



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.

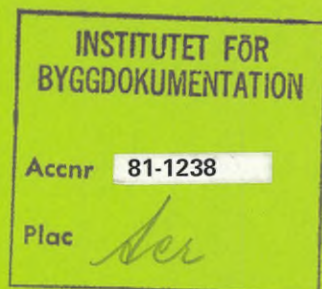


Nässjö polishus, Del II

Förslag till energibesparande åtgärder och alternativprojektering

Stefan Sandesten
Carl-Göran Spaak
Björn Thörnqvist

R/17



R108:1981

NÄSSJÖ POLISHUS, DEL II

Förslag till energibesparande åtgärder
och alternativprojektering

Stefan Sandsten
Carl-Göran Spaak
Björn Thörngvist

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag
790792-1 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.

R108:1981

ISBN 91-540-3564-3

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

LiberTryck Stockholm 1981 116616

INNEHÅLL

SAMMANFATTNING	5
1 BAKGRUND	10
2 BESKRIVNING AV BYGGNADERNA	11
3 ARBETSSÄTT OCH FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR PROGRAMARBETET	18
4 ENERGI OCH EFFEKTBEHOV FÖR NÄSSJÖ POLISHUS/GRUNDALTERNATIV	19
5 ÖVERSIKT BESPARINGSMÖJLIGHETER, EKONOMI	23
6 BESPARINGSMÖJLIGHETER	24
6.1 Bygg	24
6.1.1 Användning	24
6.1.2 Form, storlek och orientering	25
6.1.3 Isolering och täthet - tak, väggar, fönster	26
6.2 Värme - ventilation - sanitet	27
6.2.1 Ökad grad av värmeåtervinning	29
6.2.2 Värmepumpsystem	29
6.2.3 Induktionsapparater, värme, kyla samt min ventilationssystem	30
6.2.4 Hålkroppsbjälklag	30
6.3 El: belysning, armaturer, drifttider	30
6.4 Energiförsörjning	31
7 VAL AV BESPARINGSMÖJLIGHETER FÖR ALTERNATIVPROJEKTERING	35
7.1 Bygg	35
7.2 VVS	35
8 ALTERNATIVPROJEKTERING	36
8.1 Uppläggning och genomförande av projekteringen	36
8.2 Konsekvenser av valda besparingsåtgärder	37
8.2.1 Bygg	37
8.2.2 VVS	42
8.2.3 El	43
9 BYGGKOSTNADER	44
9.1 Kostnadsjämförelser: Grundalternativ - BFR-alternativ	44
9.1.1 Bygg	44
9.1.2 VVS	44
9.1.3 El	45
9.1.4 Sammanställning	45
10 ENERGI OCH EFFEKTBEHOV FÖR NÄSSJÖ POLISHUS/BFR-ALTERNATIV	47
11 DRIFT OCH FASTIGHETSFÖRVALTNING AV BFR-ALTERNATIVET	49
11 SLUTORD	50

LITTERATUR	53
Bilaga 1: Alternativt uppvärmnings- och ventilationssystem för Nässjö Polishus	54
Bilaga 2: Mätning- och utvärderingsmöjligheter	73
Bilaga 3: Bygghandlingar (finns på KBS)	74
Bilaga 4: Elförsörjning med reservkraftaggregat	75
Bilaga 5: Utdrag ur STU-rapport "VÄRMELAGRINGS-ANORDNING"	76

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. (Det skall dock konstateras att byggnadsvolymen per person är större i polishus än i mera normala kontorsbyggnader.)

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- eller forskningshus vara möjliga att hantera med nuvarande drift- och förvaltningsorganisation.

Energi- och effektbehov för Nässjö Polishus/Grundalternativ.

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 drifttekniska 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 mättekniskt 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 temperatur 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 programskedet 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 besparingskostnader.
- Värmepumpsystem med uteluft som huvudsaklig värmekälla faller på svårigheten att lösa tillsatsenergi-problemet.
- 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 betydande energibesparingar utan att anläggningskostnaderna ökar.

På elsidan kan inte några större besparingar åstadkommas med mindre än att armaturerna förbättras. Inkopplingstider kan däremot styras av automatik för att inte riskera onödig förbrukning.

Den externa energiförsörjningen har studerats, t ex alternativa bränslen av olika slag, spillvärmeutnyttjande, 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 $1,5 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$.

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 god lönsamhet och stor primärenergibesparing.

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

Resultatet av programarbetet tyder på att årskostnaden för byggnadens drift (i energihänseende) skulle kunna minskas med inemot 50 %, utan att anläggningskostnaden för systemet nämnvärt överstiger grundalternativet. Ovanstående resultat bygger på kalkyler, men först sedan man byggt, provmätt och studerat alternativet i praktisk drift kan man få ett säkert resultat.

Eftersom Nässjö polishus i grundalternativet 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.

Alternativprojektering:

Resultatet av programarbetet (som redovisats i rapport R94:1979) befanns vara så intressant att en parallellprojektering av det skissade lågenergialternativet kom till stånd. Eftersom huvudparten av förändringarna, i förhållande till grundalternativet, ligger på VVS har övriga förändringar endast bestått i nödvändig anpassning på bygg- och elsidan. Om Nässjö polishus från början projekterats med lågenergialternativets VVS-system skulle det kunna gjorts ännu bättre ur energisynpunkt, och antagligen sett något annorlunda ut. Så mycket som möjligt har dock bibehållits oförändrat för

att de två alternativen skall vara direkt jämförbara och likvärdiga så långt det går.

Förändringar VVS

Valet av ett system med ventilation för hygienluftmängd samt fyrarörs induktionsapparater för uppvärmning och kylning av byggnaden, medför övergripande förändringar för ventilation och uppvärmning. Värmebehovet blir mindre med detta system och därmed är det ekonomiskt att utnyttja el för uppvärmning. Därför utgår oljeanläggningen. De mindre luftmängderna i detta system gör att fläktrum och kanaler kräver mindre utrymme. I de enskilda kontorsrummen är fönsterapparaterna karaktäristiska för systemet. Genom 4-rörsapparater erhålls individuell temperaturreglering för varje kontorsrum.

Förändringar Bygg

Pannrum och oljetanksrum i källaren utgår och blir till disponibel yta (ca 40 m²). Fläkt och apparatrum koncentreras till ett centralt utrymme i källaren, mitt under schaktet för vertikala kanaler. Schaktet förses med golv i varje plan och ifrån schaktet på plan 3 kan man via en trappa på vindsplanet och där placerade tekniska apparater. Vindsbjälklagets isolering har ökats med 100 mm till 320 mm. Personalentrén har försetts med vindfång. Burspråkens bröstningshöjd har ökats för att få samma höjd för alla fönster där fönsterapparater förekommer. Det nya värme- och ventilationssystemet har samordnats med elkanalisationen i fönsterbänkar utmed ytterväggen. Fönstren är utbytta mot en bättre typ av tre-glas-fönster med k-värde 1,45 W/m² °C. Exteriört är det endast avsaknaden av skorsten som skiljer. Garaget är i stort sett helt oförändrat.

Förändringar El

Elanläggningen har anpassats till det nya VVS-systemet. Uttagslådor i fönsterbröstning har ersatts av elinstallation integrerad med fönsterbänkarna. Reservkraftaggregatets effekt ökas från 60 till 100 kVA.

Byggkostnader

Alla förändringar som gjorts i BFR-alternativet har kostnadsberäknats. Kostnadskalkyler för de båda alternativen i prisläge 80-04-01, visar att BFR-alternativet är ca 333 000:- dyrare. Kostnadsförändringarna fördelar sig på följande sätt: husunderbyggnad: -5 000:-, hus: + 182 000:-, VVS +41 000:-, el +56.000:- samt styrning och övervakning +59 000:-.

Energi och effektbehov för Nässjö Polishus/BFR-alternativ

En fjärde metod har använts för att beräkna BFR-alternativet och för att underlätta jämförelser har även grundalternativet beräknats på samma sätt. För uppvärmning åtgår i BFR-alternativet 93,8 MWh_{el}/år (~9,4 kWh_{el}/m³ bv, år), mot 297,5 MWh_{olja}/år i grundalternativet. Elförbrukningen för fläktarbete är i BFR-alternativet 57,0 MWh/år (~5,7 kWh/m³ bv, år),

mot 97,5 MWh/år i grundalternativet. Elförbrukningen för belysning, bastu, pentry, etc är lika för båda alternativen, ca 75 000 kWh/år. Total årlig elförbrukning för BFR-alternativet beräknas alltså till 225 800 kWh. Max eleffektbehov (abonnerad effekt) beräknas till 100 kW.

Totala service- och underhållskostnaderna antages bli ungefär lika stora för de båda alternativen, men detta måste studeras noggrannare i verklig drift innan man med säkerhet vet.

Det framgår alltså att den beräknade årliga energiförbrukningen för uppvärmning och ventilation är 242,4 MWh lägre i BFR-alternativet, jämfört med grundalternativet. Mot detta får ställas ökade byggkostnader (+333 000:-), högre anslutningsavgift för el (+5 000:-) och ökade driftskostnader (ca 3 000:-/år) p g a högre abonnerad effekt. Vid en värdering av de energibesparande åtgärdernas lönsamhet beräknas "besparingskostnaden" enligt byggnadsstyrelsens kalkylförutsättningar. Besparingskostnaden jämförs därefter med energipriset.

Besparingskostnaden för alla energibesparingsåtgärder, sammantagna, blir ca 10 öre/kWh. Eftersom man får räkna med en energikostnad på 15 - 20 öre/kWh för en medelstor oljeeldad anläggning (likt den i grundalternativet) så är vidtagna åtgärder klart lönsamma!

Årskostnaden för byggnadens uppvärmning och ventilation minskar med drygt 40 000:- eller ca 50 % (i prisläge 80-04-01).

Slutsatsen måste bli att Nässjö polishus bör byggas som det är projekterat i BFR-alternativet, inte minst för att möjliggöra en utvärdering av det "nya" systemet. Om en framtida utvärdering ger positiva resultat kan de vunna erfarenheterna komma flera liknande projekt till del.

En jämförelse med slutsatsen i tidigare rapport (R94:1979) visar att valda förbättringar kalkylmässigt ger förväntat resultat, men att anläggningskostnaden tycks bli högre än för grundalternativet.

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. Det skall även konstateras att byggnadsvolymen per person är mycket större i polishus än i mera normala kontorsbyggnader. 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 upprepningsseffekt. 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 allmängiltigt byggnad.

Nässjö polishus ligger centralt placerat, men är genom sin frihet i stadsplanesammanhang ej direkt anknuten 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.

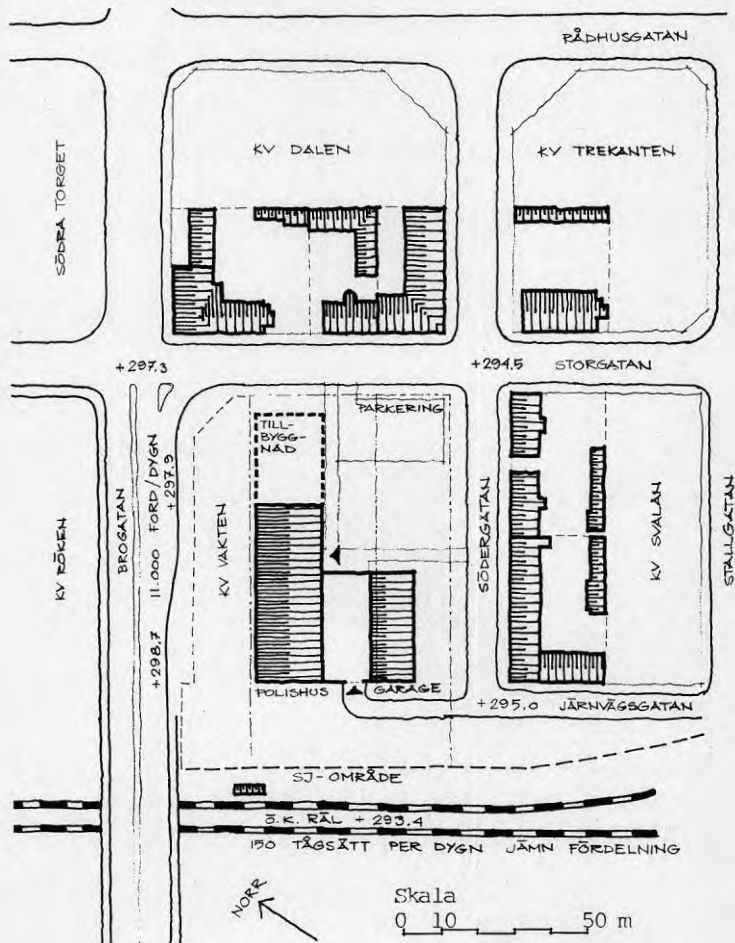


Fig 2.1 Situationsplan

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 utvändigt 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, klädsåpårums 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.

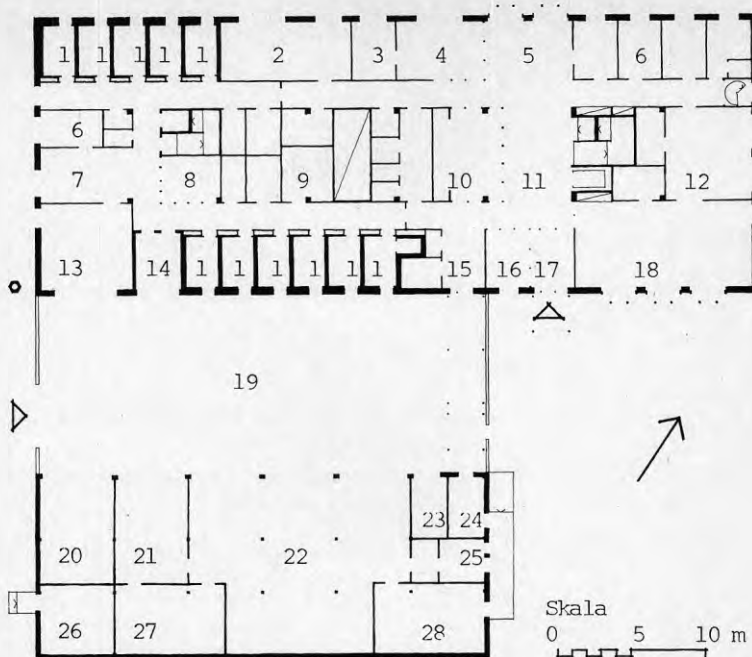
Allmänheten når polisens och kronofogdens lokaler via huvudentrén i husets sydöstra del. Från polisgården finns entré för personalen.

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.

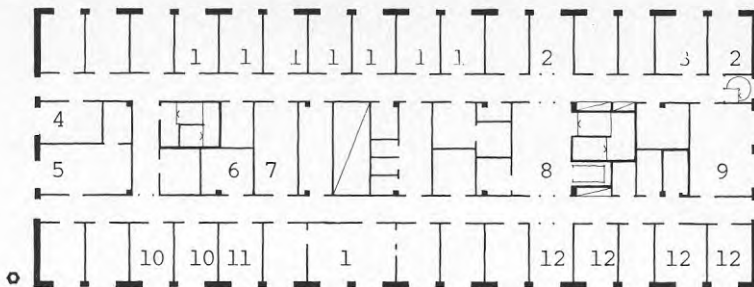
Garagebyggnadens grundläggning utförs på utbredda plattor. Golvbjälklag av platsgjuten betong på packad fyllning. Pelare, balkar och uppregling i yttertak av limträ. Isolering i yttertak av 17 cm mineralull.



