



Det här verket har digitaliserats vid Göteborgs universitetsbibliotek och är fritt att använda. Alla tryckta texter är OCR-tolkade till maskinläsbar text. Det betyder att du kan söka och kopiera texten från dokumentet. Vissa äldre dokument med dåligt tryck kan vara svåra att OCR-tolka korrekt vilket medför att den OCR-tolkade texten kan innehålla fel och därför bör man visuellt jämföra med verkets bilder för att avgöra vad som är riktigt.

This work has been digitized at Gothenburg University Library and is free to use. All printed texts have been OCR-processed and converted to machine readable text. This means that you can search and copy text from the document. Some early printed books are hard to OCR-process correctly and the text may contain errors, so one should always visually compare it with the images to determine what is correct.



Rapport

R94:1979

Nässjö polishus

**Förslag till energibesparande
åtgärder**

Stefan Sandesten

Carl-Göran Spaak

Byggforskningen

R94:1979

NÄSSJÖ POLISHUS

Förslag till energibesparande åtgärder

Stefan Sandesten
Carl-Göran Spaak



V-Biblioteket Bygg
Lunds Tekniska Högskola
Box 118, 221 00 LUND

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag
78 05 11 -8 från Statens råd för byggnadsforskning
till ATRIO arkitektkontor i Jönköping AB.

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

R94:1979

ISBN 91-540-3082-x
Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

LiberTryck Stockholm 1979 955591

INNEHÅLL

SAMMANFATTNING	5
1 BAKGRUND	9
2 BESKRIVNING AV BYGGNADERNA	10
3 ARBETSSÄTT OCH FÖRUTSÄTTNINGAR	17
4 ENERGI OCH EFFEKTBEHOV FÖR ORDINARIE NÄSSJÖ POLISHUS	18
5 ÖVERSIKT BESPARINGSMÖJLIGHET, EKONOMI	22
6 BESPARINGSMÖJLIGHETER	23
6.1 Användning (temp m m)	23
6.2 Form, storlek och orientering	24
6.2.1 Form	24
6.2.2 Storlek	24
6.2.3 Orientering	25
6.3 Isolering och täthet - tak, väggar, fönster	25
6.3.1 Isolering	25
6.3.2 Täthet	26
6.4 Värme - ventilation - sanitet	27
6.4.1 Standard kontorsrum	27
6.4.2 Förändringsmöjligheter för kontorsrummet- kostnadsaspekter m m	27
6.4.3 Ökad grad av värmeåtervinning	29
6.4.4 Värmepumpsystem - nuvarande utformning av vvs kontorsrum	29
6.4.5 Induktionsapparater värme kyla samt min ventilationssystem	30
6.4.6 Hålkroppsbjälklag	31
6.5 El: belysning, armaturer, drifttider	31
6.5.1 Belysning	31
6.5.2 Armaturer	31
6.5.3 Drifttider	32
6.6 Energiförsörjning	32
6.6.1 Energiförsörjningsalternativ för uppvärm- ning - ventilation	32
6.6.2 Kraftförsörjning, drift av maskiner, be- lysnings m m	35
7 FORTSATT UTREDNING, VALDA ALTERNATIV	37
7.1 Bygg	37
7.2 VVS	37
LITTERATUR	39
BILAGA Alternativt uppvärmnings- och ventilations- system för Nässjö Polishus (L-E Bengtsson AB/Bengtsson, L-E, Törnkvist, B.)	41

SAMMANFATTNING

Bakgrund

Den totala energiförbrukningen per år för Nässjö polishus beräknas till 335 000 kWh. Fördelat på antalet personer i samtidig tjänst blir det ca 12 000 kWh/år och person. Ser man till det förhållandet att byggnadsvolymen är ca 375 m³/person kanske inte siffran 12 000 kWh/år, person förefaller speciellt hög, men man frågar sig om man i den offentliga förvaltningen skulle kunna klara sig med en lägre energiförbrukning än vad som nu är fallet.

Syfte

Syftet med projektet har varit att översiktligt utreda teknik och ekonomi för ytterligare energibesparande åtgärder för Nässjö polishus, utöver de som redovisas i bygghandlingarna. Beträffande storlek och volym (ca 10 000 m³) är Nässjö polishus ett genomsnittshus för befintliga och framtida statliga kontorsbyggnader. Detta i kombination med att byggnaden är allmängiltig gör Nässjö polishus till ett lämpligt objekt.

Förutsättningar

Ett par förutsättningar har varit att de alternativa energibesparande åtgärder som är tänkbara skulle baseras på "känd" och någorlunda beprövad teknik. Ambitionen har även varit att i första hand studera alternativ som ger "lönsamhet" vid energipriser som inte fundamentalt avviker från dagens priser. Dessutom måste alternativ som utförs i ett eventuellt framtida försöks-hus vara möjliga att hantera med nuvarande drift- och förvaltningsorganisation.

Energi och effektbehov för ordinarie Nässjö polishus

Det är uppenbarligen så att olika beräkningsmetoder kan leda till olika resultat då man bedömer en byggnads energi- och effektbehov. Därför har tre beräkningsmetoder använts i syfte att belysa osäkerheter i projektet till följd av vald beräkningsmetod. En normal värmeförbrukningskalkyl som KBS kräver, en handberäkningsmetod för energibehovsberäkningar utarbetad vid LTH samt en databeräkning med BRIS-programmet har jämförts med varandra.

Man konstaterar att energibehovet för normalrummet överensstämmer ganska bra, men att avvikelserna för enskilda poster i värmebalansen är relativt betydande.

Besparingsmöjligheter

Avsikten har i programarbetet varit att behandla en mångfald tänkbara åtgärder som spänner över förändrade brukarkrav, beteenden/användning/ byggnadstekniska åtgärder, installationstekniska åtgärder, energiförsörjningsalternativ samt olika drifttek-

niska aspekter.

Vid valet av alternativ för fortsatt utredning har tre förutsättningar varit vägledande:

- ekonomi, därvid har valts att anlägga samma samhällsekonomiska synsätt på framtida investeringar som idag tillämpas vid värdering av energibesparande åtgärder i befintliga byggnader.
- valt alternativ skall någorlunda enkelt mättek-niskt vara möjligt att studera, samt av allmänt intresse att mäta i en byggnad.
- valt alternativ skall vara rimligt att hantera inom ordinarie drift- och fastighetsförvaltning.

På byggsidan har flera besparingsåtgärder testats beräkningsmässigt, och givit följande resultat.

- Förändringar av lokalernas användning och tempera-tur är mycket svårt att göra i detta skede p g a de många låsningar som finns efter flera samråd med personalen/brukarna.
- Förändringar av byggnadens form och storlek är också mycket svårt att genomföra i detta skede av ovan nämnda skäl. Det är alltså särskilt viktigt att dessa fyra aspekter beaktas redan i program-skedet och integreras i lösningen från början.
- De små förändringar i byggnadens orientering som är realistiska ger endast försumbara förbättringar.
- Förbättringar av k-värden och täthet är däremot lönsamt.

I fråga om VVS-lösningar har fyra varianter studerats.

- Ökad grad av värmeåtervinning ger för höga bespa-ringskostnader.
- Värmepumpsystem med uteluft som huvudsaklig värme-källa faller på svårigheten att lösa tillsats-energiproblemet.
- Hålkroppsbjälklag för värme- och kylackumulering samt elradiatorer ger inte lägre energikostnader än i grundprojektet, men kräver en byggteknisk omprojektering.
- Ett ventilationssystem för hygienluftmängd samt fyrrörs induktionsapparater för omfördelning av belastningar inom byggnad under dygnet, ger bety-dande energibesparingar utan att anläggningskost-naderna ökar.

På elsidan kan inte några större besparingar åstad-kommas med mindre än att armaturerna förbättras. In-kopplingstider kan däremot styras av automatik för att inte riskera onödig förbrukning.

Den externa energiförsörjningen har studerats, t ex alternativa bränslen av olika slag, spillvärmeutnytt-jande, solenergi och geotermisk energi. Inga av dessa alternativ är realistiska i detta projekt. Även alternativ till kraftförsörjningen, för belysning och

maskindrift, har studerats.

Valda alternativ för fortsatt utredning

De besparingsmöjligheter som undersökts och som då bäst uppfyllt de tre förutsättningskraven är följande: På byggsidan koncentreras åtgärderna på att försöka nedbringa energiförlusterna.

Dels genom att byta fönstren mot en bättre typ med k-värdet $1,5 \text{ W/m}^2$.

Dels genom att öka takisoleringen med minst 100 mm.

Samt att förbättra tätheten genom att förse entréerna med någon form av vindfång.

På VVS-sidan synes ett system med induktionsapparater för värme och kyla, kombinerat med ett ventilations-system för hygienluftmängd, ge bäst lönsamhet och störst primärenergibesparing.

Sammantaget ger valda förbättringar på bygg- och VVS-sidan följande resultat:

Med de kostnadsförutsättningar som gäller minskar årskostnaden för byggnadens drift, (i energihänseende) med 50 %, från 47 800 till 24 100 kronor, medan anläggningskostnaden för systemet ej överstiger grundalternativet för Nässjö polishus.

Eftersom Nässjö Polishus i ordinarie projekt är ett genomsnittligt och allmängiltigt hus, projekterat efter gällande normer i SBN, kan forskningsprojektets resultat vara praktiskt användbart också för andra byggnader av samma eller liknande typ.

1 BAKGRUND

Byggnadsstyrelsen har fått regeringens uppdrag att projektera nytt polishus i Nässjö. Projekteringsarbetet är nu avslutat och finns redovisat i bygghandlingar. Nässjö polishus ingår i byggnadsstyrelsens projektreserv och kan byggas när behov föreligger med hänsyn till sysselsättningsläget.

Energiförbrukningen per år för Nässjö polishus beräknas till 335 000 kWh. Fördelat på antalet personer i tjänst samtidigt, 28 st, får man en energiförbrukning på c 12 000 kWh per person och år. Det är närmare 10 000 kWh mer än energiförbrukningen per person och år i ett energisnålt småhus. Här bör dock poängteras skillnaden i byggnadsvolym räknat per person, i villan finns c 75 och i polishuset c 375 m³/person. Även om jämförelsen haltar borde man i den offentliga förvaltningen kunna klara sig med en lägre energiförbrukning än vad som nu är fallet.

Syftet med detta forskningsprojekt har varit att i en första etapp översiktligt utreda teknik och ekonomi för ytterligare energibesparande åtgärder för Nässjö polishus, utöver de som redovisas i bygghandlingarna. På basis av detta utredningsarbete bör några huvudvarianter på åtgärder utkristalliseras. Projektering av dessa varianter avses ingå i en andra etapp.

Nässjö polishus är ett allmängiltigt och lämpligt objekt eftersom det är relativt litet, men ändå tillräckligt stort för att få upprepningseffekt. Polishuset är enkelt men innehåller trots detta många för ett kontorshus specifika lokaler.

Ser man på befintliga kontorshus och det framtida statliga kontorsbyggandet finner man att Nässjö polishus är ett genomsnittshus beträffande storlek och volym (c 10 000 m³). Bortsett från cellerna är det en allmängiltig byggnad.

Nässjö polishus ligger centralt placerat, men är genom sin frihet i stadsplanesammanhang ej direkt anknutet till omgivande bebyggelse. Utformning, utseende, byggnadshöjder, planform, placering och orientering m m är därför ej låsta förutsättningar.

2 BESKRIVNING AV BYGGNADERNA

Läget i ett parkliknande kvarter har varit den starkaste utgångspunkten för gestaltningen. I en första skiss redovisades en byggnad där kontorsfunktion och garage fanns i en sammanhållen byggnadskropp. Brukarna accepterade inte denna lösning utan krävde att kontor och garage skulle skiljas åt. Brukarkraven resulterade i en uppdelning på två huskroppar, en olycklig lösning med tanke på värmeekonomin.

Byggnaderna ligger orienterade i nordost-sydvästlig riktning med garaget sydost om kontorsbyggnaden på ett sådant sätt att en 12 m bred intern gård bildas mellan byggnaderna. Kontorsbyggnaden har en rektangulär planform med två våningar över mark och en våning under mark. Huset är 49 m långt och 19 m brett. Garagebyggnaden uppföres i en våning och är 31 m lång och 13 m bred.

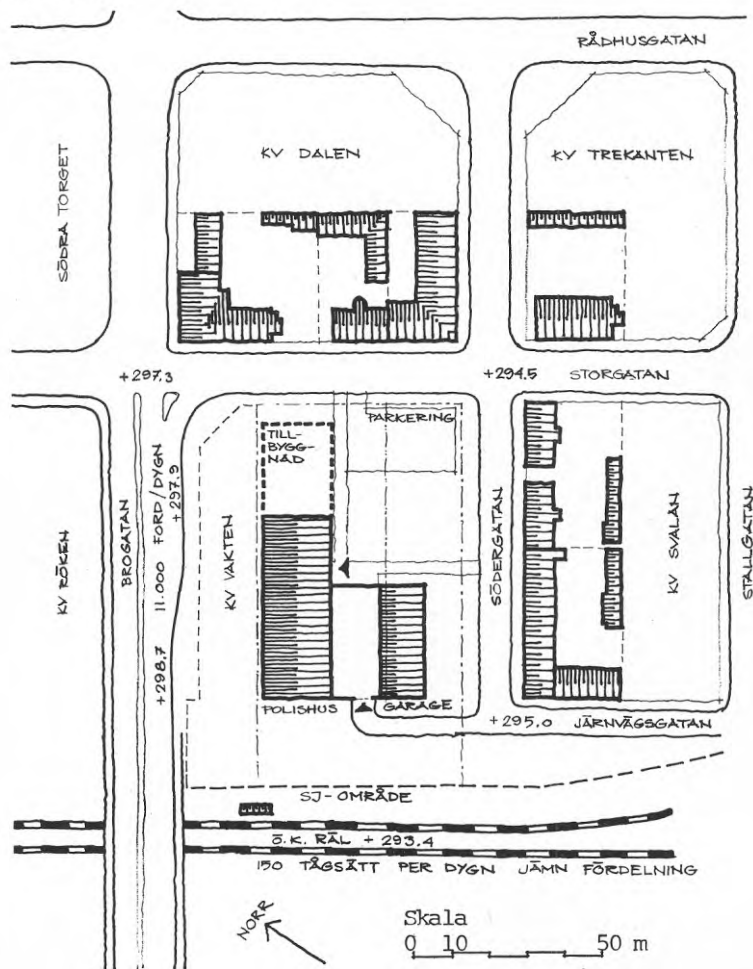


Fig 2.1 Situationsplan

Kontorsbyggnaden innehåller ett källarplan (plan 1) och två hela våningsplan över mark (plan 2 och 3). Byggnaden har dubbelkorridor och en icke dagsljusbelyst kärnzon. I husets nordöstra del finns ett huvudtrapphus med hiss och vertikala schakt för el- och telekanalisation. I denna del av huset tillkom också i ett sent skede en spiraltrappa mellan plan 2 och 3, i slutet av den norra korridoren. I husets mitt finns vertikala schakt för ventilationskanaler. I husets sydvästra del finns en enkel trappa mellan plan 2 och 3. Källarplanet kan nås via en utvändig trappa på sydvästra gaveln.

