



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

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



Rapport

R27:1984

**Energibesparing inom storkök
— Malmö sjukvårdsförvaltning**

Mätning och utvärdering

**Eva Nilsson
Christina Sahlin
Sven Andersson**

K
AN/s

INSTITUTET FÖR BYGGDOKUMENTATION	
Accnr	Plac <i>ser</i>

BYGGDOK

Institutet för bygdokumentation
Hälsingegatan 47
113 31 Stockholm, Sweden
Tel 08-34 01 70
Telex 12563. Telefax 08-32 48 59

Byggnadsforskningsrådet

R27:1984

ENERGIBESPARING INOM STORKÖK - MALMÖ
SJUKVÅRDSFÖRVALTNING

Mätning och utvärdering

Eva Nilsson
Christina Sahlin
Sven Andersson

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 800943-7
från Statens råd för byggnadsforskning till Malmö Sjuk-
vårdsförvaltning, Byggnadsavdelningen.

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

R27:1984

ISBN 91-540-4085-X
Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm
Liber Tryck Stockholm 1984

INNEHÅLL

	SAMMANFATTNING	7
1.	INLEDNING	9
2.	ANLÄGGNINGEN VID PROJEKTSTART	12
3	UTVÄRDERINGSMETOD	13
4.	ENERGIBESPARANDE ÅTGÄRDER	15
4.1	Luftbehandling	15
4.1.1	Åtgärdsbeskrivning	16
4.1.2	Resultat	16
4.2	Värmesystem	19
4.2.1	Åtgärdsbeskrivning	19
4.2.2	Resultat	20
4.3	Tappvarmvatten	21
4.3.1	Åtgärdsbeskrivning	21
4.3.2	Resultat	22
4.4	Kylanläggningen	23
4.4.1	Åtgärdsbeskrivning	24
4.4.2	Resultat	24
4.5	Maskinutrustning	25
4.5.1	Åtgärdsbeskrivning	25
4.5.2	Resultat	26
5.	KOMFORTFÖRBÄTTRANDE ÅTGÄRDER	27
5.1	Metod för kontroll av inneklimatet	27
5.2	Mätresultat	27
5.3	Åtgärdsförslag	28
5.4	Resultat	32
6	SAMMANFATTANDE RESULTAT	33
7	FÖRSLAG TILL FÖRBÄTTRINGAR	35
8	JÄMFÖRELSE AV ENERGIANVÄNDNING I OLIKA SJUKHUSKÖK	37
BILAGA 1	Projektets tidplan	38
BILAGA 2	Antagen energibesparing, kostnad och pay-off-tid för de planerade åtgärderna	39
BILAGA 3	Principritning över uppvärmnings- systemet för centralköket	40
BILAGA 4	Månadsvis energianvändning - fjärr- värme totalt	41
BILAGA 5	Månadsvis energianvändning - upp- värmning av ventilationsluft	42
BILAGA 6	Månadsvis energianvändning - golv- slingor	43

BILAGA 7	Månadsvis energianvändning - frengertak	44
BILAGA 8	Månadsvis energianvändning - radiatorer	45
BILAGA 9	Månadsvis energianvändning - TA11 (exklusive eftervärmning)	46
BILAGA 10	Månadsvis energianvändning - VVC9	47
BILAGA 11	Månadsvis energianvändning - VV9	48
BILAGA 12	Månadsvis energianvändning - VVC5, internt	49
BILAGA 13	Månadsvis energianvändning - VV5, internt	50
BILAGA 14	Månadsvis energianvändning - VVC5, externt	51
BILAGA 15	Månadsvis energianvändning - VV5, externt	52
BILAGA 16	Principritning för kökets luftbehandlingsanläggning	53
BILAGA 17	Ventilationsluftmängder	54
BILAGA 18	Ventilationsanläggningens drifttider	55
BILAGA 19	Värmeåtervinning ur frånluften - principritning	56
BILAGA 20	Temperaturverkningsgradens beroende av glykolhalten	57
BILAGA 21	Energiverkningsgradens variation över året	58
BILAGA 22	Principritning för tappvarmvattensystemet	59
BILAGA 23	Energianvändning för tappvarmvattenberedning	60
BILAGA 24	Värmeåtervinning från kylmaskiner - principritning	61
BILAGA 25	Klimatmätningar - renseriavdelningen	62
BILAGA 26	Klimatmätningar - förberedning	65
BILAGA 27	Klimatmätningar - kallskänk	67
BILAGA 28	Klimatmätningar - koksektion	69
BILAGA 29	Klimatmätningar - diet	72
BILAGA 30	Klimatmätningar - grovdisk	74

BILAGA 31	Klimatmätningar - findisk	77
BILAGA 32	Klimatmätningar - brickdukning	80
BILAGA 33	Klimatmätningar - matkupong- försäljning	82

SAMMANFATTNING

Inom Malmö Kommun arbetar man sedan flera år tillbaka med att genomföra energibesparande åtgärder inom olika objekt. Ett av dessa är Centralköket på Malmö Allmänna Sjukhus, ett kök där man årligen lagar ca 1,9 milj portioner mat.

Sedan 1979 har man arbetat med att minska kökets energianvändning, först genom enkla intrimningsåtgärder och därefter genom mer investeringskrävande åtgärder. Projektet har delvis finansierats av Byggforskningsrådet.

Ett flertal åtgärder har genomförts, bl a installation av batterivärmeväxlare i ventilationssystemet, utnyttjning av kylanläggningens kondensorvärme för tappvarmvattenförvärmning, installation av sparblandare samt injusteringsåtgärder av olika slag.

Åtgärderna har primärt syftat till att minska energianvändningen men komfortförbättrande åtgärder prioriteras också högt. Man har därför i viss mån utvidgat Byggforskningsprojektet med en del åtgärder som lägger tonvikten på en förbättring av komforten i köket.

För att kunna utvärdera resultatet av åtgärderna installerades 14 stycken vatten- och värmemängdsmätare i olika omgångar mellan januari 1981 och december 1982. Dessa har avlästs dagligen och utvärderats efter projektets slut.

För att få en "objektiv" utvärdering och sammanställning av projektet har projektledaren, Sven Andersson inom Malmö Kommun, valt att få detta gjort av i projektet icke inblandad personal.

Eva Nilsson och Christina Sahlin på AF-Energikonstult i Malmö har gjort denna utvärdering och rapportsammanställning och kopplades in under slutförandet av projektet.

Utvärderingen visar att man under det första året minskade energianvändningen med 740 MWh, från 4410 till 3670 MWh/år, vilket innebär en energikostnadsbesparing på 165 000 kr med 1983 års energipris. Dessa åtgärder var alla mycket enkla och billiga att genomföra. De gick huvudsakligen ut på att trimma in system och byta ut trasiga komponenter.

De mer investeringskrävande åtgärderna som genomfördes därefter har gett en besparing på 900 MWh vilket med 1983 års energipris innebär en energikostnadsbesparing på 200 000 kr/år. Investeringskostnaden för dessa åtgärder har sammanlagt uppgått till 1,3 milj kr. Hela projektet, inkluderande även de enkla, billiga sparåtgärderna, har gett en återbetalningstid på 3,5 år. Då innehålls de ekonomiska krav som Malmö Kommun ställer på energibesparande åtgärder, nämligen att de skall ha en återbetalningstid understigande 5 år.

Det korrekta sättet är dock att analysera varje åtgärd för sig för att bestämma vilka av åtgärderna som har gett ett acceptabelt ekonomiskt och komfortmässigt resultat och vilka som inte har gjort det.

En del av åtgärderna har kunnat utvärderas separat.

Det visar sig då att det bästa resultatet erhöles för de enkla sparåtgärder som genomfördes först.

Av de investeringskrävande åtgärderna har utnyttjande av kondensorvärme för förvärmning av tappvarmvatten gett ett bra ekonomiskt resultat, en återbetalningstid på 1,8 år.

Installationen av batterivärmeväxlare i ventilationssystemet var däremot en oekonomisk åtgärd. Åtgärden gav en verklig återbetalningstid på 9,7 år. Anledningen till detta är att installationen blev dyrare än beräknat samt att möjligheten att forcera frånluftsflödet och därigenom balansera från- och tilluftsflöde vid forcering saknades.

Ett flertal resultat har inte kunnat förklaras i efterhand. Detta beror framförallt på att mätvärden, i form av dagligen avlästa vatten- och energimängder från de 14 värmemängdsmätarna, inte har utvärderats efter hand utan efter projektets slutförande.

På grund av detta märkte man t ex inte på två månader att motorventilen i återvinningskretsen för batterivärmeväxlarna i ventilationssystemet hade fastnat i stängt läge.

Man har inte heller i efterhand kunnat hitta någon förklaring till att golvvärmesystemets energianvändning har ökat 4 ggr det senaste året medan frengertakets energianvändning har halverats.

Vissa problem har inträffat med energimätarna trots att dessa har kalibrerats noggrant samt kontrollerats på platsen av leverantörens personal. Mätarna i VVC-kretsarna har periodvis inte registrerat några vattenmängder trots att pumparna bevisligen har varit i drift.

1. INLEDNING

Inom Malmö Kommun arbetar man sedan flera år tillbaka intensivt med att genomföra energibesparande åtgärder inom diverse olika objekt. Ett av dessa är Centralköket på Malmö Allmänna Sjukhus, MAS. Detta kök togs i drift 1969, består av fyra våningar och har en sammanlagd yta på 7380 m². Motsvarande volym är 30450 m³. Man lagar årligen ca 1,9 milj portioner mat i köket.

Sedan 1979 har man arbetat med att minska kökets energianvändning, först genom enkla intrimningsåtgärder och därefter genom mer investeringskrävande åtgärder. Projektet har delvis finansierats av Byggnadsforskningsrådet.

Ett antal energibesparande åtgärder har genomförts i ett paket, men för att få kunskap om varje delåtgärds ekonomi har energimätningar över varje delsystem gjorts och alla kostnader har också fördelats på respektive delåtgärd. På detta sätt kan man i efterhand prioritera åtgärderna efter den verkliga besparing man har fått i förhållande till investeringen och vet då också vilka åtgärder som bör genomföras i första hand inom likartade anläggningar. Flertalet åtgärder är av sådan karaktär att de kan appliceras, inte bara inom andra sjukhuskök, utan även inom industrier, kommunala och privata fastigheter.

Även mätning och utvärdering av energisparprojektet har finansierats av Byggnadsforskningsrådet.

Sven Andersson på Byggnadsavdelningen inom Malmö Kommuns Fastighetskontor har varit projektledare. Han har tillsammans med Jan-Olof Axelsson, Axelssons Ingenjörbyrå, och Jan-Erik Nilsson, Klimatkonstruktioner, i Malmö stått för planering och genomförande av projektet, projektering av åtgärderna samt planering och genomförande av mätning och uppföljning av resultat.

Rolf Andersson och Christina Fredrikson på VIAK i Malmö har gjort klimatomätningar i Centralköket, föreslagit komfortförbättrande åtgärder och sammanfattat dessa i en rapport. Utdrag av denna presenteras under kapitel 5 i denna Byggnadsforskningsrapport.

Eva Nilsson och Christina Sahlin på AF Energikonstult i Malmö har utvärderat resultaten och sammanställt projektrapporten.

Anledningen till att man valt några som inte varit inblandade i projektet till att skriva rapporten är att man från projektledarens sida vill ha en utomstående "objektiva" syn på åtgärderna och deras resultat.

I bilaga 1 presenteras den tidplan för projektet som man arbetade efter samt den verkliga tidplanen. Ur denna framgår att mätperioden gjordes längre än planerat. Trots detta har den varit allt för kort för att kunna utvärdera åtgärdernas resultat på ett korrekt sätt, framförallt beroende på att man började genomföra åtgärder samtidigt med att mätningarna startade. För flera åtgärder finns det därför inga jämförande siffror vad det gäller energianvändning före genomförd åtgärd. Man har också fortsatt genomförandet av åtgärderna under hela projektets gång, alltså mycket längre tid än planerat vilket också försvårar utvärderingen.

De åtgärder man vid projektstarten, årsskiftet 80-81, planerade att genomföra var

1. Luftbehandling
 - batterivärmeväxling
 - reducering av luftflöde, injustering
 - översyn av styrutrustning
 - fönstertätning
2. Värmesystem
 - injustering och temperatursänkning
 - översyn av styrutrustning
 - termostatventiler
3. Tappvarmvatten
 - injustering och installation av sparblandare
 - översyn av styrutrustning
 - ändring av uppvärmningsprincip för tappvarmvatten 90°C från ånga till fjärrvärme
4. Kylanläggning
 - tillvaratagande av kondensorvärme från kylmaskiner
5. Maskinutrustning
 - isolering av värmeavgivande apparater

Åtgärderna har primärt syftat till att minska energianvändningen men komfortförbättrande åtgärder prioriteras också högt. Man har därför inom projektets ram genomfört några åtgärder, som inte planerades från början, som lägger tonvikten på en förbättring av komforten i köket. Man har bl a installerat ytterligare radiatorer för att minska kallras och kallstrålning från fönster. Detta kunde ha lett till en ökad energiåtgång men i och med att radiatorerna installerats i samband med installation av termostatventiler på samtliga radiatorer har så inte skett. Isolering av värmeavgivande apparater har främst inneburet en komfortförbättring genom lägre yttemperaturer men en viss energibesparing har också erhållits.

En del av de planerade åtgärderna har inte genomförts. Detta gäller framförallt ändring av uppvärmningsprincipen för 90°C tappvarmvatten från ånga till fjärrvärme. Idag finns två stycken värmeväxlare för produktion av 50°C-igt tappvarmvatten med fjärrvärme och en värmeväxlare för produktion av 90°C-igt tappvarmvatten med ånga. Under sommarhalvåret är fjärrvärmemetemperaturen för låg för att kunna producera 90°C-igt tappvarmvatten varför ångvärmeväxlaren måste finnas kvar i reserv. Detta betyder att ytterligare en värmeväxlare behövdes för produktion av 90°C-igt vatten med fjärrvärme.

Nu, efter projektets slutförande, finns det dock möjlighet att genomföra åtgärden. Man har nämligen minskat användningen av 50°C-igt vatten så mycket att man klarar den produktionen med en av de två värmeväxlarna. Den andra skulle därför kunna kopplas om för produktion av 90°C-igt vatten.

Man har inom projektets tidsram inte heller justerat in värmesystemet eller sänkt framledningstemperaturen men detta är gjort under våren 1983.

Man har utgått från den befintliga utrustningen i köket och försökt minska energianvändningen på ett ekonomiskt sätt genom att göra smärre förändringar och kompletteringar för denna. Ingen ny utrustning i

form av t ex energisnålare och effektiva diskutrustning, kokgrytor, stekbord etc har installerats.

Enbart de energiekonomiska aspekterna har kunnat bedömas inom projektets ram, inte de totalekonomiska som även bör ta hänsyn t ex till förändrade personalkostnader, ökat eller minskat svinn eller till en kvalitetsförändrad produkt.

Ett rationellt sätt har utnyttjats för genomförande av åtgärderna. Som förfrågningsunderlag för åtgärderna utnyttjas endast flödesscheman och skissritningar kompletterade med material- och mängdförteckning. Exakt material- och arbetsåtgång regleras efter entreprenadens färdigställande. De arbeten som ej går att specificera i förfrågningsunderlaget anges med en fast kostnad som regleras efter entreprenadens färdigställande då också relationsritningar upprättas.

