesschema redovisande mätcentralen (MCE) vid KTHs mätpunkter



Objekt	Funktion
FW1 TW1 TW2	Energiuttag från värmeutvinningsbatteriet TA2. Total energitillförsel till värmepumparnas förångare sommartid.
FW2 TW3 TW4	Energitillförsel till borrhåls- lagret. Energiuttag från borrhåls- lagret.
FW3 TW5 TW6	Energiuttag från borrhåls- lagret. Total energitillförsel till värme- pumparnas förångare vintertid.
TW20	Vätsketemperatur ut från under- centralen till lägenheterna.
TW21	Vätsketemperatur retur från lägenheterna till undercentralen.  Kombineras TW20 med TW21 och FW14 erhålls total energitillförsel för hela fastigheten vintertid.
FW10	Systemvattenuttag till lägenheterna X07-X14. Systemvattenuttag är värme och tappvarmvatten summerat.
FW11 TW20 TW22	Energitillförsel till lägenheterna X07-X14.
FW12	Systemvattenuttag till lägenheterna X15-X21.
FW13 TW20 TW23	Energitillförsel till lägenheterna X15-X21.
FW14	Totalt vätskeflöde under den period energitillförsel till lägenheterna sker.
FW15	Totalt vätskeflöde under den period då endast varmvatten- cirkulation förekommer.
FW4 TW7 TW8	Total energitillförsel till värme- pump 1.

Objekt	Funktion
FW5 TW7 TW9	Total energitillförsel till värmepump 2.
FW6 TW10 TW11	Totalt energiuttag värmepump 1.
FW7 TW12 TW13	Totalt energiuttag värmepump 2.
FW8 TW14 TW15	Total energitillförsel till fastigheten inkl. ev. drift av el-panna.
FW8 TW15 TW16	Energitillförsel till fastigheten från el-pannan.
FW9	Vätskeflöde till värmeväxlaren.
TW17	Vätsketemperatur före värmeväxlaren.
TW18	Vätsketemperatur efter värmeväxlaren.
FW17 TW19	Energitillförsel kallvatten, totalt.
FW16 TW20 TW24	Energitillförsel till värmebatteri TA2 för varmhållning av gården.
FW18	Total varmvattenförbrukning.
FW19	Systemvattenuttag till lägenheterna X01-X06, X15-X21 samt tvättstugor och andra sekundärutrymmen.
FW20 TW20 TW35	Energitillförsel till lägenheterna X01-X06, X15-X21 samt tvättstugor och andra sekundärutrymmen.
FW21	Systemvattenuttag till tvättstugorna.
FW22 TW20 TW36	Energitillförsel till tvättstugorna.
TW27 TW28	Temperaturskiktning ackumulator 1
TW29 TW30	Temperaturskiktning ackumulator 2.

Objekt	Funktion
TW25	Vätsketemperatur från ackumulatorerna.
TW26	Vätsketemperatur till ackumulatorerna.
FW9 TW25 TW26	Om FW9 korrigeras med FW14, FW15 alt. FW18 erhålls ackumulerad energi.
FA1 TA1 TA2	Energiuttag via cirkulation av gårdsluft.
FA2:1 FA2:2	Luftflödesuttag gården. Kontrolleras mot FA1. Tillsammans med TA1 och TA2 funktion lika ovan.
FA3 TA4 TA5	Energiuttag alt. energitillförsel via cirkulationsaggregatet.
FA3 TA3 TA5	Energiuttag via cirkulation av uteluft.
TA4	Blandningstemperatur av TA2 och TA3 som kontroll av ev. läckageflöde genom något spjäll.
FA1	Kontroll av läckageluftflöde vid FA3.
FA4 TA6 TA11	Energiuttag från lägenheternas totala frånluftsflöde.
FA5-FA10	Mäter luftflöden på till- resp. frånluften till samtliga lägenheter. Gårdshusets luftmängder kan separeras från referensdelen.
TA7	Uteluftstemperaturen
TA8-TA10	Mäter luftens temperatur på till- resp. frånluften till samtliga lägenheter. Gårdshusets till- resp. frånlufts- temperaturer kan separeras från referensdelen.
TA12	Tilluftstemperatur efter platt- värmväxlarna.
TA13	Lika TA12 inkl. tillfört fläktarbete. Egentlig temperatur till lägen- heterna.

Beteckningarna står för följande:

TW	Temperatur vätska
FW	Flöde vätska
TA	Temperatur luft
FA	Flöde luft
GE	Ställdon indikering
Systemvatten	Varmvatten + värmevatten

Mätpunkterna för temperatur och flöde erfordras för att ge en uppfattning om varifrån energi hämtas, alternativt överförs till/från. Flera kombinationsmöjligheter än de ovan redovisade är möjliga.

Vissa mätningar kan synas dubbla men är nödvändiga för att säkerställa mätresultaten och ge en indikering av verkningsgrader hos olika värmeöverförande ytor.

Glasgårdens påverkan på inomhusmiljön är mätningarnas primära syfte. Ytterligare mätningar erfordras för utvärdering av den huskropp som ej påverkas av glasgården.

Flygeln öster om den öppna gården tjänstgör som referenshus.

De ovan nämnda temperatur- och flödesmätningarna kompletteras med el-mätningar så att en total energibalans för fastigheten blir åtkomlig.

#### 12.2.5 Energiredovisning

Fastighetens energibalans för det VVS-tekniska systemet är baserat på följande indata:

## Lufttemperatur

Månad	Ute			Gård*		
	Max.	Med.	Min.	Max.	Med.	Min.
Jan	+7.0	-1.0	-19.0	+11.5	+ 5.5	- 3.0
Feb	+6.0	-1.4	-16.0	+13.0	+ 6.0	- 1.0
Mars	+6.0	-2.1	-18.0	+15.0	+ 5.5	- 4.5
April	+14.0	+ 3.5	- 5.0	+22.0	+11.5	+ 5.0
Maj	+26.0	+11.5	- 2.0	+21.0	+18.0	+ 8.0
Juni	+27.0	+14.9	+11.0	+32.0	+21.0	+14.0
Juli	+27.0	+17.7	+ 7.0	+32.0	+24.0	+16.0
Aug	+26.0	+16.5	+ 8.0	+32.0	+22.0	+15.0
Sept	+19.0	+10.7	+ 1.0	+26.0	+18.5	+14.4
Okt	+18.0	+ 7.3	- 5.0	+24.0	+14.5	+ 8.5
Nov	+13.0	+ 1.0	-15.0	+19.0	+ 7.5	- 1.5
Dec	+10.0	+ 1.0	- 9.0	+11.5	+ 7.0	+ 2.0
År	+27.0	+ 1.0	-19.0	+32.0	+13.5	- 4.5

\* Gårdsvolym 11.000 m<sup>3</sup>

För temperaturberäkningarnas framtagande gäller att gårdsvolymen ventileras enligt följande:

Maj 5 oms/h, juni och juli 7 oms/h, augusti 6 oms/h, september 5 oms/h.

Energiredovisningen bygger på ovan angivna temperaturmedelvärden samt att borrhålslagrets verkningsgrad är 95 %.

En installerad värmepumpseffekt på 75 kW ger en energiavgivning motsvarande 543 MWh per år, varav 160 för laddning av berglagret. Laddning av lagret börjar när utomhustemperaturen överskrider +10 C.

Energi från VP1 och VP2 under den tid lagret används som värmekälla erhålls till 250 MWh.

Medelvärmefaktor under samma period blir, med en medelkondenseringstemperatur på +60°C och en förångningstemperatur på -3°C, ca 2,5.

Energi från lagret 150 MWh. Gångtid ca 3800 h.

Laddningstid för lagret 3200 h ger en medeleffekt till lagret motsvarande 50 kW (fullständig dygnsutjämning antages för tappvarmvattenberedningen).

Värme faktorn under laddningen är ca 3.6, vilket ger kylenergin

$$160 \text{ MWh} - 160 \text{ MWh}/3.6 = 116 \text{ MWh}$$

Gångtid med uteluft som värmekälla: 5000 h.

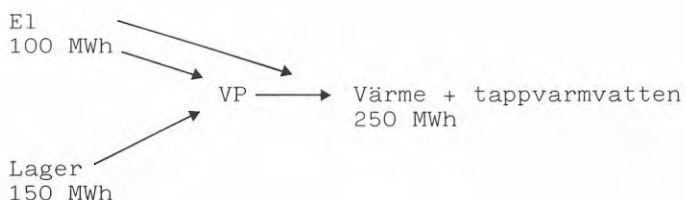
Gångtiderna ger energi från uteluften motsvarande 39 MWh, och energi ifrån gårdsvolymen motsvarande 77 MWh.

Medelvärmefaktorn blir 2,8 under sommarmånaderna för tappvarmvattenberedning.

Följande energiflödesbilder erhålls:

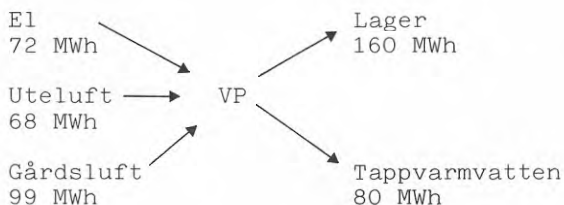
Vinter

-----



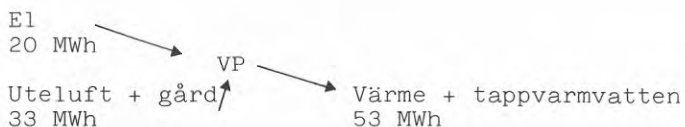
Sommar

-----



Mellanperiod (+5°C t ute +10°C)

-----





Årsredovisning

Värme från värmepumparna:	383 MWh
El till värmepumparna:	193 MWh
Tillsats el:	58 MWh

Årsmedelfaktorn blir: 2,0

Årsmedelfaktorn inkl. tillskottsvärme blir 1,8

Beräkningarna är baserade på korrigeringsmedel avseende på solinstrålning, personvärme och internvärme.

Värmepumparna är optimalt dimensionerade med hänsyn till byggnadens beräknade internlast och en relativt låg tappvarmvattenförbrukning.

En annan viktig faktor är att minimera överkostnader. Behovet av tappvarmvatten förutsätts bli något lägre för Höstvetet genom att andelen tvårumslägenheter är relativt stor och att snålspolande armaturer genomgående har installerats. Värmepumparna är således dimensionerade för en tappvarmvattenförbrukning motsvarande ca 2500 kWh/år för tvårumslägenheter och ca 3000 kWh/år för tre- och fyrrarumslägenheter.

Anläggningens s.k. backup-system (el-pannan) är dock dimensionerade enligt reglerna för SBN 80 för värmning och med en mera statistiskt baserad tappvarmvattenförbrukning motsvarande ca 40 kWh/år uppvärmd area.

## 13 KLIMATREGLERINGSSYSTEM FÖR GÅRDEN

För att nå ett bra klimat i en gård med, som Höstvetets fall, 700 m<sup>2</sup> överglasad horisontell area, är det nödvändigt att förse taket och vissa andra husdelar med automatik som:

- o anordningar för att öppna och stänga ventilationsluckor, kombinerad med brandventilationen
- o solskyddsgardiner kombinerade som isolergardiner för kalla nätter
- o styr- och reglerutrustning

Via systemets logik skall luckorna hindras att öppna sig vid stark vind, vid regn och vid för låg utetemperatur. Solskyddsgardiner skall behovsstyras. Vid brand skall systemet säkerställa snabb lucköppning för brandventilation. Brandventilation ges högsta prioritering, dvs den slår ut övriga funktioner vid behov. Systemet skall även övervaka funktioner och larma vid felaktiga och onormala värden.

## 13.1 Rökventilation

Rökluckorna placeras i glastakets högsta punkt vid taknock. Beräkningar visar att takets öppningsarea bör vara 50 m<sup>2</sup> medan tilluftsarean vid gårdens fasader kan begränsas till 25 m<sup>2</sup>. Från- och tilluftsöppningarna är kopplade till rökdetektorer. 100 % av frånluftsöppningarna (rökluckorna) i taknock skall öppnas automatiskt. 30 % av tilluftsöppningarna (dörrar och fönster i gård) skall öppnas automatiskt, resterande del öppnas manuellt.

## 13.2 Komfortventilation

Rökluckorna i taket skall kombineras med öppningsanordning kopplad till värmegivare i gården. Värmegivarna placeras i varje hörn i loftgångsframkant i plan 2-4 samt i taknock. I plan 1 placeras givarna på motsvarande sätt på vägg. Rökluckorna i taket öppnas när temperaturen överstiger 24°C i vistelsezonen i gårdsvolymen. Samtidigt öppnas automatiskt samtliga tilluftsöppningar i plan 2. Om temperaturen fortfarande överstiger +24°C öppnas med en viss fördröjning samtliga tilluftsöppningar i plan 3. Samma förutsättningar gäller för plan 4. Om temperaturen fortfarande överstiger +24°C öppnas samtliga tilluftsöppningar i plan 1 (reglade dörrar är undantagna).

### 13.3 Mekanisk luftcirkulation i gården

Genom att temperaturen på glasets insida särskilt vintertid kan variera kraftigt kan kraftiga omvända temperaturgradienter uppstå i gården. Varmare luft stiger uppåt och kyls av när det träffar taket. Vid dessa tillfällen sjunker den svalare skiktade luften. Kantringen sker intill väggarna. Kantringseffektens negativa verkningar kan hindras genom att luften tvings att cirkulera i hela volymen och härigenom motverkar skiktning.

