



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

R93:1983

**Säsongslagring av passiv
solvärme i borrhål i berg för
flerbostadshus**

Förstudie av Suncort-projektet

**Lars Engström
Johnny Kellner**

*K
0/1*

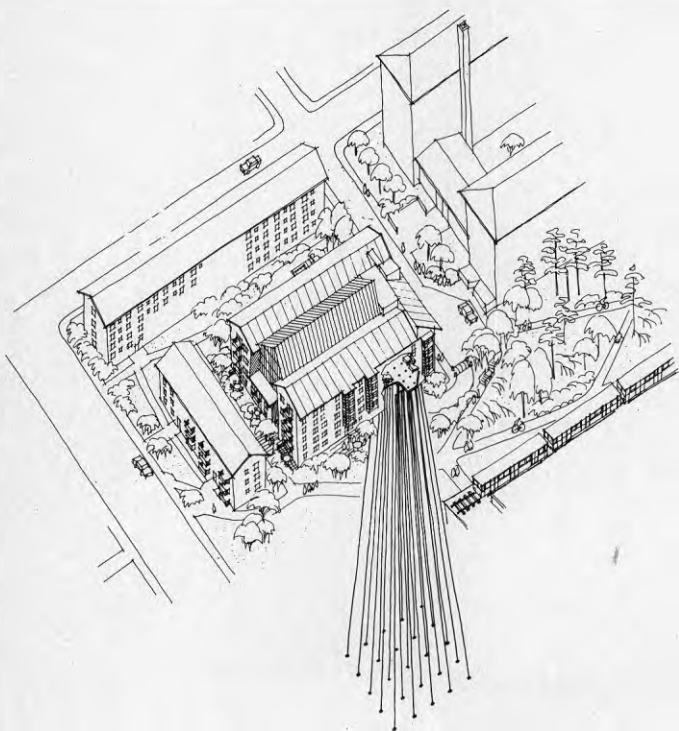
INSTITUTET FÖR BYGGDOKUMENTATION	
Accnr	Plac <i>Ser</i>

R93:1983

SÄSONGLAGRING AV PASSIV SOLVÄRME I
BORRHÅL I BERG FÖR FLERBOSTADSHUS

Förstudie av Suncort-projektet

Lars Engström
Johnny Kellner



Denna rapport hänför sig till forskningsanslag
820849-9 från Statens råd för byggnadsforskning
till VBB AB, Stockholm.

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

R93:1983

ISBN 91-540-3971-1

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

LiberTryck Stockholm 1983

INNEHÅLL

FÖRORD	5
SAMMANFATTNING	6
1. INLEDNING	8
2. BAKGRUND.....	9
3. FÖRUTSÄTTNINGAR.....	10
3.1 Finansiering.....	10
3.2 Upplåtelseform.....	10
3.3 Boendekostnader.....	10
4. PROJEKTIDÉ.....	11
4.1 Projektuppdelning.....	11
4.1.1 DEROB.....	12
4.1.2 Modellen	12
4.1.3 Apparatur	13
4.1.4 Reglering	13
4.1.5 Beräkningsmetod	14
4.1.6 Beräkningsresultat	14
4.2 BRIS.....	15
4.3 Genomförda förstudier	15
4.3.1 Preliminära beräkningar av effekt och energibehov samt tillgänglig värme för säsongslagring	15
4.3.2 Väderdata	16
4.3.2.1 Solinstrålningsdata	16
4.3.3 Parameterval	16
4.3.3.1 Indata	16
4.3.3.2 Simulerade driftfall	17
4.3.3.3 Resultat för driftfall A-C	17
5. PRAKTISKA OCH EKONOMISKA ASPEKTER PÅ INGLASADE GÅRDAR.....	21
6. VÄRME- OCH VENTILATIONSSYSTEM.....	23
6.1 Synpunkter på luftburna värmesystem	24
6.2 Driftstrategi.....	24
6.2.1 Principiell utformning och flödesschema..	25
7. PRINCIPER, FÖRSTUDIER OCH KOSTNADER FÖR BORRHÅLSLAGER.....	28
7.1 Preliminär dimensionering och kostnadsuppskattning	28
7.2 Demonstrationsvärde.....	30
7.3 Fullskaleprojektet	31
8. VÄXTER I INOMHUSMILJÖ	33
8.1 Vattentillgång	33
8.2 Temperatur	33
9. DAGSLJUS	34
10. AKUSTIK	38

11	BRAND	39
11.1	Rökgaser	39
11.1.1	Rökgastemperatur	39
11.1.2	Brandventilation	40
11.2	Material i ljustaket	40
12	PLASTTAK AV TVÅSKIKT POLYKARBONAT OCH TVÅSKIKT TOPPFÖRSEGLAT GLAS	41
12.1	Ytspänning	41
12.2	Ljustransmission	41
12.3	Täthet	42
12.4	Vatten	42
13	MÄTNING, UTVÄRDERING	43
13.1	Teknisk utvärdering	43
13.2	Mätningar och analys	44
13.3	Mätteknik	44
14	DIFFERENTIERAD TAXESÄTTNING	46
15	PRODUKTIONSANPASSNING	47
16	EKONOMISK ANALYS	48
16.1	Några kalkylexempel	49
16.1.1	Förutsättningar	49
16.1.2	Beräkningsresultat	49
17	ATT UTVINNA OCH LAGRA VÄRME I MARK OCH VATTEN - JURIDISKA ASPEKTER	51
17.1	Dispositionsrätt till mark och undermark	51
17.2	Tillstånd enligt Naturvårdslagen	52
17.3	Vattenlagen, Miljöskyddslagen	52
17.4	Nyttjande av annans mark	53
17.5	Tillstånd enligt Ledningsrättslagen	53
17.6	Tillstånd enligt Anläggningslagen	54
17.7	Tillstånd enligt Expropriationslagen	54
17.8	Framtida lagreglering av system för värmeutvinning ur mark och vatten	54
17.8.1	Revision av Vattenlagen	55
17.8.2	Hushållning med mark och vatten	55
17.8.3	Ny plan- och bygglag	55
	LITTERATURFÖRTECKNING	56

FÖRORD

Arbetet har till stor del finansierats genom anslag från Statens Råd för Byggnadsforskning till VBB AB.

Denna förstudie är dels en delrapport dels en bas för ny forskningsansökan avseende fortsatt parallellprojektering.

Rapporten presenterar möjligheterna till säsongsvärme-
melagring i borrhål i berg, där solvärmens i en över-
glasad gård mellan två bostadshus utgör värmekälla.
Som drivkraft utnyttjas värmepumpar.

Arbetet ingår i det s k Stockholmsprojektet där Stockholms kommun är huvudman genom Hans Wohlin och Mats Thorén.

Arbetet har utförts av en projektgrupp bestående av

Lars Engström VBB

Hans Hydén VBB

Johnny Kellner VBB (projektledare)

Kjell Åke Henriksson Arlanda VVS Konstruktioner

Rolf Nilsson Arlanda VVS Konstruktioner

Datorsimuleringarna med DEROB har utförts av

Hans Johnsson VBB

Bo Matsson VBB

Bo Nielsen VBB

Svante Torell och Kurt Wennmark, JM Byggnads- och Fastighets AB, har bidragit med värdefulla råd avseende entreprenadteknik och kostnadsuppskattningar.

Ove Blomquist och Anders Hill, Thermia Energiteknik AB, har bidragit med dimensionering och kostnadsanalyser för värmepumpar. För utskriften har Dorothy Kjellberg, VBB ansvarat.

Stockholm i Maj 1983

SAMMANFATTNING

Genom att utnyttja värme vid komfortmässiga övertemperaturer i en överglasad gård i ett planerat flerbostadshus i kv Rågaxet i Hagsätra ges möjlighet till säsongsvärmelagring i ett byggnadseget borrhålslager.

Genomförda beräkningar och simuleringar visar att om en värmepump kyler gården till en temperatur som motsvarar utetemperaturen (dock max +20°C och min +15°C) och lägenheterna till +20°C, samtidigt som man utnyttjar en frånluftsvärmepump för tappvarmvattenberedning så motsvarar den tillgängliga energin inklusive lagerförluster och drivenergi för värmepumpar byggnadens värmebehov.

Överskottsvärme överförs i en värmepump till varmvatten som laddar ett borrhålslager bestående av 25 st ca 60 m djupa hål placerade i byggnadens garage alternativt yttre parkering och motsvarande ca 25 000 m³ lagervolym. Drivkraften till värmepumparna utnyttjas väsentligen under låglasttid under sommarhalvåret. Urladdning sker under vintermånaderna och då i stor utsträckning nattetid.

Byggnaderna är utförda med en mycket välisolerad yttre klimatskärm, som tillsammans med den överglasade gården ger ett uppvärmningsbehov på ca 85 kWh/m²,år inkl tappvarmvatten. Utförs kombinationen säsongsvärmelagring i borrhål och värmepumpar ger detta ett extremt lågt behov av köpt energi, ca 30 kWh/m²,år inkl tappvarmvatten.

Tekniken är intressant genom att den som i Hagsätra-fallet kan ge ekonomiskt rimliga möjligheter till säsongsvärmelagring även för enstaka större hus, t ex flerbostadshus, industrier och kontor. Den kan därmed vara lämplig även i förtätningssammanhang.

Borrhålslagret i Suncourt-projektet laddas alltså med överskottsvärme från gård och bostäder som värmekälla, men i det generella fallet kan också andra värmekällor bli aktuella som t ex uteluft, ytvatten och till och med fjärrvärme för effektutjämnning.

I storskaliga tillämpningar kan lagringsprincipen i stort sett göras oberoende av elkraft vintertid genom att lagret då kan laddas till direkt användbar temperaturnivå.

Flerfamiljshuset, som består av ca 45 lägenheter, utformas som loftgångshus där huskropparna omger en sluten gård med loftgångarna vända mot gården som överglasas. Gården fungerar som en stor solfångare, som bidrar till att gårdstemperaturen även under midvintermånaderna blir ca 10°C högre än utomhus. Värmeförlusterna genom de fasader som omger den överglasade gården kommer också alltid gården till del. Gården blir därmed också en slags värmebuffert.

Idéerna skall vid ett fullskaleprojekt utvärderas genom omsorgsfulla mätprogram. Lyckade resultat bör kunna läggas till grund för bebyggelseplaneringen i Hansta och för delar av bebyggelsen på Södra stationsområdet i Stockholm.

1. INLEDNING

Projektet syftar till att demonstrera energihushållning med tyngdpunkt på säsongslagring i borrhål i berg laddat med solvärme via värmepump. Som värmekälla utnyttjas en överglasad gård och omgivande lägenheter i ett planerat flerbostadshus med c:a 45 lgh i Kv. Rågaxet i Hagsätra, Stockholm.

Genom att en värmepump bidrar till att kyla bort övertemperaturer blir komforten i gården sommartid minst lika bra som i en normal bostads närmiljö. Överskottsvärmen lagras till vintersäsongen i ett borrhållslager placerat under byggnadens garage alternativt i en yttre parkering. Drivkraften 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 och kan med fördel utnyttjas vid förtätning i befintliga tätorter.

Förprojektering till huvudhandlingar har genomförts. Detaljprojektering avses att starta under hösten 1983 och byggstart är planerad till 1984. Byggherre och totalentreprenör är JM Byggnads- och Fastighets AB och huvudkonsult och forskningsansvarig är VBB AB. Denna rapport redovisar den genomförda förstudien men är också en delrapportering av det material som tillkommit under den genomförda förprojekteringen.

2. BAKGRUND

Planeringsberedningen i Stockholms kommun inbjöd våren 1981 VBB att parallellt med fem konsultföretag utarbeta en idépromemoria om energisnål bebyggelse i Hansta, som är nästa stora exploateringsområde i Stockholm. Inkluderande alla etapper planeras Hansta för c:a 8 000 lägenheter jämte arbetslokaler.

Vid senare diskussioner har planeringsberedningens kansli föreslagit att några av konsultföretagens idéer till energisnål bebyggelse prövas i praktiken i form av experiment och demonstrationsprojekt i samarbete med BFR. Idéerna skall utvärderas genom omsorgsfulla mätprogram. Lyckade resultat bör kunna läggas till grund för bebyggelseplaneringen i Hansta. Också för delar av bebyggelsen på Södra stationsområdet bör resultaten kunna utnyttjas.

3. FÖRUTSÄTTNINGAR

Planeringsberedningen i Stockholms kommun har givit JM-Byggnads- och Fastighets AB en markanvisning i Kv. Rågaxet i Hagsätra för att där uppföra ett flerfamiljshus med c:a 45 lägenheter. Byggnaderna som ingår i experimentet skall utformas som loftgångshus där huskropparna omger en sluten gård med loftgångarna vända mot gården som överglasas.

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 Elakutredningen, dvs k-värden för golv, vägg och tak av 0,20 W/m²°C, 0,17 W/m²°C och 0,12 W/m²°C. Den inglasade gården fungerar som en jättelik solfångare som bidrar till att gårdstemperaturen även under midvintermånaderna blir c:a 10°C högre än utomhus. 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 hänför sig till forskning och utveckling förutsätts täckas genom statliga bidrag och experimentbyggnads-lån.

3.2 Upplåtelseform

JM Byggnads- och Fastighets AB kommer att förvalta huset under utvärderingstiden. Därefter kommer diskussioner att tas upp med Stockholms kommun om lämplig upplåtelseform.

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.

4. PROJEKTIDÉ

Den planerade byggnaden i Kv. Rågaxet har efter ingående förstudier visat sig lämpad att på ett effektivt sätt kunna tillvarata passiva solvärmestillskott från den glasövertäckta gården, trots att byggnadens placering kan jämföras med den för tät stadsbebyggelse.