Hela byggnaden är anpassad till ett modulnät på 1,2 x 1,2 meter. Kontorsrummen har ett rumsdjup på 3,9 meter. Korridorbredden är 1,8 meter. Huset har till största delen arbetsrum med en rumsbredd av 2,9 meter.

I plan 1 (källarplan) ligger polisens hittegodsmagasin, skyddsrum, arkiv, motionsrum, klädkåpsrum med tvättrum och bastu, förråd och serviceutrymmen samt kronofogdemyndighetens förråd för omhändertaget gods. Dessutom finns fläktrum och pannrum på detta plan.

På plan 2 (bottenplan) finns polisens ordningsavdelning med arrestenheter, reception för allmänheten, telefonväxel, vakthavande befäl, förbindelsecentral, undervisningsrum och en liten intern cafeteria. På plan 3 (plan 1 tr) finns poliskommisarie med kansli, kriminalenhet med spaningsrotel, konferensrum, fotolaboratorium och kopieringsrum samt lokaler för kronofogdemyndigheten.

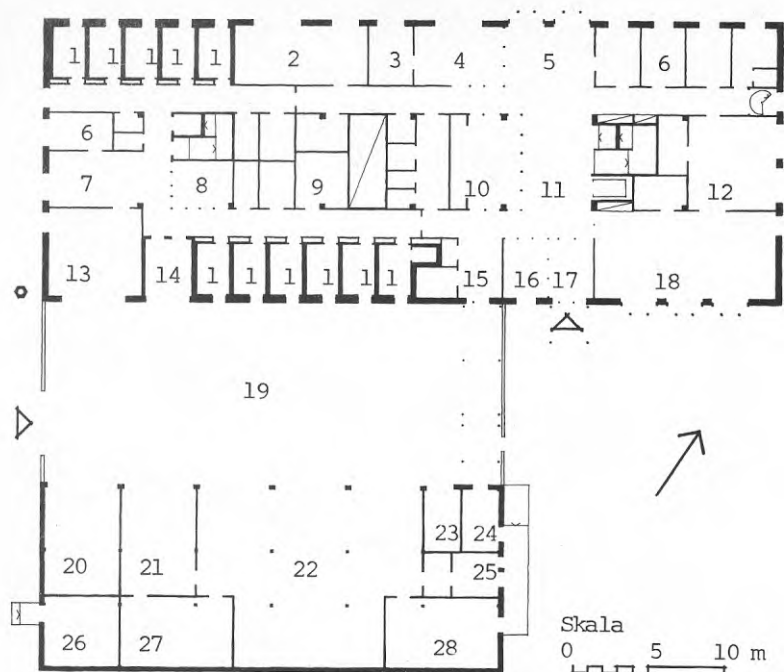
Allmänheten når polisens och kronofogdens lokaler via huvudentrén i husets sydöstra del. Från polisgården finns entré för personalen.

Byggnaden är anpassad för handikappade.

I garagebyggnaden finns polisens tjänstefordon, omhändertagna fordon, utmäta fordon, trädgårdsredskap, cykel- och mopedförvaring, soprum, förråd och rum för reservkraftaggregat.

Kontorsbyggnadens grundläggning utförs på utbredda plattor. Golvbjälklag, bärande pelare och bärande konstruktioner i trapphus och vertikala schakt av platsgjuten betong. Bjälklag av 26 cm platsgjuten betong. Översta bjälklaget isoleras med 22 cm mineralull. Källarytterväggar av 36 cm platsgjuten betong isoleras med 10 cm mineralull. Ytterväggar av 12 cm fasadtegel, 15 cm mineralull och 15 cm platsgjuten betong. Yttertak av betongtakpannor. Mellanväggar av gipsskivor på stålreglar. Täckmålade träfönster med tre-glas. Ytterdörrar och portar av metall.

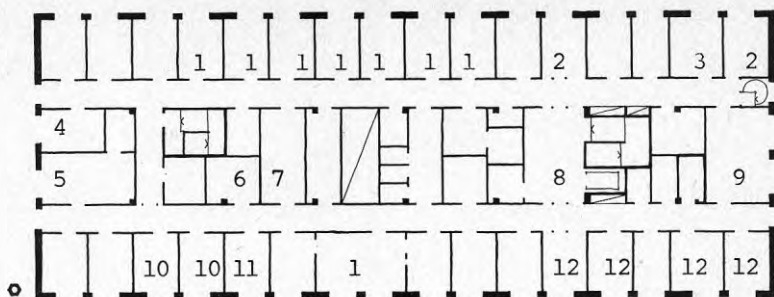
Garagebyggnadens grundläggning utförs på utbredda plattor. Golvbjälklag av platsgjuten betong på packad fyllning. Pelare, balkar och uppregling i yttertak av limträ. Isolering i yttertak av 17 cm mineralull.



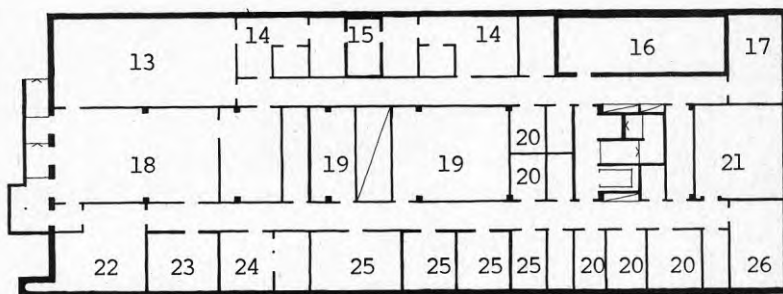
Plan 2 (Bottenplan)

1. förvaringsrum
2. kafferum
3. samtalsrum, vilrum
4. vakthavande befäl
5. reception
6. förhör
7. avvisitering
8. vakt
9. läkare
10. förbindelsecentral
11. allmänhetens väntrum
12. undervisning
13. arrestintag
14. rastgård
15. personalentré
16. telefonväxel
17. allmänhetens entré
18. cafeteria
19. polisgård
20. teknisk undersökning
21. spolplatta
22. garage
23. trädgårdsredskap
24. soprum
25. tjänstehundar
26. reservkraftaggregat
27. garageförråd
28. cyklar, mopeder

Fig 2.2 Plan 2



Plan 3 (Plan 1 tr)

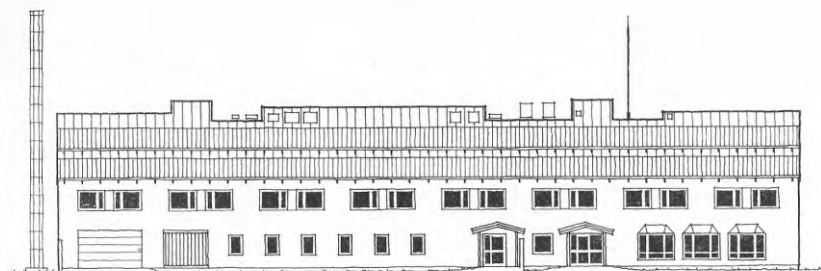


Plan 1 (Källarplan)

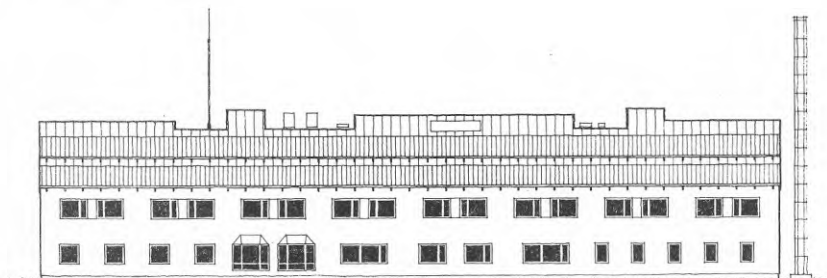
1. Kriminalenhet, spaningsrotel
2. assistent
3. poliskommisarie
4. spårlab
5. fotoateljé
6. skrivrum
7. kopiering
8. väntrum
9. konferensrum
10. skrivbiträde
11. vaktmästare
12. kronofogdemyndighet

13. klädskåpsrum
14. omklädning, tvättrum
15. bastu
16. hittegodsförråd, skyddsrum
17. omhändertaget gods
18. motionsrum
19. fläktrum
20. serviceutrymme
21. huvudarkiv
22. pannrum
23. oljerum
24. verkstad
25. förråd
26. städcentral

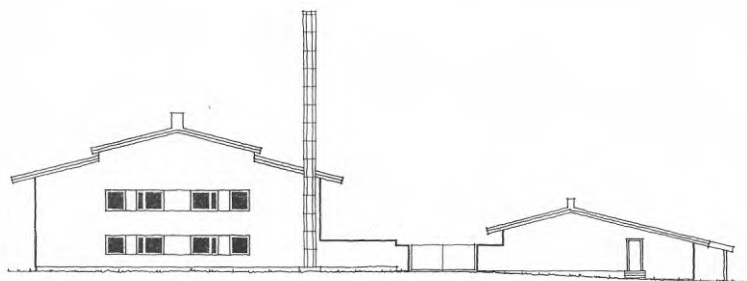
Fig 2.3 Plan 1 och 3



Fasad mot sydost



Fasad mot nordväst



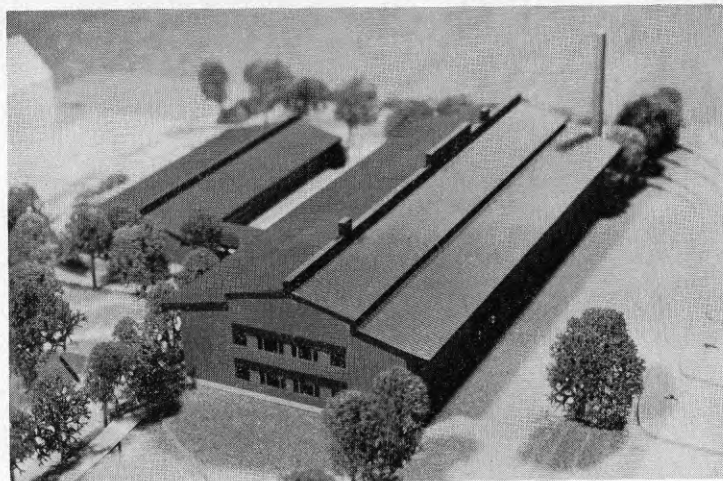
Fasad mot sydväst



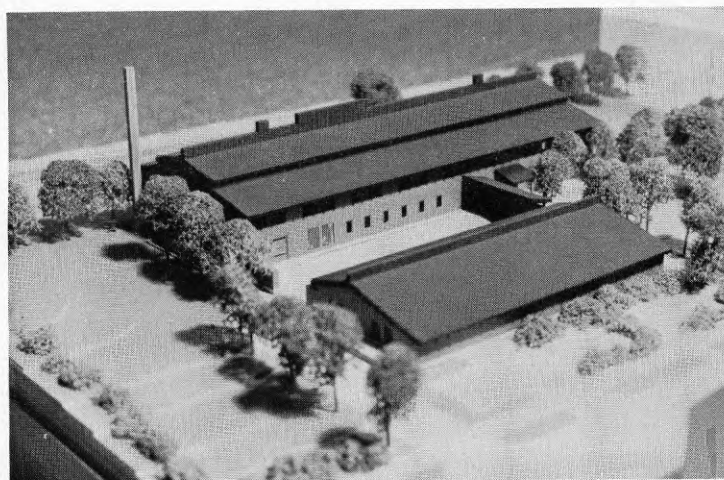
Sektion

Skala
0 5 10 15 20 m

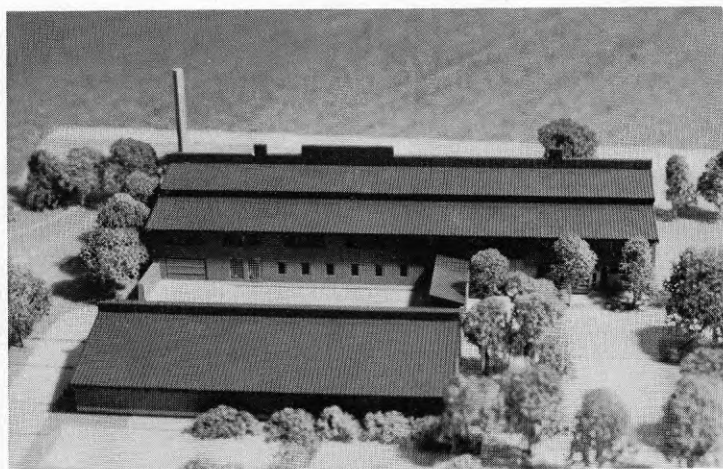
Fig 2.4 Fasader och sektion



a



b



c

Fig 2.5 Modell sedd från norr (a), söder (b) och sydost (c).

Ytterväggar av 12 cm fasadtegel, 11 cm mineralull och 12 cm fasadtegel. Golv av ytbehandlad stålglättad betong. Mellanväggar, fönster, ytterdörrar och portar lika kontorsbyggnaden. Innertak av gipsskivor och yttertak av betongtakpannor.

Eftersom Nässjö ligger i en snörik trakt har stora takytor brutits och alla takgenomföringar placerats i nock tillsammans med ventileringen av yttertaket.

Den kvalitetsnivå på rumsklimat som KBS föreskriver tillgodoses med varmvattenradiatorer under fönster samt ett system med mekanisk från- och tilluftsventilation. Tilluftsdon placeras i framkant tak i kontorsrummen och utsugning via överluftsdon i kontorsrummens korridorvägg till undertak i korridor. Kontorsrum och likvärdiga utrymmen är dimensionerade för en medeltemperatur av $+ 20^{\circ} \text{C}$ under arbetstid. Kontorslokalerna förses med återluftssystem med konstant tilluttstemperatur. Egen panncentral med två pannor för eldningsolja 1 placeras i plan 1. Skorsten utföres av prefabricerade betongelement.

Energiförbrukningen per år beräknas uppgå till 185 MWh för transmission, ventilation och tappvarmvatten.

Nässjö Elverk levererar spänning 3-fas, 380 V, 50 Hz via två servisledningar till elcentralen i plan 1. Här anordnas ett 400 V ställverk samt mätutrustning. Den abonnerade effekten är 65 kW. För den favoriserade belastningen installeras ett reservkraftaggregat på 60 kVA i härför avsett rum i garagebyggnaden. Nödströmsanläggning för 220 V med ackumulatorbatteri och laddningsaggregat installeras. Den lokala installerade effekten för belysning, motordrift och teletekniska anläggningar beräknas till c 80 kW. Ljusarmaturer utgöres i huvudsak av lysrörsarmaturer. Belysningseffekten är beräknad till 11 W/m^2 i kontorsrum och till 6 W/m^2 i korridorer. Till detta kommer tillsatsbelysning på 75 W per kontorsrum.

