



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

R10:1988

Stockholmsprojektet

Överglasade gårdar och
värmeöverföring från kontor till
bostäder, Kv Bodbetjänten

Lars-Olof Andersson
Sven-Erik Delsenius
Bertil Nyman

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

BYGGDOK

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

Bygghforskningsrådet

R10:1988

STOCKHOLMSPROJEKTET

Överglasade gårdar och värmeöverföring
från kontor till bostäder,
Kv Bodbetjänten

Lars-Olof Andersson
Sven-Erik Delsenius
Bertil Nyman

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 830411-8
från Statens råd för byggnadsforskning till Stockholms
stad, stadsbyggnadskontoret, Stockholm.

REFERAT

Inför utbyggnaden av Södra Stationsområdet på Södermalm i Stockholm ordnade Stockholms stad en idétävlan om låg-energiebebyggelse. Resultatet var så pass intressant att Stockholms stad ställde mark till förfogande och Byggnadsforskningsrådet (BFR) beviljade medel för ett utvecklings- och demonstrationsprojekt avseende energisnåla flerbostadshus, som benämns Stockholmsprojektet.

I detta ingår fem byggnader fördelade över hela Stockholm. Kv Bodbetjänten, som är vårt projekt, ligger i Gubbängen nära Hökarängens tunnelbanestation och innehåller 41 st lägenheter som omger en glasgård med glasad söderfasad. Gården gränsar åt norr mot en glasgård omgiven av kontor. Totala bruksarean, exklusive gården, är ca 6 600 m², varav ca hälften utgörs av bostäder.

Föreliggande rapport redovisar utvecklingen från idéskedet fram till färdig byggnad samt det första året av förvaltningsskedet. I rapporten redovisas även energiförbrukningen det första året jämfört med den datorberäknade förbrukningen.

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

Denna skrift är tryckt på miljövänligt, oblekt papper.

R10:1988

ISBN 91-540-4837-0

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Svenskt Tryck Stockholm 1988

INNEHÅLL

FÖRORD	5
1 SAMMANFATTNING	7
1.1 Allmänt	7
1.2 Projektets idéer	7
1.3 Utförda energilösningar	8
1.4 Installerade effekter för uppvärmning	9
1.5 Total energiförbrukning 1986	9
1.6 Energianalys	10
1.7 Projektets ekonomi	11
2 BAKGRUND - PROJEKTIDÉ	12
2.1 Camera Solaris	12
2.2 Södra stationstävlingen	13
2.3 Val av tomt och utformning - markanvisning	13
2.4 Bodbetjäntens förhållande till övriga BFR-projekt i Stockholm- projektet	14
2.5 Upphandling - egen regi	15
3 PROGRAMSKEDE	18
3.1 Projektets idéer	18
3.11 Kombieffekt	18
3.12 Klimatbuffert	18
3.2 Olika energiidéer som testades på ett tidigt stadium	19
3.3 Beslutade energiprinciper i stort	20
3.4 Energifrågor i programskedet	20
3.5 Energiidéer och glasgårdar ställer krav på husets utformning	21
3.51 Kontor i byggnadens norra del	22
3.52 Bostäder i byggnadens södra del	22
3.53 Horisontella eller vertikala glasytor i gårdar	22
3.54 Bostäder i ett gårdsprojekt ger loftgångar	23
3.55 Gård i kontorshus kan utnyttjas för olika ändamål	23
3.56 Integrerade eller skilda bostads- respektive kontorsgårdar	24
3.57 Placering av fläktrum samt undercentral	24
3.6 Synpunkter från BFR	25
4 SYSTEMUTFORMNING	26
4.1 Bostadsutformning och plan- lösningar	26
4.2 Funktionsbeskrivning och installationer	28
4.21 Allmänt - byggnad	28
4.22 Luftbehandling - kontor	28
4.23 Luftbehandling - bostäder	29
4.24 Luftbehandling - bostadsgård	30
4.25 Luftbehandling - kontorsgård	31

4.26	Funktionsbeskrivning - värme	31
4.27	Driftstrategi	32
4.28	Styr- och regler	33
4.29	Driftschema och flödesschemor	34
4.3	Installerade effekter och luftflöden	37
4.31	VVS	37
4.32	EL	37
4.33	Summa EL och EL i VVS	38
4.34	Luftflöden	38
4.4	Dimensionering installationer	38
4.41	Förutsättningar	38
4.42	Beräkning av värmepump + elpanna	38
4.5	Konstruktionsdata - byggnads- tekniska lösningar	39
4.6	Brandfrågor	39
4.61	Allmän bakgrund	39
4.62	Brandtekniska förutsättningar	41
4.63	Dimensionering av brandventila- tion och övriga förutsättningar	42
4.64	Kontorsgården	42
4.65	Bostadsgården	43
4.66	Brandventilation contra komfortventilation	44
4.67	Takkonstruktioner	44
4.7	Ljudfrågor	44
4.8	Växter i gårdar	46
5	ENERGIBALANSBERÄKNING	48
5.1	Datorsimuleringar med BRIS-pro- grammet	48
5.2	Exempel på beräkningsresultat	49
6	KOSTNADER	53
6.1	Inledning	53
6.2	Investering	53
6.3	Drift och underhåll	55
6.4	Hysesintäkter	56
6.5	Analys	56
7	PROJEKTERINGSERFARENHETER	58
7.1	Projektering	58
7.2	Upphandlingsformer för installationer	59
7.3	Fastighetsvärde	60
7.4	Lånehantering	60
7.5	Samarbetsformer med KTH för mätning och utvärdering	61
7.6	Organisation	61
7.7	Tidplan	62
8	PROGRAM FÖR MÄTNING OCH UTVÄRDERING	63
9	FÖRVALTNINGSERFARENHETER	64
9.1	Hysesgäster - bostadsförmedling - åldersstruktur	64
9.2	Fastighetsförvaltning	64
9.3	VVS-erfarenheter av gårdarna	65
9.31	Bostadsgård	65
9.32	Vädring av bostads- och kontorsgård	68

9.4	Köpt elenergi	69
9.41	Allmänt	69
9.42	Jämförelse mellan databeräkningar och registrerad förbrukning	70
9.43	Skillnad mellan databeräknad och registrerad energiförbrukning	71
9.44	Köpt energi 1/1-31/12 1986	72
9.45	Analys av uppmätt energiförbruk- ning vid jämförelse med dator- beräknad förbrukning	73
9.5	Energijämförelse	76
9.6	Värmeöverföring mellan kontor, bostäder och glasgårdar (här kallad kombieffekt)	77
9.7	Växter i gårdar	78

FÖRORD

Stockholms stad har under senare år ökat sin aktiva medverkan i forsknings- och utvecklingsarbete inom energiområdet. Syftet är att stärka stadens 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 och Kungliga Tekniska Högskolan (KTH) i det så kallade STOCKHOLMS-PROJEKTET.

Staden har för detta ändamål anvisat tomter inom i övrigt exploaterade områden:

- o Kv Höstvetet till JM Byggnads- och Fastighets AB.
- o Kv Bodbetjänten till Armerad Betong Vägförbättrings AB, ABV
- o Kv Konsolen till Ohlsson & Skarne AB
- o Kv Sjuksköterskan till Svenska Riksbyggen
- o Kv Kejsaren till Stockholmskem AB

Byggnaderna är nu uppförda med den sista slutbesiktningen i början av 1986. Mätning och utvärdering pågår i samtliga delprojekt. Slutrapportering från Stockholmsprojektet sker under 1988.

Mätning- och utvärderingsarbetet omfattar de fem ovan nämnda experimentbyggnadsprojekten samt ytterligare ett projekt av samma karaktär, finansierat av BFR. Det tillkommande projektet är Kv Skogsalmen med Stockholms Kooperativa Bostadsförening som byggherre.

Föreliggande rapport avser Kv Bodbetjänten med ABV som byggherre, entreprenör och projektör, LOA Andersson som energisystemkonsult och CAN arkitektkontor som arkitekt.

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 och dylikt. I några av projekten prövas relativt enkla åtgärder för energibesparing i hus som i stora drag ges en konventionell utformning, i andra hand prövas ny teknik, inglasade gårdar m m, i hus med mer okonventionell byggnadsutformning. Det väsentliga i Stockholmsprojektet är att pröva olika sätt 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, KTH. Staden och KTH svarar gemensamt för en övergripande projektledning och kompletterande utvärdering.

Stockholm i november 1987
Stadsbyggnadskontoret

Mats Thorén

1.1 Allmänt

Inför utbyggnaden av Södra Stationsområdet på Södermalm i Stockholm ordnade Stockholms stad en idétavlan om lågenergibebyggelse. Resultatet var så pass intressant att Stockholms stad ställde mark till förfogande och Byggforskningsrådet (BFR) beviljades medel för ett utvecklings- och demonstrationsprojekt avseende energisnåla flerbostadshus, som benämns Stockholmsprojektet.

I detta ingår fem byggnader fördelade över hela Stockholm. Kv Bodbetjänten, som är vårt projekt, ligger i Gubbängen nära Hökarängens tunnelbanestation och innehåller 41 st lägenheter som omger en glasgård med glasad söderfasad. Gården gränsar åt norr mot en glasgård omgiven av kontor. Totala bruksarean, exklusive gården, är ca 6 600 m², varav ca hälften utgörs av bostäder.

Föreliggande rapport redovisar utvecklingen från idéskedet fram till färdig byggnad samt det första året av förvaltningsskedet. I rapporten redovisas även energiförbrukningen det första året jämfört med den datorberäknade förbrukningen.

1.2 Projektets idéer

Genom att bygga samman ett bostadshus med ett kontorshus, får man en byggnad med ett mycket lågt energibehov.

Kontorsdelen har under en stor del av året ett överskott av energi från belysning, kontorsmaskiner och människor. På ett enkelt sätt kan denna överskottsenergi bidra till bostädernas uppvärmning.

Byggnaden är orienterad så att kontorsrummen är vända mot norr och bostäderna mot söder. Detta innebär att inga problem med övervärme uppstår sommartid. Samtidigt får de sydvända bostäderna nytta och glädje av solljuset under hela året.

Kombinationseffekten som innebär att överskottsvärme från kontorsdelen nyttiggörs i bostadsdelen, åstadkoms genom att kontorsdelens ventilationsluft cirkuleras dels i de två inglasade gårdarna, dels i bostädernas betongbjälklag.

I byggnaden finns två vinterträdgårdar. Dessa värms med värme från solen och med värme från de kontor och bostäder som omger gårdarna.

Temperaturvariationerna mellan byggnadens olika delar utjämnas mellan de olika vinterträdgårdarna och av betongbjälklagen.

Året om är klimatet i de inglasade gårdarna behagligt. På vintern går temperaturen ner till lägst ca +8°C nattetid. Dagtid, under kontorstid hålls temperaturen kring +15 till +20°C.



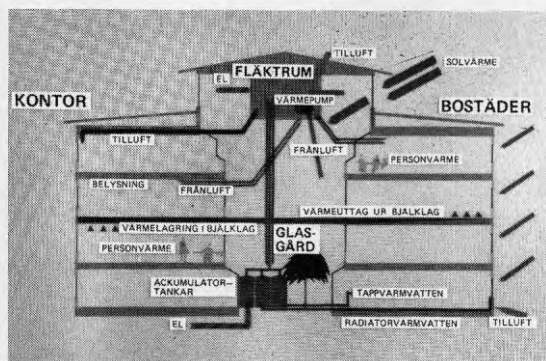
Figur 1.1 Bostadsgård

1.3 Utförda energilösningar

Efter det att en rad olika idéer diskuterats togs beslut om att nedanstående principer skulle ligga till grund för programhandlingarna:

- Bostäder är vända mot söder och kontor mot norr
- Överskottsenergi från kontoret tillförs bostäderna via värmeväxling i hålbjälklag
- Enbart vertikala glas i gårdarna
- Kontorens frånluft tillförs bostadsgården under arbetstid
- TermoDeck förstärkt med kyla utnyttjas för uppvärmning och ventilation av kontoren
- Tilluft via springventil till bostäderna
- Bostads- och kontorgårdar ventileras via egenkonvektion under sommaren
- Via värmepump tas energi ur bostädernas frånluft, bostadsgården samt sommartid om så erfordras ur kontorets tilluft. Den upptagna energin

- avges till radiatorvarmvatten och tappvarmvatten
- Inga solskydd i gårdarna
- Isolering enligt SBN



Figur 1.2 Principsektion

1.4 Installerade effekter för uppvärmning

Värmepump	32 kW
Elpanna	105 "
Elradiatorer i kontor	25 "

1.5 Total energiförbrukning 1986

Köpt energi	%	kWh/år	kWh/m ² och år	
			7 300 m ² *	6 610 m ² **
Elpanna	18	138 000	19	21
Värmepump	23	171 000	23	26
Elradiator - kontor	7	55 000	8	8
Elradiator - badrum	2	15 000	2	2
Kontors-el	6	47 000	6	7
Hushålls-el	12	89 000	12	14
Summa	68	515 000	70	78
Fläktrum	12	88 000	12	13
Tvättstuga	3	21 000	3	3
Diverse	17	130 000	18	20
Totalt	100	754 000	103	114
Avgår:				
Korrigerig för normalår, motorvärmare och yttre belysning	4	30 000	4	5
Jämförelsevärde		724 000	99	109

* Bruksarea, BRA, inkl gårdsyta

** Bruksarea, BRA, exkl gårdsyta

1.6 Energianalys

Energibehovet i konventionella byggnader byggda enligt SBN 80 framgår av BFRs rapport R 140:1984:

	Total energiförbrukning (kWh/m ² uppvärmd area)
Kontor	168
Flerbostadshus	199
Medelvärde	184

Som synes är energiförbrukningen ca 75 kWh/m² och är lägre i kv Bodbetjänten än i konventionella byggnader, dvs en ca 40 % besparing.

Energiöverföringen från kontor till bostäder via hålbjälklaget har tyvärr ej kunnat utvärderas, eftersom kontoret under första året ej har varit tillräckligt belastat. Även om kontoret varit det, torde dock energiöverföringen vara av marginell betydelse, eftersom bostäder inte har temperaturer +20°C, som man trodde tidigare, utan snarare +21 - +22°C.

Den låga energiförbrukningen har således helt andra orsaker, nämligen:

- Planlösningen med bostäder mot söder (som ger lågt värmebehov) och kontor mot norr (som ger lågt kylbehov)
- Passiv solenergi genom vertikala glasytor
- Kontorets frånluft "värmer" bostäderna dels genom att hålla gården varm (minskade transmissionsförluster), dels att genom värmepumpen värma tappvarmvatten och konvektorer
- Fläktrummetts lösning med genomströmmande luft så att alla värmeförluster i fläktar och värmepump tillvaratas
- Värmeförluster från ackumulatortanken och varmvattenberedare i undercentral utnyttjas höst-vinter-vår att värma bostädernas hålbjälklag
- Energi för att kyla kontoret vår-sommar-höst kan utnyttjas via värmepump
- Cirkulationsfläkten i bostadsgården som via värmepump utnyttjar den varma luften vid tak
- Energiuttag med värmepump ur bostädernas frånluft
- Tilluft via uppstolpat tak för att få förvärmad luft vintertid till fläktarna
- Elradiatorer i kontor som kallrasskydd (energi-sparande jämfört med vattenradiatorer)
- TermoDeck-system i kontoret som är energisparande såväl vinter som sommar. Sommartid utnyttjas t ex sval nattluft för att kyla stommen
- Tung stomme i fasad (tegel + betong)
- Datoriserat styr- och reglersystem

De sju första punkterna ovan är att betrakta som kombieffekten, dvs energivinsten genom att bygga ett hus med kontor, bostäder och glasgårdar. Energivinsten uppskattas till ca 21 kWh/m² och år. Om kombieffekten ej hade kunnat utnyttjas skulle således energin för uppvärmning ha ökat från 42 till 63 kWh/m² och år eller ca 50 %.

Vilka av ovanstående faktorer som är mest väsentliga för energibesparingen hoppas vi att KTHs mätningar och utvärderingar skall utvisa.

Helt klart är dock att ett kombinerat kontors- och bostadshus med glasgårdar, typ kv Bodbetjänten, ger ett energisnålt hus.

1.7 Projektets ekonomi

Att bygga ett engångshus typ kv Bodbetjänten med dess glasgårdar och avancerade installationer blir dyrt jämfört med vanliga kontors- och bostadshus utan glasgårdar. Merkostnader är i storleksordningen 5 MKr.

Energivinsten är betydande och motsvarar vid en diskonteringsfaktor av 10 ett nuvärde av ca 1,5 MKr.

Underhållssidan är svår att bedöma eftersom erfarenheterna från avancerade glaskonstruktioner och installationer är relativt begränsade.

Totalt ger detta projekt en merkostnad i nuvärdet om ca 1 MKr sedan hänsyn tagits till erhållna experimentbyggnadslån och bidrag från BFR.

Som sammanfattning kan vi säga att vi bedömer merinvesteringen som acceptabel med hänsyn till de värdefulla erfarenheter som kommit ur projektet.

Vi tror också att det går att få lönsamhet på denna typ av projekt i fortsättningen, om en ytterligare bearbetning sker med hjälp av de erfarenheter som vunnits av alla berörda.

