



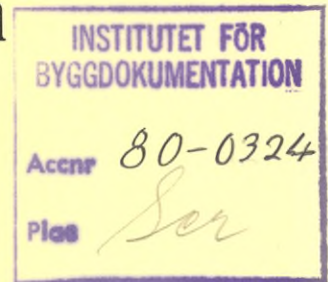
Det här verket har digitaliserats vid Göteborgs universitetsbibliotek och är fritt att använda. Alla tryckta texter är OCR-tolkade till maskinläsbar text. Det betyder att du kan söka och kopiera texten från dokumentet. Vissa äldre dokument med dåligt tryck kan vara svåra att OCR-tolka korrekt vilket 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.



Styr- och reglertekniska funktioners inverkan på energiförbrukningen

Kjell Andersson
Lars Jensen



V
AN

R14:1980

STYR- OCH REGLERTEKNISKA FUNKTIONERS INVERKAN
PÅ ENERGIFÖRBRUKNINGEN

Kjell Andersson
Lars Jensen

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag
780873-1 från Statens råd för byggforskning till
AB Skånska Cementgjuteriet, Danderyd.

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

R14:1980

ISBN 91-540-3182-6
Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

LiberTryck Stockholm 1980 050492

INNEHÅLL

1	INLEDNING	Sid. 5
1.1	Målsättning	5
1.2	Projektgrupp, presentation	5
1.3	Rapportens uppläggning	5
2	OBJEKTSPRESENTATION	7
2.1	Allmän byggnadsbeskrivning	7
2.2	Värme- och ventilationsanläggning, systembeskrivning	7
2.3	Styr- och regleranläggning, system- beskrivning	9
2.4	Modifiering av datorsystem	11
3	DRIFTSERFARENHETER	13
3.1	Energiförbrukning	13
3.2	Värmepumpsdrift, energimätning	14
3.3	Kylmaskindrift, energimätning	15
3.4	Styrning av ackumulerande värmesystemet	15
3.5	Ventilationsanläggning, driftstatus . .	16
3.6	Regulatorinställningar	21
4	ENERGIBESPARANDE MODIFIERINGAR AV DRIFTSÄTT	21
4.1	Nattkylning med uteluft	22
4.2	Lokaltemperatursänkning under icke arbetstid	22
4.3	Värmning med varmluftscirkulation . . .	22
4.4	Varierande innetemperatur, sommar och vinter	22
4.5	Varierande innetemperatur, under arbetstid	22
4.6	Samordning radiatorer/ventilation . . .	23
4.7	Starttidsoptimering	23
5	PROV MED VÄRMEPUMPAR	25
5.1	Beskrivning av värmepumpar	25
5.2	Nuvarande reglering	25
5.3	Nuvarande avfrostning	26
5.4	Undersökning av normal drift	26
5.5	Prov med avfrostning	26
6	PROV MED SJÄLVINSTÄLLANDE REGULATORER .	27
7	BILAGA 1 och 2	29
8	FIGUR 1-8	31

1 INLEDNING

1.1 Målsättning

Uppvärmningskostnadernas dramatiska ökning under 70-talet samt att tillgången på energi i framtiden ser ut att bli begränsad, har medfört att krav ställts på bättre och tätare byggnader samt effektivare och energisnålare värme och ventilationsanläggningar.

I och med att datatekniken nu införts för styrning och reglering av värme och ventilationsanläggningar, har det blivit möjligt att på ett enkelt och effektivt sätt studera anläggningar i full skala.

Projektet avser att öka kunskaperna om styr- och regler-tekniska funktioners inverkan på energiförbrukningen. Avsikten är att programskrivningen skall leda till funktionsprov av olika styr- och regleralternativ och att resultaten ska ge exempel på styr- och reglerfunktioner, som är fördelaktiga ur energisynpunkt. Som objekt för projektet kommer att vara AB Skånska Cementgjuteriets kontor i Danderyd.

1.2 Projektgrupp, presentation

Projektledare är Kjell Andersson, som under projektering och utförande av installationerna varit samordnade installationsledare. Som expert på styrning- och reglering med dator har till projektet knutits Tf. professor Lars Jensen, Tekniska Högskolan i Lund.

En referensgrupp för projektet har tillsatts av Statens råd för byggnadsforskning med följande medlemmar.
Professor Enno Abel, Chalmers Tekniska Högskola
Professor Birger Qvarnström, Chalmers Tekniska Högskola.

1.3 Rapportens uppläggning

Rapporten kommer att omfatta dels en presentation av objekten med beskrivning av de olika installations-systemen, dels en redogörelse för redan gjorda drifts-erfarenheter, vilka sedan kommer att tjänstgöra som utgångspunkt för funktionsproven, dels en beskrivning av energibesparande modifieringar av driftsätt.

2 OBJEKTSPRESENTATION

2.1 Allmän byggnadsbeskrivning

Objektet, AB Skånska Cementgjuteriets kontor i Danderyd, består av dels en huvudbyggnad i 9-plan och dels en vinkelbyggnad i 6-plan, samt en mellanliggande lågdel i 2-plan. (Fig. 1, 2 och 3)

Total byggnadsvolym 97.000 m³ och total våningsyta 29.000 m². Plan 1 garageplan omfattar skyddsrum samt parkering för 140 bilar, planet är beläget till största delen under mark. Plan 2 omfattar tekniska utrymmen, förråd, datahall med kontor, duplicering, post och budcentral samt motionsanläggning.

Plan 3 entréplan, omfattar kontor i vinkelbyggnaden samt matsal, kök, hörsal, växel, reception samt maskinskrivningscentral i huvudbyggnaden.

Plan 4-8 kontorsplan, omfattar cellkontor vid fasad samt grupprum, förråd, toaletter, trapphus och hissar i kärnan. Plan 9 är ett indraget kontorsplan med kontor åt en fasad och med tekniska utrymmen i kärndelen.

Byggnadskroppen plan 4-9 har en bredd av 18,60 m, vilket ger ett system med kontorsrum åt varje fasad, därinnanför en kärna, skild från kontorsrummen å ömse sidor av en korridor.

Byggnadens bärande stomme består av 200 mm betongbjälklag med bärande betongpelare.

Pelare i fasad c/c 1350 mm ger kontorsmodulen 1,35 m. Fasaden är beklädd med ½-stens fasadtegel. Pelare och bjälklagskanter är isolerade med 50 mm mineralull och med vindtätning av internitskiva.

Mellan pelare utfackningspartier av trä med 100 mm mineralull och treglasfönster.

2.2 Värme- och ventilationssystemet. (Fig. 4)

Värmesystemet

För att anpassa utnyttjandet av värme- och ventilationsanläggningen till aktuellt behov inom fastigheten har ett antal driftfall bestämts för de i systemet ingående anläggningarna. I anläggningen finns för närvarande definerat 5 st olika driftfall betingade av olika villkor. (Se kap 3.5).

Dessa driftvillkor är sedan kombinerade med tidkanaler som är indelade i arbetsdagar, och icke arbetsdagar.

Primära systemet

Då el-abonnemanget bygger på Vattenfalls högspänningstaxa med bortkoppling av högbelastningsavgiften under nattetid, kommer styrningen av el-pannan att uppdelas i två fall, dag och natt, emedan debiteringen sker efter max uttagen medeleffekt över 60 och 375 min. (Bilaga 1).

Radiatorsystemet

Värme till radiatorsystemet kan tillföras från 3 håll antingen från värmeväxlare 1 eller värmeväxlare 4 eller värmepump 1, KVP1. I första hand tillförs energi via värmeväxlare 4 som tar hand om värmeenergi från datakylkretsen. Värmen tillförs bara om returvattnets temperatur i radiatorkretsen är lägre än utgående vattentemperatur från datakylkretsen. I andra hand tillförs energi från KVP1, om den går i sådant driftfall att den är kopplad till radiatorsystemet. Temperaturen i radiatorsystemet fram till shuntgrupperna regleras med avseende på utetemperaturen. Samtliga radiatorer är försedda med termostatventiler blockerade för en max temperatur av 22^o.

Ventilationssystemet (Fig. 5)

Ventilationssystemet har tillgång till energi från 2 håll, antingen från värmepumparna eller från hetvattensystemet. Påspädning av värme sker bara när värmepumparna ej förmår tillföra tillräckligt med varmt vatten. Ventilationssystemets uppvärmningskretsar används både för värme och kyla. Till varje kontorsmodul tillförs ca 17 l/s, vilket motsvarar 4 luftomsättningar/timme.

Fan-coil-systemet (för kylning av grupprum och konferensrum)

Vid värmedrift på värmepumparna sker kylning av vattnet i Fan-coil kretsarna via batterier i tillluftsaggregaten. Vid kyl drift på kylvärmepump KVP3 kopplas denna via VKB2 systemet till Fan-coil systemet.

Datakylsystemet

Datakylsystemet tar hand om överskottsvärme från kylaggregaten i dataavdelningen.

Överskottsvärmen tillförs radiatorsystemet via värmeväxlare 4, detta sker endast om temperaturen i radiatorsystemet är lägre än vattentemperaturen i utloppet från datakylan.

Vidare kan ventilationssystemet tillgodogöra sig överskottsvärmen via ett i ventilationsaggregat inbyggt batteri. Om temperaturen i datakylsystemet trots värmeåtervinningen skulle bli för hög kopplas fläktkylare på yttertaget in.

Kyl-Värmepumpsystemet

Kyl-Värmepumpsystemet är uppdelat i 3 st aggregat (KVP1-3) och driften av dessa är sedan uppdelat i 6 olika driftfall.

Driftfall 1.

KVP1 och KVP2 båda i kyl drift och båda kopplade till ventilationssystemet (VKBI) i huvudbyggnad.

Driftfall 2.

KVP1 kopplad till radiatorkretsen i värmedrift.
KVP2 kopplad till ventilationskretsen i kyl drift (huvudbyggnad).

Driftfall 3.

KVP1 kopplad till radiatorkretsen i värmedrift och
KVP2 kopplad till ventilationskretsen i värmedrift (huvudbyggnad).

Driftfall 4.

KVP1 och KVP2 kopplade till ventilationskretsen och i värmedrift (huvudbyggnad).

Driftfall 5.