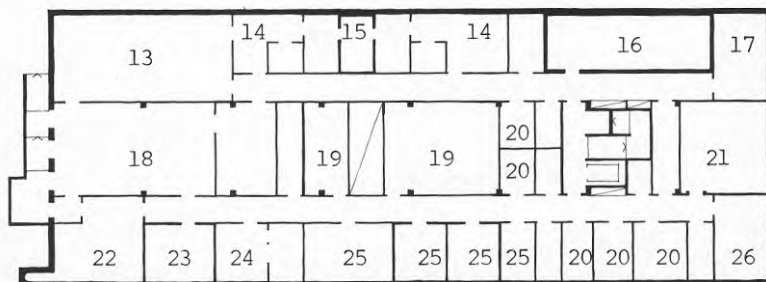
Plan 2 (Bottenplan)

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)

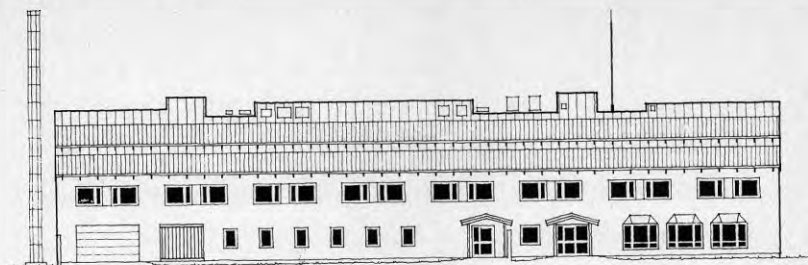


Plan 1 (Källarplan)

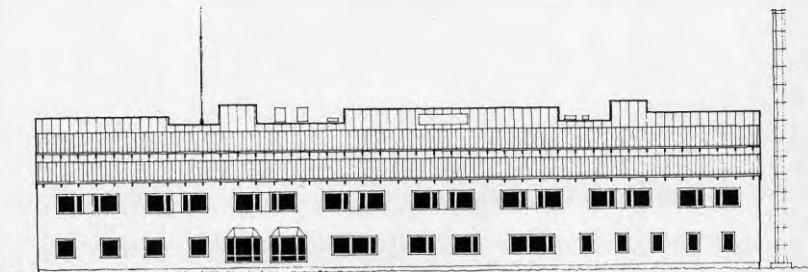
1. Kriminalenhet, spaningsrotel
2. assistent
3. poliskommisarie
4. spårlab
5. fotoateljé
6. skrivrum
7. kopiering
8. väntrum
9. konferensrum
10. skrivbiträde
11. vaktmästare
12. kronofogdemyndighet

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

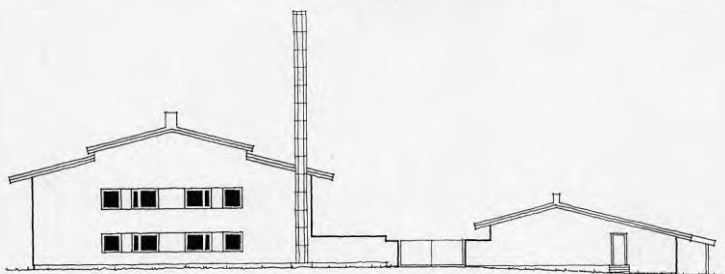
Fig 2.3 Plan 1 och 3



Fasad mot sydost



Fasad mot nordväst



Fasad mot sydväst



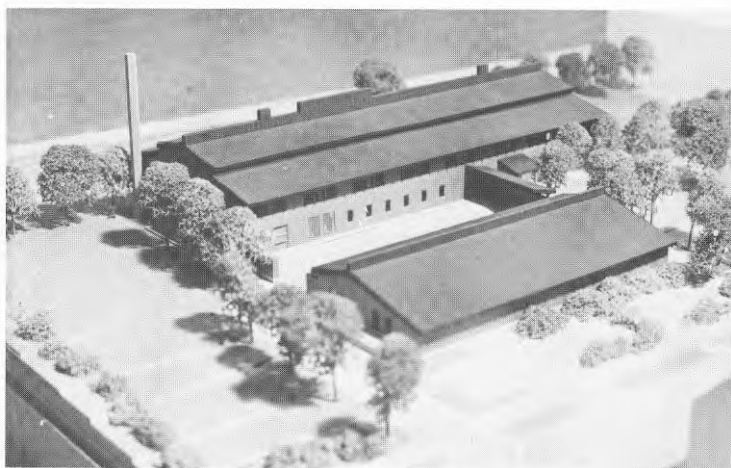
Sektion

Skala
0 5 10 15 20 m

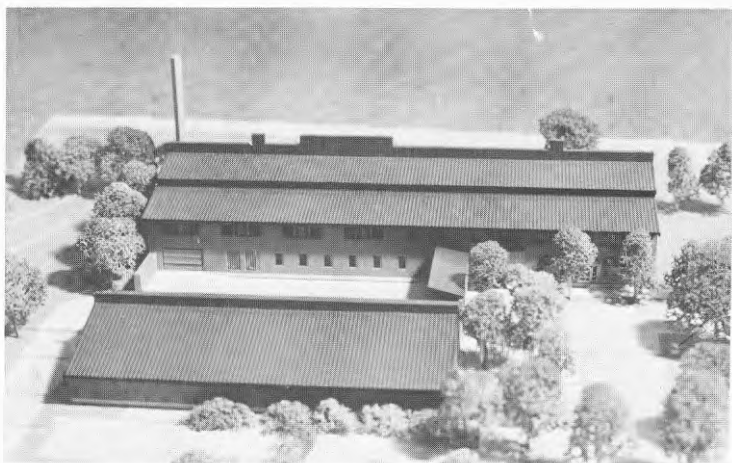
Fig 2.4 Fasader och sektion



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 föreskrivet tillgodoses med varmvattenradiatorer under fönster samt ett system med mekanisk från- och tilluftsventilation. I detta fallet placeras tilluftsdon 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° C under arbetstid. Kontorslokalerna förses med återluftssystem med konstant tilluftstemperatur. 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 beräknat till 11 W/m² i kontorsrum och till 6 W/m² 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 m² och byggnadsvolymen är c 9000 m³. Garagebyggnadens totalyta är 391 m² och byggnadsvolymen 1415 m³. Detta ger sammanlagt totalytan c 3 200 m² och byggnadsvolymen c 10 400 m³.

3 ARBETSSÄTT OCH FÖRUTSÄTTNINGAR
FÖR PROGRAMARBETET

Programarbetet redovisas här i kap 3-7 och fr o m kap 8 redovisas alternativprojekteringen.

Föreliggande programarbete (etapp I) har drivits av

ark Tomas Svensson, ATRIO
ark Carl-Göram Spaak, ATRIO
ark Björn Karlsson, projekteringsbyrå KBS
civ ing Stefan Sandesten, tekniska byrå KBS

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

Spaak och Sandesten har utarbetat rapporten på etapp I (R94:1979). Den är till stora delar inarbetad i denna rapport (Kapitel 1-7).

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 försöks- och förvaltningsorganisation.

4 ENERGI OCH EFFEKTBEHOV FÖR
NÄSSJÖ POLISHUS/GRUNDALTERNATIV

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. Elenergiebehovet 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 tillämpas 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 en utvecklad metod för värmeförbrukningskalkyler enligt likartade principer som för metod b). Det framgår med önskvärd tydlighet att förståelsen för värmebalanser och inverkande 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. Risker 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 dataprogrammet BRIS och en jämförelse även gjorts med en av E Isfält föreslagen handberäkningsmetod för årsenergibehov för uppvärmning och ventilation.

c) Datamaskinberäkning BRIS 1/

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 tabellrisk 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. Avvikelseerna 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" ventilationen en förlust vars storlek och tidsmässiga fördelning får betraktas som mycket osäker.

- 1/ Hela beräkningen kommer att dokumenteras i en rapport från Institutionen för uppvärmnings- och ventilationsteknik, KTH.

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° 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° 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 övertemperatur väsentligt större.

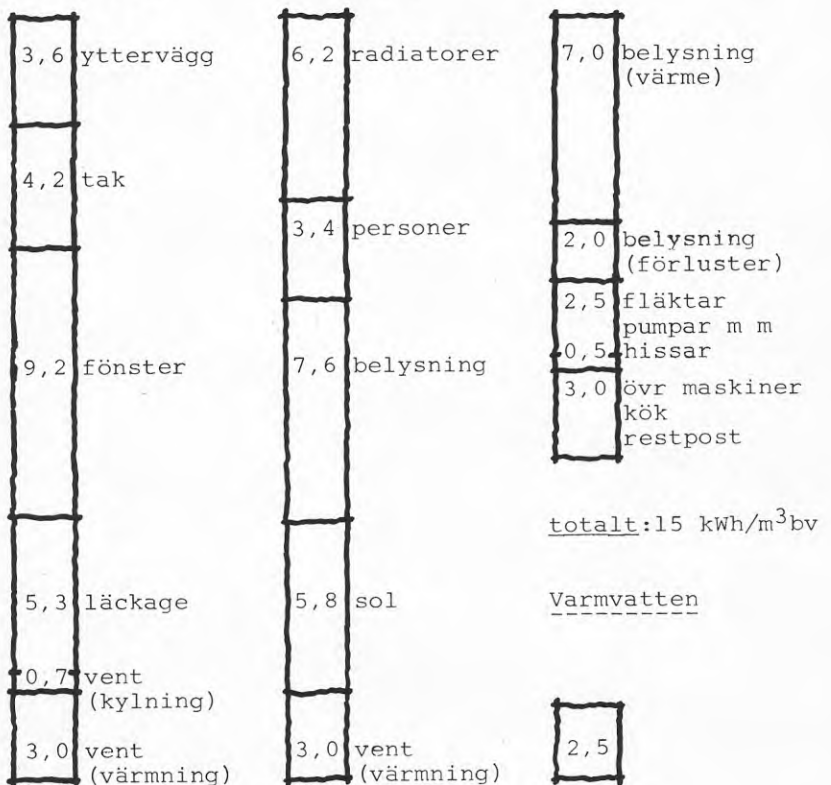
Energidiagram

Typrum: 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

5 ÖVERSIKT BESPARINGSMÖJLIGHET, EKONOMI

I följande avsnitt skall översiktligt behandlas de studerade 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 mättekniskt 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 Bygg

6.1.1 Användning

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 värmeförsejeln 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 etc, 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.

6.1.2 Form, storlek och orientering

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.

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. Nackdelarna är att det rimmar dåligt med önskemål om minimerad volym.

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.

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 %). Det visar sig att de små förändringar i orientering som är realistiska ger endast försumbara förbättringar.

6.1.3 Isolering och täthet - tak, väggar, fönster

Isolering

Vi har undersökt vad en ökad isolering av tak, väggar och bjälklag innebär. Isoleringstjocklek har då valts enligt anvisningar i Swedisols Optimala 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: 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 $1,5 \text{ W/m}^2, \text{ } ^\circ\text{C}$ 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. 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.

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.

6.2 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.

Standard kontorsrum:

Normala kontorsrum i KBS produktion utrustas med vattenradiatorsystem samt ventilationssystem för bak-kantinblåsning - total luftomsättning inkl återluftandel ca 2 ggr/h. Ventilationsluften inblåses med $t_{in} = 20^{\circ}$ eller lägre dock lägst $t_{in} = 16^{\circ}$ C och förutsätts ej bidra till uppvärmning av rummet. Sommartid utnyttjas ventilationssystemet för kylning av lokaler-
na 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 KBS krav och råd, del A.

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 elvärmekablar 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 tekniskt som ekonomisk förefaller rimliga. Det torde emellertid vara nödvändigt att prova dessa varianter i fullskaleförsök i laboratorium.

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 de s k ofrivilliga värmetillskottens 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 ventilations-system. Genom att utnyttja system för omfördelning av belastningar inom byggnaden samt genom att omfördela belastningar under dygnet skulle en energi- och total-ekonomisk försvarbar lösning erhållas.

En tredje variant är att systematiskt utnyttja värme-lagringmöjligheterna 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 ökad 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 värme- kyl ackumulering och elektriska radiatorer (kall- rasskydd) vid fönster.

6.2.1 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 överslagsmässigt är högre än ca 30 öre/kWh. Om dygnetruntdrift 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.

6.2.2 Värmepumpsystem

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

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

Överslagsmässigt kan noteras att alternativet är tek- niskt/ekonomiskt intressant förutsatt att tillsats- energiproblemet kan lösas. KBS önskemål vad gäller val av tillsatsenergi har varit.

- att elenergi ej bör användas
- markvärme för att klara tillsatsenergi behovet är en tänkbar lösning men ej särskilt attraktiv m h t begränsningar för tillgänglig yta och markbeskaff- enhet
- en hopkoppling med ventilationssystemet bör undvi- kas m h t att anläggningen reglertekniskt komplice- ras och att anläggningens tillgänglighet kan antas bli försämrad.

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 åter-

stått att panninstallationen erfordras som spetslastaggregat. Eftersom värmepumpen normalt förutsätts bli avställd vid utetemperaturer under den sk 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 ett gasoleldat 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.

6.2.3 Induktionsapparater, värme, kyla samt min ventilationssystem 1 1

I bilaga 1 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 hävdades att systemet kan erhållas för en anläggningskostnad som ej överstiger grundalternativet för Nässjö polishus. Detta utgjorde senare en grund för valet att gå vidare med just detta alternativ.

6.2.4 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 storleksordning 5 kWh/m³ bv. Dock förutsätter systemet 24 h drift för ventilationsanläggningarna, högre tryckfall och större luftflöden. Detta innebär överslagsmässigt ca 1 - 2 kWh/m³ bv år. Eftersom driftenergi och elradiatorer tidigare gav värmeenergi till ca dubbla energipriset beräknades 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.

6.3 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 elenergibehovet på olika sätt.

Belysning:

Belysningseffekten i kontorsrum är c 11 W/m² och i korridorer c 6 W/m². 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.

Armaturer:

Ett sätt att minska elenergibehovet 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.

Drifttider:

En styrning av drifttider, både när det gäller belysning och andra elapparater, motorer e t c kan vara ett annat sätt att minska elenergiförbrukningen. 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 liknande 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.

6.4 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.

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.

Studerar frågan om alternativbränslen kostnadsmässigt kan bl a 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.

Sammantaget innebär ovanstående att värmeproduktion via träbränslen inte bedöms vara aktuell i Nässjö-fallet. 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). 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 fjärrvärmesät, spillvärme från intilliggande industrier samt utnyttjande av överskottsenergi från intilliggande övrig bebyggelse. I Nässjöfallet föreligger ingen av dessa möjligheter.

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. KBS har därför studerat möjligheten att utnytt-

ja solenergi för tappvarmvattenberedning i kontorshus. Besparingskostnaden för de fall som utretts blir av storleksordningen 60 å 70 öre/kWh vilket är den reela kostnaden utan hänsyn till subventioner i form av lån, bidrag m m. Denna lösning (jämfört med andra tänkbara åtgärder) bedöms vara ointressant.