På detta sätt kan man ta i drift energisparinstallationerna flera månader tidigare än med ett konventionellt projekterings- och entreprenadsätt varför man också kan tillgodogöra sig energikostnadsbesparingen tidigare.

Vid projektstarten gjordes en teoretisk bedömning av energibesparing och kostnader för de olika åtgärderna. Man räknade då med att pay-off-tiden, definierad som total investeringskostnad dividerad med årlig energikostnadsbesparing, för hela projektet skulle bli ca 6 år baserat på ett energipris av 11 öre/kWh och ca 4 år vid 15 öre/kWh. I bilaga 2 anges varje delåtgärds teoretiskt bedömda energibesparing, kostnad samt pay-off-tid.

Inom projektets ram har också en studie gjorts över andra sjukhusköks energianvändning, för att bedöma Centralkökets specifika energianvändning före och efter genomförda åtgärder. Som mått på den specifika energianvändningen har använts årlig energianvändning per årligt antal lagade portioner. Detta bör vara ett mera korrekt sätt än att jämföra t ex årlig energianvändning per yt- eller volymsenhet.

2. ANLÄGGNINGEN VID PROJEKTSTART

Centralköket, som togs i drift 1969, består av fyra våningar, nämligen undre källare, källare, bottenvåning och 2:a våning. Våningarnas storlek och användning framgår av nedanstående tabell.

Våning	Yta (m ²)	Volym (m ³)	Användning
Undre källare	370	920	Rörkulvert och tekniska utrymmen
Källare	2640	11100	Kylrum, frysrums, förråd, personalrum, skyddsrum och tekniska utrymmen
Bottenvåning	2520	10650	Kök
2:a våning	1850	7780	Personalmatsal

Centralköket värms med fjärrvärme. 1979, innan man började genomföra energibesparande åtgärder, var den totala fjärrvärmeförbrukningen 4620 MWh. Av denna energimängd utnyttjades 280 MWh till radiatorer, golvslingor och frengertak, 1860 MWh utnyttjades till uppvärmning av ventilationsluft och 2480 MWh för uppvärmning av 50°C tappvarmvatten. Korrigerat till normalår motsvarade energianvändningen samma år 4415 MWh. Förutom fjärrvärme utnyttjas ånga för att utifrån 50°C tappvarmvatten producera 90°-igt.

1979 motsvarade ångförbrukningen 280 MWh.

Centralkökets ång- och fjärrvärmekostnad 1979 var 570 000 kr vid en fjärrvärmekostnad på 11 öre/kWh och en ångkostnad på 22 öre/kWh.

Det kan tyckas att energibehovet för tappvarmvattenberedning är mycket högt men detta utnyttjas förutom i Centralköket också i 8 andra byggnader inom Malmö Allmänna Sjukhus.

Energien till radiatorer, golvvärmslingor, frengertak och luftbehandlingsaggregat täcker dock bara Centralkökets behov.

I bilaga 3 presenteras en principritning över uppvärmningssystemet för Centralköket.

Lokaluppvärmningen sker till stor del med tilluftsuppvärmning. En mindre del värms med radiatorer, som vid projektstarten var försedda med manuella radiatorventiler.

I vissa utrymmen sker även uppvärmning med golvvärmslingor och frengertak.

Ett stort antal kyl- och frysrums finns för förvaring av matvaror. För dessa finns 17 st kylmaskiner med luftkylda utomhuskondensorer.

I köket finns ett flertal värmegivande apparater, t ex kokgrytor och diskmaskiner med höga ytemperaturer.

3. UTVÄRDERINGSMETOD

För att få ett utgångsvärde vad det gäller de olika delsystemens energiåtgång samt för att regelbundet följa upp energianvändningen installerades vid projektstart i början på 1981 6 st värmemängdsmätare. Under perioden november 1981 - januari 1982 installerades ytterligare 7 st och i december 1982 ytterligare en värmemängdsmätare.

I bilaga 3 är energimätarna markerade. I tabellen nedan anges de olika mätarnas objekt samt tidpunkten då de installerades.

<u>Mätare nr</u>	<u>Mätobjekt</u>	<u>Installation</u>
1	fjärrvärme, totalt	jan 1981
2	ventilationsvärmning, totalt	jan 1981
3	golvslingor	jan 1981
4	frengertak	jan 1981
5	radiatorer	jan 1981
6	TA11, exkl eftervärmningsbatterier	jan 1981
7	VÄV, TA11	jan 1982
8	VVC 90°	dec 1981
9	VV 90°C	nov 1981
10	VVC 50°C, internt	nov 1981
11	VV 50°C, internt	nov 1981
12	VVC 50°C, externt	nov 1981
13	VV 50°C, externt	nov 1981
14	hela tappvarmvattenförbrukningen, förvärmad	dec 1982

Mätarna har avlästs dagligen, avläst värde i både m³ och kWh, sedan de installerades.

Kostnaden för dessa mätare var 130 770 kr. Denna kostnad är exklusive mervärdesskatt, liksom alla övriga kostnader som anges i denna rapport.

Installationen av dessa mätinstrument är en nödvändighet dels för att bestämma anläggningens utgångsläge vad det gäller energianvändningen dels för att ha en möjlighet att följa upp och hålla kontroll på energianvändningen efter det att energibesparande åtgärder har genomförts.

Värmemängdsmätarna är alla av Armaturjonssons fabrikat typ Pollux. De har kalibrerats av AB Norrlands Mätartjänst i Sundsvall. Den mätare som uppvisade störst mätavvikelse vid installationen hade följande kalibreringsresultat.

<u>Flöde (l/h)</u>	<u>Uppmätt volym (l)</u>	<u>Felvisning i (%) av uppmätt volym</u>
8000	1000	+0
3000	1000	+2
600	100	+4

Detta får anses som helt tillfredsställande.

De avlästa mätvärdena har efter projektets slutförande överförts till diagramform som visar månadsvärden av energianvändningen för de olika mätarna. Dels anges det avlästa värdet dels det utetemperaturkorrigerade värdet för mätare 2-7.

Mätare 1 har för den del av det avlästa värdet som täcker lokaluppvärmning också utetemperaturkorrigerats.

Korrigeringarna har gjorts efter nedanstående formel

$$Q_n = Q_a \cdot \frac{t_i - t_n}{t_i - t_a}$$

- Q_n = energianvändningen korrigerad till normalåret, månadsvärde
- Q_a = avläst energianvändning, månadsvärde
- t_i = innetemperatur
- t_n = utetemperaturen för månaden under ett normalår, erhållet från SMHI
- t_a = utetemperaturen för månaden under det aktuella året, erhållet från SMHI

I bilagorna 4-15 presenteras dessa diagram.

Diagrammen kommenteras och utvärderas i nästföljande kapitel.

4. ENERGIBESPARANDE ÅTGÄRDER

I detta kapitel beskrivs alla åtgärder som har genomförts i energibesparande syfte inom Centralköket. Kostnaden för att genomföra åtgärden anges och, i de fall det har varit möjligt att utvärdera, energibesparingen.

4.1 Luftbehandling

I bilaga 16 presenteras en principskiss över kökets luftbehandlingsanläggning. Den består av tre stycken huvudaggregat för tilluft betecknade TA-1, TA-10 och TA-11 samt 19 stycken frånluftsfläktar också fördelade på tre grupper.

Även tilluftsaggregaten fördelar sig på olika delflöden, TA-1 på 7 stycken och TA-11 på 12 stycken.

Vid projektets början, 1981-03-17, gjordes en uppmätning av alla luftflöden med pitotrör (Prandtlrör) enligt Byggforskningens informationsblad B4:1977. Dessa flöden presenteras i bilaga 17 och gäller för frånluften t o m 81-12-18 och för tilluften t o m 83-01-03. Den 1:e mars 1983 gjordes en ny uppmätning av luftflödena efter en reduktion av både till- och frånluftsflöden. De olika aggregatens luftflöden vid olika tidpunkter presenteras i bilaga 17 och i bilaga 18 anges drifttiderna för de olika aggregaten.

Sammanfattningsvis uppgår luftflödena till

	(m ³ /h)			(m ³ /h)	
	t o m 83-01-03	fr o m 83-01-03		t o m 81-12-18	fr o m 83-01-03
TA-1	25450	18390	FF1-6	25000	17870
TA-10	16700	17200	FF7	14320	13220
TA-11	62970	49700	FF8-19	64400	59440
Summa	105120	85290	Summa	103720	90530

Den sammanlagda tilluftsmängden har alltså i mars 1983 reducerats med 19 % och frånluftsmängden med 13 %. Det måste dock påpekas att dessa flöden bara gäller när alla fläktarna är i drift, vilket enligt bilaga 18 bara inträffar vid forcerat flöde styrt via timer.

Frånluftsmängderna har varierats något under tiden 81-12-18 - 83-03-01. I december 1981 installerades ett värmeåtervinningsaggregat för TA-11 och FF-8-19, kallat 5760. Det nya frånluftsaggregatet gick under mer än ett år, 81-12-18 - 83-01-27, bara på halvfart med 39000 m³/h, men efter detta har frånluftsflödet till värmeåtervinningsaggregatet vid forcering varit 63000 m³/h. Under tiden frånluftsaggregatet gick på halvfart har man haft problem med frånluften från gästmatsalen på det sättet att när man forcerat detta flöde har frånluftsfläkten för gästmatsalen fungerat som tilluftsfläkt eftersom det nya frånluftsaggregatet inte har kunnat "svälja" detta ökande flöde.

Sedan man ökat det nya frånluftsaggregatets kapacitet har dessa problem avhjälpats.

Ett ytterligare problem har inträffat. På grund av att spjäll saknas i TA-11:s delsystem får man vid avstängda delflödesfläktar, och TA-11 i drift,

ett läckflöde som ibland uppgår till 30 % av normalflödet. Den 1:e mars 1983 åtgärdades detta genom installation av spjäll. Dessa problem har man dock haft under större delen av mätperioden.

4.1.1 Åtgärdsbeskrivning

Den viktigaste åtgärden man har genomfört på luftbehandlingsanläggningen är installation av batterivärmeväxlare. Via detta system förvärms TA-11 med frånluften från FF-8-19, kallad 5760. Systemlösningen visas i bilaga 19.

Den 1:e mars 1983 reducerades luftmängderna och ventilationssystemet justerades in. Denna åtgärd kan dock inte noggrant följas upp inom ramen för detta projekt eftersom mätperioden slutar den sista mars 1983.

Luftbehandlingsanläggningens styrsystem har setts över av sjukhusets egen styr- och reglerpersonal under projektets gång. Det finns dock inga uppgifter på när detta har gjorts och exakt vad man har gjort varför det är omöjligt att i efterhand kontrollera vilken besparing man har gett. Under uppvärmningssäsongen 80-81 tätades samtliga fönster.

Värmeåtervinningen installerades den 18:e december 1981. Man utnyttjar Bahco's takaggregat AEL och som återvinningsbatteri valde man Bahco's fabrikat typ LHX-12 djup - 4 mm lamelledning. Anledningen till att man valde 4 mm:s lamelledning är att man ville slippa igensättningsproblem och därmed reducerat luftflöde. Försök har visat att perforerade plåtar med hål på upp till 3 mm sätts igen varvid luftflödet minskar i tilluftssystem med filter klass F45. Om hålen är större än 3 mm blir flödesändringen marginell. Nackdelen med en större lamelledning är en teoretiskt försämrade verkningsgrad. Man beräknade teoretiskt att temperaturverkningsgraden skulle sjunka 4-5 % enheter med 4 mm:s lamelledning i stället för 2,2 mm:s. I praktiken är det dock så att verkningsgraden lättare kan bibehållas vid projekteringsnivån då man slipper försmutsning och igensättningsproblem. För att få ett bra resultat har man dessutom valt ett 12-djups batteri i stället för ett 10-djups.

Man utnyttjar en glykolhalt på 25 volyms-% i återvinningskretsen, vilket är ovanligt lågt. Genom att kunna hålla så låg glykolhalt vinner man ett par procentenheter i temperaturverkningsgrad. 25 volyms-% (27 vikts-%) i stället för 30 vikts-%, som är det vanliga i Malmötrakten, ger 2 procentenheter högre temperaturverkningsgrad.

I bilaga 20 presenteras ett diagram som anger temperaturverkningsgradens beroende av glykolhalten. Databeräkningar angav att temperaturverkningsgraden med de valda batterierna skulle uppgå till 52 % vid 8°C utelufttemperatur och 45 % vid -14°C.

För att kunna kontrollera den verkliga energibesparingen med värmeåtervinningen installerades en värmemängdsmätare i glykolkretsen i januari 1982. Denna har avlästs regelbundet och jämförts med mätaren för TA-1. På detta sätt kan man lätt kontrollera energiverkningsgraden. Temperaturverkningsgraden har mätts manuellt några enstaka gånger.

4.1.2 Resultat

I bilaga 9 presenteras TA-11:s energianvändning under två år. Energi-mätarna inkluderar inte eftervärmningsbatterierna till detta aggregatet

varför diagrammet bara visar energibehovet för att värma tilluften till 16°C.

Från och med februari 1982 anges hur mycket av frånluftens energiinnehåll som återvinns till tilluften.

Energiverkningsgraden för värmeåtervinning har uppgått till 60 % under tiden febr 1982 - mars 1983. Energiverkningsgradens månadsvärden presenteras i bilaga 21.

Observera att energiverkningsgraden har fått definieras enligt

$$\text{energi} = \frac{\text{återvunnen energi från frånluften (= mätare 7)}}{\text{all energi för att värma tilluften till 16°C (=mätare 6+7)}}$$

Ur diagrammet i bilaga 21 kan man lätt utläsa att något har hänt med värmeåtervinningen i mars 1983 eftersom energiverkningsgraden då är så låg som 13 %.

Det visade sig att motorventilen i återvinningskretsen hade fastnat i stängt läge varför eftervärmningsbatteriet ensamt hade stått för uppvärmningen i mars och april månad. Hade mätarna regelbundet utvärderats hade man upptäckt felet på ett tidigare stadium.

Om mars månads värden tas bort från resultatet har energiverkningsgraden uppgått till 67 % under tiden febr 1982 - febr 1983. På grund av att man har saknat möjligheten att forcera frånluftsflödet under mätperioden samt att man haft viss obalans i systemet har man fått en energiverkningsgrad som ligger 5-10 % enheter lägre än vad man räknat med.

Den manuellt uppmätta temperaturverkningsgraden har uppgått till följande

t _{ute} (°C)	flöde	temp (°C)
-3,8	normalt	52
-1,5	forcerat	51

I förhållande till de databeräknade värdena ligger alltså de verkliga vid dessa två tidpunkter något bättre. Det är dock för få mätningar för att kunna dra några slutsatser om den varaktiga temperaturverkningsgraden och hur den förändras i förhållande till t_{ex} flöde, temperatur och försmutsning.

Man gjorde vid projektstarten en teoretisk beräkning över trolig energibesparing och investering.

Man beräknade den årliga energibesparingen med batterivärmeväxling till 600 MWh/år och den totala investeringskostnaden till 500 000 kr i 1980 års penningvärde.

Energimätningarna visar att den verkliga energibesparingen har uppgått till 355 MWh/år, mätt under februari 1982 till och med januari 1983 och korrigerat till normalårsvärden.

Den verkliga investeringskostnaden för värmeåtervinningen har uppgått till 774 000 kr i 1983 års penningvärde.