KVP3 i kyl drift (vinkelbyggnad).

Driftfall 6.

KVP3 i värmedrift (vinkelbyggnad).

Varje värmepumpsaggregat är uppdelad i fyra steg.

2.3 Styr- och regleranläggning, systembeskrivning

Systemet DDC-6 är ett databaserat styrsystem för reglering, övervakning och styrning av värme, ventilation samt byggnadens allmänna funktioner såsom dörrar, belysning, handikapptoiletter, hissar m m.

I DDC-anläggningen ingår följande utrustning.

Centralenhet
Operatörsenheter

Skrivmaskin Digital LA-36
Bildskärm Digital VT 52-AB

Stamkabelnät
5 st undercentraler
Manöverpanel i receptionen
Mätgivare och transmitttrar
Motorventiler och ställdon.

Centrala styrenheten

I centrala styrenheten (CS) finns den minidator som styr hela utrustningen. Datorn är en Nova 3/4 med 32 kord mosminne. I samma skåp finns också en undercentral kallad CS. Datorn kommunicerar med undercentraler via 2 st tvåtrådsslingor.

I CS är primärbussen (P-bus) placerad. I den är också elektroniken för 2-trådsslingorna, remsläsaren och skrivaren placerad.

Operatörsenheter

De in- och utmatningsdon som förekommer i systemet är

Bildskärm
Skrivare
Remsläsare

Via operatörsenheterna sker all operatörskommunikation. Tangentbordet på resp enhet används för inmatning av operatörens önskemål.

Hjärnan i centralenheten är minidatorns minne med tillhörande program. Den innehåller all den information om operatörsprogram, applikationsprogram och aktuella data som erfordras för anläggningen.

Minidatorn reglerar, styr och övervakar de anslutna anläggningsenheterna med en cykeltid av cirka 1-5 sekunder via stamkabelnätet.

Stamkabelnät

Stamkabelnätet är uppbyggt i 2 st slingor såsom ovan nämnts och består av en partvinnad kabel varav 2 trådar används för signalöverföring.

Undercentraler

Undercentralerna är placerade i värmeundercentralen och resp ventilationsvåning.

Undercentralerna är uppbyggda av modulenheter efter det behov som finns i respektive undercentral.

Digitala ingångsfunktioner anslutes till ett modulkort med vardera 8 st ingångar för slutande eller brytande kontaktfunktion. Varje funktion har indikering på modulens front i form av en lysdiod.

Analoga mätsignaler typ temperatur, tryck, flöde, fukt, ström, spänning m m anslutes till en kanalväljare med 8 st ingångar. Denna kopplar aktuell mätsignal vidare till AD-omvandlaren.

Manöver av pumpar, fläktar m m sker via utgångsmodul och ett mellanrelä för 250 volt. Varje modul har 4 st utgångar. Manövermodulen har på fronten en manöverställare för AUTO-O-HANDMANÖVER och medger således manuell manöver när så önskas. Centralenhetens utgångssignal indikeras alltid för resp utgång med hjälp av en lysdiod på modulens front.

För styrning av mindre objekt såsom indikeringar till receptionens indikeringstablå sker via modul som har 8 st utgångar men ej någon manuell manövermöjlighet.

Varje utgångs status indikeras med hjälp av en lysdiod på frontpanelen.

Styrning av ställmotorer för ventiler och spjäll sker via en modul som har 2 st reglerutgångar per enhet. Liksom utgångsmodulen har denna modul manöverställare med AUTO-O-HANDLÄGE. En omkopplare för öka och en omkopplare för minska funktion. På denna enhet finns även indikering av ställdonets ändläge.

2.4 Modifiering av datorsystem

Många av de olika delprojekten som skall utföras kräver olika grad av omprogrammering och nyprogrammering. Nyprogrammering kräver mer minnesutrymme. Redan i dag så finns det knappast något reservminnesutrymme att tillgå. Datorns minne måste därför utökas. Detta kan ske i moduler om 16 kord upptill 64 kord. Datorn har i dag ett minne på 32 kord varav 16 kord är grundprogramvara (identiskt för alla datorsystem) och 16 kord är den anläggningsberoende delen. En utökning av minnet med 16 kord fördubblar alltså systemets kapacitet.

Undersökning av samvariation mellan olika variabler kräver mycket minnesutrymme. Ett par är total eleffekt och utetemperatur. Beräkning tillgår så att för en given tidsperiod så beräknas de två ingående variablernas medelvärden. Med dessa två medelvärden, som ingångar till en korstabell, så ökas motsvarande räknare. Antalet räknareceller är lika med produkten mellan de två variablernas antal intervall. För paret total eleffekt och utetemperatur så krävs 20 intervall å 100 KW respektive 50 intervall å 1°C, vilket betyder 1000 räknareceller. Om beräkningarna sker som flyttal så krävs 2000 minnesceller.

Ett annat intressant par är värmepumpeffekt och utetemperatur.

Beräkning av varaktighetstabeller för olika variabler kräver en hel del minnesutrymme. Variablerna som är av intresse är olika effekter såsom total eleffekt, uppvärmningseffekt och övrig eleffekt (för belysning m m). Samma variablers varaktighet kan också beräknas för olika tidsperioder som stämmer överens med debiteringsperioder.

Exempel

Totaleffekten i varaktighet (max 2 MW) skall tabelleras i intervall om 10 KW för både 15 minuters och 1 timmes perioder. Detta kräver 400 räknareceller och sker beräkningarna i flyttal så krävs 800 minnesceller.

Prov med avfrostningsautomatik, överordnad rumstemperaturreglering och självinställande regulatorer kräver inte mycket minnesutrymme för den nyprogrammering som krävs jämfört med exemplen med korstabeller och varaktighetskurvor.

Utökningen av minnesutrymmet bör ske med 32 kord direkt. En utbyggnad av enbart 16 kord begränsar undersökningsmöjligheterna. Merkostnad i förhållande till 16 kord är också liten (30 tkr mot 40 tkr).

All omprogrammering och nyprogrammering sker i ett högnivåspråk benämnt IPCL. Programmering kan ske på plats vid datorn eller vid en systemgenereringsdator. Programmeringsspråket är speciellt anpassat för styrning och reglering av processer.

I det aktuella datorsystemet så sker inläsning av ny programvara via pappersremsa. Ett programbyte tar omkring en halv timme. Någon möjlighet till att ta en backup av systemet finns ej. Eftersom forskningsarbetet kommer att innebära åtskilliga programmodifieringar och nyprogrammeringar så kan åtskillig arbetstid sparas in om programbyte kan ske via t ex en floppydisk. Byte av program med floppydisk stör den normala driften mindre och är också pålitligare.

En annan väsentlig fördel med ett floppsystem är att en backup kan tas enkelt. Detta innebär att ändringar som görs under drift kan sparas undan. Mätdata och liknande ändrar sig hela tiden och det är därför ytterst viktigt att t ex varje dygn kunna spara undan hitintills erhållna mätdata och mellanresultat. Detta är väsentligt då forskningsprojektet består till stor del av insamling av mätdata och bearbetade mätdata. Slutbearbetning av mätadatamaterial på en floppydisk kan också ske på en annan större dator.

Det aktuella datorsystemet kan byggas ut med en floppydiskenhet och till en minneskapacitet på 64 kord (nu 32 kord). Kostnaden för att revidera datorsystemet med en dubbel floppydiskenhet, utökning av primärminne med 16 kord eller 32 kord och nödvändig programändring är 79 tkr respektive 95 tkr.

3 DRIFTSERFARENHETER

Under 1977 avslutades installationsarbetena och intrimning av anläggningen påbörjades. För att bättre kunna trimma och driftoptimera anläggningen, förbättrades uppföljningsmetodiken med bl a mätning av energiförbrukning och effektuttag (Bilaga 2).

Vid vår första analys av denna studie fann vi att redan gjorda mätningar och driftserfarenheter inte bara var värdefulla för vår fortsatta studie, utan beslöt att redovisa dessa i denna rapport.

3.1 Energiförbrukning (avgiftsbestämmelser Bil. 1)

Under 1978 förbrukades totalt 4.092.000 KWh och effektuttaget för abonnemangsavgiften var 1716 KW och för högbelastningsavgiften 792 KW.

En uppdelning av energiförbrukning och effektuttag fördelat på värme, kyla samt övrig el ger följande:

Värme

Energiförbrukning maj-aug	125 MWh	å 100:60 =	12.575
" sep-apr	1150 MWh	å 110:50 =	127.075
Abonnemangsavgift	716 KW	å 55:13 =	39.470
Högbelastningsavgift	125 KW	å 264:63 =	33.080
Tillägg för nattackumule- ring	1000 KW	å 22:05 =	<u>22.050</u>
	Kronor		234.250

Energiförbrukningen avser drift av värmepumpar samt elpanna men inte drift av cirkulationspumpar och fläktar.

Effektuttaget avser den del som tillkommer för drift av värmepumpar och elpanna utöver effektuttaget för fastighetens övriga el.

Kyla

Energiförbrukning	112 MWh	å 100:60 =	11.270
Högbelastningsavgift	40 KW	å 264:63 =	<u>10.585</u>
	Kronor		21.855

Energiförbrukningen avser endast komfortkyla och ej kyla avsedd för datahall. Till detta kommer energiförbrukning för drift och fläktar och pumpar för nattkyla.

Övrig el

Energiförbrukning	893 MWh	å 100:60 =	89.835
"	1812 MWh	å 110:50 =	200.225
Abonnemangsavgift	1000 KW	å 33:08 =	33.080
Högbelastningsavgift	627 KW	å 264:63 =	<u>165.925</u>
	Kronor		489.065

Övrig el omfattar energiförbrukning för hissar, belysning, fläktar, pumpar, data etc.

En fördelning av kostnaderna per m^2 lägenhetsyta ($25.000 m^2$) resp total våningsyta ($29.000 m^2$) ger följande:

Värme	=	9;37 Kr/ m^2	lgy =	8;10 Kr/ m^2	tot.y.
Kyl	=	0;90 kr/ m^2	lgy =	0;75 kr/ m^2	tot.y.