Möjligheterna att utnyttja jordvärme, grundvatten och uteluft som energikälla sammanhänger med frågan om tillämpning av värmepump - se avsnitt 6.2 ovan.

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.

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 6.3 ovan - däremot kan vissa alternativ för effektbesparing och reducerad anläggningskostnad diskuteras.

Möjligheterna för kostnadsbesparingar sammanhänger med att installerad eleffekt utnyttjas för att ta spetslast 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.

Installerad eleffekt utnyttjas. Av elkalkylen framgår att ca 25 å 30 kW eleffekt sammanlagrad avser dagdrift. I kombination med dygnsackumulering är således i genomsnitt under dygnet 20 kW tillgängligt för värmeproduktion inom abonnerad eleffekt. Överlagsmässigt kan det 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 villapanna) kan då i huvudsak drivas "sommartid" ca 6 å 7 mån för varmvattenproduktion med god verkningsgrad - ett ut-

byte mot elvarmvattenberedning kan därvid ej vara för-
svarbart. (anm: detta gällde 1979, idag kunde det vara
aktuellt med elvarmvattenberedning). Vintertid drivs
den lilla pannan med fördel som spetslastpanna medan
den större pannan svarar för värmeförsörjning ner till
-5^o C, vilket ett "normalår" svarar mot totala drift-
tiden minus ca 300 h.

En ytterligare möjlighet beträffande elförsörjningen
bör nämnas nämligen att utnyttja reservkraftaggregat.
Drift av reservkraftaggregat är inte lönsamt såvida
inte förlustenergi från motorn kan nyttjas eller vär-
mepumpdrift studeras - Se bilaga 4. Reservkraftaggre-
gatet kan dock tänkas användas för att klara ev behov
för pannreserv via elpatron.

7 VAL AV BESPARINGSMÖJLIGHETER FÖR ALTERNATIV- PROJEKTERING

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

Nedanstående besparingsmöjligheter valdes för en fortsatt utredning, och begäran om ytterligare medel för en fullständig projektering av ett lågenergialternativ, det s k BFR-alternativet.

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 hygienluftsmängd, ge god lönsamhet och stor primärenergibesparing. Systemet redovisas i bilaga 1.

8 ALTERNATIVPROJEKTERING

Resultatet av arbetsgruppens programarbete redovisades i Rapport R94:1979 "Nässjö Polishus - Förslag till energibesparande åtgärder". (Innehållet i den är i stort sett identiskt med kapitel 1 - 7 i denna föreliggande rapport).

De åtgärder som föreslås, ett nytt s k mini-luft-system med tillhörande byggnadstekniska anpassningar, beräknas minska årskostnaden för byggnadens drift i energihänseende med 50 %, utan att anläggningskostnaderna ökar. Arbetsgruppen fann detta resultat så intressant att man beslutade ansöka om medel till projektering av det skissade lågenergialternativet, "Nässjö Polishus/BFR-alternativ".

Kostnaderna för projektering av dessa åtgärder beräknades till 286 tkr. Byggnadsstyrelsen förklarade sig beredd att finansiera 50 %, dock högst 143 tkr, av kostnaden för en parallellprojektering. En ansökan om projektanslag från BFR, för resterande 50 % av kostnaden, gjordes.

BFR's beslut om tilldelning av anslag kom 1979-11-12, och efter en del justeringar skrevs kontrakt med BFR 1980-02-15. Samtidigt skrevs kontrakt med KBS på uppdrag omfattande projektering av "alternativa energibesparande åtgärder" t o m bygghandlingar för 752 13 126 00 Nässjö Polishus.

8.1 Uppläggning och genomförande av projekteringen

Som uppdragsmottagare, resp anslagsmottagare, för alternativ projektering av energibesparande åtgärder, står ATRIO arkitektkontor i Jönköping AB med projektledare ark Tomas Svensson.

Följande underkonsulter har arbetat med alternativprojektet

- K: Jönköpings Byggkonstruktioner AB, Jönköping
- V: Lars Erik Bengtsson Ingenjörbyrå AB, Stockholm
- E: Ingenjörfirman Bergman & Co AB, Huskvarna
- Kalkyl: Centralkonsult AB, Växjö
- Byggnadsekonomi AB, Älvsjö
- IA: Per Friberg Arkitektbyrå AB, Bjerred

Representanter för KBS i alternativprojektet har varit projektledare Axel Erik Hammar, Projekteringsbyrån
civ ing Stefan Sandesten, Tekniska byrån
civ ing Steffen Rubensson, Tekniska byrån
maskinchef Ference Paulik, KBS Jönköping.

Samordning av projekteringen har skötts av ATRIO. Under projekteringstiden har fem projekteringssammanträden hållits. Därutöver ett antal mindre sammanträden konsulterna emellan.

Eftersom huvudparten av förändringarna, i förhållande till grundalternativet, legat på värme och ventilation så har det i praktiken varit så att VVS-konsulten legat steget före. Nödvändig anpassning på andra områden har gjorts vartefter.

Civ ing Stefan Sandsten, KBS, ark Carl-Göran Spaak, ATRIO och Björn Thörnqvist, LEB har utarbetat föreliggande rapport. Bilagorna 1, 2 och 5 har utarbetats av L-E Bengtsson Ing-byrå AB, och bilaga 4 av BeCo AB.

8.2 Konsekvenser av valda besparingsåtgärder

I det följande behandlas de konsekvenser som genomförandet av besparingsåtgärderna medför. Under respektive rubrik beskrivs de ändringar och kompletteringar som varit nödvändiga att göra i bygg-, VVS- och elhandlingarna.

Det bör påpekas att så mycket som möjligt bibehållits oförändrat, i jämförelse med grundalternativet. Detta för att de två alternativen skall vara direkt jämförbara och likvärdiga så långt det går.

Om Nässjö Polishus från början projekterats med lågenergialternativets mini-luft-system skulle det antagligen sett något annorlunda ut. De ytor, huvudsakligen i källaren, som nu blir disponibla då pannrum utgår och fläktrummen kan slås samman, skulle kunnat användas på ett bättre sätt. Eventuellt skulle byggnadsvolymen kunnat minskas. Några sådana större förändringar har vi dock inte ansett oss kunna göra i nuläget på grund av ovan nämnda skäl.

8.2.1 Bygg

Förändringar på plan 1:

Den största förändringen består i att pannrummet utgår, och så även oljetanksrummet. Dessa två utrymmen slås samman till ett disponibelt rum på dryga 41 m². Eftersom detta rum ligger direkt under arrestintag och rastgård förses taket med tilläggsisolering och undertak.

Det vindfång/sluss som fanns vid källaringången och in till pannrummet utgår, varför korridoren blir o- bruten ända fram till ytterdörren. Dörren från yttre källartrappan, in till korridoren, breddas till 160cm för att medge transport av skrymmande komponenter till och från fläkt- och apparatrum. Den isackumulator som finns i källaren kräver ett visst vändutrymme framför källardörren för att kunna hanteras riktigt. Därför bibehålls det gamla askrummet, men dörrarna utgår så att det blir ett öppet utrymme. Utvändigt försvinner naturligtvis också skorstenen. I de inre delarna har de tre tidigare fläktrummen slagits ihop och bildar tillsammans med det tidigare schaktet ett enda stort fläkt- och apparatrum. Detta nås via en stor pardörr från B-korridoren. Schaktets läge i byggnaden är o-

förändrat. I stället för att som tidigare vara helt öppet från golvet i plan 1 till taket i plan 3 är schaktet här försett med golv och utgör alltså ett separat rum på varje plan.

(Förändringar markerade i fig 8.2)

Förändringar på plan 2:

Personalentrén har försetts med vindfång. Ett glasparti, med glasad dörr, finns nu mellan personalkapprummet och korridoren. Schaktet är försett med golv och kan nu nås via en dörr från den ena korridoren. Burspråkens bröstningshöjd har ökats med 300 mm till 800 mm. Detta för att få samma bröstningshöjd för alla fönster där fönsterapparater förekommer. I samband med detta har indelningen av burspråkens glasytor ändrats något, för att undvika spröjsar i ögonhöjd. Höjd, bredd och detaljer i övrigt på burspråken är oförändrade.

(Förändringar markerade i fig 8.1)

Förändringar på plan 2 och 3:

Det nya värme- och ventilationssystemet, Farex Mini-Luft, har samordnats med elkanalisationen i kontors- och personalutrymmen. Dessa rum är nu försedda med fönsterbänkar, innehållande alla installationsenheter, utmed fönsterfasaden. På ovansidan av fönsterbänkarna finns ett aluminiumgaller i hela rummets bredd för att man skall vara oberoende av tilluftsdonets placering i sidled. Elkanalen med sina uttag för el och tele är också den i aluminium. Fronten in mot rummet är av spånskiva, björkfanerad lika innerdörrar, och indelad för att underlätta åtkomlighet och service av Mini-luft-apparaterna. Fönsterbänken visas i fig 8.3.

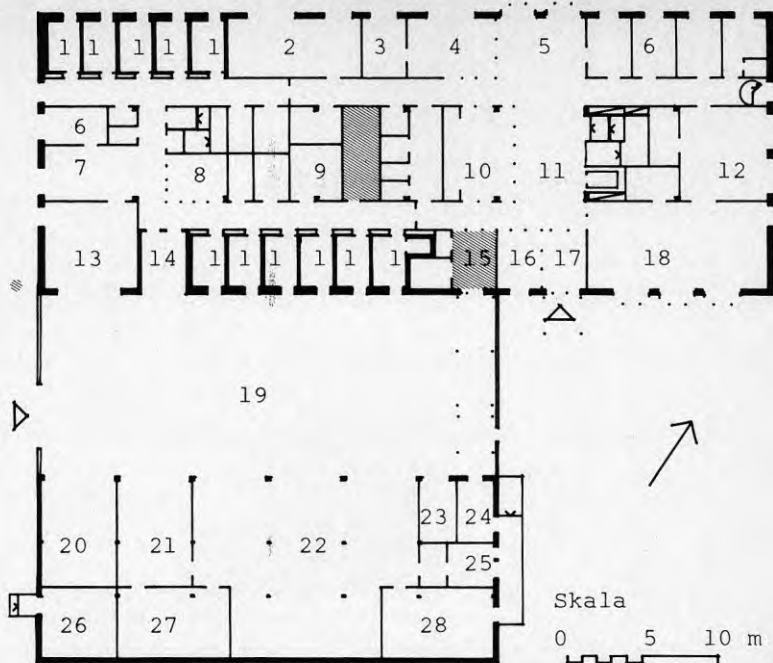
Förändringar på plan 3:

Schaktet är försett med golv och kan nu nås via en dörr från den ena korridoren. I schaktet finns en trappa upp till plan 4, vindsplanen. Därmed utgår den taklucka som tidigare fanns i trappa T2. Inredningen i fotoateljé och spårslab har anpassats så att plats finns för fönsterapparaterna.

(Förändringar markerade i fig 8.2)

Förändringar på plan 4:

Vindsplanet når man via en trappa från schaktet på plan 3. I anslutning till trappan samt under nockuppbyggnaden, i hela husets längd, finns en brädgång för inspektion och service. På hela vindsbjälklaget har isoleringen ökats med 100 mm till 320 mm och detaljlösningen vid takfoten har justerats för att säkerställa en luftspalt. Mitt i huset i anslutning till trappan, finns en flytande betongplatta. På denna är en kondensor och en fläkt placerade. Mellan bjälklaget och betongplattan finns 200 mm hård mineralull som förutom värmeisolering ger vibrationsisolering. Lejdarna upp till utstigningsluckorna i nocken, i husets båda ändar, finns kvar men är i ett fall något flyttad i sidled p g a nya placeringar av från- och tilluftsgaller. Yttertakets vertikala stöd är något ändrade, så tillvida att de under nockuppbyggnaden är



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


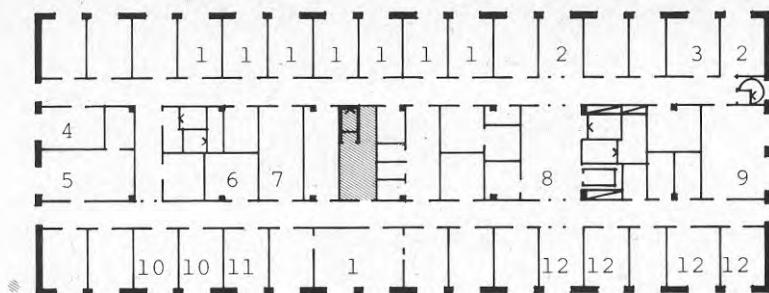
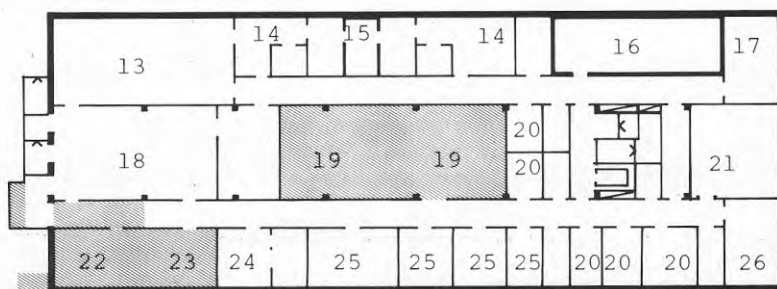
 förändringar
i BFR-alt.

Fig 8.1 Plan 2



Plan 3 (Plan 1 tr)



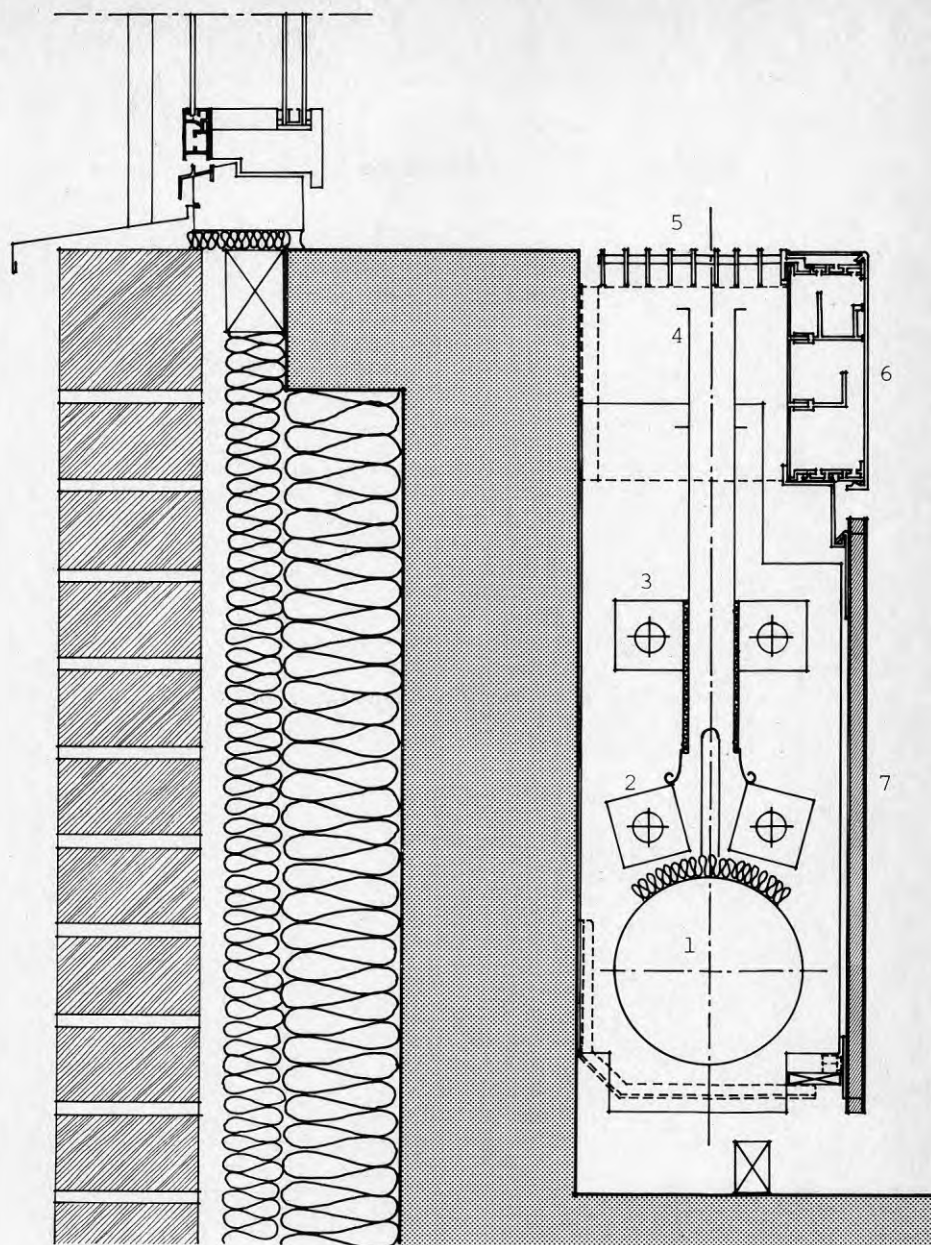
Plan 1 (Källarplan)

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

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

 förändringar
i BFR-alt.