Luftcirkulationsaggregatet på gården utnyttjas under vinterhalvåret för att motverka stora temperaturgradienter i gårdsvolymen. När temperaturskillnaden mellan gårdens golv och tak är större än 6°C skall luften cirkuleras så att temperaturskillnaden blir ca 2°C. Cirkulationen sker med låg hastighet.

### 13.4 Varmhållning av gården

Ett värmebatteri skall installeras i cirkulationsaggregatet för gården. Gården värms när genomsnittstemperaturen i vistelsezon understiger +2°C. Varmhållningen stoppas när temperaturen överstiger +5°C. Värmebatteriet planeras ej att tas i drift under mätperioden.

### 13.5 Gårdskylning sommartid

Kylning av gården sker genom den kyleffekt på ca 75 kWh som värmepumparna alstrar. Kyld luft tillförs genom en kanalskorsten placerad i gårdens nordöstra hörn. Kylning skall genomföras så att temperaturen blir ca +20°C i gårdens vistelsezon.

Temperaturen i vistelsezon skall dock alltid genom ventilation hållas vid en acceptabel nivå oberoende av artificiell kylning.

### 13.6 Solskyddsgardiner

Automatik för solskyddsgardiner installeras för glas-taket och fasad mot söder.

### 13.7 Vindskydd av ventilationsluckor

Rökluckorna inock är kopplade till vindavkännare som stänger luckorna på den för vind utsatta sidan. Luckorna öppnar åter vid behov när vindhastigheten sjunker.

### 13.8 Regnskydd av ventilationsluckor

Rökluckorna i nock stänges med en viss fördröjning vid regn.

### 13.9 Indikering av luckfunktioner

På kontrollpanelen indikerar gröna lysdioder delvis eller fullt öppna luckor med fast sken. Luckor som håller på att öppnas indikeras med snabb blink och luckor som håller på att stängas med långsammare blink.

Vidare finns för varje lucksida en omkopplare med tre lägen. I mittläget är luckstyrningen kopplad till den interna styrlogiken.

I läge "öppen", öppnar luckorna fullt, dock måste vissa villkor vara uppfyllda för att man skall kunna öppna luckorna manuellt.

Lucköppningen är blockerad om:

- indikering storm lyser
- indikering regn lyser
- indikering låg utetemperatur lyser

I läge "manuell stängning", stänger luckorna och öppnar endast vid brand.

Styrcentralen får signal brand från en yttre brandlarmcentral. Brandlarmet är projekterat enligt RUS 110.

Vid brandlarmsutlösning går luckorna direkt till fullt öppet läge. Öppningssignalen ligger till i 60 sekunder. Efter återställning av brandlarm stänger luckorna enligt den inprogrammerade pausstopptiden. Vill man stänga luckorna direkt användes den manuelle stängningsfunktionen.

Av brandsäkerhetsskäl är installationen utförd enligt följande:

- Matningen till de linjära elmotorerna kommer direkt från elservisrummet och har en särskild huvudbrytare med tydlig text "Huvudbrytare för brandventilatorer, bryt ej strömmen vid brand utan att ha förvissat Er om att brandventilatorerna har öppnat."
- Varje lucksida matas från minst två av varandra oberoende grupsäkringar och gruppledningar.
- Ledningar är utförda enligt brandklass F3 och är förlagda i stålrör där risk för mekanisk åverkan kan förekomma.
- Elmotorerna har kapslingsklass IP54 med drifttemperatur 120°.

- Spindlar för lucköppning är självhämmande, vilket gör att de ej faller tillbaka vid strömavbrott.
- På panelen för luckfunktioner finns en nyckelbrytare för test av brandfunktion.

### 13.10 Teknisk funktion för rökventilation, komfortventilation, väder, temperatur

#### 13.10.1 Temperaturpanel utetemperatur

Givaren för utetemperatur är placerad tillsammans med givare för väderstationen.

Förutom att panelen visar utetemperaturen på sin display, kan den genom ett inställbart bärvärde blockera lucköppning vid utetemperaturer som understiger inställd temperatur.

#### 13.10.2 Temperaturpanel innetemperatur

Panelen innehåller förutom display, som visar innetemperaturen, lysdioder samt justeringsmöjligheter för låg temperaturnivå, hög temperaturnivå samt temperaturnivå 3 (övertemperatur).

Vid indikering "hög temperaturnivå" styrs lucköppning proportionerellt beroende på gjorda inställningar för pausstoptid.

Då indikering "låg temperaturnivå" slocknar stängs luckorna. I området mellan indikering hög och låg temperaturnivå slocknar står luckorna kvar i uppnått läge.

För att säkerställa stängning av luckor vid låg temperaturnivå ger elektroniken stängningsorder två gånger efter att den normala stängningssignalen avgetts (för att en eventuellt termiskt utlöst motor skall hinna återställas och stänga luckan).

Indikering "temperaturnivå 3" lyser då inställd temperaturnivå för denna uppnåtts, dvs då övertemperatur inträffat. Detta kan bero på att normal lucköppning ej varit tillräcklig för bortventilering av värme.

Då temperaturnivå 3 uppnåtts öppnas luckorna även på vindsidan med inställda pausstoptider, summalarm avges och öppningssignal ges till dörröppnare samt till fönsterpartier.

Alla dörröppnare är försedda med individuella omkopplare, vilket gör att man kan bestämma hur många eller vilka dörrar (fönsterpartier) som öppnas då funktionen temperaturnivå 3 kallar på åtgärd.

Dörröppnarfunktionen är sådan att då en dörr öppnas på signal, fångar en dörrhållarmagnet upp dörren i öppet läge samt bryter motorkretsen genom en inbyggd mikrobrytare.

### 13.10.3 Väderstation

Givarna för väderstationen är placerade på byggnadens södersida. Generellt gäller att givare bör placeras fria från luftströmmar från ventilation-fläktaggreat och på en plats som representativt speglar aktuella vindförhållanden.

Regngivaren har ett förgyllt lednings- /sensormönster vars konduktivitet mäts kontinuerligt. Ledningsmönstret är uppvärmt av ett termostatstyrt inre element, vilket gör att givaren kan känna skillnad på dag och regn. Givaren bör placeras så att den är åtkomlig för rengöring. Rengöringsperioden är beroende av omgivningens luftföroreningsgrad.

Givaren för vindstyrka, som är roterande ger signal proportionell mot rotationshastigheten.

Givaren för vindriktning indikerar fortlöpande medelvärde på vindriktningen. Den interna logiken behandlar värdena.

På panelen för vind-regn-storm finns, förutom den digitala displayen som visar vindhastigheten i m/s, lysidoder som indikerar stormnivå, låg vindnivå, regn samt utsatt vindsida.

Med justeringsskruv kan börvärde för stormnivå inställas. Låg vindnivå har ett fast inställt värde = 3,5 m/s. Värdet är den högsta vindstyrka som accepteras för lucköppning på lovartsidan.

Stormnivå inställs för den vindstyrka som skall blockera öppning av luckorna.

Lysdioderna indikerar den sida av byggnaden som är lovartsida. Om vindstyrkan är över 3,5 m/s öppnar endast läsideluckorna för normal temperaturreglering.

### 13.11 Skuggvävsautomatik

Givaren känner ljusnivån och presenterar denna i enheten kLUX på display. På panelen finns justeringsanordning för att ställa in den ljusnivå då skuggväven skall gå för (olika för sommar och vinter).

Vidare finns inställningsratt för inställning av gångtid i %, vilket innebär att vid t ex inställningen 75 % går skuggväven för med 75 % av sin utrullningslängd.



Driftomkopplaren på panelen har lägen för stopp, manuell körning, skuggväv för och från, "auto sommar", "auto vinter" samt "auto ur".

I läge "auto sommar" resp "auto vinter" går skuggväven för vid inställd ljusnivå för sommar- resp vinterfallet.

I läge "auto ur" går skuggväven för och ifrån vid de tidpunkter som är inprogrammerade på uret. I övrigt gäller då parametrarna för sommarfallet.

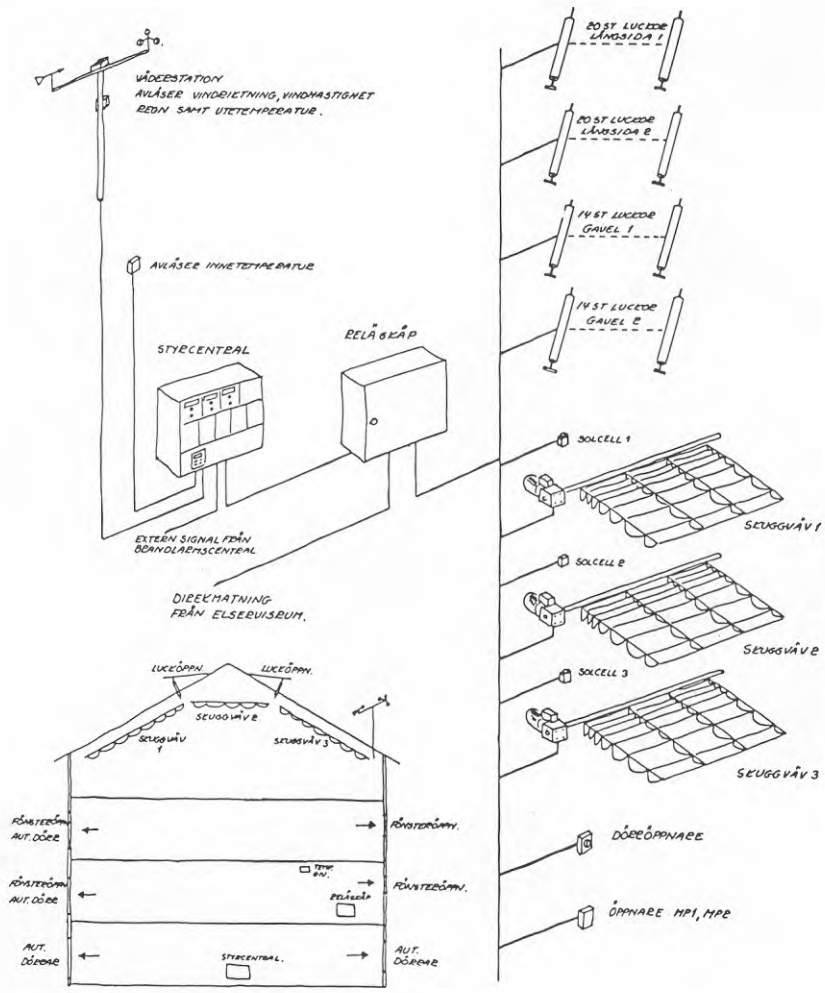
På vintern kan skuggväven även användas för energibesparing genom att den minskar utstrålningsförlusterna genom glastaket.

Vid utlöst brandlarm går skuggväven ifrån för att ej hindra rökevakivering då luckorna öppnas.

Vid yttre rengöring av glasytor bör skuggväven vara fördragen då den kan bidra till skydd mot eventuellt genombrott av glas eller nedfall.



Figur 13:1 Väderstationen på Suncourthuset



Figur 13:2 Klimatregleringssystem, principschema



Fig 13:3 Interiör av gården med skugggardinerna fråndragna



Fig 13:4 Detalj av skugggardiner i fråndraget läge



Fig 13:5 Interiör av glastak och vägg med elektriska ventilations/rököppnare



Fig 13:6 Cirkulationsskorsten på gården med luftinjekteringsdon



## 14 GÅRDSPLANERING

## 14.1 Bakgrund och historik

Lusten att bygga anläggningar för att förlänga den varma årstiden och undfly den långa vintern ter sig ganska naturlig i vårt klimat. Föga förvånande är det heller inte en ny idé för vår tid. I mera utvecklade form förekom det redan hos - just romarna!

De tidigaste anläggningarna var främst avsedda för förvaring av omtaliga exotiska växter under vintern. Vid anläggandet av de grandiosa orangerierna i solkonungens Versailles uppträder emellertid tanken att göra vinterträdgården till en exklusiv, exotisk miljö att vistas och flanera i under den kalla årstiden.

Även i Sverige byggdes på 1600-talet vinterträdgårdar, främst av den allkunnige Olof Rudbeck. Han utvecklade med framgång en teknik att värma upp dessa anläggningar med kakelugnar. Under 1800-talet vann vinterträdgården stor spridning som ett exotiskt inslag i de burgna hemmen, bl a som en följd av förändrade livsmönster och en utvecklad stålbyggnadsteknik.

De ovan nämnda skälen att anlägga vinterträdgårdar är giltiga än i dag. Lusten att odla och övervintra exotiska växter och att skapa anläggningar med ständig eller åtminstone förlängd växtsäsong har emellertid ganska nyligen parats med ett nytt skäl; inglasade rum har blivit en verksam del i energisnålt byggande. Detta har under senare tid givit upphov till nya spännande typer av glastäckta rum, alltifrån glastäckta gårdar till inglasade sollänta fasader, ja rentav byggnader helt inneslutna i ett yttre glashölje.



Fig 14:1 Gård för alla åldrar

## 14.2 Upplevelse och karaktär

Till det mest lockande i föreställningen om en vinterträdgård hör tvivelsutan att skapa en grönskande oas trotsande våra kalla, karga vintrar. Centralt i denna föreställning är själva trädgårdsmotivet, den frodiga örtagården överförd i en mer eller mindre exotisk och stiliserad skepnad.

I örtagården intar givetvis växterna en central roll, men de är inte av ensam betydelse för miljön. Trädgårdsmotivet rymmer även föreställningar om exempelvis markmaterial, spaljéer, sittbänkar och kanske en vattenkonst.