Under 1983 har man betalat 225 kr/MWh för fjärrvärmens varför återbetalningstiden för installationen är 9,7 år.

Man hade 1980 ett energipris på 99,96 kr/MWh varför den antagna återbetalningstiden var 8,3 år.

Den verkliga återbetalningstiden har alltså blivit något längre beroende på att installationskostnaden har blivit dyrare.

Man har återvunnit mindre energi än vad man har räknat med men beroende på att energipriset 1983 är mer än dubbelt så högt som 1980 är energikostnadsbesparingen bättre än vad man räknat med.

En av anledningarna till att energibesparingen har felbedömts är, enligt uppgift, att forceringen av frånluftsflödet inte har skett under mätperioden.

Man riskerar ett sämre resultat om man inte tar i drift ett övervakningssystem. Den stängda motorventilen i återvinningskretsen som förblev oupptäckt i mer än en månad gjorde att energibesparingen i mars månad 1983 blev 10,5 MWh att jämföra med 72,3 MWh i mars 1982 (korrigerat till normal utetemperatur för månaden). På detta förlorade man 14000 kr i lägre energibesparing på en enda månad.

Även april månads besparing kommer att vara låg eftersom felet inte upptäcktes förrän sista veckan i april när mätvärdena utvärderades.

Den 1:e mars 1983 reducerades tilluftsmängderna med 19 % och frånluftsmängderna med 13 %. Man har trots detta fått en ökning i energianvändningen för uppvärmning av all ventilationsluft. I mars 1982 uppgick energianvändningen, tillförd primäre energi + återvunnen energi, till 206,6 MWh och i mars 1983 till 241,0 MWh (korrigerat till månadens normaltemperatur). Det är dock en för kort period för att dra några slutsatser av.

Man kan emellertid konstatera att man från och med april 1982 har en genomgående högre energianvändning än motsvarande månad året innan, också korrigerad till månadens normaltemperatur, enligt tabellen nedan.

	1981-1982 (MWh/mån)	1982-1983 (MWh/mån)	ökad energianvändning (%)
april	142,6	158,3	11
maj	91,2	100,0	10
juni	38,2	65,2	71
juli	41,0	75,2	83
aug	31,3	64,1	105
sept	37,3	75,5	102
okt	104,7	104,0	0
nov	173,2	175,9	2
dec	196,3	249,8	27
jan	178,8 *	309,3	-
febr	233,4	263,0	13
mars	<u>202,0</u>	<u>240,3</u>	<u>19</u>
	1470,6	1881,2	28

*) Felaktigt värde eftersom energimätaren i återvinningskretsen inte avlästes denna månaden.

Någon förändring av inblåsningstemperaturer eller drifttider har inte skett under denna tid som kan förklara denna ökade energianvändning. Ingen annan förklaring har heller kunnat ges.

Även ur diagrammet i bilaga 5 framgår att en ökning av hela ventilationssystemets energianvändning har skett under den senaste tiden, framförallt sedan december 1982.

Diagrammet visar på följande värden

(MWh/år)	april 81 - mars 82	april 82 - mars 83	
	1321,3	1607,8	ökning med 286,5 MWh/år

Denna jämförelse borde ha visat på en minskning av energianvändningen med 355 MWh i stället, beroende på batterivärmeväxlingen. Det är viktigt att man försöker hitta en förklaring till denna ökning av ventilationssystemets energianvändning.

4.2 Värmesystem

Kökets värmesystem består av radiatorer, frengertak och golvvärmslingor. Frengertak finns i flertalet uppvärmda utrymmen medan golvvärmslingor bara värmer utlastningen samt lokalen för brickdukning. Vid projektets början fanns bara ett fåtal radiatorer, huvudsakligen i källaren, men för att reducera kallras och drag installerades ytterligare ett 20-tal i övriga delar av köket. Kontorsdelen, t ex, värmdes tidigare med luft. Stora tvåglasfönster och dålig isolering resulterade i kallras, kallstrålning och därmed klagomål från personalen.

Man försökte, utan resultat, att åtgärda problemen genom att höja tilluftstemperaturen. 9 stycken radiatorer installerades därför i januari 1982 med en dimensionerande värmeeffekt på 5 kW.

Även stekkökets fönsterfasad saknade radiatorer varför den personal som utförde sitt arbete vid bänkar framför fönsterna upplevde en dålig komfort, framförallt i form av kallstrålning. Längs fönsterpartiet installerades, också i januari 1982, 14 stycken radiatorer med en dimensionerande värmeeffekt på 6 kW.

Man har alltså ökat den installerade radiatoreffekten betydligt varför det är svårt att bedöma vilket resultat besparingsåtgärderna på radiatorssystemet har fått.

I tabellen nedan anges de olika värmesystemens framledningstemperaturer vid olika utetemperaturer.

t_{ute}	framledningstemperatur ($^{\circ}\text{C}$)			
	radiatorer	frengertak	golvvärmslingor	ventilationsaggregat
+16	20	20	20	
0	45	30	30	60
-16	70	40	40	80

4.2.1 Åtgärdsbeskrivning

De energibesparande åtgärder man har genomfört på värmesystemet är att se över styrutrustningen för hela systemet samt att installera termostatventiler på radiatorerna.

I projektet ingick dessutom att värmesystemet skulle justeras in och temperaturen sänkas. Detta har utförts under mars 1983 varför resultatet av detta inte har utvärderats inom ramen för detta projekt.

Styrutrustningen har setts över av sjukhusets egen styr- och reglerpersonal under projektets gång. Några uppgifter finns dock inte på vad man har gjort och i så fall när man har gjort det.

I februari 1982 installerades termostatventiler på radiatorerna. Dessa ställdes in på en maximal temperatur på 22°C.

4.2.2 Resultat

I bilagorna 6-8 presenteras golvslingornas, frengertakets och radiatorernas energianvändning.

I tabellen nedan ges sammanfattningsvis hur dessa har varierat för de två senaste åren, korrigerade till normalår.

	febr 1981 - jan 1982	(MWh/år)	febr 1982 - jan 1983
golvslingor	57,45		208,90
frengertak	82,50		45,20
radiatorer	<u>189,60</u>		<u>147,60</u>
	329,60		401,70

Det mest slående är att golvslingornas energianvändning har ökat nästan 4 ggr det senaste året. Den största användningen har, enligt bilaga 6, erhållits under sommar och höst. Ingen förklaring till detta har erhållits. Man har inte gjort några systemändringar som kan förklara denna ökning. Detta har gjort att man trots en minskning av frengertakets och radiatorernas energianvändning har fått en ökning av den sammanlagda energianvändningen för värmesystemet med över 20 % det senaste året. Det rör sig om en kostnadsökning på 16 000 kr i 1983 års energipris. Man har dock fått en bättre komfort i köket under denna tid med mindre kallras och kallstrålning, vilket får ses som positivt.

På grund av installation av termostatventiler har man fått en minskning av radiatorernas energianvändning trots att den installerade värmeeffekten har ökat sedan januari 1982.

Under sommaren 1982 var radiatorernas energianvändning i stort sett försumbar till skillnad från sommaren 1981. Detta beror också på installationen av termostatventiler. Genom detta sparade man 11 000 kWh under de tre sommarmånaderna.

Golvvärmeslingorna och radiatorerna står för en högre och jämnare rumstemperatur.

Frengertakets energianvändning har nästan halverats det senaste året, framförallt beroende på en förbättrad reglering.

I mitten på februari 1983 sänkte man värmevattentemperaturen från 70 till 58°C. Någon effekt av detta har man inte kunnat se under den korta mätperioden på 1,5 månad.

Kostnaden för att komplettera värmesystemet uppgick till 31 400 kr och termostatventilerna kostade 15 700 kr.

Resultat för åtgärderna på värmesidan är alltså att man inte har sparat

någon energi totalt sett, den har i stället ökat med ca 70 MWh/år eller ca 16 000 kr/år, men man har förbättrat komforten i vissa lokaler.

Sammanfattningsvis kan man säga att man för en installationskostnad på 47 000 kr har erhållit en ökad komfort och reducerat energikostnaden för radiatorer och frengertak med 18 000 kr/år.

Golvslingornas energikostnad har ökat med 24 000 kr/år. Orsaken till denna ökning är i nuläget okänd.

4.3 Tappvarmvatten

3 stycken varmvattensystem finns på centralköket. Ett 50^o-igt och ett 90^o-igt utnyttjas internt och ett 50^o-igt externt, av andra byggnader inom Malmö Allmänna Sjukhus.

I bilaga 22 visas en principritning för tappvarmvattensystemet. Det 50^o-iga vattnet värms i två stycken beredare med fjärrvärme och det 90^o-iga i en beredare med ånga utifrån 50^o-igt tappvarmvatten.

Varmvattenmätarna installerades i december 1981 men fungerade inte förrän i februari 1982 varför bara lite mer än ett års förbrukning finns registrerad.

I tabellen nedan sammanfattas varmvattensystemens energianvändning

	(MWh) febr 82 - mars 83	(MWh/mån) genomsnitt/månad
VV9+VVC9	231,9	16,6
VV5+VVC5, int	689,3	49,2
VV5+VVC5, ext	<u>527,8</u>	<u>37,7</u>
	1449	103,5

VV9 är det 90^o-iga systemet och VV5 det 50^o-iga. Energianvändningen för tappvarmvattensystemen är alltså ca 1250 MWh/år totalt varav ca 800 MWh/år för den interna förbrukningen inom köket.

I bilaga 23 anges den interna förbrukningen av 50^o-igt varmvatten. Ett försök har gjorts att få uppgifter på antal lagade portioner, månadsvis. Det skulle vara intressant att jämföra antal portioner med förbrukningen av 50^o-igt varmvatten eftersom de bör ha ett samband. Tyvärr fanns inte dessa uppgifter att tillgå.

4.3.1 Åtgärdsbeskrivning

De åtgärder som har genomförts på tappvarmvattensystemet av de som man planerade från början är injustering av systemet, installation av sparblandare typ engrepps Moratemp samt en översyn av styrutrustningen.

Sparblandarna installerades i maj 1982, både i köket och i de byggnader som försörjs från köket.

Styrutrustningen har setts över av sjukhusets egen styr- och reglerpersonal under projektets gång. Några uppgifter finns dock inte på vad man har gjort och i så fall när man har gjort det. Det är omöjligt att i efterhand försöka se vilka sparresultat som har uppnåtts genom denna översyn.

Man planerade dessutom att ändra uppvärmningsprincipen för det 90^o-iga varmvattnet genom att försöka utnyttja fjärrvärme i stället för ånga. Detta har man varit tvungna att frångå på grund av vissa praktiska svårigheter. För att kunna klara detta skulle en av fjärrvärmeväxlarna som producerar 50^o-igt varmvatten ändras till produktion av 90^o-igt varmvatten eftersom det inte finns plats i värmecentralen för ytterligare en fjärrvärmeväxlare.

Inte förrän efter projektets slutförande har man nu minskat varmvattenanvändningen så mycket, både internt och externt, att man har kunnat stänga av en av värmeväxlarna som producerar 50^o-igt varmvatten. Denna skall nu kopplas om för produktion av 90^o-igt varmvatten utifrån fjärrvärme. Under sommarhalvåret är fjärrvärmemetemperaturen så låg att ångvärmeväxlaren måste behållas för att ge stödvärme.

4.3.2 Resultat

I tabellen nedan presenteras de olika systemens tappvarmvattenförbrukning månadsvis.

	VV5, internt	(m ³ /mån) VV5, externt	VV9
febr 82	764,0	519,9	146,9
mars	1254,1	527,5	164,5
april	2283,9	516,4	162,8
maj	1436,1	526,1	159,5
juni	1395,4	386,0	129,7
juli	1475,8	358,3	119,1
aug	1588,3	434,8	123,1
sept	1428,0	467,8	110,7
okt	1648,1	904,5	127,1
nov	1572,7	1572,8	124,4
dec	1540,5	1782,0	122,1
jan 83	1527,1	1824,2	133,6
febr	1295,3	1573,9	111,3
mars	1115,4	1686,7	130,9

Man kan alltså inte se någon minskning av varmvattenförbrukningen genom installationen av snålspolande blandare. Det är heller inte sannolikt att det kan framgå av den totala förbrukningen eftersom tappvarmvattenförbrukningen för hygienändamål, där sparblandarna har installerats, bara är en ringa del av den totala tappvarmvattenförbrukningen. Att man för vardera tappstället där snålspolande blandare har installerats har fått en minskning av vattenförbrukningen har kunnat konstateras, dock inte hur stor besparingen har varit. Kostnaden för lågflödesblandarna var 38 700 kr i 1983 års prisläge.

Vid utvärderingen av varmvattensystemen utifrån energimätarnas registrerade värden framkom att VVC-pumparna har stått stilla under flera perioder, vilket framgår av bilagorna 12 och 14. Det visade sig dock att VVC-pumparna i verkligheten hade varit i drift hela tiden och man har

vid flera tillfällen, i efterhand, kunnat konstatera att energi- och vattenmätarnas rullverk i VVC-kretsarna har stått stilla trots att VVC-pumparna har varit i drift. Att mätarna skulle vara trasiga har inte påpekats av leverantörens personal när de har kontrollerat mätarna under drift.

En osäkerhet föreligger därför både vad det gäller tappvarmvatten och VVC eftersom tappvarmvattenflödet beräknas som skillnaden mellan vad en mätare i VV + VVC-kretsen visar och vad en mätare i VVC-kretsen visar.

Den minskade energianvändningen för tappvarmvattenberedningen man har fått genom att utnyttja kylanläggningens kondensorvärme för att förvärma tappvarmvatten presenteras i kapitel 4.4 under Kylanläggningen.

4.4 Kylanläggningen

Inom köket finns ett flertal kyl- och frysrum för förvaring av matvaror. Dessa kyl- och frysrum försörjs från 17 stycken kylmaskiner vars kondensorvärme vid projektstart avleddes via luftkylda utomhuskondensorer.

I tabellen nedan anges de olika kylmaskinernas typbeteckning, tillverkningsår, kyleffekt och kondensoreffekt. De är alla av Stals fabrikat.

typ- beteckning	tillverkningsår	kyleffekt (kW)		kondensoreffekt (kW)	
P42KE	1981	5,8	} $t_{\text{kond}} = +35^{\circ}\text{C}$	9,9	
P42KE	1968	5,8		} $t_{\text{förångn}} = -35^{\circ}\text{C}$	9,9
P24KM	1981	15,9	}		20,7
P22KL	1969	6,8		8,8	
P12KK	1981	3,3		4,3	
P22K	1969	5,75		7,5	
P22KN	1981	9,35		12,2	
P22KK	1981	5,75		} $t_{\text{kond}} = +30^{\circ}\text{C}$	7,5
P12KK	1969	3,3			} $t_{\text{förångn}} = -5^{\circ}\text{C}$
P22KK	1969	5,75		7,5	
P12KL	1969	3,9		5,1	
P22KM	1969	7,95		10,3	
P12KK	1969	3,3		4,3	
P24KK	-	11,5		15	
P22KL	1969	6,8		8,8	
P22KM	1968	7,95		10,3	
P12KK	1969	3,3		4,3	
P12KK	1969	3,3		4,3	
P22KK	1969	5,75	7,5		
		121,25	162,5		

Alla kylmaskinerna är placerade i ett och samma maskinrum i källaren.

