



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**

**R122:1979**

**Energisparprojektet  
Märsta sjukhem**

**Landets första totalstudie  
av energibesparing inom  
vårdsektorn**

**Lägesbeskrivning juni 1979**

**Mats Andersson  
N Anders Lindén  
Göte Sjöblom**

TEKNISKA HÖGSKOLAN I LUND  
SEKTIONEN FÖR VÄG- OCH VATTEN  
BIBLIOTEKET

**Byggforskningen**

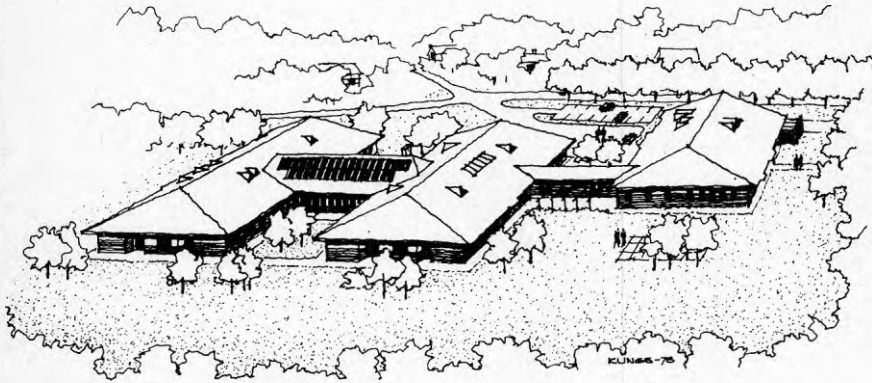
R122:1979

ENERGISPARPROJEKTET MÄRSTA SJUKHEM

Landets första totalstudie av energibesparing  
inom vårdsektorn

Lägesbeskrivning juni 1979

Mats Andersson  
N Anders Lindén  
Göte Sjöblom



Denna rapport hänför sig till forskningsanslag  
780044-7 från Statens råd för byggnadsforskning  
till Stockholms läns landsting.

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

R122:1979

ISBN 91-540-3116-8

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm



INNEHÅLL

FÖRORD	5
SAMMANFATTNING	7
1 Bakgrund	11
2 Förutsättningar	13
3 Syfte	15
4 Tidplan	17
5 Objektbeskrivning	19
5.1 Byggnadsteknik, värme och ventilation	20
5.1.1 Husdel A	22
5.1.2 Husdel B	24
5.1.3 Husdel C	26
5.1.4 Husdel D	28
5.1.5 Husdel E	30
5.1.6 Husdel G	31
5.2 Försörjningssystem	31
5.2.1 Fjärrvärme	34
5.2.2 Vatten	34
5.2.3 El	35
5.3 Tappvarmvatten	36
5.3.1 Värmeåtervinning från spillvatten	37
5.3.2 Solvärmeutnyttjande	38
5.3.3 Fjärrvärme och värmeackumulering	40
5.4 Lokaluppvärmning	41
5.5 Belysning	41
6 Energibalanser	43
7 Forskningsprojektet	45
7.1 Projektorganisation	45
7.2 Mätobjekt	47
7.2.1 Energi för lokaluppvärmning	47
7.2.2 Energi för tappvarmvatten	49
7.2.3 Användning av tappvatten	49
7.3 Mätssystemet	50
7.4 Mätvärdesinsamling	50
7.5 Mätvärdesbehandling	52
8 Utvärdering	53
9 Pågående och avslutat arbete per 1 juni 1979	55
BILAGA 1 Fasta mätpunkter	57
BILAGA 2 Datorberäkning över solfångarsystemet	65
BILAGA 3 Fotografier från byggnads-skedet	67



## FÖRORD

Stockholms läns landsting med ett befolkningsunderlag av drygt 1,5 milj inv, d v s ca 1/5 av hela landets, handhar byggande och drift av ett stort antal sjukhus och institutioner.

I juni 1977 beslöt förvaltningsutskottet att ett sjukhem i Märsta skulle projekteras som försöksanläggning för tekniskt avancerade försök med syfte att nedbringa energi- och vattenförbrukningen till högst 50 % av vad som är möjligt med tidigare teknologi, bestämmelser och praxis. Sjukhemmet beräknas vara färdigställt under vintern 1980 och tas i drift under senare delen av samma år.

I föreliggande rapport beskrivs bakgrund och målsättning, byggnads- och installationstekniska lösningar samt det mätsystem som skall installeras för att möjliggöra utvärdering av projektet.

En slutlig avrapportering med utvärdering av de skilda tekniska lösningarna avses kunna ske under 1982.

Till alla som medverkat i arbetet med denna rapport riktas ett varmt tack.

Solna, juni 1979

Mats Andersson  
N Anders Lindén  
Göte Sjöblom



## SAMMANFATTNING

Stockholms läns landstings förvaltningsutskott tillsatte i november 1975 en arbetsgrupp för framtagande av förslag till energibesparande åtgärder. Gruppen, som kom att benämnas energisparutredningen (ESU), sammanfattade sitt arbete till förvaltningsutskottet i en promemoria av den 25 februari 1977.

Utredningens förslag och planverkets energibyggnorm (SBN) har sedan resulterat i ändring av alla de tekniska normer som berör energi- och vattenhushållning i landstingets byggnader.

Vidare föreslogs att utse ett aktuellt mindre byggnadsobjekt som försöksanläggning för ytterligare energi- och vattenbesparing utöver vad som i utredningen rekommenderats.

I juni 1977 beslöt förvaltningsutskottet att Märsta sjukhem skulle projekteras som försöksanläggning för avancerad energi- och vattenhushållning. Fastighetskontoret uppdrog åt en konsultgrupp bestående av Allmänna Ingenjörskontoret AB, Elektriska Prövningsanstalten AB och Paul Peterson konstruktionsbyrå AB att i samråd med sjukhemmets arkitekt Bosta Larsson Petersen Arkitektkontor AB utföra projekteringen.

Märsta sjukhem, avsett för långtidsvård, består av en enplansanläggning med 48 vårdplatser. Anläggningen har en volym på ca 17 500 m<sup>3</sup> och består dels av en H-formad vårdbyggnad och dels av en försörjningsbyggnad innehållande centralkök, förråd, personalutrymmen, kontor, skyddsrum etc.

Vårdbyggnadens utformning med fyra närmast identiskt lika enheter med 12 patienter i varje enhet medger möjligheter att inom en och samma anläggning jämföra olika energibesparande metoder. Avsikten är att variera bygg- och installationsystemen för att därigenom kunna bedöma hur funktion, energianvändning, byggkostnad m m påverkas.

Vårdbyggnadens fyra husdelar är byggnadstekniskt i huvudsak uppdelade efter varierande värmekapacitet. En husdel byggs med tung stomme av betong enligt landstingets gällande praxis och isoleras enligt kraven i SBN. Två husdelar byggs med s k halvtung stomme, men isoleras så att bättre k-värden erhålls än de som rekommenderas i SBN. Den fjärde husdelen ges en helt lätt konstruktion med ringa värmekapacitet men med extremt god värmeisolering.

Uppvärmningen kommer till största delen att ske med luftburen värme, d v s med övervärmad tilluft. Endast i en husdel provas radiatorer. Uppvärmningen av uteluften sker i första hand vid värme-

växling med frånluft. Ytterligare värmning av tilluften sker i värmevattenbatterier. För två husdelar sker slutlig temperaturreglering lokalt med eleftervärmare. För en husdel kommer ett system med fönster som solfångare och korttidslagring av värme i byggnadsstommen att prövas. I försörjningsbyggnaden återvinns värme från kylkompressorer för värmning av tilluft.

Ventilationen sker på konventionellt sätt med fläktstyrd till- och frånluft, typ TF, via centralt placerade ventilationsaggregat. I dessa sker dels värmväxling mellan från- och tilluft, dels filtrering och vid behov eftervärmning av tilluften. I vissa fall finns lokala eleftervärmningsbatterier enligt ovan.

För att reducera energianvändningen vid uppvärmning av tappvarmvatten värmväxlas spillvatten med inkommande kallvatten. Detta sker i en värmväxlare av ny typ som arbetar efter den s k värmrörsprincipen. Ytterligare energitillskott till tappvarmvatten erhålls från ett solfångarsystem om 72 m<sup>2</sup> solfångare i kombination med en värmepump.

I syfte att hushålla med vatten kommer skilda typer av vattensnåla armaturer att installeras i de olika husdelarna och tappvarmvattentemperaturen maximeras till 40°C. I en husdel provas även snålspolande toalettstolar.

Elenergi används till viss del för eftervärmning men energiuttaget minimeras. Huvudelledningar har med hänsyn till förluster dimensionerats något grövre än praxis. Till belysning används i huvudsak lysrör där armaturerna förses med reflektorer och lågförlustreaktorer. Belysning och färgsättning har planerats tillsammans. Manövrering av belysningen sker till stor del automatiskt över tidur och ljusrelä.

De olika tekniska lösningarna skall utvärderas med avseende på funktion, energibesparing och ekonomi. Mätdata från parametrar med inverkan på energianvändningen insamlas kontinuerligt under 1-2 års tid för uppställande och analys av energibalanser över husdelar och enskilda komponenter. För insamlingen av mätdata installeras ca 250 mätgivare i anläggningen. Mätdata överförs via det allmänna telefonnätet till mätcentralen vid Tekniska högskolan i Stockholm för behandling.

Finansieringen av forskningsprojektet sker delvis genom bidrag från Byggeforskningsrådet, BFR. Ett första anslag för planering av mätprojekt, inköp av mätgivare, kablage etc har erhållits 78-04-26. De merkostnader för själva byggprojektet som förorsakats av forskningsverksamheten bestrids av landstinget. Detsamma gäller även kostnader för apparater som idag ej är direkt lönsamma, extra

projekteringsarbete på grund av dessa samt landstingets egen personals arbete.

Sjukhemmet beräknas vara färdigställt under vintern 1980 och tas i drift senare under samma år. En slutlig avrapportering med utvärdering av de skilda tekniska lösningarna avses kunna ske under 1982, men vissa delresultat torde kunna publiceras under hösten 1980.

Resultat och erfarenheter skall kunna användas av landstinget vid såväl ny- som ombyggnadsverksamhet av sjukhus och andra byggnader.





## 1 BAKGRUND

Stockholms läns landstings förvaltningsutskott tillsatte i november 1975 en arbetsgrupp för framtagande av förslag till energibesparande åtgärder. Gruppen, vilken kom att benämnas energisparutredningen, ESU, har varit sammansatt av representanter för bl a de byggande förvaltningarna, lokaltrafiken och de fackliga organisationerna. Syftet med utredningen var att följa upp de aktiviteter som genomfördes inom och utom landstinget mot bakgrund av den s k oljekrisen 1973-74. Gruppen har vidare haft direktiv att framlägga förslag till konkreta åtgärder som syftar till energibesparing inom landstinget.

Arbetsgruppen skulle bl a utarbeta förslag till normer avseende inomhustemperatur, ventilation, belysning m m för olika verksamhetsområden. Eftersom landstingets byggnader till stor del är avsedda för vård av sjuka, gamla och handikappade måste högre krav ställas på klimat och hygien än för friska människor. Detta innebär att Svensk Byggnorm, SBN 75, med dess komplement om energihushållning inte alltid är tillämplig inom alla områden. Hälso- och sjukvårdsnämnden har därför utformat egna normer för byggnadselement, värme- och ventilationssystem; sanitära installationer etc.

I en promemoria av den 25 februari 1977 föreslog ESU förvaltningsutskottet att besluta att rekommendera landstingets nämnder och bolag att snarast genomföra de åtgärder som ESU föreslog.

Utredningen föreslog bl a

att de tekniska normer eller andra bestämmelser om energiförbrukning i landstingets fastigheter, som har beslutats eller kommer att beslutas i hälso- och sjukvårdsnämnden och/eller fastighetsnämnden, skall gälla för samtliga landstingets nämnder,

att i hälso- och sjukvårdsnämnden fattade beslut avseende åtgärder i energi- och vattenbesparande syfte skall gälla inom hela landstingsområdet i nedanstående avseenden:

- Luftbefuktning och luftkylning för komfortändamål slopas.
- Mängden ventilationsluft halveras jämfört med tidigare praxis.
- Ventilation skall ske endast under tid då verksamhet pågår.
- Sänkning av temperaturen till 22 - 23°C i vårdlokaler och 20°C i administrationslokaler.

- Sänkning av varmvattentemperaturen till 40°C.
- Generellt förbud mot bevattning av gräsmattor.
- Stängning av fontänenläggningar som är anslutna direkt till tappkallvatten.

Vidare föreslogs att utse ett aktuellt mindre byggnadsobjekt som försöksanläggning för ytterligare energi- och vattenbesparing utöver vad som i utredningen i övrigt rekommenderas.

Det konstaterades därvid att objektet blir dyrare att bygga och att det också kommer att ta längre tid att projektera. Det måste emellertid anses så värdefullt att få det extra kunnande och den erfarenhet som ett sådant försök med besparing av energi och vatten ger, att denna kostnad och tidsförlängning väl kan motiveras.

I juni 1977 beslöt förvaltningsutskottet att Märsta sjukhem skulle projekteras som försöksanläggning för tekniskt avancerade försök med syfte att nedbringa energi- och vattenförbrukningen till högst 50 % av vad som är möjligt med tidigare teknologi, bestämmelser och praxis. Åt landstingets fastighetskontor, FAK, uppdrogs att genomföra den tekniska projekteringen. Programhandlingar, layout och den arkitektoniska utformningen var då redan framtagna genom hälso- och sjukvårdsnämndens försorg och fastighetskontoret uppdrog åt en konsultgrupp bestående av

Allmänna Ingenjörbyrå AB, AIB

Elektriska Prövningsanstalten, ELPA

Paul Peterson Konstruktionsbyrå AB

att i samråd med sjukhemmets arkitekt

Bosta Larsson Peterson Arkitektkontor AB, BLP  
utföra projekteringen.

## 2 FÖRUTSÄTTNINGAR

Förutom fastlagd layout, arkitektonisk utformning och planlösning, fick konsultgruppen vissa direktiv att arbeta efter:

- Skilda tekniska lösningar och olika resursbesparande installationer skall provas.
- Återluft eller forcerad ventilation får ej förekomma.
- Anläggningen skall utformas så att den kan skötas av ordinarie driftpersonal.
- Resultat från detta objekt skall kunna användas såväl vid landstingets befintliga sjukhus som andra byggnader och vid nybyggande.
- Energilönsamhetskalkyler skall baseras på det dubbla för varje tillfälle gällande energipriset. Primärt gäller dock att pröva energibesparande lösningar varför lönsamhet ej behöver redovisas.



## 3 SYFTE

Märsta sjukhem skall vara ett pilotobjekt för energisparande, där anläggningen utifrån en fastlagd layout projekteras med skilda bygg- och installationstekniska lösningar.

De olika tekniska lösningarna skall utvärderas med avseende på funktion, energibesparing och ekonomi. Mätdata från parametrar med inverkan på energianvändningen insamlas kontinuerligt under 1-2 års tid för uppställande och analys av energibalanser över husdelar och enskilda komponenter.

Resultat och erfarenheter skall kunna användas av landstinget vid såväl ny- som ombyggnadsverksamhet av sjukhus och andra byggnader.



## 4 TIDPLAN

Tidplanen för forskningsprojektet har lagts upp med utgångspunkt från byggprojektets tidplan. I nu gällande tidplan planeras sjukhemmet vara färdigställt i januari 1980. Vid denna tidpunkt är dock anläggningen ej helt klar för inflyttning. Denna beräknas ske först under 2:a eller 3:e kvartalet 1980.

Forskningsprojektet är uppdelat på fyra skeden:

- Skede 1 Planering
- 2 Installation av mätutrustning
- 3 Genomförande
- 4 Utvärdering

Hitintills har arbetsinsatserna koncentrerats till skede 1, men skede 2 har dock påbörjats. I sammanställningen nedan redovisas omfattningen av de olika skedena och när de beräknas vara slutförda.

#### Skede 1 - Planering

Inventering och genomgång av liknande forskningsprojekt.

Definition av projektets omfattning och innehåll.

Planering av mätprojektet.

Teknisk projektering av mätutrustning, upphandlingsunderlag för mätgivare och installationer.

Datateknisk planering, standard-, special- och kontrollprogram.

Mätrutiner och felanalyser.

I stort sett är allting enligt ovan genomfört utom den datatekniska planeringen, vilken beräknas vara slutförd under december 1979.

#### Skede 2 - Installation av mätutrustning

Upphandling.

Monterings- och installationsarbeten.

Intrimning.

Upphandlings- och installationsarbeten har påbörjats. Den huvudsakliga installationen av mätutrustningen kommer att starta i slutet av 1979 och vara slutförd under februari 1980.

### Skede 3 - Genomförande

Revidering av energibalansberäkningar.

Kortare delstudier av detaljobjekt.

Testning av mätrutiner.

Kontinuerliga mätningar under 1-2 år,  
bevakning av registrerade mätvärden.

Inneklimatmätningar under vinter, vår/  
höst och sommar.

Intervjuundersökning, klimat och funk-  
tion.

Sammanställning av erfarenheter från  
byggskedet, kostnader och utföranden.