Inom kontorsbyggnaden installeras en hydraulhiss för 6 pers/500 kg.

Energiförbrukningen per år beräknas till 150 MWh för belysning, motordrift och teletekniska anläggningar.

Kontorsbyggnadens totalyta är 2792 m^2 och byggnadsvolymen är c 9000 m^3 . Garagebyggnadens totalyta är 391 m^2 och byggnadsvolymen 1415 m^3 . Detta ger sammantaget totalytan c $3\ 200 \text{ m}^2$ och byggnadsvolymen c $10\ 400 \text{ m}^3$.

Föreliggande programarbete har drivits av en arbetsgrupp bestående av

ark Tomas Svensson, ATRIO
ark Carl-Göran Spaak, ATRIO
ark Björn Karlsson, projekteringsbyrån KBS
civ ing Stefan Sandesten, tekniska byrån KBS

Därutöver har extern expertis anlåtts, bl a
tekn dr Engelbrekt Isfält, KTH
L-E Bengtsson ing firma, Stockholm
STAL, Norrköping
m fl

Spaak och Sandesten har utarbetat föreliggande rapport. Bilagan till rapporten har utarbetats av Bengtsson och Törnkvist på L-E Bengtsson AB.

Finansiering av programarbetet har skett dels genom anslag från Byggforskningsrådet (BFR-projekt nr 780511-8) dels genom insatser från byggnadsstyrelsen.

BFR:s bidrag omfattar 77 tkr, KBS:s bidrag omfattar dels insatser med egen personal dels insatser som innebär att utvecklingsprojekt inom KBS riktats mot aktuellt projekt.

En förutsättning för arbetet har varit att ordinarie projekteringsarbete skulle drivas på normalt sätt och skulle således inte påverkas av de alternativ till olika energibesparande åtgärder som kunde bli aktuella inom ett experimentbyggande. Denna förutsättning har innehållits och ordinarie bygghandlingar för projektet förelåg 781120.

En annan förutsättning för arbetet har varit att de alternativa energibesparande åtgärder som är tänkbara skulle baseras på "känd" och någorlunda beprövad teknik. Ambitionen har även varit att i första hand studera alternativ som ger "lönsamhet" vid energipriser som inte fundamentalt avviker från dagens priser. Detta kan synas vara en restriktiv inställning till studerande alternativ. Arbetsgruppen har dock bedömt det vara av värde att studera alternativ som ligger någorlunda nära dagens "SBN"-hus eftersom lönsamheten för åtgärder utöver - eller inom SBN:s krav - torde uppvisa högst olika lönsamhet. En relativt restriktiv inställning till dyra alternativ torde även medföra att alternativ som utförs i ett eventuellt framtida försökshus är möjliga att hantera med nuvarande drift-och förvaltningsorganisation.

4 ENERGI OCH EFFEKTBEHOV FÖR ORDINARIE NÄSSJÖ
POLISHUS

Normalt tillämpas förhållandevis enkla handberäkningsmetoder för bedömning av energi- och ibland även effektbehov för en byggnad. Om alternativ för energibesparing beaktas utnyttjas normalt samma metod. Det är uppenbarligen så att olika beräkningsmetoder kan leda till olika resultat även om en och samma energibesparande åtgärd behandlas. Detta framgår inte minst av de jämförelser mellan olika data-maskinprogram som f n görs inom IEA-arbetet och problemet är även känt från tidigare analyser. Gruppen har därför bedömt det vara av visst värde att i detta sammanhang använda olika beräkningsmetoder i syfte att belysa osäkerheten i detta projekt till följd av säkerhet i beräknad energibesparing för varje åtgärd beroende på variationer i beräkningsförutsättningar oavsett vald metod för beräkning.

a) Normal värmeförbrukningskalkyl KBS

Byggnadsstyrelsen kräver sedan - 74 att en värmeförbrukningskalkyl redovisas av projektörerna för nya projekt. Värmeförbrukningskalkylen omfattar en redovisning av årligt energibehov och max effektbehov och redovisningen bör göras dels i systemhandlings- dels i bygghandlingsskedena. Följande värden är från en sammanfattning av värmeförbrukningskalkylen för bygghandlingsskedet. Energi- behovet har beräknats till 185 MWh/år (netto) eller ca 18 kWh/m³ bv år (netto). Max effektbehov till ca 149 kW eller ca 14 W/m³ bv för uppvärmning, ventilation, varmvatten m m. Elenergibehovet har beräknats till 150 MWh/år och max eleffektbehov (abonnerad effekt) till 65 kW. Jämfört med krav enligt SBN utgör transmissionsförlusten för huvudbyggnad ca 85 % av max tillåtet och för garagebyggnad ca 55 % max tillåtet (i huvudsak beroende på låg fönsterandel).

b) SAR:s metod för energibehovsberäkningar

Rubriken syftar på en metod för energibehovsberäkningar som tillämpats vid av SAR arrangerade kurser för energihushållning. Metoden - som är en "handberäkningsmetod" baseras på arbeten vid LTH (Adamson, Källblad BKL 1978:2). Denna metod har använts i det följande för att belysa inverkan av olika byggnadstekniska åtgärder. Dessa åtgärder relateras till ett "utgångsläge" d v s den ordinarie byggnadens energiförbrukning. Totalt erhålls enligt denna metod ett energibehov för uppvärmning, varmvatten m m på ca 160 MWh/år d v s ca 10 % lägre jämfört med metod a).

Metod a) och b) skiljer sig åt framförallt beträffande behandling av tillskottsenergi från solstrålning m m där metod a) baseras på äldre schabloner

(i form av fiktiva rumstemperaturer) för att beakta tillskottsenergi. KBS tillämpar numera på försök en utvecklade metod för värmeförbrukningskalkyler enligt likartade principer som för metod b). Det framgår med önskvärd tydlighet att förståelsen för värmebalanser och inverkan faktorer blir väsentligt bättre med dessa senare metoder. Det kan dock noteras att metoderna understundom anses vara tidsödande och därmed dyrare jämfört med normala kalkyler. En brist även vid dessa metoder är att beräkningarna ofta utgår från månadsmedelvärden eller relativt grova schabloner för solinstrålningens variation och för interna värmelaster. Risken är således att värmetillskotten övervärderas - d v s delar av tillskotten leder till temperaturstegring i rummen eller till ökad vädring.

För att få ett grepp om betydelsen av dessa förhållanden har en årsenergiberäkning utförts med data-programmet BRIS och en jämförelse även gjorts med en av E Isfält föreslagen handberäkningsmetod för årsenergibehov för uppvärmning och ventilation.

c) Datamaskinberäkning BRIS

Av den sammanfattande rapporten över beräkningarna och beräkningsresultatet framgår att förutsättningarna tyvärr inte är direkt jämförbara med a) och b) ovan. Dels därför att enbart kontorsmoduler behandlats (ej hela byggnaden), dels därför att ett verkligt år (år 1971) i Stockholm lagts till grund för beräkningarna. En tabellarisk översikt över beräkningsresultaten ges i figur 4.1.

Inledningsvis kan - det kanske självklara förhållandet - konstateras att energibalansens storlek och fördelning radikalt avviker från byggnader före SBN - 75. Energibehovet för normalrummet (utan kallt tak) ligger relativt nära de värden som erhålls med metoden a) och b) - här erhålls ca 18 kWh/m³ bv. Avvikelserna för enskilda poster i värmebalansen är dock relativt betydande. Av tabellen fig 4.1, kan vidare ses vilken betydande osäkerhet i energianvändningen som föreligger. Detta beror delvis på att tillskottsenergin är betydande och flera poster i denna (fönster, personer, belysning) är starkt knutna till användning av byggnader och betraktas därmed i detta sammanhang som osäkra. Vidare kan ses att ventilationen genom värmeåtervinning, fläktarbete m m är en förhållandevis liten post och därtill ca hälften av den "ofrivilliga" ventilation en förlust vars storlek och tidsmässiga fördelning får betraktas som mycket osäker.

Ett annat förhållande av stor betydelse för uppbyggnad av framtida vvs-anläggningar kan vidare utläsas av rapporten. Dimensionerande effektbehov uppträder vid andra temperaturförhållanden än vad man traditionellt räknar med. Förhållande har även belysts i samband med lågtemperaturvärme (vvs spec. nr 1.78 Folke Peterson). Kombinationen av god täthet, god isolering och tung byggnadskonstruktion kan medföra

att dimensionerande effektbehov inträffar vid storleksordning 10^0 C högre utetemperatur än LUT enligt SBN.

Isfält har i rapporten även behandlat handberäkningsmetoder grundade på graddagsbegrepp och för detta fall funnit att hänsyn till tillskottsvärme från solstrålning kan tas med godtagbar noggrannhet enligt traditionella äldre metoder ($+3^0$ lägre DIT). Slutligen kan i detta sammanhang sägas att rapportens resultat antyder betydande risker för övertemperaturer vår-sommar och höst. Risken föreligger redan för kontorsrum under kallt tak. För rum belägna mitt i huset är riskerna för övertemperaturer väsentligt större.

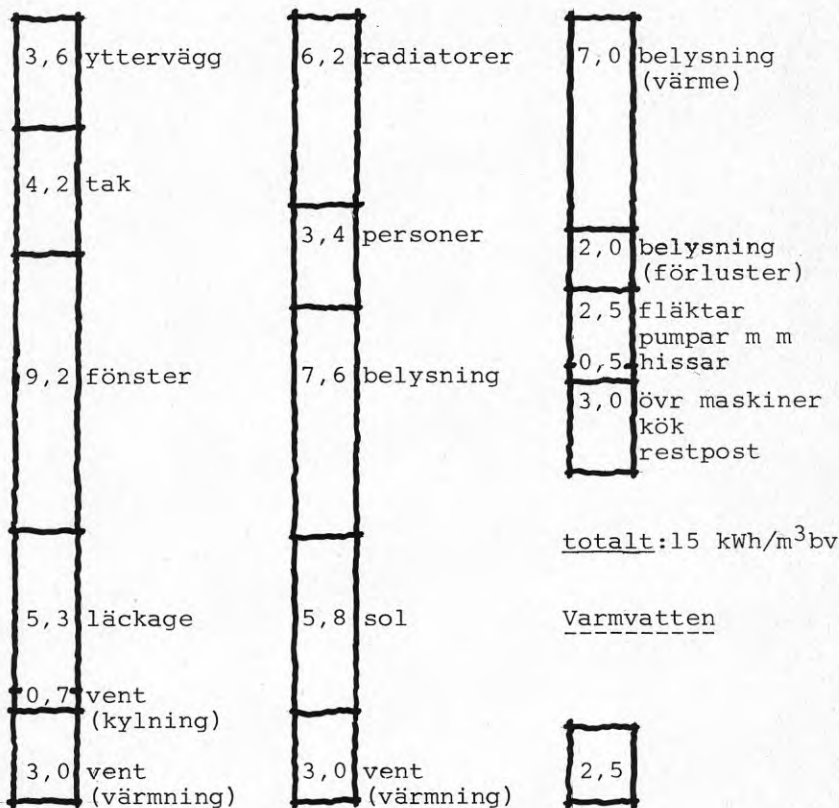
Energidiagram

Tytrum: 2,5 moduls kontorsrum, SBN 75 energisupplement

Medelvärde för rum beläget under kallt takVärme, ventilationElenergi

Förluster:

Tillskott:

totalt 26 kWh/m³bv26 kWh/m³bvtotalt: 2,5 kWh/m³bv

varav

"köpt" energi:

17 kWh/m³bv

varav "köpt" värmeenergi

10 kWh/m³bvOmvandlings- och distributionsförluster

el:	: distributionsnät	10 %
fjärrvärme	: nät	5 - 10 %
	: panna	15 %
olja	: panna	15 - 35 %

Fig 4.1 Energidiagram, exempel

I följande avsnitt skall översiktligt behandlas de studerande möjligheterna till energibesparing. Avsikten har i programarbetet varit att behandla en mångfald tänkbara åtgärder som spänner över förändrade brukarkrav, beteenden/användning/byggnadstekniska åtgärder, installationstekniska åtgärder, energiförsörjningsalternativ samt olika drifttekniska aspekter. De studerade alternativen kan ingalunda sägas vara täckande i den meningen att alla tänkbara alternativ studerats.

På basis av denna översiktliga redovisning görs sedan val av ett antal alternativ för fortsatt utredning. Dessa val kan alltid diskuteras. Tre förutsättningar har varit vägledande vid val av alternativ

- ekonomi, därvid har valts att anlägga samma samhällsekonomiska synsätt på framtida investeringar som idag tillämpas vid värdering av energibesparande åtgärder i befintliga byggnader.
- valt alternativ skall någorlunda enkelt mättek-niskt vara möjligt att studera samt av allmänt intresse att mäta i en byggnad
- valt alternativ skall vara rimligt att hantera inom ordinarie drift- och fastighetsförvaltning. Detta krav kan ej anses vara specifikt för KBS utan torde vara aktuellt i ett större sammanhang om "ny" teknik i större skala skall introduceras.

6 BESPARINGSMÖJLIGHETER

6.1 Användning (temp. m m)

I grundprojektet finns tre olika temperaturzoner och lokalerna är fördelade på dessa enligt följande.

Till den första gruppen, med lokaler avsedda att uppvärmas till mer än $+18^{\circ}\text{C}$ (max. $+20^{\circ}\text{C}$), hör pannrum, korridorer och omklädningsrum på plan 1, samtliga lokaler utom arrestintaget på plan 2, samt hela plan 3.

Till den andra gruppen, med lokaler avsedda att uppvärmas till högst $+18^{\circ}\text{C}$ men till minst $+10^{\circ}\text{C}$, hör övriga utrymmen på plan 1, arrestintaget på plan 2 samt arbetslokalerna i garagebyggnaden.

Till den sista gruppen, med lokaler avsedda att uppvärmas till lägre temperatur än $+10^{\circ}\text{C}$ men till minst $\pm 0^{\circ}\text{C}$, hör resterande utrymmen i garagebyggnaden.

Ett sätt att minska energiförbrukningen är att hålla lägre temperatur, d v s minska uppvärmningsbehovet. Man får gå igenom de olika lokalerna och göra klart för sig hur, när, hur lång tid och hur ofta de används. Viktigt är att klargöra vilka temperaturnivåer som krävs för verksamheten i lokalen och om temperaturen kan sänkas den tid som lokalen står outnyttjad. Exempel på detta är arresterna som kan hålla $+20^{\circ}\text{C}$ då de används men tillåts ha en lägre temperatur då de är tomma. Garagen är ett annat exempel på lokaler som kan hålla en låg temperatur om man beslutar sig för att arbete med bilarna skall ske på ett visst ställe, t ex spolplatsen, där man håller en högre temperatur.