Fördelning av energiförbrukning ger följande

Värme	=	51 KWh/ m^2	lgy =	44 KWh/ m^2	tot.y.
Kyla	~	5 KWh/ m^2	lgy ~	4 KWh/ m^2	tot.y.
Övrig el	=	108 KWh/ m^2	lgy =	94 KWh/ m^2	tot.y.

Ovanstående fördelning baseras på de mätningar som gjorts under 1978 enligt Bilaga 2.

Kostnaderna inkluderar indextillägg och energiskatt enligt avgiftsbestämmelserna.

3.2 Värmepumpsdrift, energimätning

Vid intrimning och optimering av värmepumpsdriften har vi använt oss av två mätmetoder, dels har vi mätt tillförd energi samt erhållen energi för resp värmepump enl. utskrift R 1020 (Bilaga 2).

Energimätningarna har utgjort perioder motsvarande en vecka, och som referens har utetemperaturens medelvärde mätts, vilken redovisas som B 473 i utskrift R 1020.

Dels har vi momentant en gång per minut mätt effekter och temperaturer enligt utskrift R 1000 (Bilaga 2), varvid även värmefaktorer beräknats. Medeltemperaturen representerat av värde B 359 är lufttemperaturen genom flänsbatterierna (förångarna) och medeltemperatur B 516 är temperaturen på ingående vatten till värmepumpen. Beräkningstid är antal mätningar som gjorts under senaste timmen.

Vid driftoptimeringen fann vi att det var nödvändigt att dag för dag kontrollera värmepumpsdriften. Mätningarna (Fig.6,7 o.8) visar erhållen nettoenergi som funktion av dygnsmedeltemperaturen. Dessa mätningar visade klart att den dåvarande avfrostningsautomatiken inte fungerade tillfredsställande, utan har nu byggts om och styrs via datorn (Se kap. 5.3).

Vidare kunde vi konstatera att KVP1, som till största delen av året är inkopplad i radiatorkretsen ger den totalt största nettoenergin. Detta beror på att utnyttningstiden blir väsentligt längre än för de båda övriga värmepumparna. Ventilationen är större delen av året avstängd under nattid och helger.

Värmefaktorn för samtliga värmepumpar tillsammans har under 1978 uppmätts till i genomsnitt 3,0 och värmepumparna har svarat för ca 35 % av det totala energibehovet för värme eller 795 MWh. (Nettoenergi)

3.3 Kylmaskindrift, energimätning

Mätning av energin för kyla har utförts lika som för mätning av värmepumpsdrift, och redovisas på samma sätt i utskrift R 1020 (Bilaga 2).

Momentana mätningar motsvarande utskrift R 1000 (Bilaga 2) finns inte i nuvarande program utan har gjorts manuellt vid datorns operatörsenheter.

Kylmaskinerna har under 1978 varit i drift under tiden fr o m maj t o m september månad.

3.4 Styrning av ackumulerade värmesystemet

Temperaturstyrning. (Beräkning av laddnings-
temperatur)

Utetemperaturen mäts 1 gång per timme och medelvärdet över ett dygn beräknas. Föregående dygns medeltemperatur finns lagrad i datorns minne. Dygnet medeltemperatur jämförs med föregående dygns medeltemperatur och en medeltemperatur beräknas enligt förutbestämd formel. Det beräknade medelvärdet för utetemperaturen jämförs sedan med en fast kurva för laddningstemperaturen.

Effektstyrning

Mätning av 6 1/4 h - eff. (högbelastningseffekt) avställs under låglasttid kl 2300-0700 (8 tim).

För att utnyttja taxan på bästa sätt eftersträvas att uttaget av 6 1/4 h - eff. ej skall påverkas av elvärmen. Det innebär att låglasttiden utnyttjas till att fylla ackumulatorerna med hetvatten. För att hålla 1 h - eff. så låg som möjligt under natten utnyttjas tillgänglig 6 1/4 - eff. under beräknad debiterad effektgräns under de tider av höglasttiden då den normala belastningen är låg.

Då debiteringen sker efter max uttagen medeleffekt över 60 resp 375 min. görs följande:

Vid början av 60 resp 375 min. - intervallen erhålls impulser från elverkets mätutrustning.

Impulserna används för medelbärdesberäkningar över 60 resp 375 min. enligt

De maximala $P_{60 \text{ max}}$ resp $P_{375 \text{ max}}$ sparas för varje månad i datorns minne.

Låglasttid (kl 2300-0700)

Låglasttidens början och slut registreras med impuls från elverkets mätutrustning.

Under låglasttiden väljs panneffekten så att tankarna är fulladdade vid periodens slut trots den energi som åtgår för uppvärmning under laddningsperioden, transmissionsförluster och ofrivillig ventilation. Panneffekten korrigeras ständigt under laddningsperioden.

Höglasttid (kl 0700-2300)

Under höglasttid startas elpannan då det finns effekt tillgänglig under $6 \frac{1}{4}$ - effektuttaget. Jämförelse görs därvid med prognoserade månadsvärden. Datorn korrigerar automatiskt om dessa överskrids.

För att säkerställa att effekttoppar i slutet av perioden ej skall äventyra effektuttaget startas panna endast då $4,25 < h_u < 5,75$. Panneffekten är kont. reglerbar ned till ca 20% av max.effekten. Max.effekten är f n begränsad till 1300 KW.

Elpannan startas och stoppas max en gång per $6 \frac{1}{4}$ h - period.

Börvärdet för temp. på utgående vatten till tankarna är samma som gällt föregående låglastperiod.

Driftoptimering

Driften av primärvärmesystemet, nattackumulering med elpanna, har visat att det beräknade effektuttaget klart understödigts. Detta beror på att energin i ackumulatorerna räcker väl till för att jämma ut kortare köldperioder.

Energimätningar (enligt Bilaga 2) under vecka 807 då medeltemperaturen var ca -12° ger ett energiuttag från elpannan om ca 70 MWh eller ca 10 MWh/dag. Detta ger att elpannas effekt kan begränsas till ca 1300-1400 KW.

Abonnemanget 2000 KW för 1977 sänktes för 1978 till 1700 KW, vilket också motsvarar det verkliga effektuttaget som för 1978 var 1716 KW.

3.5 Ventilationsanläggning, driftstatus

För att bestämma vilket driftfall som gäller för resp. aggregatgrupp, bestäms vilket av följande driftfall som gäller.

- A = kyl drift recirkulation
- B = kyl drift
- C = värmedrift
- D = värmedrift
- E = värmedrift recirkulation

Kyl driftfall A.

Kyl driftfall A har följande villkor:

Utetemperatur är högre än resp. temperatur i VKB-systemen

Utetemperaturen är högre än frånlufttemperaturens momentanvärde.

Kyl driftfall A användes då man önskar stänga spjällen för att behålla den kalla luften inne.

Kyl driftfall B.

Kyl driftfall B har följande villkor:

Utetemperaturen är högre än resp. temperatur i VKB-systemen.

Utetemperaturen är lägre än frånlufttemperaturen.

Kyl driftfall B användes vid kylbehov, och när frånlufttemperaturen är högre än utetemperaturen.

Värmedriftfall C.

Värmedriftfall C har följande villkor:

Utetemperaturen är lägre än temperaturen i VKB-systemen.

Frånluftens temperatur är högre än börvärdet för frånluften.

Värmedriftfall D.

Värmedriftfall D har följande villkor:

Frånluftens temperatur är lägre än börvärdet för frånluften.

Utetemperaturens medelvärde är högre än ett gränsvärde.

Värmedriftfall E.

Värmedriftfall E har följande villkor:

Frånluften är lägre än börvärdet för frånluften.

Utetemperaturens medelvärde är lägre än gränsvärdet (driftfall D).

SAMMANFATTNING AV TEMPERATURVILLKOREN FÖR DE OLIKA DRIFTFALLEN.

Huvudbyggnad

A	$t_{ute} > t_{11B}$	och	$t_{ute} > t_{F1} + t_F$
B	$t_{ute} > t_{11B}$	och	$t_{ute} < t_{F1} + t_F$
C	$t_{ute} < t_{11B}$	och	$t_{F2} > t_{FB} + t_F$
D	$t_{ute} < t_{11B}$	och	$t_{F2} < t_{FB} + t_F$ och $t_{um} > t_{umg}$
E	$t_{ute} < t_{11B}$	och	$t_{F2} < t_{FB} + t_F$ och $t_{um} < t_{umg}$

Vinkelbyggnad

A	$t_{ute} > t_{21B}$	och	$t_{ute} > t_{F3} + t_F$
B	$t_{ute} < t_{21B}$	och	$t_{ute} < t_{F3} + t_F$
C	$t_{ute} < t_{21B}$	och	$t_{F4} > t_{FB} + t_F$
D	$t_{ute} < t_{21B}$	och	$t_{F4} < t_{FB} + t$ och $t_{um} > t_{umg}$
E	$t_{ute} < t_{21B}$	och	$t_{F4} < t_{FB} + t$ och $t_{um} < t_{umg}$

t_{ute} = utetemperatur norrfasad

t_{11B} = vattentemp. VKBI (huvudbyggnad)

t_{21B} = vattentemp. VKBII (vinkelbyggnad)

t_{F1} = frånluftstemperatur fasad öster

t_{F2} = medeltemperatur fasad öster

t_{FB} = börvärde frånluftstemp. fasad öster resp fasad norr

$t_F = 2^{\circ}$

t_{F3} = frånluftstemp. fasad norr

t_{F4} = medeltemperatur fasad norr

t_{um} = medeltemperatur ute norrfasad

t_{umg} = gränsvärde för ute norrfasad

För beräkning av tilluftstemperaturen för resp fasad används följande formel:

$$t_{1:2}:2B = f_1 + f_2 + f_3 + f_4$$

$t_{1:2}:2B$ = börvärde tilluftstemperatur

f_1 = utetemperatur

f_2 = vindhastighet och vindriktning

f_3 = solintensitet

f_4 = frånluft börvärde - ärvärde

f_1 beräknas enl följande:

$$f_1 = t_{1:2}^{\min} + \frac{t_{1:2}^{\max} - t_{1:2}^{\min}}{t_{1:2}^{\min} - \Delta t + 20} (t_{1:2}^{\min} - \Delta t - t_u)$$

$$t_{1:2}^{\max} = 22^{\circ}$$

$$t_{1:2}^{\min} = 17^{\circ}$$

$$t = 5^{\circ}$$

t_u = utetemperatur

f_2 beräknas enligt följande:

$$f_2 = k_5 (k_1 \times \text{vindhastigheten} + k_2 f(\alpha) + k_4)(k_3 - t_u)$$

$$k_1 = 0,1$$

$$k_2 = 0,8$$

$$k_3 = 22,0$$

$$k_4 = 0,2$$

$$k_5 = 0,05$$

t_u = utetemperatur

f_3 beräknas enligt följande

$$f_3 = (t_u - t_{\text{fasad 1}}) \times k_1$$

$t_{\text{fasad 1}}$ = utetemperatur på fasad

$$k_1 = 0,1$$

f_4 beräknas enligt följande:

$$f_4 = k_1 (t_{FB} - t_{FA})$$

$t_{FB} = 22,5^0$, börvärde frånluft

t_{FA} = ärvärde frånluft

$k_1 = 1,0$

Ovanstående värde för resp konstant är de som f n finns inställda för beräkningarna. Samtliga värde är omställbara.