Skede 3 beräknas påbörjas under våren 1980, men de kontinuerliga mätningarna kan ej igångsättas förrän sjukhemmet tas i drift. Vid en senareläggning av idrifttagandet kommer mer tid att kunna ägnas åt studier av enskilda komponenter. 1-2 år efter det att de kontinuerliga mätningarna har startats beräknas tillräcklig mängd mätdata ha insamlats.

### Skede 4 - Utvärdering

Bearbetning av mätdata från delstudier.

Redovisning av resultat från delstudier.

Bearbetning av data från de kontinuerliga  
mätningarna, jämförelser och slutsatser.

Redovisning och avrapportering.

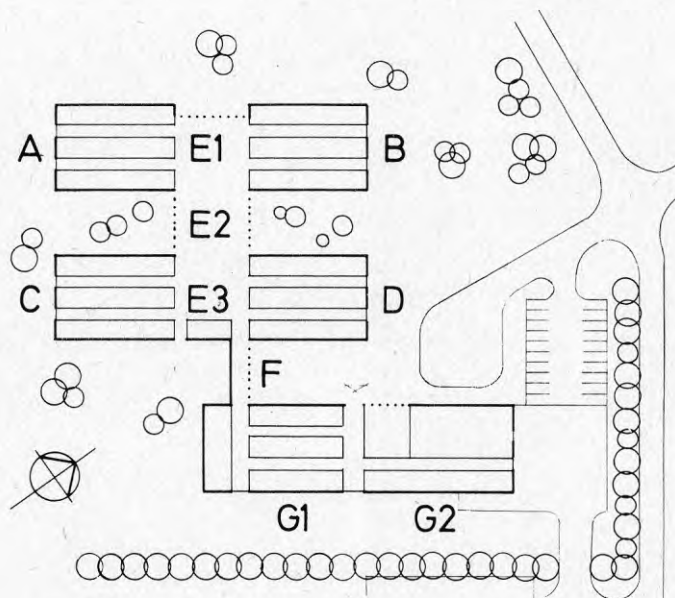
Förslag till eventuellt fortsatt utred-  
ningsarbete.

Bearbetning och redovisning av resultat från de inledande delstudierna beräknas kunna ske under slutet av 1980. För de kontinuerliga mätningarna kommer en bearbetning av insamlade mätdata att ske parallellt med mätningarna. En slutlig avrapportering med utvärdering av de skilda tekniska lösningarna beräknas till halvårsskiftet 1982.



## 5 OBJEKTBESEKRVNING

Märsta sjukhem, avsett för långtidsvård, består av en enplansanläggning med 48 vårdplatser. Anläggningen har en volym på ca 17 500 m<sup>3</sup> och består dels av en H-formad vårdbyggnad och dels av en försörjningsbyggnad innehållande centralkök, förråd, personalutrymmen, kontor, skyddsrum etc.



Figur 1. Planlösning

Patientrummen ligger orienterade mot fasaderna medan de centrala delarna inrymmer toaletter, tvättrum, förråd m m. Vårdavdelningarna, betecknade A, B, C och D och vardera avsedda för 12 patienter, innehåller totalt 42 en-patientrum, 2 två-patientrum och 2 isoleringsrum.

Vårdavdelningarna förbinds med en mellanliggande husdel E uppdelad i tre delar: dagrum, matrum och terapiavdelning. Till denna del hör även expeditioner för sköterska och läkare, rum för hår- och fotfärd, telefonhytter etc. Dagrummet är försedd med öppen spis och TV.

Medelst ett galleri, F, förbinds vårdbyggnaden med försörjningsbyggnaden G. Denna del är i sin tur uppdelad i två sammanbyggda enheter G<sub>1</sub> och G<sub>2</sub>. G<sub>1</sub> innefattar entré, kontorsutrymmen för föreståndare, vaktmästare etc. jämte förråds- och personalutrymmen samt gymnastiksal med tillhörande behandlingsrum. G<sub>2</sub> inrymmer kök med biutrymmen, personalmatsal samt skyddsrum.

Under husdelarna E, F och G löper en kulvert i huvudsak avsedd för kanalisering av rörledningar och el-kablar. Västra delen under E är utvidgad till apparatrum för inrymmande av utrustning för värme- och vattenförsörjning som ackumulatorer, värmeväxlare, pumpar etc. samt apparatskåp för elutrustningen.

På vindarna till husdelarna A, B, C, D, E<sub>1</sub> resp. G<sub>1</sub> anordnas fläktrum med till- och frånluftsfלקtar, värmeväxlare, eftervärmningsbatterier m m.

I den efterföljande beskrivningen av anläggningen beskrivs byggteknik, värme- och ventilation husdel för husdel. Därefter följer en beskrivning av försörjningssystem för värme, tappvatten, ventilation etc.

### 5.1 Byggnadsteknik, värme och ventilation

Vårdbyggnadens utformning med fyra närmast identiskt lika enheter med 12 patienter i varje enhet medger möjligheter att inom en och samma anläggning jämföra olika energibesparande metoder. Avsikten är att variera bygg- och installationssystemen för att därigenom kunna bedöma hur funktion, energianvändning, byggkostnad m m påverkas.

De olika byggnadsdetaljernas utformning har mer eller mindre stor betydelse för energihushållning och klimat inom en byggnad. Sålunda har strävats efter att utföra isoleringen så effektiv, att praktiskt taget fullständig värmebalans erhålls, d v s att värmeavgivningen från människor, belysning, värmeförande ledningar och värmeavgivande apparater täcker värmebehovet. Vidare har stor vikt lagts vid att utforma klimatskärmen optimalt tät för att nedbringa menlig inverkan av den s k ofrivilliga ventilationen.

Vårdbyggnadens fyra husdelar A-D är byggnadstekniskt i huvudsak uppdelade efter varierande värmekapacitet. Husdel A har stomme av betong vilket ger hög värmekapacitet, medan isoleringen följer kraven enligt SBN. Husdelarna B och C är av s k halvtung konstruktion med lägre värmekapacitet än husdel A, men med isolering som ger bättre k-värden än vad som krävs i SBN. Husdel D blir av helt lätt konstruktion med ringa värmekapacitet men med extremt god värmeisolering.

Lätta konstruktioner med värmeisolering utöver SBN 75 medför att värmemagasineringsen blir väsentligt mindre än i de betong- och tegelkonstruktioner som är landstingets rådande praxis. Detta innebär att dämpningen av temperatursvängningarna minskar och att fönstren kommer att svara för en stor del av den termiska störningen från rådande uteklimat. Man får alltså större variationer i den kännbara

rumstemperaturen vid värmebelastningar. Av avgörande betydelse för komforten är att sommar som vinter hålla värmeströmmen genom fönstren vid ett minimum, och på så sätt reducera verkan av svängningar i utetemperaturen och solinstrålningen. Fyra olika fönsterkonstruktioner kommer därför att provas i vårdbyggnadens fyra husdelar.

Väggkonstruktionerna har utförts med stor noggrannhet så att god täthet erhålls. Olika typer av ångspärrar som t ex betong och tjock våningshög plastfolie med tejpade skarvar provas. God täthet runt fönster erhålls med hjälp av expanderande polyuretanskum och elastisk fogmassa. Takfotsdetaljerna utformas så att de är arbetstekniskt lätta att utföra samt så att isoleringen vindskyddas. Vindskydd utförs med gipsskivor, träfiber-skivor eller hård mineralull.

Uppvärmningen kommer till största delen att ske med luftburen värme, d v s med övervärmad tilluft. Endast i husdel A provas radiatorer. Uppvärmningen av uteluften sker i första hand vid värmeväxling med frånluft. Ytterligare värmning av tilluften sker i värmevattenbatterier. För husdelarna B, D och G sker slutlig temperaturreglering lokalt med eleftervärmare. För husdel C kommer ett system med fönster som solfångare och korttidslagring av värme i byggnadsstommen att prövas. I försörjningsbyggnaden återvinns värme från kylkompressorerna för värmning av tilluft.

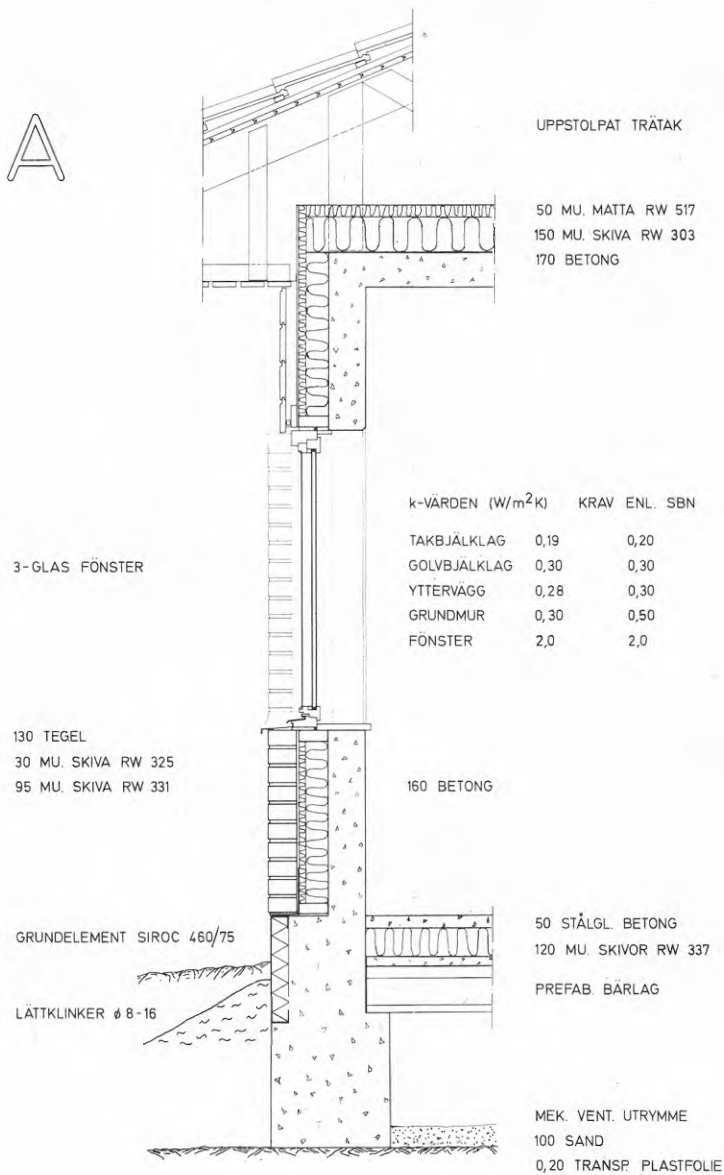
Ventilation sker på konventionellt sätt med fläktstyrd till- och frånluft, typ TF, via centralt placerade ventilationsaggregat. I dessa sker dels värmeväxling mellan från- och uteluft, dels filtrering och vid behov eftervärmning av tilluften. I vissa fall finns lokala eleftervärmningsbatterier i patientrummen.

Erforderlig utrustning för styrning och reglering av ventiler, spjäll etc ingående i de värme-, vatten- och ventilationstekniska anläggningarna består till största delen av konventionell utrustning.

Styrning av de i husdel A installerade värmevattenradiatorerna sker med påmonterade, direktverkande termostatventiler, vilket även gäller för de i samma husdel befintliga el-radiatorerna. De i husdelarna B, D och G installerade el-eftervärmarna vid tilluftsdonen styrs med rumstermostater för två-lägesreglering.

Följande beskrivning av byggnadsteknik, värme och ventilation görs husdel för husdel med påpekande av betydelsefulla skillnader.

## 5.1.1 Husdel A



Figur 2. Tvärsnitt husdel A

Husdel A har valts som referensdel och är konstruerad enligt landstingets hittills tillämpade praxis, d v s med en tung stomme.

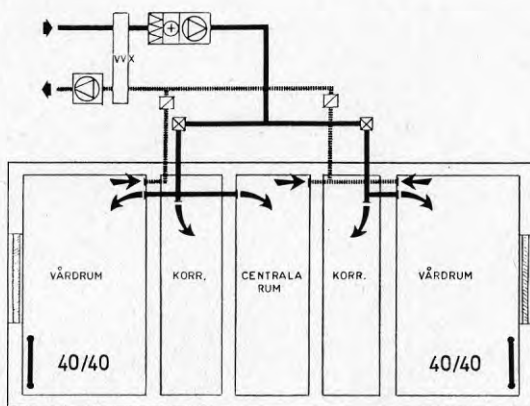
Stommen består av bärande ytter- och innerväggar samt vindsbärlag av platsgjuten betong medan golvbärlag utförs av prefabricerade betongbalkar och -plattor. På detta sätt erhålls en hög värmekapacitet, vilket ger en utjämning av temperaturvariationerna över dygnet.

Isoleringen består av mineralullsskivor i såväl ytterväggar som vinds- och golvbärlag med en tjocklek som ger k-värden i överensstämmelse med SBN (k-värden i figuren).

Fönstren utförs av 3-glas i kopplade bågar med ytterruta av maskinglas och innanför detta ett isolerglas med dubbla rutor.

Uppvärmningen sker med radiatorer placerade under fönstren. För sex av fasadrummen används el som värmebärare och för övriga fasadrum används värmevatten. Både vatten- och elradiatorer är termostatreglerade. De centrala delarna av husdelen värms med luft som värmebärare.

Ventilationen är dimensionerad enligt landstingets normer och praxis med förvärmad och filtrerad uteluft samt frånluft. Frånluften värmeväxlas med uteluft i en roterande regenerativ värmeväxlare.

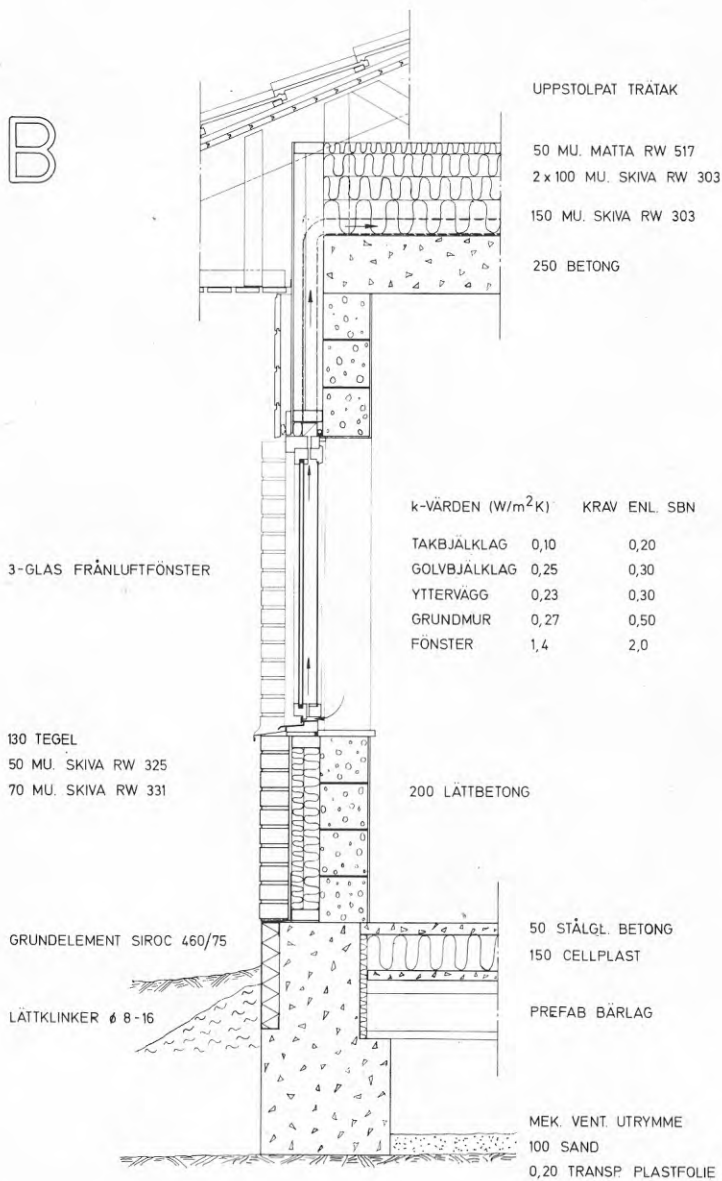


Figur 3. Ventilation, husdel A [ $\text{m}^3/\text{h}$ ]

För husdel B gäller att värmekapaciteten är lägre än för husdel A då betongen ersatts med lättbetong. I övrigt är husdelen konstruerad med lägre k-värden än vad som rekommenderas i SBN.



## 5.1.2 Husdel B



Figur 4. Tvärsnitt husdel B

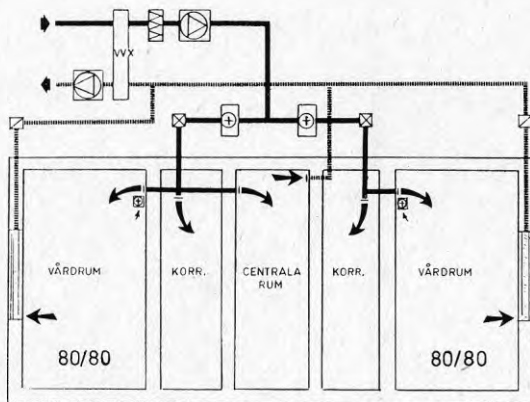
Stommen består av bärande ytterväggar av lättbetong samt korridorpelare, golv- och takbärlag av plattsgjuten betong. De rumsskiljande väggarna består av dubbla lättbetongelement med mellanlägg av mineralull.