I detta sammanhang måste noteras att i en så pass tung byggnad som det gäller här är trögheten i konstruktionen något man måste räkna med. Därför är det inte säkert att kortvariga bortkopplingar av värmeförseln ger så stort resultat. Dessutom är det tyvärr så att det finns mycket få mätningar och undersökningar på hur ett hus av detta slag används. Det blir därför många antaganden när man diskuterar åtgärder.

Att åstadkomma en energibesparing genom ändrad användning av byggnaden är mycket svårt i detta skede. Projektets nuvarande utseende är till stor del ett resultat av flera samråd med personalen/brukarna, MBL-förhandlingar e t c, och det finns därför nu alltför många låsningar för att man skall kunna göra några större ändringar.

Detta visar att hela energiresonemanget måste beaktas redan i ett tidigt skede och därmed integreras i lösningen från början.

6.2 Form, storlek och orientering

6.2.1 Form

Brukarmyndigheternas krav och den snäva kostnadsram som gäller för projektet har styrt bebyggelsens utformning i hög grad. För att erhålla en lämplig gruppering av lokalerna finns två huskroppar, en kontorsbyggnad och en garagebyggnad.

För att minimera transmissionsförlusterna bör man sträva efter en så samlad volym som möjligt och på så sätt hålla nere de omslutande ytorna. Därför vill man i ett lågenergialternativ ha alla utrymmen i en huskropp, med en så kvadratisk planform som möjligt. Grundprojektets form är ett resultat av de brukarkrav och önskemål som framkommit vid flera samråd. Därför kan man räkna med en låsning till nuvarande form och konstatera att en förändring av formen är svår att genomföra.

Strävar man efter en mera kvadratisk plan i syfte att minska ytterväggsytan kanske man hamnar i lösningar liknande kontorslandskap. Då ställs man inför olika problem då det gäller att hålla rumsklimatet konstant, beroende på var i rummet man befinner sig, i förhållande till ytterväggen. För att få tillräckligt med dagsljus till de innerst belägna arbetsplatserna krävs stora fönsterytor, vilket i sin tur medför problem för platser närmast fönstret (kallras/övertemp.). En lösning på problemet kan vara att förlägga kommunikationsytor i zonen närmast fönstren eftersom den funktionen inte har samma höga krav på klimat som arbetsplatserna.

Strävar man efter att infånga så mycket solenergi som möjligt skall man glasa upp så mycket som möjligt mot söder och sluta fasaden mot norr. Detta talar för en lång smal byggnad med ljuskrävande utrymmen i söderfasadläge och korridor och övriga mörka utrymmen mot norr. Nackdelarna är att det rimmår dåligt med önskemål om minimerad volym, det ger långa kommunikationsvägar och resulterar i byggnader som kan vara svårplacerade.

6.2.2 Storlek

Beräkningarna visar att med nuvarande form på byggnaden innebär en minskning av yta/volym med 10 % en minskning av energiåtgången med 9 %. I stort sett minskar alltså byggnadens energibehov i proportion med en storleksminskning. Det lönar sig således att försöka hålla ner ytan/volymer så långt det går. Att minska ett projekt som redan kommit så långt i projekteringen visar sig vara mycket svårt, av skäl som tidigare nämnts. Det är därför särskilt viktigt att man är återhållsam redan i programskedet.

Att använda typrum med en bredd av 2,5 M behöver därvid inte betyda att den totala ytan för kontorsfunktionerna ökar. Däremot bör man kunna göra kontorsrummen grundare och på så sätt spara yta. För att er-hålla en god möblerbarhet räcker det oftast med ett djup av 3,6 m.

6.2.3 Orientering

Under förutsättning att byggnadens form, storlek och fönsterfördelning hålles oförändrad kan en vridning av kontorsbyggnaden till en optimal orientering resultera i en ökning av infångad solenergi från 44 933 kWh/år, till 47 512 kWh/år (en ökning med 5,7 %). Ser man till uppvärmningsbehovet minskar det därigenom från 131 055 kWh/år till 130 373 kWh/år (en minskning med 0,5 %).

Om det vore möjligt att med bibehållen form och storlek på byggnaden ändra orienteringen och fönsterfördelningen så att 75 % av fönsterytan finns mot söder, 10 % mot öster resp väster och endast 5 % mot norr, så skulle värdena förbättras ytterligare. Instrålningen uppgår då till 58 224 kWh/år (en ökning med 29,6 %) och uppvärmningsbehovet uppgår till 118 956 kWh/år (en minskning med 9,2 %).

En så omfattande omfördelning av fönsterytorna är inte genomförbar med tanke på byggnadens funktion. Om den vore möjlig fick man noga observera riskerna för övertemperatur sommartid. Det visar sig att de små förändringar i orientering som är realistiska ger endast försumbara förbättringar.

6.3 Isolering och täthet - tak, väggar, fönster

6.3.1 Isolering

Vi har undersökt vad en ökad isolering av tak, väggar och bjälklag innebär. Isoleringstjockleken har då valts enligt anvisningarna i Swedisols Optimal Isolering, där man anger ekonomisk isolerstandard för olika konstruktioner. På nästan samtliga punkter har isoleringen ökats, men den största förbättringen ligger på takbjälklaget.

Åtgärderna minskar transmissionsförlusterna med 16,4% eller nära 25 000 kWh/år. Det totala energibehovet minskar med 7,4 % eller ca 23 000 kWh/år. Kostnaderna för den ökade isoleringen har beräknats till 66.000:- kr i kostnadsläge 78 04 01.

Byggnadsstyrelsens kalkylförutsättningar (P30 Energi-gruppen PM) tillämpas vid värdering av energibesparande åtgärder. En metod för beräkning av s k besparingskostnad redovisas.

Vid en lönsamhetsvärdering jämförs besparingskostnader med energipriset.

Prövar vi lönsamheten med den ökade isoleringen fås:

$$BK = \frac{I}{p_3 \times Q} = \frac{66\ 000}{35,8 \times 23\ 000} = 0,08 \text{ kr/kWh}$$

($< 0,10$ kr/kWh)

Besparingskostnaden 8 öre/kWh är lägre än energikostnaden för en medelstor oljeeldad anläggning (10 öre/kWh) och åtgärden är således lönsam.

En förbättring av fönstrens k-värde har också undersökts. Fönster med k-värde $1,5 \text{ W/m}^2$, °C minskar transmissionsförlusterna med 5,7 %, eller 8 570 kWh/år. Det totala energibehovet minskar med 2,0 % eller 6 170 kWh/år. Tilläggskostnaderna för att erhålla dessa k-värden varierar beroende på om man väljer 4-glasfönster eller 3-glasfönster med extra höga krav (t ex Aluvent SH 23 LD). Alternativet 4-glas kostar 30 000:- kr extra och alternativet 3-glas kostar c 20 000:- kr extra.

$$BK = \frac{30\ 000}{35,8 \times 6\ 170} = 0,136 \text{ kr/kWh} (> 0,10 \text{ kr/kWh})$$

4-glas alternativet

$$BK = \frac{20\ 000}{35,8 \times 6\ 170} = 0,091 \text{ kr/kWh} (< 0,10 \text{ kr/kWh})$$

3-glas alternativet

För 3-glas-alternativet är besparingskostnaden, 9 öre/kWh, lägre än energikostnaden och åtgärden är således lönsam. Skisserade förbättringar är alltså lönsamma då det gäller isolering särskilt i tak, och även bättre fönster är en lönsam åtgärd.

6.3.2 Täthet

Byggnadens täthet är mycket viktig för att hålla nere den ofrivilliga ventilationen. Tittar man på ett normalt arbetsdygn så utgörs ventilationsförlusterna till c 40 % av den ofrivilliga ventilationen. Då har den ofrivilliga ventilationen antagits vara 0,2 oms/h och skulle det värdet till äventyrs ligga högre så kommer man att få helt andra värden på de totala transmissionsförlusterna. En ökning till 0,3 oms/h ökar dygnsandelen till 49 % och transmissionsförlusten per år med 29 %. Detta visar att eventuella otätheter markant försämrar energibalansen. Då nu en kalkylerad energibalans är så märkbart beroende av om antagna värden på ofrivillig ventilation verkligen stämmer är det viktigt att man kontrollerar förhållandena i den färdiga byggnaden. En betydande orsak till energiförluster, som kan räknas till begreppet täthet, är ventilationsförluster p g a dörröppnande. För att så långt som möjligt komma till rätta med detta bör man använda sig av vindfång vid entréerna. Vindfånget bör då vara sådant att bara en av dess två dörrar är öppen åt gången. Ett alternativ till vindfånget är en roterande entrédörr, s k karusell-dörr. Den har den fördelen att det aldrig blir helt

fri passage för luften mellan ute och inne, när man passerar den. En nackdel är att det krävs en extra, vanlig, dörr för handikappade.

6.4 Värme - ventilation - sanitet

I det följande behandlas i huvudsak enbart besparingsmöjligheter avseende värme- och ventilation. Sanitet - eller närmast varmvattenbesparingar - är för kontorshus av mindre intresse med hänsyn till att varmvattnets andel av energiförbrukningen normalt är låg. Besparingsmöjligheter för varmvattensystem torde i första hand ligga i ett bättre dimensioneringsunderlag för VVB samt max effektbehov. Mätningar görs f n i KBS regi för att få ett bättre dimensioneringsunderlag i dessa avseenden. Med hänsyn till att eldningsperiodens längd ändras för SBN-hus jämfört med tidigare byggande är dock beredning av tappvarmvatten utom eldningssäsongen av visst intresse. Något om detta berörs i avsnitt 6.6 nedan (dimensionering av pannor samt solvärme). Därutöver är de lösningar som diskuteras för bostäder av visst intresse - t ex värmepump med frånluft/uteluft som värmekälla samt eventuellt värmeåtervinning från avloppsvatten. Tekniken torde vara av större intresse för bostäder och bör kanske utvecklas för denna tillämpning i första hand.

6.4.1 Standard kontorsrum

Normala kontorsrum i KBS produktion utrustas med vattenradiatorsystem samt ventilationssystem för bakkantinblåsning - total luftomsättning inkl återluftandel ca 2 ggr/h. Ventilationsluften inblåses med $\vartheta = 20^{\circ}$ eller lägre dock lägst $\vartheta = 16^{\circ}$ C och förutsätts ej bidra till uppvärmning av rummet. Sommartid utnyttjas ventilationssystemet för kylning av lokalerna via kall uteluft. Sommarfallet är normalt dimensionerande för luftmängderna. Maskinell kylning saknas.

Radiatorsystemet bidrar endast en mycket kort tid av året för uppvärmning av rummet under arbetstid. I huvudsak utgör radiatorerna kallrasskydd dagtid och uppvärmningssystem under nätterna och helger. För en närmare beskrivning av normala kontorsrum vvs-installationer hänvisas till gällande anvisning nr 10:4.

6.4.2 Förändringsmöjligheter för kontorsrummet - kostnadsaspekter m m

SBN -75 energihushållningskrav har i allmänhet inte medfört att dimensioneringsprinciper eller systemuppbyggnad för vvs- i kontorsrum ändrats. Snarast finns en tendens att fler installationer erfordras bl a kylutrustning samt mer styr- och reglerutrustning. Det kan anses besvärande att komplexiteten för systemen ökas samtidigt som energibehoven reducerats

jämfört med tidigare byggande. Systemen har - räknat i mått av överförd energi - blivit dyrare och medför sannolikt ökade drift- och underhållskostnader.

Av dessa skäl - och ej enbart av energihushållnings-skäl - bör olika möjligheter till förändringar av systemuppbyggnad studeras. Många möjligheter föreligger. En nära till hands liggande lösning är att slopa radiatorsystemet och ersätta detta med någon billigare form av kallrasskydd t ex enkla elvärme-kablar eller elradiatorer eller eliminera behovet av kallrasskydd genom bättre fönster t ex 4:e ruta, eller 3-glas frånluftsfönster i kombination med ett avvägt tilluftssystem för rummet. Ventilationsanläggningar får därmed även funktion som värmedistributionssystem. Flera varianter är tänkbara vilka vid en teoretisk analys såväl teknisk som ekonomisk förefaller rimliga. Det torde emellertid vara nödvändigt att prova dessa varianter i fullskaleförsök i laboratorium. Sådana provningar i KBS regi genomförs f n vid SIB-Gävle. Eftersom försöken ej slutförts och utvärderats kan f n inte erfarenheterna härav komma projektet Nässjö polishus till del.

Även om framkomliga alternativa vägar för det enskilda kontorsrummet redovisas som resultat av nämnda studier kan systemuppbyggnad för ett flertal kontorsrum diskuteras. På grund av d s k ofrivilliga värmestillskottens stora betydelser för värmebalansen i ett enskilt rum har det i ett flertal sammanhang hävdats att problem kommer att uppstå med det obelastade rummet. D v s rum som ej används skulle få låg temperatur och därmed vålla problem när rummet skall nyttjas. De framförda farhågorna torde dock inte ha grundats på analyser av värmeströmning mellan rum och ej heller grundats på studier av luftbyte mellan rum och mellan korridor och rum i användning. En fördjupad teoretisk analys och även praktiska försök torde erfordras för att klarlägga dessa frågeställningar.

En annan utvecklingslinje för "SBN-75 kontorsrum" är att rummen förses med värme- kyla och ventilationssystem. Genom att utnyttja system för omfördelning av belastningar inom byggnaden samt genom att omfördela belastningar under dygnet skulle en energi- och totalekonomisk försvarbar lösning erhållas.

En tredje variant är att systematiskt utnyttja värmelagringsmöjligheterna i byggnadsstommen t ex genom hålbjälklagssystem och därigenom slopa ett "trögt" system med en under dygnet och arbetsveckan "flytande" rumstemperatur.

Av nämnda system har i denna studie valts - att med varierande djup - studera följande varianter:

- kontorsrum enligt nuvarande anvisningar och med ökat grad av värmeåtervinning.

- kontorsrum enligt nuvarande standard med värmepumpsystem och med uteluft som huvudsaklig värmekälla (jämför avsnitt 6.6 nedan). Några alternativ för drivanordning behandlas översiktligt.
- kontorsrum försett med ventilationssystem för hygienluftmängd samt fyrrörs induktionsapparater. Omfördelning av belastningar inom byggnad under dygnet.
- kontorsrum försett med hålkroppsbjälklag för värmekyl ackumulering och elektriska radiatorer (kall-rasskydd) vid fönster.