Den solvärme som under sommarperioden absorberas i gården skulle, om inte speciella åtgärder vidtas, ge upphov till besvärande höga temperaturer.

En intressant möjlighet till god energihushållning och samtidigt god sommarkomfort i gård och lägenheter är att med en värmepump ladda ett säsongslager för byggnadens behov av både uppvärmning och tappvarmvattenberedning. Genomförda beräkningar i förstudien visar att, om gården med en värmepump kyls till en temperatur som motsvarar utetemperaturen (dock max. +20°C och min. +15°C) samtidigt som bostäderna kyls till +20°C, motsvarar den sålunda tillgängliga energin inklusive lagerförluster och drivenergi för värmepumpar byggnadens hela värmebehov. Värmepumpen måste då dimensioneras för maximala effektbehovet.

Överskottsvärmen överförs till varmvatten som laddar ett borrhållslager, bestående av 25 st ca 60 m djupa hål. Hålen kan förläggas i garagets bjälklag eller under en parkeringsplats (se vidare kap 7.).

På längre sikt kan det t ex i Hansta bli möjligt att koppla samman värmeöverskottet från flera loftgårdshus till ett gemensamt större lager (som ger mindre förluster och medger högre lagertemperatur) till vilket även byggnader med annan geometri kan anslutas.

4.1 Projektuppdelning

Projektet bör delas upp i tre etapper:

Etapp I Parallellprojektering, beräkning och fortsatt simulering.

Etapp II Byggande.

Etapp III Mätning och utvärdering.

Denna rapport avser förstudier till etapp I, kompletterad med resultat från förprojekteringen. I etapp I planeras en parallellprojektering att genomföras, dvs detaljprojektering för normal uppvärmningsteknik bedriven samtidigt med FoU-projektering. I parallellprojekteringen kommer att ingå detaljerade beräkningar och simuleringar av byggnadens värmebalans, effektbehov och tillgänglig värme för säsongslagring. Be-

räkningarna kommer där att utföras med två olika datorprogram, DEROB och BRIS, för skilda driftfall, där driftförutsättningar och andra parametrar varierar.

4.1.1 DEROB

DEROB, som är huvudprogram i projektet utvecklades utsprungligen vid University of Texas i Austin, USA, med målet att skapa ett lättillgängligt simulerings-system för analys av möjligheterna att utnyttja energitillskott från passiva solsystem i byggnader och för energibalansberäkningar. Programmet har sedan vidareutvecklats bl a av forskare vid institutionen för byggnadskonstruktionslära, LTH. I den version som används på VBB har ytterligare mycket långtgående förändringar och kompletteringar gjorts. Dessa har utförts av personal vid VBB med erfarenhet från andra, likartade program, t ex BRIS och TRNSYS. Arbetet har skett i samarbete med experter från LTH och Mätcentralen, KTH.

Programmet beräknar t ex transmissionsförluster, transmission och solinstrålning genom fönster, inverkan av ventilation och infiltration, uppvärmning, kylning och värmeväxling.

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 och barometertryck) och intern energibelastning (basenergi).

Ett flertal tillämpningsberäkningar med DEROB har kontrollerats mot empiriska data från befintliga byggnader. Resultaten stöder tillförlitligheten. Parallella simuleringar med DEROB och BRIS har gett ytterligare positiva resultat.

4.1.2 Modellen

Modellen av den byggnad som skall analyseras kan bestå av upp till nio olika volymer. Dessa behöver inte vara sammankopplade, varför exempelvis flera byggnader i ett kvarter kan analyseras parallellt.

Varje volym omsluts av upp till 15 olika begränsningsytor med eller utan fönster. En vägg kan också bestå av enbart glasytor. Den enskilda väggens form kan väljas bland sju olika geometrier där de enskilda måtten kan varieras godtyckligt. Detta innebär att även mycket komplicerade byggnader kan modelleras i DEROB.

Modellen av den enskilda väggen byggs upp av ett antal materialskikt med olika tjocklek. För närvarande finns data för 50 olika material inlagda i programmet men det är också möjligt för användaren att själv definiera nya material.

4.1.3 Apparatur

Värmning och kylning av de olika volymerna kan ske antingen med en viss begränsad eller med obegränsad effekt.

Ventilation (och infiltration) kan väljas efter behov. Luft kan föras godtyckligt mellan olika volymer och/eller mellan en volym och uteluften. Det är exempelvis möjligt att ta in uteluft till en volym, låta den passera vidare genom andra volymer för att till sist släppa ut den via ytterligare en volym. Programmet kontrollerar balansen i varje delvolym.

Värmeväxlare kan kopplas mellan vilka flöden som helst. Det är också möjligt att koppla flera värmeväxlare i serie för ett och samma flöde.

Samtliga glasytor kan förses med rörlig isolering (t ex persienner eller solgardiner) som kan utformas individuellt för varje glasyta.

4.1.4 Reglering

Värmning och kylning av de olika volymerna styrs av önskade temperaturer. Dessa temperaturer, liksom ventilationsflöden, infiltration, internvärme (belysning, hushållsapparater, människor m m) och rörlig isolering kan styras med ett dygnschema. Detta dygnschema kan varieras för olika veckodagar och månader. Exempelvis kan internvärmens dygnsfördelning under en söndag i juli göras helt oberoende av dess fördelning en januarsöndag. Måndagar kan särskiljas från tisdagar osv.

Utöver en fullständig tidsstyrning av ovanstående variabler kan dessa (och värmeväxlarnas verkningsgrad) styras av temperaturen i någon volym eller av utetemperaturen. Det är således t ex möjligt att reglera ventilationen till en viss volym efter differensen mellan volymens och uteluftens temperatur. Värmeväxlare kan t ex förbikopplas om uteluften har en temperatur som överstiger ett givet värde som i sin tur kan vara konstant eller relaterat till någon varierande temperatur.

På grund av programmets speciella utformning med bl a möjligheter till serie- eller parallellkoppling av styrstrategier är regleringsmöjligheterna praktiskt taget obegränsade.

4.1.5 Beräkningsmetod

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.

4.1.6 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 horisontell yta (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.

4.2 BRIS

BRIS (som kan härledas ur upphovsmännens namn, Brown, Bring och Isfält) är utvecklat vid KTH, ursprungligen för beräkning av temperaturförlopp och kylbehov i byggnader. Den version som används i detta projekt är en utveckling av det ursprungliga programmet med sikte på värmebehovsberäkningar. Programmet har styrkts genom jämförelser mellan mätningar och beräkningar och anses mycket tillförlitligt.

Indata är i allt väsentligt samma som för DEROB.

4.3 Genomförda förstudier

4.3.1 Preliminära beräkningar av effekt och energibehov, samt tillgänglig värme för säsongslagring.

En byggnads värmefysikaliska egenskaper är grundläggande för möjligheterna att utforma den för en effektiv solmottagning. För att med rimliga insatser kunna beräkna och stödja valet av lösningar i förstudien har datorprogram utnyttjats.

I förstudierna för detta projekt har preliminära simuleringar utförts enbart med DEROB. (Jämförande studier med BRIS pågår). Programmet ger möjligheter att jämföra hur energianvändningen påverkas vid olika driftfall. Syftet med beräkningarna är att ge underlag för beslut om hur långt byggnaden bör anpassas till energihushållningssträvanden.

Som basdata för olika driftfall har i huvudsak hänsyn tagits till:

- o den inglasade gårdens volym
- o byggnadernas volymer
- o byggnadernas termiska massor
- o utformningen av väggar, bjälklag och fönster
- o solinstrålning, direkt och diffus
- o värme från belysning, apparater, människor
- o avskärmningar och omkringliggande bebyggelse
- o fasadernas absorptions- och reflektionsfaktorer
- o varmvattenförbrukningen
- o ventilation och luftläckage.

Genom att variera parametrar som byggnadens geometri, olika sätt att värmeväxla frånluften, olika

isoler-tjocklekar, varierande termisk massa, fördelning av andelen glas, solskydd m m har beräkningarna successivt sammanvägts till en balanserad teknisk lösning.

Väderdata för Stockholms-förhållanden har utnyttjats. Korregerade rimliga timvärden för direkt och diffus solinstrålning för referensåret 1971 har använts, se kap 4.3.2 och 4.3.2.1.

Resultatet från beräkningarna redovisas i följande huvudpunkter:

- Gårdens temperatur för en extremt kall och en normal dag under januari, en solig och en mulen dag i mars, en normal sommardag samt en representativ höstdag. (Se fig 1-6.) Exemplet redovisar driftfall A enl avsnitt 4.3.3.3.
- Husets totala värmebehov under året baserat på klimatdata timme för timme under hela året.
- Husets effektbehov.
- Tillgänglig energi i form av överskottsvärme.
- Energibehov för att upprätthålla minimalt +5°C temperatur i gården under uppvärmningssäsongen.

4.3.2 Väderdata

För simulering av ett års drift har väderdata inhämtats 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.

4.3.2.1 Solinstrålningsdata

Den tillgängliga statistiken över solinstrålning i Sverige innehåller för vintermånaderna så stora fel att beräkningarna kan ge ungefär två gånger för höga värden på insamlad solvärme under dessa månader. Inom detta projekt har problemet lösts genom korrigering av SMHI:s väderband till mera rimliga värden. Korrigeringsproceduren har genomförts på grundval av rekommendationer och synpunkter från Lars Dahlgren, SMHI. För en mera detaljerad beskrivning av korrigeringsproceduren hänvisas till BFR:s rapport R21:1981.

4.3.3 Parameterval

4.3.3.1 Indata

- a) Ventilation byggnad normalt 0,6 oms/h, forcerad 0,85 oms/h.
- b) Infiltration 0,15 oms/h.

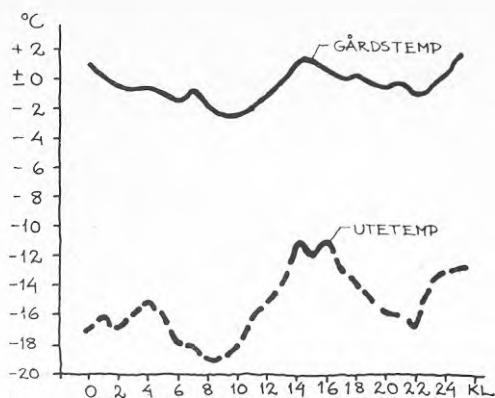
- c) Innetemp bostäder +20°C.
- d) Ventilation gård driftfall A,B,C (okt-april för driftfall A) 0,60 oms/h vid normalventilation dagtid, 0,85 oms/h vid forcerad ventilation morgon och kväll.
- För driftfall A gäller vidare gårdsventilation maj 4 oms/h, juni 5 oms/h, juli 6 oms/h, augusti 5 oms/h och september 4 oms/h.
- e) Uppvärmd byggnadsvolym 8 150 m³ (uppvärmd area 3 400 m²).
- f) Gårdsvolym 6 000 m³ (area 500 m²).
- g) Byggnadsteknisk utformning: k-värden i vägg, golv och tak enl Elak-utredningen, dvs 0,20 W/m²°C, 0,17 W/m²°C och 0,12 W/m²°C.

4.3.3.2 Simulerade driftfall

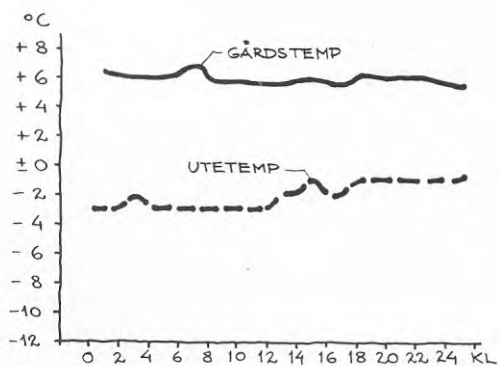
- A - Värmeväxling med 70 % verkningsgrad mellan hus och gård.
- Friskluft mellan det fria och gården enl d).
- B - Värmeväxling med 70 % verkningsgrad mellan gård och hus.
- Friskluft mellan det fria och gården enl d).
 - Temperatursänkning till utetemperatur i gård, via värmepump dock max. +20°C, resp. min. +15°C.
- C - Värmeväxling med 70 % verkningsgrad mellan hus och gård.
- Friskluft mellan det fria och gården enl d). (Ingen övrig ventilation i gård.)
 - Temperatursänkning till utetemperatur i gård, via värmepump dock max. +20°C resp. min. +15°C.
 - Temperaturen i gård och garage tillåts ej understiga +5°C.

4.3.3.3 Resultat för driftfall A-C

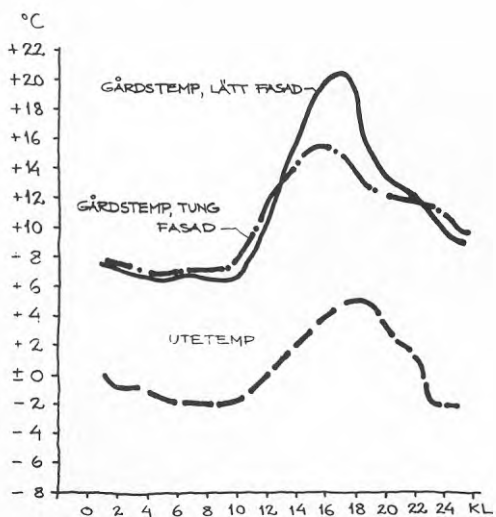
Driftfall	Husets värmebehov exkl varmvatten	Husets effektbehov exkl varmvatten	Gårdens värmebehov för gårdsuppvärmn. till +5°C	Gårdens effektbeh. för värmn. till +5°C
	MWh	kW	MWh	kW
A)	114	68	-	-
B)	120	68	-	-
C)	105	56	32	25



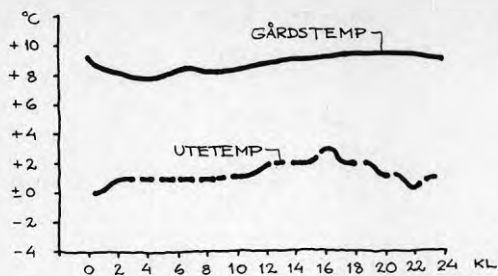
Figur 1. Temperaturförlopp en extremt kall dag, 6 januari 1971.