Isoleringen i ytterväggar och takbärlag består av mineralull. Golvet är isolerat med cellplast mellan golvbärlaget och överbetongen. Isoleringen har dimensionerats så att k-värden lägre än SBN erhålls.

Fönstren utgörs av s k frånluftsfönster med 3-glas. Frånluften tvingas passera genom fönstret, mellan ytter- och innerrutan, för att sommartid ta upp största delen av den värmeenergi som bildas i fönstret när solstrålarna träffar persiennen, och vintertid för att värma inre glasets och därigenom eliminera kallraset och minska "kallstrålningen" från fönstret. Förutom att ett bättre termiskt klimat erhålls reduceras värmebehovet samtidigt som rummets vistelsezon utökas.

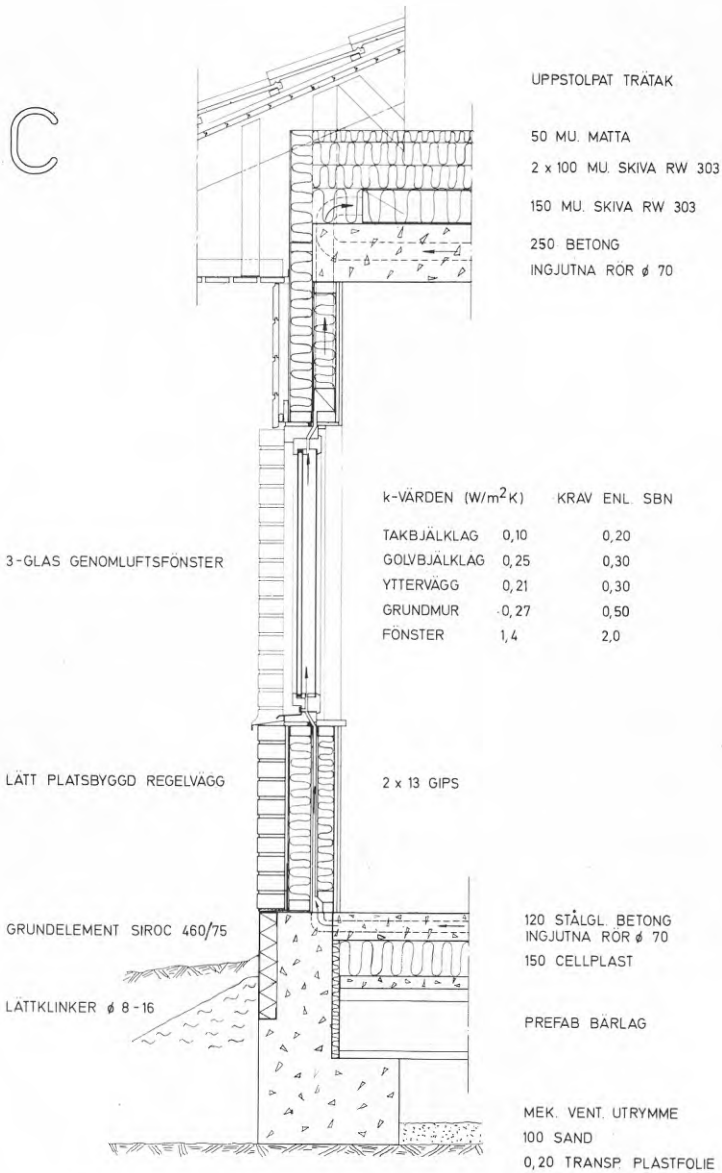
Uppvärmningen sker enbart med övervärmad tilluft, varför radiatorer saknas. Tilluften värms fasadvis med värmevattenbatterier. Rumstemperaturen i vådrummen regleras lokalt med eleftervärmare placerade i anslutning till tilluftsdonen. Jämn rumstemperatur erhålls genom luftens rörelse mot fasadzonen där den bortförs genom frånluftsfönstren.

Ventilationen är i stort sett dimensionerad på samma sätt som för husdel A, men ventilationsluftmängderna för vådrummen är större än i husdel A på grund av dess betydelse som värmebärare. Tilluften tillförs lokalerna genom kanaler i korridorernas undertak och tilluftsdonen är placerade i vägg mot korridor. Frånluften bortförs via frånluftsfönstren och förs vidare till en rekupe-rativ plattvärmväxlare.



Figur 5. Ventilation, husdel B [ $\text{m}^3/\text{h}$ ]

## 5.1.3 Husdel C



Figur 6. Tvärsnitt husdel C



Värme kapaciteten för husdel C är lägre än för både husdel A och B genom att ytterväggarna är av en lättare konstruktion. För uppfångande av korttidslagring av solenergi används s k genomluftsfönster med plåtkanaler ingjutna i vinds- och golvbärlag (STU-projekt 74-4025).

Sedan förvintern 1979 pågår utprovning av ett nära nog identiskt system vid institutionen för byggnadskonstruktionslära vid Tekniska högskolan i Lund. Några resultat föreligger dock ännu ej.

Stommen består av vindsbärlag och pelare av platsbyggnadsgjuten betong, s k pelardäck. Golvbärlagen utgörs av prefabricerade betongbalkar och -plattor med platsbyggnadsgjuten överbetong. Ytterväggarna utförs platsbyggda av dubbel gipsregelvägg med mellanliggande luftspalt och isolering samt utvändigt tegelbeklädnad.

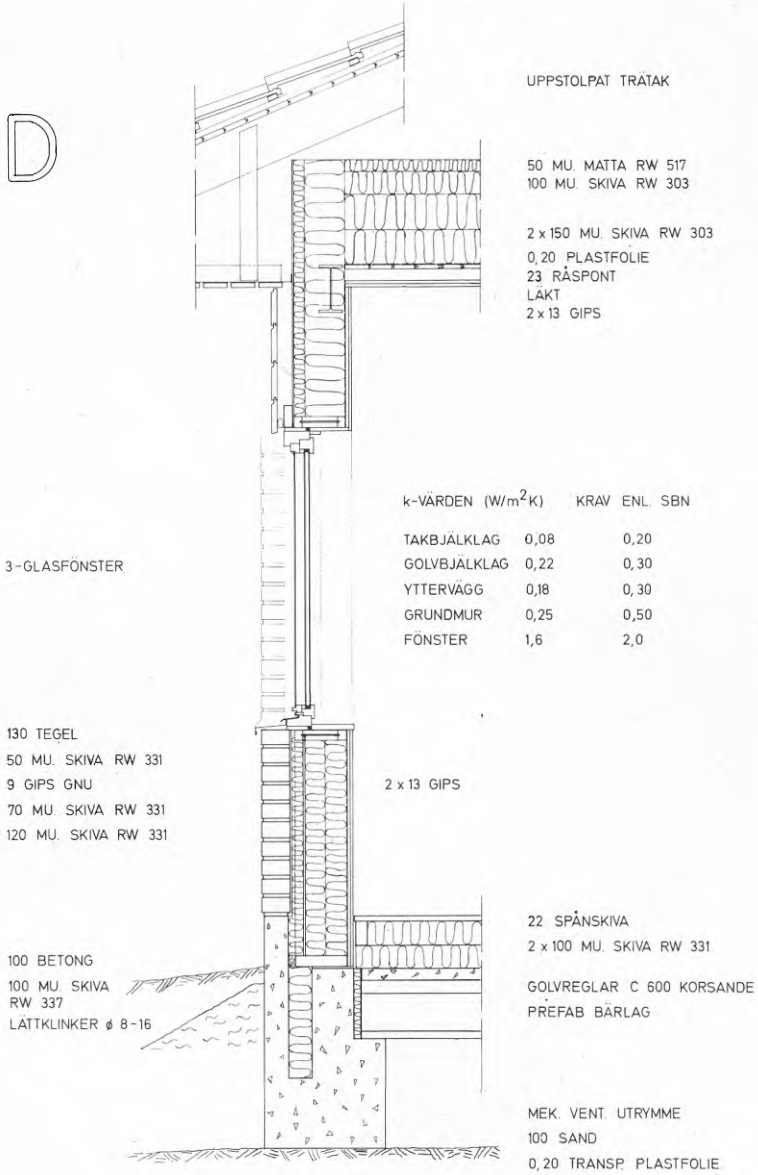
Isoleringen i ytterväggar och takbärlag består av mineralull. Golvet isoleras med cellplast mellan golvbärlag och överbetong. Tjockleken av isoleringen väljs så att k-värden lägre än de i SBN angivna erhålls.

Fönstren är uppbyggda på i princip samma sätt som frånluftsfönstren i husdel B men har annan funktion. Luft leds genom spalten mellan isoler- och maskinglasen från i golv ingjutna kanaler och till kanaler på vinden för återcirkulation till ventilationsaggregatet. Fönstrens främsta funktion från energisynpunkt är som solfångare med luft som värmebärare, men de har samma klimatfördelar som frånluftsfönstren.

Uppvärmningen sker uteslutande med luft som värmebärare. En cirkulerande luftström leds genom luftspalter i ytterväggarna och vidare genom genomluftsfönstret där luften vid solinstrålning upptar värme. Den uppvärmda luftströmmen leds sedan vidare i de i golv och tak ingjutna kanalerna för korttidslagring av värme. Rumstemperaturen kan på så sätt bestämmas genom reglering av yttemperaturen på golv och tak. Systemet kan sålunda lagra värme från dag till natt alternativt kyla från natt till dag. Erforderlig tillsatsvärme erhålls via värmepump och batterier i och vid ventilationsaggregatet på vinden.

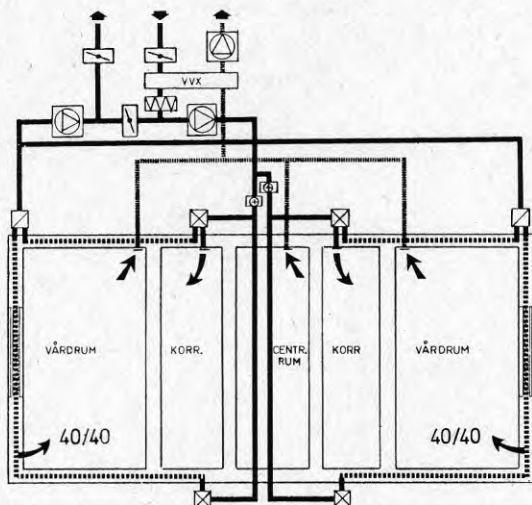
Ventilationen sker med samma luftflöden som för husdel A då uppvärmningen av rummen sker med de värmeöverförande ytorna i golv och tak. En del av den cirkulerande luftströmmen tillförs rummen genom tilluftsdon placerade under fönstren. Från luften bortförs genom don i vägg mot korridor. Den cirkulerande luften från genomluftsfönstren och takbärlaget sammanförs och leds till ventilationsaggregatet. I en blandningskammare före aggregatet tillförs uteluft som kompensation för

## 5.1.4 Husdel D



Figur 8. Tvärsnitt husdel D

frånluften. Frånluften värmeväxlas med uteluften i en roterande regenerativ värmeväxlare.



Figur 7. Ventilation husdel C [ $\text{m}^3/\text{h}$ ]

Husdel D har på grund av byggnadskonstruktionen mycket låg värmekapacitet och kan anses vara helt lätt. För att reducera transmissionsförlusterna har denna husdel relativt de andra ytterligare förstärkt isolering.

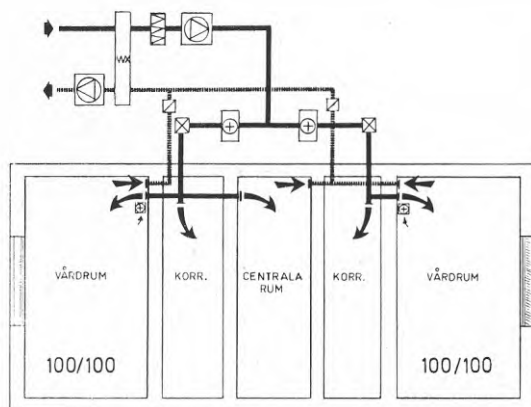
Stommen består av bärande trätakstolar på stålpelare. Golvbärlaget är utfört av prefabricerade balkar och plattor av betong medan ytterväggarna är av gipsskivor på masonitreglar och utvändigt beklädda med tegel. Mellanväggarna består av gipsskivor på regler av metallprofiler.

Isoleringen har ökats ytterligare jämfört med husdelarna B och C och utgörs av mineralull i ytterväggar och takbärlag, samt av cellplast i golvbärlaget.

Fönstren består av ett maskinglas och innanför detta en isolerruta med två glas i kopplade bågar. För att minska k-värdet är isolerrutan fylld med en argon-luftblandning. Vidare är glaset försedd med ett speciellt ytskikt som minskar värmeutstrålningen.

Uppvärmningen sker enbart med övervärm� tilluift som värmebärare, på samma sätt som för husdel B.

Ventilationen är i stort sett dimensionerad och utförd på samma sätt som i husdel B. Frånluften värmeväxlas med uteluften i en roterande regenerativ värmeväxlare.



Figur 9. Ventilation husdel D [ $\text{m}^3/\text{h}$ ]

#### 5.1.5 Husdel E

Husdel E har liten ytterväggyta i förhållande till golvytan eftersom den gränsar till och sammanbinder husdelarna A-D och är liksom husdel A konstruerad med utgångspunkt från landstingets nuvarande normer och praxis.

Stomme. Takbärlag för E1 och E3 består av platsgjuten betong och för del E2 av limträbalkar. Golvbärlaget är utfört av dels platsgjuten betong, dels prefabricerade betongbalkar och-plattor. Ytterväggen består av gipsskivor på träreglar.

Isoleringen utgörs av mineralull i takbärlag och väggar och av cellplast i golvbärlag. Dimensionerna är valda enligt SBN.

Fönstren utgörs dels av frånluftsfönster lika dem i husdel B, dels på sydostfasaden av konventionella 3-glasfönster i kopplade bågar.

Uppvärmningen sker uteslutande med luft som värmebärare, d v s övervärmad tilluft.

Ventilationen sker på liknande sätt som för övriga husdelar, d v s med förvärmad och filtrerad tilluft. Tilluften leds genom kanaler ovan vindsbärlaget och tillförs lokalerna medelst takdiffusorer. Frånluften bortförs genom frånluftsfönstren eller, i perifera delar, genom don placerade i tak. Frånluften värmeväxlas med uteluften i en roterande regenerativ värmeväxlare.

### 5.1.6 Husdel G

Vid konstruktionen av denna husdel, den s k försörjningsdelen, har, som för delarna A och E, landstingets nuvarande normer och praxis tillämpats.

Stommen är utförd med ytterväggar, pelare och takbärlag av platsgjuten betong. Takbärlaget är utformat som pelardäck. Golvbärlaget är utfört dels av platsgjuten betong, dels av prefabricerade betongbalkar och -plattor. Mellanväggarna består delvis av platsgjuten betong, delvis av gipsskivor på metallprofiler.

Isoleringen i ytterväggar och takbärlag är av mineralull. I golvbärlaget används cellplast och när det gäller platsgjuten betong av lättklinker. Dimensionerna är valda enligt SBN.

Fönstren utgörs av konventionella 3-glasfönster.

Uppvärmningen sker uteslutande med luft som värmebärare. Tilluften till del G2 värms först i ett batteri med värme från kylkompressorerna för att slutvärmas i värmevattenbatterier. I vissa lokaler finns eleftervärmare för individuell reglering av rumstemperaturen.

Ventilationen sker som i övriga husdelar med förvärmad filtrerad uteluft samt regenerativ värmväxling mellan från- och uteluft. Från kökslokaler, G2, bortförs frånluften genom spiskåpor och imhuvar med separat frånluftfläkt. Under den tid som köket ej används finns möjlighet till cirkulationskörning av luften, dock via separata frånluftsdon och -kanaler.

### 5.2 Försörjningssystem

Den under de senaste årtiondena ökande vattenförbrukningen i samhället har hitintills inte rönt någon större uppmärksamhet, dels för att vatten har varit en billig förnödenhet, dels för att Sverige har god tillgång till bra vatten. Det har också ansetts att vattenförbrukning står i relation till hygien och en ökad sådan anses naturligtvis fördelaktigt från olika synpunkter. Merparten av ökningen av vattenförbrukningen har med stor säkerhet legat på varmvattensidan.

Landstingets totala förbrukning av vatten uppgår för närvarande till omkring 5-6 milj. m<sup>3</sup> per år. Den genomsnittliga förbrukningen av vatten vid hälso- och sjukvårdsnämndens anläggningar uppgår till 1 m<sup>3</sup> per patient och dag. Förbrukningen varierar dock kraftigt mellan olika anläggningar och det kan konstateras att den är väsentligt högre vid nya, moderna anläggningar än vid äldre.



I och med den långtgående reningen av avloppsvattnet, som av miljöskäl är nödvändig, har vattenkostnaden ökat väsentligt. Den sammanlagda kostnaden för landstingets kallvattenförbrukning under 1976 var ca 18 milj kronor. För förbrukaren är dock inte den vattenkostnad som vattenleverantören debiterar den enda kostnaden. Allt vatten från nätet värms upp antingen indirekt av byggnadens rumsvärme eller direkt för rengöring och tvättning.