2.1 Camera Solaris

"Ratten känns varm mot fingertopparna och handflatorna. Och ändå har bilen stått härute i yrsnön och snålblåsten hela dagen. Vintersolens låga strålar ger ändå värme - Växthusets princip.

Björkvedsbrasan har brunnit ut i stugans storrúm. De blåskimrande lågorna över glödhögen tonar bort. Innan vi går och lägger oss skjuter vi spjället. Murstenarnas tunga massor hetnar för natten. En torr och god värme står kvar i rummet nästa morgon - Kakelugns princip.

För ihop dessa båda urgamla och välkända "principer" och låt en ny byggnadsteknisk idé formas i tankarna. Där solens ljus förvandlas till värme och där värmen lagras och återges fördröjt. Där värmebehovet har balanserats från dag till natt".

Så skriver författarna i inledningen till BFRs skrift "Camera Solaris" nr T 28:1980.



Figur 2.1 Växthus



Figur 2.2 Kakelugn

Dessa två principer har i fallet kv Bodbetjänten varit vägledande och tillämpats genom att såväl solvärme som överskottsvärme från kontor lagrats i byggnaden i hetvattentankar och i bjälklaget i ett s k TermoDeck-system.

2.2 Södra Stationstävlingen

Innan vi hade kommit så långt som till kv Bodbetjanten eller kv Bodbetjanten ens var påtänkt som experimentbyggnadstomt, hade Stockholms stad utlyst en tävling kring Södra Station, där CAN Arkitektkontor AB, Calluna Landskapsarkitekter AB, RLI Byggdata AB, Armerad Betong Vägförbättringar AB - ABV och Strängbetong AB lämnade in ett gemensamt förslag kallat "LATITUD 59,3 N". Vi skriver då året 1980.

Förutom den stadsmässiga gestaltningen med en överdäckning av stationsområdet byggde förslaget även energimässigt på idéerna kring "Camera Solaris".

Tävlingsbedömningen drog ut på tiden och i ivern att få pröva de nya energiidéerna ritades 1981 ett förslag på en tomt på Lidingö. Projektet är inte byggt till dags dato, men vi fick en ny möjlighet att rita igenom ett nytt hus efter "Camera Solaris-idéerna", vilket så här efteråt var mycket värdefullt.

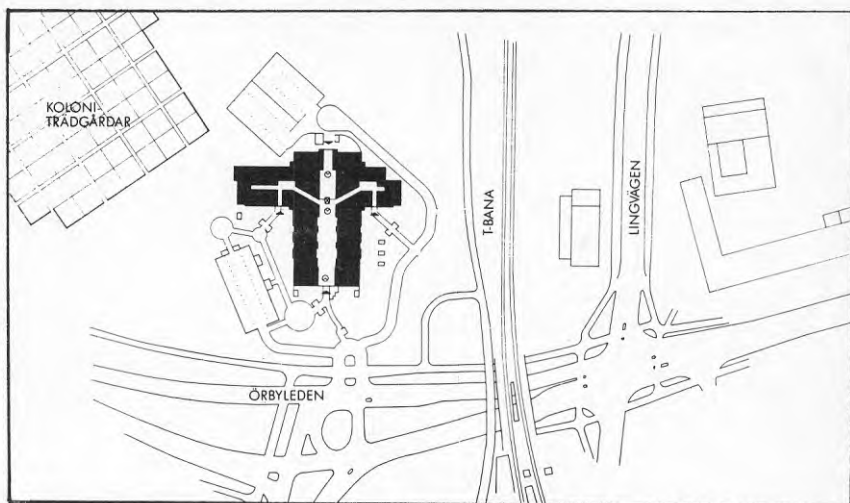
2.3 Val av tomt och utformning - markanvisning

Ungefär samtidigt som Lidingö-projekteringen pågick, började Byggforskningsrådet att se sig om efter lämpliga objekt för låg energiförbrukning i flerbostadshus. Vårt förslag på Södra Station drog till sig intresset och så småningom hade Stockholms stad för vår räkning hittat en tomt i Hökarängen/Gubbängen. En f d bensinstationstomt starkt bullerstörd och egentligen inte lämplig för bostäder.

Södra Stationstävlingens bebyggelse bär en klar innerstadskaraktär medan kv Bodbetjanten är placerad på ett gårde intill en koloniträdgård och med den bullerstörning som ovan angetts.

Stadsplanen som upprättades tog fasta på de bullerstörningar som den utvalda tomten var belastad med och mindre på de energikvaliteter som skulle tas tillvara i objektet. Hela huset skulle skyddas av ett högt plank i sina utsatta delar. Hela energikonceptet kom i startskedet i ett klart motsatsförhållande till kraven på bullerdämpande åtgärder. Om vi inte kunde lösa problemen utanför Stockholms innerstad skulle ju detta medföra att den här typen av energiåtervinning ej skulle gå att genomföra vid innerstadsbyggnade. Att bygga bostäder i innerstadsmiljö är ju ofta ett politiskt önskemål.

Genom ett realistiskt synsätt och ett positivt agerande från framför allt Stockholms fastighetskontor och Byggnadslovsbyrån, fick så objektet sin slutliga utformning och tomträttsavtalet undertecknades våren 1984.



Figur 2.3 Situationsplan

2.4 Bodbetjänten i jämförelse med övriga BFR-projekt i Stockholmsprojektet

Kv Bodbetjänten ingår som nummer fyra i raden av de fem projekt som ingår i Stockholmsprojektet.

- | | | |
|----|-------------------|---|
| 1. | Kv Konsolen | Solvägg
Tung stomme |
| 2. | Kv Sjuksköterskan | Utökad isolering
Kvalitetsstyrning |
| 3. | Kv Kejsaren | Solfångare
Luftvärme |
| 4. | Kv Bodbetjänten | Värmeöverföring kontor-
bostäder
Glasgård |
| 5. | Kv Höstvetet | Glasgård
Värmepumpar
Borrhålslager |

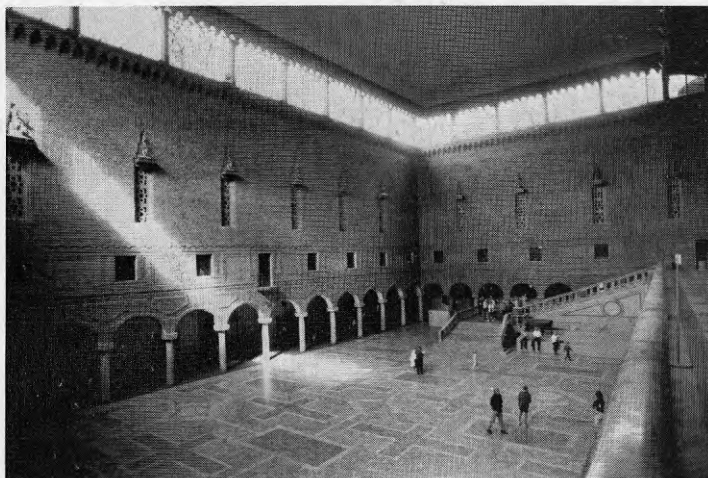
Kv Bodbetjänten har utanför experimentet tung stomme och luftvärmade kontor.

Kv Bodbetjänten i Hökarängen/Gubbängen och kv Höstvetet i Hagsätra (båda söder om Stockholm) är båda utrustade med glasgårdar där bostädernas entréer vetter in mot glasgården, som i båda objekten är tänkt som vinterträdgård, men där slutar likheterna. Kv Bodbe-

tjanten har ca hälften av sin uthyrningsbara yta upplåten till kontor och möjliggör således värmeöverföring från kontor till bostäder, den s k kombieffekten. Själva glasgården är en öppen gård orienterad i nord-sydlig riktning med genomsiktlig ljusintag från vertikala glaspartier och endast ringa del som horisontella glasytor.

Kv Höstvetet och flertalet av samtida glasgårdar som byggs har horisontella glastak, vilket ger större problem med solinläckning sommartid (för varmt) och negativ utstrålning vintertid (för kallt) med låga inomhustemperaturer som följd.

Idén med tätt horisontellt tak och högt sittande vertikala glasytor återfinns i både kyrkoarkitektur och större samlings-salar, jämför t ex Blå Hallen i Stockholm.



Figur 2.4 Blå Hallen

Det vi har gjort i vårt hus är att kombinera de vertikala glasytorna med en genomgående glasgård orienterad i nord-sydlig riktning.

2.5 Upphandling - egen regi

Att uppföra ett experimentobjekt där projektering och produktion tidvis går sida vid sida med den traditionella rollfördelningen mellan entreprenör och byggherre hade nog varit dömt att misslyckas. Att få tillfälle att pröva att bygga ett sådant här objekt som privat byggherre, låt vara med sämre belåning än vad allmännyttiga bostadsföretag får under motsvarande omständigheter, har gett en mängd erfarenheter.

Vi påstår med fog, efter det vi slutfört objektet, att byggande i egen regi är totalt billigare både för objektet och för konsumenten på grund av att det samlade arbetet bedrivs åt samma håll utan ett uppstrimlat tillvaratagande av olika ekonomiska intressen med varierande tekniska kvaliteter som följd.



Figur 2.5 Glada ABV-are

Vi bygger ju ändå för att fastigheterna skall stå i både 50 och 100 år eller mer och det borde vara det långsiktiga målet som är det enda övergripande. Det känns skönt att som entreprenör och byggherre få genomföra detta.



Figur 2.6 Kv Bodbetjänten från sydost

3 PROGRAMSKEDE

3.1 Projektets idéer

Projektet har två grundläggande idéer:

- Kombieffekt
- Klimatbuffert

3.11 Kombieffekt

Genom att bygga samman ett bostadshus med ett kontorshus kan man få en byggnad med ett mycket lågt energibehov.

Kontorsdelen har under en stor del av året ett överskott av energi från belysning, kontorsmaskiner och människor. På ett enkelt sätt kan denna överskottsenergi bidra till bostädernas uppvärmning.

Byggnaden är orienterad så att kontorsrummen är vända mot norr och bostäderna mot söder. Detta innebär att inga problem med övervärme uppstår sommartid. Samtidigt får de sydvända bostäderna nytta och glädje av solljuset under hela året.

Kombinationseffekten som innebär att överskottsvärme från kontorsdelen nyttiggörs i bostadsdelen, åstadkoms genom att kontorsdelens ventilationsluft cirkuleras dels i de två inglasade gårdarna, dels i bostädernas betongbjälklag.

3.12 Klimatbuffert

I byggnaden finns två vinterträdgårdar. Dessa värms med värme från solen, med transmissionsvärme från de kontor och bostäder som omger gårdarna samt med kontorets frånluft.

Temperaturvariationerna mellan byggnadens olika delar utjämnas av de olika vinterträdgårdarna och av betongbjälklagen.

Året om är klimatet i de inglasade gårdarna behagligt. På vintern går temperaturen ner till lägst ca +8°C nattetid. Dagtid, under kontorstid hålls temperaturen kring +15 till +20°C.

På sommaren genomluftas gårdarna genom öppnade glaspartier. Temperaturen i gårdarna är då som mest någon grad över utetemperaturen.

3.2 Olika energiidéer som testades på ett tidigt stadium

I samband med Södra Stationstävlingen diskuterades, utvecklades och bearbetades en hel rad idéer. En del accepterades, andra förkastades:

Idé	Accept	Förkas- tas	Orsak
Tilluft kontor utefter gårdsfasad		x	Fel riktning på plattor vid hålbjälklag
Frånluft kontor via kontorsgård till fläktrum		x	Brandbestämmelser
Fläktrum under gårdsbjälklag		x	För dyrt
Fläktrum under tak i glasgårdar	x		God installations- och värmeekonomi
Vertikal glasvägg åt norr		x	Dålig ytekonomi, stora energiförluster
"Horisontellt" glastak över gårdar		x	Dyrt, kallt vintertid, varmt sommartid, stora energiförluster, risk för stort underhåll i framtiden
"Vertikalt" glastak över gårdar	x		Solens passiva energi utnyttjas när den bäst behövs, dvs vinterhalvåret
Energiutjämnning mellan kontor och bostäder via cirkulationsluft i hålbjälklag	x		Idé värd att prövas
Inga radiatorer mot glasgårdar	x		Verifierat via datorberäkningar
Inga solskydd i glasgårdar	x		Verifierat via datorberäkningar
Vertikal glasvägg åt söder	x		Bra ur energisynpunkt, bra ur miljösynpunkt med utsikt mot det fria
Överskottsenergi från undercentral till glasgård	x		Enkelt utförande
Lagring i berg		x	För dyrt
Enkelglas i fönster mot gård		x	Ljudsynpunkt

Idé	Accept	Förkas- tas	Orsak
Tilluft kontor höst och vår under uppstolpat yttertak	x		Enkelt, billigt, energisnålt
Energiuttag från glasgård via värmepump vintertid	x		Enkelt eftersom befintlig värmepump användes för energiuttag från bostädernas frånluft
Tilluft bostäder via glasgårdar		x	Risk för skämd luft till bostäder

Dessutom väcktes en hel del frågor som var svårbesvarade därför att erfarenhet saknades från denna typ av projekt:

- Blir det spridning av matos från lägenheter till gård?
- Kommer fåglar att flyga in genom öppna fönster (i Trondheims universitets glasgårdar finns småfåglar hela året)?
- Kommer gårdarna att utnyttjas av andra människor än de som hyr i huset och kan detta ge problem?
- Kan regn komma in genom öppna fönster och orsaka skador? Kan brandventilation kombineras med komfortventilation?

3.3 Beslutade energiprinciper i stort

- Bostäderna är vända mot söder och kontoren mot norr
- TermoDeckelement överför värme från kontorsdelen till bostadsdelen
- Via en värmepump tas energi ur bostädernas frånluft, ur luften i bostadsgården samt sommartid ur kontorets tilluft. Den upptagna energin avges till radiatorvarmvatten och tappvarmvatten

3.4 Energifrågor i programskedet

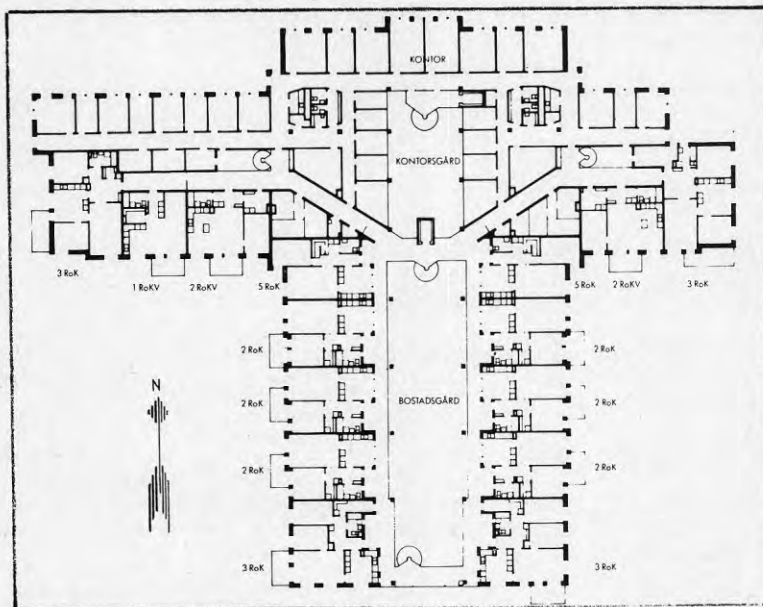
I detta skede var de bärande idéerna redan framtagna (se uppställning i pkt 3.2) och arbetet kunde koncentreras på att via datorberäkningar styra underlaget för ramprogrammet avseende upphandling av luftbehandling, värme, kyla samt styr- och reglerteknik.

Nu testades inverkan från fönsterstorlekar, isoleringstjocklekar, antal glas, solskydd, luftflöden etc med avseende på installerade kyl- och värmeeffekter, rumstemperaturer, fläktars gångtider etc.

Bland de tekniska lösningar som specialstuderades kan nämnas:

- Tilluft vintertid till kontoren via uppstolpat tak
- Glasgårdarna som solfångare och "värmebuffert"
- Överföring av överskottsvärme från kontorsdelen till bostäderna via luftcirkulation i hålbjälklag eller i spirorör i platsgjutna bjälklag
- Alternativt kunde överskottsvärmen lagras i varmvattentankar eller isackumulatorer
- Överföring av kontorets frånluft till bostadsgården
- Avsvalningsförlopp i bostadsgården under nätter och helger
- Vädring av kontorsgård sommartid

3.5 Energiidéer och glasgårdar ställer krav på husets utformning



Figur 3.1 Våningsplan

3.51 Kontor i byggnadens norra del

Normala kontor behöver idag kyla en stor del av året. Placeras kontoren enbart mot norr får man ett minimum av kylning.

3.52 Bostäder i byggnadens södra del

Bostäder behöver värmas en stor del av året. Energibehovet minimeras om bostäder placeras mot söder. Dessutom uppskattar hyresgästen normalt söderläge.

3.53 Horisontella eller vertikala glasytor i gårdar

Energiaspekter

Solstrålning är ett positivt tillskott till energiförsörjning som skall utnyttjas så väl som möjligt.

Horisontella glasytor ger varma gårdar sommartid och kalla vintertid. I bägge fallen erfordras draperier för att minska värmen respektive kylan.