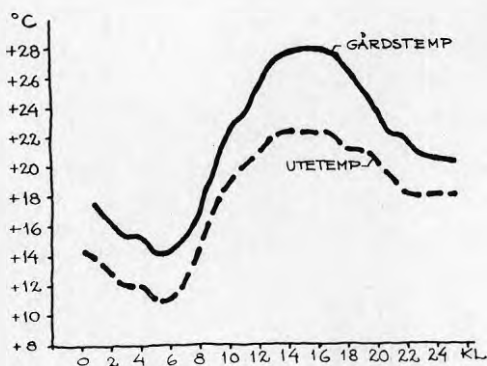
Figur 2. Temperaturförlopp en normal vinterdag, 15 januari 1971.



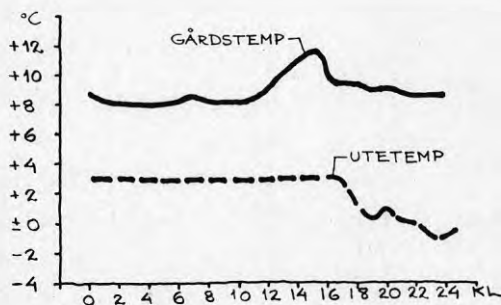
Figur 3. Temperaturförlopp en solig vårdag, 29 mars 1971.



Figur 4. Temperaturförlopp en mulen vårdag, 20 mars 1971.

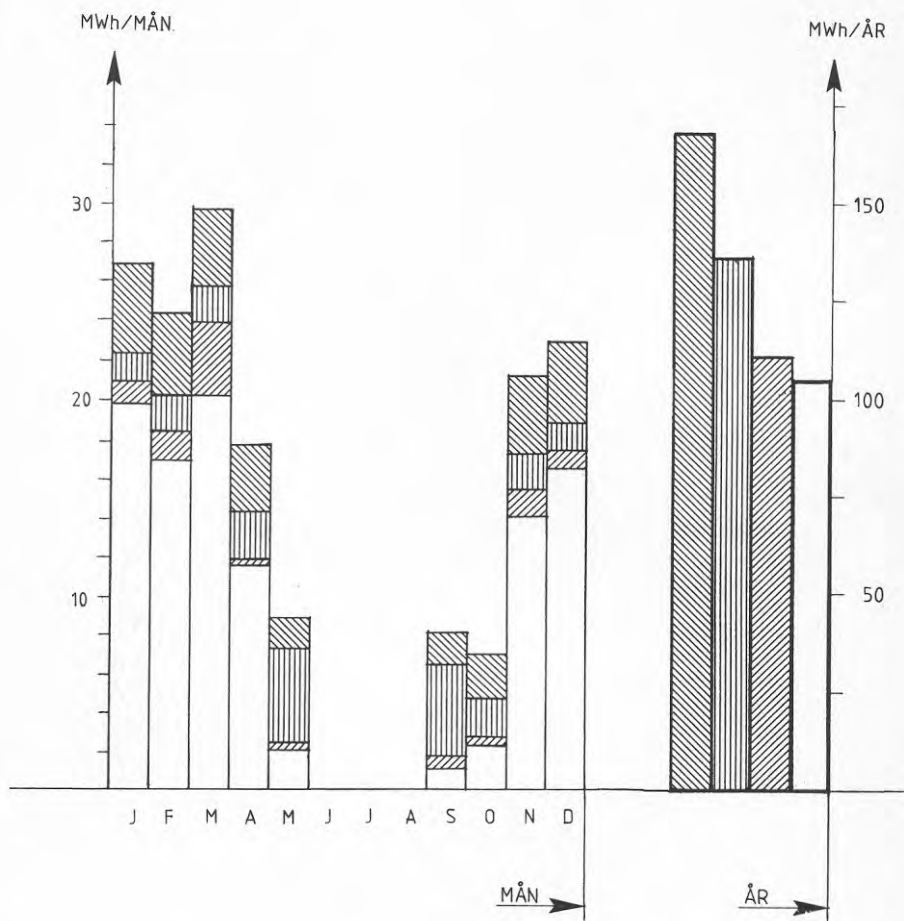



Figur 5. Temperaturförlopp en normal sommardag, 24 juli 1971.
Gården självdragsventilerad.




Figur 6. Temperaturförlopp en normal höstdag, 14 november 1971.


Tabell 1. Parallella simuleringsstudier med DEROB av alternativa modeller 1-4.




1  BYGGNAD ENL. SBN 80 MED VVX*

* EJ VÄRMEVÄXLING I SEPTEMBER.

2  BYGGNAD ENL. SBN 85 MED VVX*

3  BYGGNAD ENL. SBN 80/85 MED ÖVERGLASAD GÅRD OCH VVX VIA GÅRDEN. GÅRDEN VENTILERAS MED SJÄLVDRAG VIA BEF BRANDLUCKOR

4  BYGGNAD ENL. SBN 80/85 MED ÖVERGLASAD GÅRD OCH VVX VIA GÅRD. TEMP. I GÅRD MIN +5°C TEMP. I GARAGE MIN. +5°C. GÅRDEN KYLS TILL UTETEMPERATUREN, DOCK LAGST TILL +15°C

5. PRAKTISKA OCH EKONOMISKA ASPEKTER PÅ INGLASADE GÅRDAR

Förutom en god energihushållning genom utnyttjande av passiv solmottagning uppnås också ansevärt minskade transmissionsförluster genom de väggar som ansluter mot gårdarna.

Fasaderna mot en inglasad gård kan byggnadstekniskt utformas enkla tack vare att det inte förekommer någon regn- och vindpåverkan. Fasadkostnaderna blir därmed lägre.

Vid en jämförelse av gårdsfasad utan resp med glasöverbyggnad kan följande noteras till glasöverbyggnadens förmån:

- Plåtarbeten och övriga avtäckningar för skydd mot vatten utgår.
- Enklare utföranden av fönsterkonstruktioner med färre glasskikt blir möjliga.
- Vattenisolering på gårdsbjälklag kan liksom dagvattensystem utgå.
- Arkitektonisk valfrihet beträffande material och utförande av fasader och gårdsbjälklag ökar.
- Drifts- och underhållskostnader på grund av slitage, nedsmutsning och snöskottning minskar eller utgår.
- Vissa vindtätningar kan utgå tack vare att gården fungerar som ett gemensamt vindfång för alla bostadsentréer. Värmeförlusterna när man öppnar en ytterdörr blir måttliga och kommer i första hand gården till godo. Vid vindriktningar tvärs ett loftgårdshus ligger fyra täta ytterväggar mellan lovart- och läsidan, vilket minskar den påtvingade luftomsättningen i bostäderna.

Inglasningen medger också att en hiss kan betjäna betydligt fler lägenheter per våningsplan än normalt och att antalet trappor kan minskas.

Sist men inte minst: I traditionella bostadshus är möjligheterna att praktiskt utnyttja anslutande gårdar av sekundär art och starkt begränsade i tiden. En inglasad gård ger däremot stora delar av året fina möjligheter till

- o en närmiljö som är
 - grön även vintertid
 - användbar i lätta kläder en stor del av året
 - stimulerande för grannkontakter och samverkan,

- o lekplatser som är
 - användbara från tidig vår till sen höst utan påbyltning av barnen
 - smitsäkra utan staket och övervakare
 - inom ömsesidigt syn- och hörhåll för föräldrar och barn utan kikare och megafoner.
- o gemensamma lokaler t ex tvättstuga, hobbyrum och utrymmen för samvaro i öppen kontakt med en vänlig omgivning som därigenom kan upplevas
 - som en del av hemmet
 - som trygg mot obehagliga överraskningar,
- o loftgångar vars yta kan utnyttjas som ett extra samvarorum en stor del av året i kontakt med grönska även vintertid.



Figur 7. Interiörperspektiv av den inglasade gården.

6. VÄRME- OCH VENTILATIONSSYSTEM

I projektet skall ett luftburet värmesystem prövas (vilket som redan nämnts är en av förutsättningarna för markanvisningen från kommunens sida.)

Ett för flerbostadshus relativt oprövat värme- och ventilationssystem kommer att projekteras.

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

Luftburna värmesystem kan integreras i byggnadens bjälklag. På detta sätt minskas eller elimineras störande ljud från luftdistributionssystemet samtidigt som golven kan få en komfortmässigt "lagom" övertemperatur.

Värmen tas från tappvarmvattnets cirkulationsledningar till ett separat varmluftsaggregat för varje lägenhet. Aggregatet innehåller en fläktedel med värmebatteri, en filterdel och en frånluftsfläkt. Från aggregatet förs den uppvärmda luften till tillluftsdon infällda i golvet under fönstren.

Genom kopplingen till tappvarmvattensystemet elimineras alltså behovet av separata rör för uppvärmning. Systemet är mät- och reglertekniskt fördelaktigt. Det blir lätt och billigt både att termostatsstyra sin värme och att mäta sin totala värmeförbrukning (värme och tappvarmvatten) på ett rättvisande sätt för varje lägenhet.

Frånluften från de enskilda lägenheterna tas ut via spiskåpa i kök och ur våtutrymmen och sammanförs till värmväxlareneheter på vinden.

Temperaturen i tillförselsystemet har valts till de 45-50°C som nu anses tillräckliga för tappvarmvatten. Systemet kan därmed med fördel anslutas till det planerade fjärrvärmenätets retursida. Kommande bebyggelse av loftgårdstyp, t.ex. i Hansta, kommer att få så låga energibehov, att fjärrvärme med i dag normala framledningstemperaturer knappast blir ekonomiskt motiverad. Detta är ett av skälen för att denna byggnad i experimentsyfte bör planeras för uppvärmning med lågtemperaturteknik.

Med lågtemperatursystem i bebyggelsen kan alltså fjärrvärmenätets temperaturer sänkas resp dess retursida utnyttjas. Några fördelar är:

- o minskning av transmissionsförlusterna från distributionsnätet,
- o lägre krav på materialen i distributionsnäten.

6.1 Synpunkter på luftburna värmesystem

Några fördelar med luftburna värmesystem:

- 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 tillskottsvärme från belysning, apparater, personer och solinstrålning kan genom returluftssystemet snabbt fördelas till andra rum,
- 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.

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

6.2 Driftstrategi

Vintertid värmeväxlas avluften mot ingående friskluft. Värmeväxlingen sker i en plattvärmeväxlare som utförs självavfrostande när tillluftsaggregatet ej är försett med något eftervärmningsbatteri. Sommartid kan ett vätskebatteri återföra en mycket stor del av avluftens värmeinhåll till byggnadens tappvarmvattensystem och till borrhållslagret.

Som tidigare nämnts kommer en luft-vattenbaserad värmepump att installeras i gården. Värmepumpen tillvarar överkottsvärme i gården genom att kyla den till 20°C vid utetemperaturer högre än 20°C och sedan följa utetemperaturer nedåt, dock lägst till +15°C. Parallellt med detta kan lägenheterna kylas till en maxtemperatur på 20-22°C. Beräkningar baserade på datorsimulering antyder att överkottet blir över 100 % av byggnadens värmebehov för uppvärmning och tappvarmvattenberedning. Huvuddelen av överkottet är naturligtvis tillgängligt under sommarhalvåret och det kan utnyttjas på flera tänkbara sätt i experimenthuset.

Intressantast är att lagra värmen i ett borrhålslager. Genom att i berg borra 25 st 60 m djupa hål med en diameter av 100-150 mm och ett inbördes avstånd av ca 4 m kan man till relativt låg kostnad skapa ett säsongsvärmelager. Värmet tillförs lagret genom att vatten från värmepumpen cirkuleras i hålen som förses med dubbelväggiga ingjutna plaströr.

Tekniken är ytterst intressant genom att den som i detta fall kan ge ekonomiskt rimliga möjligheter till säsongslagring även för enstaka större hus, t ex flerbostadshus, industrier och kontor. Den kan därmed vara tillämplig även i förtätningssammanhang.

6.2.1 Principiell utformning och flödesschema

En cirkulationsfläkt, CF, se flödesschema fig 8, suger sommartid varmluft vid gårdstaket. Denna luft förs via en på gården placerad "skorsten" ned till ett i källaren monterat vattenkylbatteri, KB1. KB1 är sammankopplat med värmepumpens (värmetransformatorns), VP1, vätskekylda förångare, EV1.

Parallellt med KB1 är KB2 anslutet till VP1. KB2 återför avluftens värmeinnehåll sommartid till i första hand ackumulatortorn för att täcka tappvarmvattenbehovet och därefter till borrhålslagret.

VP1:s vattenkylda kondensator, KD1, är via ett antal trevägs styrventiler, SV1, ansluten till dels ackumulatortorn och dels borrhålslagret. I övrigt inkluderar rörsidan 2 st cirkulationspumpar.