6.4.3 Ökad grad av värmeåtervinning

I grundalternativet är Nässjö polishus för del av ventilationssystemet (24 h/drift) utrustat med regenerativ värmeåtervinning. Beräknad entalpiverkningsgrad 80 %. Det övriga ventilationssystemet (kontorsdelar) är försett med återluftarrangemang. Vissa delar - bl a ventilation av hygienrum - saknar värmeåtervinning. Gällande SBN kan tolkas så att även resterande frånluft vid återluftarrangemang skall förses med värmeåtervinning. Denna möjlighet har ej utnyttjats i grundalternativet för Nässjö polishus eftersom besparingskostnader för installationer överlagsmässigt är högre än ca 30 öre/kWh. Om dygnet-runddrift med uteluftintag även nattetid (d v s ej enbart cirkulation) skulle erfordras i framtiden kan denna värmeåtervinning dock bli av intresse. I övrigt kan visas att små möjligheter för ökad värmeåtervinning för ventilation föreligger om besparingskostnader skall vara i närheten av dagens energipriser.

6.4.4 Värmepumpsystem - nuvarande utformning av vvs kontorsrum

Genom tillmötesgående från STAL Refrigeration har överslagsmässigt förbättringar för värmepumpdrift be-lysts. Valda förutsättningar enligt önskemål är bl a

- max framledningstemp = 55°
- tappvarmvattentemp ca 55°
- uteluft som huvudsaklig värmekälla
- basalternativ med standardaggregat d v s elmotor-drift

Överslagsmässigt kan noteras att alternativet är tekniskt/ekonomiskt intressant förutsatt att tillsatsenergi-problemet kan lösas. KBS önskemål vad gäller val av tillsatsenergi har varit.

- att elenergi ej bör användas. Prohibitiva taxor för denna tillämpning utarbetas av elverksföreningen. Bl a av detta skäl torde en allmän tillämpning av el som tillsatsenergi inte vara realistisk i framtiden.

- markvärme för att klara tillsatsenergibehovet är en tänkbar lösning men ej särskilt attraktiv m h t att mer eller mindre allvarliga begränsningar för tillgänglig yta och markbeskaffenhet kan förväntas i nya och framförallt befintliga kontorsbyggnader (jämför avsnitt 6.6 nedan)
- en hopkoppling med ventilationssystemet bör undvikas m h t att anläggningen reglertekniskt kompliceras och att anläggningens tillgänglighet kan antas bli försämrad. En lösning av tillsatsenergi-problem kan annars vara att utnyttja frånluftens värmeinnehåll och därmed reducera värmeåtervinning-
en/återluftandelen.

Dessa begränsningar för val av tillsatsenergi visar sig vara av allvarlig art. Konsekvensen blir att med idag kommersiellt tillgängliga komponenter har under tillgänglig utredningstid endast den lösningen återstått att panninstallationen erfordras som spetslastaggregat. Som närmare redovisas i avsnitt 6.6 nedan är det inte orimligt att dimensionera oljepannorna för 90 kW (max effektbehov för värme, varmvatten, ventilation ca 130 kW). Eftersom värmepumpen normalt förutsätts bli avställd vid utetemperaturer under den s k gränstemperaturen (ca -5°C) belastas spetslastaggregatet med hela kostnaden för panninstallation min 90 kW. Detta innebär att enbart värdet av energibesparingen - ej effektreduktionen - kan intecknas med värmepumpen. I detta utförande torde således värmepump kalkylmässigt bli dyrare än nedan redovisade alternativ.

En tänkbar möjlighet är att spetslastaggregat utgörs av en fasoleldat aggregat eller att reservkraftaggregat (försett med värmeåtervinning från kylvatten och ev avgaser) utnyttjas. Av störst ekonomiskt intresse är härvid reservkraftaggregatet. Dock har det inte varit möjligt att få klarlagt i vilken utsträckning och under vilka betingelser reservkraftaggregatet får utnyttjas som driftanläggning.

6.4.5 Induktionsapparater värme kyla samt min ventilationssystem

I bilagan redovisas en utredning om rubr system utförd av L-E Bengtsson AB. I underbilagor till nämnda utredning redovisas även förutsättningar för beräkningar. Analyser ger vid handen att betydande energibesparingar synes möjliga att uppnå. Därtill hävdas att systemet kan erhållas för en anläggningskostnad som ej överstiger grundalternativet för Nässjö polis-hus. På detta stadium av utredningsarbetet synes denna variant ge bäst lönsamhet och störst primärener-gibesparing av studerade alternativ.

6.4.6. Hålkroppsbjälklag

Överslagsmässigt har studerats möjligheterna att utnyttja hålkroppsbjälklag med framkantinblåsning och kallrasskydd i form av elradiatorer. Beräkningarna ger följande resultat: Jämfört med grundalternativet för Nässjö polishus synes hålbjälklagssystemet ge en energibesparing av storleksordningen 5 kWh/m^3 bv. Dock förutsätter systemet 24 h drift för ventilationsanläggningarna, högre tryckfall och något större luftflöden. Detta innebär överslagsmässigt ca $1 - 2 \text{ kWh/m}^3$ bv år. Eftersom driftenergi och elradiatorer ger värmeenergi till ca dubbla energipriset torde energikostnaderna ligga i samma storleksordning för systemen.

I det kommersiella utförandet av systemet ingår ett prefab stomsystem. Detta innebär för Nässjö polishus en byggteknisk omprojektering av huset vilket inte - med hänsyn till ovan - bedömts vara motiverat.

6.5 El: belysning, armaturer, drifttider

Man konstaterar att en mycket stor del av det totala energibehovet utgörs av elenergi. I utgångsläget är det inte mindre än ca 45 %. Om man förbättrar huset, och på så sätt minskar förlusterna, kommer andelen el totalt att öka ytterligare. Normalt räknar man med att c 70 % av elenergin kan omsättas till nyttig värme, den värmen är dock dyrare än värmen från värmesystemet. Därför är det önskvärt att försöka minska elenergiebehovet på olika sätt.

6.5.1 Belysning

Belysningseffekten i kontorsrum är c 11 W/m^2 och i korridorer c 6 W/m^2 . Att sänka belysningsgraden ytterligare kan man inte tänka sig, men däremot bör man se till att belysningen bara är tänd där det behövs och när det är nödvändigt.

I normalt kontorsrum finns två lysrörsarmaturer (1 x 40 W resp 1 x 65 W) och därutöver någon form av tillsatsbelysning på 75 W. Platsbelysningen utgör således en förhållandevis stor andel, men den har trots det inte medräknats i energibalanserna.

6.5.2 Armaturer

Ett sätt att minska elenergiebehovet är att förbättra armaturerna. Genom att försöka höja verkningsgraden, eller ändra utformningen på dessa, kan man eventuellt sänka effekten med bibehållet ljusutbyte. Kanske skulle det räcka med en allmänbelysningsarmatur och en platsbelysning i det normala kontorsrummet.

6.5.3 Drifftider

En styrning av drifftider, både när det gäller belysning och andra elapparater, motorer e t c kan vara ett annat sätt att minska elernegiförbrukningen. Man bör söka finna metoder för att förhindra att belysning och apparater är påslagna där det inte behövs. I detta skede har det dock varit svårt att komma åt detta, det fattas helt enkelt kunskap om hur lokaler användes. Med tidur eller likanande kan belysning och apparater stängas av automatiskt, så att man inte riskerar onödig förbrukning.

Inkopplingstider för mer effektkrävande apparater bör också fördelas jämt över dygnet, så långt det är möjligt, för att kapa effekttopparna och därigenom minimera de fasta elavgifterna.

6.6 Energiförsörjning

Oavsett hur den interna försörjningen för värme varmvatten, ventilation, kyla och belysning m m ordnas - jämför avsnitt 6.4 ovan - erfordras en extern energiförsörjning. Som framgår av nämnda avsnitt har byggnaden förutsättningar att bli ett s k nollenergihus d v s energibehov för värme och ventilation täcks via "förlustenergi" från belysning, motordrift, personer m m samt via energitillskott från sol m m.

I grundalternativet är byggnaden dock utrustad med en oljeeldad värmeanläggning samt konventionell elkraftförsörjning. Det är ur försörjningssynpunkt och ur energibesparingssynpunkt av intresse att studera vilka alternativ till energiförsörjning som föreligger. Det är därvid - med hänsyn till belastningarnas olika karaktär och med hänsyn till "kvalitet" för energin rimligt att skilja på energi för uppvärmning-ventilation, tappvarmvattenberedning samt energi för drift av maskiner, belysning m m.

6.6.1 Energiförsörjningsalternativ för uppvärmning - ventilation

Översiktligt har studerats olika möjligheter att försörja byggnaden med alternativa bränslen. Närmast till hands syns vara att elda med vedbränslen eller torv. Aktuella former för bränsle är hel ved, flis ev grönflis, spån samt torvbriketter. Dessa former för bränslen torde inte vara specifika för denna byggnad utan bör vara av visst allmänt intresse.

En utgångspunkt för KBS i detta sammanhang är att pannor för eldning med nämnda bränslen även kan eldas med olja. Normalt eftersträvas pannor typ A enligt SBN 75 (supplement energihushållning, energiberedskap) d v s pannor avsedda för olja men omställbara till inhemska bränslen. På basis av andra studier utförda inom KBS kan det noteras att - för dessa typer av småanläggningar upp till ca 5 - 10 MW pannoeffekt - är urvalet kommersiellt tillgängliga kon-

struktioner mycket begränsat.

Vidare är pannorna normalt endast tänkta för eldning med träbränslen i en krissituation. Detta innebär att betydande kompletteringar för bränsleinmatning, förstoring av eldstadsvolymer, förbättrad reglerutrustning m m erfordras om pannorna skall kunna drivas som en driftanläggning under längre tid och med rimlig insats från driftpersonalens sida. En annan allvarlig begränsning för eldning med alternativbränslen är att driftpersonalen normalt saknar erfarenhet från denna typ av anläggningar - det kunnande inom området som fanns under 40- och 50-talen existerar inte idag.

Behovet av utrymmen för bränslelager växer med storleksordningen en 10-potens jämfört med konventionell oljeeldning. Detta innebär dels behov av extern lagring inom tomt dels behov av större utrymmen i byggnad. I normalfallet - och så även för Nässjö - kan dessa lagringsbehov inte tillgodoses utan kompletteringar och därmed fördyring av anläggningen.

Studeras frågan om alternativbränslen kostnadsmissigt kan bli på basis av NE:s rapporter och på basis av den försöksverksamhet som görs i Finland noteras att driftkostnaderna torde öka med storleksordningen 20 % jämfört med oljeeldning. Därtill kommer ökade kostnader för anläggningen, utrymmen m m.

Vad gäller leveranser av träbränslen kan noteras att i Nässjö torde - jämfört med många andra orter i landet - föreligga relativt goda möjligheter att finna lämpliga leverantörer inom rimliga avstånd. Problemet här liksom inom andra områden är dock att kunna teckna tillräckligt långfristiga avtal.

Sammantaget innebär ovanstående att värmeproduktion via träbränslen inte bedöms vara aktuell i Nässjöfallet. Intresset för eldning med alternativa bränslen kvarstår dock - främst med den motiveringen att viss driftpersonal bör få erfarenheter från en numera "bortglömd" teknik. I princip tänkbart är även eldning med kol. Intresset för koleldning synes dock idag vara starkt knutet till FBC-teknik (fluidized bed combustion) vilken kan vara aktuell för anläggningar av en helt annan storleksordning och annan lokalisering (närhet till hamnar m m). KBS avser medverka vid en försöksanläggning vid CTH för FBC med kol som huvudbränsle. Koleldning har därför ej närmare behandlats i Nässjöfallet.

En ytterligare möjlighet till alternativ energiförsörjning är spillvärmeutnyttjande. Som framgått av tidigare avsnitt är huvudalternativet för Nässjö polishus så utformat att en energiförsörjning med spillvärme (max framledningstemp ca 60° C) är genomförbar till ringa merkostnad. Tänkbara värmekällor allmänt är returvarmvatten från ett konventionellt fjärrvärmenät, spillvärme från intilliggande industrier samt utnyttjande av överskottsenergi från in-

tilliggande övrig bebyggelse. I Nässjöfallet föreligger ingen av dessa möjligheter. Ur flexibilitetssynpunkt är det dock önskvärt att KBS produktion i normalfallet anpassas till en lågtemperaturrenergiförsörjning. Jämfört med grundalternativet erfordras därvid i det fortsatta arbetet en översyn av dimensionering för värmebatterier m m på ventilationssidan samt kontroll av varmvattenförsörjningen.

Ytterligare möjligheter för alternativ energiförsörjning är utnyttjande av solenergi, solenergi i form av markvärme, geotermisk energi i form av grundvatten samt uteluft.

En lösning som ligger nära till hands är utnyttjande av solenergi för tappvarmvattenberedning. För kontorshus - liksom för bostäder - torde tappvarmvattenberedning ge bäst lönsamhet för "aktivt" solenergiutnyttjande. Kontorshus har därutöver jämfört med bostäder den fördelen att krav på tillgänglighet normalt kan ställas låga samt att andelen energi för tappvarmvattenberedning är låg (vilket kan vara en fördel vid en försöksanläggning). KBS har därför studerat möjligheten att utnyttja solenergi för tappvarmvattenberedning i kontorshus. Besparingskostnaden för de fall som utretts blir av storleksordningen 60 á 70 öre/kWh vilket är den reela kostnaden utan hänsyn till subventioner i form av lån, bidrag m m. Överslagsmässigt kan data från de studerade fallen överföras till Nässjö polishus. Det visar sig därvid att besparingskostnaden inte torde förändras väsentligt - varför denna lösning (jämfört med andra tänkbara åtgärder) bedöms vara ointressant.

Försöksanläggningar för denna tillämpning avses ändå bli utförda inom KBS främst för att få drifterfarenheter av tekniken men motiv saknas för att förlägga dessa försök till Nässjö polishus.

Möjligheterna att utnyttja jordvärme, grundvatten och uteluft som energikälla sammanhänger med frågan om tillämpning av värmepump - se avsnitt 6.4 ovan. I detta sammanhang skall endast diskuteras de begränsningar för systemval som gjorts i avsnitt 6.4 och som sammanhänger med val av energikälla.

Om man eftersträvar en lösning med så brett tillämpningsområde som möjligt är uteluft den givna värmekällan. För Nässjö polishus kan således luft nyttjas, vidare är det i detta fall tänkbart att utnyttja jordvärme medan frågan om energi från grundvatten eller geotermisk energi ej närmare utretts. Vad gäller (yt) jordvärme har mycket översiktligt ett antal av KBS övriga kontorsbyggnader studerats. Som resultat härav kan sägas att erforderlig yta för jordvärmesystem synes föreligga i flera fall men det kan ej hävdas att ytjordvärme skulle vara en generellt användbar lösning. Tänkbart i flertalet fall är att utnyttja ytjordvärme för att klara spetslaster. Huruvida det är en ekonomisk och/eller bästa lösning bör

dock studeras ytterligare.