Vertikala fönster ger ett utnyttjande av solenergin de årstider då energin behövs, dvs höst, vinter och vår.

Utformas gården så att sydsidan blir glastäckt kan man även där utnyttja den passiva solenergin.

Ljusaspekter

Horisontella glasytor över en gård ger alltid tillräckligt ljus i gården. Ibland kan det dock bli alltför starkt så att man bländas.

Vid vertikala glasytor måste ljusfrågorna studeras noggrant med hänsyn till bl a ljusinsläpp och färgsättning.

Markiser, persienner eller fasta skärmar hindrar solen från att stråla in i huset och har traditionellt använts för att dämpa instrålningen. De har den nackdelen att de utestänger solen även när man behöver dess värme.

Lösning

Vertikala glasytor valdes ur energisynpunkt. Ljusfrågorna fick följande lösning:

- Ljusa färger i golv, väggar och tak
- Sydfasaden gjordes av glas

- 8 små fönster sattes in i taket
- Innertaket lutats så att infallande ljus från fönster reflekteras nedåt
- Gårdar utformas som en tratt i sektion, så att dels alla loftgångar får maximalt med ljus, dels kontorsfönster delvis görs lutande
- Vissa loftgångar förses med hål, så att lägenheterna inunder får ljus.

3.54 Bostäder i ett gårdsprojekt ger loftgångar

Den mest tilltalande lösningen för kommunikationer i flervåningsgårdshus är loftgångar. Före kv Bodbetjanten hade endast ett par projekt genomförts i Sverige, nämligen kv Bränneriet på Reimersholme i Stockholm samt kv Gårdsåkra i Eslöv.

Loftgångarna i sin tur ställer sedan krav på bostädernas planlösning, så att endast kök, badrum och förråd placeras mot loftgångarna, medan vardagsrum och sovrum placeras mot det "fria".

För att få en så bra utformning av loftgångarna som möjligt kan man förse dessa med så kallade "privata zoner", som hyresgästerna själva kan möblera.



Figur 3.2 "Privat zon"

3.55 Gård i kontorshus kan utnyttjas för olika ändamål

De senaste fem åren har ett flertal kontorshus försetts med glasövertäckta gårdar, såväl vid nybyggnad som ombyggnad. Vid dessa utnyttjas gårdarna i allmänhet för cafeteria, receptionstjänst, ibland t o m för undervisning. Dessa verksamheter ger oftast ett arkitektoniskt mervärde likvärt som de ger ekonomiska tillskott.

3.56 Integrerade eller skilda bostads- respektive kontorsgårdar

Vi talar idag ofta om integrerade områden för arbetsplatser och bostäder. Borde inte gårdarna då också integreras, så att man kan gå från bostadsgården till kontorsgården? I praktiken en gård?

Brandskäl samt förvaltnings-skäl gjorde dock att det blev två gårdar med visuell kontakt:

- Bostäder och kontor utgör två olika verksamheter, vilka enligt SBN måste åtskiljas med brandcellsgräns
- Vid projekteringsstart fanns inga kontorshyresgäster klara. Ur sekretessynpunkt bedömdes det som olämpligt att boende hade tillgång till kontorsgården
- Bostadsgården borde utformas för de boende, dvs ingen passage av kontorshyresgäster var önskvärd

3.57 Placering av fläktrum samt undercentral

Ur ekonomisk synpunkt bör fläktrum samt undercentral placeras så centralt i huskroppen som möjligt.

Fläktrummet placerades i gårdarnas tak och gjordes långsmalt med gårdarnas ljusinsläpp på ömse sidor om detta. Fläktrummet har på detta sätt gett byggnaden en mycket speciell exteriör.



Figur 3.3 Trappa till fläktrum

Någon källare finns ej i byggnaden av geotekniska skäl så undercentralen har placerats i bottenvåningens kontorsdel, nära gården.

3.6 Synpunkter från BFR

Energifrågorna diskuterades på ett tidigt stadium med företrädare för Stockholmsprojektet. Dessa ställde sig positiva till våra idéer, men de hade ett viktigt önskemål. BFR var speciellt intresserade av att vi för värmeöverföringen från kontor till bostäder utnyttjade luftcirkulation i kanaler i bjälklagen. Skälet till detta var att det tidigare inte fanns någon forskning om detta. Varmvattentankar samt isackumulatorer fanns det däremot mycket forskning om.

4.1 Bostadsutformning och planlösningar

Vid programskrivning av kv Bodbetjänten var en av grundförutsättningarna att bostäder och kontor skulle verka i energimässig "symbios" med varandra. Det konceptet kom också i hög grad att styra bostadsutformningen kring den gemensamma gårdsbildningen i husets södra del och de södervända lägenheterna i de östra och västra flyglarna.

Lägenheterna följer Svensk Byggnorm med traditionella kök med matplats, möblerbar balkong eller uteplats. Lägenheterna är ljusa, rymliga och lättmöblerade utan onödiga överytor, även om den här typen av hus tenderar att ge en relativt stor andel smålägenheter. I vårt fall är antalet 2 rum och kök ca 54 %.



Figur 4.1 Köksinteriör

När man väljer fördelarna med en inomhusgård väljer man också bort en stor andel stora lägenheter som kan få direktkontakt med inomhusgården. Detta beror på att sov- och vardagsrum enligt norm ej får placeras mot gård, utan skall ha direkt dagsljus utifrån. Objektet är ingalunda utan stora lägenheter, utan dessa har lösts in i "ändlägen" i byggnadens ytterhörn och genom att utnyttja etagemöjligheter i byggnadens innerhörn.

Lägenhetsfördelning

1 RoKV	47,6 m ²	3 st
2 RoKV	61,7 m ²	4 st
3 RoK	60,8 m ²	18 st
3 RoK	77,7 m ²	6 st
3 RoK	80,8 m ²	3 st
3 RoK	89,7 m ²	2 st
3 RoK + 1R	109,2 m ²	1 st
4 RoK (2 etage)	116,2 m ²	2 st
5 RoK (2 etage)	123,5 m ²	2 st
		<u>41 st</u>



Figur 4.2 Interiörbilder

Genom att placera loftgångar/entrébalkonger runt vinterträdgården/glasgården kan samtliga lägenheter försörjas med en hiss. Handikapptillgängligheten är hög då samtliga lägenheter kan nås med rullstol.



Figur 4.3 Exempel på lägenhetsplaner

Den gröna vinterträdgården används av de boende på det positiva sätt vi tänkt oss, som gemensamhetsyta och träffpunkt.

4.2 Funktionsbeskrivning installationer

4.21 Allmänt - byggnad

Stomme och bjälklag utförs av fabrikstillverkade betongelement. Bjälklagen utförs som Termodeck, Strängbetongs system för att lagra samt avge energi i hålelementbjälklag (SH-plattor).

4.22 Luftbehandling - kontor

Luftbehandlingssystemet samverkar med byggnadsstommen enligt principen för det s k TermoDeck-systemet.

Kontoret betjänas av ett till- och frånluftsaggregat benämnt TF1/FF1, placerat i fläktrum ovan plan 4.

Tilluften till kontoret tillförs rummen via hålbjälklag. Tilluftsdonen placeras vid tak i bjälklag framför varje fönster c/c 1 200 mm. Tilluftkanal i korridorundertak.

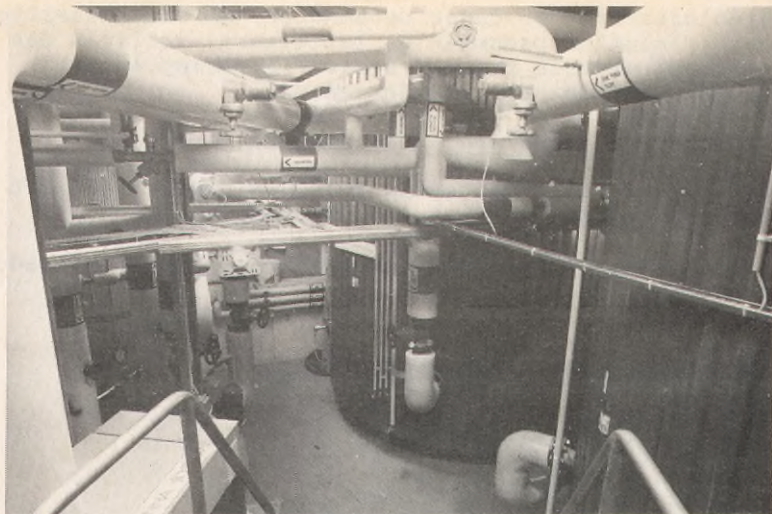
Tilluften tas under vinterhalvåret och under kontorstid från bostadsgården. Den normala friskluftsandelen tas från utrymmet under det uppstolpade yttertaket.

Sommartid kopplar systemet över till uteluft för att erhålla bästa möjliga kylverkan.

Frånluften evakueras via korridorundertak och vertikala schakt till frånluftsfläkt, varifrån den tillförs bostadsgården. Frånluft från WC, städ och pentry är anslutna till bostädernas frånlufts-system.

Nattetid körs ventilationssystemet med 100 % återluft + eftervärmning om temperaturen i kontoret tenderar att sjunka under inställd temperatur på termostater placerade i referensrum.

Värmebatteriet i tilluftssystemet är anslutet till ackumulatortankar i undercentral via separat ledningssystem.



Figur 4.4 Ackumulatortankar i undercentral

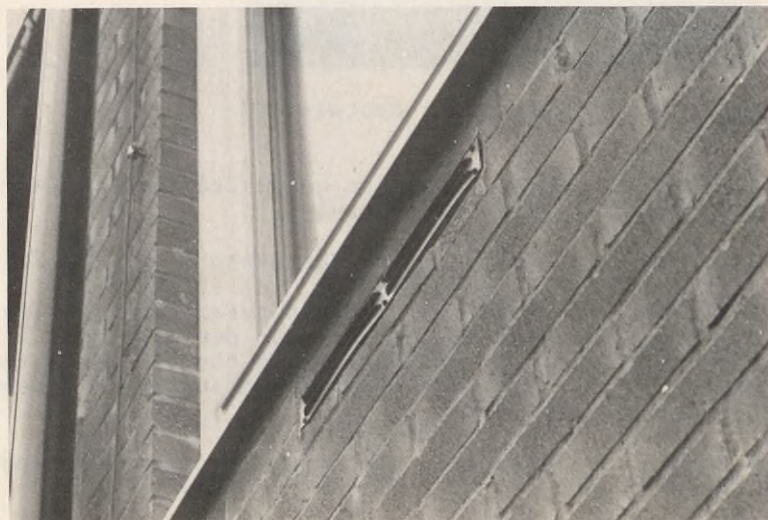
Kylbatteriet kan sommartid användas för generering av tappvarmvatten.

Överskottsenergin från kontoren överförs till bostädernas bjälklag via två separata fläktsystem per plan, vilket innebär att kontorsluften cirkulerar i bostädernas hålbjälklag för att sedan återföras till kontoret.

Fläktarna startas och stoppas medelst temperaturgivare placerade i till- och frånluftskanaler.

4.23 Luftbehandling - bostäder

Ersättningsluften till lägenheterna tas in via tilluftdon under fönster i ytterfasad.



Figur 4.5 Springventil

Frånluftsfläkt bostäder benämnd FF2 går kontinuerligt och frånluften passerar en luftkylare, varifrån den upptagna energin transporteras via värmepump till vattenackumulatörer i undercentral.

4.24 Luftbehandling - bostadsgård

Under kontorstid vintertid tillförs gården frånluft från kontoret.

Luften till gården inblåses via tilluftdon placerade i höjd med plan 3.



Figur 4.6 Tilluftsdon i bostadsgård

Luften från gården evakueras genom frånluftsgaller sittande vid tak i fläktrumsvägg.

Vintertid kan återluftfläkt bostadsgård benämnd ÅF1 starta och cirkulera gårdsluft över ett kylbatteri anslutet till värmepump. Den genererade energin överförs till vattenackumulatörer, där den utnyttjas till uppvärmning av tappvarmvatten samt för att värma radiatorer och tilluft. ÅF1 startar och stoppar via temperaturgivare på gård.

Sommartid ventileras gården genom att vissa vädringsfönster öppnas vid tak och i söderfasad.



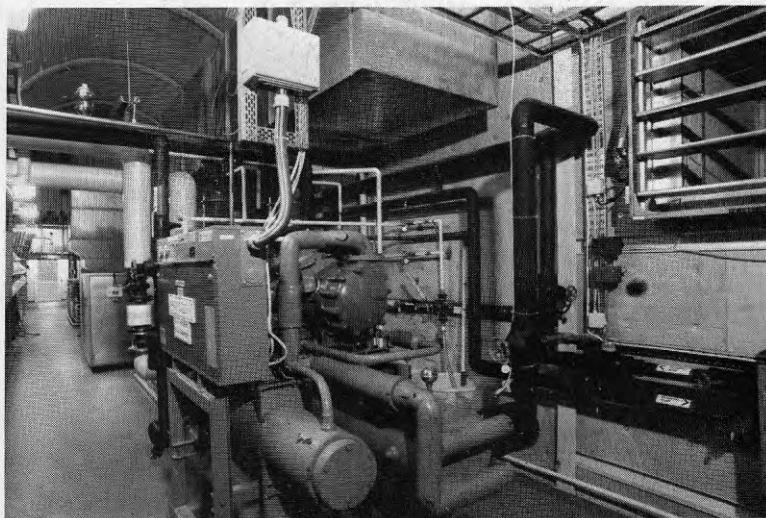
Figur 4.7 Vädringsfönster i sydfasad

4.25 Luftbehandling - kontorsgård

Gården ventileras via överströmningsfläktar benämnda ÖF1 och ÖF2 samt vädringsfönster.

4.26 Funktionsbeskrivning - värme

Vattenackumulatörer och varmvattenberedare är installerade i undercentral. Under större delen av året laddas ackumulatorerna via värmepump.



Figur 4.8 Värmepump i fläktrum

Värmepump är i drift hela året och hämtar sin energi huvudsakligen från kylbatteriet i bostädernas frånluft. Under sommarhalvåret kan energi tas från kylbatteri i kontorets tilluft. Under vinterhalvåret utvinns energi även ur kylbatteriet i kontorsgården.

Räcker ej värmepumpaggegatet för att bibehålla vald rums- och tappvarmvattentemperatur inkopplas elpannan.

Bostäderna uppvärms huvudsakligen med vattenradiatorer, försedda med termostatventiler; två separata värmekretsar för W- resp O-fasad. Max framledningstemperatur +60°C.



Figur 4.9 Vattenradiator i bostadsrum

Kontoren har elradiatorer installerade som kallras-skydd under varje fönster (100 W/radiator). Drifttid: kontorstid, när utetemperaturen $< +5^{\circ}\text{C}$.

4.27 Driftstrategi

Värmepump i drift hela året. Energiuttag från bostädernas frånluft och från bostadsgård. Elpanna i drift vid toppbelastning. Energilagring i vattenackumulatörer och TermoDeck-bjälklag.

Frånluft från kontor tillförs bostadsgård under kontorstid. Överskottsenergi från kontoren tillförs bostäderna via cirkulation av rumsluft i hålbjälklag. TermoDeck-principen utnyttjas för kontoren. Se vidare driftschema och flödesschemor.