4.4.1 Åtgärdsbeskrivning

Den energisparåtgärd på kylsystemet som planerades och som också har genomförts är tillvaratagande av kondensorvärme från kylmaskinerna till kyl- och frysrummen för att förvärma tappvarmvatten. 15 stycken kylmaskiner, de med drifttider på 12-17 h/dygn, har utnyttjats. Deras sammanlagda kondensoreffekt är 117,5 kW.

Man projekterade först en anläggning med mellanväxlare och slutet system mellan koaxialkondensorer och plattvärmväxlare men beslutade sig sedan för att slopa mellanväxlingen. Installationen skedde i oktober 1982.

Det visade sig att temperaturen i kylmaskinrummet var hög, ca 30°C. För att sänka denna installerade man en gammal kylmaskin med en kondensoreffekt på 15 kW, som tidigare stått oanvänd, som rumsluftkylare. Denna kopplades också in på återvinningssystemet.

För att utjämna variationerna mellan tillgång på kondensorvärme och behov av tappvarmvatten installerades 5 stycken gamla varmvattenberedare som tidigare hade använts på olika ställen inom sjukhuset. Deras sammanlagda volym är 6,3 m³. Man behöver egentligen en större ackumulatorvolym, men man ansåg att kostnaden för att köpa in vattenackumulatörer var för stor och fler gamla fanns inte att tillgå.

I bilaga 24 visas principen för värmeåtervinningen.

4.4.2 Resultat

För att utvärdera resultatet av kondensorvärmeåtervinningen installerades i december 1982 en energimätare som registrerar förvärmningen av tappvarmvattnet. Tyvärr hade temperaturgivarna kopplats felaktigt till integreringsverket vilket inte upptäcktes förrän mätvärdena började utvärderas i slutet på april 1983.

Felet rättades då till och mätaren avlästes därefter dagligen under tre veckors tid.

I tabellen nedan presenteras resultaten

datum	fövärmning av tappvarmvatten (MWh)	vattenmängd (m ³)
22 april 1983		
25	4,7 = 1,6/dag	210,7 = 70,2/dag
26	1,7	86,9
27	1,7	84,2
28	2,0	104,9
29	1,5	77,8
2 maj	4,7 = 1,6/dag	204,9 = 68,3/dag
3	1,9	95,9
4	1,6	78,9
5	1,8	93,3
6	1,7	86,7
9	4,9 = 1,6/dag	223,5 = 74,5/dag
10	1,8	89,8
11	1,9	83,8

Förvärmningen ligger alltså på i genomsnitt 1,7 MWh/dag. Om man kan anta att dessa tre veckor är representativa för hela året uppgår den årliga besparingen till ca 620 MWh eller 140 000 kr i 1983 års energipris.

Man kan tyvärr inte kontrollera denna besparing i form av en minskad fjärrvärmeanvändning för tappvarmvattenberedning. Detta beror på att man nästan samtidigt med kondensorvärmeåtervinningen kopplade en ledning från vattensystemet i köket till ortopedan. Detta gjordes utan projektgruppens kännedom. Detta stick togs efter återvinningen men före varmvattenberedarna i köket och de installerade vattenmätarna. Några nya mätare installerades inte heller i ledningen till ortopedan varför man inte har någon kännedom om hur stor del av det förvärmade vattnet som utnyttjas i ortopedan.

Att man totalt sett har minskat energianvändningen med ca 620 MWh/år genom kondensorvärmeåtervinningen är dock klart.

Installationskostnaden för åtgärden har uppgått till 254 500 kr i 1983 års prisnivå, varför en återbetalningstid på 1,8 år har uppnåtts. Denna åtgärd har alltså gett ett ekonomiskt gynnsamt resultat. Det måste dock påpekas att någon kostnad för vattenackumulatorerna inte är inräknad, eftersom de redan fanns inom anläggningen. Den antagna återbetalningstiden låg på ca 2,1 år varför man har uppnått det önskade ekonomiska resultatet. Man har återvunnit nästan 3 ggr så mycket energi som man förutsatte samtidigt som installationen har blivit lika mycket dyrare.

Genom att installera en rumsluftkylare har man fått som resultat att reglerutrustningen fungerar mycket bättre och säkrare på grund av den lägre rumstemperaturen. Att man dessutom kan tillgodogöra sig kondensorvärmen även från denna gör att detta har varit en ur alla synpunkter positiv installation.

4.5 Maskinutrustning

Den maskinutrustning som finns i Centralköket är framförallt 17 stycken kokgrytor av olika storlek, 2 stora stekugnar och 5 mindre stekbord samt 4 större diskmaskiner, 2 i grovdisken och 2 findisken. Till detta tillkommer diverse utrustning i form av potatisskalningsmaskiner, potatistvätt, mixers, vispar, ugnar, värmebord och tryckkokare.

Dessa utnyttjar energimedia av olika slag, både ånga, värmevatten, el och tappvarmvatten.

Någon uppföljning av denna utrustnings energianvändning har inte gjorts inom ramen för detta projekt.

4.5.1 Åtgärder

För kökets maskinutrustning har två åtgärder genomförts. En diskmaskin i grovdisken har isolerats och en av de större kokgrytorna.

Diskmaskinen kläddes med 4 cm tjocka polyuretanskivor på långsidorna och toppen. Isoleringen täcktes med rostfri plåt.

På samma sätt kläddes en kokgryta, både själva grytan och locket, med 4 cm polyuretan och täcktes med rostfri plåt.

Dessa åtgärder syftar till att minska energianvändningen och till att förbättra komforten i köket genom att man sänker yttemperaturen och därmed reducerar strålning och konvektion från diskmaskinen och kokgrytan.

4.5.2 Resultat

I bilaga 30:2 anges diskmaskinens ytemperaturer före och efter isolering. Man ser här att ytemperaturen var väldigt varierande, före det att man isolerade diskmaskinen, med maxtemperaturer på över 60°C. Efter isoleringen har den blivit mycket jämnare och överstiger lokaltemperaturen med bara några grader. Ytemperaturen har sjunkit i genomsnitt 21°C, från 44 till 23°C. Man har nu också mycket lättare att nå den önskade diskvattentemperaturen på 90°C än man hade tidigare.

Den isolerade ytan är 14 m². Med en antagen lokaltemperatur på 20°C erhålles en reduktion av strålnings- och konvektionsförlusterna från diskmaskinen på knappt 10 kW. Med en drifttid på 6,5 h/dygn, 365 dygn/år erhålles en energibesparing på 24 000 kWh/år eller en energikostnadsbesparing på ca 5 400 kr/år.

Installationskostnaden var 1980 15 000 kr vilket är ca 20 000 kr i 1983 års kostnadsnivå. Återbetalningstiden har alltså blivit ca 4 år.

Det bästa resultatet har dock erhållits i form av den förbättrade komforten man fått i grovköket i form av lägre värmestrålning och -konvektion från diskmaskinen samt den lägre ljudnivån.

Någon uppmätning av kokgrytans ytemperatur före och efter isolering har inte gjorts. Man kan dock anta att besparingen per m² isolerad yta har blivit ungefär densamma. Installationskostnaden i 1980 års prisnivå var 3 500 kr vilket ger ungefär samma m²-pris som för diskmaskinen. Man har mycket lättare att nå dekontamineringstemperaturen, alltså 85°C under 14 sekunder på maten som kokas, i den isolerade kokgrytan idag än man hade tidigare.

Enligt uppgift från projektledaren, Sven Andersson, behövde man inte installera en planerad kylanläggning för ca 200 000 kr när man hade isolerat denna utrustning på grund av att lokaltemperaturen sjönk sommartid. Denna sänkning orsakades av en sänkt ytemperatur.

5. KOMFORTFÖRBÄTTRANDE ÅTGÄRDER

5.1 Metod för kontroll av inneklimatet

Mätningarna i föreliggande projekt har framför allt koncentrerats till de arbetsplatser där arbetstagarna huvudsakligen befinner sig, men även till de platser där personalen har framfört speciella synpunkter. Temperaturmätningarna har utförts på 3 nivåer, 0.1, 1.2, och 1.8 m över golv för att utvärdera om det existerar någon temperaturgradient.

Yttertemperaturen har mätts på golv, fönster, ytterväggar, kyldörrar, heta ytor, exempelvis diskmaskiner, etc, eller på de platser där en anmärkningsvärd yttertemperatur överhuvudtaget kan misstänkas.

Mätpunkter där lufthastigheter har uppmätts har dels valts efter de platser där höga lufthastigheter ofta uppträder, exempelvis vid fönster, tilluftsdon, överluftsdon, dörrar etc, dels där personalen har framfört synpunkter på drag.

Som hjälpmedel för att hitta dragiga passager har rökflaskor innehållande titantetraklorid utnyttjats. Lufthastigheten har alltid uppmätts på arbetsplatsen.

Ett litet antal bullermätningar har utförts i de lokaler som ansetts kraftigast belastade och där klagomålen angående buller varit mest frekventa. Personalen har även framfört önskemål om mätning av infraljud.

Vid bedömning av risk för hörselskador har arbetarskyddsstyrelsens anvisningar nr 110 använts. I dessa påpekas att planering av lokaler skall inriktas på att det buller för vilket arbetstagaren exponeras för kommer att underskrida 85 dB(A) rel 20 Pa under en arbetsdag. Vid högre bullerexponering finns risk för hörselskada. Vidare har mätningar gjorts för att klarlägga om det finns störande infraljud orsakat av ventilationsfläktarna. I arbetarskyddsstyrelsens anvisningar nr 110:1 gäller gränsvärdet 110 dB rel 20 Pa i frekvensområde 2 - 20 Hz.

Vid mätningarna har använts precisionsljudnivåmätare typ 2209, med tillhörande skrivare 2206 för mätning av den ekvivalenta ljudnivån. Till infraljudmätningarna används filter 5742. Samtliga instrument är av Brüel & Kjaers fabrikat.

5.2 Mätresultat

Mätdata från de olika arbetsplatserna redovisas i bilagorna 25 - 33. Två mätomgångar är redovisade, en från juli - augusti 1981 och en från januari - februari 1982. Redovisningen avser lufttemperatur, operativ temperatur, relativ luftfuktighet och lufthastighet samt yttertemperatur i de fall de anses som anmärkningsvärda.

Mätningarna är gjorda på samma ställen på de olika arbetsplatserna vid de båda mätperioderna om inte någon förändring har inträffat som motiverar att mätpunkten bör flyttas.

I bilagorna redovisas även personalens synpunkter på den aktuella arbetsplatsen som framkom vid intervjuundersökningen.

5.3 Åtgärdsförslag

Det totala klimatet som påverkar människan i arbetsmiljön är sammansatt av en mängd faktorer, fysikaliska, medicinska etc. En förändring av någon eller några faktorer kan få negativa följdverkningar på några andra områden. Det är därför viktigt att se åtgärderna i en helhet och noga följa upp de olika åtgärderna. De redan rekommenderade åtgärderna bör naturligtvis ske i nära samarbete med den berörda personalen.

Med stöd av de två mätningssomgångarna, sommar- och vinterförhållanden och samtal med personalen, rekommenderas följande förändringar för att förbättra inomhusklimatet på de olika arbetsplatserna.

Några prioriteringar och kostnadsaspekter har ej invänts i de föreslagna åtgärderna.

Rensningsavdelning

Rensseriet var den arbetsplats i källaren som var mest utsatt för kritik. Mätningar ger belägg för drag och låga temperaturer, särskilt under vinterhalvåret.

Arbetets art gör att produkter forslas ut och in i olika kylförvaringsrum, vilka håller en låg temperatur. Genom att minska onödigt läckage från dessa utrymmen kan temperaturen i lokalen höjas något. Detta kan ske genom att dörrarna tätas och förses med en gummilist. Härigenom elimineras också det arbetsmiljöproblem som golvdraget innebär.

Genom att helt bygga in tvättrummet där potatisen sköljes elimineras den kyla och det drag som uppstår. Då skulle man också få bort det kalla vattnet ifrån golvet som också bidrager till att sänka temperaturen i lokalen.

Framledningstemperaturen till de befintliga radiatorerna bör ökas, alternativt bör några nya radiatorer installeras.

Förberedning

I denna lokal förbereds de matvaror som sedan används vid tillagningen.

Problemet vid dessa arbetsplatser är drag. Detta härrör dels ifrån de inblåsningdon som är placerade på arbetsplatsen, dels från varumottagningen som ligger i anslutning till lokalen. En mindre del kommer från hissen och kylrummen. Drag och kyla från varumottagningen är mest besvärande under den kalla årstiden.

Några av arbetsplatserna är belägna rakt under inblåsningdonen. Personalen får drag över hals och axlar med efterföljande muskelvärk. Dessa problem är ej beroende av årstiden utan dyker upp regelbundet.

Genom att installera en luftsluss vid lastkajen skulle under vinterhalvåret den kalla uteluften hindras att komma in i lokalen vid inlastning av matvaror. En gummitröskel monteras på dörren mellan varumottagningen och förberedelserummet.

Inblåsningdonen bör justeras så att kastlängden blir längre för att undvika drag på de arbetsplatser som är placerade i donens närhet.

På kylrumsdörrarna monteras gummitrösklar för att minska golvdraget av kall luft in i lokalen.

Kallskänk

Personalen på denna arbetsplats, vilka till största delen bestod av äldre personer, anmärkte på den låga temperaturen under vinterhalvåret. Vidare påpekade man att det var dragit i hela lokalen.

Drag uppstod dels från kylförråden genom att det var stora springor mellan dörrarna och golvet. En gummitröskel på dörrarna skulle i hög grad minska detta drag som också bidrar till att sänka temperaturen i lokalen.

Inblåsningssdonen, vilka sitter på långväggen, justeras in så att inte inblåsningssluffen sveper ner över arbetsbänkarna där personalen finns. Vidare kan man minska luftflödena i tilluften.

Radiatorer bör installeras i lokalen.

Koksektion

I denna lokal finns ett flertal arbetsplatser. Lokalen som helhet anses varm av all matlagning. Vid de stora kokgrytorna närmast fönstret samt vid arbetsbänken uppstår drag från tilluftsdonen som går över kokgrytorna.

Kondens bildas i taket då ånga från kokgrytorna blandas med den kallare tilluften.

Den bildade kondensen droppar ner på personalen som arbetar vid grytorna. Både drag och kondensbildning är mest markant vid de kokgrytor som är närmast stekugnen.

Ångorna från kokkärlen bör inte tillåtas att spridas i lokalen utan ska samlas upp i direkt anslutning till matlagningen. Detta kan ske genom att en imkåpa installeras över kokkärlen där frånluftsdonen monteras.

Samma konstruktion bör gälla för de två arbetsplatser där specialmat lagas till enstaka patienter. Även vid de tre stekplattorna bör någon form av punktutsg monterats.

Tryckkokarna bygger man in för att slippa ångutsläpp och buller.

I ett första skede justeras tilluftsdonet över kokkärlen så att draget minimeras. För att minska yttemperatur och strålningsvärme och på så sätt få ner temperaturen i lokalen isoleras resten av kokgrytorna. Hänsyn måste då tas till att locken inte får bli för tunga att lyfta med en hand så att arbetet försvåras med matlagningen.

Grovdisk

Arbetsplatsen kännetecknas av hög temperatur och hög fuktighet.

På arbetsplatsen finns två stycken tilluftsdon. Utsugning sker genom de två diskmaskinerna som finns på arbetsplatsen.