Den energimängd som på detta sätt blir tillgänglig kan värma berggrunden. Den nedkylda luften införs åter till gården. Laddning av lagret kan tidvis ge lufttemperaturer som är för låga att införas i gården. Om detta inträffar öppnas SP1 och SP5 samtidigt som spjäll SP2, SP3 och SP4 stänges. Denna spjällkonstruktion möjliggör att uteluft direkt kan transporteras ned till KB1 utan att passera gården och sedan via garaget släppas ut i det fria genom ett ytterväggsgaller. Cirkulationsfläktens placering är beroende av möjligheten till ljudreduktion.

Värmetransformator VP1:s värme-, kyl- och klimatfunktion är av ekonomiska skäl ej dimensionerad för de kortvariga toppbelastningarna. Vådringsfläkt KF1 kan vädra bort överskottsvärme genom att uteluft vid behov tillförs via ytterväggsgaller YG1 och spjäll SP2. Vådringsfläkten kan också utnyttjas för rökgas-evakuering.

Spjällkonstruktionen möjliggör även shuntning av de olika luftmängderna vid olika mellanliggande driftsfall.

Rörkonstruktioner och tillhörande automatik medger att värme vintertid tages från borrhålslagret till korttidsackumulatorerna. Cirkulationspump P2 pumpar vatten genom borrhålslagret upp till den vattenkylda

förångaren EV1. VP1 lyfter temperaturnivån till ackumulatortern via den vattenkylda kondensorn KD1. Ackumulatortern varmhålls till önskad temperatur, +50°C.

Värmen tillförs ackumulatortern vintertid via cirkulationspump P4 som pumpar vatten mellan kondensorn KD1 och ackumulatortern. På detta sätt överförs kondensorvärmern till dygnslagret.

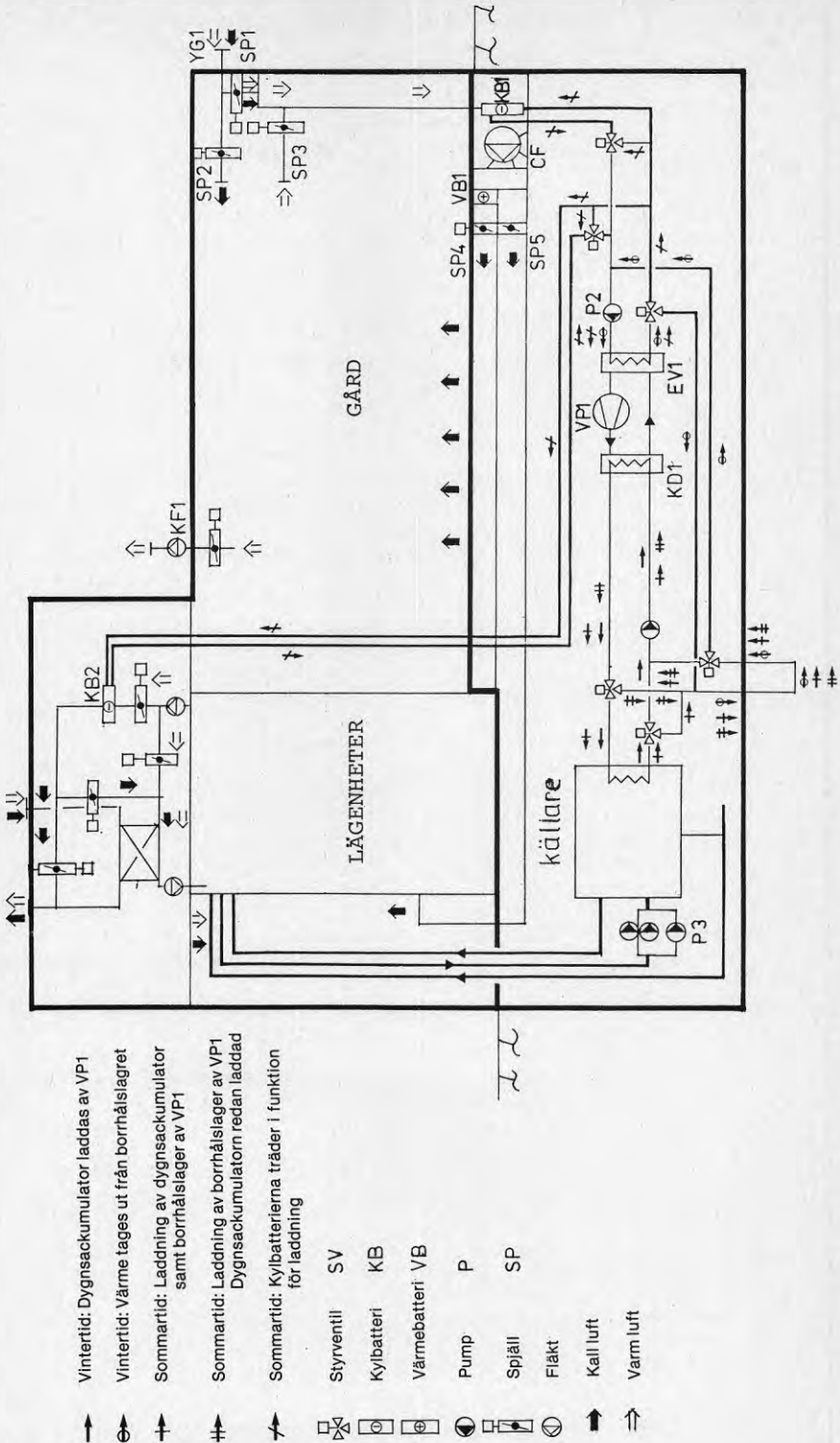
Sommartid sker motsvarande temperaturlyft för tappvarmvattenberedning och laddning av borrhålslagret med värme från kondensorn KD1. Är behovet av tappvarmvatten täckt går hela värmemängden till borrhålslagret. Vid laddning av borrhålslagret är förbindelsen med den vätskekylda förångaren, EV1, blockerad.

Frånluften från lägenheterna går antingen via vattenkylbatteriet KB2 för överföring av värmeinnehållet, via VP1, till tappvarmvattenberedning eller till borrhålslagret eller till en fast självavfrostande plattvärmväxlare mellan till- och frånluften.

Vattenkylbatteriet KB2 ger även sommartid möjlighet till komfortkyla för lägenheterna. Denna komfortkyla åstadkomes genom att den nedkylda frånluften passerar genom värmväxlaren och härvid kyler den inkommande uteluften.

Under några vinterdagar kan innegården få minusgrader. Varmhållning kan ske via ett kanalmonterat värmebatteri, VB1, efter CF. Cirkulationsfläkten utnyttjas då för varmhållning. Värmebatteriet kan kopplas till en glykolkrets (pga frysrisk) vars värmekälla är en i undercentralen placerad värmväxlare. Varmhållning av gården är för närvarande inte planerad att ingå i projektets FoU-del.

Cirkulationspumparna, P3, distribuerar systemvatten från ackumulatortern till resp lägenhets cirkulationsaggregat för varmluftsuppvärmning. Tvillingpumpen är till för vinterdrift (= värmevatten+varmvatten-cirkulation) medan enkelpumpen är till för sommarfallet (= varmvattencirkulation).



Figur 8. Flödesschema för Hagsätra.

7. PRINCIPER, FÖRSTUDIER OCH KOSTNADER FÖR BORRHÅLSLAGER

Teorin och anläggningsprincipen för borrhålslager har främst utvecklats inom ramen för Sunstore-projektet (ref. R100:1981).

Säsongslager av denna typ kan anläggas i berg (borrhålslager) eller i lera (djupjordslager). Det värme-lagrande mediet är själva marken och värmetransporten i lagret sker genom värmeledning inom markmaterialet. Värmetillförsel och värmeuttag i lagret sker via de i lagret anlagda ledningsbanorna genom vilka vatten cirkuleras. Det optimala avståndet mellan ledningsbanorna är c:a 2 m i lera och 4 m i berg. I det följande diskuteras endast borrhålslager i berg.

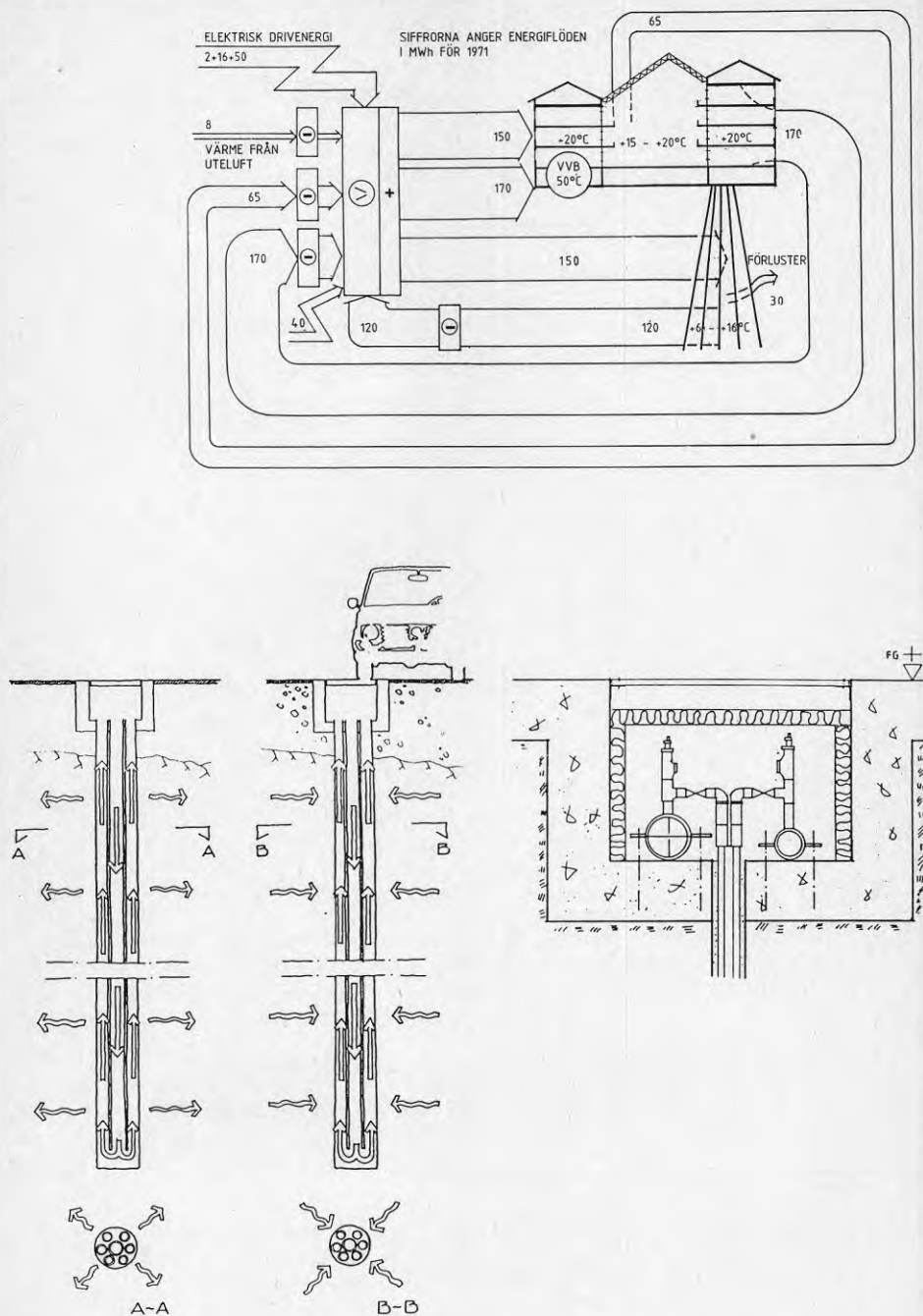
För att uppnå en god funktion hos lagret måste cirkulationssystemet i borrhålen utföras så att värmemotståndet mellan cirkulationsvatten och omgivande berg blir litet. Detta är nödvändigt för att laddningsvattnets temperatur ej skall tvingas bli alltför hög och för att lagrets temperatur vid urladdning lätt skall kunna sänkas utan att uttagsvattnet blir alltför kallt. Villkoret är speciellt viktigt för ett renodlat Sunstore-system, men är i princip önskvärt i alla tänkbara tillämpningar.

För en anläggning av det slag som är aktuell i Hagsätra synes det lämpligt att utföra borrhålen på det sätt som studerats i förprojekteringen för anläggningen vid Stora Skuggan. Borrhålen utförs då med diameter \varnothing 115 mm och inreds med 6st PEM-slangar, \varnothing 20 mm, som injekteras fast runt borrhålens periferi (se principskiss, Figur 11). Värmemotståndet vid ett sådant utförande blir c:a 0,2 m, °C/W. Slangknippet kan utföras som tre separata U-rör eller sammankopplas i botten av borrhålet med vattnet strömmande i ena riktningen i två av slangarna och i andra riktningen i de fyra övriga. Enligt lägsta offerter för Stora Skuggan kan ett färdiginrett borrhål erhållas till en kostnad av 100 - 110 kr/m. I föreliggande kalkyl (se öven kap 12) räknas med 120 kr/m. Härtill kommer kostnader för samlingsledningar och markarbeten, c:a 4 000 kr/borrhål.

7.1 Preliminär dimensionering och kostnadsuppskattning

Borrhålslagret för huset i Hagsätra skall användas för säsongslagring av överskottsvärme från loftgården och frånluftvärme från bostäderna. Det totala värmeöverskottet har preliminärt beräknats till c:a 235 MWh/år.

Enligt tabellen i avsnitt 4.3.3.3, driftfall A, är byggnadens uppvärmningsbehov med vvx men exkl tappvarmvatten ca 114 MWh/år. Tappvarmvattenbehovet an-



Figur 9. Schematiskt flödesschema, principskiss och detalj av borrhål.

tas vara 50 kWh/m²,år. Den totala uppvärmda byggnadsarean är ca 3400 m². Det totala värmebehovet blir då 84 kWh/m²,år.