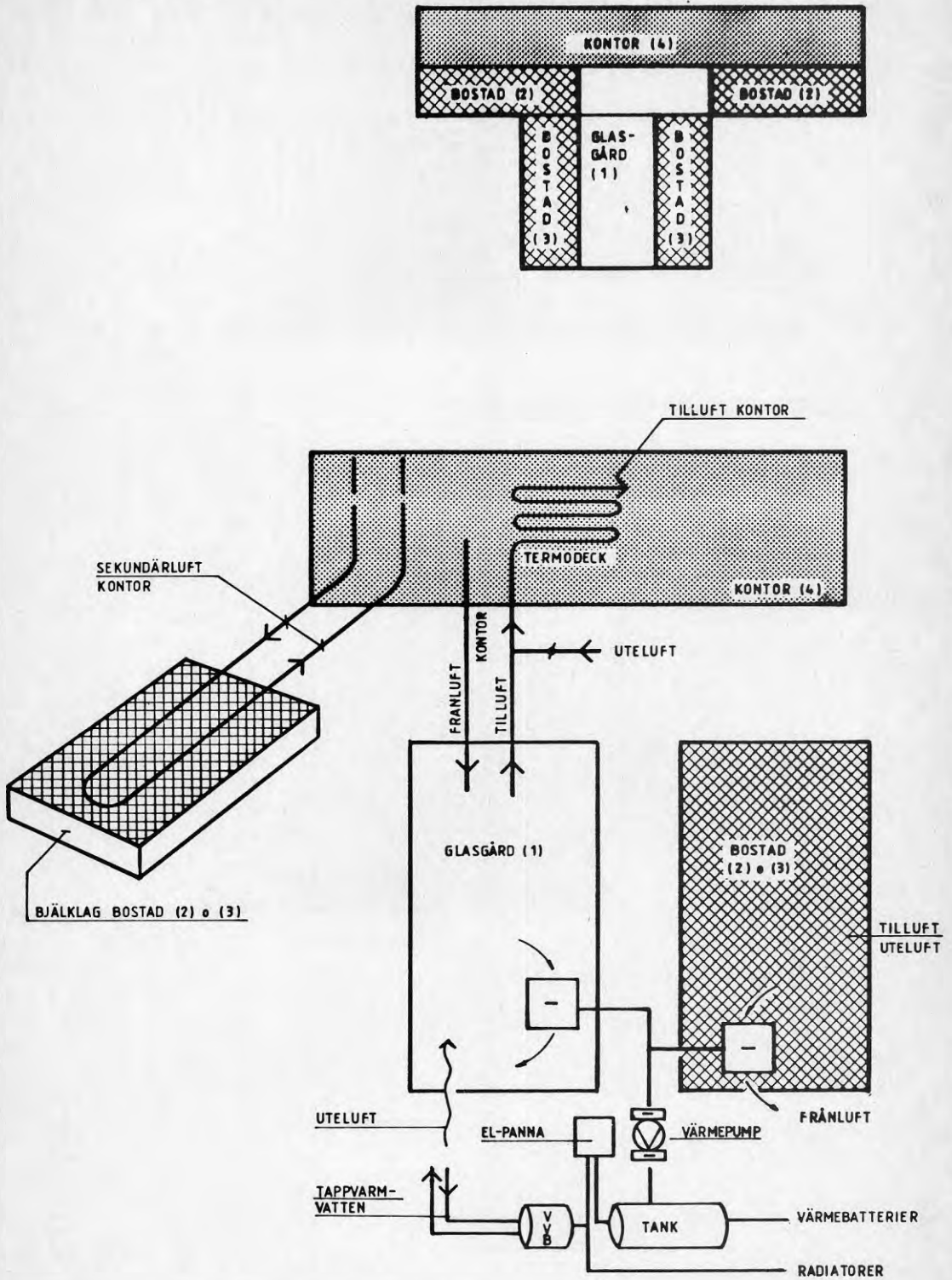
4.28 Styr- och regler

För att få snabbast möjliga erfarenhetsåterföring samt för att i framtiden på ett enkelt sätt kunna ändra driftstrategi valdes ett datoriserat styr-, regler- och mätdatainsamlingssystem.

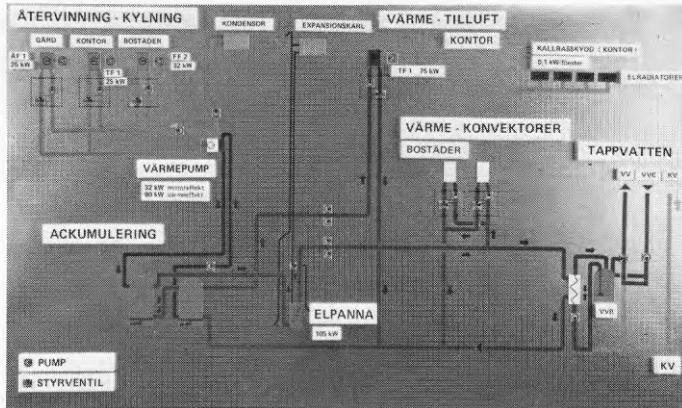
Systemet handhar ca 150 komponenter i anläggningen. Här kan nämnas registrering och lagring av temperaturvärden, styrning av fläktar, pumpar och fönster, reglering av spjäll och ventiler. Registrering av larmer.



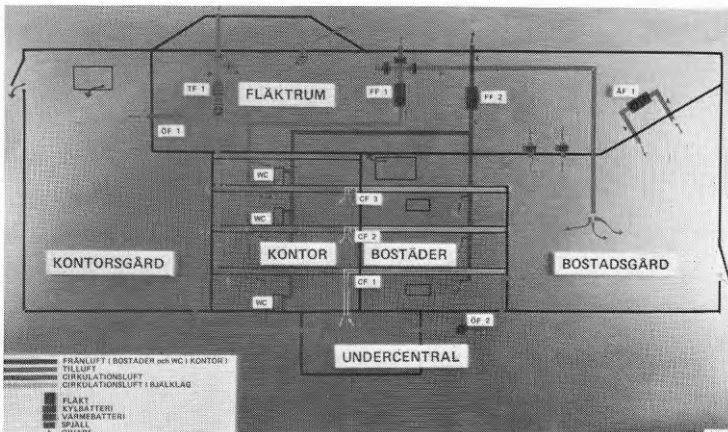
Figur 4.10 Styr dator



Figur 4.11 Principschema



Figur 4.12 Flödesschema värme



Figur 4.13 Flödesschema luftbehandling

4.3 Installerade effekter och luftflöden

Installe-
rad effekt Mätt medeleffekt
Februari 1986
($T_{m_{ute}}$ ca-6)

4.31 VVS

<u>Elektriska installationer:</u>	(kW)	(kW)
Fläktar, pumpar	37	15*
Elradiatorer, värmebläktar	25	13**
Elradiatorer, WC-bostäder	15	-
Värmepump (uteffekt ca 90 kW)	32	23
Elpanna***	105	56
Summa EL i VVS	214	125

Vattenburen värme:

Radiatorer bostäder	98	
Värmebatteri i tilluft	67	
Summa	165	

Installerad eleffekt för
uppvärmning + tappvarmvatten:

Elradiatorer, kontor + entréer, WC	40	13**
Värmepump	32	23
Elpanna***	105	56
Summa	177	92

Kylbatterier:

FF2 35 kW frånluft bostäder + WC, kontor
ÅF1 25 kW återluft bostadsgård
TF1 25 kW tilluft kontor

- * Endast fläktrum
** endast elradiatorer, kontor
*** värmeförluster i undercentral + rörsystem ca 6 kW

4.32 ELBelysning, kyl/frys, spis etc: (kW)

Kontor	35
Bostäder	560
Gårdar, trapphus	13
Hissar	30
Tvättstuga	50
Övrigt, motorvärmare etc	35
Summa	723

4.33 Summa EL och EL i VVS

		Nyttjad medeleffekt februari 1986
Enligt 4.31	214	
Enligt 4.32	<u>723</u>	
	Summa	<u>937 kW</u> <u>154 kW</u>

4.34 Luftflöden (m³/h)

Till-/frånluft kontor	17 500
" bostäder, WC, kontor	6 500
" undercentral	2 900
Cirkulationsluft bostadsgård	5 000
" kontorsgård	2 900
" kontor/bostäder via hålbjälklag	8 400

4.4 Dimensionering installationer4.41 Förutsättningar

Effektbehov, kontor, tilluft	67 kW	
" radiatorer (el)	<u>20 "</u>	
	87 kW	87 kW
Effektbehov, bostäder, konvektorer	87 kW	
" elradiatorer (WC)	15 "	
" tappvarmvatten	<u>17 "</u>	
	<u>118 kW</u>	<u>118 kW</u>

Utan hänsyn till interna effekter erhålls Summa 205 kW

4.42 Beräkning av värmepump + elpanna

Enligt kapitel 4.3 framgår att max-effektuttag i bostadsgård är ca 25 kW. Ur bostädernas frånluft (ca 6 500 m³/h) kan, vid en temperatursänkning från +20°C till +5°C, ca 30 kW uttagas. Således summa 30+25 = 55 kW uttaget över förångarkretsen. Vid beräkningarna antogs att med el-pannan placerad efter värmepump och ackumulatorer borde vattentemperaturen efter kondensorn bli ca 50°C.

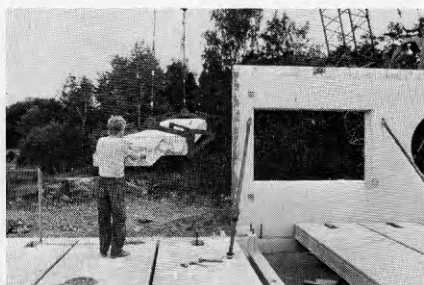
Vid en köldbärartemperatur på ca +1°C motsvarar detta en värmefaktor på ca 3,1 vilket ger en avgiven effekt på ca 80 kW.

Avgiven effekt: värmepump	80 kW
elradiatorer	<u>20 "</u>
	100 kW
Avgår erforderlig kalkylerad effekt	<u>-205 "</u>
Underskott	-105 kW

Underskottet 105 kW täcks med elpannan på 105 kW med framtida möjlighet till omkoppling upp till 150 kW.

4.5 Konstruktionsdata - byggnadstekniska lösningar

Bottenplatta	Platsgjuten bottenplatta med 50 cm cellplast på undersidan	
Stomme	Prefabstomme av betong. Bjälklag av typ TermoDeck Stomme för stora glaspartier av stål	
Ytterväggar	Fasadtegel, 145 mm mineralull, prefabricerad betongvägg	
Loftgångsvägg	Gipsvägg med 95 mm mineralull, delvis tegelbeklädd mot gården	
Yttertak	Uppstolpat trätak med plåtbeklädnad, 240 mm mineralull	
Fläktrum	Plåtklädd stålstomme med 145 mm mineralull	
Fönster	Yttervägg	3 glas
	Kontor och bostäder mot gård	2 glas
	Glaspartier mot gård	2 glas



Figur 4.14 Prefabstomme

4.6 Brandfrågor

4.61 Allmän bakgrund

Inledning

I Svensk Byggnorm 1980 finns inga särskilda brandskyddsbestämmelser för överbyggda gårdar. Anledningen till detta är helt enkelt att det först på 1980-talet har börjat byggas projekt av denna typ. Det har alltså tidigare inte funnits några behov av att ta fram bestämmelser.

Hittills under 1980-talet har därför varje överbyggnadsprojekt blivit behandlat för sig med sina speciella förutsättningar.

Ur brandteknisk synpunkt kan man se på en överbyggd gård på två alternativa sätt:

- o Gården utformas som egen brandcell
- o Gården utformas ej som egen brandcell

Gården utformas som egen brandcell

Man kan lösa de brandtekniska problemen genom att utforma och dimensionera gården som en egen brandcell. Krav ställs då bl a på erforderlig brandteknisk klass för ytterväggar mot gården inklusive fönstren i dessa. Strikt gäller krav på avskiljande klass B 60 eller högre även för fönstren. Dock bör F 30 kunna accepteras på fönstren vid byggnader typ bostäder och kontor.

Att dimensionera gården som egen brandcell medför ofta praktiska problem och en konsekvent och strikt tillämpning kan vara svår att genomföra. Lösningarna blir ofta dyra utan att den kanske största säkerhetsrisken beaktas, nämligen att gården snabbt rökfylls i händelse av brand på gården.

Gården utformas ej som egen brandcell, men förses med automatisk rökventilation

En säkrare och mer ekonomisk lösning är att gården förses med automatisk rökventilation som utformas så att rökfyllningen av gården begränsas vid brand. Från brandteknisk synpunkt kan gården då mer liknas vid en öppen gård, som inte är överglasad. Krav på brandteknisk klass för väggar och fönster kan då minskas eller slopas.

Automatisk vattensprinkler

Sprinklerinstallationer innebär ofta att vissa andra brandskydds krav kan minska.

I bostäder är det dock ej lämpligt att utföra en vattensprinkleranläggning. Ej heller är det lämpligt att installera sprinkler i gårdens tak ur effektivitetsskäl. Om de utlöses finns det nämligen risk för att de snarare kyler rökgaserna, så att ventilationen försämras, än att de bidrar till att släcka någon brand.

Av dessa skäl har någon sprinklerinstallation i kv Bodbetjanten ej varit aktuell.

4.62 Brandtekniska förutsättningar för projektet

Den brandtekniska dimensioneringen för kv Bodbetjänten bygger på principen att den överbyggda gården från brandteknisk synpunkt i huvudsak kan betraktas som en öppen gård. Detta medför att en tillförlitlig automatisk brandventilation med tillräcklig kapacitet måste anordnas, så att rökgaserna vid en brand på gården eller i en lägenhet mot gården kan ventileras bort i samma takt som de bildas.

Ventilationsöppningarna placeras företrädesvis så högt som möjligt i ljusgårdstaket där ventilationseffekten är störst och den sammanlagda öppningsarean anpassas så att rökgasskiktet under taket stabiliseras på en acceptabelt hög nivå. Normalt bör eftersträvas att rökgasskiktet ej tillåts sjunka nedanför överkant fönster i övre våning. Genom att utforma fönstren i den övre eller de övre våningarna med tillräcklig motståndsförmåga i förhållande till uppkomna gastemperaturer, kan emellertid rökgasskiktet tillåtas sjunka längre ner. Detta kan öka brandventilationseffekten påtagligt och därmed reducera behovet av öppningsarea. Detta förfaringssätt kan dock normalt inte tillämpas där utrymningen sker över gården via loftgångar.

Eftersom uppkomna gastemperaturer vid flertalet tänkbara brandfall blir låga bör den automatiska öppningen ej ske med konventionella smältlås. Ofta behöver överbyggda gårdar ventileras från komfortsynpunkt. En fördel är därvid om öppningsmekanismen för komfortventilationen och brandventilationen kan kombineras. Därigenom erhålls en kontinuerlig och naturlig funktionskontroll. Därtill kan det vara lämpligt att brandventilationen kompletteras med öppning via rökdetektorer.

Brandventilationen förutsätter att ny luft kan tillföras i samma omfattning som den bortventilerade rökgasmängden. Detta gör att erforderlig öppningsarea påverkas av tilluftsöppningarnas storlek. Normalt bör man eftersträva att tilluftsöppningarna blir av samma storleksordning som frånluftsöppningarna.

Erforderlig öppningsarea ökar snabbt med brandens ytutbredning. För att icke riskera en snabb brandspridning vid brand på gård bör därför ytmaterialet på gårdens golv, väggar och tak i huvudsak bestå av obrännbara material eller material som ej medverkar till snabb brandspridning. Det väsentliga i sammanhanget är att icke stora sammanhängande ytor av brännbart material förekommer, medan däremot lokala koncentrationer av brännbart material lättare kan accepteras.

Beträffande själva ljusgårdstaket gäller att detta dels enligt ovan ej får medverka till snabb brandspridning, dels att det ej vid aktuell brandpåverkan kan falla ned på sådant sätt att det kan skada personer som befinner sig på gården.

Med förutsättningar beträffande ventilation och material enligt ovan kan gården från brandteknisk synpunkt betraktas som öppen gård. Däremot måste givetvis gällande krav på ytterväggar beträffande begränsning av brännbart material uppfyllas.

4.63 Dimensionering av brandventilation och övriga förutsättningar

Beräkningarna har genomförts med ett speciellt datorprogram.

Beräkningar förutsätter en maximal brandarea på 16 m², vilket gör att stora sammanhängande ytor av brännbara material ej kan accepteras i gården. Den enda "inredning" som kommer att utföras är sittgrupper.

Hela frånluftsarean och halva tilluftsarean skall öppnas automatiskt vid brand. Frånluftsarean skall också vara jämnt fördelad på gårdarnas två långsidor för att motverka vindpåverkan. Öppningsmekanismen för brandventilationen samordnas med öppningsmekanismen för komfortventilation så att en regelbunden kontroll därigenom automatiskt erhålls. När öppning sker med rökdetektor skall larm gå till Brandförsvaret.

4.64 Kontorsgården

Kontoret har tillgång till tre trappor, dels huvudtrappan i gården, dels de två sidotrapphusen.

Brandförsvaret accepterade att de två sidotrapphusen används för utrymning. Därmed behöver ingen utrymning ske via gården.

Dimensioneringen av rökventilationen har skett med hjälp av dator och följande tre alternativ har tagits fram:

Alternativ	Höjd till brand- ventilations- öppning	Rökgasfri höjd	Brandventi- lations- area = tilluftsarea
1	14,5 m	12,0 m*	76 m ²
2	14,5 m	9,0 m**	28 m ²
3	14,5 m	6,0 m***	12 m ²

* överkant fönster i 4:e våningen

** överkant fönster i 3:e våningen

*** överkant fönster i 2:a våningen

Alternativ 3 valdes med hänsyn till att det var praktiskt omöjligt att ordna en större tilluftsarea än 12 m² vid kontorsentrén.

Brandförsvaret krävde att fönstren i de två översta planen skulle motsvara klass F 30, dvs trådglas.

Som synes varierar areorna kraftigt med nivån på rök-gasskiktets underkant. Vid alternativ 2 och 3 ställs krav på att fönstren i översta respektive de två översta våningarna skall motstå aktuell temperaturpåverkan. Max gastemperatur blir ca 350°.

4.65 Bostadsgården

Loftgångarna utgör utrymningsväg, vilket gör att rök-gasventilationen dimensioneras så att fri utrymning kan ske på den översta loftgången. Detta är samma höjd som överkant fönster på plan 3.



Figur 4.15 Loftgångar

Beräkningarna visade att en brandventilationsarea om 23 m² krävdes och en tilluftsarea av samma storlek. Tilluften togs i detta fall in i den södra fasaden och den del som öppnas automatiskt är belägen på plan 2.

Brandförsvaret krävde att fönster mot bostadsgården skulle vara i klass F 30, trots att gastemperaturerna genomgående blir låga eller drygt 100°C.

Brandförsvaret accepterade vid ett möte att fönster mellan lägenheter och gård kunde vara öppningsbara. Det är dock ej normalt att detta accepteras.