Vid intrimningen användes nedanstående utskrift i kombination med larm om frånluftstemperaturen blev för låg resp för hög jämfört med inställt börvärde (f n 22,5⁰).

Den installerade befuktningsanläggningen har inte varit i drift under 1978.

<R 1001

UTSKRIFT NR: 1001

12.44.32 *** 1978-02-27

AGGRP. 1

	BÖRVÄRDE	ÄRVÄRDE
ÖSTER	B10 19.91	M74 19.78
FC ÖSTER	B3 16.32	M73 14.68
VÄSTER	B11 20.52	M106 20.43
FC VÄSTER	B298 16.93	M105 18.24
FKUKT	B14 27.00	M91 26.45

3.6 Regulatorinställningar

I en anläggning med ett stort antal reglerkretsar så kan det vara svårt att kontrollera alla reglerkretsarnas funktion. Ofta så används samma regulatorinställningar på likartade regulatorer. Regulatorinställningarna beräknas efter ett dimensionerande fall. Problem uppstår därför när flödena ej är de angivna eller när ventiler eller spjäll är alltför stora eller när ställdonen ej stämmer med de givna specifikationerna eller är felaktigt injusterade.

En deluppgift inom forskningsprojektet är att sammanställa alla de vanligaste reglerkretsarna. Några sådana kretsar är

- spjällågesreglering
- blandningsreglering (vatten)
- tilluftsreglering
- frånluftsreglering

Regulatorinställningar, dimensionerande data, ventildata, spjälldata, ställdons data, ställdons injusterings och liknande uppgifter skall samlas in och bearbetas.

En uppgift är också att undersöka vad en felaktig regulatorinställning innebär, när regulatorparametrarna har valts enligt en enkel uppskattning av processdynamiken.

I den aktuella anläggningen så beräknas nya regleringrepp minst en gång per minut för alla regulatorer. En uppgift i detta sammanhang är att undersöka om ett längre tidsintervall kan tillåtas mellan regulatorberäkningarna. Tänkbara intervall är 2 upptill 5 minuter. Längre reglerintervall medför något sämre reglering (större tillfälliga avvikelser), men troligen mindre antal regleringrepp och därmed mindre slitage.

4 ENERGIBESPARANDE MODIFIERINGAR AV DRIFTSSÄTT

Detta skall undersökas för kontorsväningarna som utgör större delen av byggnaden. Kontorsväningarna består till större delen av cellkontor om 2-3 moduler. Varje modul förses med förvärmad tilluft med inblåsning bakom radiatoren som är försedd med en termostatventil, som är maxbegränsad till 22°C. Framlednings-temperaturen regleras efter en utetemperaturberoende kurva. Tilluftstemperaturen regleras efter både frånluftstemperatur och utetemperatur.

Någon samordning mellan radiatorsystem och ventilationssystem finns ej.

Undersökningen kan delas upp i simulering och tillämpning. Avsikten är först att med ett datorprogram för en rumsmodul simulera de olika driftsätt som omnämns längre ner i texten. De driftsätt som ger den största besparingseffekten kommer sedan att tillämpas i fullskala.

För att kunna undersöka de föreslagna driftfallen så krävs i vissa fall extra temperaturgivare i lokaler och i frånluft.

4.1 Nattkylning med uteluft

Metoden går ut på att kyla ner byggnadens massa med billig kyla i form av uteluft under icke arbetstid. En utkyld byggnadsstomme kan minska kylbehovet under arbetstid. Minskning i kylkostnad skall jämföras med ökningen i driftskostnad för fläktarna. Några frågor är: Hur stor nerkylning kan erhållas? Hur stor nerkylning är lämpligt? Vid vilka uteluftstemperaturer lönar det sig att nattkyla byggnaden.

4.2 Lokaltemperatursänkning under icke arbetstid

Under icke arbetstid så är ventilationen normalt ej i drift. Radiatorerna täcker då uppvärmningsbehovet, motsvarande transmissionen. Genom att sänka framledningstemperaturen så erhålls en lägre innetemperatur och därmed minskar uppvärmningsbehovet. Avsikten är att undersöka hur stora temperatursänkningar och besparingar som kan uppnås.

Ett problem är att någon lokaltemperatur mäts ej idag och de frånluftstemperaturer som finns att tillgå inte kan användas när fläktarna står stilla.

4.3 Värmning med varmluftscirkulation

Under icke arbetstid så kan man tillåta att innetemperaturen sjunker några grader under den som råder vid normal drift, där- efter krävs någon form av varmhållning. Detta kan ske med radiatorerna vilket är normalt eller med varmluftscirkulation. I båda fallen så måste i stort sett samma energimängd tillföras.

I luftcirkulationsfallet tillkommer också fläktarbetet. Radiatorsystemets pump går alltid. Skillnaden mellan varmluftscirkulationen och radiatoruppvärmning är att den senare kräver högvärdigare värme. Anläggningen förses med värme från tre värmepumpar och en elpanna. Det gäller alltså att utnyttja den billigare lågvärdiga värmen från värmepumparna.

4.4 Varierande innetemperatur, sommar och vinter

Ett enkelt mått på årstiden är dygnets medeltemperatur. Föregående dygnsmedeltemperatur används för att beräkna önskad innetemperatur (tillufttemperatur/radiatortemperatur). Detta kan ske med en enkel utetemperaturberoende kurva.

4.5 Varierande innetemperatur under arbetstid

I en typ av experiment så beräknas den önskade temperaturen som en funktion av utetemperatur eller tiden på dygnet. Ett enkelt sätt att utnyttja byggnadens termiska tröghet är att tillåta stor dödzon inom vilken varken kylning eller värmning sker utan endast spjällreglering med uteluft eller kostnadsfri återvinning.

4.6 Samordning radiatorer/ventilation

I det aktuella fallet så regleras både tilluftstemperatur och framledningstemperatur efter var sin utetemperaturkurva. Radiatorerna har alla termostatventiler för att reglera varje rums behov individuellt och luftinblåsning sker bakom radiatorerna. En fråga är hur mycket kan man minska framledningstemperaturen och samtidigt höja tilluftstemperaturen utan att skillnaden i innetemperatur mellan olika rum blir alltför stor. Man strävar efter att använda sig av så lågvärdig och billig värme som möjligt.

Kan man slopa radiatorsystemet helt?

I en del anläggningar så används PI-regulatorer för att reglera frånluften med tilluften. En PI-regulator har inget stationärt fel. Detta medför att byggnadens massa ej kan ta upp eller avge värme eftersom den har samma konstanta temperatur som rumsluften.

Använder man sig av en P-regulator, vilket ofta är fallet med konventionella regulatorer, så kommer rumslufttemperaturen att variera och byggnadens massa kan ta upp eller avge värme och därmed så kan främst kylbehovet minskas.

Man kan gå ett steg längre genom att förse P-regulatorn med en stor dödzon vilken ingen kylning eller värmning sker av tilluften. I detta fallet så kan byggnadens termiska massa utnyttjas ännu bättre.

Försök med dessa tre olika reglerprinciper skall utföras.

4.7 Starttidsoptimering

När man tillåter lokaltemperaturen sjunka under icke arbetstid så måste aggregatet startas i god tid före arbetstidens början. Uppkörmningstiden varierar med aggregatet och de rådande temperaturerna. I stället för att använda en fast starttidpunkt, så kan datorn tillåtas att beräkna en lämplig sådan med ledning av tidigare startförsök.

5 PROV MED VÄRMEPUMPAR

5.1 Beskrivning av värmepumpar

Det finns tre likadana värmepumpsaggregat. Varje aggregat består av 16 helt separata kompressorsystem. Kompressorsystemen är grupperade fyra och fyra och delar på samma fläkt för luftvärmeväxlaren, som kan vara både kondensator eller förångare. Värmeväxling sker i första hand mot frånluft i mån av tillgång och annars mot uteluft. Nattetid så är frånluftsflödet litet.

Vid värmedrift så erhålls en temperaturökning på omkring 1°C per kompressorgrupp vid en vattentemperatur på 50°C och en utetemperatur på 0°C . Värmefaktorn är omkring 4-5.

Avfrostning sker gemensamt för hela gruppen med varmgas.

Den andra värmeväxlingen sker till vatten, som kan vara avsett för uppvärmning eller kylning.

De fyra värmepumpsgrupperna är placerade två i ett plan och två i ett plan ovanför. Frånluften, som kommer underifrån, går i första hand genom de två undre gruppernas flänsbatteri. Detta medför att värmefaktorn beror på antalet grupper som är i drift och tillgången på frånluft.

För varje värmepumpsenhet så mäts tillförd eleffekt, avgiven värmeeffekt på vattensidan, in- och utgående vattentemperatur och en medeltemperatur för varje flänsbatteris luftinloppssida.

5.2 Nuvarande reglering

Den önskade värmebärartemperaturen beräknas med en kurva och utetemperaturen. En PI-regulator reglerar sedan antalet kompressorgrupper som skall vara i drift. Eftersom en PI-regulator används så kopplas en kompressorgrupp ständigt in och ur.