Upplevelsen av trädgård omfattar inte bara synintrycket utan i lika hög grad lukt, hörsel och taktila (beröringsmässiga) sinnen. Utformningen bör därför medvetet inriktas mot att i alla dessa avseenden skapa en så rik miljö som möjligt. Detta kan ske på olika sätt. Förebilden kan vara utomhusträdgården men också en mer exotisk anläggning kanske av orientaliskt snitt eller mer sparsmakat förfinad efter japansk förebild.

För att uppnå avsedd verkan är det viktigt att anläggningen utformas så att den mått- och karaktärmässigt förmår samspela med den ofta dominerande, omgivande byggnaden.



Fig 14:2 Soffa med lösa bord och bänkar, en användbar plats för arbete, lek och samvaro



### 14.3 Typer av vinterträdgårdar

Miljöbetingelserna i vinterträdgården bestäms av ett antal viktiga faktorer, vilka påverkar såväl anläggningens vistelsevärde som förutsättningarna för växtvalet och därmed anläggningens utformning. De viktigaste miljöfaktorerna är temperatur, ljus samt luft- och markfuktighet, vilka behandlas i det följande.

I en publicerad artikel i tidskriften Utemiljö (1/85) har vinterträdgårdar föreslagits indelade i tre kategorier med hänsyn till deras temperaturförhållanden vintertid:

palmhuset, där temperaturen aldrig går under  $+10^{\circ}\text{C}$  och oftast håller sig vid normal rumstemperatur året runt

orangeriet, där temperaturen kan sjunka till  $\pm 0^{\circ}\text{C}$  men endast undantagsvis och kortvarigt därunder

vintergården, där temperaturen någon gång kan sjunka ända till  $-10^{\circ}\text{C}$ .

Ett annat kanske mera tekniskt sätt att klassificera inglasade rum framgår av fig 14:9.



Fig 14:3 Gården sedd från en av entréerna - försedd med vindfång som hindrar kalldrag på växterna



Fig 14:4 Grusyta för lek och spel - bordtennis, brochet, pétanque



Fig 14:5 Sandleken i skydd av gårdens ringlande mur

#### 14.4 Temperatur och växter

Det finns skäl att bland miljöfaktorerna först behandla temperaturen. Den är i hög grad avgörande för växtvalet och därmed för gårdens karaktär. I vinterträdgården liksom i alla andra typer av trädgårdar är det en nödvändig förutsättning för en lyckad anläggning att växtvalet görs utifrån rådande förutsättningar. Hellre en robust, frodig växtlighet än exotiska, tynande plantor.



Fig 14:6 Lösa bänkar runt grusytan



Fig 14:7 Spaljéracken med eller utan planteringslådor med vintergröna häckar avgränsar lägenheternas entréer från gården

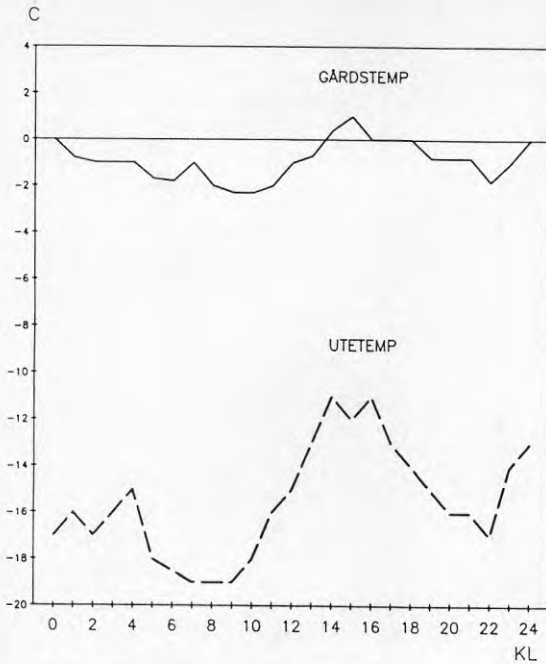
Indelningen ovan i olika typer av vinterträdgårdar visar klart att dessa innebär mycket skilda växtbetingelser: i palmhuset närmast en evig sommar av tropiskt slag medan förhållandet i vintergården betydligt mer liknar vårt uteklimat. För att växterna skall trivas bör de härstamma från trakter med ett klimat snarlikt vad som kan erbjudas i vinterträdgården.

I trakter med årstidsvariationer i form av tork- eller köldperioder klarar växterna dessa genom att inträda i 'vilostadium', vilket i många fall innebär att de faller löven eller åtminstone dämpar livsprocesserna. Rådande temperatur styr i hög grad dessa livsprocesser. Vid låga temperaturer avstannar dessa nästan fullständigt.

Alla inser att det får ödesdigra följder att plantera tropiska växter i anläggningar med låga vintertemperaturer. Det måste å andra sidan påpekas att vilostadiet hos andra arter är ett fysiologiskt behov. Sådana växter stressas av att förvägras viloperioder i ett ständigt varmt klimat. Dessa arter bör alltså inte planteras i ständigt varma anläggningar. Detta förklarar varför många av våra rumsväxter utvecklas bättre med vintervistelse i gamla tiders glasverandor med sval temperatur (och högre relativ luftfuktighet) än i rumsvärme året runt.

Det bör särskilt noteras att just minimitemperaturen tagits som grund för typindelningen av anläggningar, eftersom det är en avgörande faktor för växtvalet. Sålunda är det nödvändigt att gårdens framtida temperaturförhållanden kan fastställas tidigt i projekteringen. En oförutsedd köldknäpp kan föröda anläggningen oaktat att den skötts och frodats i kanske årtal dessförinnan.

Vid projekteringen av Suncourtgården gjordes på ett tidigt stadium en datasimulering av temperaturförhållandena på gården. Denna visade bl a att temperaturen inte ens under stränga köldknäppar beräknas sjunka under  $-6^{\circ}\text{C}$ . I den aktuella gården är minimivärdet av stor betydelse eftersom ingen tillsatsvärme garanterad finns tillgänglig för att värma gården vid låga temperaturer.



Figur 14:8 Temperaturförlopp en extremt kall dag, 6 jan 1971, se även avsnitt 10

Många gånger är de faktiska temperaturförhållandena ganska svåra att uppskatta. Stora lokala variationer kan förekomma i anläggningen pga avskärmad utstrålning, värmelagrande stenblock m m. Förhållandena påverkas också av den reglerade luftcirkulationen som ofta ingår i den energitekniska utformningen.

Anläggningen av typ palmhus är en välbekant företeelse och den typ av anläggning som hittills varit vanligast. De utgör ofta en del av själva inomhusmiljön. Detta gäller inte orangeriet, där temperaturen under några vintermånader är så låg att man får behålla ytterkläderna på. Denna typ av anläggning har hittills varit mindre vanlig men ett flertal kommer att byggas under de närmaste åren. Den tredje typen, vintergården, är hittills sparsamt förekommande. Suncourtgården i kv Höstvetet i Hagsätra får snarast hänföras till typen vintergård och torde därmed bli en av de största av denna typ som byggts i landet.

Det termiska klimatet i överglasade rum kan alltså delas in i olika klimatzoner, beroende på lägsta oacceptabla temperatur vintertid. Grovt kan zonindelas i en buffertzona: Tempererad zon och som inomhusklimat eller avseende växter enligt fig 14:9. Buffertzonen har ett stort temperatursving där klimatet mestadels avgörs av spontana temperaturer som uppkommer genom värmeförluster genom de väggar som ansluter mot gården. Viss uppvärmning till max +5°C kan tillåtas.



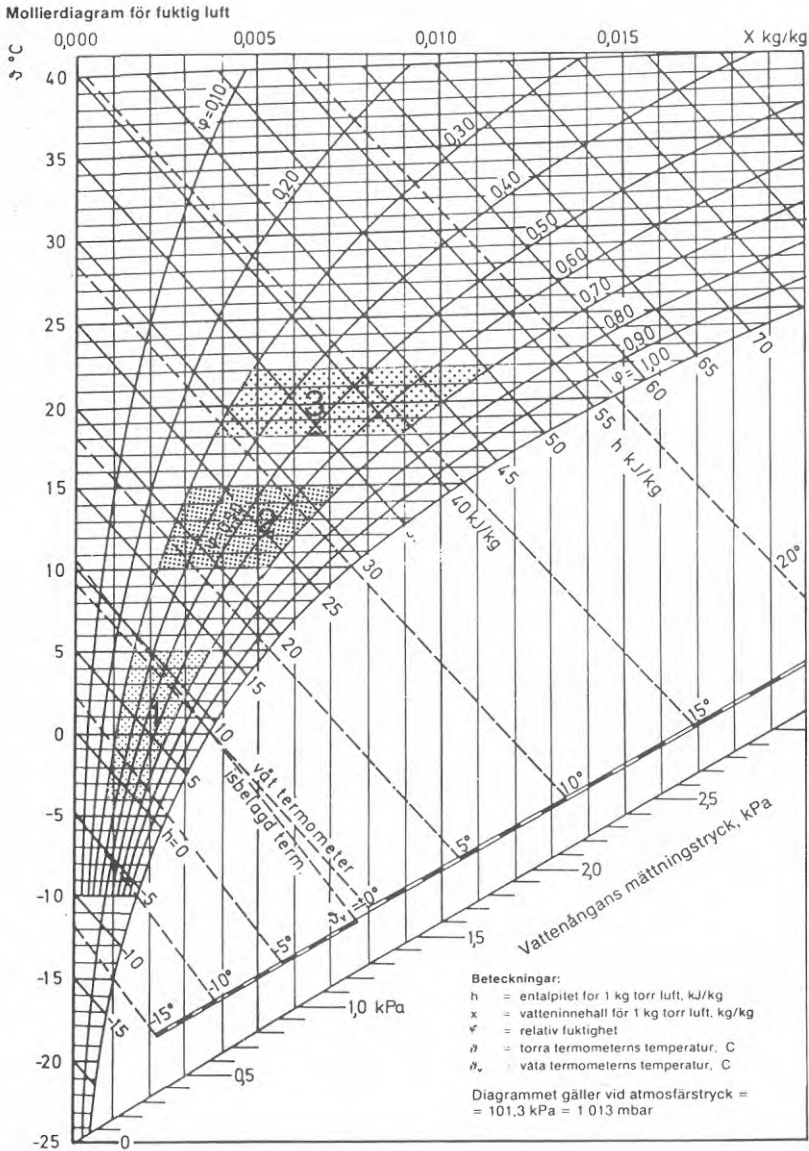


Fig 14:9 Klassificering av inglasade rum

- 1 Buffertzonen med ett stort temperatursving, utan uppvärmning ca 10°C över utetemperaturen under vinterperioden. Under korta perioder under ±0°C
- 2 Tempererad buffertzonen +10°C–+15°C
- 3 Inomhusklimat



Den tempererade buffertzonen har måttliga temperaturspann. Värmning av gården sker till ca  $+10$ – $+15^{\circ}\text{C}$ . Inomhusklimatet har en maximal temperatur på  $+18$ – $+22^{\circ}\text{C}$ , dvs med ett relativt litet temperatursving. Suncourt inglasade gård hänför sig således till kategorin buffertzona med ett stort temperaturspann, där temperaturen kan understiga  $\pm 0^{\circ}\text{C}$  i gården.

Simuleringsstudier från den 6 januari referensåret 1971 antyder att temperaturen vid detta tillfälle understiger  $-2^{\circ}\text{C}$ . Vid längre och kallare köldperioder kan betydligt lägre gårdstemperaturer uppstå.



Fig 14:10 Diagonalt över gården löper den ringlande muren. Intill står ett pergolatak. Mur och pergola omsluter mindre, skyddade trädgårdsrum. Till höger utblåsningsdonet från uppvärmningssystemet. På pergolan och gallret runt utblåsningsdonet kommer klängväxter att växa upp

#### 14.5 Ljus och växter

Växters ljusbehov varierar såväl mellan arter som mellan perioder av olika livsaktivitet. Plantor i vintervila behöver mindre ljus än under växtsäsongen, således motsvarande vad som råder i naturen. Precis som beträffande temperaturförhållanden måste anläggningens växter väljas med hänsyn till ljustillgången; ljusälskande växter på soliga ställen, skuggarter där ljuset är sparsammare.

Växter placerade i olämpliga ljusförhållanden utvecklas dåligt. Ljuskrävande arter i dålig belysning blir långa, bleka och taniga, skuggväxter i full sol blir små och kompakta. De kan t o m få direkta skador och dö. Blomsättning är beroende av lämpliga ljusförhållanden. Det råder dock osäkerhet bland experterna om hur samspelet mellan temperatur- och ljusförhållanden påverkar blomningen. Klart är dock att detta varierar mellan arterna.



Fig 14:11 Mur i beigebrun betongsten och pergola målad i ljust grågrönt, trädgårdskaraktär och skydd mot de omgivande fasaderna

Utgångspunkten för anläggningens ljusförhållanden är tillgången på dagsljus. Detta bestäms av dagsljusöppningens storlek, läge samt dess avtäckning (genomsiktig eller diffuserande).

Artificiell belysning bör normalt ses som ett komplement såväl med hänsyn till växternas behov som till anläggningens karaktär. En anläggning utan betydande dagsljusinsläpp upplevs lätt som instängd och mindre tilltalande. För vintersäsongen bör också beaktas risken för att snö ligger kvar på alltför platta och kalla lanterniner och därvid avsevärt minskar ljusinflödet. Detta har i något noterat fall lett till oväntat svag belysning vintertid med ty åtföljande problem.

Dimensionering av artificiell tillsatsbelysning måste ske med hänsyn till bl a:

- 1) erforderlig ljusmängd för växternas behov
- 2) möjligheter att placera belysningsarmaturer
- 3) tillsatsbelysningens utseendemässiga effekter (färgåtergivning, bländningsrisk)
- 4) praktiska och ekonomiska aspekter (skötsel och underhåll, risk för åverkan, kostnader)

Tillsatsbelysning för växter kan anordnas med en rad olika lamptyper av varierande effektivitet och miljömässiga konsekvenser.