4.66 Brandventilation contra komfortventilation

I bägge gårdarna kräver brandventilationen större areor än vad komfortventilationen gör.

4.67 Takkonstruktioner

Gastemperaturerna vid brand i såväl bostadsdelen som kontorsdelen är så låga att oisolerade stålkonstruktioner uppfyller sin funktion utan brandisolering. Lokalt i flammorna blir däremot temperaturerna högre och ett speciellt studium av detta kan behöva göras i sådana fall där risk finns att flammorna kan omsluta konstruktionerna. I föreliggande fall ligger dock takbalkarna på en sådan nivå i förhållande till lägenheterna att även nämnda risk elimineras.

4.7 Ljudfrågor

Målsättningen har varit att gårdens ljudmiljö skulle vara minst lika bra som om byggnaden hade utformats utan glasöverbyggnad.

I närheten av kv Bodbetjanten går dels en tunnelbana och dels en starkt trafikerad väg, Örbyleden. Att gården görs övertäckt innebär att dessa bullerkällor i praktiken elimineras som störningar.

Om man sätter ett "glaslock" över en gård ökar dock problemen inne i gården. Glas är starkt ljudreflekterande och utan kompenserande åtgärder blir risken för en besvärlig ljudmiljö stor. I vårt fall sattes dock glaset i huvudsak vertikalt, vilket minskar reflektionen.

Ett grundläggande begrepp för att mäta ljudmiljön är den s k efterklangstiden. Den definieras som den tid det tar för ljudnivån från en avbruten ljudkälla att falla 60 dB. En lång efterklangstid innebär i allmänhet att ljudnivån orsakad av en viss ljudkälla blir högre.

Ljudabsorption i gården och i omgivande vägg- och taktytor har stor betydelse för efterklangstiden. Detta löstes på följande sätt:

1. Tak över gård ljuddämpas med 50 mm mineralull, s k bullerskiva
2. Håltegel i fasader mot gården vänds så att hålen vänds mot gården
3. Undersida loftgångar bekläs med t-akustik (utförs efter bygget om behov föreligger).



Figur 4.16 Håltegel i fasader mot gården

Fläktrummet över gården får ej ge ljudvärden över 40 dB (A) i gården. Detta löstes så att fläktrummetts väggar mot gården skulle ha ett ljudisoleringsvärde $I_a = 55$ dB och prefab betongbjälklag förstärktes med 4 cm överbetong. Fria ytor i fläktrum ljuddämpades med 50 mm stapelfiberskiva.

För fläkthanläggningen gällde att alla delar skulle vibrationsisoleraras samt att fläkthjul skulle vara noggrant balanserade.

En viktig ljudaspekt för bostäder vid loftgångshus är stegljudet. Normalt avisoleraras loftgångar med neopren. Ej avisolerade ytor förses normalt med beläggning av gummimatta, linoleum med korksmulepapp, stegljudsisolerad plastmatta eller liknande.

För kv Bodbetjänten önskade såväl ABV som arkitekten terrazzo på loftgångarna. Detta löstes så att en "ljudfog" med fogmassa och plastlist utfördes i terrazzon enligt Strängbetongs anvisningar. Fogen placerades över en längsgående skarv mellan elementen.

Bostadskorridoren i flyglarna mellan bostäderna och kontoret löstes på annat sätt. Golv i plan 1, som består av en platsgjuten platta, försågs med 20 mm terrazzo på en överbetong. Under denna två lager korksmulepapp. Gräns vid vägg avisolerades med mineralull och fogmassa. I plan 2 och 3 försågs golvet med fogförlutten linoleum 2,5 mm + Dempolag YK 1100.

För övrigt kan nämnas att tilluftsventilerna i bostädernas ytterväggar utfördes med bullerdämpade springventiler av fabrikat Sefovent samt att glasen i ljusgården var 2-glas isolerruta, vilka ger en viss ljuddämpning.

4.8 Växter i gårdar

Byggnadens utformning med endast vertikala glasytor i ljusgården innebär att dagsljuset i gården blir relativt begränsat. (Mätningar i efterhand visar att omkring 5 % av dagsljuset tränger ned till växterna en mulen dag.)

Bristen på dagsljus begränsade starkt möjligheterna att åstadkomma en grönskande gård. Den enda rimliga strategin var att koncentrera växterna till ett fåtal sammanhängande planteringsytor som kunde förses med artificiellt ljus. Kraftiga metallhalogenstrålkastare förbättrade ljusförhållandena väsentligt.

Om växtbetingelserna är bristfälliga ovan jord är de desto bättre under markytan. När huset byggdes sparades och skyddades den ursprungliga jorden i ljusgården. Planteringsytorna grävdes sedan ut och fylldes med en specialkomponerad jordblandning som alltså står i direkt kontakt med omgivande mark. Rotutrymmet är därför i det närmaste obegränsat, vilket på sikt kommer att gynna växterna.



Figur 4.17 Växter i sidotrapphus

När inomhusgrönskan projekterades var avsikten att temperaturen i gården skulle vara lägst ca +8°C. Vid vissa långhelger och vid mycket låga yttertemperaturer skulle denna siffra kunna sänkas något. Någon frysfara skulle ej föreligga.

Detta innebär att det råder ett s k varmttempererat klimat i gården, närmast motsvarande temperaturklimatet omedelbart norr om Medelhavet.

I den stora bostadsgården ritades således två större runda planteringsytor in med en diameter av ca 5 m. Som stora träd valdes bl a två Magnolia Grandiflora. Planteringsytorna belyses med ca 1 500 lux med metallhalogenstrålkastare av Dysprosiumtyp. Dessa skall lysa 10 timmar per dag.

Förutom dessa två större planteringsytor valde projektören att rita in murgrönor vid alla pelare i gården. Projektören bedömde att dessa skulle klara sig utan tillsatsbelysning. För att murgrönan lättare skulle kunna klättra spändes vajrar från golv till tak.

Bevattning kan ske antingen manuellt eller automatiskt. Växterna kräver mer vatten sommartid än vintertid, varför det är viktigt att elstyrsystemet blir riktigt vid ett automatiskt bevattningssystem. För detta projekt valdes manuell bevattning med ett tappställe vid var och en av de två stora planteringsytorna.

5.1 Datorsimuleringar med BRIS-programmet

BRIS-programmet som har utvecklats vid Institutionen för uppvärmnings- och ventilationsteknik vid KTH i Stockholm har varit i bruk sedan början på 1960-talet. Programmet har testats mot fältförsök vid ett flertal tillfällen under årens lopp med mycket goda resultat och kan väl idag sägas ha blivit en likare vid utvärdering av andra datorprogram.

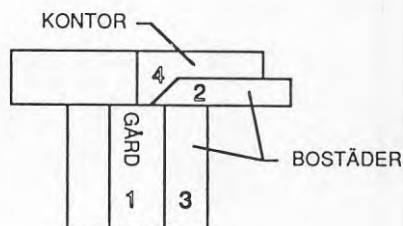
Beräkningsförutsättningar

Beräkningarna har utförts för att bestämma energibehovet för transmission och ventilation, kyl- och värmeeffekter samt temperaturer.

Beräkningarna för energibehovet gäller för eldnings säsongen 15/9-15/5 med klimatdata från teståret Stockholm 1971.

För att få ett hanterligt material att arbeta med har byggnaden uppdelats i nedanstående beräkningsvolymer där en mellanvåning i vardera huskropparna 2-4 har beräknats, likaså gården 1.

	Geometrier	
	m ²	m ³
1	632	8 855
2	250	675
3	324	875
4	375	1 012



Resultatet från datorberäkningarna har korrigerats (proportionerats) till vid beräkningstillfället, 1982/83, aktuell byggnadsyta.

Korrigerings för värmeförluster genom golvbjälklag och yttertak samt för värmeledningar och tappvarmvatten har också utförts.

Övriga förutsättningar framgår av nedanstående tabell

Övriga primärdata	1	2	3	4
RUMSLUFT vinter sommar	>= +20° C, vädring vid $t_{rum} > 25° C$			
TILLUFT				
flöde [kg/h]	24000*	385	598	4000
[kl]	(07-18)	(00-24)	(00-24)	(7-18)
temp [° C]		utetemp	utetemp	+20°
OFRIVILLIG VENT [oms/h]	0.1	0.1	0.1	--
LÄGSTA RADIATOR EFFEKT	--	250	360	400
INTERNA EFFEKTER [W]				
personer + tappvarmvatten	--	160 (07-17)	300 (17-07)	2000 (08-17)
belysning + hushållsel	2000 (00-24)	500 (23-06)	850 (06-07)	7500 (08-17)
		1650 (07-17)	2600 (17-23)	
		500 (07-17)	850 (17-23)	
		1650 (17-23)	2600	
CIRKULATIONS LUFT kontor-bostäder via termodeck [kg/h]		800 (08-17)	1200	
KYLEFFEKT gård [kW] (stopp vid gårdstemp +6° C)	25	--	--	--
VÄGGAR, ytter, inre mot gård	0.125 m tegel, 0.17 m isolering, 0.10 m betong 0.125 m tegel, 0.10 m isolering, 0.03 m gips			
	*Frånluft kontor			

5.2 Exempel på beräkningsresultat

Energibalans

Total beräknad energibalans för alla huskropparna framgår av Figur 5.1. Summa köpt energi är här kalkylerad till 81 kWh/m².

Netto energibalans för glasgården i % månad för månad under eldningssäsongen framgår av Figur 5.2. Av figuren framgår tydligt betydelsen av tillförsel av frånluft från kontoret under dec-jan. Under resterande månader får soltillskotten en allt större betydelse för värmebalansen. Lägg märke till att värmepumpen står för ca 60 % av "förlusterna" även under de kallaste månaderna.

Netto energibalans för "Rum 3" (bostäder) framgår av Figur 5.3. Solinläckningen har här liten betydelse på grund av framför allt solskydd och glasgård.

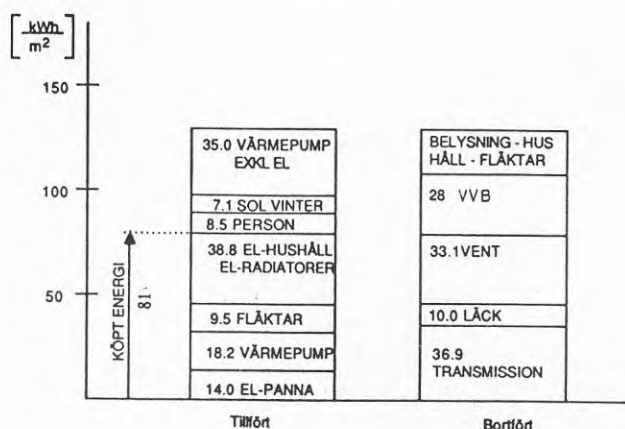
Inomhusklimat

Figur 5.4 visar temperaturfördelningen i glasgård. Under alla månader ligger temperaturen över +12°C under 25 % av tiden, motsvarande 40 tim kontorstid. Vädring av gården börjar bli aktuell under maj månad.

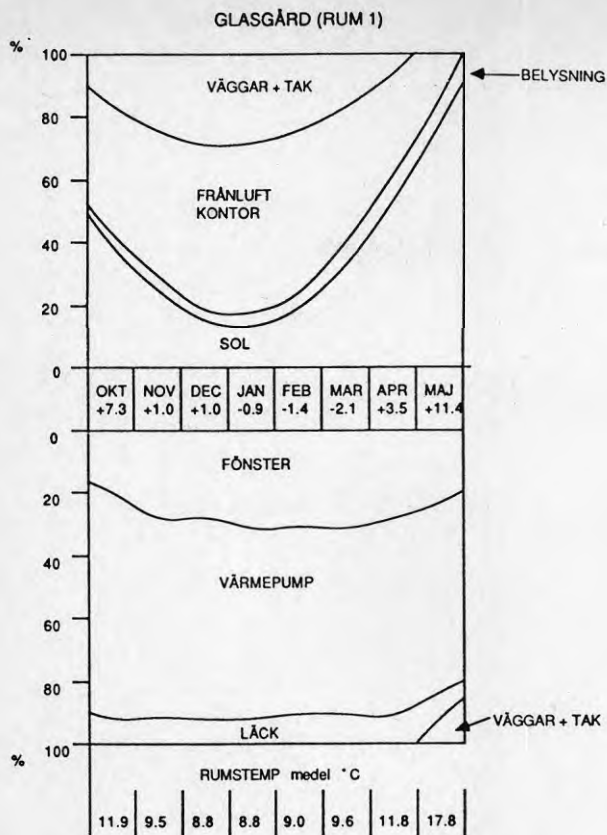
Figur 5.5 visar temperaturfördelningen i bostäderna, rum 3. Under perioden okt-apr ligger temperaturen väl samlad kring 20°C, för att under maj börja stiga så att fönstervädring blir nödvändig.

Max energibehov (dygnsvis) samt erforderlig abonnerad effekt

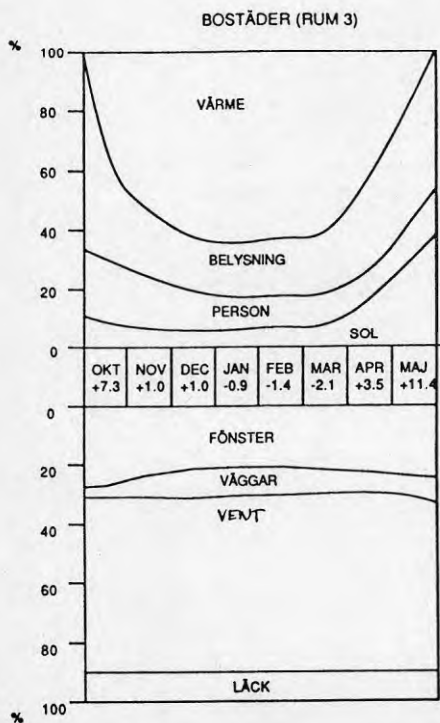
Under det kallaste beräkningsdygnet (= 6 jan 1971) med en medeltemperatur av -15,2°C åtgår ca 2 600 kWh. Tillskott från värmepump ca 1 200 kWh, varav från gård ca 400 kWh. Återstår 1 400 kWh vilket motsvarar $1\,400/24 = 60$ kW medeleffekt. Installerad effekt i elpannan är 105 kW. Se även kapitel 9.4 beträffande jämförelse mellan mätta och datorberäknade värden samt Rapport R59:1986 Stockholmsprojektet. Effekt- och energisimuleringar med datorprogrammen BRIS och DEROB, E Isfält, Hans Johnsson.



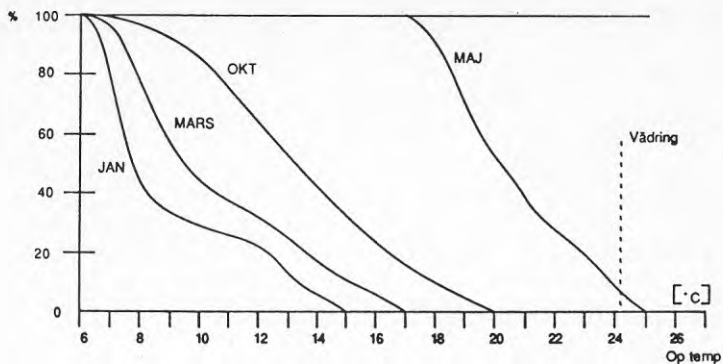
Figur 5.1 Total energibalans 1/1-31/12
(390 kWh/lägenhet tillförs bostäder från kontor och undercentral)



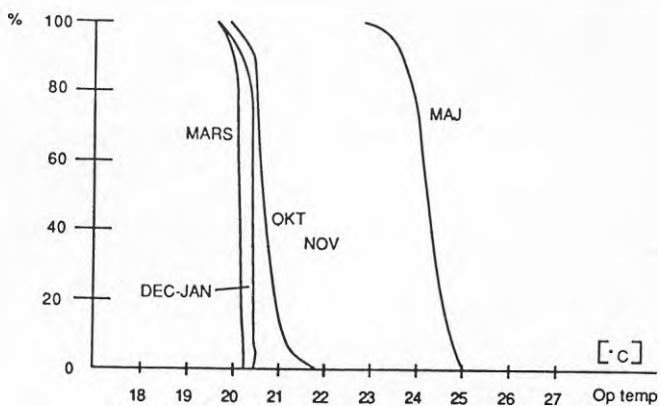
Figur 5.2
Netto energibalans,
%-fördelning



Figur 5.3
Netto energibalans,
%-fördelning,



Figur 5.4 %-fördelning av operativ temperatur i glasgård



Figur 5.5 %-fördelning av operativ temperatur i "Rum 3"

6 KOSTNADER

6.1 Inledning

Att bedöma om den merinvestering som BFR-programmet påbjuder skulle vara direkt lönsam eller ej är inte så enkelt att utreda.

Nedanstående utredning baserar sig på en jämförelse mellan kv Bodbetjänten och ett tänkt likadant projekt med samma planlösning, men utan "glastak". Detta senare projekt skulle således ha en öppen gård samt fläktrummet placerat över en kontors- eller bostadsdel. Utredningen upptar de verkliga kostnaderna för kv Bodbetjänten jämfört med detta tänkta projekt.