Med värmepump och borrhålslager bortfaller vinsterna med värmeväxling av ventilationsluften. Husens värmebehov under vinterhalvåret blir då 150 MWh för uppvärmning och ca 70 MWh för varmvattenberedning. Av detta behöver ca 120 MWh hämtas från lagret. Övrig försörjning sker genom värmeåtervinning ur frånluft med hjälp av värmepump.

Borrhålslagret bör lämpligen arbeta i intervallet ca 6 - 16°C, vilket ger en lagringskapacitet av ca 6,5 kWh/m³. Lagerförlusterna kan uppskattas till ca 20 %, vilket ger ett totalt lagringsbehov på ca 150 MWh. För att lagra in denna värmemängd krävs ca 115 MWh från gård och byggnader och drivenergi till värmepump på ca 35 MWh. Erforderlig lagervolym blir ca 25 000 m³.

För alternativet med säsongsvärmelagring kombinerad med värmepumpar kommer endast värmepumparnas drivenergi (el) att belasta huset i form av köpt energi. Av flödesschemat, figur 9, framgår det sammanlagda elbehovet 108 MWh/år fördelat på 68 MWh under sommarperioden och 40 MWh under vintern. Byggnadens totala behov av köpt energi inkl tappvarmvatten blir då drygt 30 kWh/m²,år. Den årliga energibesparingen är alltså, jämfört med ett hus med vvx, ca 180 MWh, se vidare kap. 16.

Lagret anläggs under byggnadens källare eller under parkeringsplats i form av 25 borrhål med genomsnittligt c/c ca 4,0 m och med djupet 60 m. Hålens och samlingsledningarnas principiella placering framgår av Figur 10. Totala borrhåls längden blir på detta sätt ca 1 500 m².

Lagrets funktion och dimensionering kommer under detaljprojekteringen att kontrolleras med hjälp av simuleringsprogram för borrhålslager, framtaget vid LTH.

Den preliminära anläggningskostnaden för lagret är 280 000 kr. Beträffande kostnader för ledningskulptar i byggnadens garage, hänvisas till avsnitt 15.1.1.

7.2 Demonstrationsvärde

Det föreslagna borrhålslagret för huset i Hagsätra bedöms kunna falla väl in i den serie av demonstrationsanläggningar för borrhålslagringsteknik som kan förutses.

De speciella värdena av det härmed föreslagna projektet kan sammanfattas i följande punkter.

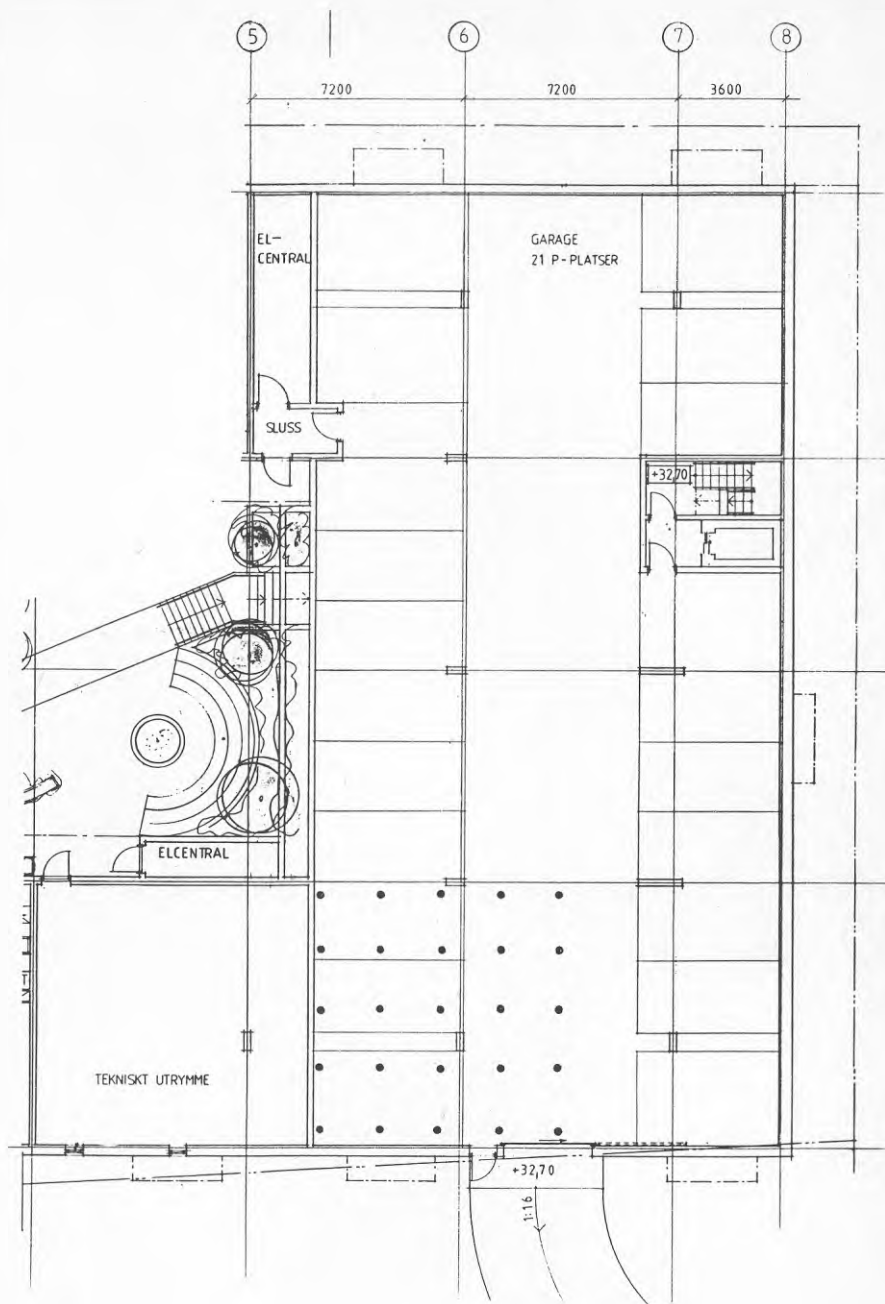
1. Borrhålslager som laddas med värmepump sommartid. I detta fall nyttjas överskottsvärme från loft-

gård och lägenheter som värmekälla, men i det generella fallet kan också andra värmekällor bli aktuella (uteluft, ytvatten och till och med fjärrvärme för effektutjämning).

2. Demonstration av ett värmesystem som har hög självförsörjningsgrad och som genom utnyttjande av värmepump även vid urladdning av lagret är tillämbart i liten skala vid förtätning i befintlig bebyggelse som t ex i Hagsätra.
3. Demonstration av ett system som i storskaliga tillämpningar kan försörja en blandad bebyggelse av gårdshus och mer konventionella flerbostadshus.
4. Demonstration av en lagringsprincip som i storskaliga tillämpningar kan göras oberoende av elkraft vintertid genom laddning till direkt användbar temperaturnivå. (Ej rimligt i den här aktuella småskaliga tillämpningen).

7.3 Fullskaleprojektet

På basis av färdigställda handlingar i parallellprojekteringen skall anbudsinfordran göras och jämföras med tidigare preliminära kostnadsuppskattningar i förstudien, se vidare kap 16. BFR får på detta sätt möjligheter att ekonomiskt och tekniskt värdera projektet två gånger, dels i programskedet och dels efter parallellprojekteringen.



Figur 10. Principskiss av borrhålslagrets placering i byggnadens garage.

8 VÄXTER I INOMHUSMILJÖ

I projekteringsarbetet planeras noggranna studier betr. val av växter och deras ömsesidiga samspel med omgivande funktioner. I ett artificiellt inomhuslandskap kan man styra de faktorer som ger växterna deras livsförutsättningar, främst vattentillgång, temperatur och ljusstillgång.

8.1 Vattentillgång

Vattnet tas huvudsakligen upp genom växternas rötter. Endast ca 1 % av detta vatten används direkt i fotosyntesprocessen. Resten avges genom den transpiration som sker via bladen och har avgörande betydelse för regleringen av bladtemperaturen. Luftfuktigheten är en mycket viktig men samtidigt tekniskt besvärande faktor genom de kondensproblem som kan uppkomma.

8.2 Temperatur

Temperaturen reglerar till stor del den hastighet med vilken processerna i växten fortgår. Varm luft har lättare att hålla hög fuktighet. Låg temperatur påverkar de vitala livsprocesserna hos växten. Lägre temperatur än +5°C bör undvikas för de flesta typer av vintergröna bladväxter.

I Hälsovårdsstadgan 16 § och i BS 46 § anges att boningsrum och kök skall ha god dager och fönster direkt mot det fria. Motivet är krav på tillfredsställande dagsljus.

Fasta avskärmningar, t ex loftgångar, utanför fönstren minskar mängden dagsljus i rummen.

Generellt gäller att loftgångshus har en lägre dagsljusfaktor än andra bostadshus. Överglasningen av loftgården och gårdens begränsade bredd kommer att ytterligare minska dagsljustillgången.

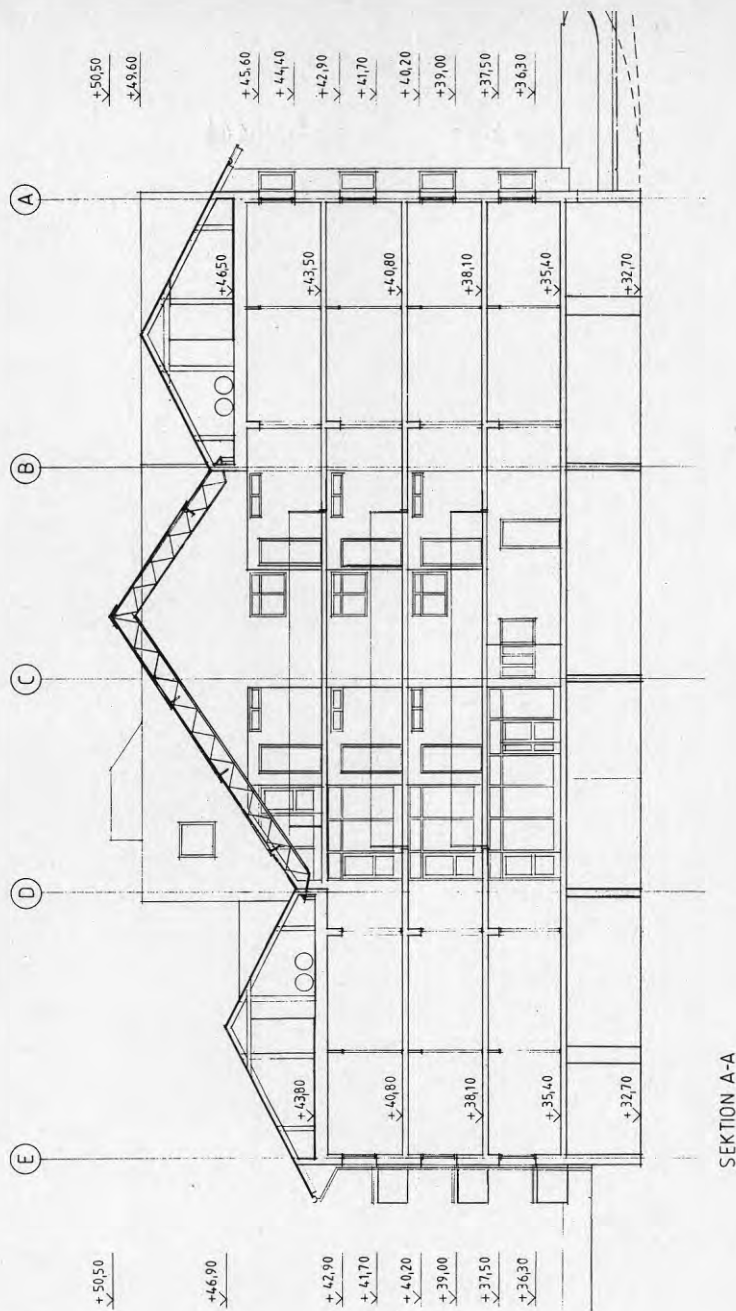
Mängden dagsljus beskrivs med den s k dagsljusfaktorn för givna punkter i rum. Dagsljusfaktorn, som uttrycks i procent, anger hur stor del av det totala himmelsljuset som når in till den studerade punkten.

Rum mot loftgång och under/innanför balkong riskerar alltid att få reducerad dagsljusbelysning jämfört med rum med fönster i oavskärmd yttervägg. Omkringliggande byggnader kan också kraftigt minska mängden dagsljus, speciellt i en tät stadsbebyggelse.