Punktvisa mätningar av vattentemperaturer har utförts. Av dessa mätningar framgår, att temperaturen på ingående kallvatten genomsnittligt är 9°C. Medeltemperaturen på utgående spillvatten är under dagtid ca 30°C och under nattetid ca 20°C. De högsta uppmätta temperaturerna ligger omkring 50°C och avser en av de äldsta anläggningarna. 1976 beräknades den slutliga kostnaden för 37-gradigt vatten till ca 6 kr/m<sup>3</sup>. Det finns alltså goda skäl att försöka minska vattenförbrukningen och samtidigt därigenom automatiskt göra energibesparingar.

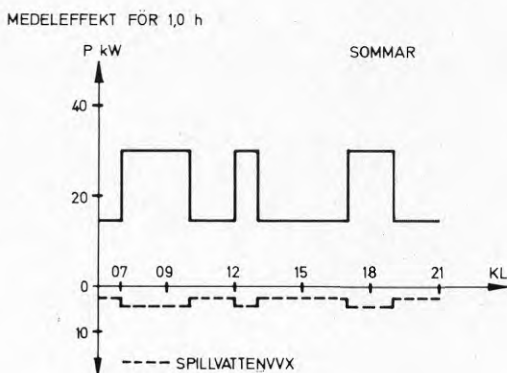
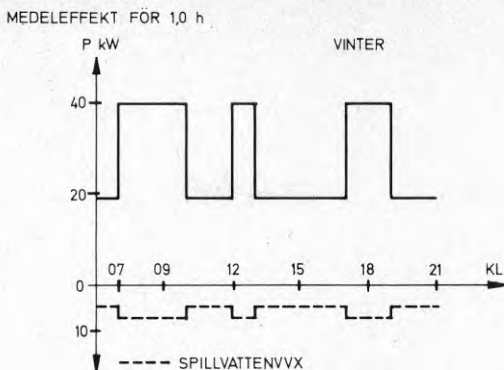
Med hänsyn till de höga hygieniska kraven inom vårdområdet är behovet av såväl kall- som tappvarmvatten stort. Vissa åtgärder som t ex duschning i stället för badning av patienter, installation av snålspolande armaturer etc torde ge en god besparingseffekt.

Vidare kan värmeåtervinning ur spillvatten från diskmaskiner och bäckenspolos ge ett bidrag till kallvattenuppvärmningen. En begränsning av vattentemperaturen till 40°C medför också en besparing av både vatten och energi. Samtidigt kan stora vattenmängder sparas om väntetiden vid tappstället understiger den tid som normerna anger till 10 sek.

Dessa och övriga åtgärder föreslås av ESU och bedöms på sikt kunna minska vattenkonsumtionen med ca 20 % och värmeåtgången med ca 5-10 %.

I Märsta sjukhem provas de åtgärder som ESU föreslår för att minska vattenförbrukningen och därigenom också energianvändningen.

Kallvatten som används i anläggningen kommer att värmeväxlas med spillvatten och på så sätt förvärmas innan det värms till tappvarmvatten. Vidare har det ansetts intressant att söka erfarenheter från utnyttjande av solenergi. För detta ändamål installeras solfångare på taket till mat- och dagrumsdelen. Solvärmens används för uppvärmning av tappvarmvatten med hjälp av en värmeväxlare och/eller en värmepump. Erforderlig slutuppvärmning sker med fjärrvärme, och i vissa speciella fall med el. Nedan visas uppskattningar av effektbehovet för tappvarmvattnet. I diagrammen anges även den del av energibehovet som täcks av spillvattenvärmeväxlingen.



Figur 10 a.b. Effektbehov för tappvarmvatten, ett vinter- och ett sommarfall.

I de olika husdelarna kommer skilda snålspolande armaturer att installeras, och i en husdel kommer snålspolande toalettstolar att testas.

Behovet av elenergi är i lika hög grad som behovet av vatten knutet till funktionen vid landstingets sjukhus och andra vårdanläggningar, vilka för det mesta har dygnet-runt-drift. Jämförda med bostäder och andra arbetsplatser har de bl a därför väsentligt större behov av belysning, som vid sidan av fläktmotorer är den funktion som kräver ojämförligt mest elenergi. Vid vård av företrädesvis äldre människor med nedsatt synförmåga eller på annat sätt handikappade människor, krävs hög belysningsnivå. För att upprätthålla hög medicinsk säkerhet vid behandling och ordination krävs liksom god belysning, vartill kommer personalens berättigade krav på god belysning i sin arbetsmiljö.

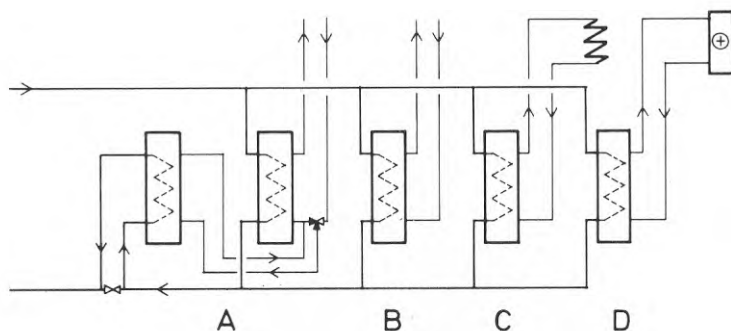
Mot bakgrund härav anser ESU att några ytterligare inskränkningar utöver vad som gjordes under den s k oljekrisen inte är att rekommendera. Det framhålls emellertid att el ej bör användas för uppvärmning, att lokaler ej skall belysas då de ej används, att energisnål armatur bör installeras etc. På detta sätt anser ESU att ca 5-10 % av förbrukningen av elenergi kan sparas.

I Märsta sjukhem provas de åtgärder som ESU föreslår för att minska elförbrukningen.

### 5.2.1 Fjärrvärme

Fjärrvärme används via värmeväxlare för följande ändamål:

- A Uppvärmning av kallvatten direkt till tappvarmvatten med en temperatur av  $60^{\circ}\text{C}$
- B Eftervärmning av solvärt tappvatten till en temperatur av  $60^{\circ}\text{C}$
- C Uppvärmning av värmevatten för radiatorerna i husdel A
- D Uppvärmning av värmevatten för varmluftbatterier i ventilationssystemet.



Figur 11. Fjärrvärmeanvändning

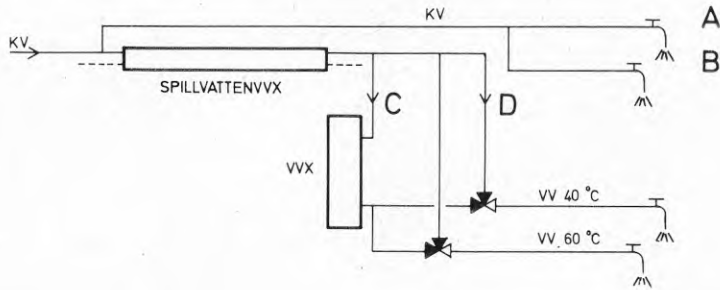
### 5.2.2 Vatten

Vattenanvändningen kan delas upp enligt nedan:

- A Tappkallvatten som ej kommer att lämna anläggningen genom avloppet, exempelvis det som används för bevattning



- B Tappkallvatten för användning i de olika husdelarna för tvättställ, duschar, toalettstolar etc
- C Kallvatten som används för uppvärmning till tappvarmvatten med en temperatur av 60°C
- D Kallvatten som används för att sänka tappvarmvattentemperaturen till 40°C.

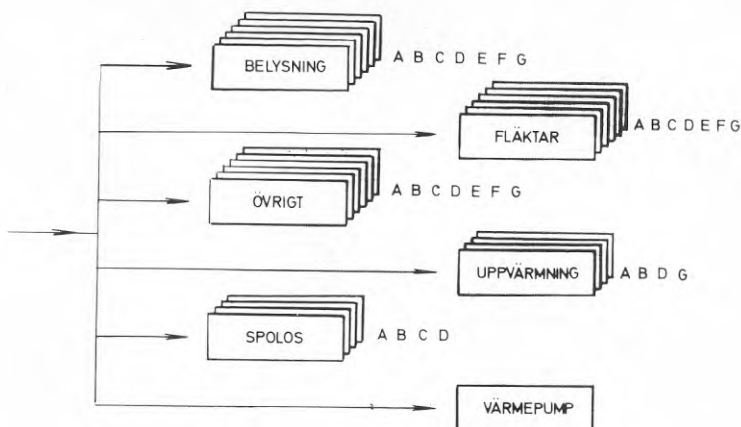


Figur 12. Vattenanvändningen

### 5.2.3 El

Elektricitet används till följande ändamål:

- A Belysning inom hela anläggningen
- B Drift av fläktar, värmeväxlare etc i ventilationssystemet
- C För köksutrustning, kylkompressorer och övriga elanslutna apparater
- D Eftervärmning av ventilationsluft i lokala eleftervärmare
- E Uppvärmning av sex fasadrum i husdel A med elradiatorer
- F Eftervärmning av tappvarmvatten i spoldesinfektorer, städskrubbar, diskmaskin etc
- G Drift av pumpar, värmepump m m i tappvattensystemet.

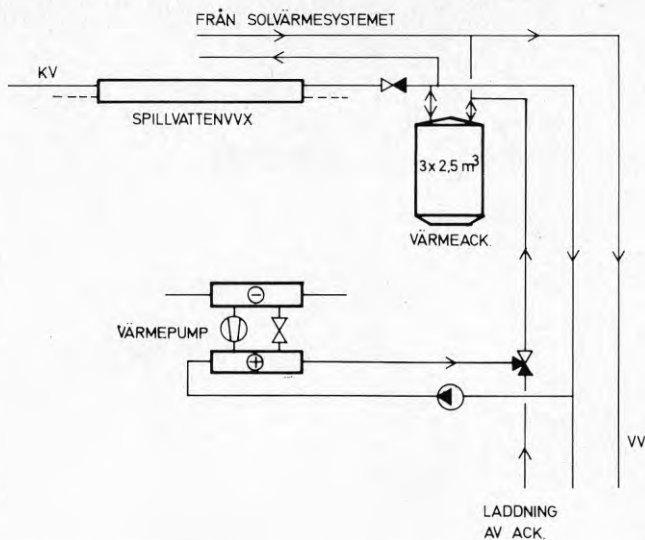


Figur 13. Elanvändningen i olika husdelar

### 5.3 Tappvarmvatten

Inom Märsta sjukhem finns behov av tappvarmvatten vid tre olika temperaturnivåer: 40, 60 och 90°C. Alla tappställen i vårdavdelningarna matas med 40-gradigt vatten, medan det 60-gradiga används för kök och spoldesinfektorer. För diskmaskin och spoldesinfektorer eftervärms vattnet med el till en temperatur av 90°C. Vid den primära uppvärmningen av tappvattnet värms dock allt vatten till en temperatur av 60°C, för att sedan temperaturregleras till 40°C medelst inblandning av kallvatten. Uppvärmningen sker i följande fyra steg:

- A Ingående kallvatten förvärms vid värmewäxling med varmt spillvatten och leds till värmeackumulatorer vilka har en total volym av 7,5 m<sup>3</sup>.
- B Det vatten som finns i ackumulatorerna värms vidare upp med solenergi när sådan finns tillgänglig. I de fall där solvärmen är tillräcklig för uppvärmning av vattnet till den önskade temperaturen av 60°C nyttjas det direkt som tappvarmvatten.
- C När solvärmen ej räcker för uppvärmning av vattnet i ackumulatorertankarna används fjärrvärme. För att minimera kostnaderna värms vattnet företrädesvis nattetid, vilket ger fulladdade tankar då verksamheten startar på morgonen.
- D Innan vattnet leds till tappsystemen höjs temperaturen till önskade 60°C med hjälp av fjärrvärme om så erfordras.



Figur 14. Tappvattenvärmning

### 5.3.1 Värmeåtervinning ur spillvatten

Spillvattnets temperatur och flöde varierar kraftigt beroende på varifrån vattnet kommer. Exempelvis ger både spoldesinfektorer och diskmaskiner stora volymer varmt spillvatten av ca 90°C, men endast under kortare tidsperioder.

Den energimängd som kan utvinnas ur spillvattnet med hjälp av en värmväxlare bestäms av temperaturredifferensen mellan spillvatten och inkommande kallvatten, spillvattenflödet samt av förhållandet mellan kallvattenflödet och spillvattenflödet. För att erhålla en hög verkningsgrad bör spill- och kallvattenflödena vara av samma storleksordning, vilket innebär att så stor del av kallvattnet som möjligt bör förvärmas.

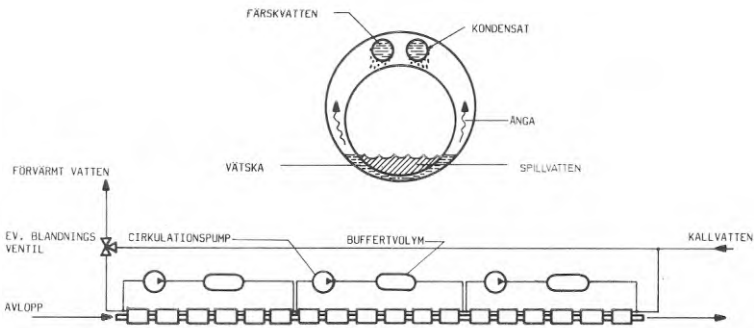
Vid val av värmväxlare har utgångspunkten varit att finna en typ som kan installeras även i befintliga byggnader. Detta innebär att den skall kunna ta emot såväl "svart" som "grått" vatten, vara underhållsfri, ha litet platsbehov etc. Det får ej heller finnas risk för att kallvatten kan komma i kontakt med spillvattnet.

Den värmväxlare som här valts har utvecklats av Axel-Johnson institutet i Nynäshamn och arbetar efter den s k värmerörsprincipen. I denna konstruktion utgör värmeröret en yttre mantel som omsluter både spilledningen och kallvattenledningarna. Värmen upptas under det att spillvattnet strömmar genom den svagt lutande spillvattenledningen.

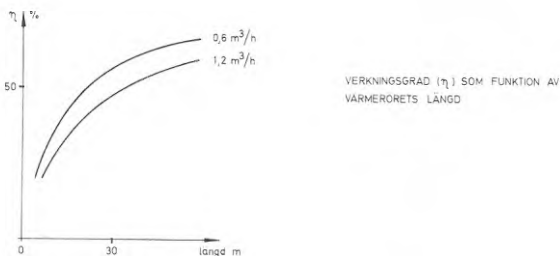
Kallvattnet passerar i rör som är förlagda inuti värmeröret ovanför spillvattenledningen. Det leds i flera kretsar via cirkulationspumpar till buffervolymer. Värmen överförs från spillvattenledningen till kallvattenledningarna via en i värmeröret befintlig kolväteförening genom förångning resp. kondensation.

Värmerörprincipen innebär att redan uppvärmt kallvatten ej kan kylas då kallt spillvatten passerar systemet. Genom förläggning av värmväxlaren till kulverten har en hög verkningsgrad kunnat erhållas då växlaren kunnat ges stor längd-utsträckning, ca 30 m. För att underlätta tillverkning och installation har värmväxlaren, vilken utgör en prototyp, tillverkats i arton moduler.

Vid flöden på 1-1,5 m<sup>3</sup>/timme beräknas en verkningsgrad på 50-55 % kunna erhållas.



Figur 15. Värmeväxlare för spillvatten/kallvatten.



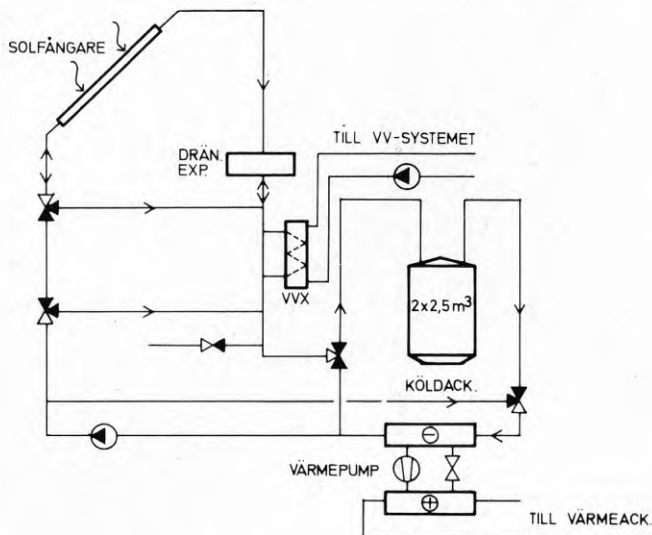
Figur 16. Verkningsgradsdiagram

### 5.3.2 Solvärmeutnyttjande

Solenergi avses att nyttjas för uppvärmning av tappvarmvatten. Plana solfångare för utnyttjande av såväl direkt som diffus strålning placeras på taket till dagrumsdelen, E2. Den totala arean är

ca 72 m<sup>2</sup> med en lutning av 45° mot horisontalplanet och orienteras i VNV-lig riktning, 36° från syd. Såväl tillgänglig yta, lutningsvinkel som orientering är bestämda av den tidigare fastlagda arkitektoniska utformningen.