Fig 8.2 Plan 1 och 3



Miniluft-apparat/Fönsterbänk

Miniluft-apparat

1. Luftkanal
2. Värmebatterier
3. Kylbatterier
4. Primärluftdysa

Fönsterbänk

5. Al-galler
6. Elkanalisation och uttag el/tele
7. Front (löstagbar)

Fig 8.3

dubblerade vid varje takstol. De båda stöden står här 80 cm från varandra och mellan dem finns en tvärså som bär upp brädgången.

Generella förändringar på kontorsbyggnaden:
De täckmålade träfönstren med tre-glas är utbytta mot inåtgående, sidohängda treglasfönster med aluminiumklädd yttersida. Tätning och andra detaljer ger ett förbättrat K-värde: $1.45 \text{ W/m}^2\text{ }^\circ\text{C}$. Fönsterstorlekar, fördelning och indelning är däremot oförändrade. En anpassning av anslutningsdetaljer har gjorts, eftersom karmarnas yttersidor är aluminiumklädda.

Fasadförändringar på kontorsbyggnaden:
Skorstenen har helt utgått, vilket tidigare har nämnts. Burspråken har flyttats upp 300 mm och indelningen av dess glasytor är något ändrad, men i övrigt är de i konstruktion och dimension oförändrade. Nockkuppsbyggnaden på taket har fått en något annorlunda siluett, som ett resultat av den ändrade ventilationslösningen, men i princip är den utformad enligt det tidigare mönstret. Masterna på taket har också flyttats något i sidled, för att inte komma i konflikt med friskluftstaket.

Förändringar på garagebyggnaden:
Liksom på kontorsbyggnaden har nockkuppsbyggnadens siluett ändrats en aning, eftersom den nu endast rymmer en frånluftsflykt. Den tidigare diskuterade ökningen av takisoleringen, med 100 mm till 270 mm, har icke gjorts. Detta beror på att denna byggnad redan är tillräckligt välisolerad med tanke på att den inte skall behöva värmas upp i så hög grad. Endast utrymmena för spolplatta och teknisk undersökning skall temporärt kunna ges en högre temperatur, då arbete utförs där. Garaget kommer vid en eventuell framtida energimätning att särbehandlas.

8.2.2 VVS

Övriga förändringar:

Valet av ett system med ventilation för hygienluftmängd samt fyrrörs induktionsapparater för uppvärmning (och kylning) av byggnaden, medför övergripande förändringar för ventilation och uppvärmning. Systemet redovisas utförligt bilaga 1. Konsekvenser för ledningsdragning etc, se bilaga 3. Vatten och avlopp är däremot i princip oförändrat i förhållande till grundalternativet.

VVS-apparater:

Eftersom värmebehovet blir mindre med detta system, och det därmed är ekonomiskt att utnyttja eleffekt för uppvärmning, så utgår oljeanläggningen. Att ventilationssystemet endast dimensioneras för hygienluftmängd innebär att mindre utrymme behövs för fläktrum och kanaler. Alla apparater har kunnat samlas till ett utrymme centralt i källaren, frånsett luftkyld kondensator och frånluftsflykt som finns på

vindsplanet. Lokalbehovet för VVS-installationer har därmed minskats med knappt 50 m². Dessutom finns inte längre några apparater på taket.

Komfort:

I de enskilda kontorsrummen är fönsterapparaterna karaktäristiska för systemet (se avsnitt 8.2.1 och fig 8.3). Genom 4-rörsapparater erhålls individuell temperaturreglering i varje kontorsrum. Induktionsapparater ger en god luftcirkulation i rummen. Genom lågtemperatursystem i garage och källare erhålls en bättre reglering av temperaturen.

Drift:

Beträffande driftsäkerhet, samt service- och underhållskostnader, se avsnitt 11.

8.2.3 El

Förändringar på plan 1:

Elanläggning och en central för värmepannor och cirkulationspumpar utgår. I apparatrum för ventilation tillkommer belysningsinstallation, samt inkoppling av ett apparatskåp.

Förändringar på plan 2 och 3:

Uttagslådor i fönsterbröstning utgår med undantag för telefonväxel och cafeteria. I stället förses rummen med fönsterapparater, till vilka även elinstallationerna koncentrerats. (Se avsnitt 8.2.1, samt fig 8.3). Belysningsinstallation i ventilationsschakt tillkommer. Elinstallation för spolkontroll i celler övergår till VVS-styr. Elanläggning för forcerad ventilation i undervisningsrum på plan 2 och för separat placerad ventilationsutrustning på plan 3 utgår.

Förändringar på plan 4:

Belysningsinstallation tillkommer.

Förändringar på garagebyggnaden:

Elanläggning för ventilationsutrustning utgår. Inkoppling av ett apparatskåp för ventilation tillkommer. Reservkraftaggregatets effekt ökas från 60 till 100 kVA.

9 BYGGKOSTNADER

9.1 Kostnadsjämförelser: Grundalternativ - BFR alternativ

För grundalternativet finns en tidigare upprättad kostnadskalkyl i prisläge 77-04-01. Den helt nya VVS-lösningen i BFR-alternativet har kostnadsberäknats i prisläge 80-04-01. Alla övriga ändringar som gjorts i BFR-alternativet har kostnadsberäknats, för att de båda alternativen skall kunna jämföras. Kalkylerna har justerats så att kostnaderna för båda alternativen nu kan anges i prisläge 80-04-01. En målsättning har varit att försöka få reda på hur merkostnaderna för de energibesparande åtgärderna fördelar sig.

9.1.1 Bygg

Husunderbyggnaden är något enklare i BFR-alternativet, eftersom pannrummet utgår. Det förbilligar alternativet med 5.000 kr. Merkostnaderna för husbyggnadsarbeten i BFR-alternativet fördelar sig på fyra större poster. Den nya kanalisationen i arbetsrummen, med fönsterbänkar, kostar 196.000:-, men då skall noteras att elkanalisationen här ligger på bygg. Förbättrad isolering på takbjälklaget kostar 68.000:-. Förändringar i planlösning, trappor, glaspartier m m kostar 66.000:-. Bättre fönster, med K-värde 1.45, kostar 41.000:-. Eftersom BFR-alternativet saknar oljeanläggning utgår skorstenen, en besparing på 189.000:-. Sammantaget är alltså byggnadsarbetena i BFR-alternativet 177.000:- dyrare.

9.1.2 VVS

Då det gäller VVS är det svårare att jämföra de två alternativen, och precisera var kostnadsskillnaderna ligger. I BFR-alternativet finns ett helt nytt system, som inte kan jämföras med grundalternativet i enskilda detaljer.

Vatten och avlopp blir 23.000:- billigare. Det avgår 25.000:- till största delen beroende på att pannrummet utgår. Diverse mätinstrument för en framtida utvärdering tillkommer, kostnad 2.000:-

Gas och tryckluft är identiskt lika i båda alternativen, men på grund av index ökar kostnaden med 2.000:-,

Kyla blir 60.000:- dyrare, beroende på ett helt nytt, mer avancerat system.

Värme fördyras 60.000:-, huvudbyggnad och garage sammanräknat. Ser man närmare på de enskilda posterna kan följande noteras. Det avgår 40.000:- då oljeanläggningen slopats, samt 30.000:- för de radiatorer

som utgår. Det tillkommer 35.000:- för isackumulator, 35.000:- för köldbärare till Mini-Luft-apparaterna, samt 37.000:- beroende på osäkerhet i kalkylen med tillhörande indexuppräknig. I garagedelen tillkommer 3.000:- för grövre rör och större radiatorer. Också här finns ett antal mätinstrument för en framtida utvärdering. Dessa kostar 20.000:-,

Luftbehandling blir 36.000:- billigare, varav 25.000:- ligger på huvudbyggnaden och 11.000:- på garaget. Detta beror på att systemet arbetar med mindre luftmängder, vilket ger mindre kanalareor. Dessutom är systemet uppbyggt med färre aggregat.

Sammanräkant ger detta en kostnadsökning för BFR-alternativet på 63.000:-, exkl styrning och övervakning.

Styrning och övervakning har i BFR-alternativet projekterats helt enligt byggnadsstyrelsens anvisningar, vilket gett en anläggning som är mer servicevänlig och utav högre klass än den i grundalternativet. Kostnadsmässigt blir den 59.000:- dyrare.

9.1.3 El

Ett större reservkraftsaggregat i BFR-alternativet ger en merkostnad på 63.000:-. Nya armaturer i den disponibla källarlokalen, i schaktrummen samt på vindsplanet, ökar kostnaderna med 17.000:-. Den del av kanaliseringen som lagts över på bygg ger en besparing på 10.000:-. Anläggningen för kraft i pannrum utgår, en minskning på 7.000:-. Tele är oförändrat, men index ger en reducering på 7.000:-. Tillammans ger detta en kostnadsökning för BFR-alternativet på 56.000:-.

9.1.4 Sammanställning

Sammanställer man kalkylerna för de två alternativen framgår det att BFR-alternativet blir något dyrare. (se tab 9.1)

Det skall noteras att i merkostnaderna för VVS ingår mätinstrument för 22.000:-. Dessa är till för att systemet skall kunna provmätas, men krävs inte för att systemet skall fungera, varför denna kostnad inte bör belasta alternativet. Sedan kostnadskalkylen gjorts har det tillkommit mätinstrument för ytterligare 20.000:-.

BFR-alternativet blir alltså 333.000:- kronor dyrare att bygga.

Prisläge 80-04-01	Grundalt	Åtgärds- kostnad	BFR-alt
B Markbyggnad	576	-	576
C Husunderbyggnad	370	- 5	365
D Husbyggnad			
3 Hus (bygg)	5.145	+182	5.327
5 VVS	1.200	+ 63	1.263
6 El (inkl brukartele)	1.296	+ 56	1.352
7 Transport	83	-	83
8 Styrning, övervakn	162	+ 59	221
Summa B-D (exkl moms)	6.544	+355	9.187

Tabell 9.1 Kostnadsjämförelse (tkr)

10 ENERGI OCH EFFEKTBEHOV FÖR NÄSSJÖ POLISHUS/BFR-ALTERNATIV

Vid sidan av de tre metoder för beräkning av energibehovet för Nässjö Polishus/Grundalternativet som redovisats i kap 4, har även LEB's metod för energiförbrukningsberäkning använts. Med denna metod har båda alternativen beräknats. Grundalternativet, som beräknades tidigare, finns redovisat i bilaga till en tidigare rapport (R94:1979). I samband med den nu genomförda alternativprojekteringen beräknades BFR-alternativet och beräkningarna redovisas i bilaga 1. Kortfattat innebär LEB's metod följande:

Genom att beräkna diagram för värme- och kyleffektbehov vid varierande utetemperatur fås storleken på kompressorinstallationen. Kurvorna visar också när kompressorns värmeproduktion kan återvinnas. Genom varaktighetskurvor för utetemperatur transformeras kurvorna till tidslinjära. Ytorna redovisar då energimängden.

Värmeförbrukningen täcks av kompressorns värmeproduktion och tillsatsvärme från elpanna.

Total värmetillsats har beräknats till 209 MWh/år. För att producera energimängden har elförbrukningen beräknats till $93,8 \text{ MWh}_{el}/\text{år}$, $\approx 9,4 \text{ kWh}_{el}/\text{m}^3 \text{ bv}$.

För kontorshuset enbart har värmeförbrukningen beräknats till $69,3 \text{ MWh}_{el}/\text{år}$ $\approx 7 \text{ kWh}_{el}/\text{m}^3 \text{ bv}$.

Effektbehovet har, då byggnaden saknat interna värmelaster, beräknats till 83 kW eller ca 8 W/m³ bv för uppvärmning, ventilation och varmvatten.

Energiförbrukningen har beräknats enligt KBS's "värmeförbrukningskalkyl 78-09". Att energiförbrukningen för grundalternativet då blir högre än de i kap 4 redovisade värdena beror på att byggnadens ofrivilliga ventilation medräknats på ett annat sätt.

En jämförelse av årlig energiförbrukning, för uppvärmning och ventilation, i de båda alternativen visar följande:

	Grundalternativet	BFR-alternativet
uppvärmning:	$297,5 \text{ MWh}_{olja}/\text{år}$	$93,8 \text{ MWh}_{el}/\text{år}$
fläktarbete:	$95,7 \text{ MWh}_{el}/\text{år}$	$57,0 \text{ MWh}_{el}/\text{år}$
Summa	$393,2 \text{ MWh}/\text{år}$	$150,8 \text{ MWh}/\text{år}$

Detta visar att fläktarnas elförbrukning i BFR-alternativet minskat med $38,7 \text{ MWh}/\text{år}$ ($3,87 \text{ kWh}/\text{m}^3 \text{ bv, år}$).

Elförbrukningen för belysning beräknas till $69.000 \text{ kWh}/\text{år}$.

Cafeteria, bastu, pentry etc kommer att förbruka ca 6.000 kWh/år.

Sammanräknat ger detta en total elförbrukning på 225.800 kWh/år.

Maximalt eleffektbehov (abbonerad effekt) beräknas till 100 kW.

11 DRIFT OCH FASTIGHETSFÖRVALTNING AV
 BFR-ALTERNATIVET

Det som skiljer de olika alternativen åt, i fråga om drift och fastighetsförvaltning, beror så gott som uteslutande på de olika VVS-systemen.