6.2 Investering (kk)1. Extra byggkostnaderTakkonstruktion över gård med fläktrum inkl vertikala glaspartier

Yttertak över gård	650	
Stål för yttertak och glaspartier	450	
Glaspartier	1 500	
Fläktrumsväggar och golv	360	
Innertak i gård inkl ställning	300	
Arbetsbetong för ställning	30	
Avgår motsvarande konv fläktrum	./.	<u>400</u>
	2 890	2 890

Fasadväggar mot gård

Brandklassade fönster	40	
Enklare väggkonstruktion	./.	<u>410</u>
	./.	370 ./.
		370

Gårdsyta

Beläggning med terrazzo och marktegel	140	
Träd inkl tillhörande belysning	90	
Avgår normal utemiljö	./.	<u>30</u>
	200	200

TermoDeck

HDF-bjälklag utförda som TermoDeck	340	
Diverse erforderliga byggarbeten för TermoDeck	<u>130</u>	
	470	470

Högre våningshöjd i bostadsdel än normalt

Erforderliga TermoDecksplattor utgör bjälklag för både kontor och bostäder, vilket ger rums- höjden 2,70 m mot normalt 2,4 m	270	270
---	-----	-----

Övrigt

6 st små fläktrum för fläktar till TermoDeck	60	
Väsentligt större undercentral än normalt	<u>220</u>	
	280	280

Tjänstemän

Konsulter - arkitekt, statiker, el och VVS	260	
Projekt- och projekteringsledning	190	
Installationssamordning	<u>140</u>	
	590	<u>590</u>
		4 330

2. Extra VVS-installationer

(Enligt Bengt Hammarstedt, Saltsjö Ventilations AB
samt Rolf Stålbom, Allmänna VVS-byrå)

Cirkulationsfläkt bostadsgård, längre ventkanaler	60	
Fläktar med kanaler för värmeöverföring från kontor till bostäder	120	
Styrutrustning	130	
Större värmepump och ackumulator- tank med kringutrustning	100	
Avgår: Inga radiatorer mot bostadsgård	./.	<u>100</u>
	310	310

3. Extra elinstallationer

(Enligt Hans Carlson, HC-Elkonsult)

Extra utrustning för VVS-installa- tion samt öppningsbara glaspartier	60	
Rökdetektorer samt brandlarmsändare	50	
Elradiatorer i badrum mot bostadsgård	30	
Avgår: Inga radiatorer mot kontorsgård	./.	<u>70</u>
	70	70

4. Mätinstallationer

Bygg	20	
VS	40	
VE	180	
El	170	
Installationssamordning	20	
Kopiering ritningar	10	
Mätrum samt utökade utrymmen för installationerna	<u>60</u>	
	500	500
Summa investering 1-4		5 210

(Kostnader för utställningsbod med informationsskyltar, informationsskrift samt denna rapport ingår ej ovan.)

5. <u>Experimentbyggnadslån från BFR</u>	./.	2 725
6. <u>Bidrag från BFR</u>	./.	560
7. <u>Ökad investering för byggherren</u>	Summa	1 925

6.3 Drift och underhåll (kk)Gårdsskötsel

Städning av golv		40	
Avgår normal utomhussopning och snöröjning	./.	10	
Trädgårdsskötsel och kompl växter		15	
Avgår: normal trädgårdsskötsel	./.	<u>5</u>	
		40	40

Övriga driftskostnader

Fastighetsservice, ca 20 % merkostnad		12	
Fönsterputs		20	
Lampbyte		<u>2</u>	
		34	34

Energivinst

6 600 m ² à 75 kWh/m ² och år à 0,34 kr/kWh	./.	168	./.	168
--	-----	-----	-----	-----

Underhållskostnader

Framtida troliga merkostnader för installationer och glaspartier skall jämföras med troliga mindre kostnader för invändiga gårdsfasader.
Svår bedömning

		0	<u>0</u>
Summa	./.		94

(I kostnaderna ovan ingår endast objektbundna kostnader, dvs inga administrativa kostnader är medtagna.)

6.4 Hyresintäkter

Hyresnivåerna för kontoret har följt marknadsmässig hyressättning för jämförbart belägna objekt, vilken också var en kalkylförutsättning. Snitthyran på kontorsdelen är ca 1 000:-/m².

För bostäderna begärdes 468:-/m² i snitthyra + ett gårdstillägg för vinterträdgården om 10:-/m², allt exklusive gällande hyresrabatter enligt SFS 1982:1285. I de hyresförhandlingar som avslutades 1986 för 1987 års hyror fastställdes hyresnivån i enlighet med bruksvärdesprinciperna till ca 450:-/m², exklusive gällande hyresrabatter enligt SFS 1982:1285.

Den erhållna hyresintäkten på bostäderna är lägre än kalkylförutsättningen, men på grund av hög kvalitet med lågt inbyggt underhållsbehov ger det på sikt förmodligen ett bättre ekonomiskt utfall.

Fastighetens sammantagna hyresintäktsnivå är godtagbar idag, även om inglasade bostadsgårdar med vinterträdgårdar för närvarande har svårt att få tillräcklig ekonomisk erkänsla hos Hyresgästföreningens förhandlare.

6.5 Analys

Att göra en kostnads- och intäktsanalys för detta projekt med delvis oprövad teknik som har en okänd livslängd, kan ha sina svårigheter. Det ingår dock i experimentet/rapporten att försöka sig på ett sådant konststycke.

Nedanstående faktorer påverkar en lönsamhetsbedömning väsentligt:

- Framtida räntenivå
- Framtida hyresnivå
- Framtida uthyrningsprocent (idag är allt uthyrt)
- Framtida underhållskostnader för installationer, glaspartier och gård
- Framtida energipriser

Om man ansätter en faktor 10 för diskontering av de lägre drift- och underhållskostnaderna erhålls följande:

Summa merinvestering		1 925 kkr
Lägre drift- och underhållskostnader	./.	<u>940 "</u>
		985 kkr

dvs mervärdet visar ett negativt resultat om ca 1 000 kkr.

Vid en eventuell serieproduktion torde merinvesteringskostanden bli lägre, då den utvecklingskostnad vi haft i så fall kommer framtida objekt till godo.

De merkostnader för mätinstallationer vi har och har haft för ren forskningsuppföljning kan utgå.

Den merinvestering som vi har gjort för datoriserad styrutrustning för fastighetsskötsel och drift betalar sig i längden även för framtida objekt.

Som sammanfattning kan vi säga att vi bedömer vår merinvestering som acceptabel med hänsyn till de värdefulla erfarenheter som kommit ur objektet.

7 PROJEKTERINGSERFARENHETER

7.1 Projektering

Att projektera ett experimenthus och bara låta fantasin skena i väg torde knappast låta sig göras i dagens bostadsbyggande som är så kringgärdat av bestämmelser, regler, normer och förväntningar, alltsammans parat med en stor portion konservatism och kommunal och ekonomisk lånebyråkrati, gör att krokbenen är många på vägen.

Vi tycker ändå när vi ser resultatet på plats att det inte blev så tokigt och vi sänder också en tacksamhetens tanke till alla de som trots allt gjort detta möjligt.

Bostäderna är i stort traditionella till sin utformning, men det är de gemensamma vistelsezonerna med den inglasade gården och den fysiska och visuella kontakten med kontoret som är det "nya". Projekterings-erfarenheterna sett ur arkitektonisk och konstruktiv synvinkel har med iakttagande av de begränsningar som nämnts ovan, inte stött på några större problem. Däremot har teknik och brandbestämmelser spelat oss en del spratt.

När vi projekterade utrymmen och kanalisationer för energiåtervinningen gjorde vi det med den fasta övertygelsen att det skulle bli gott om plats för visningar, installationer och dragningar, eftersom vi tagit till så pass stora reservtytor.

Verkligheten kom ikapp både oss och våra installationskonsulter och vi fick klara problem med att få in allt på de ytor och utrymmen vi hade reserverat. En del konstgrepp togs till som t ex att sänka golvet i hela undercentralen till samma nivå som hissgruppsbottnarna.



Figur 7.1 Elpanna i undercentral

Teknik tar plats, och ju mer styrvarianter som skall finnas i ett projekt ju mer kanalisering behövs och ju mer utrymmen går det följaktligen åt. Reglerteknik och rördimensioner har inte alls kunnat hänga med i datorernas takt. Här är vi i dubbel bemärkelse kvar på "rörstadiet".

Brandmyndigheterna hade svårigheter med definitionen av våra glasgårdar, men man bestämde sig så småningom för att gården skulle betraktas närmast som en "öppen gård" med allt vad det innebar av rökventilation, rökgasmagasin, automatiska öppningssystem, brandvarnare m m. Lägenheterna (som är egna brandceller) försågs med trådnätsarmerade glas mot gården, men vi fick här dispens för ett öppningsbart fönster i kök och bad. Det öppningsbara fönstret i kök har faktiskt räddat livet på två personer i samband med att en cigarett antände en soffa i en av de översta lägenheterna, med den påföljd att brandventilation och larm gick igång efter reaktion från rökdetektorn i gårdens innertak.

7.2 Upphandlingsformer för installationer

ABV handlade på ett tidigt stadium upp prefab-stommen med sitt TermoDeck-system av Strängbetong AB. Då Strängbetong AB var en av idégivarna bakom Camera Solaris-projektet och de hade stor erfarenhet av TermoDeck-system var det naturligt för ABV att även handla upp en rambeskrivning för luftbehandlingsinstallationerna inkl styrinstallationerna av Strängbetong AB. Avsikten med detta var att köpa upp luftbehandlingsinstallationen på totalentreprenad.

VS-installationerna upphandlades också på totalentreprenad. Dess rambeskrivning upprättades av ABV-Teknik.

På grund av den komplicerade och integrerade reglertekniken syntes det omöjligt att göra en tillförlitlig rambeskrivning för elinstallationerna på ett tidigt stadium. I stället gjordes elprojekteringen av en konsult, varefter elinstallationerna handlades upp på färdiga handlingar.

I efterhand har vi kunnat följa upp att störningsfrekvensen har varit rimlig såväl under projekteringen som produktionens gång samt att totalkostnaden för installationerna har hållit sig inom budgetens ram.

Sammanfattningsvis kan således noteras att vi har funnit att de valda upphandlingsformerna har varit bra.

7.3 Fastighetsvärde

En fastighets värde bestäms av en rad faktorer, där hyressättningen och hyresgästernas betalningsvillighet är en viktig faktor.

Den investering som görs måste bära sig även om statsmakterna här betalar en stor del av den totala räntekostnaden för boendet.

När det gäller kommersiella lokaler och kontor är fastighetsägaren (oavsett om han är kommunal eller enskild) hänvisad till marknadsläget för lokaler i det område där fastigheten är belägen. Livslängd på material och konstruktioner med vidhängande underhållskostnader bestämmer också en del av fastighetens framtida värde.

När det gäller driftkostnader blir det viktigare och viktigare att de hålls på en rimlig nivå för att fastigheten skall få ett bra framtida värde.

7.4 Lånehantering

Att bygga ett experimenthus med en inglasad gård är idag inte möjligt utan en välvillig inställning från lånegivande myndigheters sida.

Själva inomhusgården finns inte som beräkningsunderlag i lånebestämmelserna, utan man får göra en tolkning, vilket i vårt fall innebar att gården belånades som sekunda yta (BRAS) med finplaneringstillägg, men den utfördes i praktiken som prima yta (BRAP).

Väggarna mellan lägenheter och gård med vidhängande brandkrav finns normalt inte i lånebyråkratin, utan här blev vi hänvisade till myndighetskrav i efterhand, då kraven kom efter preliminärt lånebeslut.

Listan kan göras lång, men i knepiga fall som experimentbyggnation eller andra komplicerade objekt, där den byggande är beroende av statliga lån, är rådet att tag kontakt med lånemyndigheterna i tidigt skede.

7.5 Samarbetsformer med KTH för mätning och utvärdering

Alltsedan projektet drogs igång har KTH genom professor Arne Elmroth varit involverad i det. Under projekteringen var EHUB, (projektgruppen för energihushållning i byggnader) KTH, genom Ingemar Sors ansvarig för att arbetshandlingar för mätinstallationerna togs fram. Detta skedde i intimt samarbete med ABV samt med våra konsulter och entreprenörer. För att kunna mäta flöden krävdes, förutom att få rum med mätapparaterna, även en viss omprojektering så att de inplacerade apparaterna skulle ge en tillräcklig mätnoggrannhet. Det var framför allt på luftbehandlingssidan som det blev nödvändigt med omprojektering, eftersom det är svårt att mäta luftflöden korrekt. Under slutfasen av projekteringen var även Mätcentralen vid KTH genom Bengt Wånggren inkopplad. Detta för att Mätcentralen, som skulle göra mätningarna och utvärderingen, skulle kunna tillföra sina erfarenheter till projektet.

Under produktionsskedet har ett nära samarbete förelagat mellan Mätcentralen samt ABVs installationssamordnare, så att mätinstallationerna blev klara och kunde slutbesiktigas samtidigt med ABVs arbeten.

7.6 Organisation

Byggherre	ABV	S-E Delsenius
Totalentreprenör	ABV arbetschef platschef proj ledare	Tore Steen Tord Lundin Bertil Nyman
Arkitekt	CAN Ark kontor AB	Göran Lundqvist Roland Persson
Statisk konstruktör	ABV-Teknik Strängbetong AB	Göran Drougge
Elkonsult	HC-Elkonsult AB	Hans Carlsson
Trädgårdsarkitekt	Calluna Landskaps- arkitekter AB	Jan Lindahl
Prefab-stomme med TermoDeck	Strängbetong AB	
- energisystem	LOA Andersson	
VS		
- totalentreprenör	NVS	
- konsult	Allmänna VVS-Byrån AB	
VENT		
- totalentreprenör	Saltsjö Ventilations AB	
- konsult	BL VVS & Energikonsult AB	
- styrentreprenör	Strängbetong AB	
El		
- elentreprenör	AB Vanadis Elektriska	

7.7 Tidplan

	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	Ansvarig
BAKGRUND:										Stockholms Stad
Södra Stationstävlingen										ABV
Lidingöprojekt										Stockholms Stad
Beslut om Stockholmsprojekt										
Markanvisning			⊗							
KV BOBBETJÄNTEN										ABV
Programskede										" "
Systemhandlingar										" "
Byggnadslov					⊗					" "
Arbetshandlingar										" "
										" "
Produktion										" "
										" "
Inflyttning										" "
										" "
Intrimning mätinställationer										KTH
Mätning och utvärdering										" "
Uppföljning och slutrapportering										" "

Mätprogrammet följer i princip nedanstående uppställning.

Temperaturer

Rum	Kontor, bostäder, tvättstuga, fläktrum, gårdar
Luft	Till- och frånluft i kontor och bostäder, cirkulationsluft över bostadsgård, hålbjälklag bostäder samt värmeundercentral

Vätskeflöden

Värme	Radiator-kretsar, luftvärmebatteri, värmepumpens kondensorkretsar samt köldbärarsystem
-------	--

Tappvarmvatten	Tillopp och cirkulationskretsar
----------------	---------------------------------

Luftflöden

Till- och frånluft i kontor och bostäder, cirkulationsluft över bostadsgård, hålbjälklag, bostäder samt värmeundercentral

Mätning el

Totalt i fastigheten samt kontor, bostäder, tvättstuga, fläktrum, värmepump, elpumpar, elradiatorer i kontor

Övrigt

Solintensitet, vindhastighet, lägesindikering av vissa spjäll, summalarm, utetemperatur, driftindikering värmepump, kylkondensor

9.1 Hyresgäster - bostadsförmedling - åldersstruktur

Hyresgäster till lägenheterna anvisades av bostadsförmedlingen i Stockholm med lokal förtur för de som redan bodde i området.

Många äldre visade stort intresse för objektet och vi var själva oroliga ett tag för att andelen äldre skulle bli för stort. Efter kontakt med bostadsförmedlingen redde det hela ut sig och det bor nu flera barnfamiljer i fastigheten med f n tillsammans 12 barn (hösten 1986).

Hyresgästerna tar aktiv del i den gemensamma trivseln i fastigheten, där gården spelar en central roll. Man har också bildat en förening för detta.

På kontorssidan hyr Televerket och Teli hela kontoret. Tyvärr har Televerket inte haft så bråttom att ta lokalerna i bruk, vilket medfört att belastningarna på energisidan ej kunnat utnyttjas fullt ut.

9.2 Fastighetsförvaltning

Vad som tidigare sagts om projekteringserfarenheter har också slagit igenom på förvaltningssidan. Förvaltningssidan var med i objektet innan första inflyttningen skedde så en hel del av de problem som normalt uppstår vid idrifttagande av anläggningar kunde undvikas.

Anläggningen är komplicerad och en del barnsjukdomar har också funnits på radiatorkretsar och värmepump.

Om ett rum är kallt eller varmt är inte bara en fråga om temperaturer eller termiska klimat, utan i hög grad en personlig uppfattning hos hyresgästen om det är varmt eller kallt i lägenheten. Avvikelsen kan variera på flera grader.