Solfångarna är anslutna till ett cirkulationssystem med 2 ackumulatörer ("köldackumulatörer"), cirkulationspumpar, värmeväxlare, värmepump, kombinerat dräneringskärl/expansionskärl och styrutrustning. Den cirkulerande värmebäraren utgörs av vatten med 5-10 % propylenglykol som skydd mot köldsprängning. Systemets utformning framgår av nedanstående figur.



Figur 17. Solvärmesystemet

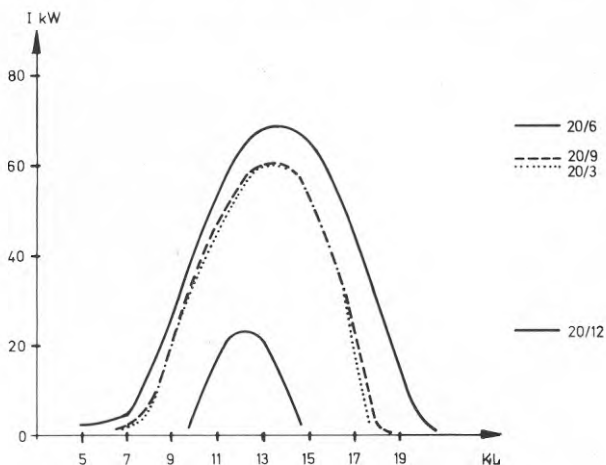
Vattenflödet i cirkulationskretsen hålls konstant så länge solfångarna förmår överföra värme till värmebäraren och inregleras så att värmebäraren vid passage genom solfångarna erhåller en från verkningsgradssynpunkt lämplig temperaturstegring. Vid en absorbatortemperatur under ca 15°C dräneras solfångarna till det lägre belägna dräneringskärlet. Infångad solvärme kan överföras till tappvarmvattensystemet enligt nedan.

- A Vid vattentemperaturer efter solfångaren över 40°C överförs värmen via värmeväxlare direkt till tappvarmvattensystemet
- B Vid lägre vattentemperaturer än 40°C efter solfångaren leds vattnet till köldackumulatörerna. Den i dessa tankar lagrade värmen överförs vidare till varmvattensystemet med hjälp av värmepump.

Köldackumulatorerna är avsedda att under dagtid lagra tillförd solenergi, vilken sedan under natten, när tappvarmvattenförbrukningen är ringa, med hjälp av värmepumpen överförs till tappvarmvattenackumulatorerna. Dessa är då med ev. tillskott av fjärrvärme "uppladdade" på morgonen när tappvarmvattenförbrukningen tar sin början, samtidigt som köldackumulatorerna är "urladdade", d v s har en vattentemperatur av ca  $+8^{\circ}\text{C}$ . Detta i sin tur innebär att då värmebäraren i solfångarkretsen hålls vid låg temperatur kan även den svagare strålningen på morgonen eller vid mulen väderlek fångas. Om värmebärarens temperatur är lägre än lufttemperaturen kan även denna teoretiskt ge ett värmetillskott.

Klara dagar under sommarhalvåret kan det cirkulerande vattnet ledas förbi köldackumulatorerna och/eller värmepumpen för att uppnå högre temperaturer och kunna överföra en större del av den fångade solenergin till tappvattnet med värmeväxlaren.

Figuren nedan visar solintensiteten mot solfångarytan under några klara dagar. I bilaga 2 finns en datorberäkning över infångad solenergi.



Figur 18. Solintensiteten för några klara dagar

### 5.3.3 Fjärrvärme och värmeackumulering

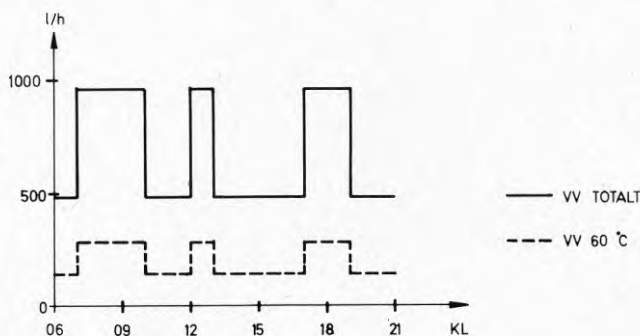
Tillgången på solvärme varierar och är givetvis lägst under den kalla årstiden. Samtidigt förekommer de lägsta kallvattentemperaturerna vintertid.

Vid tider då solvärmertilgången ej täcker värmebehovet för beredning av tappvarmvatten utnyttjas fjärrvärme som komplement.



Eftersom den huvudsakliga tappvarmvattenförbrukningen inträffar på dagtid och mestadels på morgonen, laddas tappvarmvattenackumulatorerna nattetid. Först överförs i köldackumulatorerna tillgänglig energi med värmepumpen varefter temperaturen höjs till  $+60^{\circ}\text{C}$  med fjärrvärme. Härvid reduceras det maximala värmeeffektbehovet för tappvarmvatten och därmed också effektkostnaden.

Vid tappning från ackumulatorerna leds tappvarmvattnet genom separat värmeväxlare för fjärrvärme, för att när så erfordras ytterligare eftervärmas till önskad temperatur  $+60^{\circ}\text{C}$ .



Figur 19. Uppskattad tappvarmvattenförbrukning under dygnet.

#### 5.4 Lokaluppvärmning

Lokaluppvärmningen sker huvudsakligen med luftburen värme, d v s med övervärd tilluft, men till en mindre del med el- och värmevattenradiorer.

För en husdel (A) sker sålunda uppvärmningen av vådrummen med radiatorer, varav hälften för el och hälften för värmevatten.

Uppvärmningen av övriga husdelar sker med övervärd tilluft. Värmningen av uteluften sker i första hand genom värmväxling med frånluften. Ytterligare värmning av tilluften sker i värmvattenbatterier. För husdelarna B, D och G slutvärms luften dessutom i lokala eleftervärmare. Värme från kylkompressorerna i husdel G utnyttjas för uppvärmning av tilluften till husdelen.

#### 5.5 Belysning

Belysningen har planerats med hänsyn till de skilda krav på belysningsstyrka som de olika funktionerna kräver. Samtidigt som armaturerna inte skall blända, koncentreras ljuset i största ut-



sträckning till synobjekten. Ljusa vägg- och takytor har eftersträvats för att en god belysning skall erhållas.

Färgsättning och belysning har planerats i samråd för ernående av största möjliga ljusutbyte då en yta endast reflekterar de färger som ingår i både ytfärgens och ljuskällans spektralkurva. Lysrör används i största utsträckning då de ger betydligt större ljusutbyte än glödljus. Här har använts varmvita lysrör, vilka har optimalt ljusutbyte, i kombination med reflektorer och lågförlustreaktorer.

Belysningsarmaturerna kan släckas och tändas separat, och med stegvis upptändning kan ljusnivån anpassas till olika belysningskrav. Korridorbelysning manövreras manuellt antingen från respektive rum eller från avdelningsexpedition. En stor del av de fasta ljuskällorna manövreras via tidur.

Vid val av kabelareor har dessa i viss mån överdimensionerats i förhållande till gängse praxis för att nedbringa energiförlusterna.

## 6 ENERGIBALANSER

Parallellt med projekteringen av sjukhemmet har beräkningar utförts för de olika bygg- och installationstekniska lösningarnas energibesparande effekt. Framför allt har beräkningar över energibehovet för lokaluppvärmning utförts. Dessa beräkningar grundar sig på det projekteringsunderlag som förelåg i november och december 1977 och har ej korrigerats för konstruktionsändringar som gjorts senare.

För uppskattning av energibehovet husdel för husdel samt för jämförelse med SBN har enkla energibalanser ställts upp.

Energiförluster = Energitillskott (Primär + sekundär energi)

Energiförluster utgörs av värmetransmission och luftläckage genom byggnadernas skal samt av den värme som förloras med ventilationen.

Energitillskottet kan delas upp som primärt och sekundärt. Det sekundära energitillskottet består av värmeavgivning från personer, belysning, apparater, solinstrålning etc. Det primära energitillskottet är den energi som måste tillföras för att täcka skillnaden mellan energiförlusterna och det sekundära energitillskottet.

(Transmission + luftläckage + ventilationsförluster) - (Personer + belysning + apparater + solinstrålning) = primärt energitillskott.

Såväl transmissions-, luftläckage- som ventilationsförlusterna är helt beroende av de yttre klimatbetingelserna, t ex utetemperaturen, solstrålningen, vindhastighet och vindriktning, vilka bl a varierar med årstiderna. För beräkning av dessa faktorerers inverkan har klimatdata använts i form av månadsmedeltal som sedan sammanförts till tre perioder.

Vinter	Medeltemperatur	-3,2°C	Januari Februari Mars
Höst/vår	Medeltemperatur	+6,1°C	April Maj September Oktober November December
Sommar	Medeltemperatur	+16,4°C	Juni Juli Augusti

Med utgångspunkt från dessa perioder har energiförluster och sekundärt energitillskott beräknats. Skillnaden mellan beräknade förluster och sekundärt energitillskott skulle under ideala betingelser och för ett normalår utgöra behovet av primär tillskottsenergi. Då man ej reellt kan räkna med ideala förhållanden och då ej heller hänsyn har tagits till värmekapaciteter har vissa påslag gjorts för det primära energitillskottet. Bland annat genom användande av temperaturvaraktighetsdiagram kan vissa påslagsfaktorer för icke kontrollerbar yttre påverkan beräknas.

Transmissionsförlusterna för husdelarna A-D redovisas, som exempel, här nedan tillsammans med värden beräknade enligt SBN:s minimikrav. Värdena redovisas i MWh.

Husdel	A	B	C	D	SBN
Vinter	17,5	14,2	14,1	12,8	20,2
Höst/Vår	22,6	18,2	18,1	16,4	25,9
Sommar	0	0	0	0	0

Här är att märka att angivna värden endast avser rena transmissionsförluster under ett normalår vid ideala förhållanden etc.

Vid sammanställning av resultaten av energibalansberäkningarna erhålls erforderligt totalt energi-behov för de olika husdelarna i kWh/år, m<sup>2</sup>.

Husdel	A	B	C	D	E	G
	72	83	55	61	50	100

Ovanstående värden gäller för ett normalår utan några korrigeringar för avvikande klimatbetingelser som kan uppstå. Hänsyn har ej heller tagits till de olika husdelarnas värmekapacitet.

## 7 FORSKNINGSPROJEKTET

Syftet med forskningsprojektet är att erhålla en bild av energianvändningen såväl totalt som per husdel och för olika delsystem. Utgående från erhållen kunskap om energiflödena i anläggningen kan sedan de olika bygg- och installationstekniska lösningarna utvärderas med avseende på funktion, energibesparing och ekonomi.

För att erhålla en bild av energiflödena inom anläggningen, som beror på många olika faktorerers samverkan, kommer omfattande mätningar att utföras under 1-2 års tid. Mätningarna kommer dels att bestå av en lång kontinuerlig mätvärdesinsamling och dels av kortare delstudier.

Genomförandet av forskningsprojektet sker med hjälp av representanter från landstinget, projektgruppen, byggentreprenörer etc samt mättekniker från olika institutioner.

Finansieringen av forskningsprojektet sker delvis genom bidrag från Byggforskningsrådet, BFR. Ett första anslag för planering av mätprojektet, inköp av mätgivare, kablage etc samt för anlitan- de av mätcentralen vid KTH har erhållits 78-04-26. I enlighet med önskemål från BFR har en referens- grupp knutits till projektet.

De merkostnader för själva byggprojektet som för- orsakats av forskningsverksamheten, exempelvis kostnader för byggkonstruktioner och installationer på grund av att dessa varierats, bestrids av landstinget. Detsamma gäller även kostnader för apparater som idag ej är direkt lönsamma, extra projekteringsarbete på grund av dessa samt lands- tingets egen personals arbete.

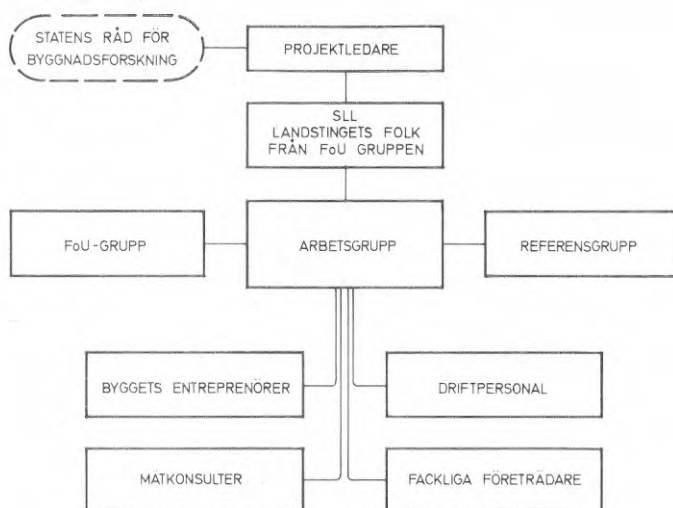
### 7.1 Projektorganisation

För genomförandet av forskningsprojektet har en fristående projektorganisation byggts upp

Projektledare är chefen för landstingets fastig- hetskontor, Tage Lundman.

Representanter från landstinget och konsultgruppen bildar en s k FoU-grupp som skall utvärdera de olika bygg- och installationstekniska lösningarna. Landstinget företräds av:

Byggledare	Stig Cullblad
Projekteringsledning	Arne Olofsson
VVS-teknik	Göte Sjöblom
El-teknik	Sune Elving
Energi/mätteknik	Anders Lindén



Figur 20. Projektorganisation

Konsultgruppen företräds av följande representanter:

Projektsamordnare	Ragnar Werner
Byggnadsteknik	Christian Lassen
VVS-teknik	David Södergren
El/mätteknik	Lennart Dahlén
Forskningsingenjör	Mats Andersson

För det "dagliga" projektarbetet har en arbetsgrupp bildats med personer ur FoU-gruppen, nämligen:

Stig Cullblad, Anders Lindén, Ragnar Werner och Mats Andersson.

Denna arbetsgrupp skall arbeta i intimt samarbete med övriga medlemmar i FoU-gruppen samt kommunicera med den i samråd med BFR sammansatta referensgruppen.

Referensgruppens huvudsakliga uppgift är att tillföra projektet sakkunskap om byggnadsforskning såsom metodfrågor, mätteknik, bearbetnings- och redovisningsmetoder etc. Följande personer ingår:

Bo Adamson	Lunds Tekniska Högskola
Nils-Olof Bergdahl	Hälso- och sjukvårdsnämnden
Richard Hellström	"
Anders Svensson	Byggeforskningsinstitutet
Viktor Vogt	SPRI
Tage Lundman	Landstinget, sammankallande

Arbetsgruppen skall även stå i kontakt med byggnadsprojektets entreprenörer för att få deras erfarenheter från byggandet. Här skall även underlag för den ekonomiska utvärderingen av skilda system inhämtas.

Vid genomförandet av mätprojektet kommer arbetsgruppen att arbeta i samråd med i första hand mätcentralen på KTH. För vissa specialstudier kommer institutioner som Byggforskningsinstitutet, SIB, och Statens provningsanstalt, SP, att anlitas.

Återföring av erfarenheter från den normala vården och driften vid sjukhemmet kommer att erhållas från driftpersonal och fackliga företrädare.

## 7.2 Mätobjekt

För utvärderingen av de olika tekniska lösningarna erfordras kännedom om energianvändningen både lokalt och totalt. De faktorer som påverkar energi- och vattenanvändningen kommer därför att registreras under 1-2 års tid. Det insamlade materialet kan sedan användas vid uppställning av bl a de energibalanser som beskrivs i kapitel 6.

### 7.2.1 Energi för lokaluppvärmning

De faktorer som påverkar energibehovet för uppvärmning är följande:

#### Transmission

Dessa förluster påverkas av temperaturdifferensen inne-ute, solstrålningen samt av vindstyrka och -riktning. Värden för dessa förluster erhålls genom beräkningar baserade på registrerade differenser mellan inne- och uteklimat samt beräknade och uppmätta k-värden.

#### Ventilation

Förlusterna genom den ofrivilliga ventilationen är beroende av husets täthet, temperaturdifferenser ute-inne, vindstyrka och -riktning samt eventuell fönstervädning. Värden på de olika husdelarnas täthet erhålls vid de täthetsmätningar som skall utföras vid besiktningen. Ev. skall också s k spårgasmätningar utföras husdel för husdel i samband med inomhusklimatmätningarna. Förlusternas storlek torde dock endast kunna uppskattas approximativt. Förlusterna på grund av den fläktstyrda ventilationen är också beroende av rådande uteklimat och inomhustemperatur samt ventilationsluftflödenas storlek



och värmeväxlarens (frånluft/tilluft) verkningsgrad. Förlusterna kan beräknas utifrån insamlade data beträffande flöden och temperaturer.

#### Personvärme

Värmeavgivningen från en person kan i medeltal anges till 100 W. Med kännedom om antal patienter och personal kan medelvärden beräknas.

#### Belysningsvärme

All belysning inomhus avger värme som kommer husdelen till godo. Detta energitillskott bestäms genom registrering och mätning av el för belysning separat för varje husdel.

#### Värmeavgivning från elanslutna apparater

På samma sätt som ovan registreras och mäts den elenergi som används för apparater som avger värme och som kommer husdelen till godo.

#### Solinstrålning genom fönster

Den solenergi som tillförs genom fönstren är beroende av skuggning, årstid, husdelens belägenhet, solavskärmning m m. Energibidraget från solen är mycket vanskligt att bestämma och kan endast uppskattas med utgångspunkt från kortare studier.