Driftsäkerhet:

God driftsäkerhet erhålles i BFR-alternativet genom att två värmeproduktionsenheter, kompressor och elpanna, finns där endast en enhet erfordras för att klara uppvärmningen av byggnaden, ner till en utetemperatur av ca - 10°C.

Service och underhållskostnader:

För BFR-alternativet ger induktionsapparaterna en extra underhållskostnad, jämfört med radiatorer och bakkantinblåsning i grundalternativet. Större ventilationsluftflöden i grundalternativet ger i gengäld högre servicekostnader för fläktar och luftfilter. Oljepannan i grundalternativet bedöms ge samma servicekostnad som kylkompressorn i BFR-alternativet. Totala service- och underhållskostnaderna bedöms bli ungefär lika stora för de båda alternativen.

Anläggningen för styrning och övervakning i BFR-alternativet är av högre klass. Ur servicesynpunkt kan detta medföra både för- och nackdelar.

Endast genom att bygga alternativet och utprova systemet i verklig drift, kan man få riktig klarhet i kostnadsfrågan.

Det framgår alltså att den beräknade, årliga energiförbrukningen för uppvärmning och ventilation är 242,4 MWh lägre i BFR-alternativet, jämfört med grundalternativet. Vad får man då betala för att uppnå denna besparing? Kalkylerna visar att byggkostnaderna ökar med 333.000:-, medan underhållskostnaderna beräknas vara lika stora för båda alternativen. Driftskostnaderna ökar dock i BFR-alternativet, med ca 3.000:-/år, eftersom den abonnerade effekten är högre. Av samma skäl är anslutningsavgiften något högre i BFR-alternativet, ca 5.000:-.

Byggnadsstyrelsens kalkylförutsättningar (P30 Energi-gruppen PM) tillämpas vid värdering av energibesparande åtgärder. Det är en metod för beräkning av s k besparingskostnader. Vid en lönsamhetsvärdering jämförs besparingskostnader med energipriset.

Investering	år 0: I	kr (exkl moms)
Besparingskostnad	år 0: BK	kr/kWh
Ökad underhållskostnad	år 0: UK	kr/år
Ökad driftskostnad (exkl energi)	år 0: DK	kr/år
Energibesparing per år	år 0: Q	kWh

Nuvärdesfaktorer för energibesparing och kostnad för en åtgärd i prisläge år 0 vid olika brukstider för åtgärderna: P1, P2 och P3.

$$BK = \frac{I + P1 \times UK + P2 \times DK}{P3 \times Q}$$

Om alla åtgärder anses vara en direkt följd av det nya VVS-systemet får man räkna med en brukstid för samtliga åtgärder på 20 år. Då fås följande besparingskostnader:

$$BK = \frac{(333.000 + 5.000) + 15,4 \times 0 + 16,7 \times 3.000}{16,7 \times 242.400} = 0,096 \text{ kr/kWh}$$

Besparingskostnaden 10 öre/kWh är lägre än energikostnaden för en medelstor oljeeldad anläggning (15-20 öre/kWh), och åtgärderna är således lönsamma.

Ett annat sätt att räkna på är följande:

Den extra takisoleringen och de bättre fönstren är åtgärder som är bra oavsett vilket VVS-system som används, varför de kan "brytas ut" och ges en brukstid på 30-60 år. Besparingskostnaden för dessa åtgärder blir då

$$BK = \frac{(68.000 + 41.000)}{23,0 \times (9.110 + 8.570)} = 0,268 \text{ kr/kWh (på 30 år)}$$

alt.

$$BK = \frac{109.000}{35,8 \times 17.680} = 0,172 \text{ kr/kWh (på 60 år)}$$

En liknande förbättring är vindfånget i personalentrén, men här är besparingseffekten okänd. Räknar man däremot "baklänges" kan man se hur mycket man behöver spara för att merkostnaden skall täckas. Besparingskostnaden sätts då till max 0,19 kr/kWh.

$$Q = \frac{10.800}{23 \times 0,19} = 2.471 \text{ kWh/år (på 30 år)}$$

alt.

$$Q = \frac{10.800}{35,8 \times 0,19} = 1.476 \text{ kWh/år (på 60 år)}$$

Extra takisolering och bättre fönster visar sig alltså vara lönsamt vid en brukstid någonstans mellan 30 och 60 år, medan vindfånget sannolikt sparar så mycket att det betalar sig redan med en brukstid på 30 år. Besparingskostnaderna för de byggtekniska åtgärderna visar sig alltså vara högre nu än då de beräknades under programarbetet (etapp I). Kostnadsbilden har tydligen ändrats under tiden 78-80. Energipriserna har höjts, men byggkostnaderna har stigit ännu kraftigare.

Kanalisationen/fönsterbänkarna är en merkostnad som är en direkt följd av det nya VVS-systemet. Likaså den besparing man gör på husunderbyggnad och slopandet av skorsten. Dessa poster tar i stort sett ut varandra. Återstående merkostnader på bygg får anses bero på det nya VVS-systemet och ges en brukstid på 20 år.

Merkostnaderna för förändring på VVS, el och styrning/övervakning kan adderas. För dessa förändringar tillämpas en brukstid på 20 år.

Den del av den beräknade totala energiförbrukningen som inte direkt kan hänföras till förändringarna på bygg får därmed sägas bero på det nya systemet och dess följdverkningar.

$$BK = \frac{(333.000 + 5.000 - 109.000 - 10.800) + 15,4 \times 0 + 16,7 \times 3.000}{16,7 \times (242.400 - 17.680 - 2.470)} = 0,072 \text{ kr/kWh}$$

Besparingen 7 öre/kWh är lägre än energikostnaden för en medelstor oljeeldad anläggning (15-20 öre/kWh) och åtgärderna är således lönsamma.

En summering ger följande årskostnader för systemen, då underhållskostnaderna sätts lika för båda systemen:

System	El (fläkt, kompr)	Abonn. effekt	tillskotts- värme (el/olja)	Summa: kostn/år
Grundalt (olja)	21.533:-	0	56.525:-	78.058:-
BFR-alt (el)	12.825:-	3.000:-	21.105:-	36.930:-

(Kostnadsförutsättningar: elenergi 22,5 öre/kWh, oljevärme 15-20 öre/kWh)

Årskostnaden för BFR-alternativet blir alltså 41.128:- lägre.

Den ökade investeringskostnaden för att uppnå detta är 338.000:-, varav 5.000:- ligger på högre anslutningsavgift för el.

Ovanstående beräkningar visar att de förändringar som vidtagits i BFR-alternativet är kalkylmässigt lönsamma, eftersom besparingskostnaden bara är hälften så stor som energikostnaden.

Slutsatsen måste bli att Nässjö Polishus bör byggas som det är projekterat i BFR-alternativet, inte minst för att möjliggöra en utvärdering av det "nya" systemet. Endast genom att först prova systemet i praktisk drift kan man erhålla mätresultat nödvändiga för en slutlig utvärdering. Om en framtida utvärdering ger positiva resultat kan de vunna erfarenheterna komma flera liknande projekt till del.

LITTERATUR

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

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

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

Sandsten, Stefan, Spaak, Carl-Göran. Nässjö Polishus,
Energibesparande åtgärder. Rapport R 94:1979.

Bilaga 1

Alternativt uppvärmnings- och ventilationssystem för
Nässjö Polishus.

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

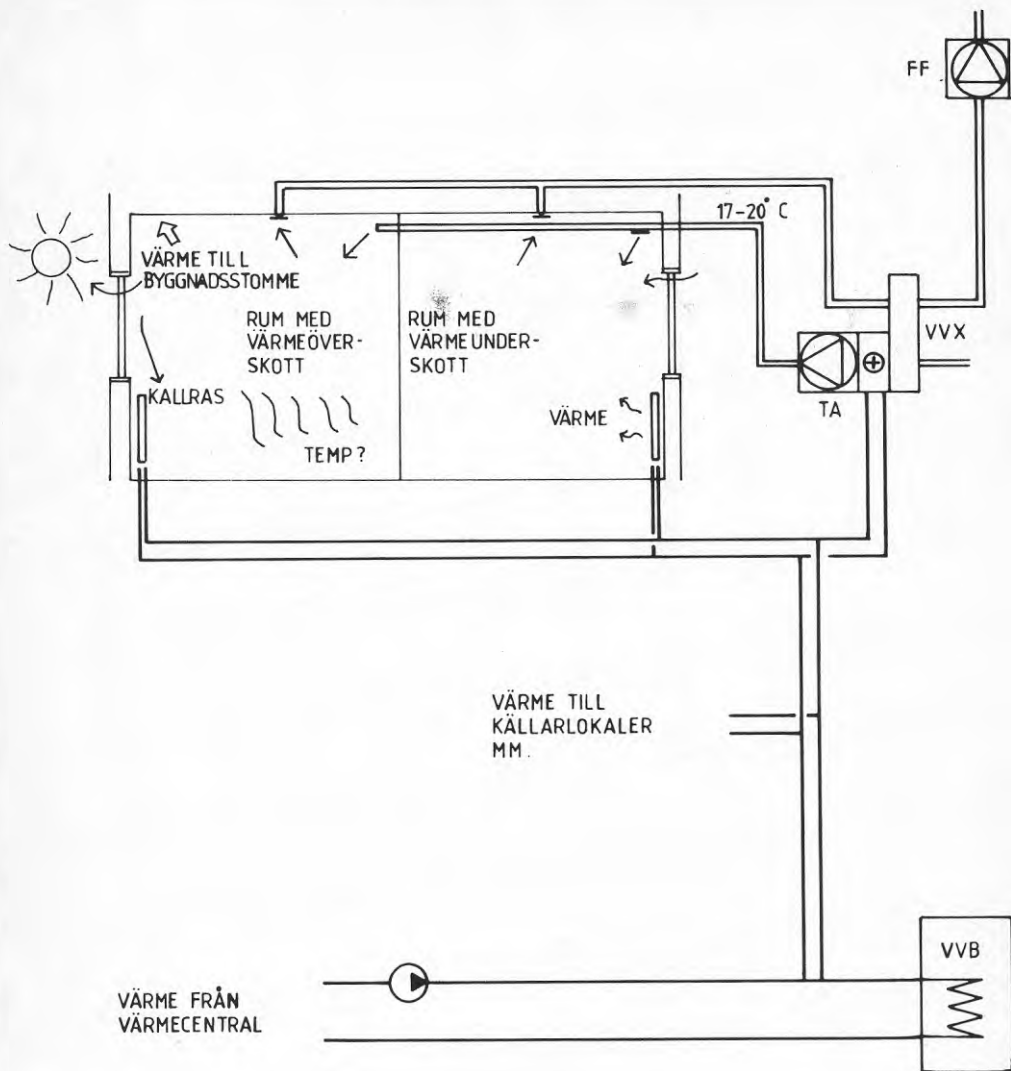
Det värme- och ventilationssystem som ursprungligen konstruerades för Nässjö Polishus ser i princip ut som framgår av Figur 1 (system 1).

Från ett pannrum distribueras värmevatten till byggnadens olika värmeförbrukningsobjekt.

Den under året varierande värmebelastningen täcks 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.

System 1.

Ursprungligt projekterat värme- och ventilationssystem för Nässjö Polishus.

I och med införandet av byggnorm 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 anna dignitet än tidigare.

Anpassas systembyggnaden till den förutsättningen som uppställts i SBN 75 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 framledningstemperaturen utetemperaturkompenserad mellan 50-30°C, vattenkylkrets 8°C, isackumulator, värmeformare (värmepump) samt luftkyld kondensator för komfortändamål sommartid (ej inritad).

Huset förses med min uteluftflöde enligt SBN 75. Genom att byggnaden hålls under undertryck erhålls uteluften dels i tilluftaggregatet dels som "läckluft".

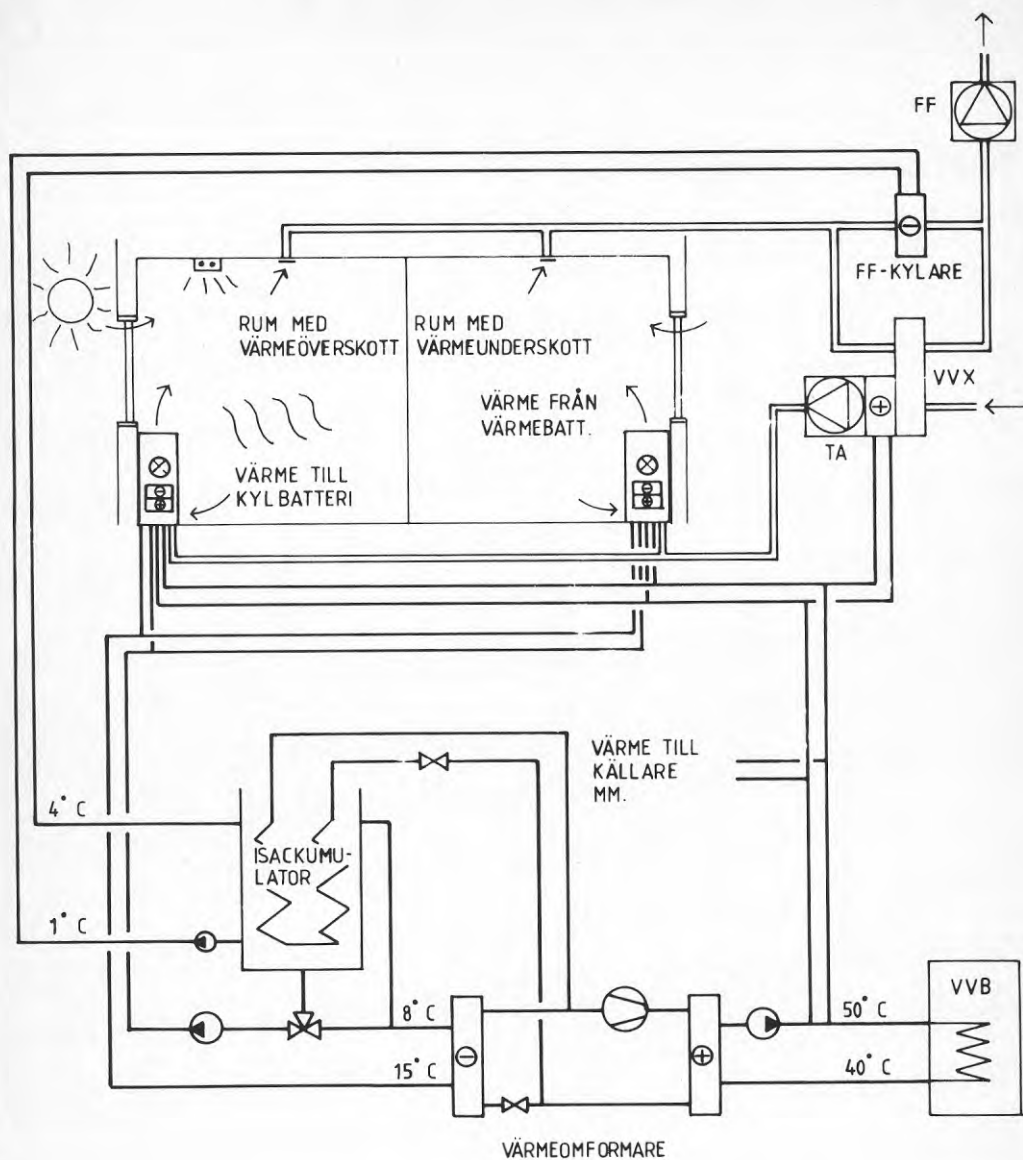
Energiinnehållet i frånluften återvinns i tilluftaggregatet med roterande värmeåtervinnare. Ett frånluftflöde = "läckluftflödet" evakueras med separat fläkt, energin återvinns via kylsystemet då värmebehov föreligger.