Befintlig ventilation är för liten för att hålla temperatur och relativ luftfuktighet på en rimlig nivå.

Genom att öka utsugningen i lokalen och då helst i nära anslutning till de två diskmaskinerna kan man åstadkomma att ånga och varm luft från diskmaskinerna ej sprids ut i övriga lokaler. Isolering av diskmaskinen har sänkt yttemperaturen betydligt.

Findisk

Lokalen är betydligt större än grovdysken vilket medför att temperaturen och relativa luftfuktigheten inte stiger till samma höga nivå som i grovdysken.

Utsugning sker på sex ställen i lokalen. Utsugning sker också i de två diskmaskinerna. För att ytterligare blanda om luften har tre stycken fläktar monterats i taket. Personalen kan själv reglera dessa. Den äldre delen av personalen upplever att fläktarna orsakar drag med efterföljande värk i axlar, de yngre tycker att det fläktar skönt.

Endast ett fönster är idag öppningsbart och det beroende på att den tjänstgör som nödutgång.

Genom att göra flera fönster öppningsbara kan personalen på ett mer aktivt sätt påverka sin arbetsmiljö.

Brickdukning

Arbetet sker vid tre band. Under delar av sommaren är normalt endast två band igång.

Dukning sker vid ett antal stationer vid bandet. Ett kort medföljer brickan och ger information om vad patienten ska ha för mat.

Under de måltider då det serveras varm mat kan vissa arbetsplatser vid bandet uppvisa hög lufttemperatur samt hög strålningstemperatur, pga höga yttemperaturer. Dessa problem är svåra att lösa med ventilation utan att samtidigt kyla ner den mat som serveras. De höga yttemperaturerna åtgärdas bäst genom isolering av förvaringskärlen.

En ytterligare påfrestning på personalen förutom temperaturen är den stillastående ställningen. Genom att installera någon typ av stöd, typ "ståpallar" kan personalen byta ställning och påfrestningarna på kroppen reduceras.

En ordentlig undersökning av ljusförhållandena bör göras på arbetsplatsen.

Matsalen

Under vintermätningar och då särskilt under lunchtid var det ett stort övertryck i matsalen, vilket åstadkom ett kraftigt drag genom ingångsdörren från hallen. Vid denna tid sker även försäljning av matkuponger.

Försäljningsstället består av en kur med öppet tak. Ett drag uppstår från kurtaket och ut genom luckan. För att eliminera draget bör tillufts- och frånluftsdon justeras så övertrycket i matsalen elimineras. Vid beräkning av luftmängder bör hänsyn tas till ökat antal personer under lunchtid. Ett särskilt problem är att rökare och icke rökare äter i samma matsal. Ventilationen måste vara tillräcklig så att icke-rökarna inte får obehag av tobaksröken.

Genom att lägga på ett perforerat tak på kuren för försäljningen av matkuponger, kommer draget att reduceras.

Kontorslokaler

Kontorslokaler finns dels vid produktionen i köket, dels i anslutning till lastkajen. Flertalet av arbetsmomenten i dessa lokaler är stillasittande

arbete. Denna personal är därför mycket känslig för variationer i temperatur och lufthastighet.

Flera kontorsarbetsplatser har iordningställt genom att väggar har flyttats för att öka kontorsutrymmena. Nya kontorsplatser har tillkommit eller flyttats in i större lokaler. Detta har medfört att personal har placerats olämpligt i förhållande till radiatorer och till- och frånluftsdon.

Kontoren som ligger i anslutning till lastkajen är känsliga för golvdrag. Dörrarna är ofta öppna. Problemet blir särskilt svårt under vinterhalvåret. En installation av luftsluss skulle minska detta obehag avsevärt.

En genomgång bör göras av de olika kontorens ventilationsbehov och därvid också en justering av luftflödena så att drag ej uppstår på g a för långa eller för korta kastlängder.

Radiatorernas antal och framledningstemperatur injusteras med hänsyn till kontorslokalens läge och arbetets utformning.

Personalutrymmen

De flesta klagomål gällde den låga temperaturen och drag i omklädningsrummet. Besvärligast är det under den kalla årstiden och då speciellt för den personal som börjar tidigt på morgonen. Uppehållsrummet anses som kallt och vid vissa platser upplevs kallras från tilluftsdonet.

Ventilationen bör behovsanpassas och tilluftsdonen injusteras så att dragproblemen försvinner. Eventuellt krävs en eftervärmning av tilluft-en.

Temperaturen i omklädningsrummet bör ökas. Om nattsänkning av temperaturen tillämpas bör lokalerna värmas upp så tidigt att luft och inredning, väggar etc är uppvärmda då den första personalen kommer på morgonen.

Att lokalen och inte bara luften, är uppvärmd är viktigt eftersom en naken hud är mycket känslig för strålningsförluster.

I uppehållsrummet justeras temperatur och luftflöde så att en acceptabel komfort kan uppnås för personalen.

Buller

Den bidragande orsaken till den höga ljudnivån i lokalerna är efterklangstiden. Ur hygienisk synpunkt är lokalen täckt av material som ej absorberar ljudvågorna utan reflekterar dem vidare.

De höga peak-värdena som härrör sig från hanteringen av kärl och porslin är svåra att förebygga. Avgörande för peak-värdena är personalens sätt att hantera materialet. I praktiken blir det dock svårt att minska dessa då arbetets art gör att man inte alltid kan, eller har tid att hantera materialet varsamt.

Inom och mellan de olika avdelningarna sker transporten huvudsakligen med olika sorters kärror, vilket bidrar till den höga ljudnivån.

Att åtgärda och minska efterklangstiden i lokalerna kräver stora ingrepp och ombyggnader, som t ex luftljudsabsorbenten i taket. Förbättringar sker genom att arbetsbänkar och kärror förses med stomljusdämpande

material. Detta kan fästas på undersidan av arbetsbänkar och transportkärror. Vid val av dämpande material måste hänsyn tas till de hygieniska kraven.

Hjulen på transportkärorna bör ersättas med nya som bättre tar upp stötarna ifrån skarvarna på kakelgolvet.

Tryckkokarna i koksektionen bygges in och ljudisolerats.

5.4 Resultat

Endast ett fåtal enkla komfortförbättrande åtgärder har genomförts under projektets gång. I mars 1983, precis före projektets slutförande, justerades inblåsningdonen och man ökade lokaltemperaturen i kallskänken. Dessutom justerade man temperaturen och luftflödena i de olika kontorslokalerna. Eftersom detta är åtgärder som främst syftar till att förbättra komforten under vinterhalvåret har dessa inte kunnat utvärderas.

I matsalen, där man hade ett kraftigt undertryck och därmed dragproblem, drog man ner till- och frånluftslödet för att försöka åtgärda dessa problem. Dragproblemen försvann men man fick i stället problem med att rökarna störde övriga matgäster. Man fick därför övergå till ett något högre flöde igen, dock ej så högt som utgångslödet.

6. SAMMANFATTANDE RESULTAT

Genom att jämföra den årliga fjärrvärmeanvändningen för köket sedan 1979 ges en uppfattning om vilket resultat energisparprojektet har gett. Några sparåtgärder har inte genomförts på ång- eller elsystemet varför det räcker att analysera fjärrvärmeanvändningen.

	fjärrvärmeanvändning, verklig (MWh)	andel för tappvarm- vattenberedning, (MWh)	utetemperatur korrigerad fjärr- värmeanvändning (MWh)
1979	4620	2480	4410
1980	3785	2000	3670
1981	3660	1000	3680
1982	2659	1000	2760

Detta visar att man har minskat energianvändningen med 37 % på 3 år. Dessa siffror baserar sig på Energiverkens mätare.

Det mest slående är att man mellan 1979 och 1980 minskade energianvändningen med 740 MWh. De åtgärder som då genomfördes var alla mycket enkla och billiga. De gick huvudsakligen ut på att man trimmade in systemet och bytte ut trasiga komponenter.

Hela styr- och reglersystemet var före intrimningen ganska okänsligt. Denna besparing innebär i 1983 års energipris en energikostnadsbesparing på 160 000 kr/år och har knappast kostat något alls.

De mer investeringskrävande åtgärderna som har genomförts har vid samma energipris gett en energikostnadsbesparing på ca 200 000 kr/år. Investeringskostnaden för alla åtgärderna har sammanlagt uppgått till 1,3 milj kr vilket ger en återbetalningstid, sammanlagt, på 3,5 år.

Man bör dock analysera varje åtgärd för sig, om det är möjligt, för att få reda på vilka av åtgärderna som verkligen gav ett gott ekonomiskt resultat och vilka som inte gjorde det, speciellt för att kunna applicera de bra åtgärderna på andra anläggningar.

Det är då helt tydligt att vad man bör genomföra först och främst är de åtgärder som man inom köket genomförde först, nämligen enkla åtgärder som syftar till att minska ett rent slöseri med energi. I detta sammanhanget är det också av vikt att påpeka att en informationskampanj för personalen, som syftar till att göra dem medvetna om vilka möjligheter de har att påverka energianvändningen, kan ge mycket goda resultat.

Av resultatet av de åtgärder som har genomförts inom ramen för Byggforskningsprojektet kan man först och främst utläsa följande:

- Installationen av batterivärmeväxlare i ventilationssystemet var en oekonomisk åtgärd. Den verkliga återbetalningstiden blev 9,7 år. Anledningen till denna långa återbetalningstid är dels att installationen blev dyr, dyrare än beräknat, dels att man inte hade möjlighet att forcera frånluftsflödet under mätperioden.
- Utnyttjningen av kylmaskinernas kondensorvärme för förvärmning av tappvarmvatten har gett goda resultat. Installationen har blivit tre gånger dyrare än vad man räknade med men man har å andra sidan återvunnit tre gånger mer energi också. En återbetalningstid på 1,8 år har erhållits vilket ligger väl inom ramen för de krav på återbetalningstider som man har på Malmö Sjukvårdsförvaltning, nämligen 5 år.

- Installationen av termostatventiler på radiatorerna har gjort att man trots inkoppling av ytterligare ett 20-tal radiatorer inte har fått en ökning av radiatorernas energianvändning.
- Man har inte kunnat urskilja någon vattenbesparing vid installation av snålspolande blandare. Det är heller inte troligt att man skulle kunna göra det eftersom tappvarmvattenförbrukningen för hygienändamål, där sparblandarna har installerats, bara är en ringa del av den totala tappvarmvattenförbrukningen.
- Man har fått en stadig ökning av energin för uppvärmning av ventilationsluft det senaste året. Inte heller en reducering av luftflödena den senaste månaden gav någon minskning. Detta har gjort att man trots installation av batterivärmeväxlare, som i sig gav en besparing på 355 MWh/år, har fått en ökning av energianvändningen med ca 50 MWh/år sedan denna installation.

Någon förklaring till detta har inte erhållits. Det är dock troligt att man har ändrat inblåsningstemperaturer, drifttider eller reglerfunktioner utan att ha noterat detta.

- Man har fått en ökning av värmesystemets energianvändning på grund av att golvvärmeslingornas energianvändning har fyrdubblats det senaste året. Inte heller till detta har erhållits någon förklaring. Det kan dock vara så att man tidigare haft delar av golvvärmeslingorna avstängda och sedan kopplat in dem igen eller också för detta systemet ändrat reglerfunktioner eller framledningstemperaturer.
- De åtgärder som man inte har kunnat kontrollera resultatet av för var och en, t ex översyn av styrutrustning, fönstertätning och isole-ring av värmeavgivande apparater har sammanlagt gett en energibesparing på ca 400 MWh mellan 1981 och 1982. Man återkommer alltså till att det är de enkla åtgärderna som ger de bästa resultaten.

7. FÖRSLAG TILL FÖRBÄTTRINGAR

Man har inom projektets ram utgått från den befintliga utrustningen i köket och försökt minska energianvändningen på ett ekonomiskt sätt genom att göra smärre förändringar och kompletteringar för denna.

Ett sätt att ytterligare effektivisera energianvändningen i köket är att utnyttja energisnålare och effektivare utrustning i form av t ex ny diskutrustning, kokgrytor och stekbord.

Det har skett en del förbättringar med denna typen av utrustning de senaste åren, och sker fortfarande, både ur energi- och miljösynpunkt.

Att börja med enkla sparåtgärder och sedan genomföra något mer investeringskrävande åtgärder, som man har gjort på Centralköket, är dock helt korrekt. De enkla sparåtgärderna som syftar till att minska ett rent slöseri med energi skall alltid genomföras först av allt eftersom de ger korta återbetalningstider och inte begränsar det fortsatta energispararbetet på anläggningen.

För att få bättre resultat av projektet och framförallt för att få säkrare information om resultatet av genomförda åtgärder kunde projektet förbättrats på en del punkter.

- Innan man började genomföra de enkla sparåtgärderna borde man gjort en energiinventering av köket och dess installationer och upprättat en energibalans. Man hade då haft ett utgångsmaterial att jämföra med efter det att man börjat genomföra energibesparande åtgärder.

- Alla mätvärden från de installerade energimätarna borde utvärderats efter hand i stället för efter projektets slut, som nu har skett. Man hade då haft möjlighet att genast kontrollera osäkerheter i mätvärdena och åtgärda felaktigheter. Om mätvärdena hade utvärderats efter hand hade man genast funnit att motorventilen i återvinningskretsen hade fastnat i stängt läge så att energiinnehållet i frånluften inte utnyttjades. Likaså hade man snabbt noterat att mätarna i VVC-kretsarna periodvis inte fungerade och hade kunnat åtgärda detta före projektets avslutande.

Ett flertal resultat har inom projektets ram inte kunnat förklaras, t ex varför golvvärmens energianvändning har 4-dubblats medan fregertakets har reducerats betydligt och varför energibehovet för uppvärmning av ventilationsluft har ökat stadigt sedan april 1982. Det är troligt att man hade kunnat hitta förklaringar även för detta om utvärderingen hade gjorts löpande.

- Varje energibesparande åtgärd skulle mera i detalj bedömts ur energi- och kostnadssynpunkt vid projektstart och även prioriterats. Då hade man upptäckt att installation av batterivärmeväxlare i TA-11:s system ej uppfyllde de ekonomiska krav som Malmö Kommun ställer på energisparåtgärder.

Man hade då också insett att det inte skulle gå att ändra uppvärmningsprincip för det 90^o-iga tappvarmvattnet förrän man hade sparat så mycket 50^o-igt att man bara behövde en VVX för denna produktion.

Ett handlingsprogram hade varit värdefullt att arbeta efter som anger i vilken ordning åtgärderna skulle genomföras, prioriterade ur ekonomisk synpunkt, och när.

- Man skulle inte kopplat in en ledning för distribution av förvärrat tappvarmvatten till ortopedien utan att samtidigt installera en

vatten- och värmemängdsmätare i ledningen som anger hur stor del som utnyttjas av denna avdelning. Detta har utförts av driftspersonal utan projektgruppens vetskap.

- Det hade varit en fördel om man hade kunnat registrera hur mycket energi som används av TA-11:s eftervärmare. Nu kan man inte definiera energiverkningsgraden på ett korrekt sätt och vet heller inte hur mycket energi, totalt sett, som utnyttjas av TA-11. Det finns ett stort antal eftervärmare och man kan inte via bara en värmemängdsmätare registrera energianvändningen för TA-11:s eftervärmare, varför denna mätning skulle bli kostsam.