#### Tillsatsenergi för uppvärmning

Vid tider då den tillförda energin från t ex solinstrålning, personer, belysning, värmeavgivande apparater etc ej är tillräcklig för täckande av transmissions- och ventilationsförlusterna måste för att konstant inneklimate skall erhållas ytterligare uppvärmningsenergi tillföras. För detta ändamål används i en husdel radiatorer, medan i övrigt luft används som värmebärare. Energibehovet för uppvärmning mäts och registreras separat för varje husdel.

För att insamlade mätdata beträffande rums-, luft- och värmevattentemperaturer, vatten- och luftflöden, elenergiförbrukning m m skall kunna utnyttjas för uppställning av energibalanser erfordras även kännedom om uteklimatet. Därför registreras kontinuerligt värden på temperaturer, vindhastighet, vindriktning, solinstrålning m m.



Vid jämförelser mellan energibehoven för uppvärmning mellan de olika byggnadsdelarna måste även inneklimatets variation inom desamma kunna bestämmas. Därför utförs kontinuerliga temperaturmätningar i vissa utvalda rum inom varje husdel. Dessutom kommer fullständiga inomhusklimatmätningar att utföras inom husdelarna A-D under kortare perioder med olika yttre betingelser, d v s under sommar, vinter och höst/vår. Energi-behoven avses på så sätt kunna relateras till inneklimatet.

### 7.2.2 Energi för tappvarmvatten

De olika energitillskott som utnyttjas för beredning av tappvarmvatten är följande:

#### Värmeåtervinning från spillvatten

Inkommande kallvatten uppvärms vid värmväxling med avgående spillvatten. Det energibidrag som erhålls mäts och registreras kontinuerligt.

#### Solvärme för tappvarmvatten

Den solenergi som tillgodogörs i solfångarna överförs till tappvarmvattensystemet. Den på detta sätt tillgodogjorda solenergin mäts och registreras kontinuerligt.

#### Fjärrvärme för tappvarmvatten

Den slutliga uppvärmningen av tappvarmvattnet sker med tillskott av fjärrvärme, vilket kontinuerligt mäts och registreras.

#### Elenergi för varmvatten

För spoldesinfektorer och diskmaskiner för vilka en högre tappvattentemperatur än 60° erfordras sker ytterligare värmning av vattnet i lokala eleftervärmare. Energiförbrukningen härför mäts och registreras.

### 7.2.3 Användning av tappvatten

Förbrukningen av tappvatten, såväl kallt som varmt, mäts och registreras kontinuerligt med avseende på tidpunkt och mängd. Dessa insamlade data avses sedan användas för följande:

#### Jämförelse mellan armaturtyperna

I husdelarna A-D har installerats olika typer av snålspolande armaturer i tvättstall m m varjämte snålspolande toalett-

stolar insatts i en av husdelarna. Genom mätningar av vattenförbrukningen kan sedan jämförelser göras mellan de olika typerna.

#### Spillvattnets temperatur och flöde

För beräkning av verkningsgraden för spillvattenvärmeväxlaren måste den från spillvattnet överförda energimängden vara känd. Genom att mäta tidpunkt och volym vid tappningsperioden kan ett approximativt värde beräknas.

### 7.3 Mätssystemet

För att studera de i föregående avsnitt beskrivna mätobjekten skall mätdata insamlas. Detta görs dels kontinuerligt under 1-2 år, dels under kortare intensiva delstudier.

Vid delstudier, som kan gälla klimatskärmens täthet, inomhusklimat, k-värden etc, anlitas mättekniker från exempelvis Byggforskningsinstitutet (SIB) eller/och Statens Provningsanstalt (SP).

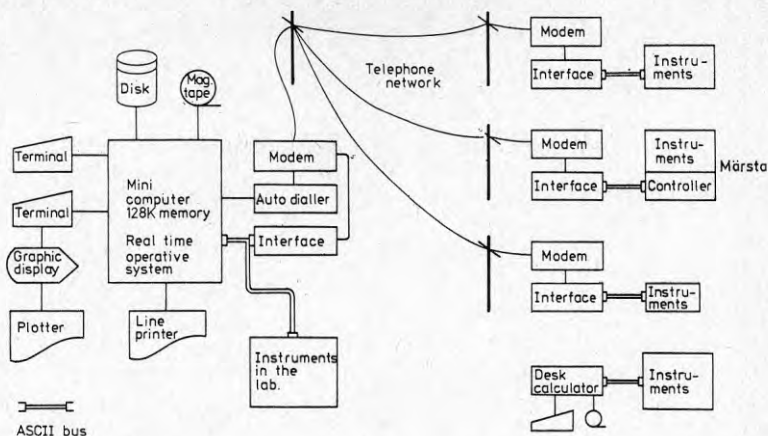
För de kontinuerliga mätningarna installeras ca 250 mätgivare i anläggningen för registrering av temperaturer, flöden, solstrålning, vindstyrka, el etc. Efter beräkningar erhålls ungefär 150 energivärden.

Energimätpunkterna består av mätgivare för både flöde och temperaturdifferens. Flödesmätgivarna är av typ vinghjulsmätare och temperaturgivarna är motståndstermometrar av typ Pt 100. Noggrannheten för energivärden skall vara bättre än 5 %, vilket innebär att varje givare måste kalibreras individuellt.

En redovisning av mätssystemet finns i bilaga 1.

### 7.4 Mätvärdesinsamling

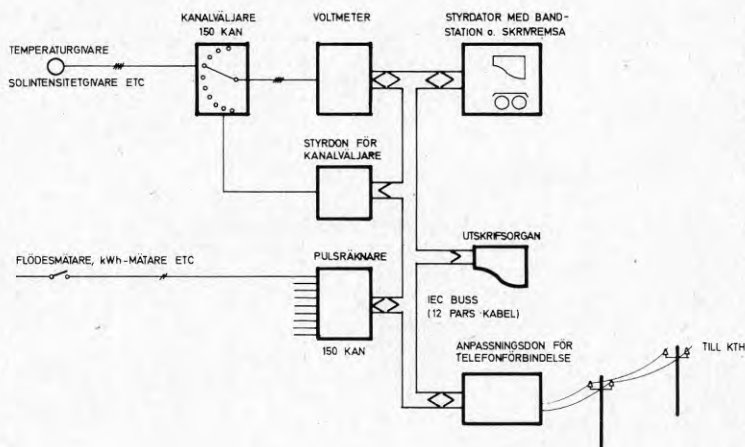
Denna del av forskningsprojektet genomförs i samarbete med institutionen för byggnadsteknik vid Tekniska Högskolan i Stockholm, där en mätcentral byggts upp med medel från BFR. Mätcentralen är uppbyggd med en centralt placerad minidator som kan betjäna ca 10 olika byggforskningsprojekt samtidigt. Inom varje projekt placeras en mindre styrdator med kringutrustning för insamlingen av mätvärden från mätgivarna. Kommunikationen mellan den centralt placerade datorn och styrdatorn sker med automatisk uppringning via det allmänna telefonnätet.



Figur 21. Mätcentralen vid Tekniska Högskolan i Stockholm.

Mätcentralen bistår projektet vid planering av mätprogram, svarar för installation av styrdator med tillhörande utrustning, programmering av mätinsamlingsrutiner samt handledning av projektets personal på den centralt placerade datorn.

Omkring 250 mätgivare skall installeras i anläggningen. Avläsning av dessa beräknas ske ca 10 ggr per timme. Timmedelvärden lagras kontinuerligt under 1-2 års tid, vilket ger en årlig registrering av ca 2,2 miljoner mätvärden. Mätvärdesinsamlingen styrs av en styrdator placerad i sjukhemmet.



Figur 22. Mätssystemet

Med kanalväljare och voltmeter står styrdatoren i kontakt med temperaturgivarna. Efter ett fastställt program samlas temperaturerna in ungefär var 5:e minut för att sedan ombildas till exempelvis timmedelvärden.

Genom pulsräknaren står styrdatoren i kontakt med alla givare som avger pulser, t ex flödesmätare, kWh-mätare, vindmätare etc. Även här gäller att avsökning sker ungefär var 5:e minut för bildande av medelvärden.

I styrdatoren sker en viss behandling av mätdata. Med användande av givarnas kalibreringskonstanter omvandlas mätvärdena till fysikaliska storheter, t ex  $^{\circ}\text{C}$ . Energi i vattenburna system beräknas genom att flöde multipliceras med temperaturdifferens.

Till styrdatoren är ett utskriftsorgan anslutet för utskrift av värden från pågående mätningar. Med styrdatoren kan också enklare beräkningsarbete utföras.

Med ett anpassningsdon och det allmänna telefonnätet står styrdatoren i förbindelse med datorn på Mätcentralen på KTH. Lokalt finns en lagringsmöjlighet för 3-5 dagars mätningar. För att ge möjlighet till kontinuerlig behandling och kontroll av insamlade mätdata kommer dock överföring av data att ske var eller varannan dag.

## 7.5 Mätvärdesbehandling

Efter överföring av mätdata till mätcentralens dator sker viss automatisk kontroll av insamlade värden. Genom att lägga in max- och min-gränser för olika storheter kan en bevakning av rimligheten av alla data ske. Ytterligare bevakning kan erhållas i speciella kontrollprogram. Om något värde ligger utanför tillåtet intervall skrivs ett larm ut.

Efter denna bevakning av enskilda mätvärden behandlas alla mätvärden i olika datorprogram. Energibalanser som beskrivits tidigare skall erhållas direkt och i form av tabeller och diagram. Resultatet från dessa beräkningar som körs ungefär en gång varje vecka analyseras fortlöpande av FoU-gruppen.

Mätcentralen tillhandahåller program för standardmässig presentation av mätvärdena, t ex uppritning på kurvor, tabellering, enklare modellvärdesbildning etc. De speciella utvärderingsprogram som kan erfordras skrivs av projektets personal med ev handledning från mätcentralen.

## 8 UTVÄRDERING

Utgående från de energibalanser och andra värden som tas fram med hjälp av mätcentralens dator skall sedan utvärdering ske.

Några av de frågeställningar som skall besvaras redovisas nedan:

Vilken betydelse har byggnadens värmekapacitet för energianvändningen

Hur skiljer sig inneklimatet mellan de olika husdelarna

Hur fungerar den lokala temperaturregleringen i de olika husdelarna?

Hur stort energitillskott lämnar solfångar/lagringssystemet i husdel C till uppvärmningen

Hur förhåller sig den vid praktisk drift uppnådda verkningsgraden för luftvärmväxlarna

Belysningens bidrag till uppvärmningen

Hur stort energitillskott erhålls vid värmeåtervinningen från kylkompressorerna

Vilket energitillskott för tappvarmvattenuppvärmning erhålls vid värmeväxling med spillvatten

Vilket energitillskott för beredning av tappvarmvatten erhålls från solfångarsystemet

Vilken betydelse har värmepumpen vid utnyttjande av energi från solfångarsystemet

Hur mycket vatten sparas med olika snålspolande armaturer

Hur mycket vatten och energi sparas genom att tappvattentemperaturen maximerats till 40°C.





9 PÅGÅENDE OCH AVSLUTAT ARBETE PER  
1 JUNI 1979

Byggandet av sjukhemmet påbörjades under hösten 1978 och beräknas vara slutfört i februari 1980.

För forskningsprojektet har planering av mätprojektet och upphandling av mätgivare slutförts.

Installation och intrimning av mätgivare, styr dator m m kommer att ske under januari månad 1980.

Under hösten 1979 skall dataprogram och mätrutiner arbetas fram. En revidering av tidigare gjorda energibalansberäkningar kommer att ligga till grund för programmeringsarbetet.



Byggnadsläget 1979-06-30.



## BILAGA 1 Fasta mätpunkter

I följande beskrivning av mätsystemet anges varje mätpunkt med följande symboler:

- U = Energimätpunkt
- T = Temperaturmätpunkt
- F = Flödesmätpunkt
- E = Elmätpunkt

Energimätningarna har mätgivare för både flöde och temperatur. Flödesmätningarna är av typ vinghjulsmätare och temperaturgivarna är motståndstermometrar av typ Pt 100. Noggrannheten för energivärden skall vara bättre än 5 %.

## Fjärrvärme

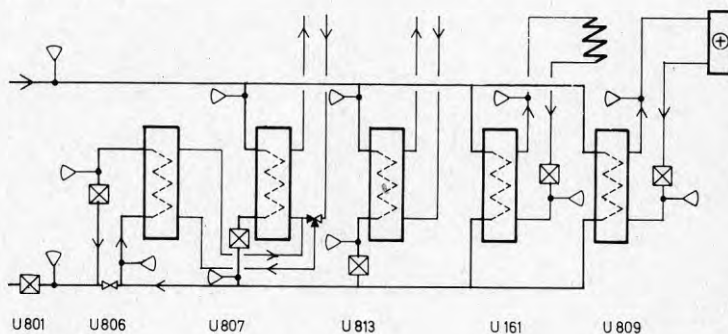


Fig. 1

- U 801 Fjärrvärme totalt
- U 806 Fjärrvärme för laddning av värmeackumulatorerna
- U 807 Fjärrvärme för laddning av värmeackumulatorerna
- U 813 Fjärrvärme för slutlig uppvärmning av tappvarmvattnet
- U 161 Fjärrvärme för radiatoruppvärmning i husdel A
- U 809 Fjärrvärme för uppvärmning av ventilationsluft, totalt

## Vatten

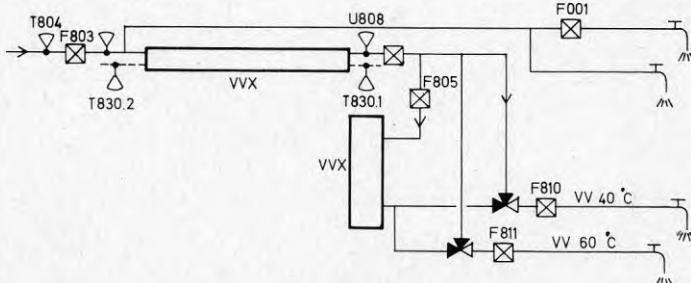


Fig. 2

- T 804 Temperatur på inkommande kallvatten  
 F 803 Vattenförbrukning totalt  
 T 830.1-2 Temperatur på spillvattnet före resp. efter spillvärmväxlaren  
 U 808 Energitillskott från värmväxling med spillvatten  
 F 805 Vatten för tappvarmvatten  
 U 805 Energi i vatten till värmeeackumulatorerna  
 F 001 Tappkallvatten för bevattning etc.  
 F 810 Tappvarmvatten 40°C, totalt  
 F 811 Tappvarmvatten 60°C, totalt

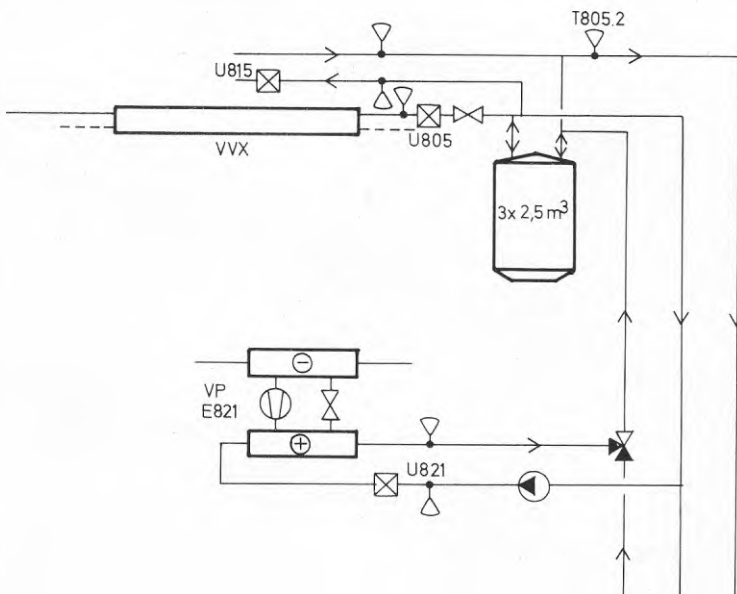


Fig. 3

- U 815 Energitillskott från solvärme genom direkt värmväxling  
 U 821 Energitillskott från solvärme via värmepump  
 E 821 pump