6.6.2 Kraftförsörjning, drift av maskiner, belysning m m

Som framgår av grundalternativet för Nässjö polishus är kraftförsörjningen konventionellt ordnad med ringmatning från det kommunala nätet. Ett reservkraftaggregat är installerat som i stort motsvarar hela abonnerade eleffekten.

Energibesparingsmöjligheter av större betydelse synes ej föreligga - jämför avsnitt 6.5 ovan - däremot kan vissa alternativ för effektsparning och reducerad anläggningskostnad diskuteras.

Möjligheterna för kostnadsbesparingar sammanhänger med att installerad eleffekt utnyttjas för att ta spetslaster för värme- och ventilation samt att ersätta oljeeldning för varmvattenberedning under icke eldningssäsong. I grundalternativet för Nässjö polishus förses anläggningen med två stycken ca 100 kW pannor för Eol. Följande resonemang och alternativ kan föras.

Hänsyn tas till att DUT-värdet kan sänkas för denna typ av täta - tunga byggnader. En försiktig bedömning (jmf Peterson vvs-special nr 1. 1978) ger vid handen att en reduktion med 4 á 5° C förefaller för-svarbar. Detta ger ett DUT-värde av ca - 13 á 14° C.

Installerad eleffekt utnyttjas. Av elkalkylen framgår att ca 25 á 30 kW eleffekt sammanlagrad avser dagdrift. I kombination med dygnsackumulering är således i genomsnitt under dygnet 20 kW tillgängligt för värmeproduktion inom abonnerad eleffekt. Totalt ger detta en möjlig "effektreduktion" för oljeeldning på ca 40 kW motsvarande en dim utetemp för oljeanläggningar på ca -8 á -10° C för ca 90 kW. I genomsnitt per år underskrids denna temperatur ca 15 % eller ca 150 h/år vilket ger en driftkostnadsökning av ca 250 kr/år. Vid normala avskrivningstider är värdet härav ca 5 000 kr vilket grovt motsvarar en effektreduktion för oljeanläggningen på ca 20 kW. Överslagsmässigt kan det alltså noteras att ett utnyttjande av abonnerad eleffekt (vilket inte torde vara en nackdel för eldistributören) ekonomiskt sett inte är ointressant.

Om behov av säkerhet för bortfallet av panna inte föreligger skulle oljeanläggningen kunna dimensioneras för ca 90 kW lämpligen fördelat på ca 1 x 75 kW och 1 x 15 kW. Den lilla pannan (motsvarande villa-panna) kan då i huvudsak drivas "sommartid" ca 6 á 7 mån för varmvattenproduktion med god verkningsgrad - ett utbyte mot elvarmvattenberedning kan därvid ej vara försvårbart (alternativet lönsamt om η oljepanna \leq ~40 %). Vintertid drivs den lilla pannan med fördel som spetslastpanna medan den större pannan svarar för värmeförsörjning ner till -5° C vilket

"normalår" svarar mot totala drifttiden minus ca 300h.

En ytterligare möjlighet beträffande elförsörjningen bör nämnas nämligen att utnyttja reservkraftaggregat. Verkningsgraden för elenergigenerering ligger i storleksordningen 30 % vilket ger ett rörligt elenergipris av ca 20 öre/kWh. Avseende drift av reservkraftaggregatet är inte lönsamt såvida inte förlustenergi från motorn kan nyttjas eller värmepumpdrift studeras - jmf avsnitt 6.4 ovan. Reservkraftaggregatet kan dock tänkas användas för att klara ev behov för pannreserv via elpatron. Sannolikheten för samtidigt bortfall av elförsörjning och pann(brännar)haveri bedöms vara mycket låg och därmed bör de ökade riskerna med detta arrangemang vara godtagbara.

7 FORTSATT UTREDNING, VALDA ALTERNATIV

På basis av det utredningsarbete som gjorts, och ovan presenterats, har nu några huvudvarianter av besparingsmöjligheter utkristalliserats. Det är besparingsalternativ som uppfyller de tre förutsättningar som definierats i kapitel 5 och avser ekonomi, möjlighet till mätningar, samt rimlig drift- och fastighetsförvaltning.

De alternativ vi väljer för en fortsatt utredning presenteras nedan.

7.1 Bygg

Energiförlusterna nedbringas genom följande åtgärder:

- Fönstrens k-värde förbättras från 2,0 till 1,5 W/m² genom användande av 3-glasfönster med extra höga krav (t ex Aluvent SH 23 LD).
- Takisoleringen ökas med minst 100 mm mineralull till sammanlagt 320 mm i kontorsbyggnaden, respektive 270 mm i garagebyggnaden.
- Tätheten förbättras genom att entréerna i kontorsbyggnaden förses med vindfång.

7.2 VVS

På detta stadium av utredningsarbetet synes ett system med induktionsapparater för värme och kyla och ett ventilationssystem för hygienluftmängd, ge bäst lönsamhet och störst primärenergibesparing av studerade alternativ. Systemet redovisas i bilagan.

LITTERATUR

Svensk Byggnorm, 1975. SBN 1975. Statens Planverk.
(Liber Förlag/Allmänna Förlaget.)

Adamsson, Bo, Källblad, Kurt, 1978, Byggnaders
Energibalans - Handberäkningsmetod. BKL 1978:2

Optimal Isolering, 1977 (Swedisol)

Persson, Folke, 1978. VVS-special, nr 1, 1978

BILAGA

Alternativt uppvärmnings- och ventilationssystem för
Nässjö Polishus

(L-E Bengtsson AB/L-E Bengtsson, B Törnkvist)

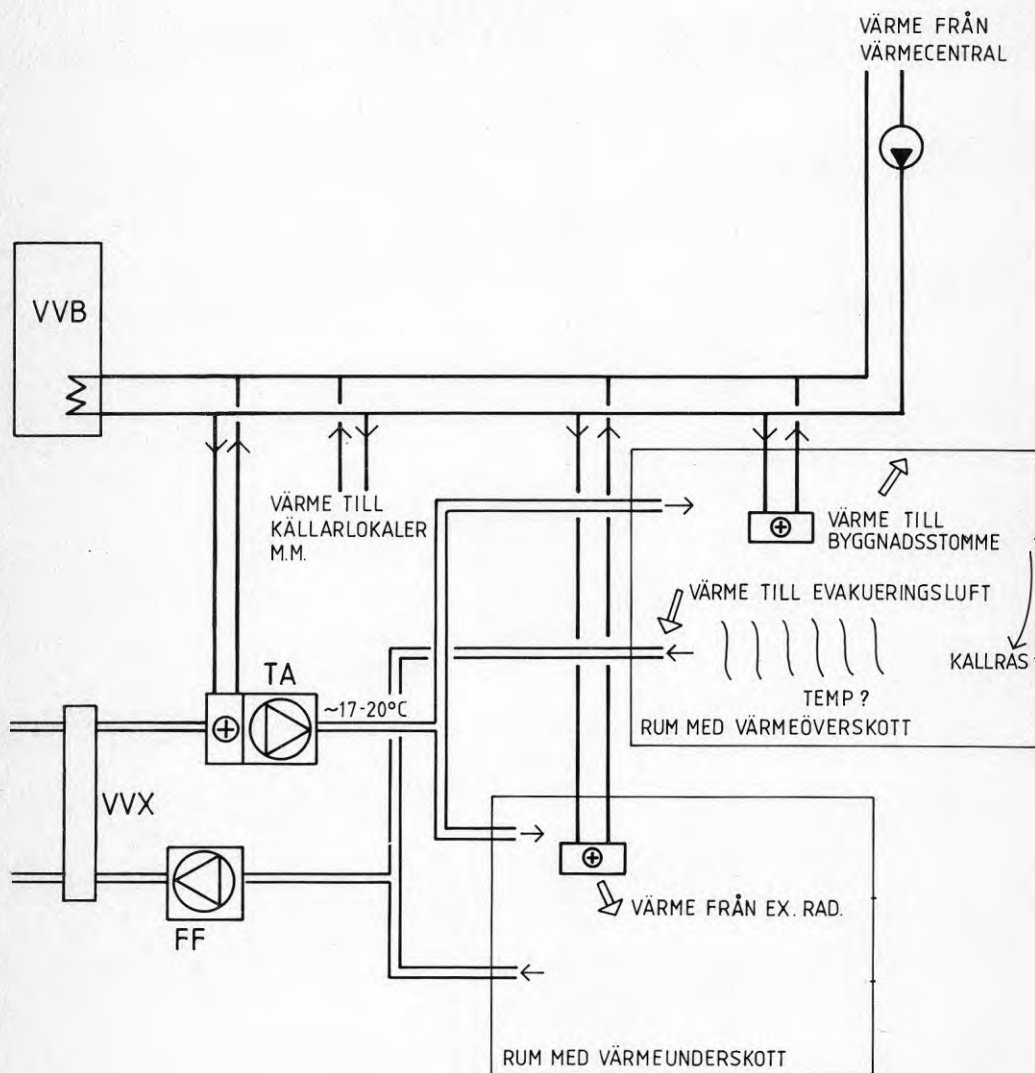
Det värme- och ventilationssystem som konstruerats för Nässjö Polishus ser i princip ut som framgår av Figur 1 (system 1).

Från ett pannrum distribueras värmevatten till byggnadens olika värmeförbrukningsobjekt.

Den under året varierande värmebelastningen täckes genom att olika värmevattentemperaturer tillföres byggnaden.

Byggnadens kylbehov sommartid täcks genom att sval luft tillföres denna. Byggnadens behov av hygienluft tillgodoses genom samma inblåsningssystem.

Kylbehovet dimensionerar ventilationssystemets storlek och maximala luftflöde. Merparten av detta recirkuleras vintertid och hygienluftflödet blir det luftflöde som minst tillföres byggnaden utifrån.



Figur 1. Projekterat värme- och ventilationssystem för Nässjö Polishus, i rapporten betecknat System 1.

I och med införandet av den nya byggnormen SBN 75 har en helt ny situation uppstått.

Den värmeeffekt som förut krävdes vintertid för att hålla ett lämpligt inomhusklimat har avsevärt reducerats genom SBN:s krav på bättre isolering m m.

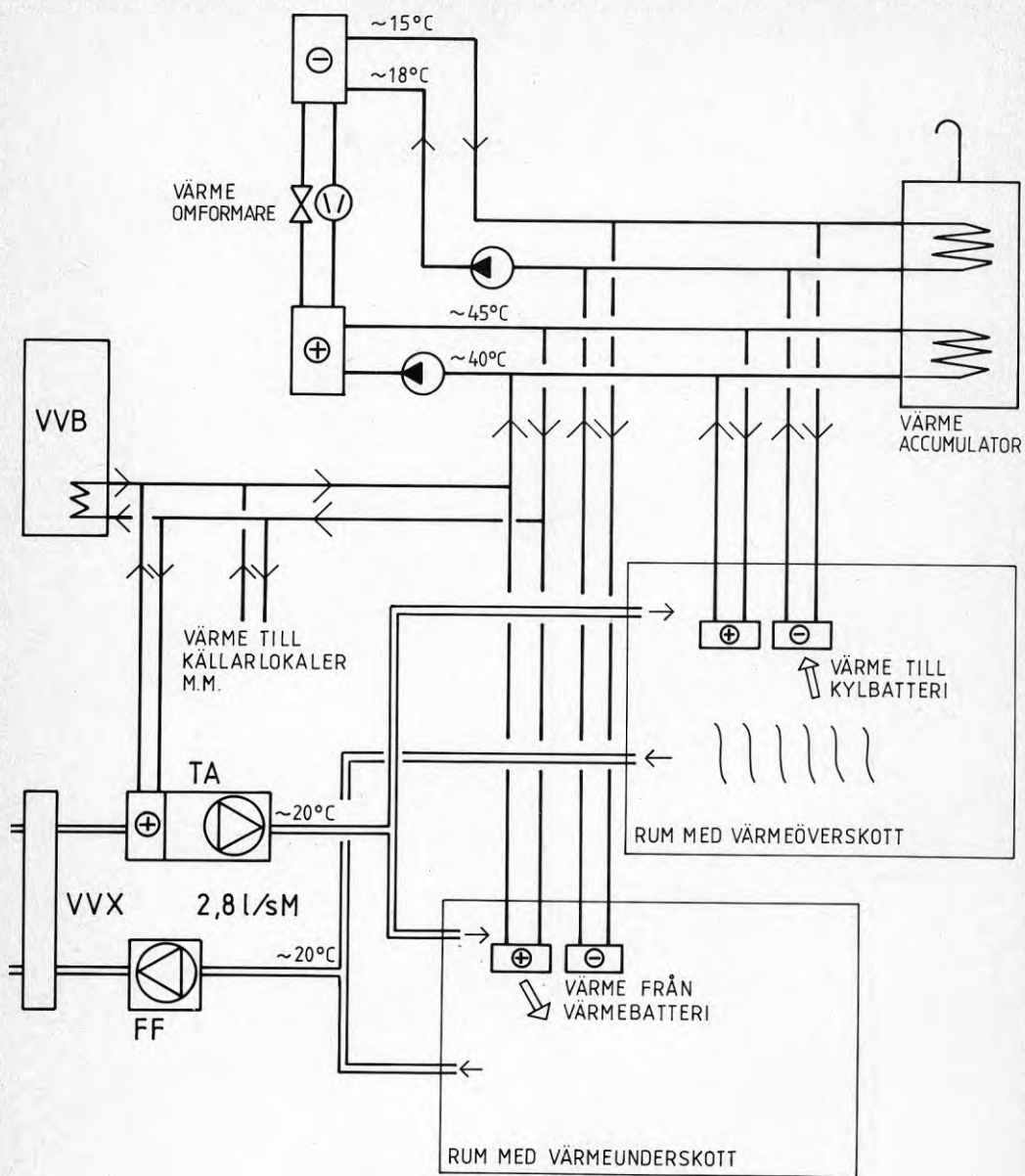
När värmeeffekten för en given temperaturdifferens ute - inne minskas framstår plötsligt byggnadens interna värmeutveckling som en faktor att räkna med av en helt annan dignitet än tidigare.

Anpassas systemuppbyggnaden till den förutsättningen som uppställts i SBN 75 och inriktas på att spara energi till en god lönsamhet med känd teknik kan ett system enligt Figur 2 väl fylla dessa krav - System 2.