En fråga i detta sammanhang är: kan den önskade värmebärartemperaturen väljas lägre, vilket skulle ge bättre värmefaktor. När värmepumpen försör ventilationssystem med värme så kan det vara svårt att avgöra. Samma sak gäller även för kylfallet. När värmepumpen kör mot radiatorsystemet så måste värmebärartemperaturen vara något högre än högsta önskade framledningstemperatur. Hur mycket bestäms av inblandningsgraden i radiatorcirkulationskretsen. Antag att ett radiatorsystem arbetar med 50°C fram och 40°C retur. Nödvändiga primärvattentemperaturer ges nedan för några olika inblandningsgrader.

inblandning i %	primärvattentemperatur i $^{\circ}\text{C}$
50	60.0
67	55.0
75	53.3
80	52.5
90	51.1
100	50.0

5.3 Nuvarande avfrostning

Ursprungligen så skedde avfrostning med tidur under vissa utetemperaturer. Denna automatik fungerade ej till belåtenhet. I stället så fick datorn sköta avfrostningen. Idag sker avfrostning beroende på drifttid och rådande batteritemperatur. Avfrostning sker med endast en kompressorgrupp i taget. Fyra temperaturgivare, serie- och parallellkopplade så att ett medelvärde erhålls, mäter flänsbatteriets temperatur på luftinloppsidan. Avfrostning sker i högst 10 minuter tills den ovan mätta temperaturen överstiger 5°C annars ges larm.

5.4 Undersökning av normal drift

Idag sker beräkning av värmefaktor för givna tidsintervall. Detta kan kompletteras med att tabellera värmefaktorn som en funktion av rådande temperaturer.

5.5 Prov med avfrostning

Alternativ 1

Påfrysning beräknas med utgångspunkt från skattad daggpunkt t_d och förångningstemperatur t_f enligt formeln

$$f = 0.05(t_d - t_f) [1 - 0.005(t_d + t_f)^6] \text{ mm/h}$$

Högsta tillåtna påfrysning sätts till 0.5 - 1.0 mm. Lamellavståndet är 4 mm i det aktuella fallet. Denna metod är helt deterministisk. Den momentana och totala påfrysningen beräknas t ex varje minut. Vid stoppat aggregat så kan avfrostningen ske om värmekällans luft är tillräckligt varm. Påfrysningen kan tänkas reduceras eller helt försvinna beroende på stoppets längd och rådande temperaturer.

Alternativ 2

Metoden går ut på att beräkna och jämföra den rådande värmefaktorn och en teoretisk värmefaktor med hänsyn tagen till rådande temperaturer och antal kompressorsteg som är i drift. Vid påfrysning så försämrar den rådande värmefaktorn, medan den teoretiska är konstant vid konstanta betingelser.

Påfrysningen reducerar batteriytan och det bör vara möjligt att teoretiskt beräkna vad en förminskning av batteriytan innebär för värmefaktorn. Jämförelser skall ske med experiment i fullskala.

Alternativ 3

I den förra metoden är det tänkt att avfrostas efter en given försämring av värmefaktorn. I detta fallet så beräknas den totala driftskostnaden per tidsenhet. Avfrostningen orsakar grovt sett en fast kostnad per tillfälle. Påfrysningen försämrar driften och leder till en merkostnad. Denna merkostnad beräknas löpande i tiden efter varje avfrostning och därtill adderas avfrostningskostnaden och efter division med motsvarande driftstid så erhålls en driftskostnad per tidsenhet. Avfrostning sker när driftskostnaden per tidsenhet börjar öka.

Hur stor försämring som kan tillåtas bör kunna beräknas teoretiskt och med stöd från experimentella data. En grov modell kan fås med följande antaganden

- 1 Kostnaden för en avfrostning är konstant A och tar tiden t_a
- 2 Kostnaden för den försämrade värmefaktorn på grund av påfrysning antas vara Bt_d^2 , där t_d anger driftstiden mellan två avfrostningar.

Det gäller nu att minimera den totala kostnaden per tidsenhet k med avseende på t_d .

$$k = (A + Bt_d^2)/(t_d + t_a)$$

Parametern B beror givetvis på de rådande temperaturerna.

Alternativ 4

En stor del av driftstiden så är inte alla de fyra kompressorgrupperna i drift samtidigt. Detta medför att vid påfrysning så kan ett annat aggregat startas och avfrostning behöver kanske inte ske med varmgas utan sker istället med frånluft eller uteluft. Byte av kompressorgrupp kan också ske oftare för att underlätta avfrostningen. Kraftig påfrysning förhindrar luftcirkulation i batteriet. Varaktighetskurvor ger besked om hur driften av kompressorgrupperna har skett.

Alternativ 5

Påfrysningen påverkar tryckfallet genom batteriet. Avsikten är att undersöka möjligheterna att styra avfrostningen efter tryckfall över batteri (problem fyra kompressorsystem med ihopbyggda flänsbatterier). Ett annat liknande alternativ är att styra avfrostningen efter fläktarbetet. Motorströmmen kan mätas, vilket grovt motsvarar fläktarbetet.

6 SJÄLVINSTÄLLANDE REGULATORER

Självinställande regulatorer kan användas på flera sätt dels en gång vid igångkörning, dels periodiskt och dels kontinuerligt.

Det första sättet är synnerligen attraktivt vid igångkörning av en process. Detta är desto mer attraktivt ju långsammare processen är. Klimatprocesser utförs i regel av en tidsfördröjning på en till några minuter och en dominerande tidskonstant på några minuter upptill ett tiotal minuter. Detta innebär att manuell sökning efter de bästa regulatorparametrarna kan bli mycket tidskrävande och kostnadskrävande. Flera delprocesser kan däremot samtidigt regleras av en självinställande regulator. Det är också möjligt att arbeta med hela system av delprocesser.

Det andra sättet kan tänkas användas på en process som förändras långsamt med tiden på grund av t ex försmutsning, igenkalkning, slitage och läckage. Den självinställande regulatorm används då periodiskt eller efter beslut av personal.

Det tredje sättet är lämpligt för delprocesser med stora parametervariationer. Den självinställande regulatorm kan anpassas till den aktuella processen.

Programvaran för att genomföra de två första sätten behöver ej finnas i datorn utan en annan dator kan via telefonnätet testa ut de lämpliga regulatorparametrarna under normal drift.

Idag finns det en självinställande regulator som ingår i regleringen av en 2MW elpanna. Elpannans utgående temperatur regleras genom att reglera ingående temperatur till ett beräknat värde. Temperaturändringen i pannan beräknas genom att skatta temperaturökningen och effektenhet och mäta effekten. Effekten regleras till önskat värde med en separat regulator.

AVGIFTSBESTÄMMELSER 1978

Fast avgift: 1.600 kr/år

Abonnemangsvavgift: 30:00 kr/kWår + 20:00^{x)} kr/kWår

Abonnemangsvavgift erlägges för den utnyttjade aktiva entimmes-effekten, dock minst för 90% av den abonnerade effekten. Den under året utnyttjade aktiva entimmeseffekten anses vara medelvärdet av de två högsta månadsvärdena under året.

x) pristillägg för bortkoppling av flertimmarseffektmätningen enligt punkt 3 nedan viss tid på dygnet.

Högbelastningsavgift: 240 kr/kWår

Högbelastningsavgift erlägges för den utnyttjade aktiva flertimmarseffekten, dock minst för 25% av den abonnerade effekten.

Den under året utnyttjade aktiva flertimmarseffekten anses vara medelvärdet av de fyra högsta månadsvärdena under året, dock högst ett månadsvärde från perioden maj-augusti. Med månadsvärde avses härvid den högsta under månaden för någon sammanhängande period av 6 1/4 timmar beräknade medeleffekten.

Energiavgift:

a) för energi uttagen under maj-augusti 6,4 (7,5) öre/kWh

b) för energi uttagen under övrig tid av året 7,3 (8,4) öre/kWh

Anm: Inom parentes angivna energipriser gäller för år 1980.

Indextillägg:

0,2 (K-415)^{xx)}% på summan av avgifterna enligt 1-4 ovan. K är det till närmaste heltal avrundade medelvärdet för ifrågasvarande kalenderår av konsumentprisindex med år 1949 som basår.

xx) formeln för beräkning av indextillägget ändras för år 1980 till 0,17 (k-420)%.

Om grunderna för beräkningen av konsumentprisindex skulle ändras eller om uppgifter angående nämnda index ej längre skulle utges skall annat likvärdigt, för ändamålet lämpligt, index beagnas för beräkning av tillägget.

Bränsletillägg:

0,53 (C-3,5) öre/kWh om C överstiger 3,5 öre/kWh.

C är det med två decimaler angivna medelpriset i öre/kWh för de större elföretagens sammanlagda oljeinköp under kalenderåret enligt Statistiska Centralbyråns redovisning.

Skulle nämnda statistikuppgifter ej längre utges, skall bestämningen av bränslepriset ske på annat likvärdigt sätt.

Särskilda avgifter:

De särskilda avgifter, som Leverantören bestämmer för eventuell uttagning av aktiv och reaktiv kraft utöver den enligt kontraktet § 3 tillåtna.