Ett dilemma i valet av lämplig artificiell belysning är skillnaden mellan spektralfördelningen av det ljus som ger en för (det mänskliga) ögat tilltalande färgåtergivning och det ljus som bäst kommer växterna tillgodo.

Växter kan tillgodogöra sig ljus inom ett ganska brett spektrum, motsvarande våglängdsområdet ca 400-700 nm enligt diagram, figur 14:11c. Som framgår är dock upptagningsförmågan betydligt större inom det röda intervallat (ca 650-700 nm) än inom det övriga området. För ett effektivt utnyttjande av tillförd belysningsenergi bör därför ljus för växters behov koncentreras inom detta intervall. Så gör man inom växthusodling. Man har nämligen funnit att utelämnande av ljus inom övriga synliga intervall inte ger några negativa effekter på växternas utveckling. Som jämförelse framgår av diagrammet, fig 14:11b, att det mänskliga ögat har sin största känslighet runt våglängden 555 nm, dvs grönt ljus.

Det normala måttet på belysningsstyrka är lux, vilket är ett mått som utgår från ögats ljuskänslighet. Att luxvärdet inte är ett praktiskt mått på artificiell växtbelysning framgår av det faktum att olika lamptyper avger ljus med mycket olika spektralfördelning och att växternas effektivaste ljusupptagning sker inom ett område där ögat är mindre känsligt. Ljusflödet bör i stället mätas i mW. För högtrycksnatriumlampor (lämpliga för växters ljusbehov) är relationen ca  $2\ 000\ \text{mW/m}^2 = 1\ 000\ \text{lux}$ , för andra lamptyper helt annan.

Ljusets effekt på växterna kan uppdelas i tre foto-funktioner:

- 1) fotosyntes, den biokemiska processen för växternas näringsuppbyggnad
- 2) fotomorfogenes, växternas varierande tillväxtmönster vid olika ljusförhållanden
- 3) fotoperiodism, vissa arters reagens på ljusperiodens längd för att inleda blomsättning

Man har tidigare trott att dessa processer klart kunde urskiljas, men har på senare tid funnit att mellan dem råder ett komplicerat samspel. För blomsättningen fordras för vissa arter dessutom samverkan mellan fotoperiodism och temperaturvariationer. I en vinterträdgård kan det vara svårt att i alla avseenden kontrollera dessa förhållanden, vilken kan medföra svårigheter att uppnå en önskvärd tillväxt eller blomsättning. Man får därför räkna med en viss risk att nödgas byta ut sådana plantor som inte ger den blomning som eftersträvats vid valet av växten ifråga.

Generellt gäller att funktion 1) är i hög grad beroende av ljusstyrkan, funktion 2) varierar för olika arter och funktion 3) är verksam även vid ganska svaga ljusstyrkor (150-400 mW/m<sup>2</sup>). Växternas ljusbehov under vegetationsperioden är för skuggtåliga arter ca 1 500-4 000 lux och för ljuskrävande arter ca 4 000-8 000 lux. I solljus på sommaren kan lux-värdet närma sig 100 000 lux.

Flera av de för växternas behov mest lämpliga lamptyperna ger en utseendemässigt ofördelaktig belysning. Aktuella typer att välja mellan är glödlampor, lysrör, blandljuslampor, kvicksilverlampor, metallhalogenlampor samt hög- och lågtrycksnatriumlampor.

Glödlampor är generellt av begränsat värde för växternas behov. Detta gäller även de speciella växtlampor som finns på marknaden. Glödlampor ger ett dåligt ljusutbyte i förhållande till använd energi. Med sin goda färgåtergivning är de emellertid en utseendemässigt tilltalande ljuskälla.

Lysrörens ljus är av större värde för växterna, dock är de normala varmvita väl så lämpliga som dyrare specialtyper. Deras begränsade ljusstyrka gör att lysrör måste placeras nära växterna för att ge önskad effekt.

Vid större möjliga/önskvärda avstånd och behov av högre ljusintensitet är metallhalogenlampan ett lämpligt alternativ. Dess ljus motsvarar väl växternas behov och har en bra färgåtergivning men lampan är tyvärr dyr och relativt kortlivad.

Blandljuslampan är olämplig som växtbelysning eftersom den både är dyr och ger ett dåligt utbyte för växterna.

Kvicksilverlampan motsvarar ganska väl växternas behov men passar sämre när besökare vistas i anläggningen med belysningen påslagen, eftersom dess ljus upplevs som 'kallt' och otrivsamt.

Även högtrycksnatriumlampan är i detta avseende olämplig. Dess ljus har en speciell spektralfördelning som är mycket lämplig för växterna men ger en föga tilltalande färgåtergivning. I publika anläggningar har med viss framgång prövats en armatur där man kombinerat en högtrycksnatriumlampa som ger växterna lämpligt ljus med en metallhalogenlampa som ger en mer tilltalande belysning.



I många fall måste tillsatsbelysning i vinterträdgårdar placeras på viss distans från plantorna. Av utseendemässiga skäl och för att minska störande bländning kan det vara lämpligt att låta tillsatsbelysningen vara tänd under tider då gården är lite befolkad. Det kan lämpligen ske före gryningen för att ligga i kontakt med dagsljusperioden, vilket anses vara en viss fördel för växterna.

Belysningsförhållandena för en vinterträdgård kan uppskattas redan på projekteringsstadiet med hjälp av datasimulering. Växtval och utformning av eventuell tillsatsbelysning kan sedan göras med hänsyn till dessa (mer eller mindre exakta) värden. För att ge en god uppfattning om förutsättningarna bör simuleringen omfatta värden för vintersolstånd, höst/vårdagjämning och vintersolstånd, för mulen och lätt slöjad himmel, för kl 12 och 9 alt 15 på dagen samt för några karaktäristiska punkter på gården.

Den huvudsakliga arbetsinsatsen för en dylik simulering består av inmatning av byggnadens geometriska form. Antalet punkter och variabler påverkar mer marginellt kostnaden för studien.

Vid projekteringen av Suncourtgården utfördes en datasimulering av dagsljusbelysningen vid olika tidpunkter, olika väderlek och på olika platser på gården motsvarande beskrivningen ovan. Resultatet redovisas i tabell 6:5 och 6:6.

Av resultatet bör noteras att värdena intill gårdens väggar och framför allt i hörnen är lägre än ute på gården. Detta förklaras av att den från punkten "synliga" vinkeln mot glastaket minskar i dessa positioner. Mer förvånande är den lilla skillnaden mellan belysningsvärdena vid gårdens södra, skuggade sida och dess norra.

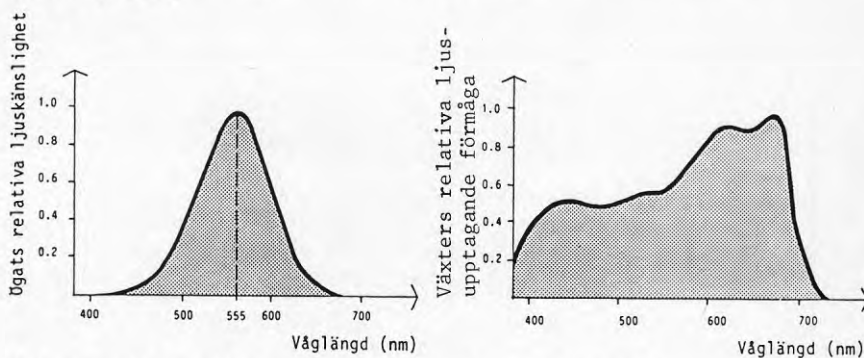


Fig 14:11b-c Växternas ljusupptagningsområde

#### 14.6 Markfuktighet

Tillgång till vatten är en nödvändig förutsättning för växternas livsprocesser. En mycket liten del av upptaget vatten förbrukas i den s k fotosyntesen för plantornas tillväxt. Vattnet utgör kvantitativt framför allt ett transportmedium för näringsämnen genom växten och har betydelse för dess temperaturreglering genom transpiration.

De olika miljöfaktorerna vattentillgång, temperatur och ljus måste variera samordnat för att motsvara växternas naturliga behov av tillväxt- och viloperioder. När temperatur och ljus minskar avstannar växtens livsprocesser och behovet av markvatten minskar. Bevattning och markfuktighet måste därför varieras över året och måste trimmas in efterhand för att motsvara avdunstning och växternas behov.

Typ av bevattningsmetod väljs med hänsyn till tekniska faktorer (växternas känslighet, markuppbyggnad, tjälningens risk m m) och praktiska faktorer (skötselpersonalens kompetens och möjliga arbetsinsats, risk för åverkan m m). Generellt gäller att ett automatiskt bevattningssystem sällan ensamt bör svara för bevattningen. Det bör kompletteras med handvattning med hänsyn till väderlek, bedömning av växternas behov och kondition m m. Automatiken måste regleras för varierande verkningsgrad under året. I många fall är enbart manuell bevattning att föredra under vintern för att lättare undvika övervattning. Härvid ges också möjlighet att i samband med vattning duscha bladverk och mark för att höja luftfuktigheten.

Bland bevattningsutrustningar kan två huvudtyper urskiljas, nämligen sådana med bevattningsdon över resp under jordytan. De ovanjordiska systemen har fördelen att de lättare kan övervakas och repareras. Emellertid är de också mer utsatta för åverkan än de nergrävda systemen. Lämpliga typer av bevattningssystem är s k droppslangar och bubblers.

I anläggningar med låga vintertemperaturer måste ovanjordiska system vara frosttåliga för att kunna användas.

Växterna i vinterträdgården måste regelbundet tillföras näring. Denna kan spridas genom automatbevattningen. Med kunnig skötselpersonal är manuell gödsling att föredra med hänsyn till växternas skilda behov.

För planteringarna på Suncourtgården hade det varit en fördel med ett automatiskt bevattningssystem med ytligt förlagda droppslangar. Detta system kan användas sommartid när betydande vattenmängder erfordras för växternas välbefinnande. Vintertid, när mängden erforderligt vatten är avsevärt lägre och dessutom varierar mycket mellan växterna, avses vattningen utföras manuellt.



Med kunnig skötselpersonal ger manuell vattning vintertid bästa förutsättningen för anpassning av vattningen till växternas behov. På så vis undviks övervattning, vilket lätt uppkommer med ett automatsystem och kan orsaka stor skada på växterna. Även sommartid förutsätts övervakning av bevattningen av kunnig personal. Behov av kompletterande handvattning kan uppkomma under speciellt varma perioder och är givetvis en nödvändig säkerhet i det fall automatbevattningen upphör att fungera.

Rent allmänt skall här betonas värdet av kunnig och motiverad skötselpersonal för en effektivt anpassad skötsel efter växternas varierande behov.

#### 14.7 Luftfuktighet

Under den kalla årstiden har den relativa fuktigheten i inomhusluften en tendens att sjunka pga den stora temperaturskillnaden gentemot utomhus, varifrån luften hämtas. Detta för växterna ogynnsamma förhållande berör även vintergården. Allför hög fuktighet i inomhusluften riskerar å andra sidan att medföra besvärande kondensproblem med risk för svampangrepp och rötskador.

Låg luftfuktighet vintertid stämmer illa med de naturliga förhållandena för växter från tempererade områden där vintersäsongen ofta är regnig och fuktig. Den är mer besvärande för städsegröna än lövfällande arter. Låg luftfuktighet inverkar menligt på växternas kondition och är ofta en starkt bidragande orsak till angrepp av skadeinsekter.

Luftfuktigheten kan variera betydligt i olika lägen på gården, mycket beroende på avdunstning från blad och jordyta. Skador pga drag beror till en del på uttorkning i torr cirkulerande luft. Vintertid är avdunstningen från de städsegröna växternas blad obetydlig och bedöms snarast vara mindre än från den öppna jordytan. Avdunstningen från jordytan kan minskas genom att den täcks med exempelvis ett lager Lecakulor. Därvid minskas luftcirkulationen i jordytans närhet och sprången i ångtryck utjämnas.

En exakt beräkning av avdunstningsmängden från planteringar är svår att göra. Man har vid SLU uppskattat avdunstningen från fri jordyta i sommarvärme och normal luftfuktighet till ca 1 g H<sub>2</sub>O/cm<sup>2</sup> jordyta, dygn. Vidare kan avdunstningen från växterna uppskattas med ledning av årsnederbörden och övriga klimatförhållanden i deras hemtrakter.

Det bör samtidigt framhållas att luftfuktigheten runt växterna bör upprätthållas på en lämplig nivå (vintertid ca 70 % RF, sommartid ca 80 % oberoende av tillförseln av fuktighet från planteringarna.

Vid normala temperaturförhållanden i vinterträdgården strömmar den fuktiga luften uppåt och kan vid låg utomhustemperatur kondensera på insidan av glastak och -väggar. Det motsatta förhållandet, att fuktig luft strömmar nedåt och avkyls vid markplanet benämns "nedslag" och är ett känt problem inom växthusodling. Vid nedslag bildas dimma vid markytan, fuktigheten kondenserar på växter och stor risk finns för mögel- och svampangrepp. Uppenbart är det också otrevligt att vistas i en sådan miljö. Nedslag måste därför förhindras med hjälp av anläggningens klimatkontroll.

Ökad befuktning av luften kan åstadkommas med hjälp av en vattendamm, helst då med en spelande fontänstråle, i dubbel bemärkelse ett tillskott i miljön eftersom den förutom den trevliga anblicken och ljudet även ger en friskare växtlighet. Befuktning av luft och bladverk kan också ske med fasta dysor i trädkronor eller buskar eller genom regelbunden handduschning av växter - och gärna även av markbeläggning.