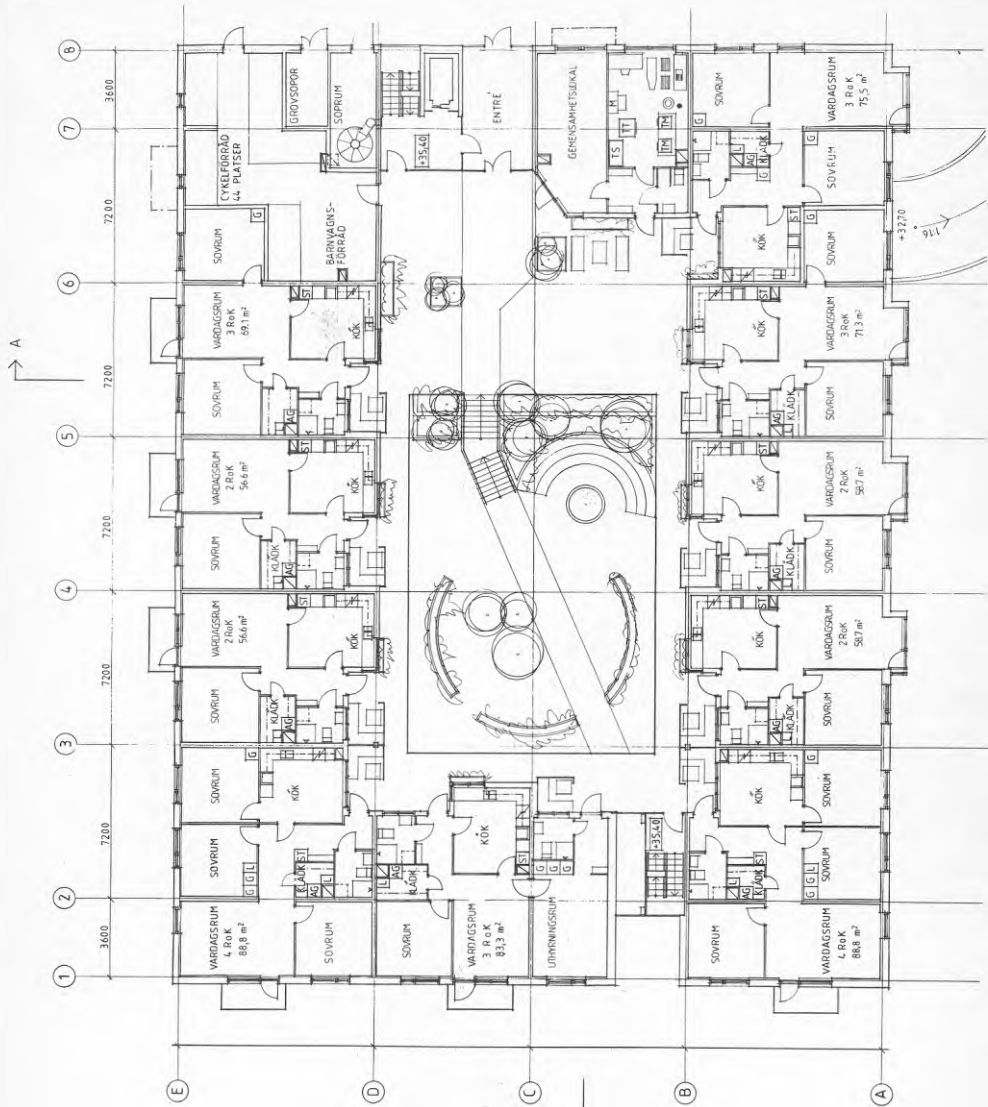
Tidigare mätningar och beräkningar av belysningsförhållanden i loftgångshus visar att rum mot loftgång ofta har ganska låg dagsljusbelysning. Detta beror inte endast på att loftgången skärmar av dagsljuset, utan också på att man i vissa hus har problem med insyn från loftgången och därför skärmar av fönstren ytterligare med gardiner och persiennor. Sammantaget leder detta ibland till att den verkliga dagsljusfaktorn avsevärt underskrider vad SBN föreskriver. När detta beror på de boendes eget val kan man inte göra mycket åt saken.

Det finns få undersökningar av huruvida de boende anser att rum mot loftgång är för mörka. I en byggforskningsrapport R10:1973 "Dagsljus, sol och utsikt i rum innanför loftgång och balkong" redovisas både mätningar och svar på en enkät till de boende i loftgångshus i tre områden i stockholmstrakten. Av denna framgår att det inte finns något enkelt samband mellan faktisk dagsljusfaktor och subjektiva åsikter om det är för mörkt eller inte. Däremot finns en klar skillnad mellan de olika områdena i attityder till insynsproblem och dagsljusmängd.

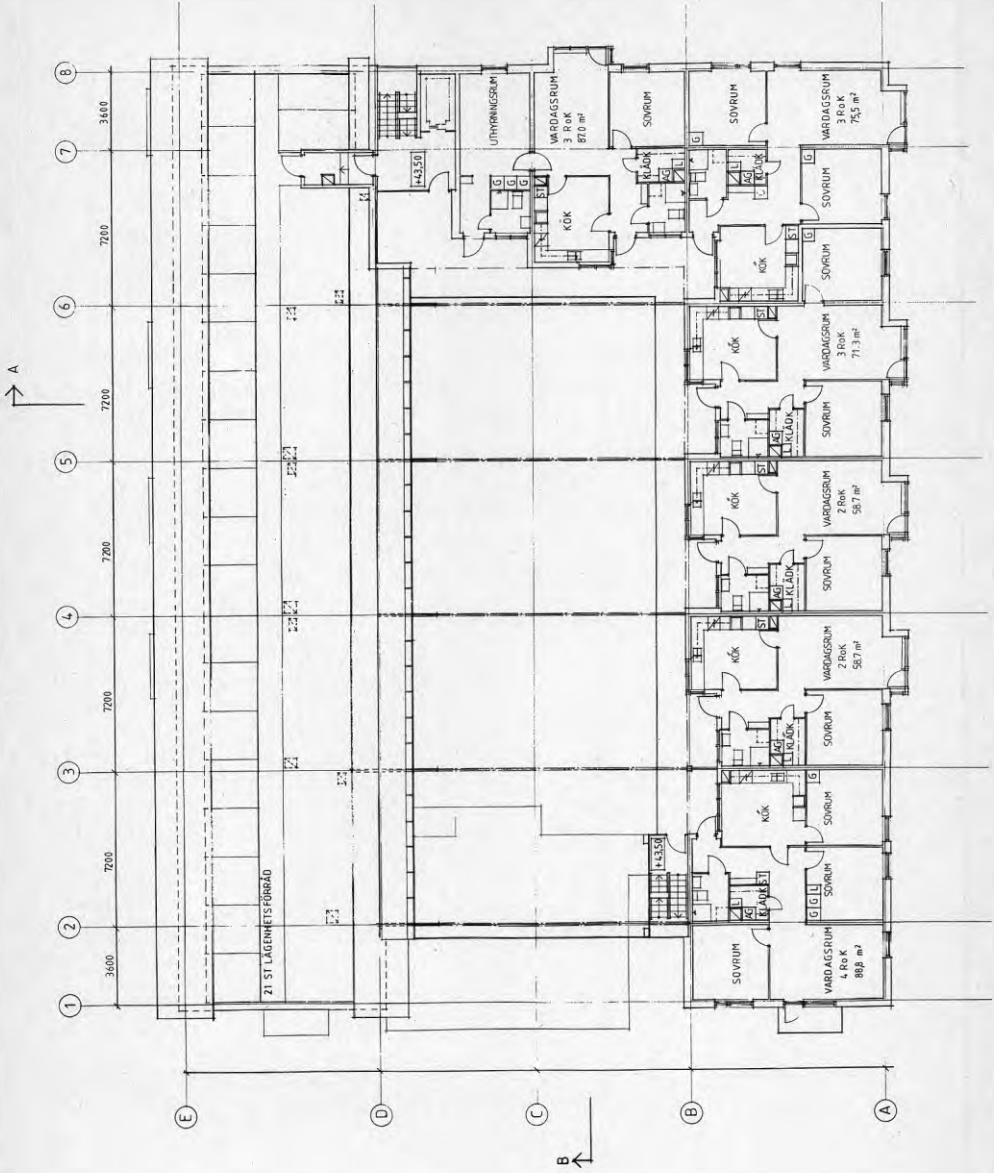
Med den konstruktion av överglasningen som är planerad i projektet (se figur 11) och med den nedsmutning som troligen sker kommer dagsljusmängden i rum mot gården att ungefär halveras.



Figur 11. Sektion genom loftgården.



Figur 12. Plan av bottenvåningen.



Figur 13. Plan av våning 4 trappor.

Gårdens akustiska egenskaper måste beaktas. Även här krävs en omsorgsfull projektering med tanke på hur absorbenter och byggnaden i övrigt skall utformas för att minska besvärande efterklangstid. Kvalificerade rumsakustiska beräkningar blir nödvändiga.

I förprojekteringen har eftersträvat en maximal efterklangstid av 1,2 sek, vilket bör ge ett behagligt akustiskt klimat. För att minska efterklangstiden kan bl.a tilläggsabsorbenter anbringas på loftgångarnas undersidor och på balkongbarriärerna.

För att hindra besvärande reflexer från den söderorienterade glasväggen kan denna vinklas. En sådan åtgärd bidrar till diffusion och förbättrar effekten hos ljudabsorbenterna.

Beläggningsen på loftgångarna bör väljas med omsorg bland stegljudsabsorberande material för att minska risken för störning i lägenheterna.

Några särbestämmelser avseende brandteknisk utformning finns ej för byggnader med öppna ljusgårdar. De regler och krav som ställs innefattas i Svensk Byggnorm. Däremot är varken byggnadsstadgans, Svensk Byggnorms eller arbetarskyddsstyrelsens anvisningar och krav utformade så att de alltid kan tillämpas för flerbostadshus kring glasövertäckta gårdar. När normerna utarbetades hade man inte förutsett en framtida bebyggelse av detta slag. Därför kan vissa tolkningsproblem uppkomma. Vid informella kontakter har planverket och Stockholms brandförsvaret givit sin syn på hur dessa typer av byggnader bör kunna betraktas.

Följande problemställningar kan bli aktuella:

- ökad brandbelastning
- ökade risker för personal vid brandbekämpning
- rökevakivering
- utrymning

Brandbelastningen kommer att öka i gårdsutrymmet dels genom den egna takkonstruktionen (om denna innehåller brännbart material som limträbalkar och plasttäckning), dels genom att gårdsutrymmet förmodligen kommer att möbleras och utnyttjas för andra mer aktiva funktioner än om gården inte hade varit försedd med tak.

11.1 Rökgas

Den rökgasvolym som produceras vid brand i en överglasad gård är proportionell mot brandarean. Avgörande för rökgasvolymen vid brand i en lägenhet är inte brandbelastningen och storleken på brandcellen, utan storleken på fönsteröppningarna mot ljusgården och i vilken våning branden inträffar. Ju lägre belägen brandhård, desto större gasvolym.

11.1.1 Rök Gastemperatur

Gasmassans temperatur är omvänt proportionell mot avståndet från brandarean till rök gasskiktets underkant. Detta medför att ju högre upp i byggnaden branden sker, desto högre blir rök gastemperaturen. Gasmassans temperatur blir dock sällan så hög att den kan anses utgöra någon fara för själva glastakets stomkonstruktion, under förutsättning att flammor från brand i en lägenhet på översta planet inte omsluter själva konstruktionselementen.

Vissa takstomkonstruktioner kan kräva ett speciellt brandskydd, t ex metallkonstruktioner där flammornas varaktighet är kritisk. Beräkning och dimensionering måste därför göras för varje aktuellt projekt.

11.1.2 Brandventilation

Rökgasevakueringen är proportionell mot den effektiva ventilationsarean och avståndet från ventilationsöppningarna till rökgasskiktets underkant. Branta sadeltak med ventilatorerna i nock är från brandsynpunkt att föredra. Brandventilatorer kan med fördel kombineras med anordningar för komfortventilation.

Vid placering och utformning av ventilatorerna bör påverkan av vind beaktas. Tillluftsöppningar bör vara av samma storleksordning som den sammanlagda ventilationsarean och placeras på olika sidor av ljusgården så att skilda vindriktningar kan utnyttjas vid rökevakueringen.

11.2 Material i ljustaket

Ett krav som måste ställas på takmaterialet i en inglasad gård är att det vid en brand ej faller ned i så stora delar att de kan skada brandpersonal eller andra som befinner sig på gården. Taket får heller inte medverka till snabb brandspridning.

Vissa plastmaterial, tex polykarbonat, uppfyller ovanstående krav.

Det finns härdat glas som vid brandprov klarar temperaturer över 700°C. Dessa glas pulvriskas om de utsätts för chock och utgör därför ingen fara från nedfallssynpunkt. Noggrannhet krävs dock vid montering så att en tillräcklig rörelsemån för glaset garanteras.

Ett ljusgårdstak kan medföra svårigheter för brandförsvaret att komma åt att släcka vindsbränder i angränsande byggnader. Speciella krav på utformningen vad gäller sektionering av vind eller krav på obrännbarhet kan därför komma att ställas på yttertakskonstruktionerna.

12 PLASTTAK AV TVÅSKIKT POLYKARBONAT OCH TVÅSKIKT TOPPFÖRSEGLAT GLAS

De flesta plaster åldras med tiden. Den viktigaste nedbrytningsfaktorn är det ultravioletta ljuset (UV-strålningen). Nedbrytningen försämrar såväl ljustransmission som hållfasthetsegenskaper. Dubbla polykarbonatskivor av typ makrolon har testats hos Sveriges Lantbruksuniversitet i Lund. Enligt direktiv från Stockholms brandförsvaret och Statens Planverk får plast endast användas som taktäckningsmaterial för flerbostadshus om den uppfyller kravet på självslocknande enl ASTM-D635. Idag är det endast polykarbonatskivor som uppfyller dessa krav.

Om glas väljs får endast härdat glas komma i fråga. Se även kap 11.2.

12.1 Ytspänning

Ett generellt problem som kan uppkomma vid glas- eller plastövertäckningar av den typ som är planerad för projektet 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 nedsmutsning också blir större.

12.2 Ljustransmission

Utgångsvärdet för ljustransmissionen hos dubbla polykarbonatskivor är ca 70-75 %. På grund av åldersförändringar blir transmissionsnedsättningen linjärt ca 1 % per år. Efter omkring åtta år sker en stabilisering.