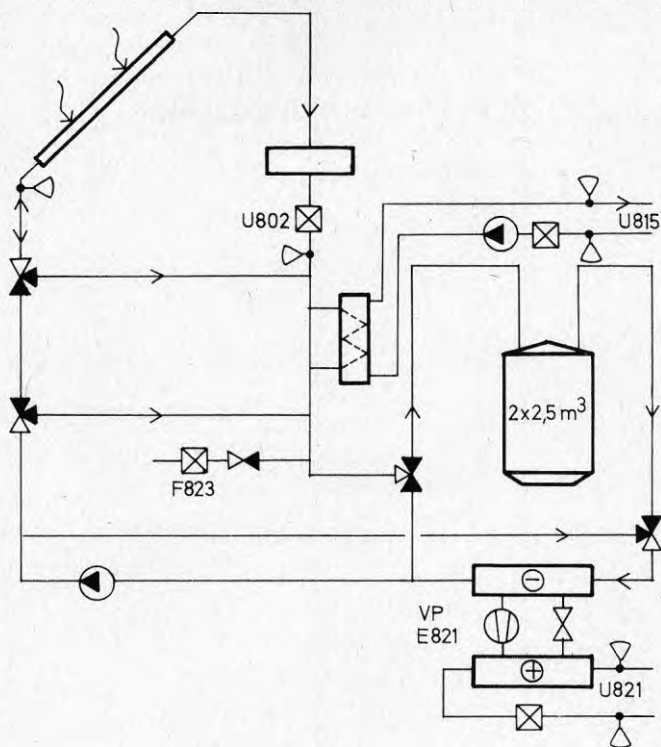


Fig. 4

F 823 Tappkallvatten för påfyllning av solvärme-systemet

U 802 Upptagen solenergi i solfångare

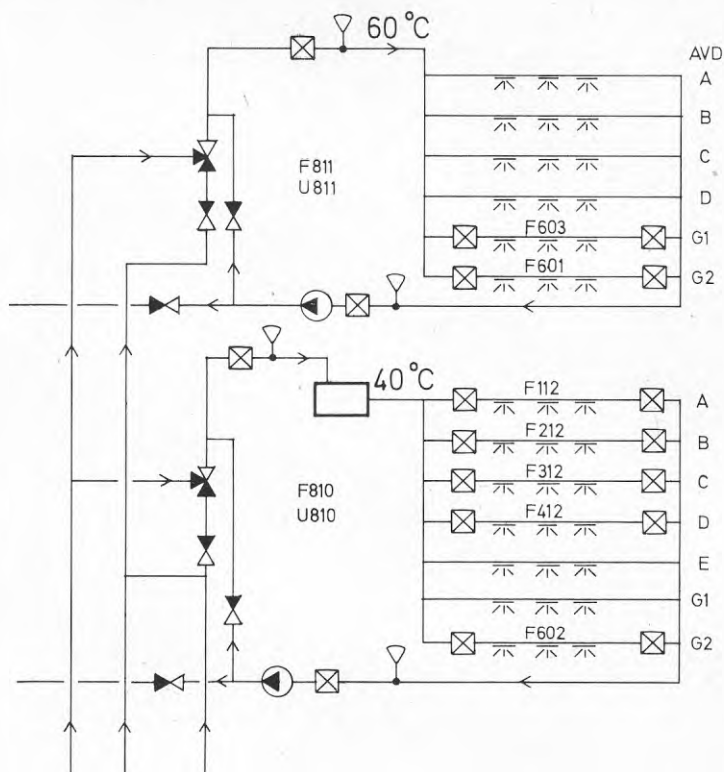
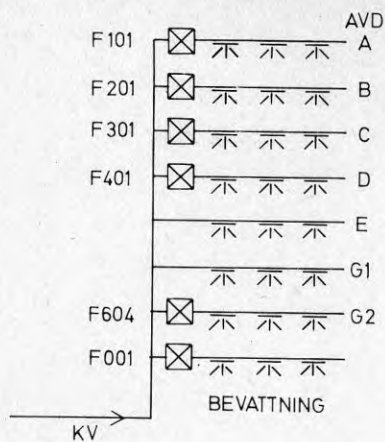


Fig. 5

F 810	Varmvatten	40°C	totalt
F 112	Varmvatten	40°C	för husdel A
212	"	40°C	" B
312	"	40°C	" C
412	"	40°C	" D
602	"	40°C	" G <sub>2</sub>
F 811	Varmvatten	60°C	totalt
F 601	Varmvatten	60°C	för husdel G <sub>2</sub>
603	"	60°C	" G <sub>1</sub>
812	"	60°C	expansionskärl



Fig. 6

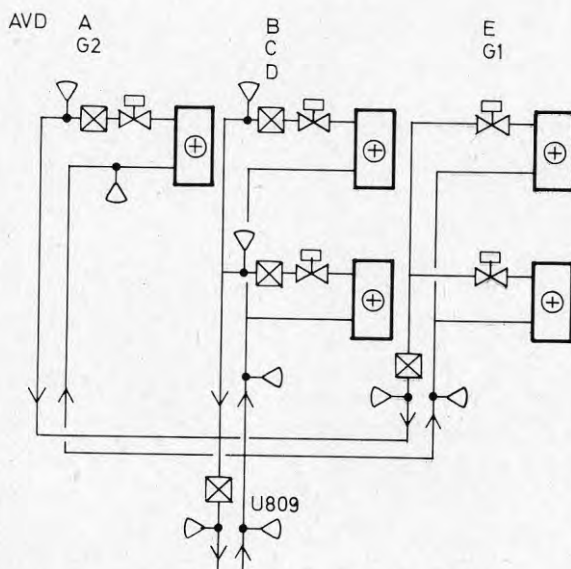


F 101	Tappkallvatten för husdel A	A
201	- " -	B
301	- " -	C
401	- " -	D
604	- " -	G <sub>2</sub>

E 109	Eftervärmning av tappvarmvatten i spoldes.
110	- " -
209	- " -
309	- " -
409	- " -

## Lokaluppvärmning

Fig. 7



U 161	Fjärrvärme för radiatoruppvärmning i husdel A	
E 154	El för radiatoruppvärmning i husdel A	
U 809	Fjärrvärme för uppvärmning av ventilationsluft totalt	
U 162	Energi för luftuppvärmning i husdel A	A
261	- " -	B
262	- " -	B
361	- " -	C
362	- " -	C
461	- " -	D
462	- " -	D
561	- " -	E
661	- " -	G <sub>1</sub>
662	- " -	G <sub>2</sub>
E 256	Elenergi för eftervärmning i husdel B	B
257	- " -	B
456	- " -	D
457	- " -	D
U 605	Energitillskott från kylkompressorerna i husdel G <sub>2</sub>	

## El

E 101-8	Belysning i två patientrum i husdel A	A
201-8	- " -	B
301-8	- " -	C
401-8	- " -	D
E 151	Belysning totalt i husdel A	A
251	- " -	B
351	- " -	C
451	- " -	D
551	- " -	E
651	- " -	G
E 152	El för VVS i husdel A	A
252	- " -	B
352	- " -	C
452	- " -	D
552	- " -	E
652	- " -	G <sub>1</sub>
653	- " -	G <sub>2</sub>
E 155	Övrig el i husdel A	A
255	- " -	B
355	- " -	C
455	- " -	D
555	- " -	E
655	- " -	G
E 656	El för köksutrustning i husdel G <sub>2</sub>	
E 803	El, utomhus	
E 801	El, totalt	

## Lufttemperaturer

En kontinuerlig kontroll av innetemperaturen i husdelarna A-D kommer att ske genom mätning i två rum per husdel.

T 102	Temperatur i ett rum i husdel A	
104	-"-	A
202	-"-	B
204	-"-	B
302	-"-	C
304	-"-	C
402	-"-	D
404	-"-	D

För beräkning av ventilationsförluster och för kontroll av till-/frånluftvärmväxlingen samt frånluftsfönstren mäts ett antal temperaturer för ventilationsluften. Ventilationsluftflöden mäts med fasta mätdon integrerade i kanalsystemen.

T 141	Tillufttemp. efter värmväxl. för husdel A	
241	-"-	B
341	-"-	C
441	-"-	D
541	-"-	E
641	-"-	G <sub>1</sub>
651	-"-	G <sub>2</sub>
T 142	Temperatur på "övervärmad" tilluft för husdel A	
242	-"-	B
245	-"-	B
342	-"-	C
345	-"-	C
442	-"-	D
445	-"-	D
542	-"-	E
545	-"-	E
642	-"-	G <sub>1</sub>
645	-"-	G <sub>1</sub>
652	-"-	G <sub>2</sub>
655	-"-	G <sub>2</sub>
T 143	Avlufttemperatur för husdel A	
243	-"-	B
343	-"-	C
443	-"-	D
543	-"-	E
643	-"-	G <sub>1</sub>
653	-"-	G <sub>2</sub>
T 144	Frånlufttemperatur i husdel A	
244	-"-	B
344	-"-	C
444	-"-	D
544	-"-	E
644	-"-	G <sub>1</sub>
654	-"-	G <sub>2</sub>

## ÖVRIGT

Energianvändningen inomhus står i relation till uteklimatet varför följande mätpunkter installeras:

- R 001 Solstrålning
- S 001.1 Vindstyrka
- S 001.2 Vindriktning
- T 001 Utetemperatur
- T XYZ Lufttemperaturer i vinds- och kryputrymmen

## BILAGA 2

## Datorberäkning över solfångarsystemet

```
*****
**                      TEKNOTERM SOLVÄRME                      **
**                                                                **
**                                                                **
*****
```

\*\*\* SYSTEM: SOLFÅNGARE MED VÄRMEPUMP OCH VÄRMELAGER

REGION: Stockholm

VÄRMEBEHOV

SPEC.VÄRMEBEHOV DAG(kW/grad C): 0.00  
 SPEC.VÄRMEBEHOV NATT(kW/grad C): 0.00  
 DAG kl 00-00  
 EFFEKTBEHOV TAPPVATTEN(kW): 12.60

VÄRMEPUMP

KOMPRESSORSTORLEK(hK): 5  
 ANTAL KOMPRESSORER: 1

SOLFÅNGARNA

RESNING(grader): 45  
 AVVIKELSE FRÅN SÖDER:(grader Öt,V-) -36  
 SOLFÅNGARAREA:(m2) 72  
 FAKTORN FR-PRIM: 0.96  
 TAU\*ALFA(medel): 0.75  
 K-VÄRDE FRAMSIDAN:(W/m2,grad C) 5.50  
 K-VÄRDE BAKSIDAN:(W/m2,grad C) 1.40  
 YTFÖRSTÖPINGSFAKTORN: 1.00

VÄRMELAGRET

VOLYM VÄRMELAGER:(m3) 5  
 BEGYNNELSETEMP VÄRMELAGER:(grad C) 20  
 TILLÅTEN MIN.TEMP I VÄRMELAGER:(grad C) 5  
 VÄRMELAGERISOLERING:K-VÄRDE:(W/m2,grad C) 0.04

VÄRMESYSTEMET

FRAMLEDNIGSTEMP. VID -20 grad C:(grad C) 600  
 RETURTEMP VID -20 grad C:(grad C) 40

## \*\*\*\*\* R E S U L T A T A V S I M U L E R I N G \*\*\*\*\*

## !!!BETECKNINGAR:

TUTE = DYGNSEDELT TEMP UTOMHUS  
 INSOL= UNDER MÅNADEN INSTPÅLAD SOLENERGI  
 SABS = UNDER MÅNADEN ABSORBERAD SOLVÄRME  
 TLAG = VÄRMELAGRETS TEMP VID MÅNADENS SLUT  
 OLAG = FRÅN VÄRMELAGRET UTTAGEN ENERGI UNDER MÅNADEN  
 EVP = DRIVENERGI TILL VÄRMEPUMP  
 QVP = ENERGI FRÅN VÄRMEPUMP  
 TILLS= TILLSATSENERGI  
 QTOT = TOTALT VÄRMEBEHOV UNDER MÅNADEN

\* \* \* \* \*

MÅN	TUTE	INSOL	SABS	TLAG	OLAG	EVP	QVP	TILLS	QTOT
nr	grdC	kWh	kWh	grdC	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
1	-2.9	1140	444	4.7	531	214	745	8327	9072
2	-3.1	2990	1298	4.8	1294	507	1801	7271	9072
3	-0.7	5859	3002	4.8	2998	1119	4117	4955	9072
4	4.4	9063	4994	4.9	4990	1794	6784	2288	9072
5	10.1	11412	6151	33.4	5981	1973	7951	1121	9072
6	14.9	12243	6590	30.3	6604	2076	8674	398	9072
7	17.8	11968	6594	5.4	6736	2064	8793	279	9072
8	16.6	10231	6285	26.1	6162	1992	8152	920	9072
9	12.2	7656	5206	15.4	5268	1874	7142	1930	9072
10	7.1	4110	2816	5.6	2872	1099	3971	5101	9072
11	2.8	1436	832	4.8	835	333	1168	7904	9072
12	0.1	544	234	3.8	239	98	337	8735	9072

## \*\*\* ARSSUMMOR:

* INSTRÅLAD SOLENERGI	78652 kWh
* ABSORBERAD SOLENERGI	44445 kWh
* UTTAGEN ENERGI UR VÄRMELAGER	44510 kWh
* DRIVENERGI TILL VÄRMEPUMP	15142 kWh
* AVGIVEN ENERGI AV VÄRMEPUMP	59635 kWh
* ERFORDERLIG TILLSATSVÄRME	49229 kWh
* TOTALT VÄRMEBEHOV	108864 kWh
* DÄRAV TAPPVÄRMVATTEN	108864 kWh
* SPARAD ENERGI = QTOT-EVP-TILLS	44493 kWh
* SYSTEMETS ÅRSVÄRMEFAKTOR	1.7
( QTOT/(TILLS+EVP) )	



## BILAGA 3      Fotografier från byggnadsskedet



Bild 1. Mårsta sjukhem 1979-06-30.

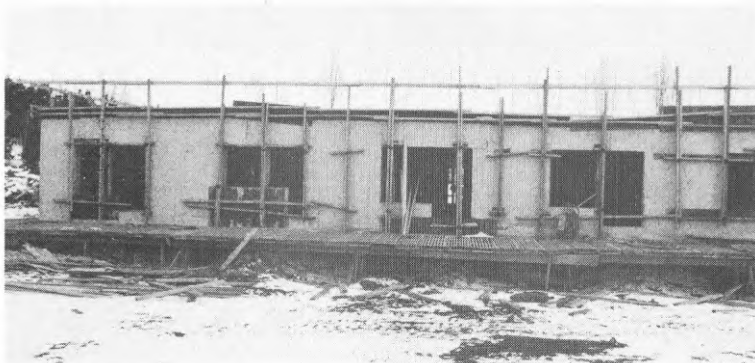


Bild 2. Husdel A, byggnadsstomme i betong



Bild 3. Husdel A, ventilationskanaler i korridors  
undertak.

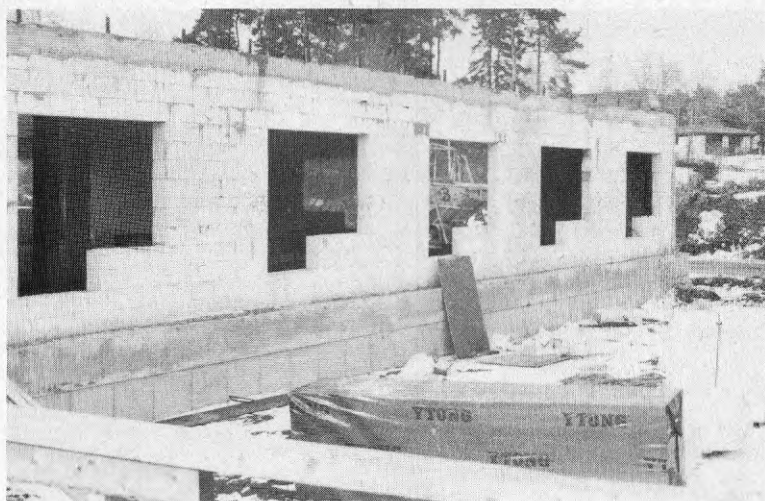


Bild 4. Husdel B, byggnadsstomme i lättbetong.

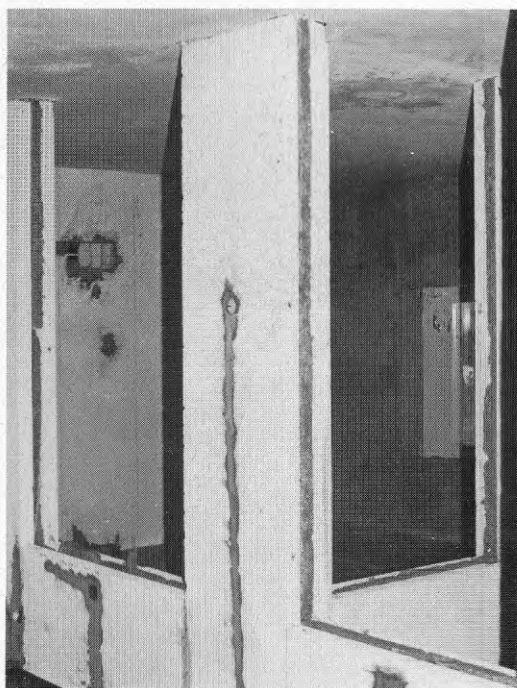


Bild 5. Husdel B, mellanvägg med mellanlägg av mineralull.

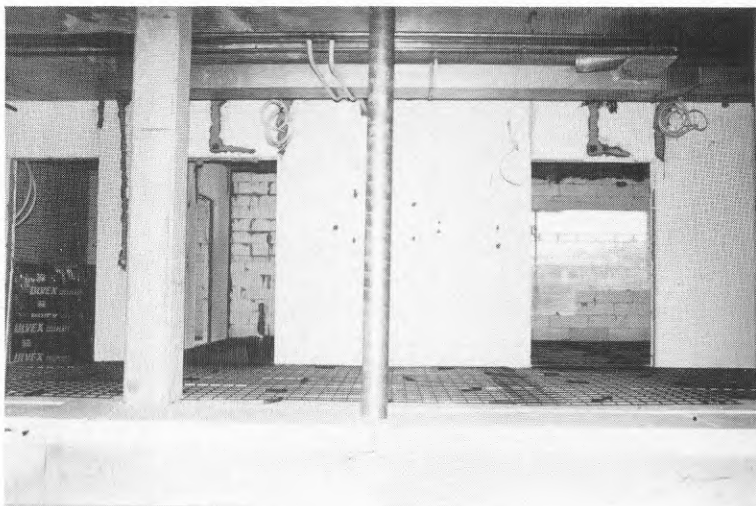


Bild 6. Husdel B, golvisolering med cellplast.