Luftcirkulationssystemet på Suncourtgården är konstruerat för att under den varma årstiden suga upp varm luft uppe vid glastaket och sedan blåsa ut den igen i golvnivån efter avkylning. Detta kan genomföras genom att utnyttja värmepumparnas kyleffekt. Den avkylda luften blåses ut genom ett kraftigt 2,5 m högt och 1,2 m brett rör ute på gården. Röret är upptill försett med lameller för att sprida luftflödet. För att höja temperaturen i utblåsningsluften blandas denna med rumsluft som strömmar in genom öppningar nedtill på röret (injekteringsdon). Det är av stor betydelse att utformning och placering av dylika anordningar studeras för att undvika starkt vinddrag på växter, vilket ofelbart leder till växternas vantrivsel och därmed försämrat utseende.

#### 14.8 Markuppbbyggnad

Vinterträdgårdens växter - liksom trädgårdsväxter i allmänhet - utvecklas bäst till vackra och livskraftiga individer under goda och stabila växtbetingelser. Häri inbegrips en bra och tillräcklig jordvolym. Ur jorden tar växterna upp vatten och näring. En tillräckligt stor jordvolym har större förmåga att lagra upp och buffra variationer i tillgång och efterfrågan på dessa nyttigheter.

Det fördelaktigaste är att anläggningens växtbäddar lägges på icke underbyggd mark, med tillräcklig dränering men i kontakt med underliggande marklager. Om växtbäddens yta ligger i nivå med omgivande gårdsytor minskar dessutom risken för uttorkning och köldskador på växter (och underjordsbevattning).

Planteringarna i Suncourtgården är till största delen utformade som stora, sammanhängande ytor i nivå med omgivande mark. Endast häckplanteringarna längs går-



Fig 14:12 Flertalet av gårdens planteringsytor ligger i nivå med omgivande ytor. Några hörn markeras med stenblock



Fig 14:13 Trädäck och bänkar vid sandleken

dens kanter är placerade inom 30 cm förhöjda träsar-ger, mest för att minska slitaget i dessa utsatta lägen.

Kraven på växtjordens sammansättning varierar som för andra typer av trädgårdsväxter. Speciellt för jordar i svalare typer av anläggningar har framhållits fördelar med att förbättra den naturliga jordmånen på platsen. Avsikten är att därmed främja utvecklingen av ett rikt mikroliv i jorden. Meningarna är dock delade om värdet av detta .

Andra menar att det viktigaste är att planteringsjorden uppfyller ett antal grundkrav:

- 1) vattenhållande förmåga
- 2) dränerande förmåga
- 3) tillräcklig basutbytesförmåga
- 4) god strukturstabilitet

Krav 3) betyder i klartext att jorden skall ha tillräcklig förmåga att absorbera tillförda näringsämnen och hålla dessa tillgängliga för växternas behov. Lagringskapaciteten bör motsvara kraven enl MarkAMA, RD D3.23.

Krav 4) innebär att jorden inte skall sjunka samman när dess humusinhåll på sikt bryts ned. Jordvolymen måste då bäras upp av ett skelett av mineralkorn (alt Leca). På sikt ger också växternas rotsystem en motsvarande stabilisering av jorden.

Jordförbättring av befintlig jord innebär normalt att ett 5-10 cm lager av humusmaterial påföres och nedfräses till ett djup av 50-70 cm i befintlig jord. Eventuellt behöver jordstrukturen också förbättras genom motsvarande inblandning av sand. Härtill kommer förrådsgödsling.

#### 14.9 Vinterträdgårdens växter

Arturvalet för vinterträdgården spänner över ett brett fält, alltifrån tropiska växter i det ständigt varma palmhuset till i Sydsverige knappt hårdiga växter i vintergården.

Palmhusets artsortiment omfattar bl a våra rumsväxter. De härstammar från tropiska regioner med en mer eller mindre kontinuerlig växtsäsong. Endast i denna typ av anläggning kan vi skapa en ständigt frodig grönska. Då fordras emellertid att vi kan erbjuda växterna en miljö motsvarande den ihållande växtsäsongen, inte endast avseende temperatur utan även avseende ljus och luftfuktighet.

Många tropiska växter är förvånansvärt tåliga mot tillfälliga perioder av ljusbrist och torka, men de inträder då i vilostadium och motsvarar inte längre våra föreställningar om evig sommar. Sålunda erfar vi hur många av våra frodigaste rumsväxter trots värmen genomgår en nedgångsperiod under vintern orsakad av brist på ljus och luftfuktighet.

Årstidsvariationerna i orangeriet och än mer i vintergården medför oundvikligen att växterna genomgår en livscykel med mer eller mindre tydligt vilostadium under vintern. Man skall emellertid inte förglömma att denna årstidsvariation även har ett värde särskilt om våren, när den skira grönskan spricker fram och den mesta blomningen sätter in. Med ett medvetet växtval kan de årstidsbundna händelserna bland växterna



spridas över en stor del av året, alltifrån den första blomningen under vårvintern (bl a vinterjasmin och vinterkörsbär) till fruktsättning och rentav skörd framåt hösten.

Det milda klimatet i orangeriet medger odling av många ganska exotiska arter, såsom granatäpple, kamelia, lagerstoemia och rosmarin. Även klimatet i vintergården medger ett betydligt större arturval än i våra trädgårdar, samtidigt som det utsträcker vegetationsperioden betydligt.

Växtmaterialet på Suncourtgården har i stort sett hämtats från trädgårdssortimentet för exempelvis södra England. Som allmänna riktlinjer för artvalet har gällt:



Fig 14:14 Muren, en stadig extra sittplats

- o att skapa enhet och samtidig variation genom att arbeta med ett fåtal harmoniska och karaktärsfulla växtkombinationer för olika delar av gården
- o att kombinera lövfällande växter med ett betydande inslag av städsegräna arter för att året runt behålla ett påtagligt inslag av grönska på gården
- o att välja växter för att åstadkomma en årstidsvariation framför allt avseende blomning.

Planteringarna i gårdens ljusa del har som grundplantering de låga arterna *Louicera nitida* 'Elegans' och *Viburnum davidii*. I dessa står en grupp bambu, *Sinarundinaria nitida*, några japanska blodlönnar, *Acer japonicum* 'Atropurpureum' och en högväxt Mahonia-art, *Mahonia bealii*. I denna del av gården finns gårdens två stora träd, av arten kinesträd, *Koelreuteria paniculata*.

I en mer örtartad yta har föreslagits bl a *Hypericum calycinum* 'Hidcole', *Lithospermum* samt lökväxterna *Nerinea bowdenii* och *Scilla peruviana*.

Den södra, mer skuggade delen av gården domineras av städsegröna växter med läderartade blad, såsom *Pieris formosa*, *Pernettya mucronata* och låga, kuddlika *Rhododendron* av s k Kurume-typ, bl a 'Hinodegiri' 'Hinomayo' och 'Palestrina'. Som träd återfinns här en järnek med gultonat bladverk, *Ilex althadarensis* 'Belgica Aurea'.

För de klippta häckarna runt gårdens periferi har valts *Euonymus japonica*, i bredare partier tillsammans med friväxande *Mahonia bealii*. På baksidan av häckarna står klängväxter tänkta att växa upp på spaljerna bakom häckarna. I skuggiga delar återfinns *Clematis macropetala* och *Rubus heuryi*, i ljusare lägen även *Clematis armandii* och *Jasminum nudiflorum*. På pergolataket i gårdens mitt skall klänga blåregn, *Wiotaria sinensis*.

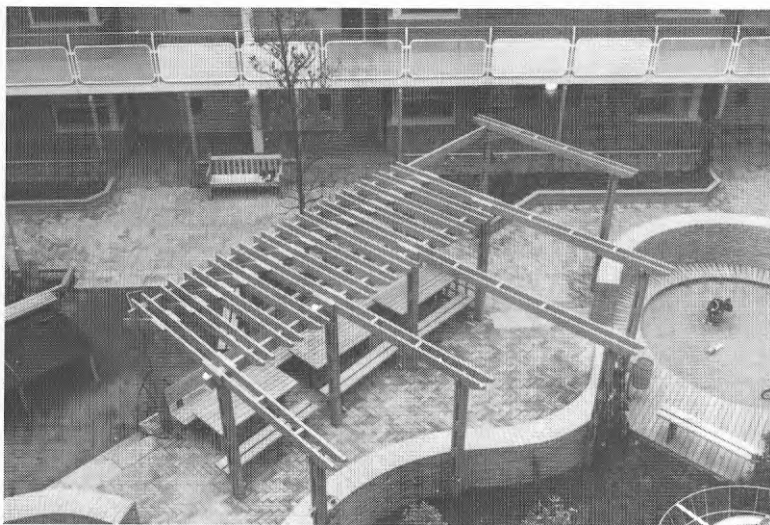


Fig 14:15 Blåregn och Clematis kommer att blomma på pergolan

Allmänt gäller att växter för vinterträdgårdar bör väljas bland arter med bred och stor anpassningsförmåga rörande jord och ljusförhållanden, tålighet mot torr luft och slitage samt liten benägenhet för angrepp av ohyra. Givetvis måste också härdigheten beaktas.



Samtidigt gäller att ett mildare klimat ibland kan minska växternas ljuskrav. Vid begränsad ljusmängd kan mindre robusta arter vara att föredra framför tåligare eftersom tåligheten hos de senare kombineras med större belysningskrav.

Vinterträdgårdens växter bör inte begränsas till buskar och träd. Även klängväxter, perenner, bambu, lökväxter m m kan vara av stort värde för dessa anläggningar.

#### 14.10 Anskaffande av växter

Ett viktigt led i projekteringen av planteringarna är att tidigt i projekteringen klargöra gårdens växtförutsättningar. Detta kan delvis ske med hjälp av datasimuleringar. För ett fullgott resultat bör även en lämplig odlare vidtalas. Han behöver tid för att skaffa fram i många fall udda arter och plantstorlekar samt att anpassa plantorna för den speciella växtmiljön i anläggningen. En väsentlig del som ibland nonchaleras är eventuell mellanförvaring av växterna innan utplantering. Felaktig förvaring kan innebära att växterna dör efter utplanteringen. Komplicerade garanti-diskussioner om ansvarsfrågor kan bli följden. Vid slut- och garantibesiktning bör alltid växtteknisk expertis anlitas och ansvarig landskaps/trädgårdsarkitekt närvara. Tidpunkten för plantering av växterna är inte enbart relaterad till den för växterna ev lämpligaste tiden. En faktor som man måste ta hänsyn till är om inflyttning till fastigheten sker under vinterperioden. Under åtskilliga dagar står då ofta entrédörrarna till gården helt öppna, vilket kan medföra stora påfrestningar på växterna på grund av drag och kyla.

Växtsortimentet för en anläggning av typ palmhus återfinns främst hos leverantörer av rumsväxter. Flertalet svenska leverantörer erbjuder dock ett ganska begränsat sortiment av arter väl utprovade för att motsvara kraven på enkel hantering och motståndskraft mot dåliga växtbetingelser. Emellertid kan man genom egna eller leverantörens kontakter utomlands (främst med plantskolor i Holland och England) finna ett betydligt bredare och mer varierat sortiment.

I orangeriet och vintergården råder klimat som motsvaras av de varmare medelhavstrakterna resp norra medelhavsländerna och södra England. Växterna för sådana anläggningar kan därför sökas i plantskolor i dessa länder. Somliga udda arter kan också återfinnas hos ambitiösa odlare i Skandinavien. Det bör dock observeras att för att uppnå ett s k medelhavsklimat krävs flera samverkande faktorer, ljus, värme och fuktighet. Under vintertid är dagsljuset begränsat på våra breddgrader. Det spontana temperatursving som uppstår i en glasgård räcker normalt till för växterna. En hög fuktighet i gården står ofta i motsatsförhållande till risken för den kondens som kan uppstå.

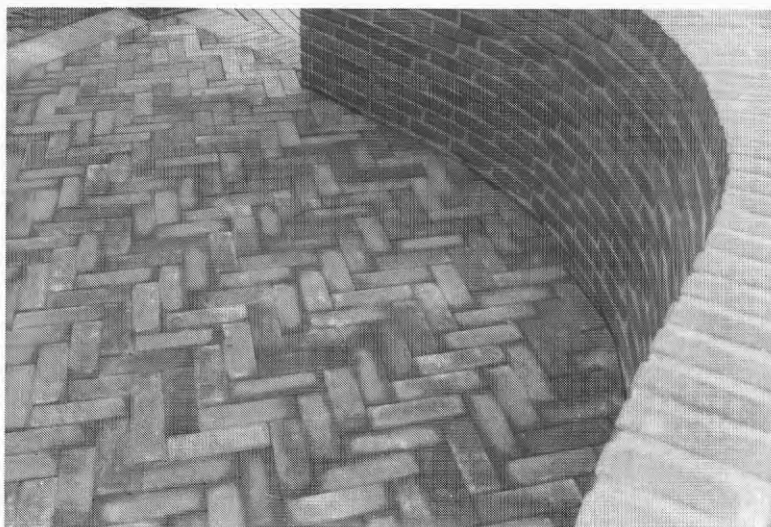


Fig 14:16 Markbeläggning och mur i beigebrun betongsten



Fig 14:17 Sandlek och sittytor i gårdens mitt ligger tre trappsteg upp - till glädje för handikappade via rampen förbi sandleken

#### 14.11 Skötsel och underhåll av växterna

Alla typer av trädgårdsanläggningar måste för ett fullgott resultat projekteras med hänsyn till tillgängliga skötselresurser och förväntade påfrestningar i form av slitage, skadegörelse m m. Detta gäller inte minst för vinterträdgården, som ställer vissa speciella krav i detta avseende. Exempelvis kan lövfallet från växter om hösten orsaka en besvärande nedskräpning. Därför bör planteringar om möjligt disponeras så att fallande löv landar i dessa och kommer jorden tillgodo. Stora samlade planteringsytor ger också växterna det bästa skyddet och de bästa växtförsättningsarna samt motverkar slitage.