Genom 75% återluftsggrad fördelas "läckluften" till samtliga lokaler.

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.

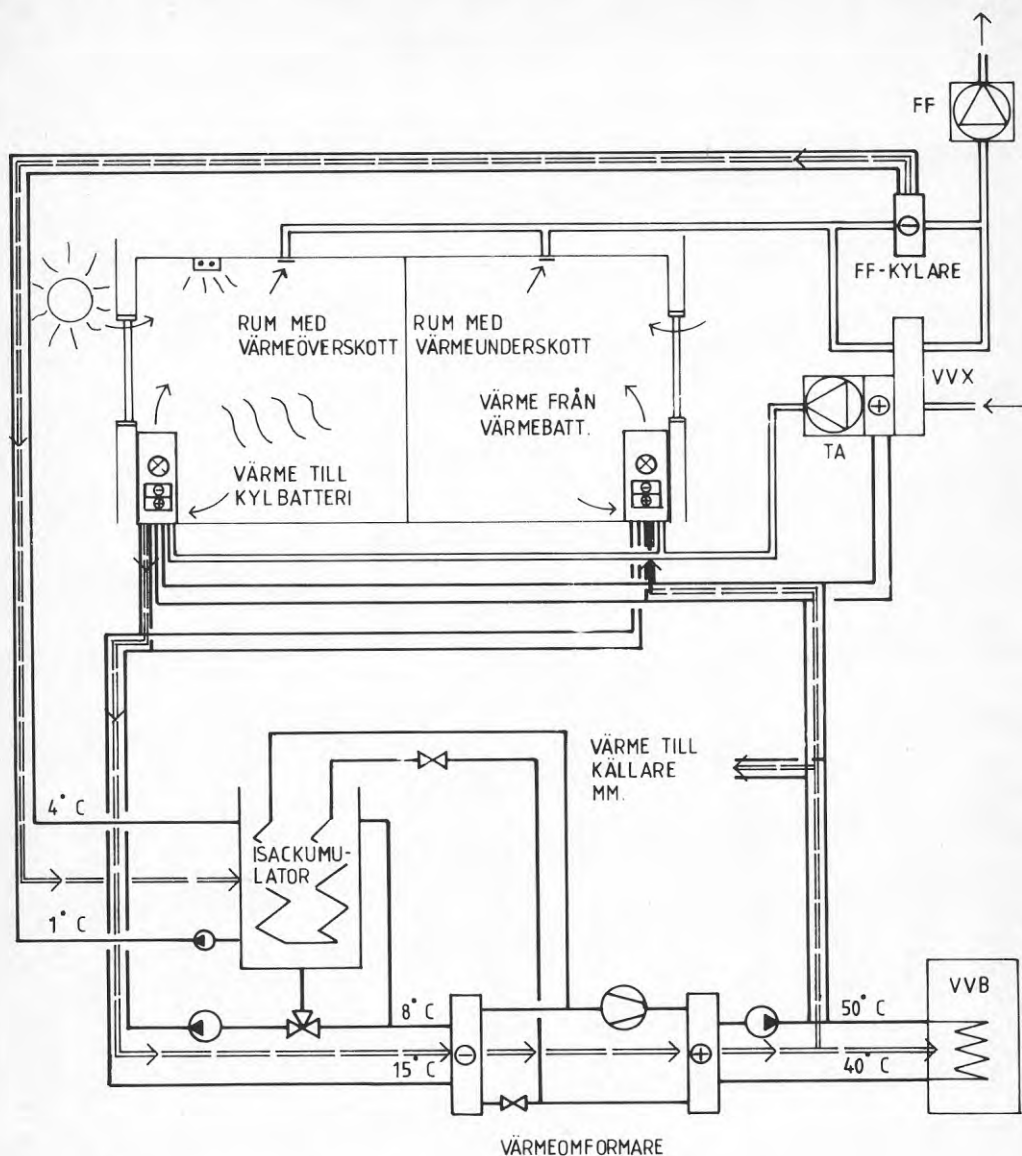
Studerar dessa värmeöverskott och värmeförbrukningar för såväl System 2 som System 1 i ett energibalansdiagram under helger och arbetsdygn erhålles diagrammen 1-9.



Figur 2.

System 2.

Alternativt projekterat värme- och ventilationssystem för Nässjö Polishus.



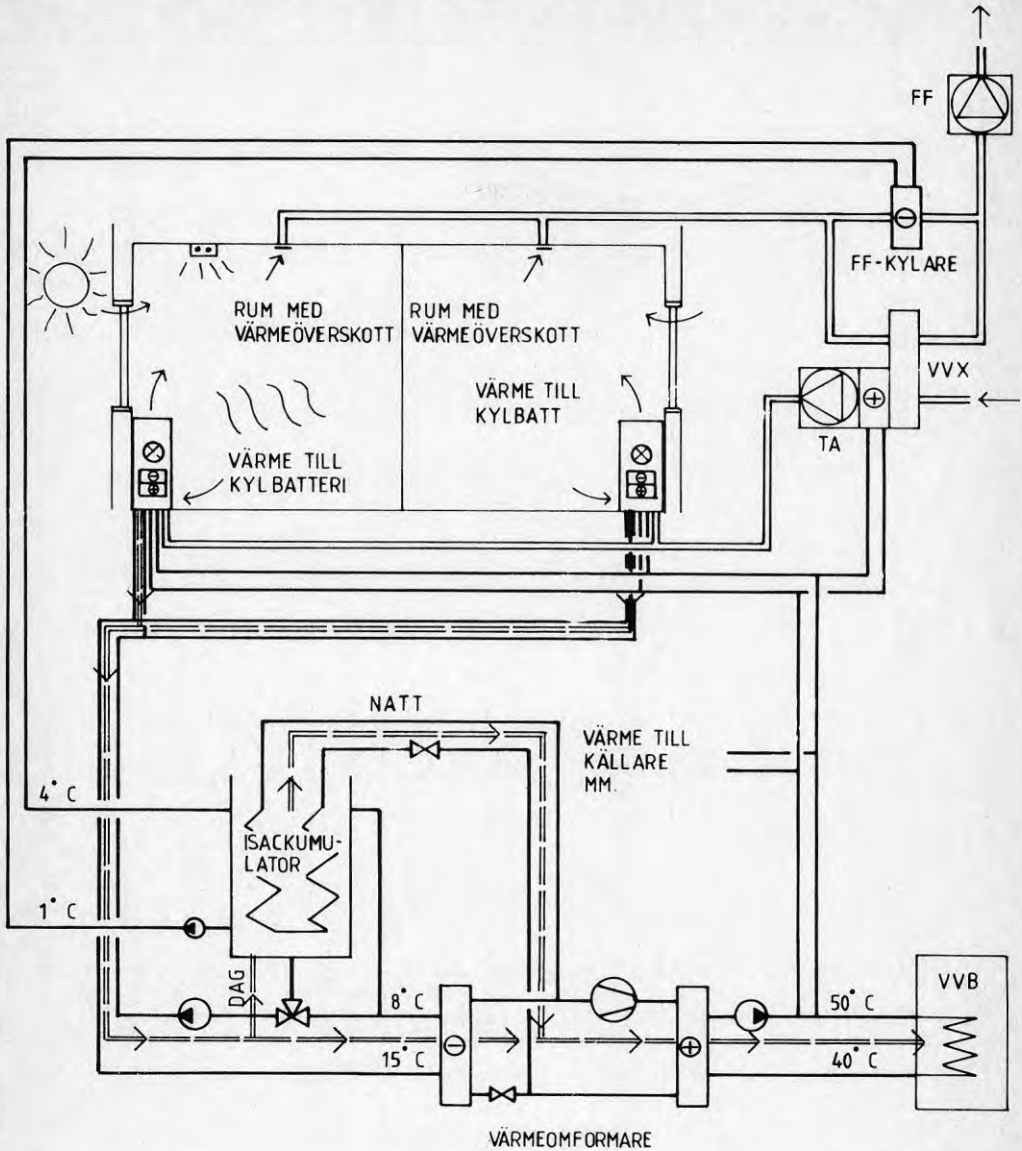
Figur 4. System 2.

Driftfall med värmebalans totalt inom byggnaden.

Värmeöverskott från ett belastat rum höjer temperaturen på köldbäraren till kylbatteri i induktionsapparaten. Frånluftskylaren höjer temperaturen på köldbäraren och laddar isackumulatören.

Värmeomformaren arbetar med en förångningstemperatur av $+5^{\circ}\text{C}$.

Vattenkyld kondensator distribuerar värme till tappvarmvatten, källarlokalerna m m.



Figur 5.

System 2.

Driftfall med värmeöverskott totalt inom byggnaden.

Värmeöverskott från belastade rum överstiger dagtid värmeomformarens tillgängliga kyleffekt.

Köldbäraren till induktionsapparater m m kyles av isackumulatort och värmeomformare.

Överkosttsvärme avledes via luftkyld kondensor (ej redovisad). Nattdrift går värmeomformaren och ackumulerar is.

Energibalansdiagram för kontorsbyggnaden

Genom att beräkna husets "normala" effektbehov av värme och kyla som funktion av tiden kan följande storheter uppskattas för byggnaden.

Dimensionerande kylbehov - sammanlagrat
 Dimensionerande värmebehov - sammanlagrat
 Erforderlig ackumulatorstorlek
 Erforderlig kompressorstorlek
 Erforderlig tillsatsvärme/år
 Erforderlig kompressorarbete/år

Beräkningarna ansluter till
 Byggnadsstyrelsens "Mall för värmeförbrukningskalkyl"
 UV-information 78-07-04.

Värmeeffektbehov

$$LUT = -18^{\circ}\text{C} \quad \Delta t = 38^{\circ}\text{C}$$

<u>Transmission</u>	K-värde ($\text{W}/\text{m}^2 \text{ }^{\circ}\text{C}$)	A (m^2)	P (kW)
Fönster	1,45	144	7,9
Väggar	0,28	1024	10,9
Tak	0,12	864	3,9
Golv	0,15	864	4,9
Dörrar, portar	1,5	22	1,3
			<hr/> 28,9 kW

Läckluft

Ofrivillig ventilation = 0,2 oms/h.

Byggnaden ställs under ett konstant undertryck varför värdet höjs till 0,25 oms/h.

$$\begin{aligned} \Rightarrow q_g &= 10.000 \text{ m}^3 \times 0,25 \text{ oms/h} \times 1/3,6 &&= 700 \text{ l/s} \\ P_{\text{dim}} &= 0,7 \text{ m}^3/\text{s} \times 1,2 \text{ kg/m}^3 \times 1,0 \text{ kJ/kg}^{\circ}\text{C} \times 38 &&= 32 \text{ kW} \end{aligned}$$

Ventilation

Dag:

totala uteluftsbehovet är enl SBN 75

$$0,35 \text{ l/s, m}^2 \Rightarrow qg = 0,35 \times 2600 \text{ m}^2 = 910 \text{ l/s}$$

erforderlig tillsats av tilluft blir

$$910 - 700 = 210 \text{ l/s}$$

roterande värmeåtervinnare $\eta = 0,75$

$$\Rightarrow P = (1-0,75) \times 210 \times 1,2 \times 1,0 \times 38 = 2,4 \text{ kW}$$

Natt:

Plan 3 avstängs \Rightarrow erf uteluft \leq läckluft \Rightarrow ingen tillsats av tilluftVarmvattenförbrukning

$$\text{Evv} = 45 \text{ kJ/}^\circ\text{C, dag, m}^3 \text{ by volym} \times 0,04$$

$$\text{Evv} = 45 \times 0,04 \times 4000 \times 10000 = 72 \cdot 10^6 \text{ kJ/år} = 20 \text{ MWh/år}$$

$$\Rightarrow \text{Evv} = P_{\text{medel}} \times \tau = 20 \text{ MWh/år}$$

$$P_{\text{medel}} = \frac{20000}{8760} = 2,5 \text{ kW}$$

KyleffektsbehovBelysning

Dag:

Korridor, väntr, etc	6 W/m ² x 505 m ²	3 kW
----------------------	---	------

Kontor, arrester	13 W/m ² x 1300 m ² 80% belägn	14 kW
------------------	--	-------

 17 kW

Natt:

Arrestavd	13 W/m ² x 440 m ²	5,7 kW
-----------	--	--------

Korridor	6 W/m x 150 m ²	0,9 kW
----------	----------------------------	--------

Övrigt		1,0 kW
--------	--	--------

 7,6 kW

För den mörkare årstiden $t_{\text{ute}} \leq +2^\circ\text{C}$

Dag 17 kW

Natt 7,6 kW

För den ljusare årstiden $t_{\text{ute}} \geq +6^\circ\text{C}$ Dag 50% drifttid $\Rightarrow P_{\text{medel}} = 17/2 = 8,5 \text{ kW}$

Natt 7,6 kW

Effekten antas variera linjärt mellan respektive temperatur.

Solinläckning

Enligt UV-information erhålls utan persienner

Dag:

11,1 kW då $t_{\text{ute}} \leq +20^{\circ}\text{C}$

19,7 kW då $t_{\text{ute}} \leq +6^{\circ}\text{C}$

Effekten ökar linjärt mellan respektive temperatur.

Personer

Dag:

48 pers à 80W/pers = 4 kW

Natt:

13 pers à 80W/pers = 1 kW

Fläktarbete

Dag:

TA1 1000 Pa, 2,7 m³/s => $P = dp \times qg/\eta = 5,4 \text{ kW}$

FF1 800 Pa, 0,9 m³/s => $P = dp \times qg/\eta = 0,9 \text{ kW}$

AA1 200 Pa, 0,4 m³/s => $P = dp \times qg/\eta = 0,2 \text{ kW}$

6,5 kW

Natt:

som dag

6,5 kW

Fläktenergi/år:

6,5 x 8760 = 57 MWh

därav: arbetsdygn = 34 MWh

helg dygn = 23 MWh

Värmeavgivande apparater

Dag:

Data, KK-rum etc

4,4 kW (före full

Pentry, kopiering etc

2,0 kW utbyggnad

6 kW

1,6 kW)

Natt:

Data, KK-rum etc

4,0 kW

Pentry, kopiering etc

0,5 kW

4,5 kW

Frånluftskylning

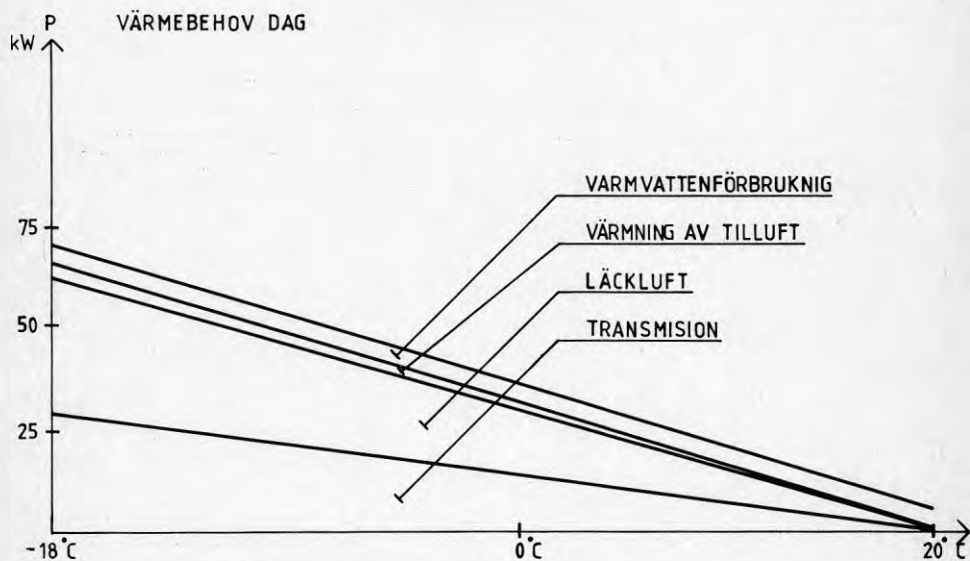
När värmebehov föreligger och kompressorn inte är maximalt belastad kan ett värmetillskott för genom kylning av frånluften. Härvid återvinns läckluftens värmeinnehåll.