Bild 7. Husdel B, frånluftsfönster kopplade till ventilationssystemet.

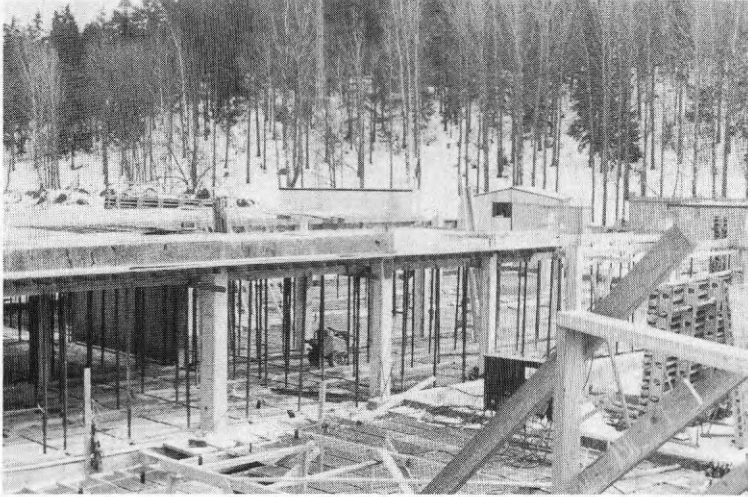


Bild 8. Husdel C, pelardäck i betong.

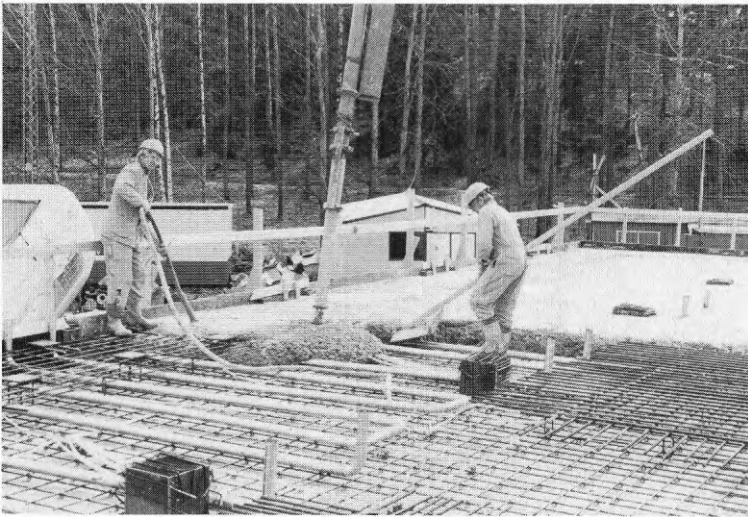


Bild 9. Husdel C, ingjutning av kanaler för värme-  
lagring i takbärlag.





Bild 10. Husdel C, anslutning av kanaler för värme-  
lagring

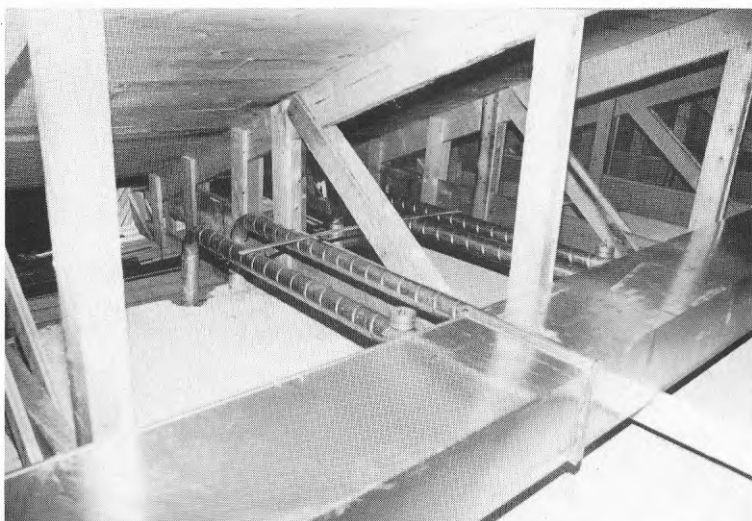


Bild 11. Husdel C, anslutning av kanaler för värme-  
lagring och genomluftsfönster



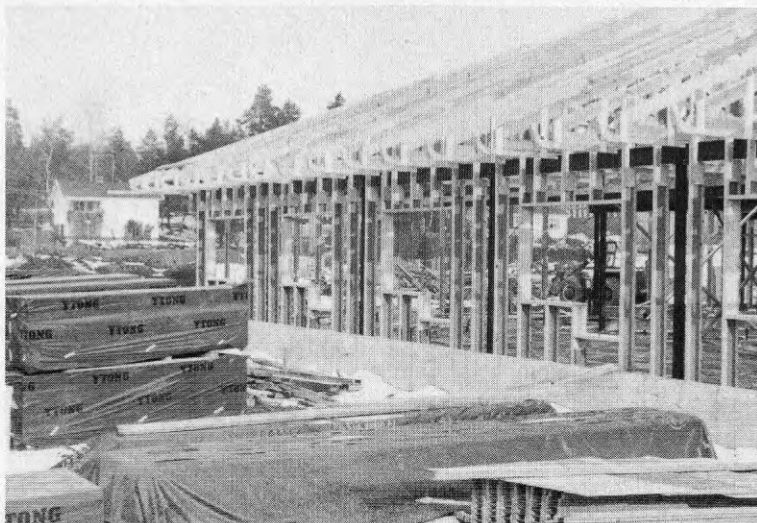


Bild 12. Husdel D, lätt stomme med träreglar.

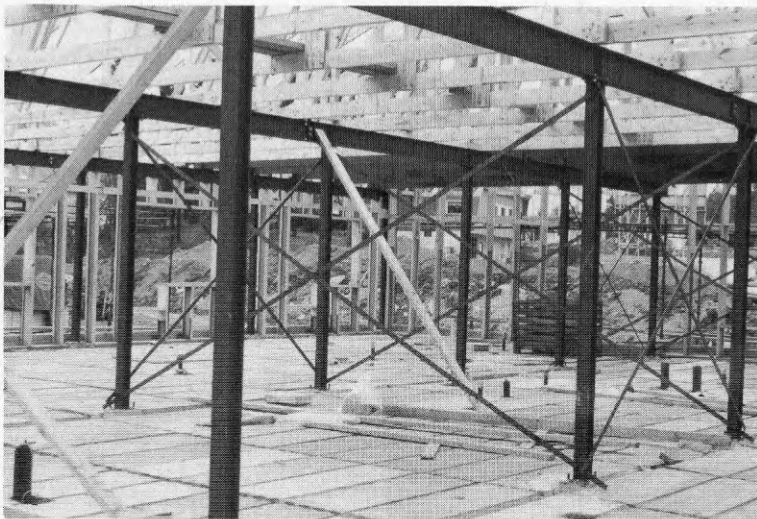


Bild 13. Husdel D, bärning med stålbalkar.

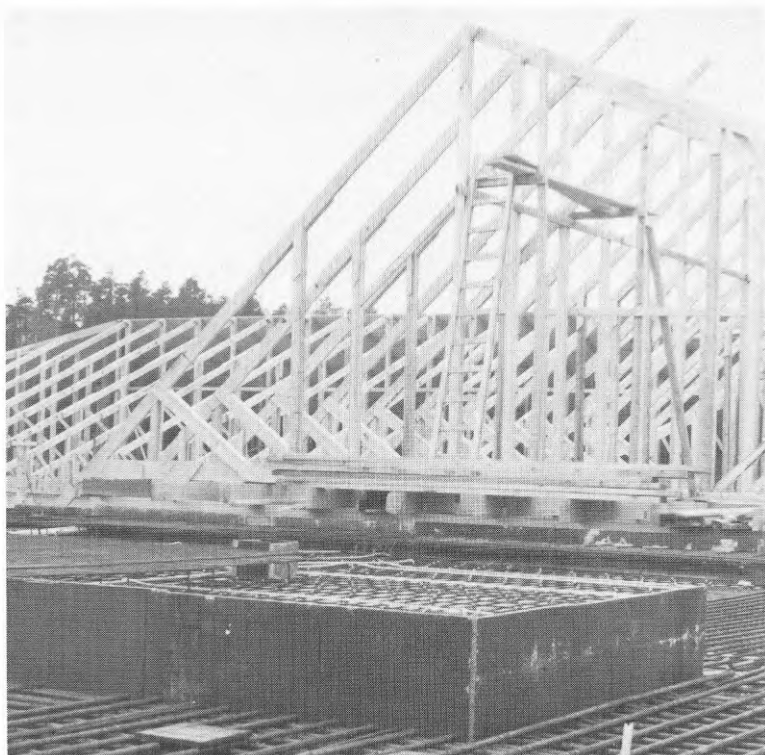


Bild 14. Husdel E, takkonstruktion för solfångare.



Bild 15. Husdel E, takyta för solfångare.

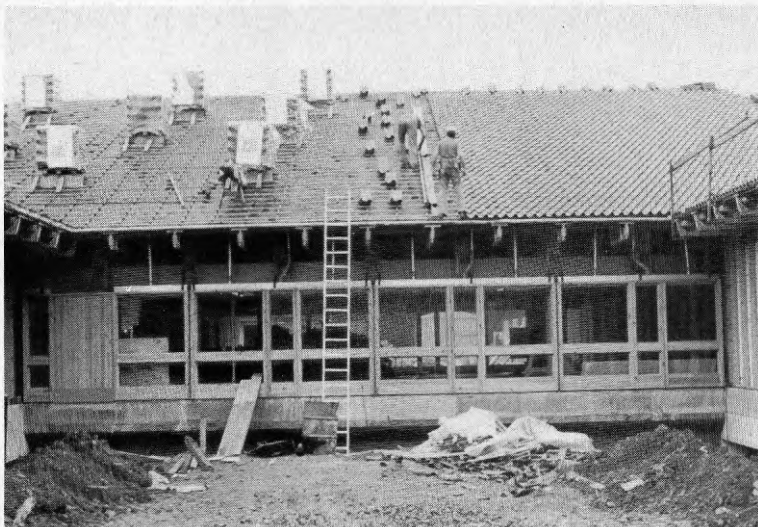


Bild 16. Husdel E, fasad med frånluftsfönster.

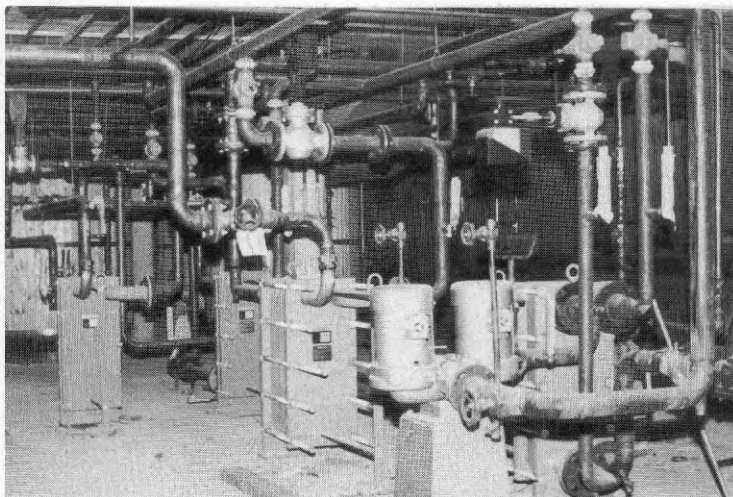


Bild 17. Apparatrutrum, värmeväxlare och ackumulatörer.

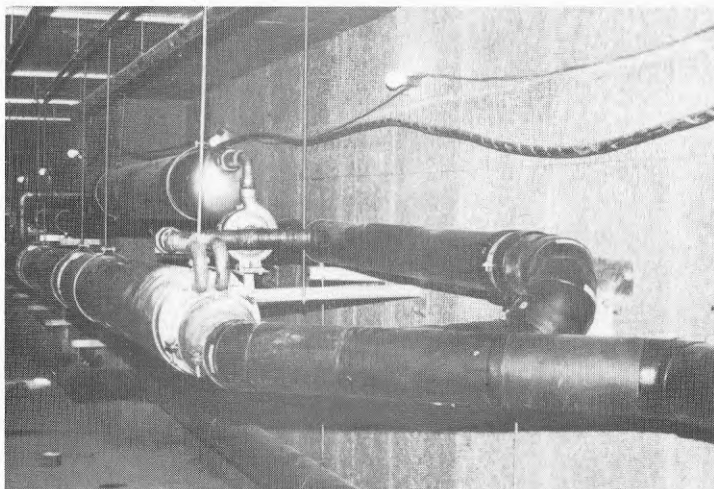


Bild 18. Spillvattenvärmeväxlaren ansluten till spillvattenledningarna.

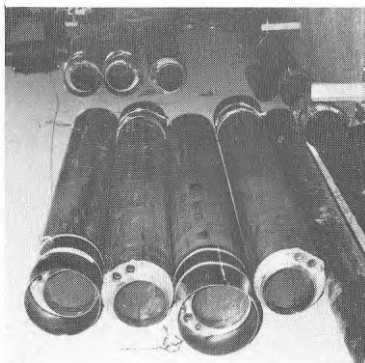


Bild 19. Spillvattenvärmeväxlaren i moduler (2 m).

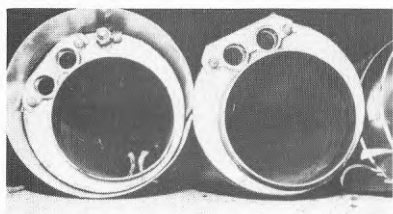


Bild 20. Spillvattenvärmeväxlaren i tvärsnitt. I de två mindre rören leds kallvatten och i manteln finns en kolväteförening för värmeöverföring från spillvatten i det grövre röret till kallvattnet.



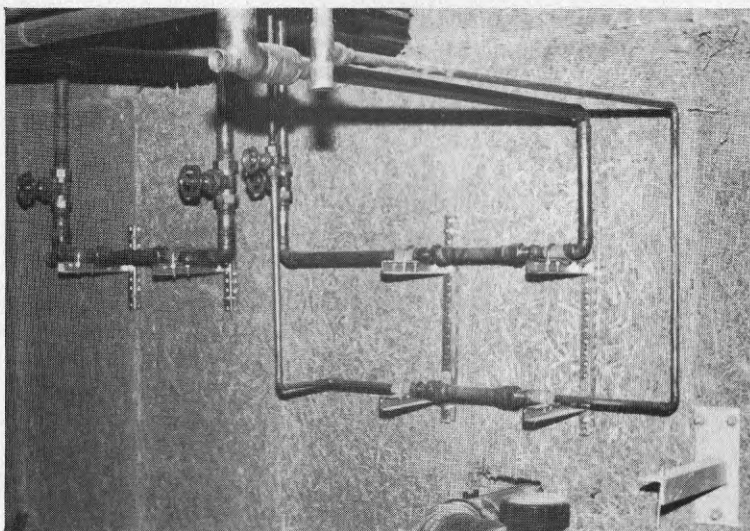


Bild 21. Placering av flödesmätare. Under byggskedet ersätts de med passbitar.

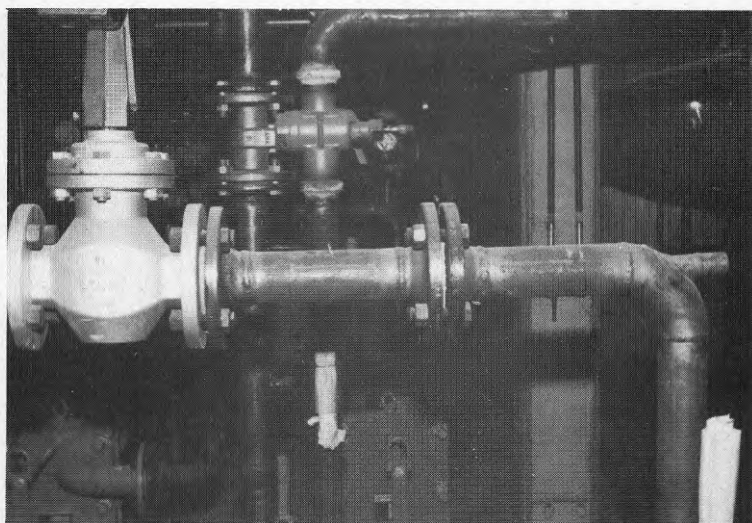


Bild 22. Exempel på placering av mätpunkter. I rörkröken placeras en temperaturmätgivar i medström. Efter den följer en flödesmätare.









**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 780044-7 från  
Statens råd för byggnadsforskning till Stockholms läns  
landsting.**

**R122: 1979**

**ISBN 91-540-3116-8**

**Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm**

**Art.nr: 6700022**

**Abonnemangsgrupp:  
W. Installationer**

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

**Cirka pris: 30 kr exkl moms**