Friska och livskraftiga växter är mest motståndskraftiga mot slitage och sjukdomar. Dessutom hävdas det ofta att en välskött och vacker miljö har en avhållande effekt på skadegörare. Planteringarna i övergladsade gårdar måste utformas för att ge bästa möjliga livsbetingelser för växterna. Anläggningarna måste också tåla regelbunden duschning av växterna. Ändå kan det inte uteslutas att angrepp av ohyra och sjukdomar drabbar växterna.

Ohyra förekommer givetvis även i naturen men dess spridning hålls tillbaka av bl a vädrets skiftningar. I de mer stabila miljöförhållandena i vinterträdgården riskerar man däremot massförökning och besvärande angrepp av främst spinnkvalster. Svåra angrepp av dessa är nästan omöjliga att bemästra i vinterträdgården på annat sätt än att snarast avlägsna den angripna plantan. Arter som är särskilt mottagliga för ohyra såsom hibiscus, bougainvillea och kaffebuske bör i de flesta fall undvikas. Med hänsyn till besökare kan kemisk bekämpning sällan komma ifråga i denna typ av anläggning.

Allvarligare angrepp på vissa växtarter motiverar att dessa på sikt byts ut och ersätts med andra. Kunskaperna om växter i denna typ av anläggningar är fortfarande så begränsade att detta får ses som ett led i insamlandet av erfarenheter.

#### 14.12 Slutsats

Vi erfar ett snabbt ökande intresse för denna typ av anläggningar. Det är därför en angelägen uppgift att utveckla och kartlägga erfarenheterna av dessa typer av anläggningar genom en systematisk studie av ett antal objekt avseende anläggande och utveckling under några år med registrering av skötselinsatser, klimat och andra inverkan miljöfaktorer.

## 15 PROGRAMÖVERSIKT FÖR DEN TEKNISKA MÄTNINGEN OCH UTVÄRDERINGEN

Suncourtprojektet kommer att mätas och utvärderas från energisynpunkt samordnat med de övriga fem delprojekten inom Stockholmsprojektet, under ca två år efter färdigställandet.

I byggnaden och VVS-systemet kommer ett mätadorsystem för mätning och registrering från ca 200 mätpunkter för ca 45 delfunktioner att installeras.

I utvärderingsskedet avses kontinuerliga analyser av mätdata utföras för såväl byggnadens totala energibalans som för de ingående delsystemen. Tonvikten läggs på experimentåtgärdernas energipåverkan.

För Suncourtprojektet studeras speciellt energiutbytet mellan byggnad, glasgård och borrhållslager via det dubbelverkande kyl- och värmepumpsystemet.

Utvärderingen skall även innefatta en kartläggning av "systemens" drift avseende uppfyllelse av föreskriven funktion, driftavbrott, serviceåtgärder etc.

Dessutom görs samordnade analyser av systemens/åtgärdernas påverkan på såväl energiekonomi som inomhusklimat (komfort). Teknikvärderingen skall också ge underlag för framtida byggnormer och för administrativa föreskrifter för uppförande av energisnåla flerbostadshus.

Den centrala utvärderingsgruppen vid projektgruppen för energihushållning i byggnader på KTH (EHUB) svarar för teknisk utvärdering. En annan väsentlig del av utvärderingsarbetet är att ge underlag för bedömning av olika systemlösningars konsekvenser för kommunal planering.

### 15.1 Utvärderingens målsättning

Syftet med kv Höstvetet, liksom de övriga byggnaderna i stockholmsprojektet, är att finna energisnåla lösningar som motsvarar högt ställda krav på ekonomi, teknik, funktion och boendekvalitetsmässig utformning, sålunda:

- o funktion och effektivitet hos olika energisnåla byggnadstekniska och installationstekniska lösningar
- o teknisk, funktionell och boendekvalitetsmässig utformning av hustypen/delsystemen är lösningar-

na så utvecklade att de kan tillämpas i större skala

- o kvalitetsstyrning (kravspecifikationer och kontroll) av en energisnål bebyggelse
- o metoder för energi- och effektberäkningar av ny energisnål bebyggelse och de ingående systemens tillförlitlighet
- o finansiering och eventuella avsteg från gällande normer
- o Stockholms stads möjligheter att i löpande verksamhet - planering, kontroll, besiktning, riktlinjer m m kunna påverka teknikval och teknisk utveckling.

## 15.2 Program för den tekniska utvärderingen

Huvudpunkter är:

- o Databasinsamling för byggnads- och installations-teknisk funktion genom uppföljning av bygghandlingar och byggskede. Uppföljningen koncentreras på uppgifter som bedöms betydelsefulla för husens energibalans. Denna uppföljning sker i samarbete med beställare, entreprenör och myndigheter
- o Utarbetande av målsättningar och delmålsättningar för mättings- och utvärderingsprogram för de olika delprojekten i samarbete med BFR och Stockholms stad
- o Utarbetande av mätprogram och tidplaner för delprojekten i samråd med BFR och Stockholms stad samt utarbetande av underlag för beräkning av energibalanser i samråd med Stockholms stad
- o Beskrivning av energiflöden - energibalanser - enligt godkänt mät- och utvärderingsprogram. Mätcentralen vid KTH (MCE) svarar för nödvändiga energimätningar. Mätvärden analyseras i relation till beräknade värden
- o Bedömning av funktion och samverkan i/mellan olika system av installationer i byggnader. Dokumentation av driftstörningar genomförs under de två första åren efter färdigställandet
- o Rapportering och information genom rapporter, artiklar, konferensbidrag, föredrag, seminarier etc



### 15.2.1 Mätprogrammet

Målsättning med utvärderingsarbetet är i huvudsak att:

- o kartlägga den totala energibalansen och förklara hur olika energiflöden fördelar sig på olika användning
- o bedöma de specifika experimentåtgärdernas bidrag i den totala energibalansen samt bedöma funktion och samverkan med byggnaden i övrigt.

Som utgångspunkt för det framarbetade mätprogrammet har en generell energibalans enligt nedan uppställts.

#### Tillförsel av energi

Elvärme mäts direkt som totalt levererad energi. Kan även mätas direkt för olika användning (uppvärmning, ventilation, tappvarmvatten).

El (apparatel, hushållsel, fastighetsel) mäts direkt som totalt levererad elenergi. Kan även mätas för fördelning på fastighetsel och lägenhetsel. Användningen för uppvärmning och ventilation uppskattas med hjälp av teoretiska beräkningar.

"Passiv" solvärme (sol genom fönster, glasgård etc) beräknas med hjälp av uppmätta solvärden.

Personvärme kan uppskattas baserat på beräkningar av antal boende och boendeformer.

"Återförd värme" (via värmepump och VVS) mäts direkt som återvunnen energimängd tillförd i VVS-systemet.

"Tillförd värme" mäts gentemot VVS-systemet.  
Kallvatten

Total kallvattenförbrukning mäts.

#### Bortförsel av energi

Transmission beräknas med hjälp av indirekta mätningar (t ex guarded hot box-metoden eller mätning med värmeflödesplatta).

Ventilationsvärme kan mätas direkt som energi i avluften (efter eventuell återvinning). Mäts som tryckfall över strypfläns (typ STIFAB CME med lågt tryckfall).

Läckluft. Luftläckage genom klimatskärmen kan beräknas/uppskattas med hjälp av momentana täthetsmätningar (t ex genom spårgasmetoden eller med 50 Pa tryckprovning).



Elförluster sommartid kan uppskattas på basis av teoretiska beräkningar av "värmeutnyttjande" av uppmätt elförbrukning.

### 15.3 "Komfortprojektet"

Ny teknik kan ge konsekvenser för boendet och det är därför nödvändigt att speciellt studera vilket inneklimat de olika delsystemen ger. Luftvärmetekniken för uppvärmning av bostäder är t ex relativt oprövad i Sverige. I Suncourt-projektet prövas bl a ett luftburet värme- och ventilationssystem.

I kv Höstvetet prövas dessutom flera metoder för ytterligare energihushållning. Metoderna varierar från förbättring av väl beprövade metoder till relativt avancerade nya tekniker såsom säsongsvärme genom lagring i borrhållslager. För närvarande pågår arbete med detaljerade projektbeskrivningar vid Projektgruppen för energihushållning i byggnader (EHUB).

#### 15.3.1 Komfortprojektets syfte

Syftet är att ge en beskrivning av de konsekvenser som energisnål teknik ger i nya flerbostadshus. Undersökningen avser att komplettera den tekniska energiutvärderingen.

Experimenthuset i kv Höstvetet innehåller mycket ny och avancerad teknik som kan påverka komforten. Exempel är luftvärmeteknik och utökad isolering. Utvärderingen tar sikte på att detaljerat bestämma komfortdata i ett antal lägenheter. Även apparattekniken är i flera fall ny för flertalet hyresgäster. I Suncourt har varje lägenhet t ex ett eget värmeaggregat. Det är därför angeläget att även studera hur hyresgäster påverkar sin egen komfort.

Komfortutvärderingen kan delas in enligt följande:

- o upplevelser av inneklimat kompletterat med mätningar
- o upplevelser av fysisk miljö (ex glasgårdar) plus mätningar
- o upplevelser av tekniska system (ex luftvärme) plus mätningar

### 15.3.2 Problemområden

- o Luftvärme  
Finns representerat i två av stockholmsprojekten kv Höstvetet och kv Kejsaren. Det är därför lämpligt att finna metoder för inbördes jämförelse av dessa. Här bör tonviken läggas vid de boendes uppfattning av systemen i kombination med klimatmätningar. En intressant jämförelse är hur bakkantsinblåsning (Kejsaren) är jämfört med framkantsinblåsning (Höstvetet)
- o Utökad isolering  
Här studeras inneklimatet under extremp perioder (extremt kallt eller varmt uteklimat). Resultaten relateras till byggnader med normal isolering
- o Glasgård  
Här bör tonviken läggas på att utvärdera glasgårdens funktion och klimat och relatera detta till klimatet i angränsande rum. Det är speciellt viktigt att utvärderingen förutom temperatur- och komfortstudier även omfattar buller, luftkvalitet och dagsljusstudier
- o Lager  
Torde inte påverka inneklimatet i någon mätbar utsträckning. Speciella problem kan dock uppstå i anslutning till apparater (utsug, värmepump etc) och bör därför uppmärksammas

### 15.3.3 Mätningarnas genomförande

Mätningarna av det termiska inneklimatet görs efter de riktlinjer som utarbetats och fastställts av Nordiska ventilationsgruppen (Erikson m fl 1982).

Lufttemperaturen registreras under minst ett dygn före mätningarna på ett representativt ställe i studerade lägenheter. I Suncourtprojektet finns temperaturgivare för lufttemperatur monterade i några av lägenheterna. Avläsningar av registrerade värden för dessa lufttemperaturer bör vara tillräckliga som referens. Även utetemperatur, vindriktning, vindhastighet samt solinstrålning registreras kontinuerligt.

### 15.3.4 Mätningarnas omfattning och innehåll

Mätningarna skall ge tidsmässigt sammanhängande värden på sådana termiska faktorer som har betydelse för människans värmebalans.

Mätningarna utförs och redovisas enligt de riktlinjer som anges i byggforskningens informationsblad B5:1976. Mätningarna utförs under så lång tid att mätresultaten blir representativa.

## Mätningarna registrerar

- o Lufttemperaturens variation under lokalens användningstid, uppmätt på ett för vistelsezonen representativt ställe (t ex mitt i rummet)
- o Högsta och lägsta rumslufttemperatur samt temperaturgradienter i vistelsezonen
- o Operativ temperatur i en punkt 1 m från fönster och i en punkt 0,5 m från tät yttervägg
- o Golvets yttemperatur
- o Takets yttemperatur
- o Lufthastigheten på de ställen där denna är större än 0,15 m/s samt rådande lufttemperaturer i samma punkter - varierar lufthastigheten mer än 0,05 m/s anges såväl medel- som maxvärdet
- o Relativ fuktighet i vistelsezonen (den torra lufttemperaturen vid mätningstillfället anges).

Mätningar av flöde vid till- och frånluftsdon skall även göras i samband med komfortstudierna.

Vid utförd mätning kommer bl a följande data att redovisas:

- o Uteluftens temperatur
- o Uteluftens fuktighet
- o Vindstyrka och vindriktning
- o Solförhållanden före och under mätningarnas utförande
- o Belysningseffekt och belysningens användningstid
- o Maskineffekt och maskinernas användningstid
- o Antal personer i lägenheterna samt uppehållstider och aktiviteter
- o Eventuell annan värmeförsel
- o Tider då dörrar och fönster är öppna
- o Tider då anordningar för solavskärmning används

- o Värme- och ventilationssystemets inställning
- o Fram- och återtemperaturer till luftdon (mätas före och efter resp observationsperiod)
- o Intilliggande lokalers användning i de fall dessa kan påverka inneklimatet i de lokaler där mätningarna skall ske, t ex om ytterdörrar till trapphus är öppna, tvättstuga, fläktrum etc.