UTSKRIFTER

>R 1020

UTSKRIFT NR: 1020

12.42.43 *** 1978-02-27

ENERGI

TOT.	ENERGI	MWH	B463	85.70	
	ELPANNA	ENERGI	MWH	B464	29.81
VÄRMEDRIFT					
KVP 1	TILLFÖRD	ENERGI	MWH	B465	5.88
KVP 1	ERHALLEN	ENERGI	MWH	B466	16.34
KVP 2	TILLFÖRD	ENERGI	MWH	B467	4.46
KVP 2	ERHALLEN	ENERGI	MWH	B468	11.97
KVP 3	TILLFÖRD	ENERGI	MWH	B469	2.82
KVP 3	ERHALLEN	ENERGI	MWH	B470	6.59
TOT.	TILLFÖRD	ENERGI	MWH	B476	13.18
TOT.	ERHALLEN	ENERGI	MWH	B477	34.91
VUNNEN	ENERGI	MWH	B478	21.73	
ENERGIPRIS	KR/KWH		B479	.113000	
FÖRTJÄNST	KR		B480	2455.78	
KYLDRIFT					
KVP 1	TILLFÖRD	ENERGI	MWH	B481	.000000
KVP 1	ERHALLEN	ENERGI	MWH	B482	.000000
KVP 2	TILLFÖRD	ENERGI	MWH	B483	.000000
KVP 2	ERHALLEN	ENERGI	MWH	B484	.000000
KVP 3	TILLFÖRD	ENERGI	MWH	B485	.000000
KVP 3	ERHALLEN	ENERGI	MWH	B486	.000000
TOT.	TILLFÖRD	ENERGI	MWH	B487	.000000
TOT.	ERHALLEN	ENERGI	MWH	B488	.000000
TOT.	KYLKOSTNAD	KR	B489	.000000	
MEDELVÄRME	UTETEMP		B473	-4.04	

>R 1021

UTSKRIFT NR: 1021

12.43.28 *** 1978-02-27

MAX	TILLFÖRD	EFFEKT KW	1TIM.	B409	1097.00
MAX	TILLFÖRD	EFFEKT KW	6.25 TIM.	B411	760.00

573 *** PRI: 3 *** 13.50.58 *** 1978-02-27

ØKNING AV EFFEKT 6,25 TIM. B411 765.98 B499 760.00

KVP	KYLA	EFFEKT KW	B497	.000000
KVP	VÄRME	EFFEKT KW	B498	126.15

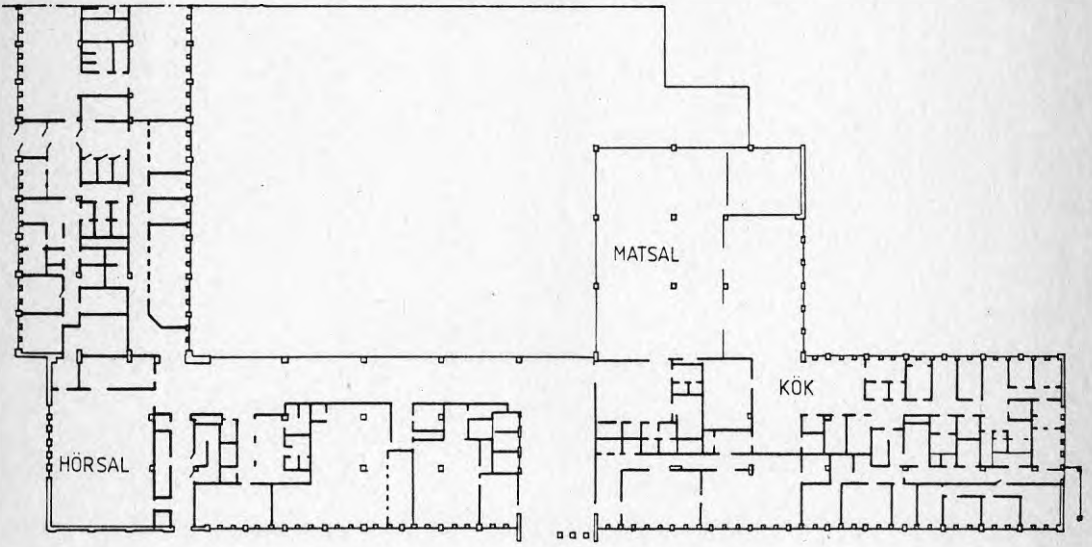
>R 1000

UTSKRIFT NR: 1000

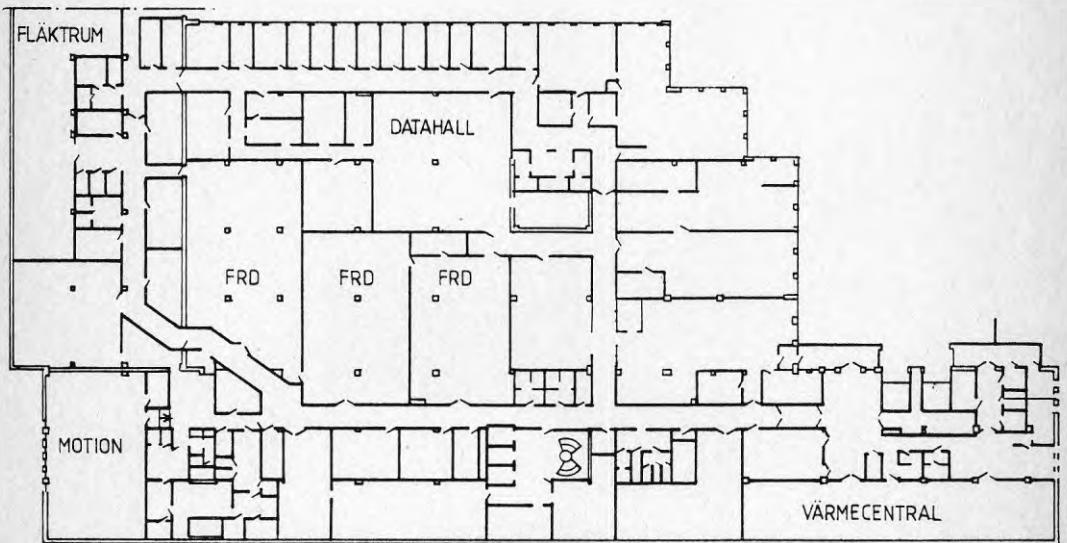
12.45.07 *** 1978-02-27

VÄRMEPUMP	NR 1	NR 2	NR 3
TILLFÖRD EFFEKT KW	B352 46.38	B363 49.08	B374 31.40
ERHALLEN EFFEKT KW	B354 171.62	B365 177.17	B376 129.88
VÄRMEFAKTOR	B357 3.70	B368 3.60	B379 4.13
MEDELTEMPERATUR	B359 22.57	B370 16.25	B381 14.59
MEDELTEMPERATUR	B516 37.97	B518 27.85	B512 22.79
BERÄKNINGSTID MIN	B356 60.00	B367 60.00	B378 60.00