Driftkostnaderna för fastigheten, exkl lägenheter och kontor, fördelar sig enligt tabell nedan för år 1986:

1. Inre städning	59 300 kr
2. Gårdssopning inkl sandupptag 4 ggr/år à 3 900:-	15 600 "
3. Snöhantering säsong 85/86 via avtal service-poolen	24 600 "
4. Egen komplettering sandning + upptagning	4 600 "
5. Sophämtning inkl grovsopor	12 400 "
6. Fönsterputs	20 000 "
7. Inre trädgårdsskötsel + kompl växter	15 000 "
8. Yttre trädgårdsskötsel, grönområden, gräsklippning, ogräsborttagning	18 400 "

9. Elavgifter 617 000 kWh	211 000 kr
Fasta avgifter dito	21 300 "
10. K-vatten inkl fasta avgifter	20 000 "
11. VS	
Luft garanti gäller för 1986	
Styr och regler, el, kyla	0
12. Övrigt, tillsyn och underhåll	
soprum, brandlarmsanläggning, tvättstuga	60 000 "
	<u>482 200 kr</u>

dvs per m²:

- BRA (inkl gårdsytor och trapphus i gården = 7 300 m ²)	kr 66
- BRA (exkl gårdsytor och trapphus i gården = 6 610 m ²)	kr 73
- BRA pe = 5 652 m ²	kr 85

Kalkylerade kostnader var 70:-/m² BRA pe för kontor samt 100:-/m² BRA pe för bostäder. Dessa värden stämmer således bra med de verkliga, eftersom kontorsytorna är ungefär lika stora som bostadsytorna.

9.3 VVS-erfarenheter av gårdarna

9.31 Bostadsgård

Jämförelse mellan beräknad och registrerad lufttemperatur

Figur 9.1 visar fördelningen av den beräknade operativa temperaturen och den registrerade temperaturen i bostadsgården under januari och maj. Den registrerade fördelningen har uppskattats ur det material som funnits tillgängligt via det datoriserade styr-, regler- och mätdatainsamlingssystemet.

Maj_månad

Relativt god överensstämmelse mellan kurvorna. En beräknad lägsta temperatur på +17°C motsvaras av en uppmätt lägsta temperatur på +19°C.

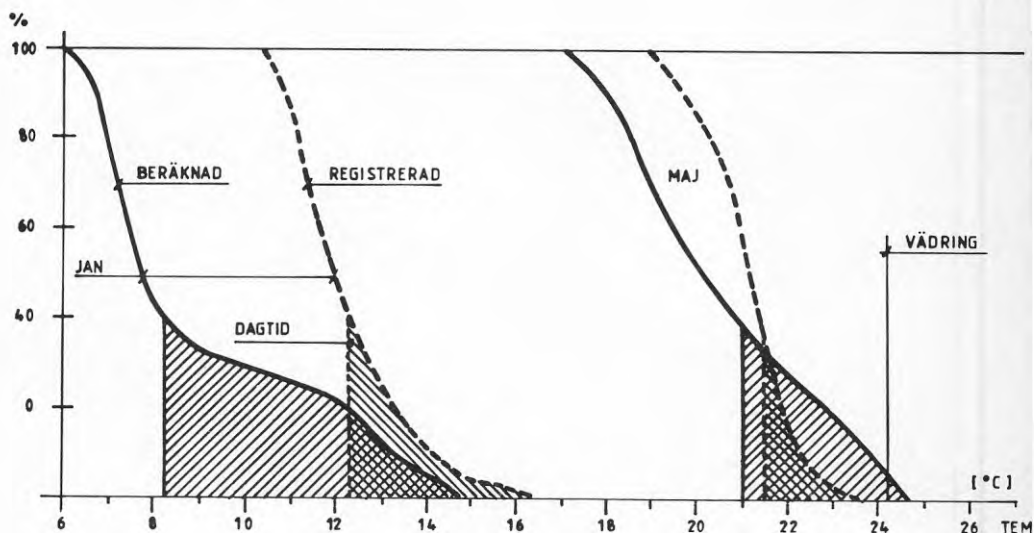
Den beräknade max temperaturen på +25°C motsvaras av en uppmätt på +24°C. Här är orsaken att vädringsfönsterna öppnas vid +23°C i stället för vid beräknat +24°C.

Skillnaden mellan operativ temperatur och gårdslufttemperatur torde vara <1°C.

Januari månad

Lägsta beräknade temperatur $+6^{\circ}\text{C}$, lägsta uppmätta temperatur $+10,5^{\circ}\text{C}$. Denna max-skillnad på ca 4°C uppträder företrädesvis under söndag natt när gården sedan fredag eftermiddag ej fått något energitillskott i form av frånluft från kontor. Orsaken till denna skillnad kan vara:

1. Lägre ofrivillig ventilation i gården än beräknat
2. Dörrarna mellan bostadsgård och inre trapphus har varit öppna
3. Januari 1986 överensstämmer ej helt med "medelåret 71", vilket använts vid beräkningarna. Den maximala gårdstemperaturen har beräknats till $+15^{\circ}\text{C}$, uppmätta värden $+17^{\circ}\text{C}$. Eftersom de högre temperaturvärdena alltid uppträder under kontorstid (vilket motsvarar ca 40 % av totaltid, här streckad yta), kan utläsas att temperaturen under kontorstid (vardagar) aldrig underskridit $+12^{\circ}\text{C}$. En avläsning vid 40 %-skalan för beräknad temperatur visar drygt $+8^{\circ}\text{C}$.



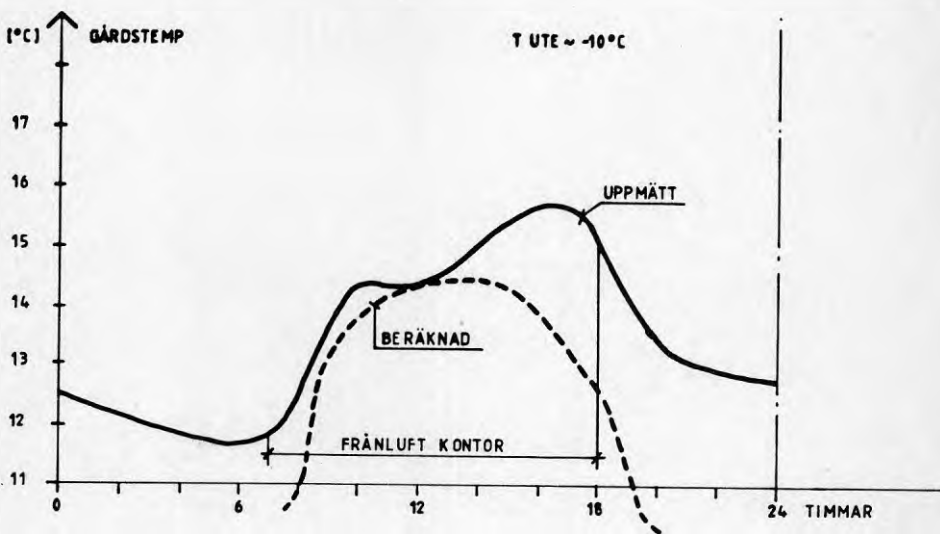
Figur 9.1 Bostadsgård
 ————— fördelning av beräknad operativ temperatur
 - - - - - fördelning av registrerad lufttemperatur
 (mät punkt ca 1,5 m över golv)

I Figur 9.2 redovisas temperaturförloppet under ett vardagsdygn när utetemperaturen varit ca -10°C ; här svänger temperaturen mer, ca $+5^{\circ}\text{C}$, beroende på lite

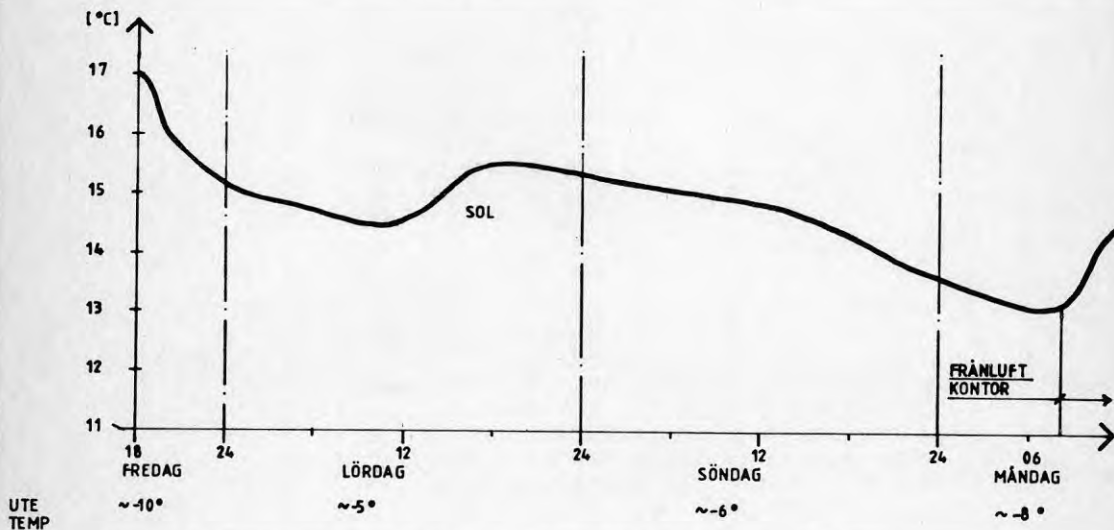
sol, lägre utetemperatur samt vindtryck. Den streckmarkerade kurvan illustrerar datorberäkningarna vid ungefär motsvarande utetemperaturer.

Exempel på avsvalningsförloppet i bostadsgården under icke kontorstid, vintertid, redovisas i Figur 9.3.

Solens inverkan framgår tydligt av figuren. Under lördagen stabiliseras temperaturen via solinläckning för att sedan sjunka till ca $+12^{\circ}\text{C}$ på måndag morgon när frånluften från kontoren åter börjar höja temperaturen.



Figur 9.2 Temperaturförlopp i bostadsgård under ett vardagsdygn, vinter



Figur 9.3 Temperaturförlopp i bostadsgård under en veckohelg, vinter

Temperaturskillnad golv - tak

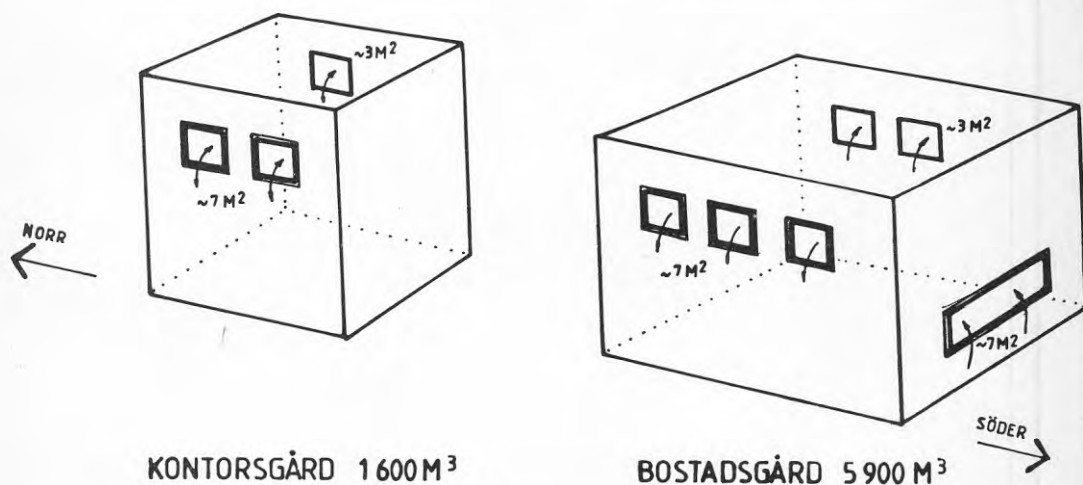
Under januari har lufttemperaturskillnaden varit max 1°C under kontorstid och max $0,5^{\circ}\text{C}$ under övrig tid.

Under maj månad har skillnaden varit max 3°C under kontorstid (högsta temperaturskillnaden uppmätt vid solbelastning) och max 1°C under övrig tid.

Taktemperaturen är uppmätt efter intaget till åter-cirkulationsaggregatet, benämnt ÅF1. Intagsgallret sitter några meter från den glasade söderfasaden.

Temperaturskillnaden längre in i gården överstiger aldrig 1°C under maj månad. Taktemperaturen är här mätt i intagsgallret till fläktrummet.

9.32 Vädring av bostads- och kontorsgård



Figur 9.4 Principiell utformning av gårdar med vädringsfönster

Bostadsgård

Datorberäkningarna visar, vid ett luftflöde över bostadsgården, motsvarande ca 5-6 luftomsättningar, att temperaturen i gården dagtid ökar med ca 1°C gentemot uteluftens temperatur. Beräkningarna förutsätter insvängda förlopp, en utetemperatur av $19 \pm 6^{\circ}\text{C}$, molnfritt samt inga solavskärmningar. Genom att öppna vertikala vädringsfönster dels ovanför entrén i söderfasaden, dels högst upp i norra delarna av öster-

och västerfasaderna erhålls en diagonal tvärströmning av utetemperaturen som förstärks även vid små vindhastigheter.

Exempel på uppmätta lufttemperaturer i bostadsgård, sommartid

	Temperatur (°)		Fönsteröppning	$T_{gård} > +23^{\circ}\text{C}$
	Bostadsgård	Uteluft	" stängning	$T_{gård} < +21^{\circ}\text{C}$
Dag	+25	+28		
	+24	+27		
	+23,5	+26		
Natt	+21,5	+17		
	+21,0	+16		

Temperaturerna är uppmätta ca 1,8 m över marknivå och i gårdens bakre del räknat från söderfasad. Vid tak är temperaturstegringen ca 1-2°C över nämnda marknivåtemperatur. Den högsta temperaturen på +25°C uppmättes efter en 14-dagars värmebölja med temperaturer på ca 28-30°C i slutet av perioden. Anledningen till den behagliga temperaturen i gården, vars fönster ej har solskydd kan sammanfattas:

- inga horisontella glastak
- begränsade vertikala fönster
- mycket massa i gården (bl a i loftgångar)
- diagonalluftföring vid egenkonvektion samt utsläpp av kontorets relativt svala frånluft dagtid

Kontorsgård

Gården som bara har ljusinsläpp vid tak ventileras samtidigt med bostadsgården. Fönsterpartiet öppnas vid tak på öster- och västerfasad. Temperaturen i denna gård ligger ca 2°C lägre än i bostadsgården.

Fönstren i gårdarna stängs samtidigt vid regn. Registrering via regnmätare på tak.

9.4 Köpt elenergi

9.41 Allmänt

(Utvärdering av perioden 1/1-31/12 1986.)

Fastighetens energiförbrukning registreras via tre elmätare och är uppdelad på lägenheter, kontor exkl elradiatorer samt övrig förbrukning (registrerad via huvudmätaren).

Under huvudmätaren finns mätare för registrering av elenergi till fläktrum, värmepump, elpanna, elradiatorer och tvättstuga.

9.42 Jämförelse mellan datorberäkningar och registrerad förbrukning

Köpt energi	Datorberäknad (kWh/år)	Registrerad/uppskattad		
		%	kWh/år	kWh/m ² , år
Elpanna	102 000	18	138 000	19
Värmepump	133 000	23	171 000	23
Elrad, kontor	283 000	7	55 000	8
Lägenheter		12	89 000	12
Kontor		6	47 000	6
Summa	518 000	66	500 000	68
Fläktrum	70 000	12	88 000*	12
Diverse	-	19	145 000	20
Tvättstuga	-	3	21 000	3
Totalt	580 000***	100	754 000**	103****

Tabell 9.1

- * När datorberäkningarna utfördes fanns ej slutgiltiga uppgifter på aktuella tryckfall och flöden. För alla projekt inom Stockholmsprojektet antogs att tryckfallet motsvarade 1°C temperaturhöjning över luftbehandlingsaggregaten
- ** Förbrukningen registrerad över undermätarna skiljer sig med några % från registreringen över huvudmätaren
- *** Kalkylen är uppjusterad gentemot de ursprungliga beräkningarna, där m²-ytan antogs vara 5 700 m²
- **** Aktuell m²-yta, motsvarande 7 300 m², är definerad som all uppvärmd yta innanför yttervägg inkl gårdsytorna och trapphus i gårdarna

Jämförelsetal:

BRA, bruksarea	6 610 m ²
BRA _{pe} , bruksarea, primär, enskild (boarea)	5 652 m ²
BRA _{pe} /BRA	0,86

Bortsett från energiförbrukningen under posten diverse stämmer de beräknade och uppmätta/kalkylerade energivärdena väl överens. Detta är i och för sig märkligt, eftersom någon uppjustering till verklig utetemperatur för känd period ej utförts samtidigt som beräknad energiförbrukning uppjusterats enbart genom proportionering av m²-ytan.

Nedan diskuteras skillnaden i de olika delposterna, se även tabell 2 och figur 9.5 beträffande effektfördelning.