#### 15.4 Akustiska mätningar

##### 15.4.1 Efterklangstider

Speciellt i samband med glasgårdarna i kv Höstvetet och kv Bodbetjänten kommer bullermätningar att utföras av Stockholms stad. Eftersom de inglasade rummen har stor volym och dessutom innehåller hårda ytor är denna faktor av stor vikt. Efterklangstider på innegårdarna kommer att undersökas. De teoretiska beräkningarna har utgått från att kv Höstvetets geometriska utformning är sådan att gården kunde ha varit utan glastak. Som referens har därför gården beräknats öppen uppåt. Efterklangstiden bör därför bl a jämföras med teoretiska värden för motsvarande gård utan tak. Dessutom är miljön på gården inte helt färdig i samband med inflyttningen. Växter har t ex en dämpande effekt. Här finns utrymme för mycket intressanta studier. Hur förändras ljudklimatet på gårdarna under utvärderingsperioden? Hur stor betydelse har val av växtlighet? Hur förändrar sig ljudmiljön över året (avlövade träd vintertid)?

Mätningarna skall utföras på flera olika platser på gården och omfatta de normala mätfrekvenserna för efterklangsmätningar i byggnader, jf avsnitt 7.2 och 7.3.

Buller från ventilationsanläggningar bör också studeras, främst i gård, men även i enskilda lägenheter.

##### 15.4.2 Ljudisolering

I samband med glasgårdar är det speciellt viktigt att beakta ljudisoleringsförmågan hos väggar mellan gård och bostäder. Dessa väggar har försetts med mineralullsisolering med en högre volymvikt än isoleringen i de väggar som vetter mot det fria (polyuretanisolering).

### 15.5 Dagsljus

Mätningar av dagsljus i och omkring glasgårdar är speciellt intressanta. Här bör studier göras både på gården och i lägenheter mot gårds- resp ytterfasad. Jämförelse bör göras mot andra loftgångshus, jf kap 6.

### 15.6 Hälsomässiga aspekter

I anslutning till hälsovårdsstadgans krav, §16, bör även hälsomässiga aspekter beaktas. Speciellt gäller detta lägenheternas klimat m h t det luftburna värme- och ventilationssystemet och klimatet i den överglasade gården.

## 16 PROGRAM FÖR SOCIOLOGISKA STUDIER

Suncourtprojektet ger en god bild av intressanta åtgärder för energibesparing i ett flerbostadshus. Ett antal avancerade och speciella system har kombinerats och skall utvärderas. Till största delen handlar det om en teknisk och ekonomisk utvärdering, men det är också väsentligt att studera de boendes reaktioner och upplevelser av hur de olika systemen fungerar i praktiken. Främst gäller detta givetvis den överglasade gården som närmiljö.

## 16.1 Boendeundersökningen

För att rätt kunna utvärdera Suncourtprojektet som helhet måste fältstudier av de boendes upplevelser och beteenden i den faktiska situationen genomföras.

Det är av intresse att se om det föreligger några skillnader mellan boende, boendevanor och upplevelser av bostaden i Suncourt gentemot andra alternativ till energisnålt byggande i flerbostadshus, vilket görs inom Stockholmsprojektet. Det är också av intresse att göra jämförelse med ett nyuppfört hus utan energibesparande åtgärder. Avsikten är att intervjua även boende i ett nybyggt flerbostadshus utanför Stockholmsprojektet. Ett intressant jämförelseobjekt vore givetvis ett loftgångshus utan inglasning. Inom själva Suncourtprojektet kan även jämförelser göras mellan boende i den del av huset som vetter mot glasgården och de som bor mot den öppna gården.

Med hänsyn till ovanstående omfattas alla objekten i Stockholmsprojektet även av en komfortutvärdering där mätningar och intervjuer genomförs bland hyresgästerna i de olika husen. Den beteende- och upplevelserinriktade utvärderingen, baserad på intervjuer med de boende genomförs av Stockholms stads utrednings- och statistikkontor. Komfortstudierna, som omfattar faktiska mätningar av ventilation, temperaturer etc, utförs av avd för Arkitektur-Husbyggnad vid Tekniska Högskolan i Stockholm. (Ljudtekniska mätningar kommer att utföras av Stockholms stad).

## 16.1.1 Syfte med boendeundersökningen

Syftet med att intervjua hyresgästerna kan i korthet sammanfattas:

- o att visa hur de boende uppfattar/upplever de energibesparande åtgärder som vidtagits i huset samt kartlägga dess konsekvenser för de boendes beteenden/vanor
- o att ta del av de boendes upplevelser av att bo i hus som är bättre isolerade och mer tekniskt avancerade än andra hus.



- o att försöka fånga upp eventuella bieffekter av åtgärderna som t ex en glasgårds användning och funktion
- o att samla in erfarenheter av hur den tekniska utrustningen används
- o att visa om och hur effektivt de boende informeras om de energibesparande åtgärderna
- o att få en bild av hur de boende i flerbostadshus ser på energibesparande idag
- o att ge uppgifter om hushållens "energivanor" för den tekniska utvärderingens beräkningar av fastigheternas energibalanser samt analyser av skillnader mellan Stockholmsprojektets enheter
- o att klarlägga vilka som bor i husen - dels för att visa om det är speciella kategorier av boende som söker sig till energisnåla flerbostadshus och dels för att ge bakgrundsdata som underlag för analys av upplevelser och vanor.

## 16.2 Frågeställningar

### 16.2.1 Analysmodell

Genom att intervjua hyresgästerna skall försök göras att ge en bild av vad som fungerar bra respektive dåligt i byggnaden. De boendes upplevelser och reaktioner på de olika energibesparande åtgärderna varierar troligen med såväl bostadens läge - i förhållande till omgivningen och inom fastigheten - som av hur det enskilda hushållet ser ut, i vilken relation bostaden ligger mot gården eller mot det fria samt av hur det enskilda hushållet ser ut.

En annan omgivningsfaktor av betydelse är klimatet vid intervjutillfället: vilken årstid är det; är årstiden i sig extrem eller ej?

Hushållen varierar både genom fasta bakomliggande faktorer som storlek, sammansättning och sysselsättning och genom mer subtila faktorer som vanor och attityder. Dessa faktorer påverkar tillsammans hushållets upplevelse och reaktion på de energibesparande åtgärder som huset omfattar. Det är särskilt viktigt att följa upp energibesparande vanor och beteenden då vissa av åtgärderna förutsätter ett visst beteende för att ge bästa energibesparande effekt. Många tidigare undersökningar har visat att skillnader i boendevanor påverkar energiförbrukningen i mycket stor utsträckning.

Vissa av de boendes vanor och beteenden ger direkt utslag på inomtemperatur och luftkvalitet i lägenheten, t ex vistelsetid i hemmet, vädringsvanor, inställning av uppvärmningsanordningarna i lägenheterna. Undersökningen kan göra det möjligt att sätta beteenden/vanor i relation till tekniskt uppmätta värden. Man kan även sätta upplevelse/reaktioner på temperatur och ventilation i relation till olika fysikaliska mätningar. Skillnader i svar t ex på om temperaturen är för hög eller för låg kan vid uppmätta lika temperaturer förklaras av fysiologiska faktorer, vanor, klädsel etc.

Det är också viktigt att samla in reaktioner och upplevelser av bostaden sedd ur andra aspekter än rent klimatologiska/komfortmässiga. När en ny teknik och byggnadsutformning prövas för att bl a utnyttja solenergi, måste frågor av typen: "hur fungerar detta nya, har informationen varit tillräcklig, är energisparande viktigt och värt vissa uppoffringar eller är det tvärtom så att sparandet ger också boendemässiga fördelar, vad bör man ändra på?" Svaren är viktiga inför byggandet av fler energisnåla flerbostadshus.

I det följande preciseras de frågeställningar som här presenterats mer schematiskt. Förteckningen är att betrakta som en bruttolista över tänkbara frågeområden.

#### 16.2.2 Bakgrundsdata lägenheten och hushållet

Lägenheten i sig ger genom sin placering i förhållande till omgivningen, sin storlek och sitt planinnehåll vissa yttre förutsättningar för de boendes upplevelse av boendet. Data kan här dels inhämtas via register och ritningar på fastigheten, dels genom själva intervjun.

I hushållens förutsättningar att vistas och uppleva sin bostad varierar också med hushållens storlek, sammansättning och sysselsättning.

### 16.3 Inneklimat

Ett projekts energibesparande åtgärder påverkar alla på något sätt ventilations- och uppvärmningssystemet, vilka i sin tur påverkar inomhusklimatet. Det är därför av största vikt att utvärdera upplevelsen och reaktionen på inomhusklimatet så brett och djupt som möjligt.

#### 16.3.1 Ventilationssystemet

- o ventilationen allmänt i lägenheten under
  - a) sommarhalvåret
  - b) vinterhalvåret
 - upplevelsen i stort av ventilationen för de olika perioderna
- o ventilationen i nuvarande bostad jämfört med tidigare
 - upplevelse av ventilationen som bättre eller sämre än i tidigare boende
- o luftens kvalitet
 - upplevs luften fuktig, torr, dammig
- o luftkvalitetens inverkan på hälsan
 - ger luften några problem med hälsan, exempelvis huvudvärk, "torr hals"
- o förekomst av drag
 - upplevs drag i lägenheten
- o förekomst av kondens på fönster
 - kondensproblem i lägenheten
- o ventilation av matos inom lgh och mellan lägenheterna
 - ventilationssystemets funktion i kök och mellan olika lägenheter
- o ventilation av fukt och lukt i badrum
 - ventilationssystemets funktion i badrum
- o vädringsvanor under
  - a) dygnet
  - b) sommarhalvåret
  - c) vinterhalvåret
 - begrepp om hur vädringsvanor kan ha påverkat energibalanser etc
- o skäl att vädra
 - varför vädrar man

#### 16.3.2 Uppvärmningssystemet

- o temperatur vid intervjutillfället uppmättes
 - som kontrolluppgift mot subjektiva temperaturupplevelser vid intervjutillfället
- o lätt eller svårt att erhålla önskad temperatur
 - hur fungerar uppvärmningssystemet
- o lätt eller svårt att erhålla jämn temperatur
 - hur fungerar uppvärmningssystemet
- o hur är golvtemperaturen
 - upplevs golven som varma eller kalla

- o har möbleringen påver- - bild av förutsättningarna  
kats av inblåsdonens för uppvärmningssystemet  
placering
- o för- och nackdelar med - bedömning av luftvärmens  
luftvärme för- och nackdelar  
jämförda med radiator-  
system
- o är varmluftsaggregatets - bedömning av varmlufts-  
placering bra eller aggregatets eventuella  
dålig störningar av klädkammar-  
funktionen
- o hur har varmlufts- - ev nackdelar med varm-  
aggregatet fungerat luftsaggregatet, buller  
etc
- o om möjlighet fanns - mått på tillfredsställ-  
skulle man vilja byta ut else med luftvärme  
luftvärmens mot vanliga radiatorer
- o upplevelse av varm- - är varmvattentemperatur-  
vattnets temperatur ren tillfredsställande

#### 16.4 Fysisk miljö

Täta och välisolerade hus dämpar utifrån kommande ljud. Detta är i och för sig tillfredsställande men samtidigt kan de ljud som alstras i bostaden bli besvärande.

I flerbostadshus kan man också drabbas av ljud från grannlägenheter. I Suncourt finns ett varmluftsaggregat i varje lägenhet som eventuellt kan orsaka störande ljud. Vidare är stegljud från loftgångarna en tänkbar störningskälla. Det är därför viktigt att följa upp de boendes upplevelse av lägenhetens ljudklimat.

Även ljuset i lägenheterna påverkas av de särskilda energibesparande åtgärderna. De inbyggda glasgårdarna och loftgångarna kan tänkas påverka upplevelsen av lägenheten som mörk eller ljus.

##### 16.4.1 Ljud

- o allmän fråga om lägen- - upplevelse i stort  
heten som tyst eller av lägenhetens ljudkva-  
bullrig litet
- o är nuvarande bostad - jämförelse mellan nuva-  
mer eller mindre tyst rande och tidigare  
jämfört med tidigare bostads ljudkvalitet  
bostad

- o iakttar man ljud från ventilationssystemet - ljud från ventilations-systemet
- o ljud från grannar - lyhördhet
- o ljud orsakat av byggnadssätt - upplevs störningar från t ex loftgång, inglasad gård
- o ljud ifrån yttre omgivning - ljudisolering utifrån
- o annat upplevt ljud - finns några andra störande ljudkällor
- o har man vidtagit åtgärder för att slippa ljudstörningar - tecken på att man upplever ljudstörningar

#### 16.4.2 Ljus

- o allmän fråga om lägenheten är ljus eller mörk - upplevelse i stort av lägenhetens ljuskvalitet
- o är nuvarande bostad ljusare eller mörkare än tidigare bostad - ljuskvalitet jämförd med tidigare bostad
- o har man vidtagit åtgärder för att kompensera dagsljusbrister - tecken på att man upplever att dagsljusstillgången som otillräcklig.
- o bostadens solighet - upplevs bostaden som tillräckligt solig

#### 16.5 Energisparbeteende

Förutsättningen för ett effektivt energisparande i hushållet är att hushållsmedlemmarna har tillgång till relevanta kunskaper om energiförbrukning. Framst gäller det då den egna bostadens egenskaper avseende energiförbrukning. Detta gäller dels varför man bör spara, dels hur och var man kan spara. Tekniken idag är driven så pass långt att de återstående vinsterna främst kan göras genom att öka medvetenheten och viljan att spara bland de enskilda hushållen.

Är det så att de som flyttar in i energiflerbostads-hus är mer medvetna om behovet att spara energi eller är det något som man får ökat intresse för i och med att man flyttar in i ett sådant hus med allt vad det innebär? Här kan jämförelse göras dels med eget tidigare boende, dels med de hushåll som bor i flerbostads-hus utan särskilda energisparåtgärder.