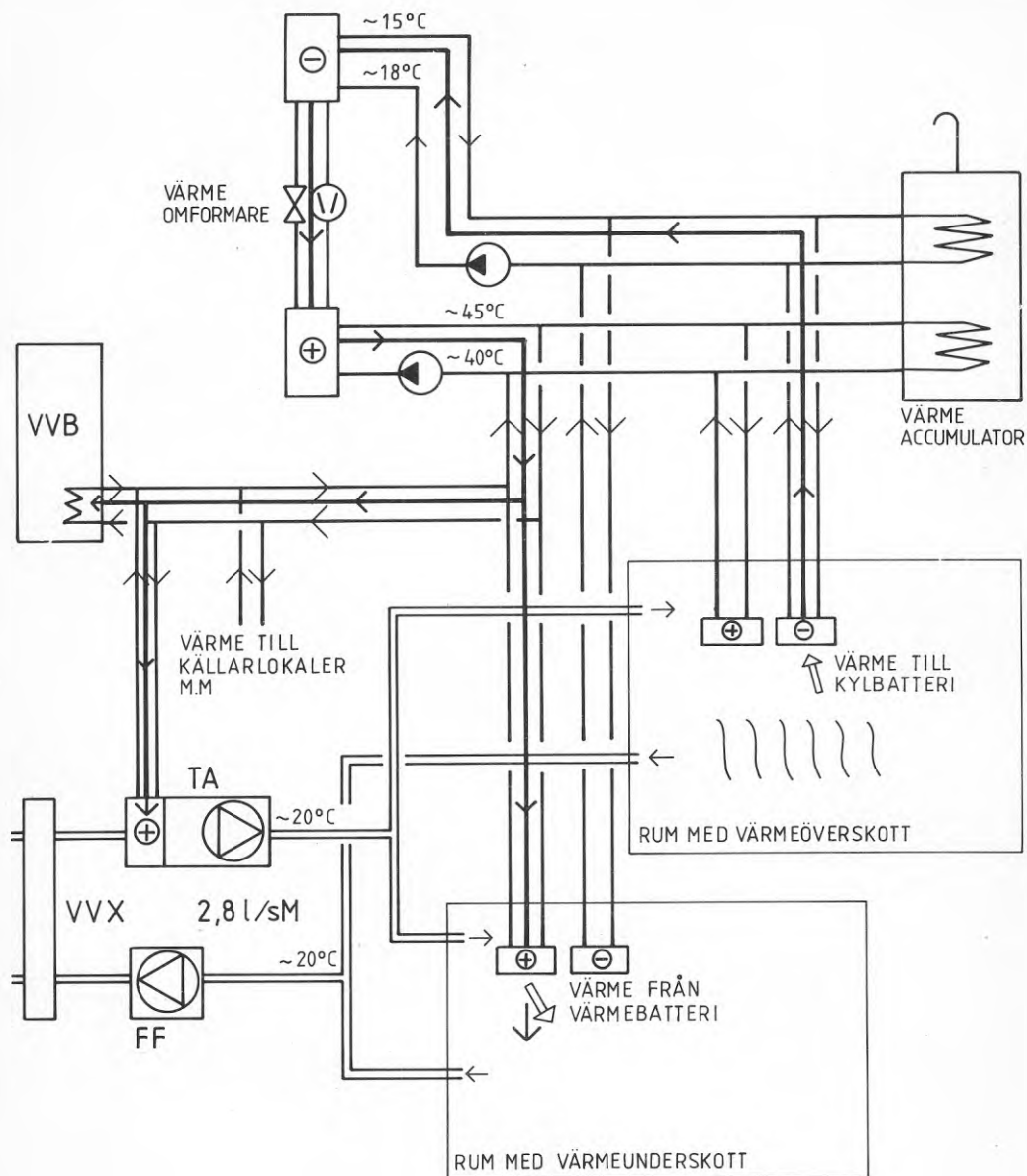
Systemet innefattar värmevattenkrets med framlednings-temperaturen utetemperaturkompenserad mellan 45°C - 30°C , vattenkylkrets 15°C , värmevattenackumulator $15 - 45^{\circ}\text{C}$, värmeomformare (värmepump), vattenkyld kondensator (utgående vattentemperatur $45 - 30^{\circ}\text{C}$) och förångare (utgående vattentemperatur 15°C), luftkyld kondensator för komfortändamål sommartid (ej inritad), ventilationssystem med ett flöde något över hygienluftflödet, slutapparat för rumsconditionering typ Farex Miniluft eller likvärdig 4-rörs induktionsapparat. Eventuellt eftervärmning av varmvatten med värmeformarens hetgas.

Genom att låta värmen vandra så som framgår av Figur 3-5 erhålls en värmeåtervinning och utjämning av byggnadens värmeöverskott.

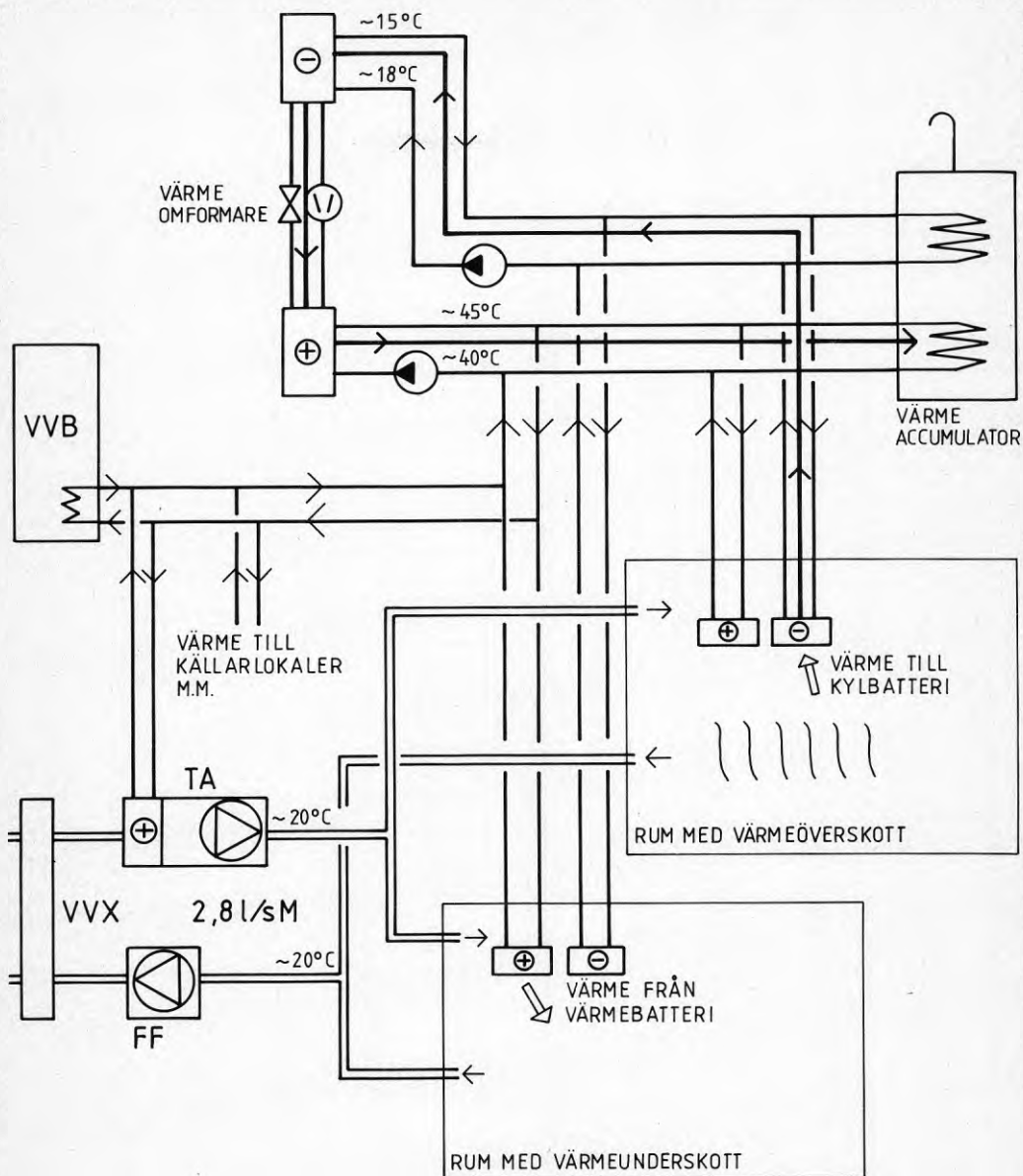
Studeras dessa värmeöverskott och värmeförbrukningar för såväl System 2 som System 1 i ett energibalansdiagram under helger och arbetsdygn erhålles figurerna 6-9.



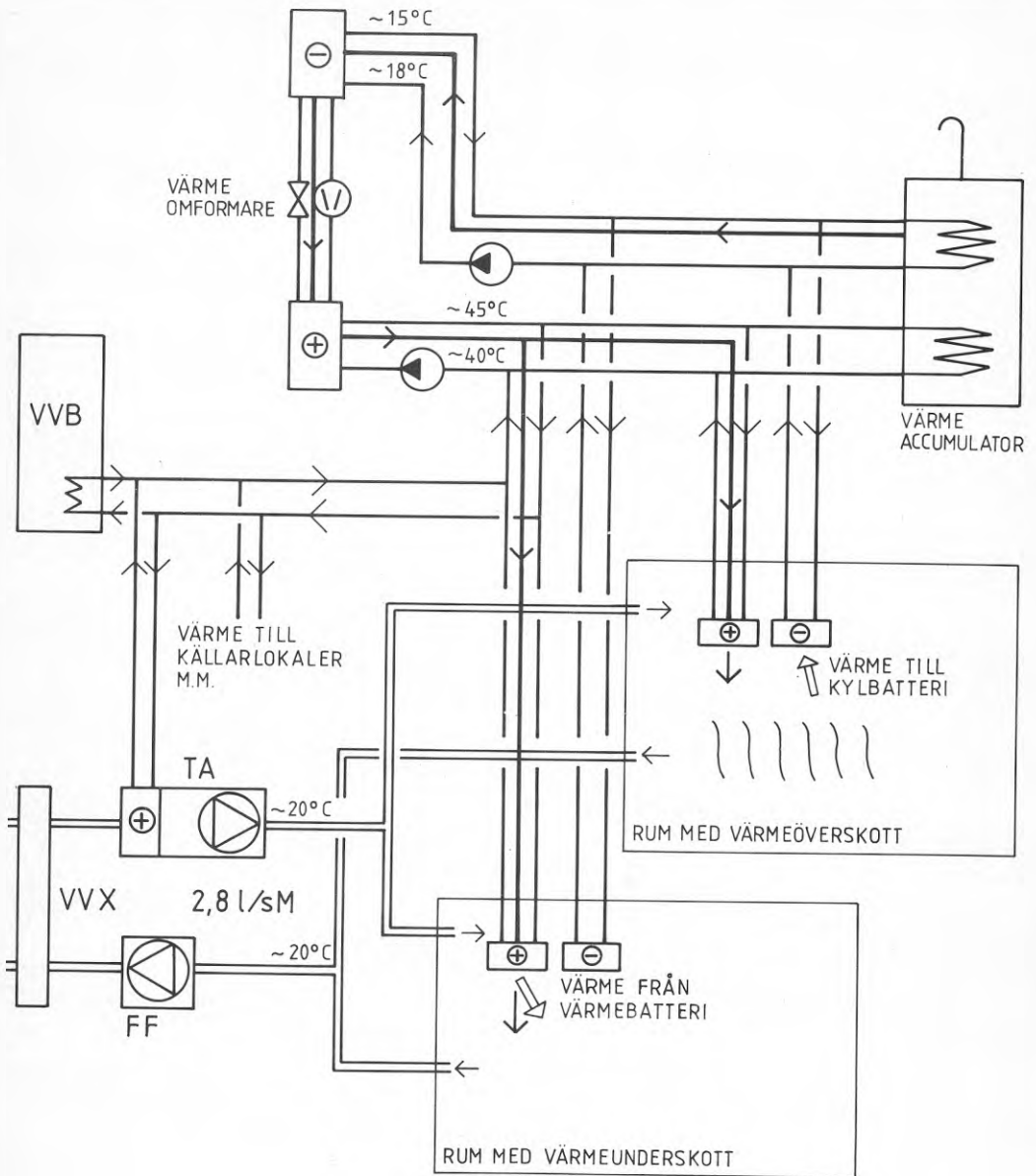
Figur 2. "System 2"



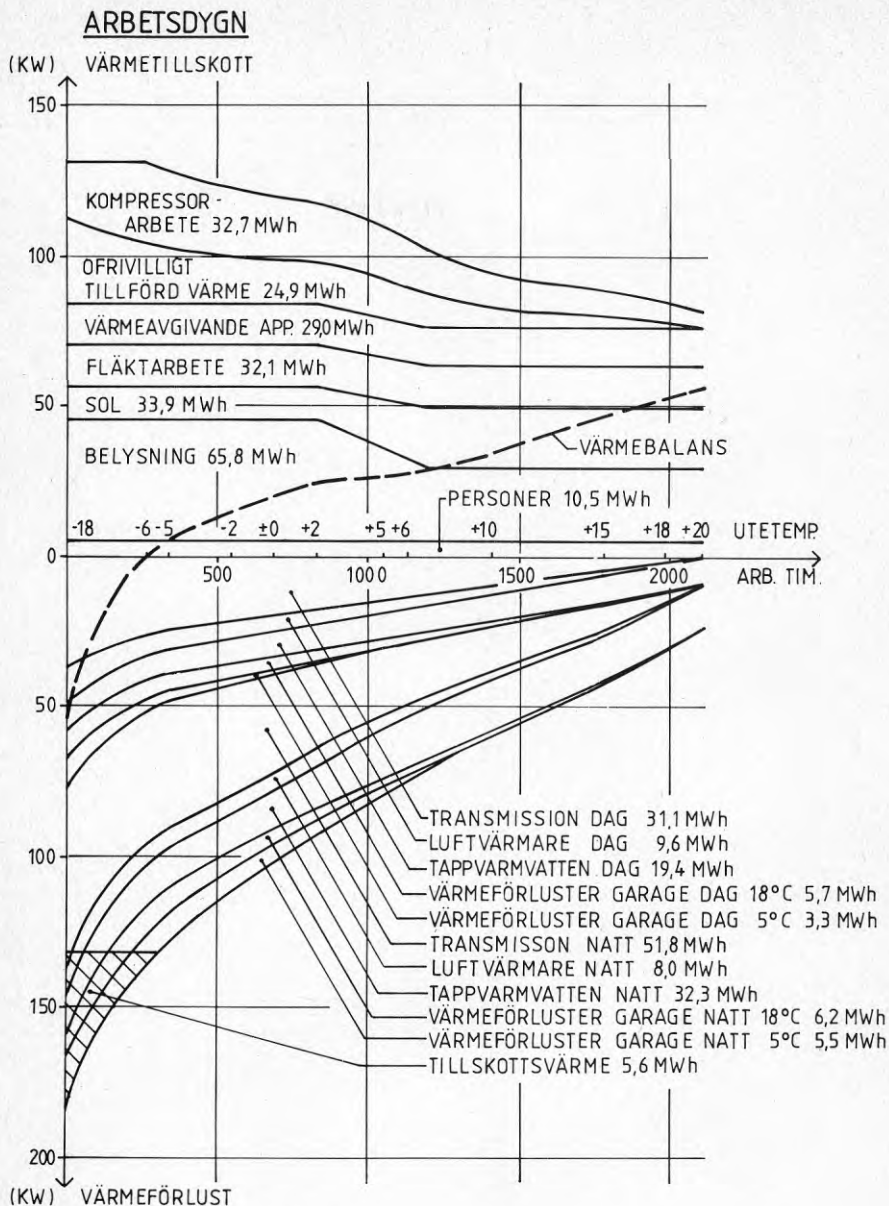
Figur 3. "System 2" Värmeöverskott från ett "belastat" rum höjer temperaturen på kylvattnet i kylvattenbatteriet. Värmepumpen höjer temperaturen ytterligare till värmevatten. Värmevattnet uppvärmer tappvarmvatten, ventilationsluft, obelastade rum, källarlokal, garage m m.