8. JÄMFÖRELSE AV ENERGIANVÄNDNING I OLIKA SJUKHUSKÖK

Likartade anläggningars energianvändning brukar jämföras med hjälp av specifika energital. Ett lämpligt mått för jämförelse av olika storkök bör vara årlig total energianvändning per årligt antal lagade portioner. Med total energianvändning avses här både el- och värmeenergianvändning i såväl köksapparater som lokaluppvärmningsanläggning.

Centralköket vid Malmö Allmänna Sjukhus använde under 1982 3 300 MWh el- och värmeenergi och lagade under samma tid 1 905 250 portioner. Kökets specifika energital var därmed 1,73 kWh/portion under 1982. Motsvarande energital för sjukhusköken i Lund, Trelleborg, Ystad och Landskrona har sammanställts av J Rosendahl vid Malmöhus läns landsting. Dessa siffror gäller för 1980 och presenteras tillsammans med den vid 1980 bedömda sparpotentialen i tabellen nedan.

	antal lagade portioner	specifikt energital kWh/portion	bedömd sparpotential
Lund	2 500 000	2,2	30 %
Trelleborg	500 000	2,3	40 %
Ystad	515 000	3,4	38 %
Landskrona	550 000	2,7	14 %

Om dessa sparpotentialer har uppnåtts har inte kunnat utvärderas inom ramen för detta projekt. Om de har gjort det uppgår de specifika energitalen till 1,4 - 2,3 kWh/portion, 1,8 kWh/portion genomsnitt.

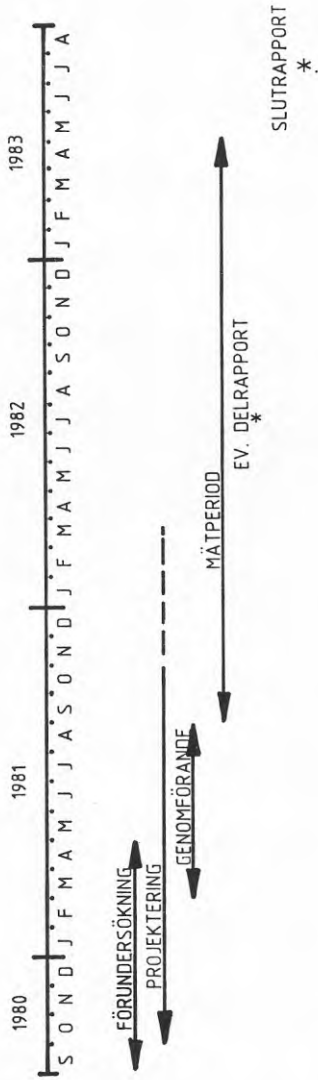
Enligt uppgift från projektledaren, Sven Andersson, låg det specifika energitalet på i genomsnitt 3-3,5 kWh/portion 1981 för landstingsköken i landet. Denna siffra har erhållits vid diskussioner med SPRI samt representanter för 5 stycken landstingskök. Dessa siffror har dock inte heller kunnat kontrolleras inom ramen för projektet.

För de kök som inte har genomfört några energibesparande åtgärder är troligtvis sparpotentialerna stora.

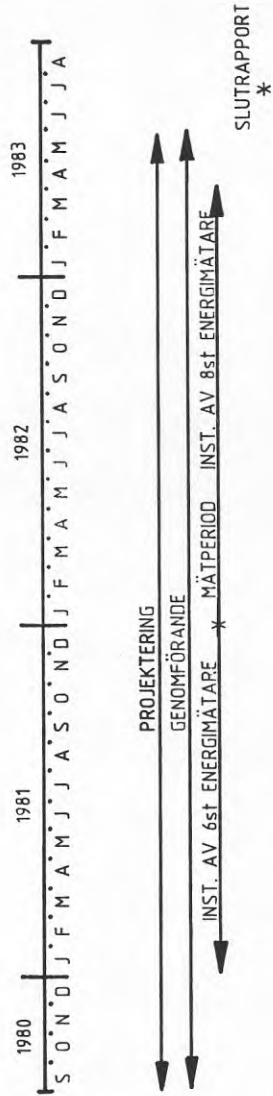
Enligt "Storhushållen 1981" av ISR, Institutet för Storhushåll, lagades 1981 120 milj. måltider per år inom sjukvården. Om man kan anta att dessa ligger på en genomsnittlig energianvändning på 3 kWh/portion, alltså bara har genomfört ett fåtal sparåtgärder, och att de kan nå samma resultat som Centralköket på Malmö Allmänna Sjukhus, alltså 1,73 kWh/portion, är den totala sparpotentialen för dessa kök 150 GWh/år. Med ett energipris på 22,5 öre/kWh innebär detta en sparpotential på över 30 milj. kr/år.

PROJEKTETS TIDPLAN

TIDPLAN - PLANERAD

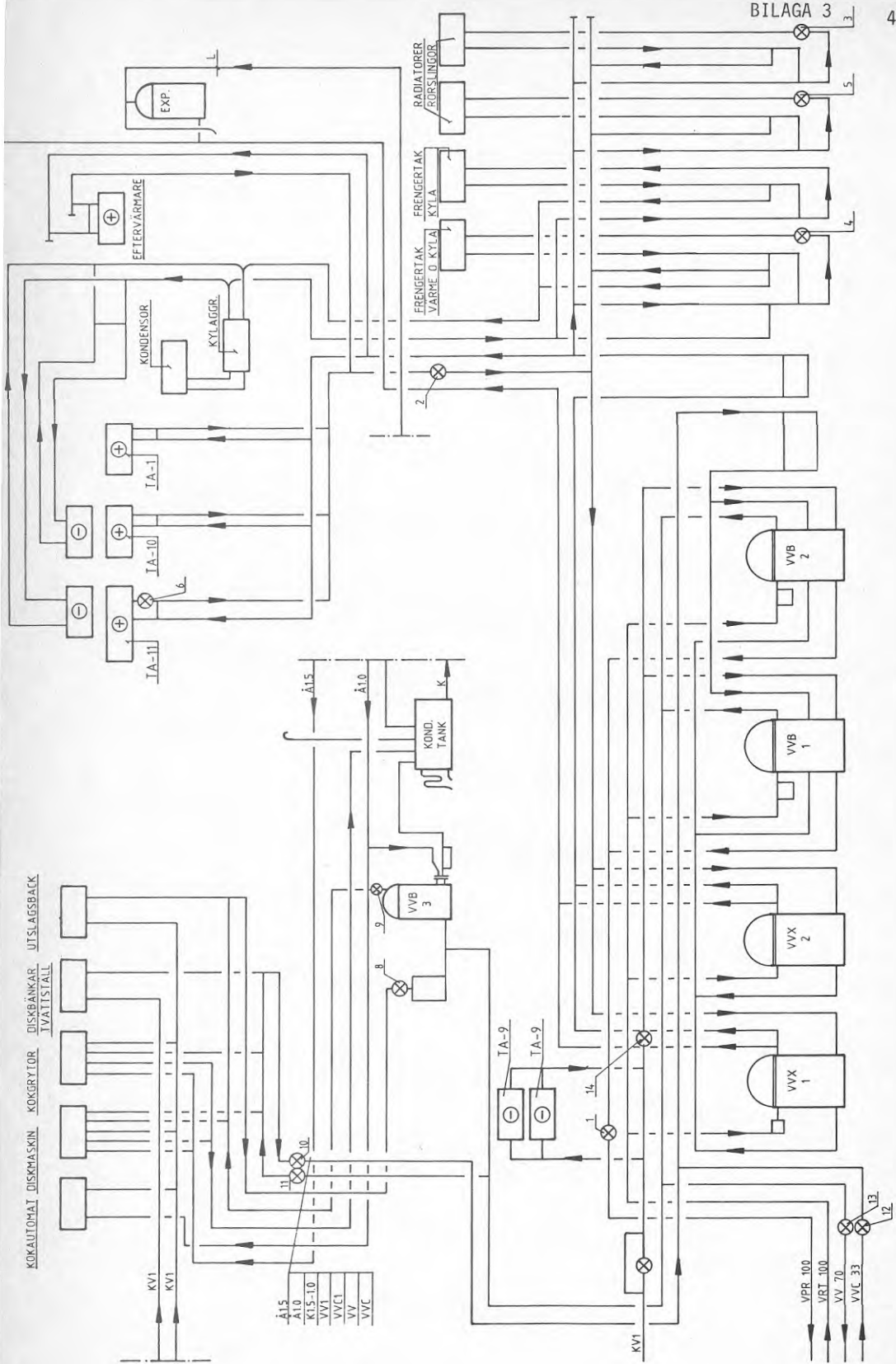


TIDPLAN - VERKLIG

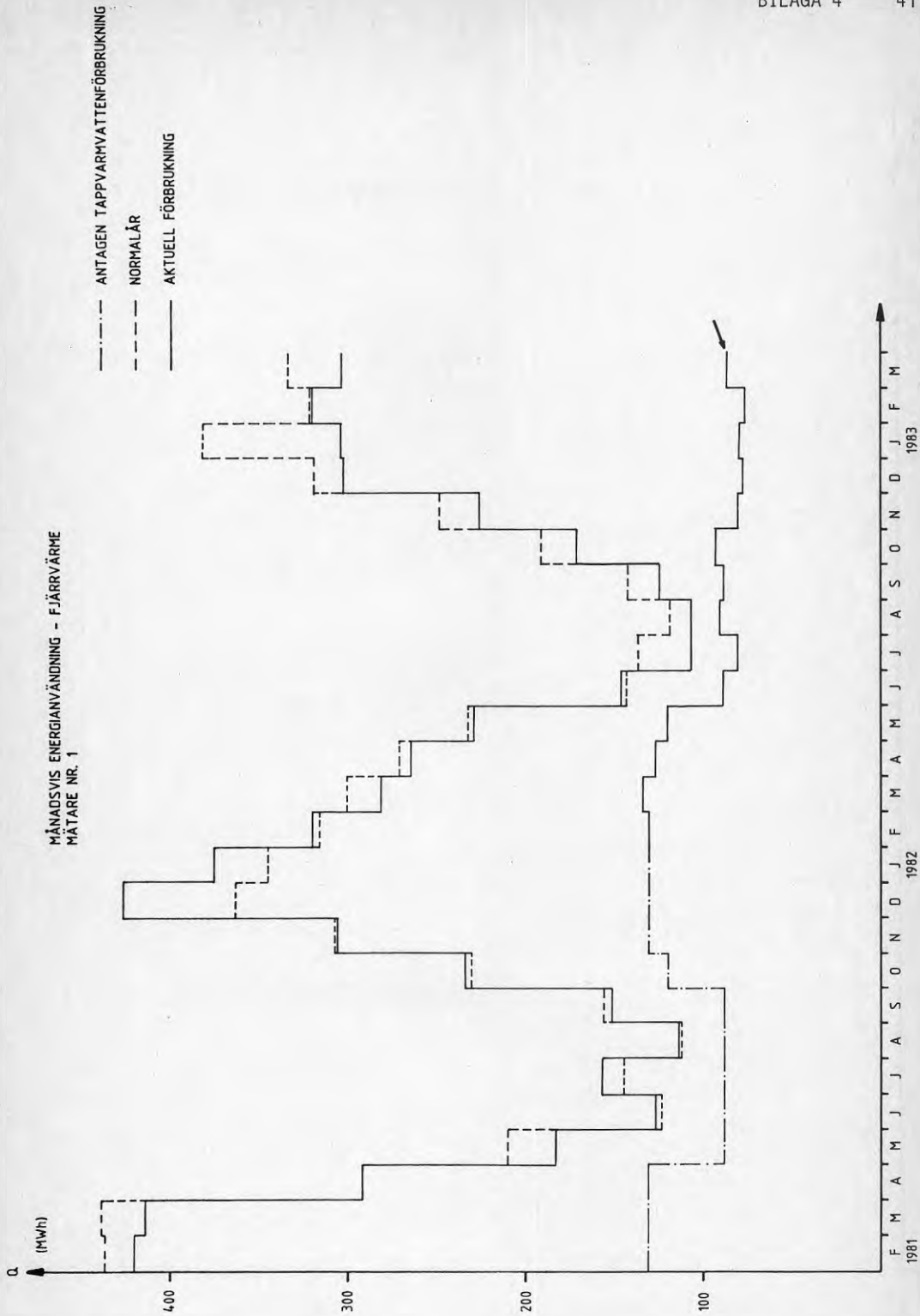


Antagen energibesparing, kostnad och pay-off-tid för de planerade åtgärderna

<u>Åtgärd</u>	Investering (kr)	Besparing (MWh/år)	Pay-off-tid vid 15 öre/ kWh (år)
1. Luftbehandling			
- batterivärmeväxling	500 000	600	5,6
- reducereing av luftflöde, injustering	40 000	90	3,0
- översyn av styrutrustning	20 000	50	2,7
- fönstertätning	10 000	50	1,3
2. Värmesystem			
- injustering och temperatursänkning	15 000	50	2,0
- översyn av styrutrustning	10 000	20	3,3
- termostatventiler	15 000	15	6,7
3. Tappvarmvatten			
- injustering och sparblandare	10 000	50	1,3
- översyn av styrutrustning	5 000	20	1,7
- ändring av uppvärmningsprincip för tappvarmvatten 90°C från ånga till fjärrvärme	35 000	210	1,1
4. Kylanläggning			
- tillvaratagande av kondensorvärme från kylmaskiner	70 000	220	2,1
5. Maskinutrustning			
- isolering av värmeavgivande apparater	60 000	100	4,0