Frågan är också hur energisparviljan kan ökas. Hjälper information och vädjan eller vill man få ut egen vinning av det sparande man gör och vad är man i så fall villig att spara in på?

- o allmän fråga om det är viktigt att spara energi idag - allmänna sparviljan
- o har man blivit mer medveten om betydelsen att spara energi i nuvarande bostad än i tidigare - ökar sparmedvetandet i och med att man flyttar in i ett hus med särskilda energisparåtgärder
- o har man gjort något för egen del för att spara energi - styrkan på sparviljan
- o vad är lättast och svårast att spara in på - mått på var man är villig att spara

#### 16.6 Information

Från samhällets sida har informationen om varför och hur vi bör spara energi pågått i tio år. Det är emellertid först när det enskilda hushållet förstår på vilket sätt det kan bidra till ett ökat sparande, som intresse uppstår att följa de instruktioner och beteenden som föreskrivs/rekommenderas. Detta är en viktig del av Stockholmsprojektet eftersom flera av de energibesparande åtgärderna i respektive hus förutsätter att instruktioner efterlevs för att nå full effekt. En satsning på teknisk utveckling som kontrolleras endast fram till garantibesiktningen lämnar för mycket åt slumpen. Det är därför viktigt att de boende vid inflyttningen erhåller en lättfattlig information och vägledning om hur det är tänkt att husen skall fungera.

- o har man tagit del av någon allmän information om hur man kan spara energi - hur har den allmänna informationen nått ut
- o allmän fråga om hur informationen vid inflyttningen om de olika energibesparande åtgärdernas funktion nått fram - åsikt om huruvida informationen om de olika energibesparande åtgärderna i stort har varit bra eller dålig
- o har man haft någon faktisk nytta av "brukarbroschyren" - när "brukarbroschyrens" innehåll fram till hyresgästen



## 16.6.1 Service

- o har man någon gång erhållit hjälp med att ställa in ventilation och värmesystem - mått på vilken personlig handledning som getts då det gäller ventilation och värmesystem
- o skulle man vilja ha hjälp med att ställa in ventilation och värmesystem - önskemål om personlig handledning då det gäller ventilation och värmesystem

## 16.7 Glasgårdar

I Stockholmsprojektet ingår två projekt med överglasat uterum i anslutning till byggnaderna, varav Suncourt är det ena. Glasgårdarna skall fungera som värmebuffert och ger tidvis ett litet värmetillskott till byggnaderna men de skall framför allt fungera som ett socialt ute-inne-rum. Detta är en energisnål byggnadstyp med helt nya krav på samverkan mellan byggnad och installation som leder till ett nytt närklimat och därmed troligen till ett nytt sätt att leva.

## 16.7.1 Allmän åsikt om glasgården

- o allmän inställning till glasgården före inflyttningen - förväntningar på glasgården
- o allmän inställning till glasgården idag - infriade förväntningar eller ej
- o största fördelen med glasgården - fördelar och nackdelar med glasgården
- o största nackdelen med glasgården
- o åsikt om glasgårdens storlek - upplevs gården som stor, "lagom" eller liten

## 16.7.2 Temperatur

- o temperatur allmänt på gården under
  - a) dygnet
  - b) sommarhalvåret
  - c) vinterhalvåret
 - uppfattning i stort om gårdens temperatur under olika perioder

- o påverkar temperaturen  
möjligheten att vistas  
på gården
  - a) för vuxna
  - b) för ungdomar
  - c) för barn
 - temperaturens inverkan på gårdens utnyttjande
- o önskemål angående gårdens temperatur
 - vad vore idealisk temperatur på gården

#### 16.7.3 Ventilation

- o allmän uppfattning av ventilationen på gården
 - upplevs gården som kvalmig, frisk, unken

#### 16.7.4 Ljud, ljus, lukt

- o finns det några problem med störande ljud från gården
 - fungerar glasgården som en förstärkare av ljud eller ej
- o gårdens ljusförhållanden
 - upplevs gården som ljus eller mörk
- o finns det några luktproblem på gården
 - "suger" gården upp olika lukter som t ex matos, cigarett-rök

#### 16.7.5 Användning

- o husyållens vistelsetid på gården
  - a) under dygnet
  - b) under sommarhalvåret
  - c) under vinterhalvår
 - aktiviteter på gården
- o har glasgården främjat sociala kontakter eller har den sociala kontakten blivit för stark
 - påtvingad social kontakt eller önskad social kontakt
- o har en social gemenskap bildats
 - utestängs vissa grupper från gemenskapen

#### 16.7.6 Skötsel av glasgård

- o allmän uppfattning om gårdens skötsel idag
 - upplevs gården som välskött eller ej
- o önskemål angående gårdens skötsel
 - kan gårdens skötsel förbättras
- o skulle man kunna tänka sig att hyresgästerna själva skötte gården
 - vem eller vilka skall hjälpas åt att sköta gården

## 16.7.7 Utvecklingsmöjligheter för glasgårdsarkitekturen

- o något man skulle vilja ändra på beträffande gårdens utformning - önskemål om förändring i gårdens utformning
- o något man skulle vilja ändra på beträffande gårdens funktion - önskemål om förändring i gårdens funktion, utrustning etc
- o om möjligt skulle man vilja ta bort glasgården eller vill man ha den kvar - glasgårdens vara eller inte vara

## 16.7.8 Lägenhetens disposition i förhållande till gården

- o är lägenheten rätt eller fel disponerad i förhållande till gården - hur bör lägenheten disponeras i förhållande till gården

## 16.8 Undersökningens genomförande

Under en period strax efter inflyttningen är det sannolikt ingen större skillnad i upplevelser och reaktioner mellan dem som flyttar in i ett energisnålt flerbostadshus och dem som flyttar in i ett vanligt nybyggt flerbostadshus. Att byta bostad är i sig en relativt omfattande och arbetsam process.

För att de boende skall kunna skapa sig en uppfattning om hur lägenheten och inomhusklimatet fungerar bör de intervjuas tidigast två, tre månader efter inflyttning. Vissa förhållanden talar för att man ska dröja ännu längre med att fråga de boende. Under första året kan problem med byggfukt kvarstå och justeringar av de tekniska systemen kan behöva göras.

Då det också är meningen att tekniskt utvärdera Suncourt och de andra husen inom Stockholmsprojektet under flera säsonger är det önskvärt att frågor till de boende om klimatet gäller olika säsonger. Man kan då välja mellan att ställa frågorna under rådande säsong eller att rekonstruera hur det var varit under det gångna året. Fördelen med att gå ut flera gånger är att man erhåller ett exaktare svar än om den intervjuade skall tvingas komma ihåg vad som gällde under tidigare säsong. Nackdelen är att upprepade besök under kort tid kan trötta ut de intervjuade och skapa ett större bortfall samtidigt som det drar större kostnader.

För Stockholmsprojektet inhämtas de boendes synpunkter genom personliga intervjuer ca ett år efter inflyttningen. De boende har då samlat erfarenhet från såväl vinter- som sommarhalvår. Undersökningen läggs upp som en totalundersökning i den mening att samtliga lägenheter blir representerade.

## REFERENSER

Bogdanoff, I, 1980. Blockfyllda bergrum för långtidslagring av värme. Lägesrapport för NE-projekt 2060571.

Bosch, J m fl. Vedartade växter under glas, U-miljö 1/85.

Byggeforskningen, 2:1984.

Byggeforskningsrådet, 1984. Energi 85. Energianvändning i bebyggelse, G26:1984. Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm.

Carlsson, P O. Överglasade rum. Svensk Byggtjänst.

Emmelin, Hydén, Johnsson, 1984. Säsongsvarmelagring i berg för fjärrvärmenäg, R164:1984. Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm.

Engström, L, Kellner, J. Säsongslagring av passiv solvärme i borrhål i berg för flerbostadshus. Förstudie av Suncourt-projektet, BFR-Rapport R93:1983.

Göransson, G, Kellner, J. Passiv solvärme i kontorshus. VBB rapport.

Hellgren, O. Ljus och belysning i det inglasade rummet, U-miljö 1/85.

Hillier. Manual of Trees and Shrubs.

Hydén, Kellner, Nilsson, 1984. Borrhålsvarmelager för flerbostadshus i Märsta, R174:1984. Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm.

Hydén, Töcksberg, 1985. Potential för säsongslagring av värme i svenska fjärrvärmesystem. BFR-projekt 831598-9.

Höjedal, P, Jacobsson, S, Lindgren, S. BFR rapport R71:1984.

Carling, S. Svenska trädgårdskonster.

Lulevärme, 1983. Projektnytt nr 2. Informationssekretariatet vid Högskolan i Luleå.

Löfberg, H A. Dagsljus, sol och utsikt i rum innanför loftgång och balkong, BFR-rapport R10:1979.

Peterson,, F. Värmebehovsberäkningar 1981.

Margen, Ingre, 1982. Sunstorelager för lagring av spillvärme i Göteborg. Studsvik/EJ-82/190.  
Petersson, F. Värmebehovsberäkningar, 1981.

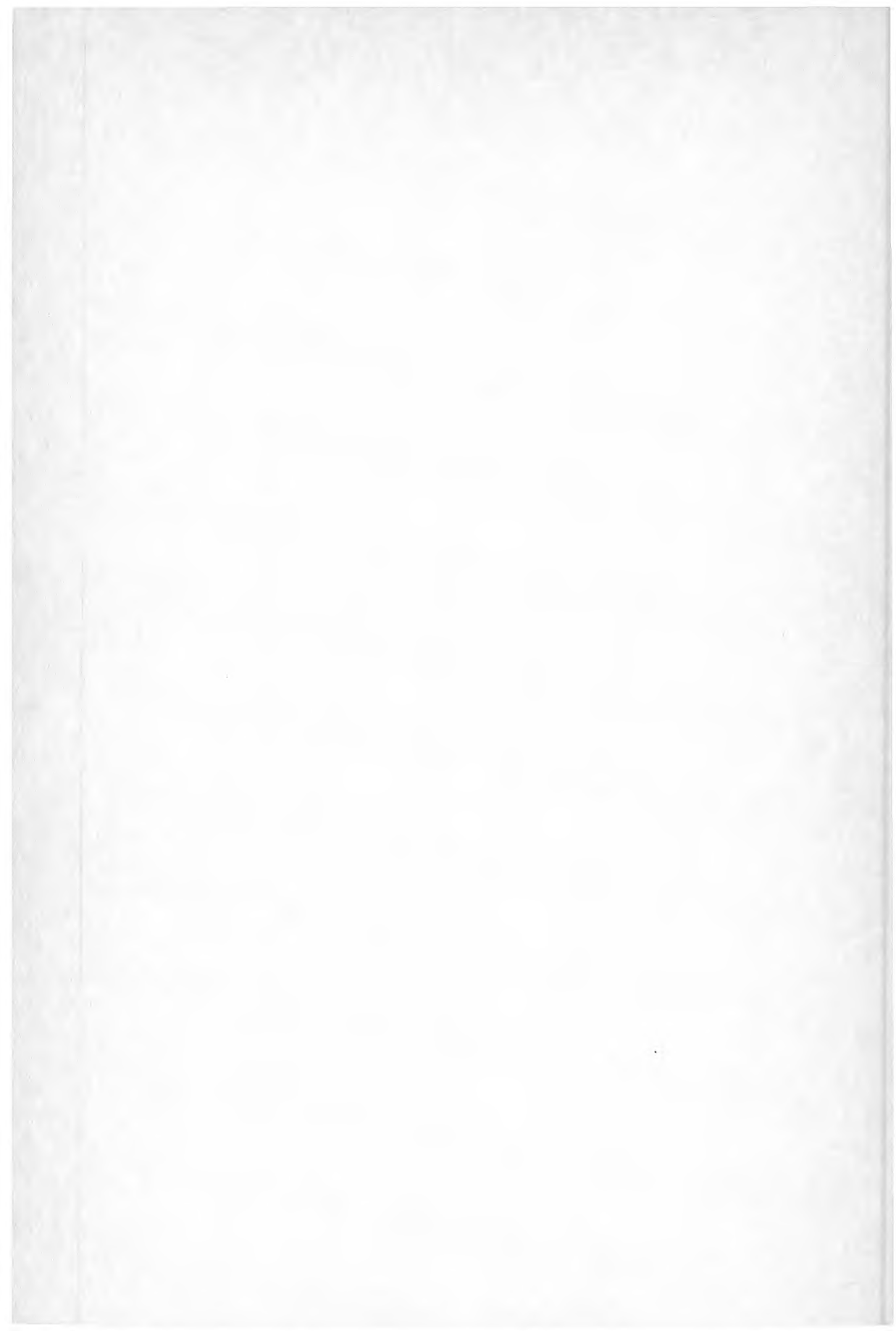
Svensk Byggnorm 1985.

Thor, J, Bengtsson, S. Brandtekniska förutsättningar för överbyggda gårdar. Väg- och vattenbyggen nr 3, 1985.

Winqvist, Hydén, 1985. Värmelagring i blockfyllda berggrovar, R11:1985. Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm.

VVS. Handboken.

Foto: Johan Frick-Meijer  
Carl Michael Johannesson  
Lars Nyberg





**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 821119-2  
från Statens råd för byggnadsforskning till Stockholms  
stad, Stadsbyggnadskontoret, Stockholm.**

**Art.nr: 6706081**

**Abonnemangsgrupp:  
W. Installationer**

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

**R81: 1986**

**ISBN 91-540-4624-6**

**Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm**

**Cirkapris: 50 kr exkl moms**