Glas i två skikt har en transmission på ca 75 %. Hänsyn till skymmande konstruktionsdetaljer har då tagits.

Efter ca åtta år blir transmissionen för polykarbonat alltså ca 8 % sämre än för glas. Reduktion pga smuts har då ej tagits med. Ljustransmissionen är en väsentlig faktor från energisynpunkt. I transmissionshänseende är polykarbonat och glas i stort sett likvärdiga.

Genom att ljuset sprids mera diffust av plasttak blir temperaturen inte lika hög som vid glastäckning. Eventuella skuggningsbehov blir av dessa orsaker mindre för plast än för glas. Under delar av vintern är plastmaterialens genomsläpplighet för diffust ljus viktigare för växter än direkt ljus, eftersom det diffusa ljuset då dominerar.

 Ljustransmission för polykarbonat
 resp glas i tvåskiktsutförande*

Område	Polykarbonat		
	Opal %	Klar %	Glas %
Ultraviolettt 300-380 nm	0	0	0
Synligt 380-760 nm	77	85	85
Infrarött (värmestrålning) 760-2100 nm	24	60	85

* Hänsyn till ramverk eller nedsmutsning har ej tagits. Siffrorna anger utgångsvärdet för transmissionen hos materialen.

Opaliserat polykarbonat släpper således endast igenom 24 % värmestrålning

12.3 Täthet

Glastak bör av täthetsskäl läggas i en lutning på minst c:a 30°. Ett tak av polykarbonatskivor är normalt lättare att få tätt än motsvarande glastak. Från denna synpunkt kan plasttak läggas i mindre lutning än glas. Hänsyn bör dock tas till omhändertagande av kondensdropp från plasttaket vilket motiverar en lutning av ca 30°.

12.4 Vatten

I projektet planeras en vintergrön trädgård. Växternas vattenavgivning sker via bladen där transpirationen har stor betydelse för regleringen av bladtemperaturen.

Endast ca 1 % av det vatten växterna tar upp används direkt i fotosyntesprocessen, medan resten avgivs genom transpiration. Denna är starkt beroende av ventilation och luftfuktighet. Växterna kräver en viss luftfuktighet i relation till omgivningstemperaturen för att överleva och ej torka ut.

Hänsyn till kondensproblem och rimfrost måste tas oberoende av om plast eller glastak väljs.

13 MÄTNING, UTVÄRDERING

En viktig punkt i utvärderingen är trivselfrågorna. Idéerna kring loftgårdshuset har hittills utvecklets och studerats med tonvikt på energihushållningen. Viktiga frågor gäller emellertid också loftgårdsboende som en miljömässigt och sociologiskt intressant möjlighet. Vi vill betona att undersökningar av attityder och värderingar är nödvändiga och måste börja tidigt, senast då de blivande nyttjarna är kända. Sedd i ett storskaligt systemperspektiv torde loftgårdstekniken med fördel kunna studeras som ett teknikvärderingsobjekt.

I denna ansökan presenterar vi emellertid inte utvärderingsprogram för dessa aspekter. Denna del av utvärderingen bör utföras av experter som arbetar oberoende av den övriga projektgruppen.

13.1 Teknisk utvärdering

Genom teknisk utvärdering av experimentet vill vi öka kunskapen om inglasade gårdars värmefunktion, och speciellt söka svar på följande frågor:

- a) Hur mycket kan uppvärmningsbehovet minska genom inglasning av en kringbyggd gård?

Simuleringar med datormodeller tyder på att en överbyggnad av glas höjer temperaturen på en kringbyggd gård med ca 10°C över omgivningstemperaturen under uppvärmningssäsongen. Värmeförlusterna (transmissionen) genom väggar och fönster mot gården minskar därigenom.

Simuleringsresultaten kan kontrolleras praktiskt i experimentet.

- b) Hur mycket värme kan under sommarhalvåret utvinnas ur en överglasad gård?

Under sommaren fungerar gården som en solfångare och värmen kan tas tillvara med en värmepump och lagras för vinterns behov i ett marklager under eller nära byggnaden.

Enligt hittills genomförda simuleringar kan ca 235 MWh/år värme tas från gården och husets frånluft utan att gårdens temperatur sänks under utomhus-temperaturen annat än då denna överstiger +20°C.

I experimenthuset kan möjliga värmemängder bestämmas praktiskt genom kontinuerliga mätningar av temperaturer och flöden.

- c) Hur mycket värme kan återvinnas genom en frånluftsvärmeväxlare kombinerad med ett vätskebatteri?
- d) Vilket mikroklimat får man i en inglasad gård?

13.2 Mätningar och analys

Experimentet följs upp med detaljerade mätningar och en noggrann analys.

Syftet är:

- att kontinuerligt bevaka värmesystemets funktion
- att bestämma delsystemens energibesparande effekter
- att förbättra precisionen i tillgängliga datorprogram.

13.3 Mätteknik

Mätvärden från c:a 200 punkter registreras timvis med en datorstödd mätstation.

De viktigaste mätningarna gäller:

Omgivning

- Utomhustemperatur
- Vindhastighet och -riktning
- Solinstrålning, direkt och diffus

Gård

- Temperaturen på flera nivåer i gården
- Luftfuktigheten
- Solinstrålningen
- Luftomsättningen
- Till- och bortförd värme

Lägenheter

- Rumstemperatur
- Värmeförbrukning
- Varmvattenförbrukning
- Varmvattentemperatur
- Temperatur vid tilluftsdon

Värmepump

- Elektrisk energi för kompressor
- Drifttid för kompressor
- Tillförd värmemängd från gården
- Tillförd värmemängd från avluft
- Avgiven värme från kondensor resp vätskebatteri

Lager

- Temperaturförlopp i värmelager.



Tekniken att i stor utsträckning utnyttja värmepumpar vid låg taxesättning kan skapa mycket gynnsamma ekonomiska driftförhållanden.

För att motverka en ohämmad utbyggnad av elvärme under 1980-talet planerar de större energiverken, bl a Stockholms energiverk och Sydkraft, att föreslå differentierade eltaxor. Förslaget kommer att innebära en taxa för sommaren, en taxa för vinterdag och en för vinternatt.

Som ett tänkbart elpris vinterdag mellan kl 0700-2100, diskuteras ca 40 öre/kWh och under sommartid och vinternatt 10-15 öre/kWh, i båda fallen exklusiv skatt och fasta avgifter.

Taxesättningen kommer att gynna projekt av den typ, som Suncourt representerar. Borrhållslagret laddas helt under den låga taxesättningen sommartid. Uttag från lagret sker under fem vintermånader, huvudsakligen under nätter. Med andra ord kommer värmepumparna huvudsakligen att arbeta under lägsta taxa.

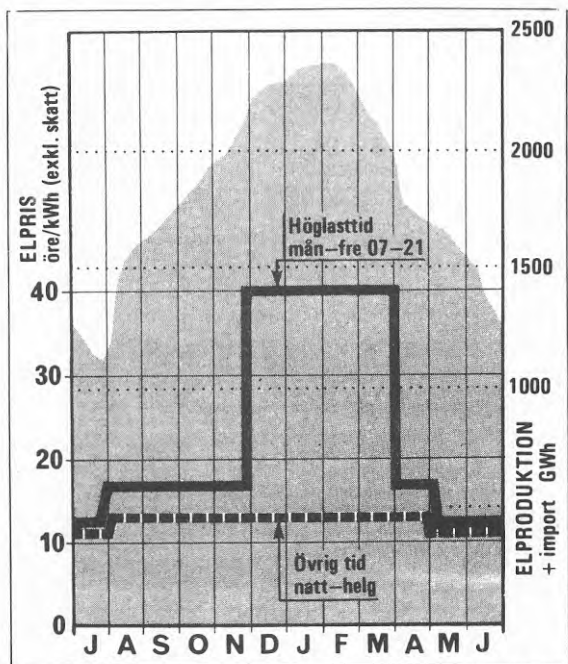


Diagram INGEMAR FRANZÉN

Figur 14. Stockholms energiverks och Sydkrafts förslag till differentierade eltaxor. Hela elkostnaden överförs på kWh-avgiften som varierar kraftigt sommar-vinter, natt-dag.

Kostnader för byggnadens speciella utformning med hänsyn till dess tekniska funktioner och för integrering av mätutrustning kommer inte att rymmas inom de statliga belåningsreglerna. Av demonstrationsskäl bör vissa tekniska utrymmen göras extra rymliga, vilket också belastar projektet utanför normal finansiering.

Entreprenören kommer att ställas inför högre krav på samordning mellan olika medverkande än vid ett normalt flerbostadsobjekt. En viktig och ovanlig del av arbetet kommer att bli integrationen av mät- don och kanalisering till mätcentral. Vidare kommer man att möta delvis nya teoretiskt uppställda funktionskrav utan någon direkt erfarenhetsbakgrund från tidigare produktion. Till detta kommer osäkerhet vid bedömning av tidsåtgång och kostnader och nya aspekter på leveransvillkor och garantiåtaganden. Merkostnaden för detta bör rimligtvis ligga utanför bedömningen av lönsamheten för gjorda energiinvesteringar.

En energisparinvestering är lönsam om minskningen av värmekostnaderna är större än de drifts-, underhålls- och kapitalkostnader som uppstår till följd av investeringen.

Som beräkningarna i det följande redovisar är det lönsamt med inglasning av innegårdar i flerbostads- hus i kombination med säsongslagring i borrhållslager via en värmepump. Lönsamheten är inte dramatiskt stor men för ett experiment- och demonstrationsprojekt är lönsamheten fullt acceptabel.

Suncourthuset är redan från början mycket energisnålt. Uppvärmning exklusive tappvarmvattenberedning kräver ca hälften av vad dagens normhus behöver. Därför får alla typer av energiinvesteringar svårt att nå samma lönsamhet som om byggnaden hade varit byggd enligt dagens normkrav.

Vanliga sätt att bedöma lönsamheten av investeringar är att göra beräkningar enl t ex nuvärdes- eller annuitetsmetoden. Vi har valt att använda energisparmetoden där det tidsmässigt är lätt att ta hänsyn till olika antaganden om real kalkylränta, real ökning av energipriset och skilda livslängder för olika delkomponenter.

I följande beräkningar har vi gjort olika antaganden om procentuella reala ökning av energipriset q och av reala kalkylräntan r . Beräkningarna bygger på följande formler enl vilka besparingskostnaderna skall jämföras med dagens energipris

$$\frac{I + P_1 \times U_{\text{år}1}}{P_2 \times W_{\text{år}1}} = \text{dagens energipris}$$

- I = investeringsstorlek, kronor
 P_1 = diskonteringsfaktor
 P_2 = diskonteringsfaktor
 $U_{\text{år}1}$ = årlig underhållskostnad, kronor
 $W_{\text{år}1}$ = årlig energibesparing, kWh

$$P_1 = \frac{1 - \left(\frac{1}{1+r}\right)^n}{\frac{r}{1+r}} \quad \text{och} \quad P_2 = \frac{1 - \left(\frac{1+q}{1+r}\right)^n}{\frac{r-q}{1+r}}$$

r = realkalkylränta

q = realökning av energipriset

n = avskrivningstiden alt produktens livslängd

16.1 Några kalkylexempel

16.1.1 Förutsättningar

a) Projektering (ej FoU)	80 000 kr	livslängd 40 år
Borrhålslager	280 000	livslängd 40 år
Byggnad (kulvert)	50 000	livslängd 40 år
Värmepump för ladd- ning/uttag/varm- vatten	50 000 100 000	livslängd 10 år livslängd 20 år
I genomsnitt antas		livslängd 15 år
Cirkulationsfläkt	80 000	livslängd 15 år
inkl rör och kanali- sering	120 000	livslängd 40 år
Rör	50 000 80 000	livslängd 15 år livslängd 40 år
Akkumulatorer	90 000	livslängd 40 år
Summa	620 000 kr	livslängd 40 år
	280 000	livslängd 15 år
Summa tot	900 000	

- b) Årligt underhåll 2 000 kr för installation med livslängden 40 år och 4 000 kr för installation med livslängden 15 år.
- c) Årlig energibesparing 180 MWh.
- d) Livslängd 15 resp 40 år.
- e) Dagens uppskattade energipris 0,30 kr.
- f) Olika antaganden om realränta resp realökning av energipriset. Antagandena är baserade på förhållandet mellan ränta och inflation den sista femårsperioden och en försiktig spekulation om framtiden.
- g) Kostnader för installationer är mycket försiktigt uppskattade och torde vid en större produktion kunna sänkas betydligt mer än de antagna värdena.

Energivinsten torde också kunna bli större. Det i förstudien beräknade värdet på 225 MWh kan med stor sannolikhet höjas genom en bättre styrstrategi och en mera exakt dimensionering av borrhålslagret.

16.1.2 Beräkningsresultat

- A. Realränta och realenergiprishöjning är lika dvs kommer att följa det fasta penningvärdet.

Beräknad energisparkostnad 22 öre, vilken skall jämföras med dagens uppskattade energipris 30 öre.

- B. Energipriset stiger i fast penningvärde (realt) med 2 %, realräntan är 3 %.

Beräknad energisparkostnad ca 25 öre, vilken skall jämföras med dagens uppskattade energipris 30 öre.

- C. Energipriset stiger i fast penningvärde (realt) med 2%, realräntan är 4% (som i "energiushållningspropositionen", 1977/78:76).

Beräknad energisparkostnad 28 öre, vilken skall jämföras med dagens uppskattade energipris 30 öre.