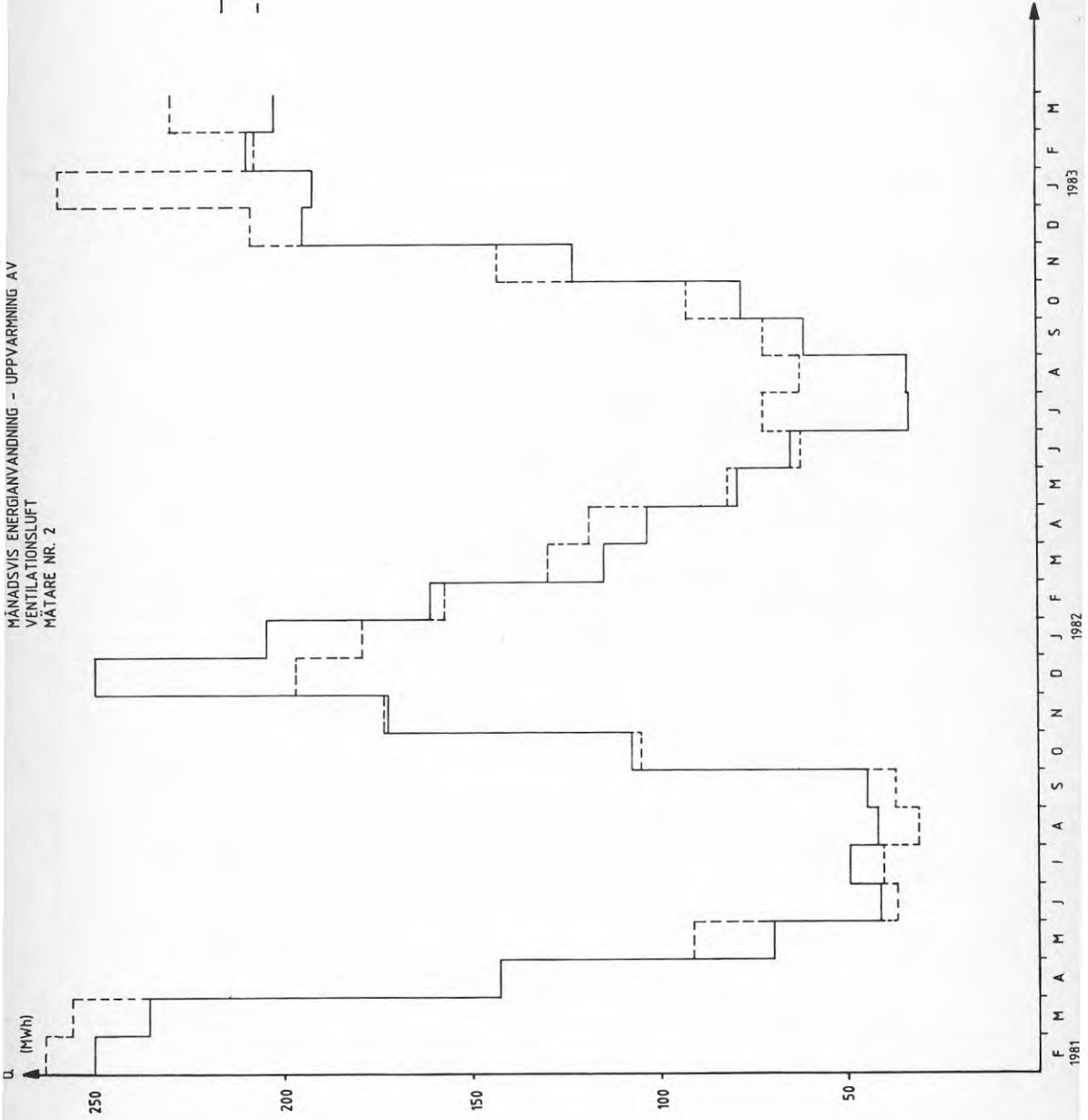


MÅNADSVIS ENERGIANVÄNDNING - FJÄRRVÄRME
MÄTARE NR. 1



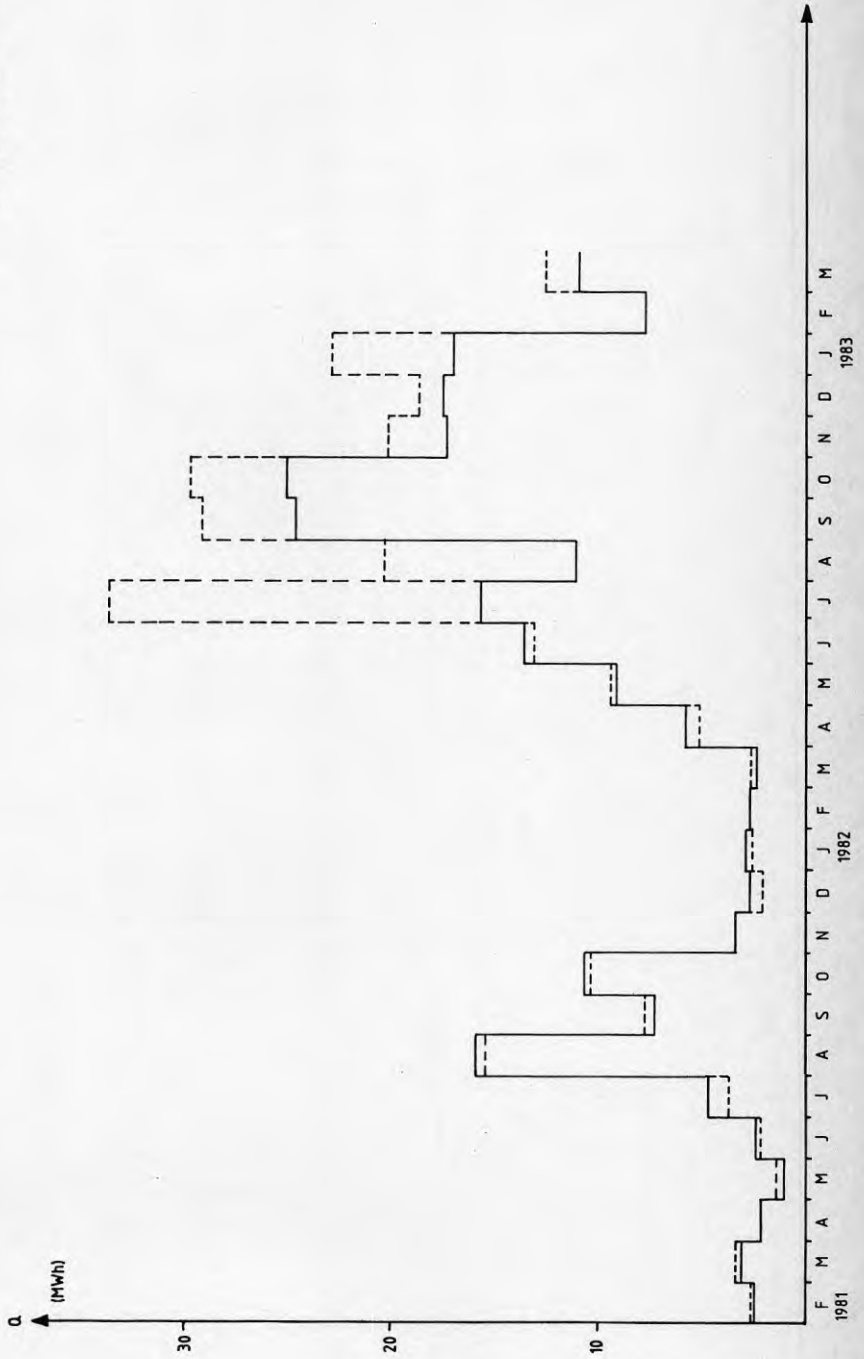
MÅNADSVIS ENERGIANVÄNDNING - UPPVÄRMNING AV
VENTILATIONSLUFT
MÅTARE NR. 2

— NORMALÅR
- - - AKTUELL FÖRBRUKNING



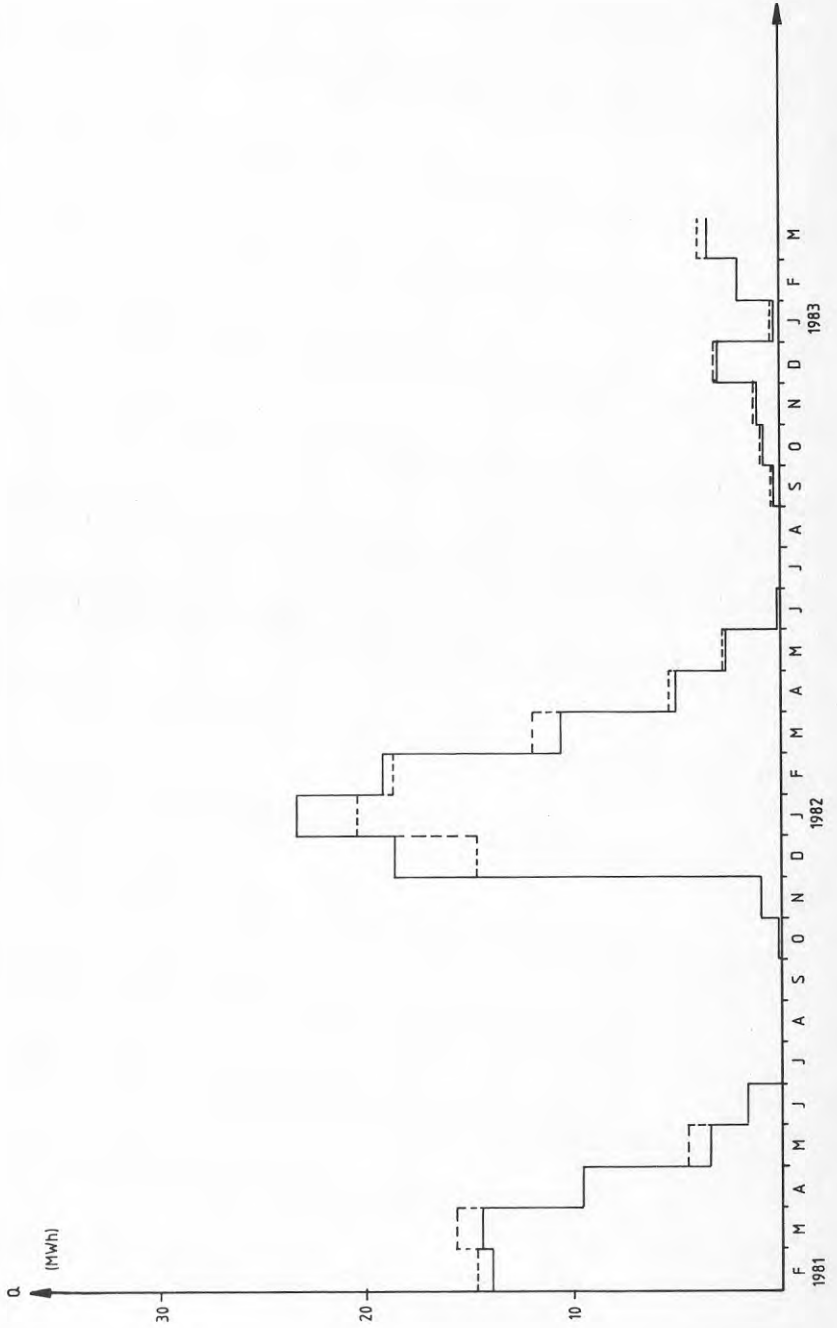
MÅNADSVIS ENERGIANVÄNDNING - GOLVSLINGOR
MÅTARE NR. 3

--- NORMALÅR
— AKTUELL FÖRBRUKNING

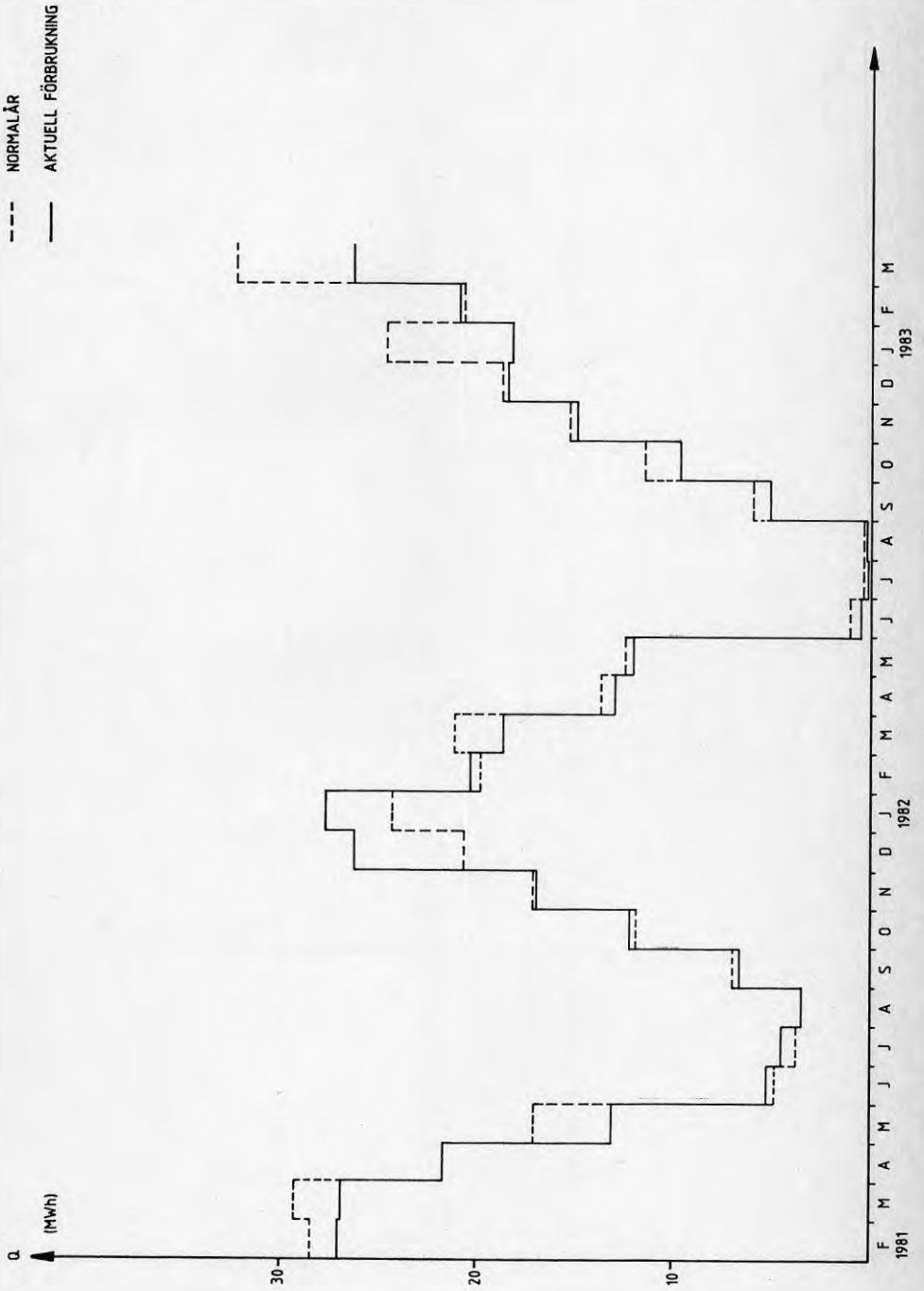


MÅNADSVIS ENERGIANVÄNDNING - FRENGERTAK
MÄTARE NR. 4.