HUVUDBYGGNAD



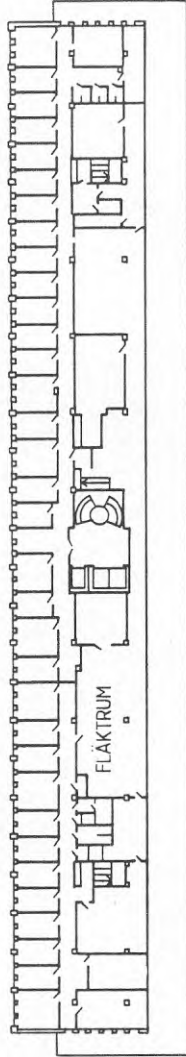
PLAN 3 ENTREPLAN



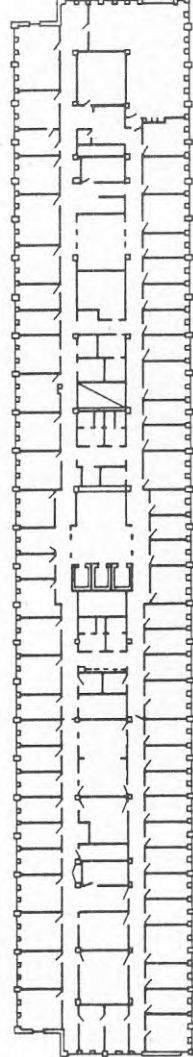
PLAN 2

HUVUDBYGGNAD

Fig.2



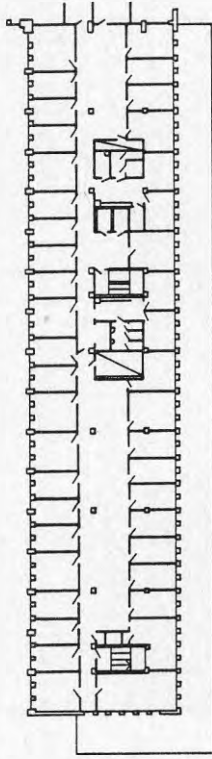
PLAN 9



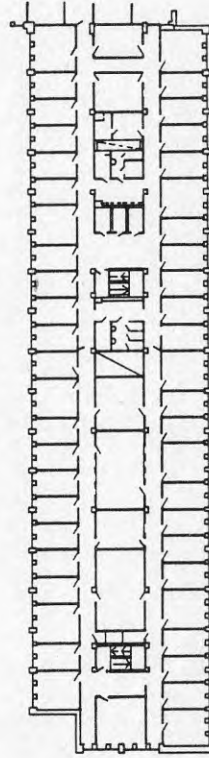
PLAN 4-8

VINKLBYGGNAD

Fig.3



PLAN 6



PLAN 3 - 5

VÄRME - OCH VENTILATIONSSYSTEM

Fig.4

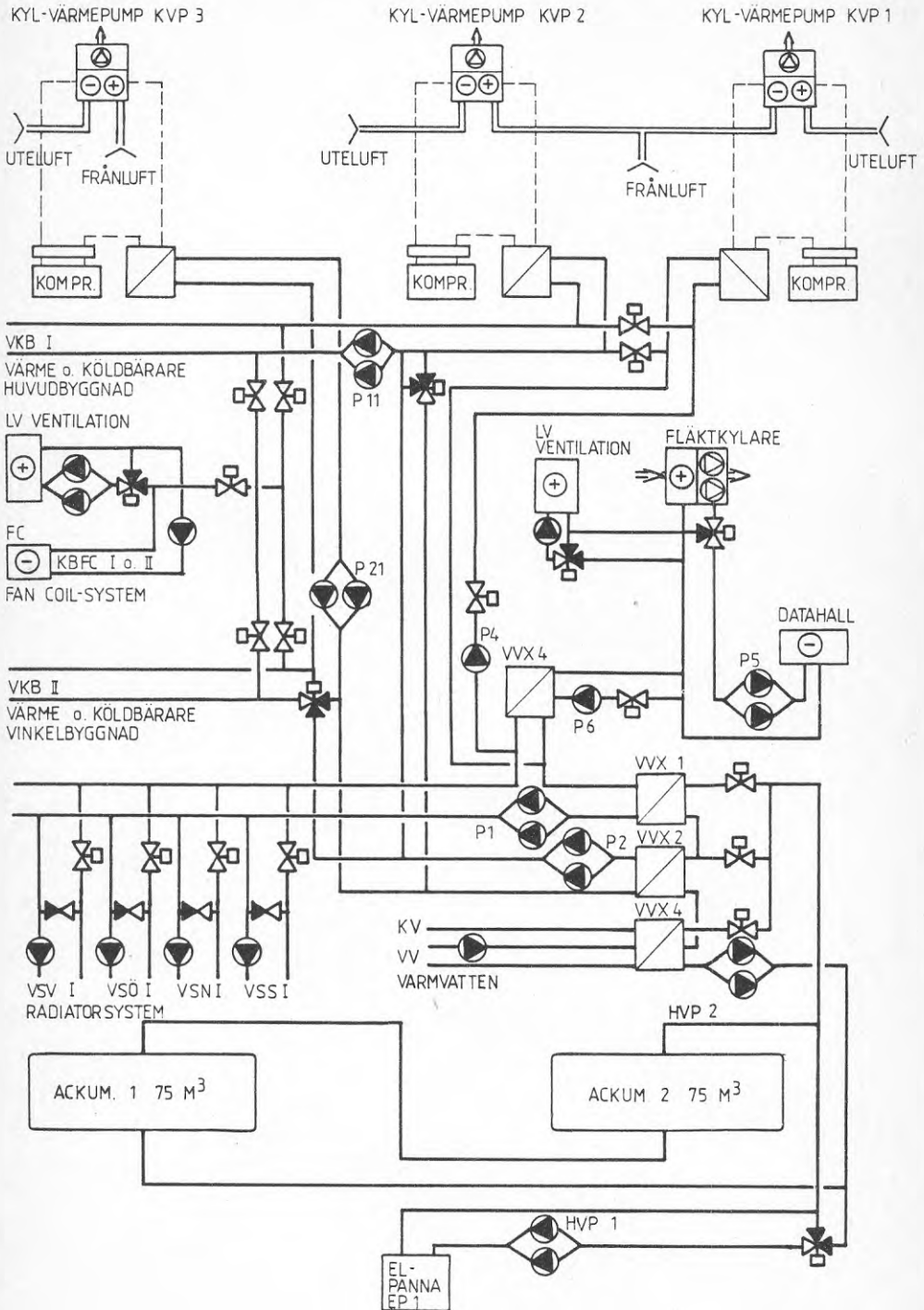
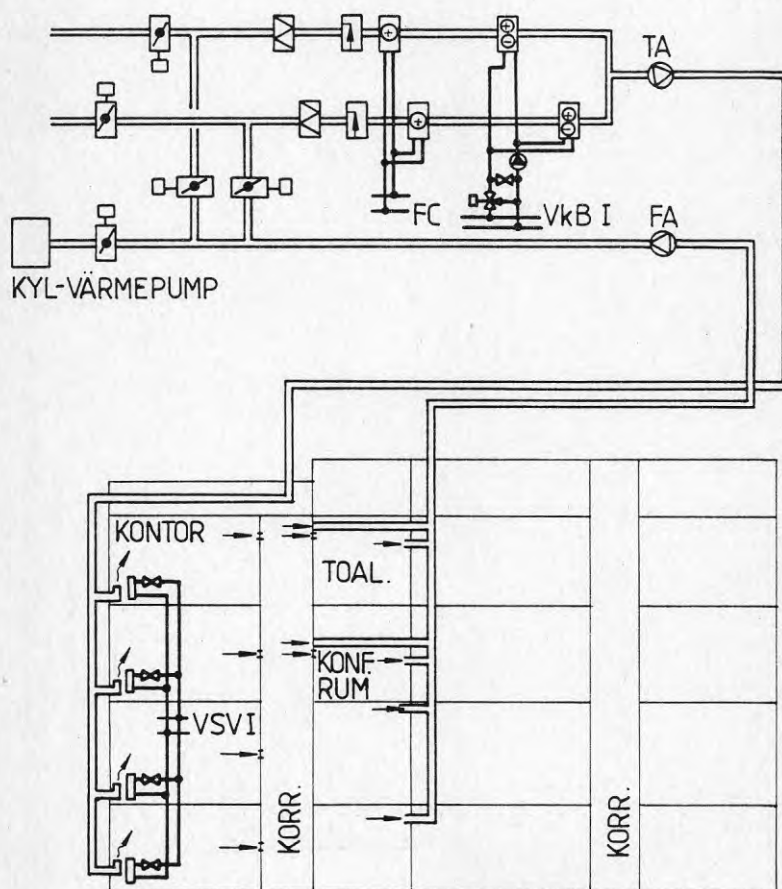