17 ATT UTVINNA OCH LAGRA VÄRME I MARK OCH VATTEN
- JURIDISKA ASPEKTER

Det saknas idag lagstiftning som reglerar rätten till värme i mark, vatten och luft. För att pröva juridiska frågor av denna art krävs en ingående kunskap om energi i form av värme.

Den nya värmeteknologin innebär, med undantag av ett fåtal genomförda experiment, system och konstruktioner av helt oprövat slag. Utvecklingen leds av forskare och tekniker utan större erfarenhet av lagstiftning, normer och föreskrifter.

Existerande lagstiftning bör därför följas så långt som tillämpningen medger och eventuella nya lagar bör utformas med en viss flexibilitet, så att framtida utvecklingsprojekt inte faller på långa handläggningsrutiner.

Vilken rätt har en markägare att utvinna det energiinnehåll som finns tillgängligt på hans mark? Om en markägare avleder värme från sin mark kommer detta att innebära en energivandring från omkringliggande områden, varför det kan få till resultat att en grannes möjligheter till energiutvinning på egen mark minskas. Motsvarande problem föreligger vid energiuttag i vatten, där grannens möjlighet till energiuttag kan tänkas bli berört i än högre grad med hänsyn till vattens (jämfört med mark) större förmåga att transportera energi.

Hur domstolarna kommer att bedöma en markägares krav om ersättning från en granne som utvinner energi ur sin egen mark/vatten och därmed orsakar en minskning av det möjliga energiuttaget genom kärandens existerande/planerade/framtida anläggning har ännu inte prövats i domstol.

Rättsförhållandet mellan grannar regleras till en del av Jordabalken, men flertalet rättsregler återfinns i annan lagstiftning exempelvis Miljöskyddslagen och Vattenlagen. Skadeståndslagen i förening med Brottsbalken är också aktuella, liksom Allemansrätten.

Jordabalkens kapitel 3, 1§, anger att "var och en skall vid nyttjande av sin eller annans fasta egendom taga skälig hänsyn till omgivningen". Det torde vara avsiktligt att regeln inte innehåller uppgifter om i vilket avseende skälig hänsyn skall tas, detta för att göra bestämmelsen så allmängiltig som möjligt.

17.1 Dispositionsrätt till mark och undermark

Äganderätten till mark utgår från markytan och går mot jordens medelpunkt. Enligt rättspraxis avtar ägarens dispositionsrätt snabbt med djupet från ytan.

Innebörden därav är bl a att endast om en kärende kan påvisa egen möjlighet att använda en ifrågasatt resurs är han berättigad till ersättning.

17.2 Tillstånd enligt Naturvårdslagen

Ett system i form av borrhåls hål i berg torde inte medföra en väsentlig ändring av naturmiljön, varför inget samråd med länsstyrelsen eller 20§ Naturvårdslagen skall behöva ske. Regeringen eller av denna delegerad myndighet har dock möjlighet att föreskriva att anmälningsskyldighet skall föreligga.

Ett system av typen borrhåls lager i berg kommer inte att störa omgivningen genom t ex buller, skakningar, ljus etc, under förutsättning att tillhörande maskinutrustning som t ex värmepumpar inte är störande för omgivningen.

De erfarenheter man har av bergrum med vatten upphettat till mer än +150°C har inte visat någon termisk störning i berget. I Suncourt-projektet kommer max temperaturer vid laddning att vara +50°C. Om systemet inte orsakar någon av ovan uppräknade störningstyper på omgivningen föreligger ej någon verksamhet som är att betrakta som miljöfarlig.

17.3 Vattenlagen, Miljöskyddslagen.

Där vatten utnyttjas som värmekälla (ej aktuellt för Suncourt-projektet) är Vattenlagen tillämplig.

Vattenlagen (2:47) kräver vattendom om man tillgodosör sig mer än 300 m³ vatten per dygn. Prövning måste ske även vid uttag mindre än 300 m³/dygn, om annan fastighet lider men. Tillgodogörande av värme i vatten är inte likställt med tillgodogörande av vatten. Recirkulation, som är aktuell vid tillämpningar av borrhåls lagringsteknik, där vattendrag utgör värmekällan, behöver därför inte föranleda vattendom. Även om den cirkulerande vattenvolymen överstiger 300 m³/dygn, så innebär recirkulationen att man inte avleder - "förbrukar" - mer än 300 m³ per dygn från vattentäkten.

En ev sänkning av temperaturen i ett vattendrag innebär en kvalitetsförändring av vattnet och anses därmed som en eventuellt miljöfarlig verksamhet. Ersättning för skada på grund av temperatursänkningen skall i tillämpliga fall regleras enl Miljöskyddslagens bestämmelser. I de projekt som planeras för borrhåls lager med sjö eller annat vattendrag som värmekälla, kommer endast värmen att utnyttjas under en begränsad period av sommarhalvåret. Temperatursänkningen blir genom "utspädning" och "påfyllning" av solvärme i de flesta praktiska fall helt försumbar - av storleksordningen några tiondels °C.

Prövning enl Miljöskyddslagen blir därmed knappast aktuell.

Ledningar i vatten kan medföra behov av inskränkningar i rätten att utnyttja vattenområde, exempelvis genom ankrings- eller bodförbud. Så länge dessa inskränkningar endast avser eget vattenområde kan inga krav om ersättning framställas. I annat fall torde reglerna i Vattenlagens kapitel 9 bli tillämpliga.

17.4 Nyttjande av annans mark

Det är möjligt att ingå avtal med annan markägare om användning av dennes mark för värmelagring. Reglerna för sådant avtal - servitut - återfinns i Jordabalkens 14 kapitel. Bland lagkraven för att ett servitut skall komma i fråga gäller att anläggningen skall vara av stadigvarande betydelse.

17.5 Tillstånd enligt Ledningsrättslagen (LRL)

Den som önskar använda utrymme på annans mark för ledning kan för vissa ledningstyper under vissa omständigheter erhålla tillstånd till detta, s k ledningsrätt. LRL 2§, medger ledningsrätt för ledning som transporterar fjärrvärme, eller annan råvara eller produkt som transporteras från produktionsställe och som antingen tillgodoser ett allmänt behov för landet eller en viss ort, eller som endast medför ringa intrång i jämförelse med nyttan. Om anläggningen tillgodoser ett allmänt behov ges ledningsrätt såvida den inte orsakar synnerligt men för den upplåtande fastigheten. Skulle ledningen anses vara av väsentlig betydelse från allmänsynpunkt är upplåtande fastighetsägare skyldig avstå från mark, även om synnerligt men uppkommer (LRL 12§). Enligt LRL 6§ får dock inte ledningsrätt upplåtas om ändamålet lämpligen kan tillgodoses på annat sätt, ej heller om utrymme för ledning kan upplåtas med stöd av Anläggningslagen.

En fastighetsägare som behöver använda annans mark för transportledning mellan den egna fastigheten och värmekällan har således goda möjligheter att erhålla ledningsrätt, i synnerhet om det är fråga om uppvärmning av ett antal hus, så att ledningen kan anses tillgodose ett allmänt behov (observera dock att ledningsrätten inte är tillämplig för den energiupptagande delen av systemet). För mindre anläggningar, avsedda för enstaka hus, krävs troligtvis att ledningsrätten endast skulle medföra ringa intrång i jämförelse med nyttan. Om anläggningen inte är att anse som allmän fjärrvärmearläggning kan Anläggningslagens bestämmelser om gemensamhetsanläggningar komma ifråga i stället för Ledningsrättslagen. För de mindre anläggningarnas del vore det troligtvis förmånligare med en prövning under Anläggningslagen än under Ledningsrättslagen. Ersättning till markägare för upplåten/inlöst mark utgår enl Expropriationslagens bestämmelser.

17.6 Tillstånd enligt Anläggningslagen (AL)

Enligt Anläggningslagen kan en anläggning som är gemensam för flera fastigheter bildas, en s k gemensamhetsanläggning, dock ej en allmän fjärrvärmeanläggning (AL 1§).

En gemensamhetsanläggning får inrättas för fastighet för vilken det är av väsentlig betydelse att ha del i anläggningen (AL 5§). Den får inrättas om fördelarna av anläggningen överväger de kostnader och olägenheter som anläggningen medför (AL 6§). Mark får tas i anspråk om det icke orsakar synnerligt men (AL 12§), även om ett allmänt behov av anläggningen inte föreligger. Anläggningslagen är således mycket generösare mot ägaren av anläggningen än Ledningsrättslagen som ju normalt kräver att ledningen tillgodoser ett allmänt behov. Det bör också uppmärksammas att Anläggningslagen kan omfatta så väl den energipptagande delen av systemet som transportledningar till/från värmeväxlaren (borrhålslagret) medan Ledningsrättslagen, som tidigare nämnts, endast gäller transportledningarna. Mark kan tas i anspråk även om synnerligt men uppkommer, nämligen om gemensamhetsanläggningen behövs för ett större antal fastigheter eller av annan orsak är av väsentlig betydelse ur allmän synpunkt (AL 12§). Ersättning till markägare utgår enl Expropriationslagens bestämmelser.

17.7 Tillstånd enligt Expropriationslagen (ExprL)

För vissa bestämda ändamål kan tillstånd erhållas att tvångsvis ta mark i anspråk med äganderätt, nyttjanderätt eller servituträtt. Expropriationslagens 2 kapitel, 3§, anger att expropriationstillstånd kan lämnas för att tillgodose allmänt behov av elektrisk kraft eller annan drivkraft, vatten, värme eller likartad nyttighet. Hur stor en anläggning skall vara för att av regeringen, som ger expropriationstillstånd, anses utgöra ett allmänt behov, är svårt att säga, eftersom regeringens prövning snarare är politisk än juridisk. Regeringen har möjlighet att delegera tillståndsgivande till länsstyrelse i ärenden som ej bestritts eller är av mindre vikt. Med hänsyn till expropriationsförfarandets karaktär och att lagstiftarna inte alls haft t ex borrhålslagring i tankarna vid lagens tillkomst, bör kanske möjligheterna att använda Expropriationslagen övervägas endast om önskade åtgärder inte kan vidtagas med hjälp av exempelvis Anläggningslagen eller Ledningsrättslagen.

17.8 Framtida lagreglering av system för värmeutvinning ur mark och vatten

För närvarande finns tre betänkanden från skilda utredningar där man behandlar på vilket sätt man avser att reglera den framtida markanvändningen.

1. Revision av Vattenlagen SOU 1977:27.
2. Hushållning med mark och vatten (fysisk riksplanering) SOU 1979:54-55.
3. Ny plan- och bygglag SOU 1979:65-66.

17.8.1 Revision av Vattenlagen (SOU 1977:27)

Förslaget går bl a ut på att skapa gemensamma bestämmelser vad gäller täkt och skydd av grund- och ytvatten. Vidare diskuterar utredningen en ändrad prövningsordning för vattentäkt och det föreslås även en "förprövningsskyldighet" av yt- eller grundvattentäkt, med undantag för hushållsförbrukning.

Beträffande energiproduktion poängterar utredningen i sina allmänna utgångspunkter att man bör kunna räkna med nya energikällor då det blir fråga om att komplettera kärnkraften eller att ersätta den.

Sammanfattningsvis sägs att förslaget till ny Vattenlag endast vid en stark tänjning av reglerna kan innebära någon ytterligare reglering och kontroll av energilagringssystem som bygger på utnyttjande av vatten.

17.8.2 Hushållning med mark och vatten (SOU 1979:54-55)

I den fortsatta utredningen för fysisk riksplanering konstateras att bl a solvärme för uppvärmning av bostäder etc på lång sikt kan ge Sverige ett betydande energibidrag. Olika former av central säsongsvärme- och lagring blir därvid nödvändiga.

Centrala värmemagasin kräver mark i anslutning till bebyggelsen. För att minska lagrings- och överföringsförlusterna bör bebyggelsen inte vara för gles. Markanvändningskonsekvenser av vissa typer av långtidslagring av värme, t ex ev lagring i sjöar, mark eller havsvikar kan behöva övervägas i den fysiska riksplaneringen. Utredningen föreslår därför tillsvidare inga styrmedel för lagring av energi i mark eller vatten.

17.8.3 Ny plan- och bygglag (SOU 1979:65-66)

Någon direkt applicering på marklagring av typen borrhål i berg kan ej utläsas av förslaget. Många remissinstanser delar bygglagutredningens uppfattning att det behövs en fackmässig bedömning och en förbättrad teknisk tillsyn av det alltmer omfattande undermarksbyggandet. Det föreslås därför att byggnadslovsplikt införs för utförande av tunnlar och berg- rum. I vissa tillämpningar utförs borrhållning för borrhållslager från underjordiska gallerier, varför förslaget kan få formell betydelse för sådana projekt.

LITTERATURFÖRTECKNING

Brink, Rolf & Tullberg, Hasse: "Att vinna och lagra värme i mark och vatten", 1982.

Göransson, Göran; Kellner, Johnny; Pehrsson, Per: "Passiv solvärme i kontorshus", 1981.

Löfberg, Hans A: "Dagsljus, sol och utsikt i rum innanför loftgång och balkong", BFR-rapport R10:1973.

PM åt J M Byggnads och Fastighets AB från Stålbyggnadsinstitutet, 1983.

Svensk Byggnorm 1980.

Landgren, Bengt "Åldringstester på täckningsmaterial till växthus-3", Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för lantbrukets byggnadsteknik, specialmeddelande 105, 1981.

**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag
820849-9 från Statens råd för byggnadsforskning
till VBB AB, Stockholm.**

R93: 1983

ISBN 91-540-3971-1

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6700793

**Abonnemangsgrupp:
W. Installationer**

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

Cirkapris: 25 kr exkl moms