Figur 4 System 2. Den värme som inte direkt kan överföras till en förbrukare lagras i en värmeackumulator, genom att värmevattnet uppvärmer denna.



Figur 5 System 2. När värmeförbrukningen är större än värmetillförseln urladdas värmeackumulatören via värmekomformaren genom att kylvattnet sänker temperaturen i denna.



Figur 6

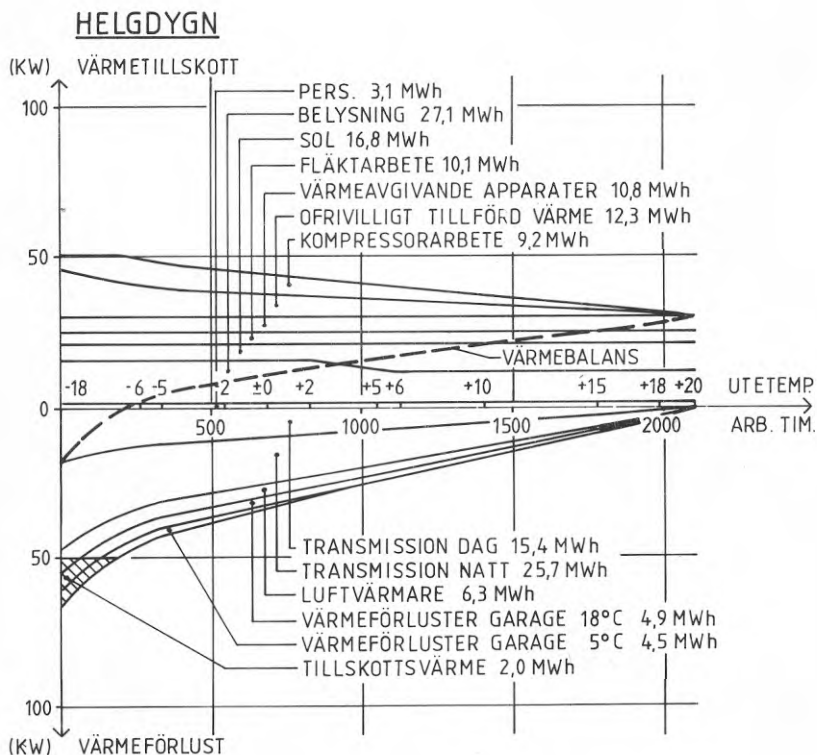
Energibalansdiagram för Nässjö Polishus System 2
Arbetsdygn

Värmetransmissionsförlusterna baserar sig här på 20°C
inomhustemp. Byggnadens samtliga värmertilskott och
värmeförluster har medtagits.

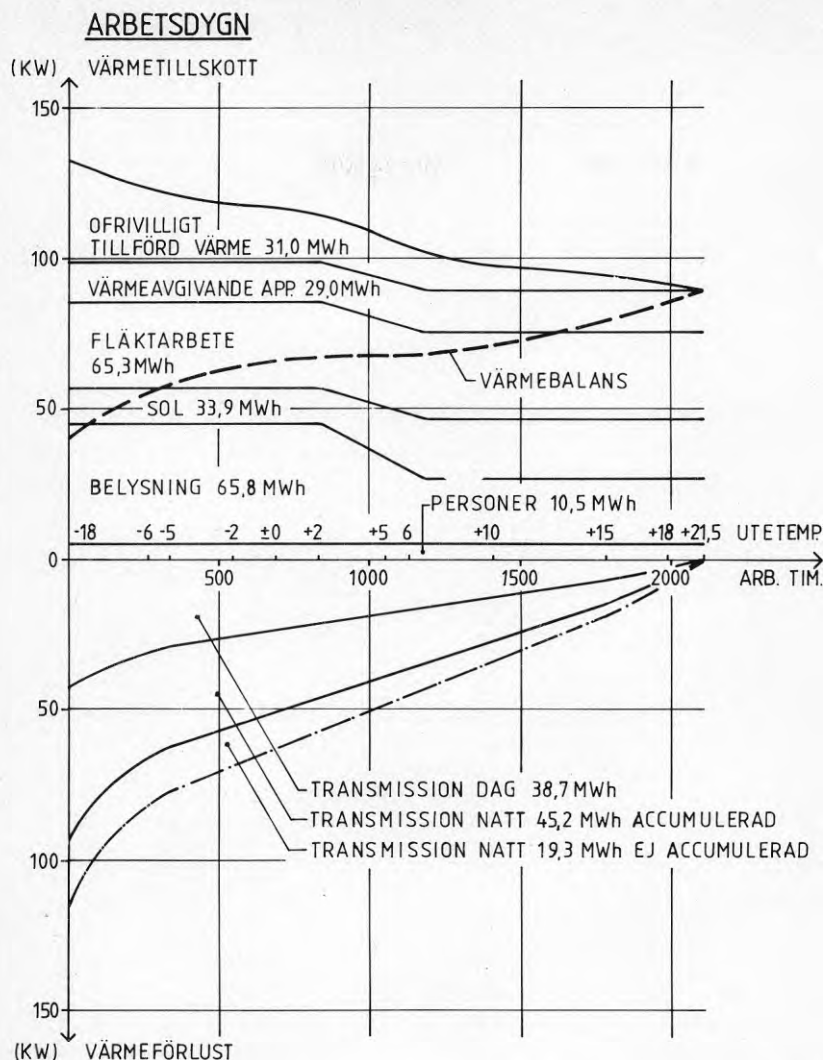
Outnyttjad tillskottsvärme: 61,6 MWh.

Energibesparing: 136,2 MWh.

Maximalt värmeeffektbehov vid LUT ~ 75 kW.



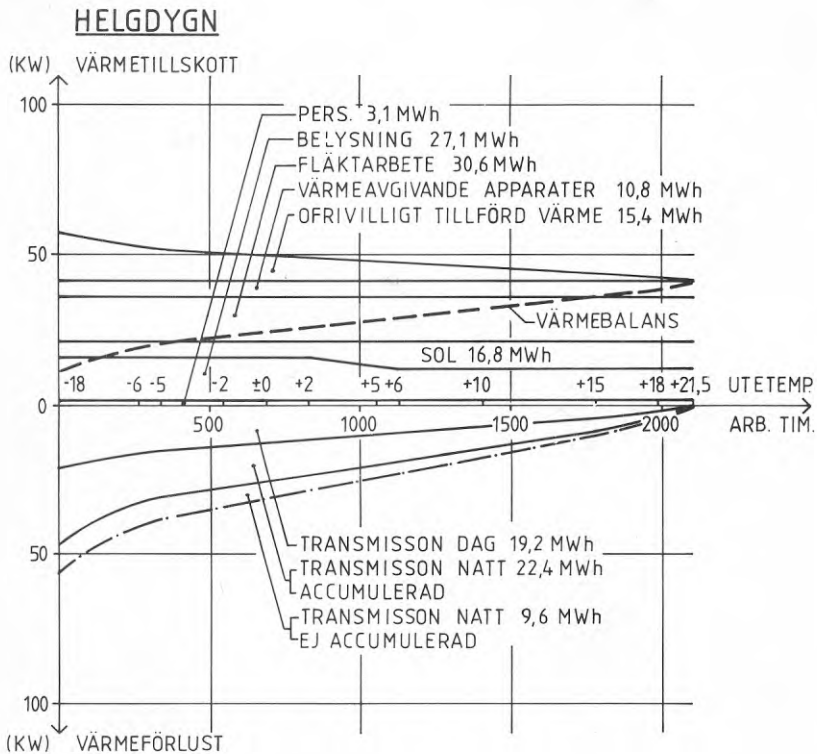
Figur 7 Energibalansdiagram för Nässjö Polishus System 2 Helgdygn
 Värmetransmissionsförlusterna baserar sig här på 20°C inomhustemp.
 Byggnadens samtliga värmetsillskott och värmeförluster har medtagits.
 Outnyttjad tillskottsvärme: 34,6 kWh
 Energibesparing: 39,4 MWh.



Figur 8

Energibalansdiagram för Nässjö Polishus System 1 Arbetsdygn. Varaktighetsdiagram för olika värmertilskott och värmeförluster.

På abscissan är arbetstiden 2200 timmar samt tillhörande utomhustemperaturer avsatta. En arbetsdag betraktas ha 9 arbetstimmar. På ordinatan är värmeeffekter avsattna och förutsatta vara direkt proportionella mot utomhustemperaturen. Värmebalanskurvan erhålls genom att betrakta skillnaden mellan de sammanlagda värmeförlusterna och de sammanlagda värmeöverskotten. Transmissionsförlusterna baserar sig på 21,5°C inomhustemperatur. Tillskottsvärme från sol har grovt approximerats. Den energimängd som tillföres byggnadsmaterialen dagtid och alltså ersätter byggnadens värmeförluster nattetid betraktas utgöra 70 % av totala nattenergiförlusten. Outnyttjad tillskottsvärme blir här 151,6 MWh. Energibesparing 45,2 MWh. Maximalt värmeeffektbehov: 154 kW.



Figur 9

Energibalansdiagram för Nässjö Polishus System 1 Helgdyn. Varaktighetsdiagram för olika värmertilskott och värmeförluster.

På abcissan är arbetstiden 2200 timmar samt tillhörande utomhustemperaturer avsatta. En arbetsdag betraktas ha 9 arbetstimmar. På ordinatan är värmeeffekter avsatta och förutsatta vara direkt proportionella mot utomhustemperaturen. Värmebalanskurvan erhålls genom att betrakta skillnaden mellan de sammanlagda värmeförlusterna och de sammanlagda värmeöverskotten. Transmissionsförlusterna baserar sig på $21,5^{\circ}\text{C}$ inomhustemperatur. Tillskottsvärme från sol har grovt approximerats. Den energimängd som tillföres byggnadsmaterialet dagtid och alltså ersätter byggnadens värmeförluster nattetid betraktas utgöra 70 % av totala nattenergiförlusten. Outnyttjad tillskottsvärme blir här 62,2 MWh. Energibesparing 22,4 MWh.

Enligt beräkningar erhålles följande sammanställning över erforderligt tillförda energimängder (MWh) utöver utnyttjade tillskottsvärmemängder.

System	Arbetsdygn		Helgdygn		Summa	
	Värme (el, alt olja)	Elenergi (fläkt, kompr)	Värme (el, alt olja)	Elenergi (fläkt, kompr)	Värme (el, alt olja)	Elenergi (fläkt kompr)
1 (olja)	224,4	65,3	73,1	30,6	297,5	95,9
2 (el)	30,5	64,8	14,3	19,3	44,8	84,1

Max Ackumulerad effekt=8,2 kW i System 2 ger ackumulatorvolym
= 3,5 m³

Med följande kostnadsförutsättningar erhålles nedanstående årskostnad (kronor)

Elenergi	15,8 öre/kWh
Värme från oljepanna	10 öre/kWh
Utbytesfilter	15 öre/m ³ luft, timme och år
Underhåll av fönsterapparat	5 kr/belastad modul och år

System	Elenergi (fläkt, kompr)	Filter	Underhåll (jämförande)	Abonnerad eleffekt	Tillsk värme (el alt, olja)	Summa kostn per år
1 (olja)	15152	2921	0	0	29750	47823
2 (el)	13288	1702	135	1925	7078	24128

Då en energibesparing görs genom val av systemlösning bör avskrivningstiden för merinvesteringen vara lång, eftersom-även om vissa komponenter byts ut i systemet en eller flera gånger - energibesparingen fortsätter genom den valda systemlösningen.

Sätts avskrivningstiden till 30 år och realräntan till 4 % erhålls Nuvärdesfaktor 23.

För System 2 kan då en merinvestering av 545.000:- kronor göras.

Den eleffekt som polishuset i sin helhet abonnerar på för belysning m m motsvarar ungefärligt värmebehovet vintertid för byggnaden.

Denna el-effekt är ekonomisk att utnyttja för System 2 för uppvärmning vid de tillfällen det inte förekommer någon verksamhet i byggnaden samt vid LUT.

Genom att känna av den abonnerade effektgränsen och inte överstiga denna kan erforderlig effekt tillföras värmevattnet via en elvärmare och på så sätt minimibegränsa tillloppstemperaturen.

Om effektabonnemang och värmestillskott utnyttjas på ovan angivet sätt så erfordras således ingen värme-central för System 2.

Elenergikostnaden torde vid hög utnyttjning av eleffektabonnemanget dessutom kunna reduceras.

Skillnaden i investeringskostnad för System 1 och System 2 kan beräknas enligt nedanstående.

Kostnadssammanställning

<u>Huvudbyggnad</u>	System 1	System 2
52 VA	182	182
54 GAS	2	2
55 Kyla	35	95
56 Värme	202	250
57 Luftbehandl	397	310
58 Styr	114	110
	<u>932'</u>	<u>949'</u>
 <u>Garage</u>		
52 VA	30	30
56 Värme	15	20
57 Luftbehandl	26	30
58 Styr	6	5
	<u>77'</u>	<u>85'</u>
	1.009'	1.034'
Tillkommer för tilläggs isolering av takbjälklag		30'
Tillkommer för bättre fönster		20'
Tillkommer för skorsten	92'	
Tillkommer för effekt- gränsövervakning		25'

Ytor för inst. utrymmen som sparas blir ca 60 m²

Investeringskostnaderna för System 1 och System 2 är således likvärdiga.

De fördelar med system 2 som i övrigt kan noteras är att:

- Temperaturen i olika kontorsrum kan väljas efter personliga krav.
- Fönstren i en fasad som är riktad mot solen utgör utmärkta solfångare under uppvärmningsperioden, förutsatt att bländskydd anordnas för arbetsytan.
- Om byggherren så önskar kan lätta byggnadskonstruktioner användas i och med att värmeackumuleringen sker i vatten.
- Verkningsgraden för värmeåtervinningen är mycket hög.

**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 780511-8
från Statens råd för byggnadsforskning till ATRIO
arkitektkontor i Jönköping AB**

R94: 1979

ISBN 91-540-3082-X

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6600994

**Abonnemangsgrupp:
W. Installationer**

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

Cirka pris: 20 kr exkl moms