FIG 5

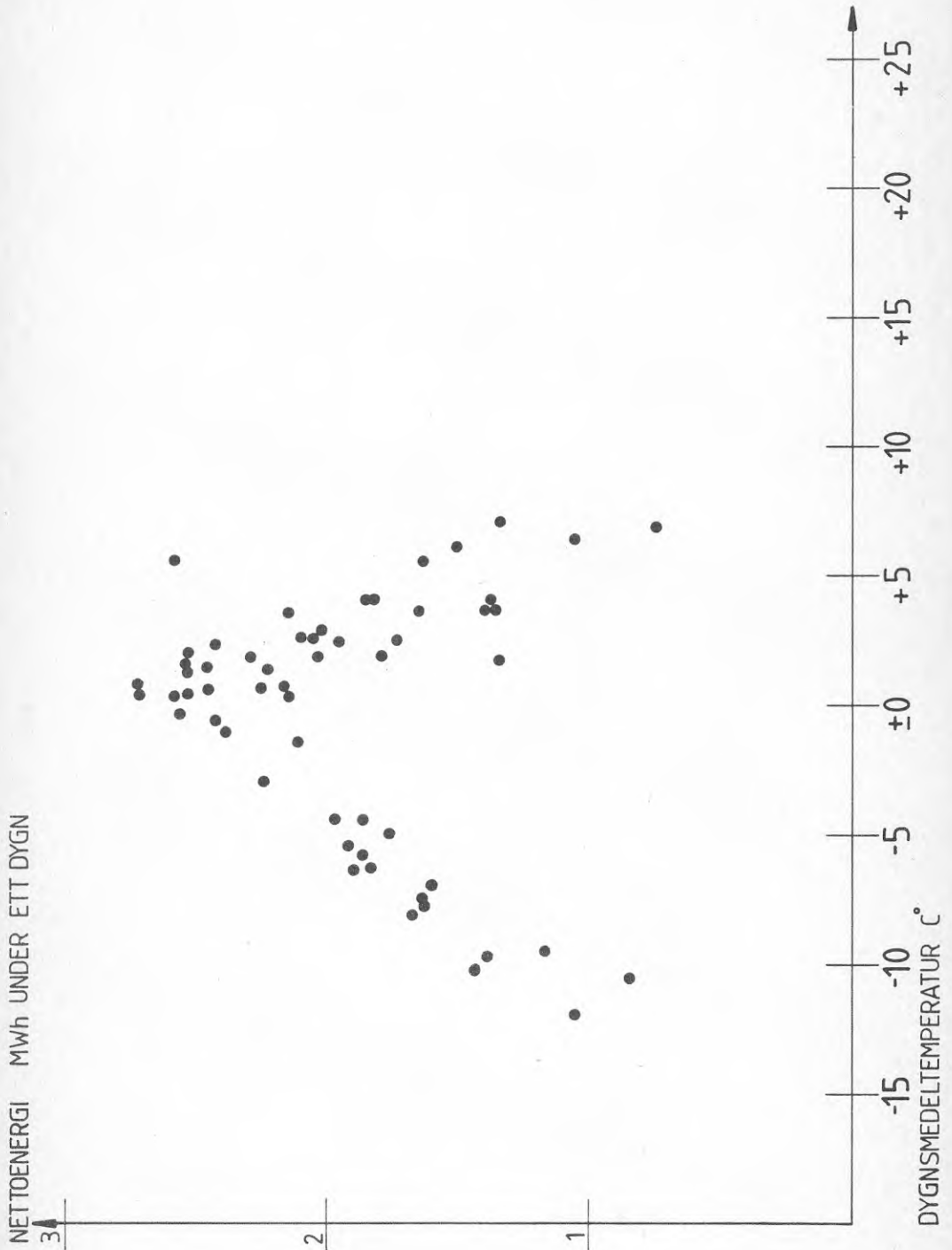
VENTILATIONSSYSTEM HUVUDBYGGNAD

PRINCIPSCHEMA FASAD VÄSTER

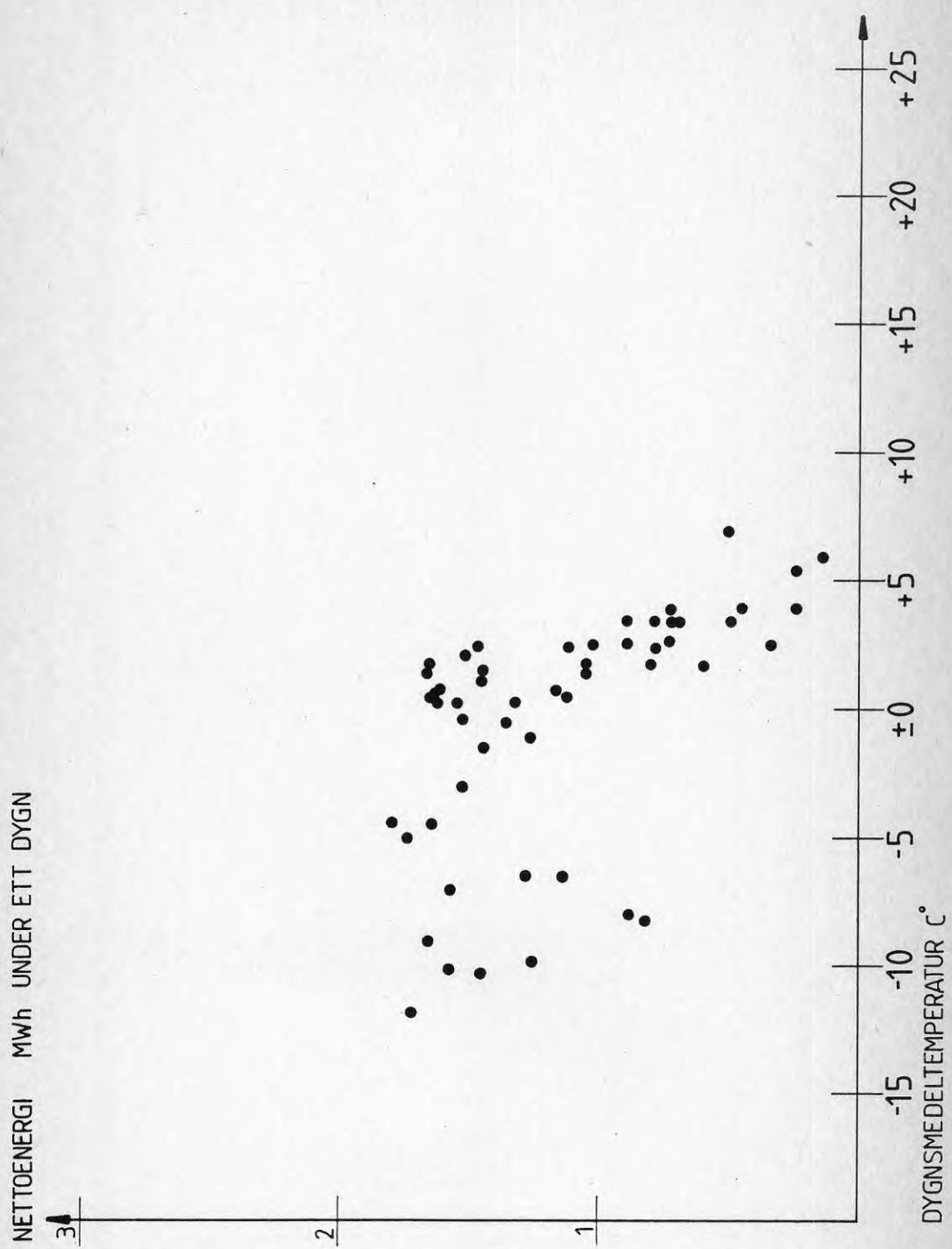


KYL - VÄRMEPUMP KVP 1

Fig.6

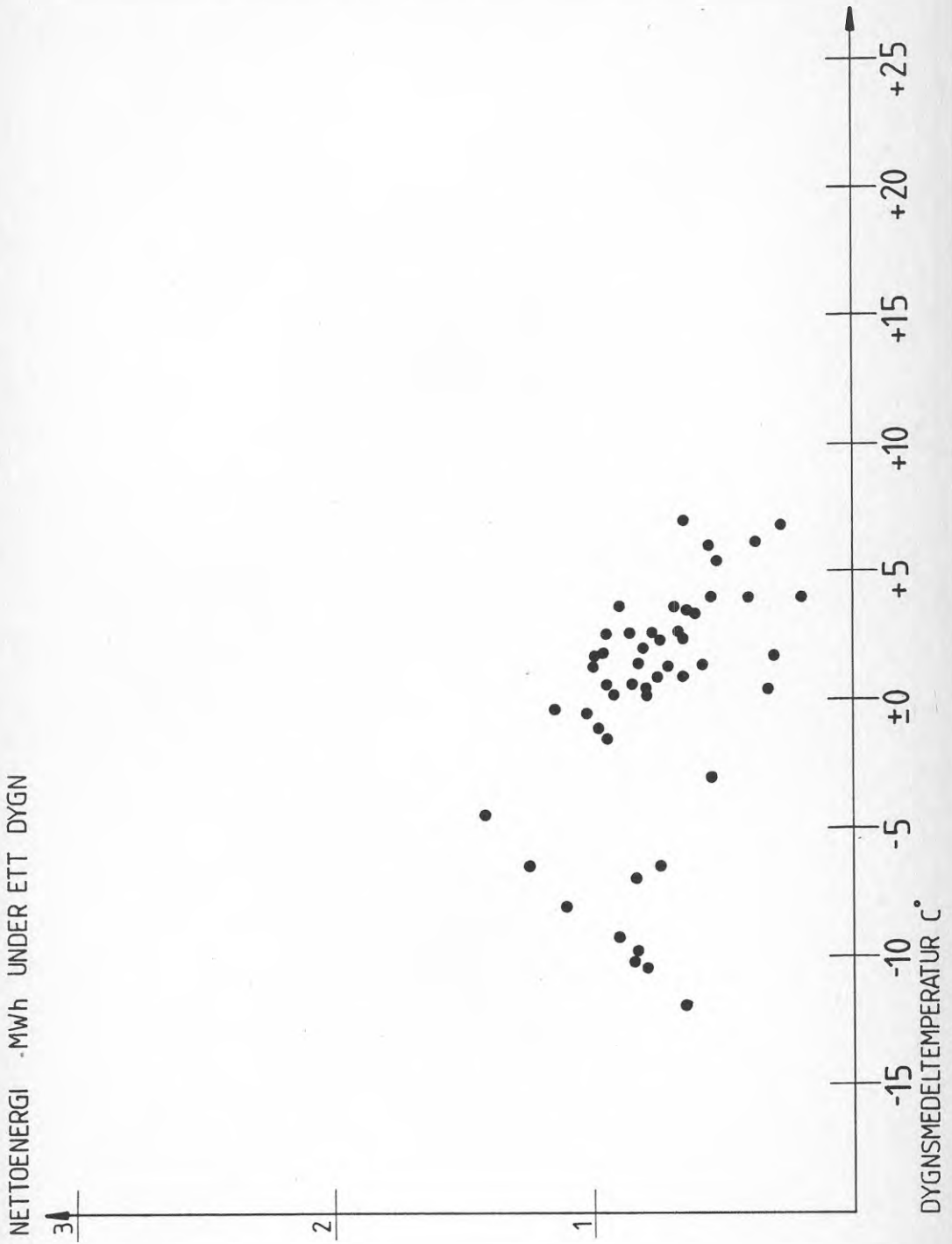


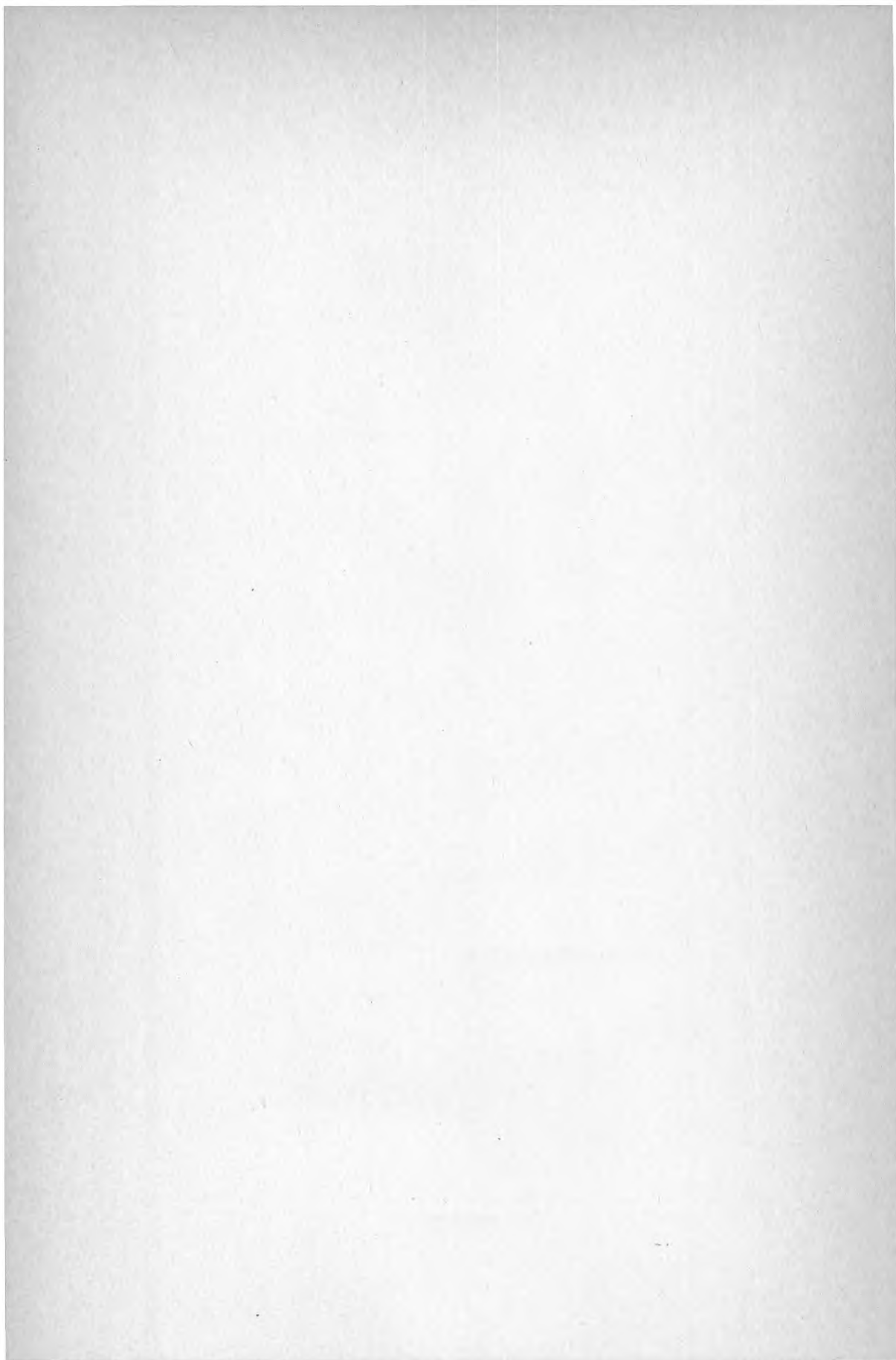
KYL-VÄRMEPUMP KVP 2 Fig.7



KYL-VÄRMEPUMP KVP 3

Fig.8





**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag
780873-1 från Statens råd för byggnadsforskning
till AB Skånska Cementgjuteriet, Danderyd**

R14: 1980

ISBN 91-540-3182-6

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6700114

**Abonnemangsgrupp:
W. Installationer**

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

Cirka pris: 20 kr exkl moms