9.43 Skillnad mellan datorberäkning och registrerad energiförbrukning

Elpanna + värmepump

Skillnaden är enligt Tabell 1

$$(102\ 000 + 133\ 000) - (138\ 000 + 171\ 000) = -74\ 000\ \text{kWh}$$

- Orsak: 1. Kontoret har ej varit ordentligt belastat vilket medför att elpanna + värmepump behöver tillskjuta mer energi under vinterhalvåret.
2. Radiatorkretsarna i bostäderna har varit i drift under perioden 15/5-15/9 vid utetemperatur $< +15^{\circ}\text{C}$. Beräkningarna förutsatte att någon energi ej tillfördes under denna period
3. Värmeförlusterna sommartid från värmeundercentral samt värmerör ute i byggnaden är ej med vid datorberäkningarna.
4. Tvättstugans energiförbrukning särredovisas ej vid beräkningarna. Bostädernas varmvattenförbrukning ökades något för att kompensera tvättstugans förbrukning.
5. Vinter -86 var kallare än normalårets -71 vinter. Högre temperatur i lägenheter än beräknat.

Elradiatorer i lägenheter och kontor

Skillnaden är $283\ 000 - 191\ 000 = 92\ 000\ \text{kWh}$

- Orsak: 1. Se ovan beträffande kontor + tvättstuga
2. Bostäderna har haft lägre belastning än beräknat

Fläktrum

$70\ 000 - 88\ 000 = -18\ 000\ \text{kWh}$

- Orsak: När datorberäkningarna utfördes fanns ej slutgiltiga uppgifter på aktuella tryckfall, luftflöden och motoreffekter. För alla beräknade objekt inom Stockholmsprojektet antogs att tryckfallet över luftbehandlingsaggregaten motsvarade en temperaturhöjning av 1°C . Det kan även noteras att beräkningarnas huvudsyfte var att verifiera energiförbrukningen för uppvärmning med åtföljande installerade effekter.

Diverse

Poster som ej har registrerats separat, motsvarande -145 000 kWh.

- Orsak: 1. Belysningen i gårdar inkl växtbelysning, för låg vid datorberäkningarna
2. Motorvärmare för bilar har tillkommit
3. Elradiatorer i badrum har tillkommit
4. Pumpar i undercentral + fläktar för cirkulation i bjälklag
5. Noggrannheten hos elmätarna kan diskuteras
6. Övrigt

Ovanstående förbrukning har uppskattats till:

1)	15 000 kWh
2)	10 000 "
3)	15 000 "
4)	<u>40 000 "</u>
	80 000 kWh

Återstår 65 000 kWh

Vid en onoggrannhet på elmätarna av 3 % erhålls
 $0,03 \times 700\,000 = \text{ca } 20\,000 \text{ kWh}$

Kvarvarande 45 000 kWh inkluderar 15 000 kWh för ofrivillig ventilation.

9.44 Köpt energi 1/1-31/12 1986

Vattenburen värme (elpanna + värmepump)	309 000 kWh	(42 kWh/m ²)
Uppskattad tappvarmvattenförbrukning	-60 000 "	(-8 ")
Elradiatorer (kontor)	55 000 "	(8 ")
Summa köpt energi för uppvärmning	304 000 kWh	(42 kWh/m ²)
Uppskattad tappvarmvattenförbrukning	60 000 "	(8 ")
Övrig el: Kontor	47 000 "	(6 ")
Lägenheter	89 000 "	(12 ")
Fläktrum	88 000 "	(12 ")
Diverse	145 000 "	(20 ")
Tvättstuga	<u>21 000 "</u>	(3 ")
	754 000 kWh	(103 kWh/m ²)

9.45 Analys av uppmätt energiförbrukning vid jämförelse med datorberäknad förbrukning

Merförbrukning som ej medtagits vid beräkningarna

	Uppskattad merenergiförbrukning relativt beräknad (kWh)
1) Gårds- och växtbelysning	15 000
2) Kompensering för normalår	15 000
3) Motorvärmare för bilar	10 000
4) Elradiatorer badrum	15 000
5) Kontor lågbelastat	35 000
6) Förluster värmeundercentral 16/5-15/9	10 000
7) Vattenburen värme sommarhalvåret vid t _{ute} <+15°C	10 000
8) Undercentral + cirkulationsfläktar	40 000
9) Ofrivillig ventilation	15 000
10) Yttre belysning	5 000

Korrigerig av köpt energi för uppvärmning

Vattenburen värme (9.44)	249 000 kWh	
Elradiatorer, kontor "	55 000 "	
" , badrum "	15 000 "	
	<hr/>	319 000 kWh (44 kWh/m ²)
Avgår enligt ovan (2)	-15 000 kWh	
(4)	-15 000 "	
(5)	-35 000 "	
(6)	-10 000 "	
(7)	-10 000 "	
(9)	-15 000 "	
	<hr/>	Återstår 219 000 kWh (30 kWh/m ²)

Korrigerig av total köpt energi

Total köpt energi	754 000 kWh
Avgår enligt 1)	-15 000 kWh
2)	-15 000 "
3)	-10 000 "
6)	-10 000 "
7)	-10 000 "
8)	-40 000 "
9)	-15 000 "
10)	- 5 000 "
	<hr/>
Återstår	635 000 kWh

Utslaget på 7 300 m² (87 kWh/m²), datorberäknat (81 kWh/m²).

kW

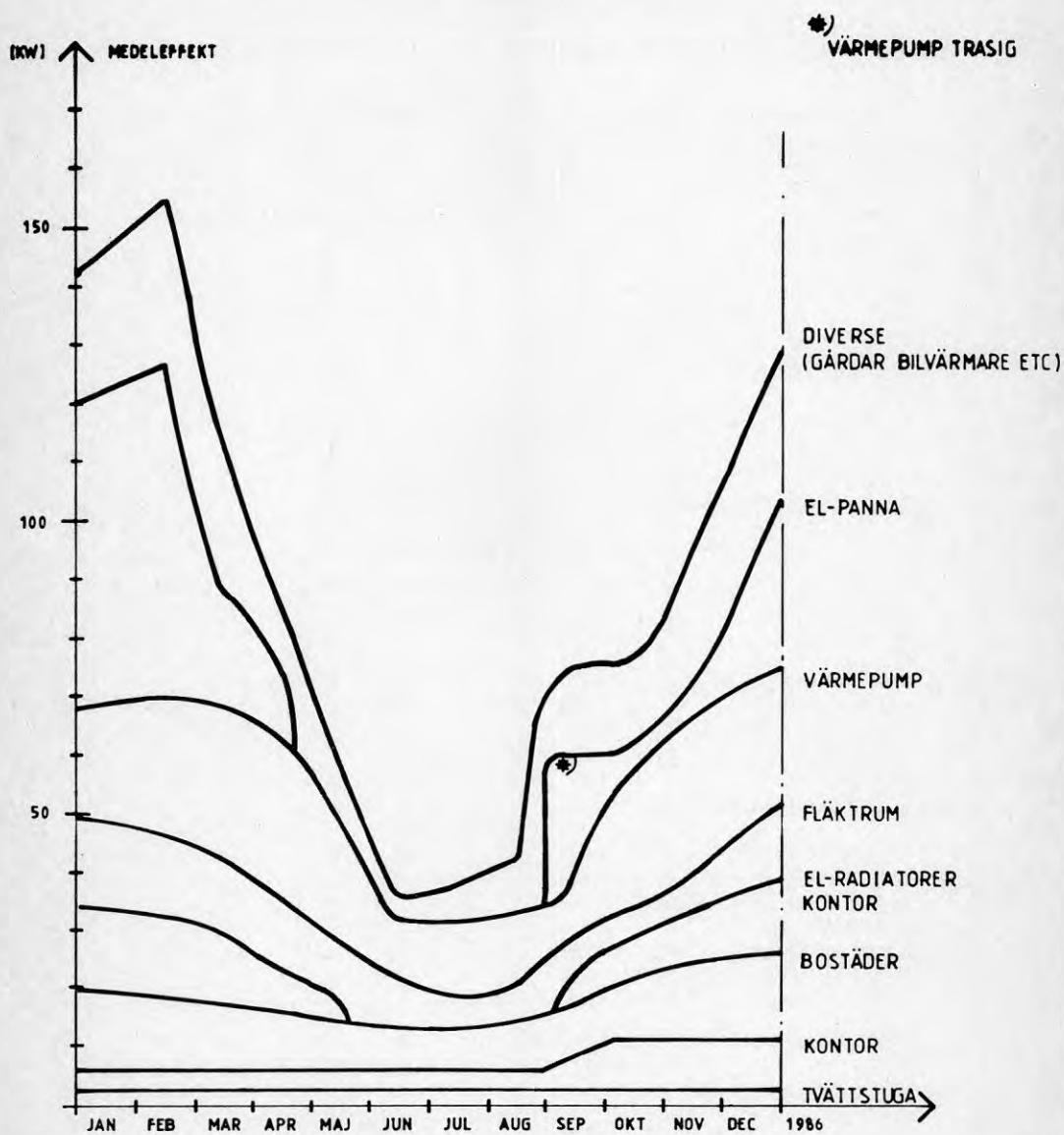
Huvud- mätare (1) (5-8)+ övr	Lägen- heter (2)	Kontor (3)	Summa (1-3) (4)	Fläktr inkl vp (5)	Värme- pump vp (5)	El- panna (6)	El- radiator (7)	Tvätt- stuga (8)	
127	12	3	142	35	21*	54	13	3	Jan
139	12	3	154	38	23	56***	13	3	Feb
95	10	3	108	39	26	18	11	3	Mars
74	10	3	87	42	30	9	7	3	Apr
40	8	3	51	28	19	-	4	2	Maj
21	7	2	30	17	9	1**	-	2	Juni
29	8	2	39	20	13	-	-	1	Juli
30	8	2	40	20	14	-	-	1	Aug
63	9	10	79	18	3	24**	4	2	Sep
57	10	11	75	30	26	3	8	3	Oct
73	12	11	93	34	26	3	8	3	Nov
97	13	11	118	35	23	21	11	3	Dec

Tabell 9.2 Månatlig effektfördelning 1986

* värmepump (vp) i full drift efter 15/1

** fel på vp, 14 dagars driftstopp

*** momentan toppbelastning 80 kW



Figur 9.5 Månatlig effektfördelning 1986

9.5 Energijämförelse

För att få en jämförelse mellan den totala energikonsumtionen år 1986 (intrimningsåret) och konsumtionen för konventionella byggnader har vi valt att hämta våra jämförelsetal ur BFRs rapport R 140:1984, Anderlin G, Bankvall C, Munther K, Energibehov i nya byggnader.

Nedanstående tabeller ger en uppfattning om storleken på energiförbrukningen i hela beståndet av kontor och bostäder i flerbostadshus, tabell 9.3 samt fördelningen av energi relaterat till förändringar i byggnormen, tabell 9.4. Här redovisat som SBN 1980 och förbättrade normer under åren 1985/95.

	Fjärrvärme (kWh/m ²)	El-värme (kWh/m ²)
Kontor	182	261*
Bostäder	203	182

Tabell 9.3 Energiförbrukning per m² uppvärmd yta 1982
(BFR R140:1984)

* Inkl fastighetsel

	Energiförbrukning (kWh/m ² uppvärmd area)*			
	Uppvärmning + varmvatten		Total förbrukning (inkl el-energi)	
	SBN 1980	1985/95	SNB 1980	1985/95
Kontor	118	77	168	127
Bostäder (flerbostadshus)	165	115	199	149
Medelvärde	142	96	184	138
kv Bodbetjänten 1986				
Area 7 300 m ² **	50	50	99****	99****
Area 6 610 m ² ***	55	55	109****	109****

Tabell 9.4 Energi för uppvärmning + varmvatten samt
total energi inkl el-energi (BFR R140:1984)

- * Uppvärmd area motsvarar i det närmaste bruksarean
 ** 7 300 m² är definierad som all uppvärmd yta innanför yttervägg inkl gårdsytorna och trapphus i gårdarna
 *** 6 610 m² motsvarar BRA-ytan, bruksarean
 **** Efter korrigerigering för normalår samt exkl motorvärmare och yttre belysning

Eftersom kv Bodbetjänten är byggd enligt SBN 80 har vi valt att jämföra vårt resultat med medelvärdet för kontor och bostäder enligt tabell 9.4. (SBN 80).

Beräknat på en area av 6 610 m² i kv Bodbetjänten erhålls förhållandet

184 ca 1,69; motsvarande en lägre total energiförbrukning av 75 kWh/m².år, vilket värde vi också valt vid kostnadsanalysen.

Den låga energiförbrukningen har följande orsaker, nämligen:

- Planlösningen med bostäder mot söder (som ger lågt värmebehov) och kontor mot norr (som ger lågt kylbehov)
- Passiv solenergi genom vertikala glasytor
- Kontorets frånluft "värmer" bostäderna dels genom att hålla gården varm (minskade transmissionsförluster), dels att genom värmepumpen värma tappvarmvatten och konvektorer
- Fläktrummetts lösning med genomströmmande luft så att alla värmeförluster i fläktar och värmepump tillvaratas
- Värmeförluster från ackumulatortanken och varmvattenberedare i undercentral utnyttjas höst-vinter-vår att värma bostädernas hålbjälklag
- Energi för att kyla kontoret vår-sommar-höst kan utnyttjas via värmepump
- Cirkulationsfläkten i bostadsgården som via värmepump utnyttjar den varma luften vid tak
- Energiuttag med värmepump ur bostädernas frånluft
- Tilluft via uppstolpat tak för att få förvärmad luft vintertid till fläktarna
- Elradiatorer i kontor som kallrasskydd (energisparande jämfört med vattenradiatorer)
- TermoDeck-system i kontoret som är energisparande såväl vinter som sommar. Sommartid utnyttjas t ex sval nattluft för att kyla stommen
- Tung stomme i fasad (tegel + betong)
- Datoriserat styr- och reglersystem

De sju första punkterna ovan är att betrakta som kombieffekten, dvs energivinsten genom att bygga ett hus med kontor, bostäder och glasgårdar.

9.6 Värmeöverföring mellan kontor, bostäder och glasgårdar (här kallad kombieffekt)

I ett tidigt skede under datorberäkningarna noterades att energiuttaget via värmepump i bostädernas glasgård utgjorde ca 75 % av gårdens totala energiförluster (se 5.2 Exempel på beräkningsresultat). Energittillskotten från bostäderna via transmissionsförluster till gården utgjorde ca 20 % av totala tillskotten och resterande 80 % fördelades relativt lika på sol och frånluft från kontor.

Eftersom vi inte har haft underlag för att i detalj studera energiflödena för kombieffekten har vi valt att utgående från datorberäkningarna och det första årets erfarenheter försöka sätta kvantitativa värden på de energiflöden som medverkar till den totalt låga energikonsumtionen.

Energiutbytet mellan kontor och bostäder via hålbjälklaget har ej kunnat utvärderas, eftersom kontoret under första året ej varit tillräckligt belastat*. Energitillskottet från kontorets frånluft har varit i samma storleksordning som det tillskott som erfordrats för uppvärmning av tilluften under dagtid, varför ej heller denna post medtagits. Den merenergi gentemot konventionell bebyggelse som kommit bostäder och kontor tillgodo via gårdarna har vi bedömt vara:

Sol**	ca 40 000 kWh/år
Lägre transmission och läckage	ca 60 000 "
Tillskott från undercentral och fläktrum**	<u>ca 40 000 "</u>
Summa	ca 140 000 kWh/år

* Datorberäknat till ca 16 000 kWh/år

** Nyttiggjord energi via värmepump

Den energibesparing som vi således uppskattar att kombieffekten ger är $140\,000/6\,610 = 21$ kWh/m² och år.

9.7 Växter i gårdar

Erfarenheter

Glädjande nog har de vintergröna magnoliorna, som på sikt skall bli de dominerande växterna på gården, kunnat anpassa sig väl och har efter ett par säsonger växt ca en halv meter. De kommer på sikt, kanske om 10-15 år, att bli riktiga träd.

Av olika anledningar kunde en del av växterna inte levereras. De byttes mot andra arter, mestadels härstammande från kalltempererade klimat. Sett överlag kan man i efterhand konstatera att de köldhärdigare växterna haft större benägenhet att angripas av ohyra, men att de för övrigt klarat sig förvånansvärt bra. Några av ersättningsväxterna var av icke skuggtålig typ, dessa dog efter en kort tid.

Av erfarenheterna från kv Bodbetjänten kan vi lära fyra viktiga saker:

- Det är viktigt att en trädgårdsarkitekt med inriktning på inomhusmiljöer kopplas in på ett tidigt stadium i projekteringen av byggnaden. Då kan huset få en utformning som medger att växternas grundläggande krav på sin omgivning tillfredsställs
- Man måste engagera den som skall anskaffa och plantera växterna, så att de projekterade växterna kan anskaffas i tid
- Informera hyresgäster om att växterna är köldkänsliga och kan dö om dörrarna står öppna för länge under kalla perioder
- Sist, men inte minst, måste växterna få en intensiv skötsel under etableringsskedet. Man måste vara vaksam för att tidigt upptäcka skadedjursangrepp eller andra tecken på att växterna inte mår bra och omedelbart vidta lämpliga åtgärder. Efter etableringsskedet kan man bedöma omfattningen av framtida nödvändig skötsel.



Figur 9.6 Växter i gården



**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 830411-8
från Statens råd för byggnadsforskning till Stockholms stad,
stadsbyggnadskontoret, Stockholm.**

R10: 1988

ISBN 91-540-4837-0

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6708010

**Abonnemangsgrupp:
Z. Konstruktioner och material**

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

Cirkapris: 42 kr exkl moms