$q_{\max} = 700 \text{ l/s}$ enl värmebehovsberäkning

ingående temp 22°C 30% RF $i = 35 \text{ kJ/kg}$

utgående temp $+4^{\circ}\text{C}$ 100% RF $i = 14 \text{ kJ/kg}$

$P = 0,7 \times 1,2 \times (35-14) = 17,5 \text{ kW}$



Värmebehov natt \approx värmebehov dag.

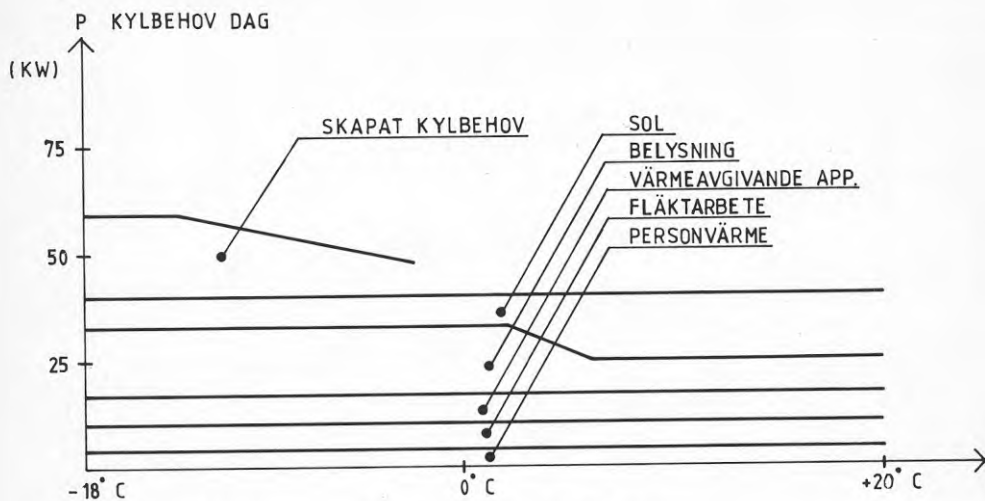


Diagram 2. Kylbehov dag, arbetsdygn.

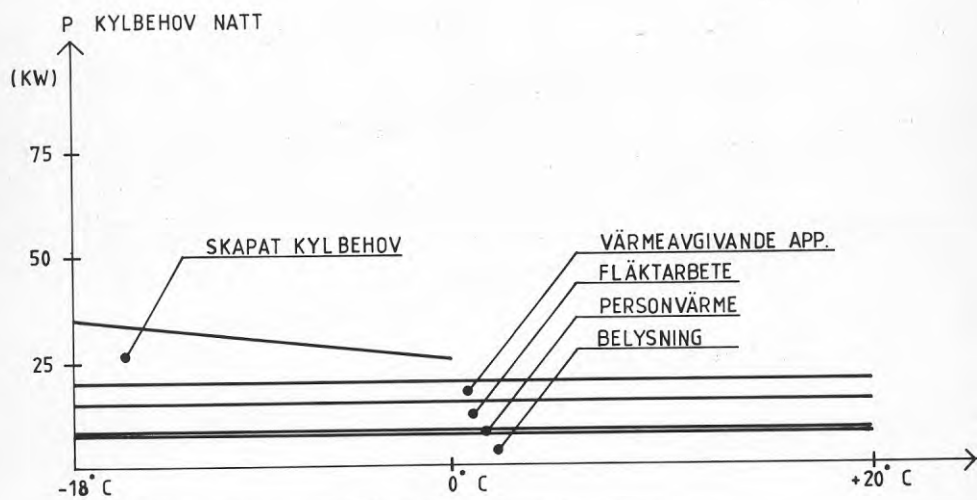


Diagram 3. Kylbehov natt, arbetsdygn.

Med skapat kylbehov avses kylning av frånluften vilket sker vid värmebehov. Läckluftens värmeinnehåll återvinns härvid.

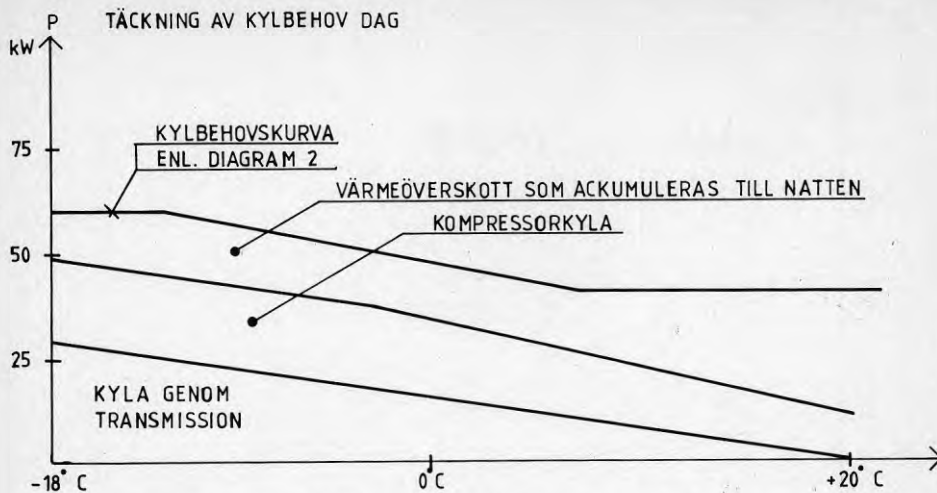


Diagram 4. Täckning av kylbehov dag, arbetsdygn.

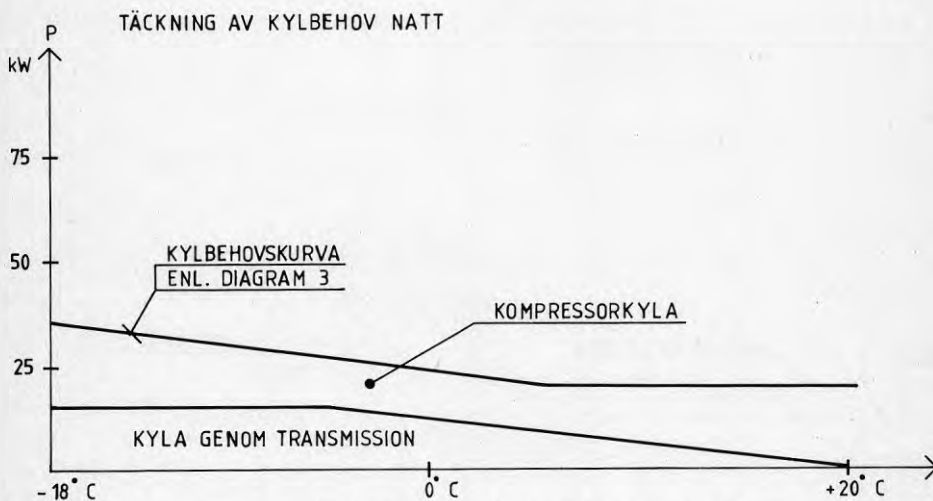


Diagram 5. Täckning av kylbehov natt, arbetsdygn.

Genom att ackumulera värmeöverskott från dagen till natten då värmebehov föreligger kan stora energimängder återvinnas. Lagring på kalla sidan minskar dessutom kylinstallationens effektbehov.

$$\text{Erf kylenergi dag: } 35 \text{ kW} \times 9 \text{ h} = 315 \text{ kWh}$$

$$\text{Erf kylenergi natt: } 11 \text{ kW} \times 15 \text{ h} = 165 \text{ kWh}$$

$$\text{Erf kyleffekt kompressor } \frac{315 + 165}{24} = 20 \text{ kW}$$

$$\text{Ackulatorns lagringsförmåga } (35-20)\text{ kW} \times 9 \text{ h} = 135 \text{ kWh}$$

$$\begin{aligned} \text{Effektöverföringsförmåga: värmeackumulering} &= \text{issmältning } 15 \text{ kW} \\ &\text{värmeuttag} = \text{infrysning } 9 \text{ kW} \end{aligned}$$

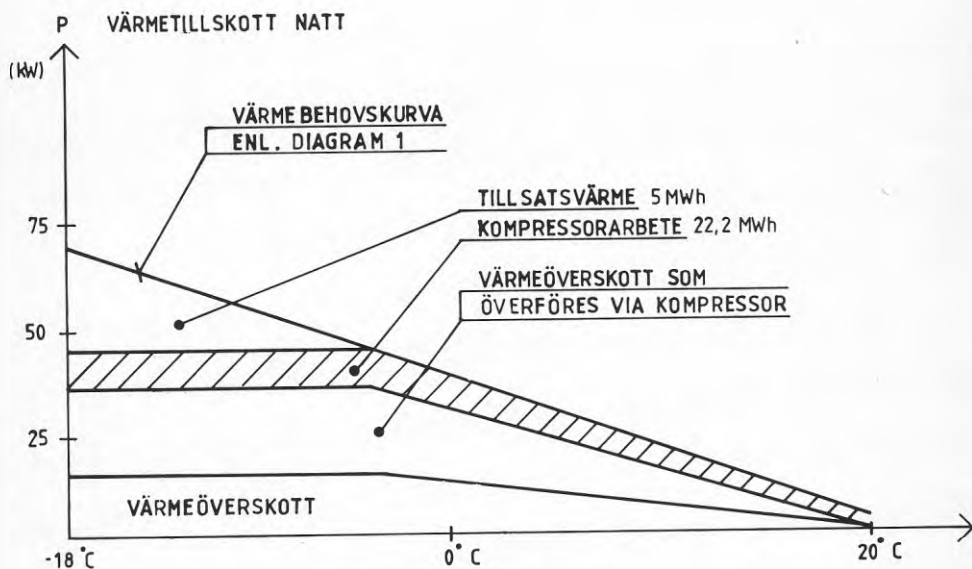
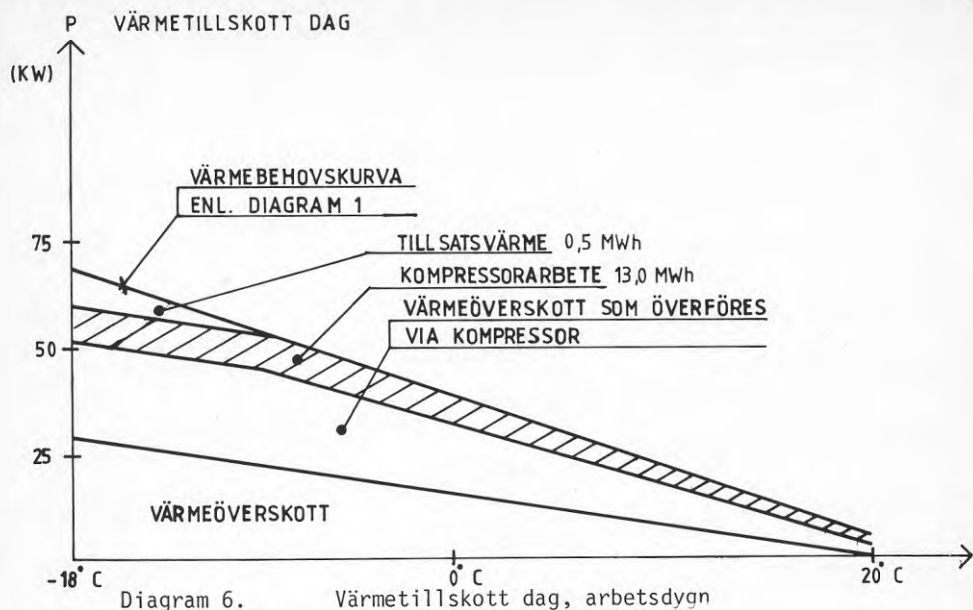


Diagram 7. Värmetillskott natt, arbetsdygn.

Energimängder i MWh gäller för arbetsdygn.
Arbetsdygnet antages utgöra $220/365 = 60\%$ av året.

Total elförbrukning för uppvärmning arbetsdygn per år:
 $0,5 + 13,0 + 5,0 + 22,2 = 40,7$ MWh.

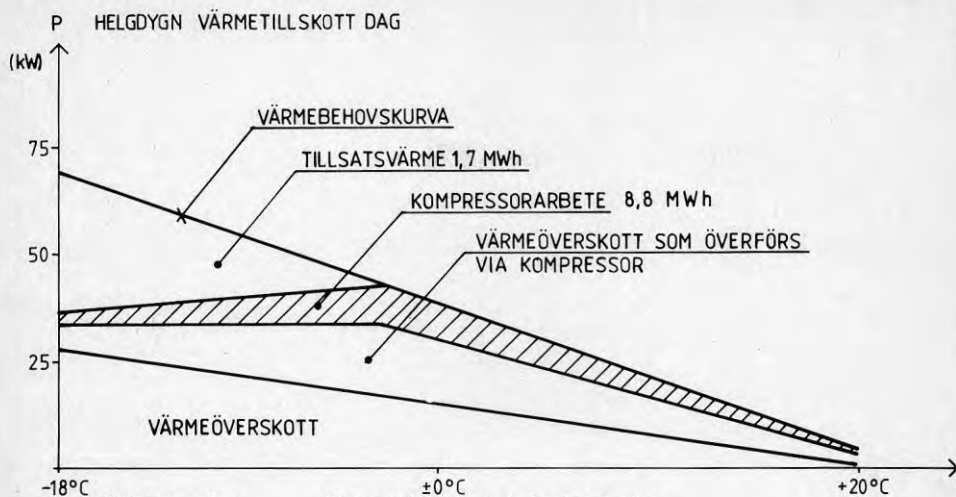


Diagram 8. Värmetillskott helgdygn dag.

För helgdygn gäller:

Värmeförluster natt \approx arbetsdygn (diagram 1)

Värmeförluster dag \approx arbetsdygn (diagram 1)

Värmetillskott natt \approx arbetsdygn natt (diagram 7)

Helgdygn utgör 40% av året =>

Total elförbrukning för uppvärmning helgdygn per år:

Tillsatsvärme dag = 1,7 MWh enl diagr 8

Kompressorarbete dag = 8,8 MWh enl diagr 8

Tillsatsvärme natt = 5,0 MWh enl diagr 7

omräknat till helgdygn $\frac{5,0 \times 0,4}{0,6} = 3,3$ MWh

Kompressorarbete natt = 22,2 MWh enl diagr 7

omräknat till helgdygn $\frac{22,2 \times 0,4}{0,6} = 14,8$ MWh

$1,7 + 8,8 + \frac{5,0 \times 0,4}{0,6} + \frac{22,2 \times 0,4}{0,6} = 28,6$ MWh

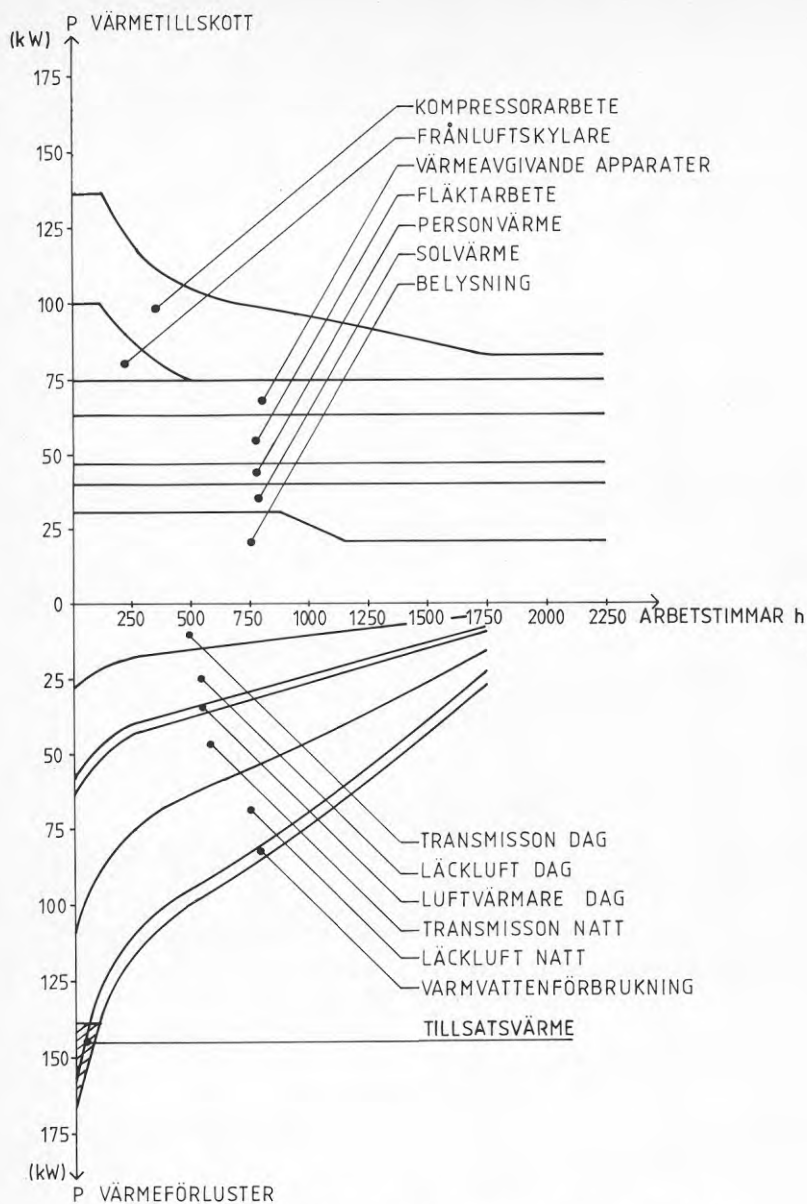


Diagram 9. Energibalansdiagram för arbetsdygn.

X-axeln har transformerats till tidslinjär varför ytor representerar energimängder.

Effekenheter är anpassade till arbetstiden ≈ 2200 h per år.

Årlig energiförbrukning för uppvärmning och ventilation

I tabell 1 nedan jämförs energiförbrukningen för det tidigare projekterade "konventionella systemet" = System 1 (fig 1) samt System 2 (fig 2).

Eftersom förbrukningen för System 1 även innefattar garagedelen har den lagts till för System 2. Energimängder i MWh/år.

System	1	2
Arbetsdygn:		
uppvärmning	224,4	40,7
fläktarbete	65,3	34,0
Helgdygn:		
uppvärmning	73,1	28,6
fläktarbete	30,4	23,0
Energiform:		
uppvärmning	olja	e1
fläktarbete	e1	e1
Garage:	ingår	24,5
Summa:		
uppvärmning	297,5	93,8
fläktarbete	95,7	57,0

Tabell 1. Jämförelse av energiförbrukning för uppvärmning och fläktarbete.

System 1 = konventionellt, radiatorer + bakkantsinblåsning.

System 2 = kylinstallation med induktionsapparater, undertrycksventilation, värmeackumulering.

Energiförbrukningen har beräknats enligt byggnadsstyrelsens "värmeförbrukningskalkyl 78-09". Att energiförbrukningen för system 1 ovan är högre än den i kap 4 redovisade, beror på att byggnadens ofrivilliga ventilation medräknats.

Värmeförbrukning per m³ bv

Om enbart kontorshuset beaktas
69,3 MWh/10.000 m³ \approx 7 kWh/m³bv,år.

Dessutom har fläktarnas elförbrukning jämfört med konventionellt
ventilationssystem minskat med 95,7 - 57,0 = 38,7 MWh/år.

=> 38,7 MWh/10.000 m³ = 3,87 kWh/m³bv,år.

Bilaga 2Mättnings- och utvärderingsmöjligheter

Mättdon har installerats så att kyl- resp värmebehov kan avläsas såväl totalt som uppdelat i vissa delgrupper, vilket medfört att storleken på energiåtervinningsgrad lätt kan utvärderas.

apparat beteckning	typ av mätare	mäter energimängden
VM2	vattenmätare	varmvattenförbrukningen
VM3	energimängdsmätare	avgiven värme till torkrum
VM4	energimängdsmätare	upptagen värme från kylvätenheter, tilluftskylare
VM5	energimängdsmätare	upptagen värme från frånluftskylare
VM6	energimängdsmätare	avgiven värme från kompressor
VM7	energimängdsmätare	avgiven värme till garage
VM8	energimängdsmätare	avgiven värme till varmvattenberedare
VM9	energimängdsmätare	upptagen värme från induktionsapparater
VM10	energimängdsmätare	lagrad värme i isackumulator
VM11	energimängdsmätare	avgiven värme till induktionsapparater
elpanna 1	drifftidsmätare	avgiven värme från elpanna
KA1	drifftidsmätare	kompressorernas el-förbrukning
KD1	drifftidsmätare	avgiven värme från luftkyld kondensor

För vattenmätare och drifftidsmätare måste energimängderna räknas fram.

Vissa energimängder fås genom addition och subtraktion av uppmätta energimängder, till exempel

Byggnadens totala värmeförbrukning =
 $E_{VM6} = dE_{elpanna 1} + dE_{VM8}$

Bilaga 3Bygghandlingar

752 13 126 00 Nässjö Polishus/Grundalternativ
752 13 126 00 Nässjö Polishus/BFR-alternativ

Fullständiga bygghandlingar för de båda alternativen
finns på Byggnadsstyrelsens projekteringsbyrå, grupp
3.

Bilaga 4

I samband med alternativ projektering av elanläggning inom Nässjö Polishus undersöktes möjligheterna att använda reservkraftaggregatet för kontinuerlig körning av toppbelastning.

Här nedan redovisas orsaker varför detta alternativ ej kom till utförande:

1. Kraftleverantören ansåg det olämpligt att abonnenten fasar in reservkraftaggregatet på elverkets nät.
2. Tillkommande kostnader för automatisk start och drift av reservkraftaggregat för matning av viss förutbestämt anslutningsobjekt (elpanna) då abonnerad effektgräns överskrides. Beräknad kostnadsökning 25.000:-.
3. Vid ovanstående driftfall krävs tillgång till särskilt utbildad personal i Nässjö för att kunna uppehålla erforderlig driftsäkerhet.
4. Avskrivningstiden vid "kontinuerlig" drift förkortas till hälften mot vad som är fallet vid körning enbart vid strömavbrott. Beräknad merkostnad 10 - 15.000:-.
5. Service och underhåll av reservkraftanläggningen ökar i proportion till drifttiden.
6. Bränslekostnaden pr producerad kWh är ca 45 öre som kan jämföras med ca 22 öre inkl energiskatt vid leverans från kraftleverantören.

Bilaga 5

Utdrag ur STU-rapport "VÄRMELAGRINGSANORDNING."
Försöksanordning för energilagring i vatten vid fas-
övergång vätska-is utförd av Lars-Erik Bengtsson AB
dat 1980-12-31.

För att förbättra värmesystemet är strävan den att ut-
jämna energiflödet i strösta möjliga utsträckning.
Denna rapport behandlar de försök som utförts för att
utforma en ackumulator med vattens övergång mellan
vätska och is som energibuffert.

Kravspecifikation

Generella krav på energilager är:

1. Lågt pris
2. Liten volym och vikt i förhållande till stor lag-
ringskapacitet.
3. God materialstabilitet, d v s materialet skall
kunna genomgå många cykler utan att dess fysika-
liska egenskaper förändras.
4. God effektöverföringsförmåga vid värmeuttag resp
värmelagring.

Krav 2 - 3 uppfyller vatten vid övergång till is.
Krav 4 är beroende av lagrets konstruktion.

Priset på mediet vatten är försumbart varför kost-
naderna är helt avhängigt av konstruktionen.

Utformning

En försöksanläggning har byggts upp bestående av kyl-
kompressor med glykolkrets för kylning av olika för-
söks modeller.

FÖRSÖKSMODELLER

4 olika försöksmodeller har tillverkats och utvär-
derats:

- 1 Invändig frysning i plastflaskor
- 2 Invändig frysning i stål- och plaströr
- 3 Utvändig frysning på slätt Cu-rör och flänsat
Cu-rör
- 4 Utvändig frysning på radiator

Summering

Försök 3 med utvändig frysning på släta rör var den modell som uppvisade den jämnaste infrysningen och den ur funktionssynpunkt säkraste metoden.

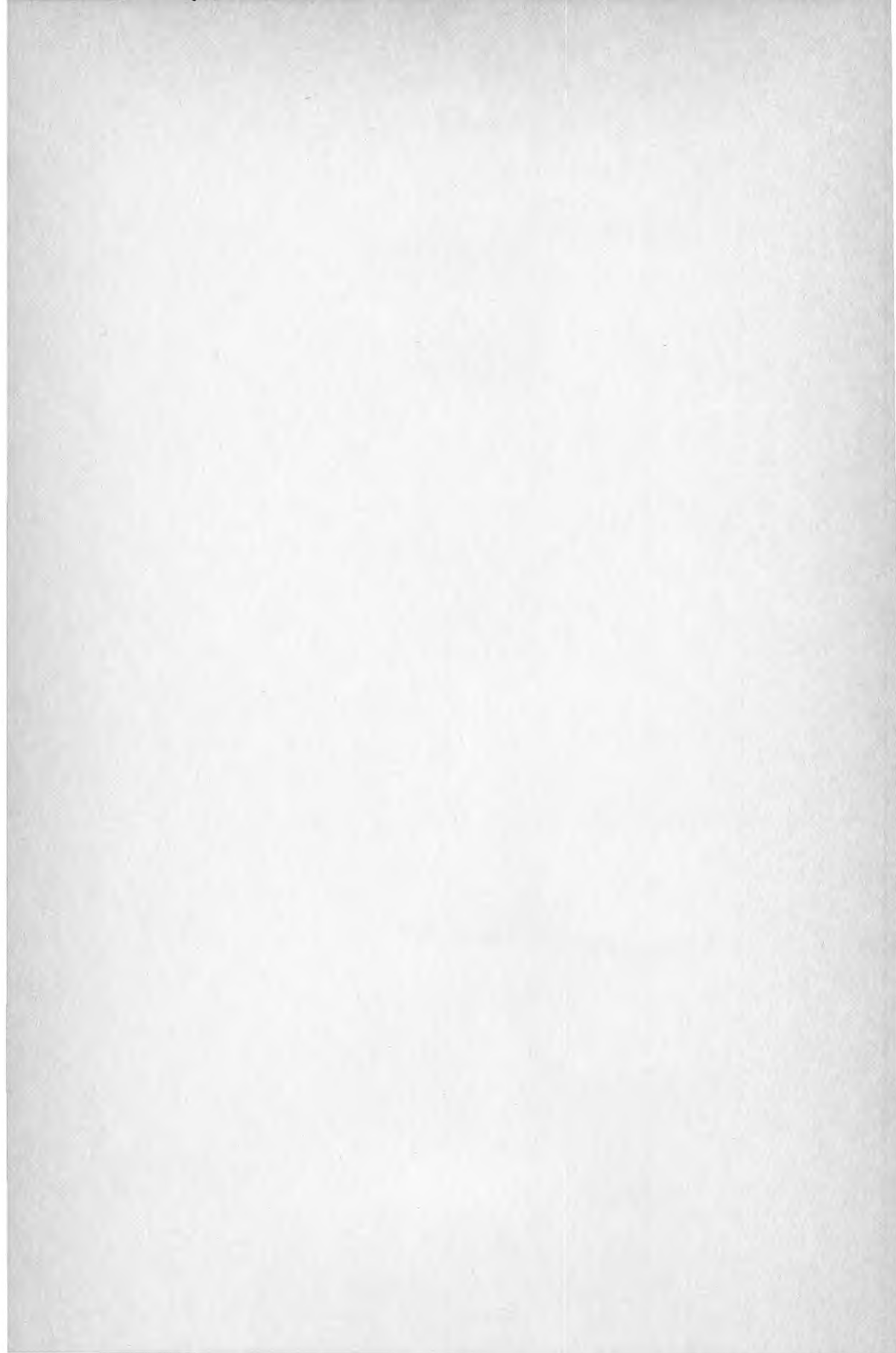
Värmeöverföringsförmågan var ca $90 \text{ W/m}^2\text{°C}$ vid 20 mm istjocklek vilket är bra i förhållande till beräknat teoretiskt värde.

Plast visade sig vara en dålig påfrysningsyta i synnerhet om vattnet är stillastående. Underkylning och dålig iskristallisering med låga iskristaller och i försök 1 issörja gav dålig värmeöverföringsförmåga.

Invändig frysning i stålrör gav god värmeöverföringsförmåga men innebar risk för issprängning av rören.

Värmeöverföringsförmågan vid utvändig frysning ökade med 20 % vid flänsade rör (typ konvektor) jämfört med släta rör. Det bedöms dock icke kunna upphäva merkostnaden.

Med släta Cu-rör har man möjlighet att använda rör av kylkvalitet och därmed låta infrysningen ske med direkt expansion. Härigenom skulle man slippa den yttemperaturförlust, som sker i förångaren. Temperaturförlusten uppgår till $5 - 6\text{°C}$, vilket dels kräver en större kylmaskin dels ökar elförbrukningen med 20 - 25 % vid konstant kyleffekt.



200

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag
790792-1 från Statens råd för byggnadsforskning
till ATRIO arkitektkontor i Jönköping AB.

R108: 1981

ISBN 91-540-3564-3

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6700408

**Abonnemangsgrupp:
W. Installationer**

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

Cirkapris: 30 kr exkl moms