--- NORMALÅR
— AKTUELL FÖRBRUKNING



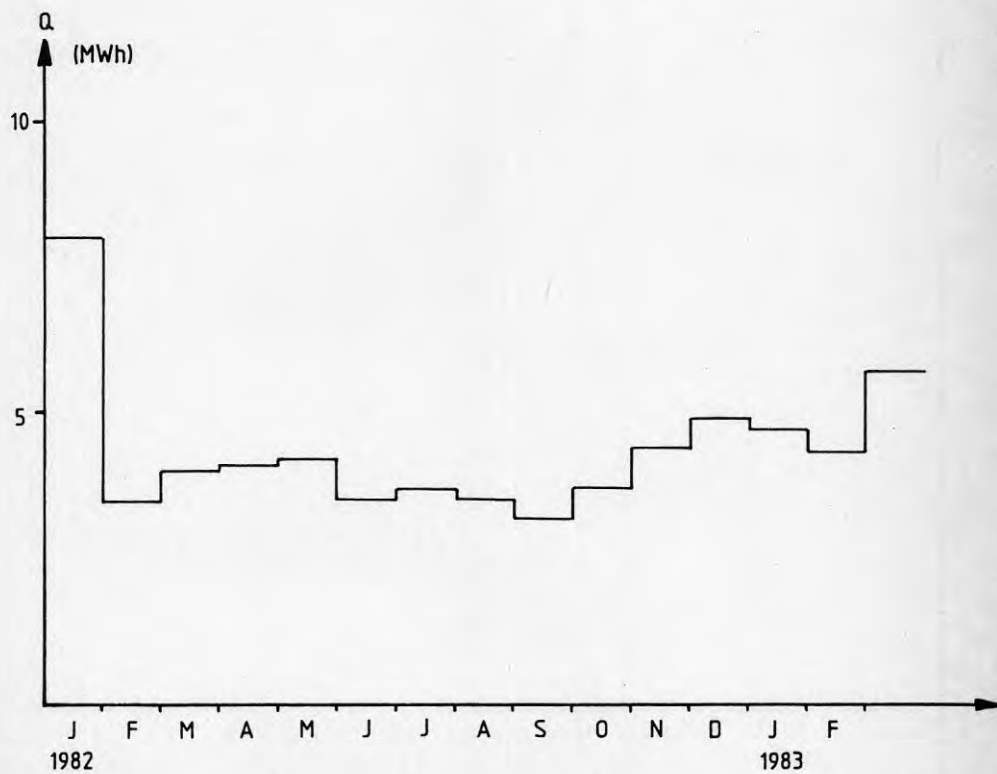
MÅNADSVIS ENERGIANVÄNDNING - RADIATORER
MÄTARE NR. 5

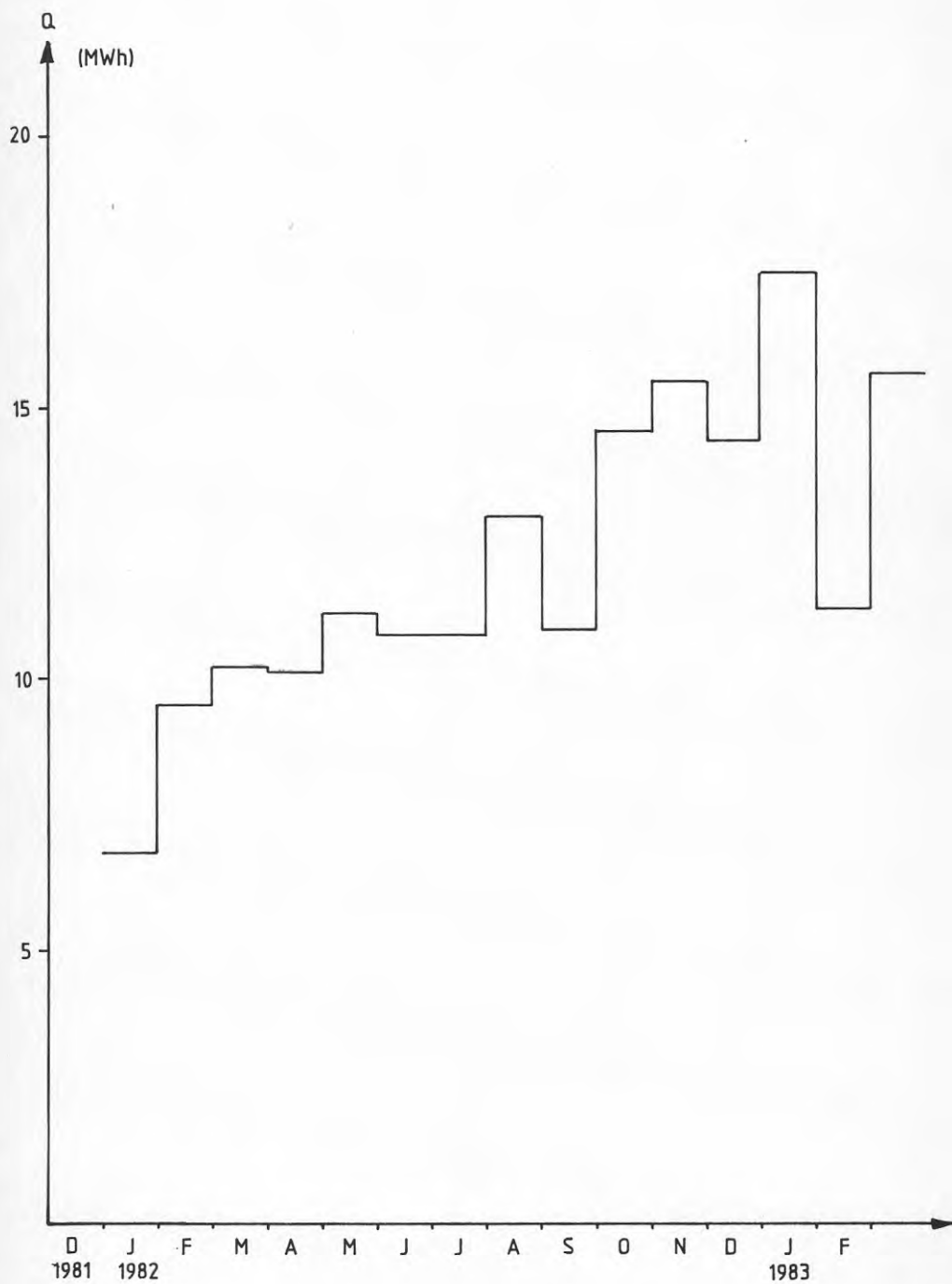


MÅNADSVIS ENERGIANVÄNDNING - TA11 (EXKLUSIVE EFTERVÄRMNING)
MÄTARE NR. 6 OCH 7

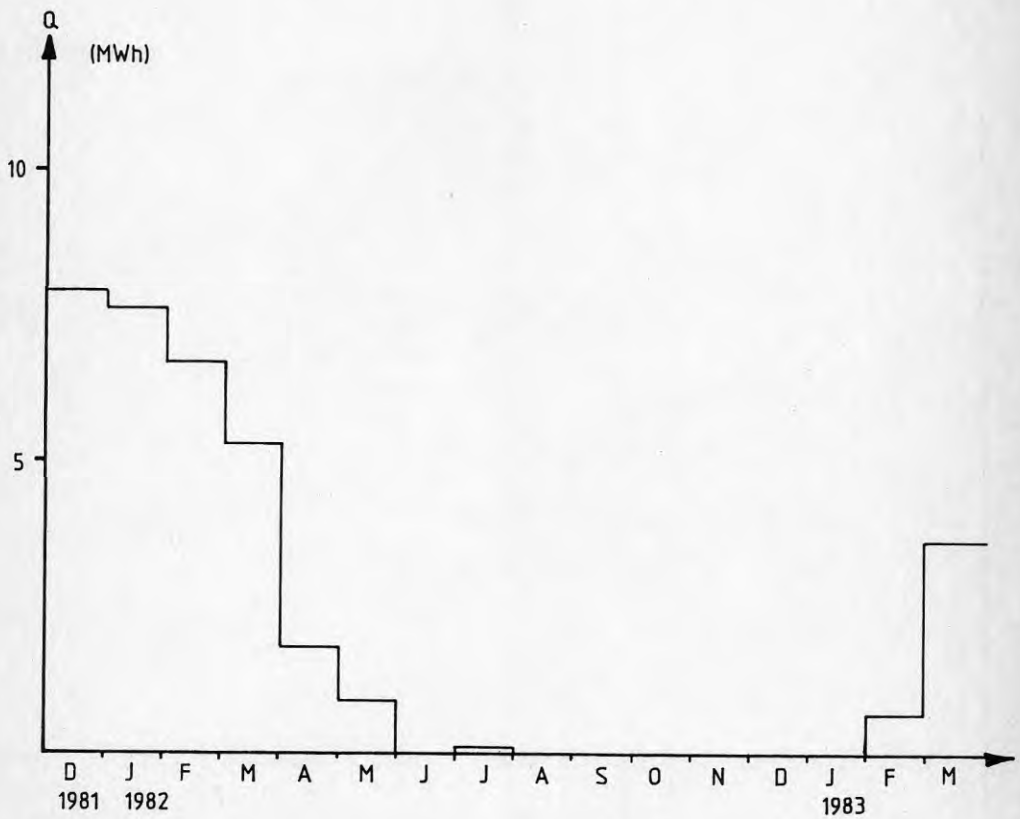


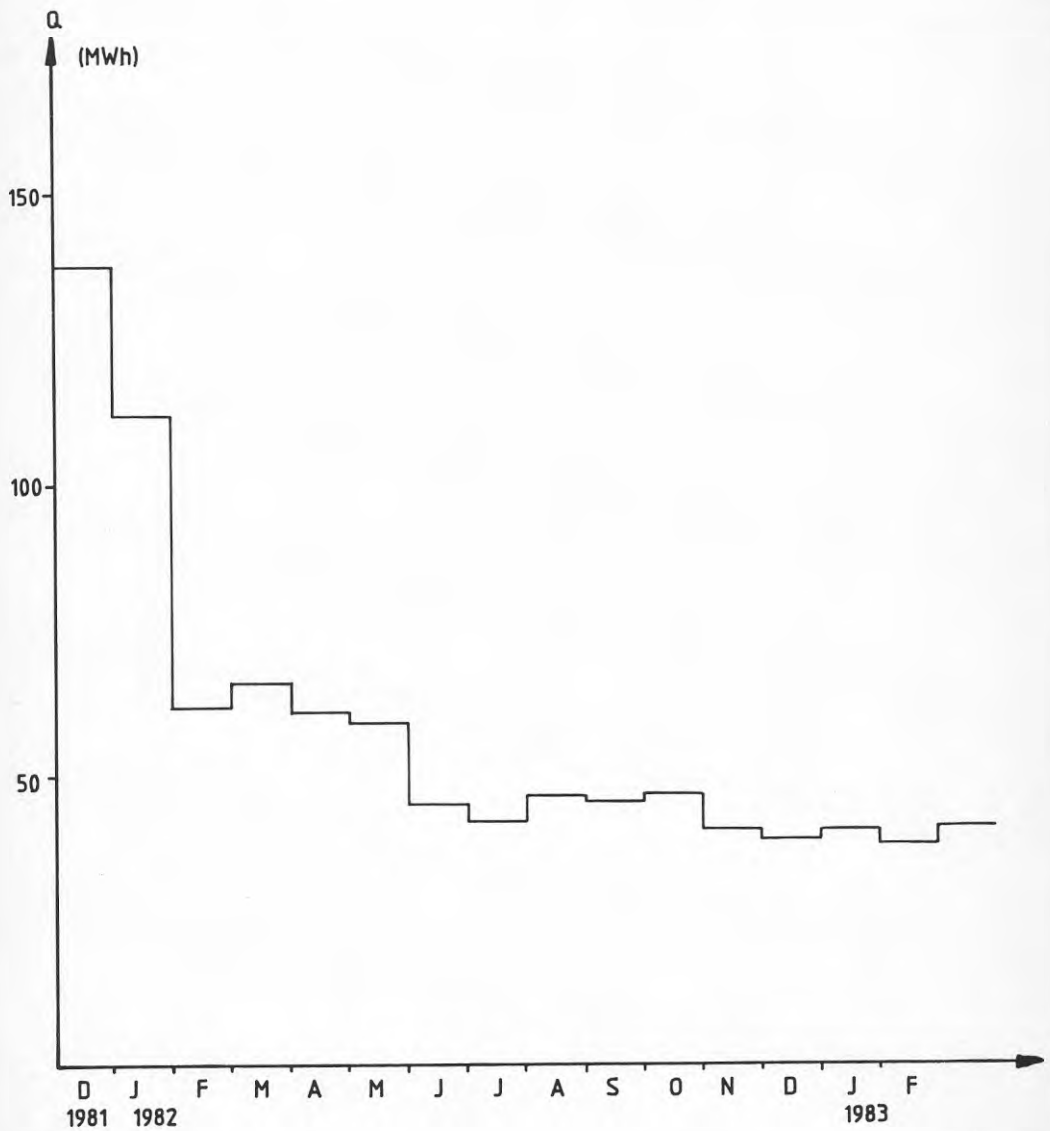
MÄNADSVIS ENERGIANVÄNDNING, VVC9
MÄTARE NR. 8

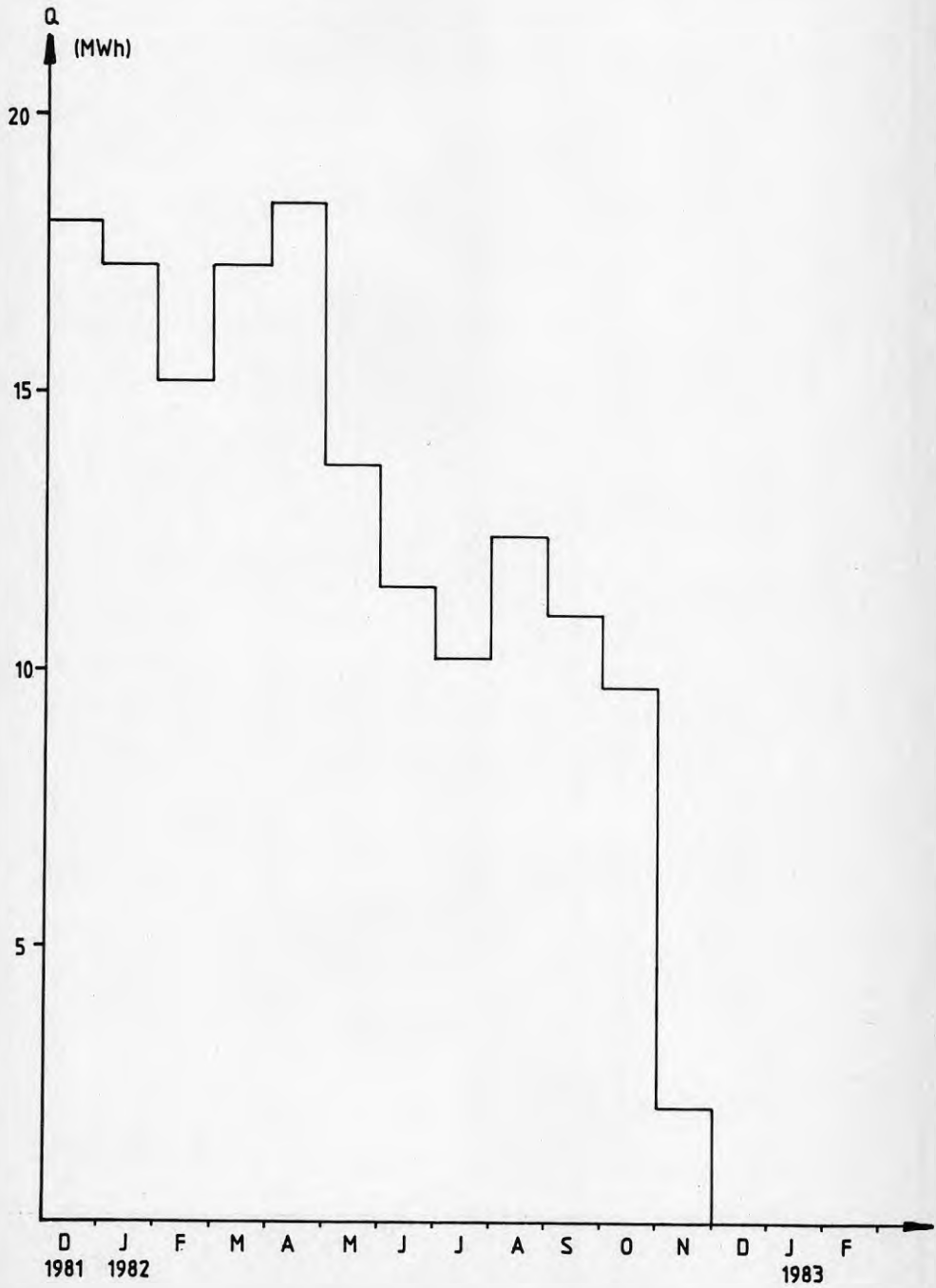


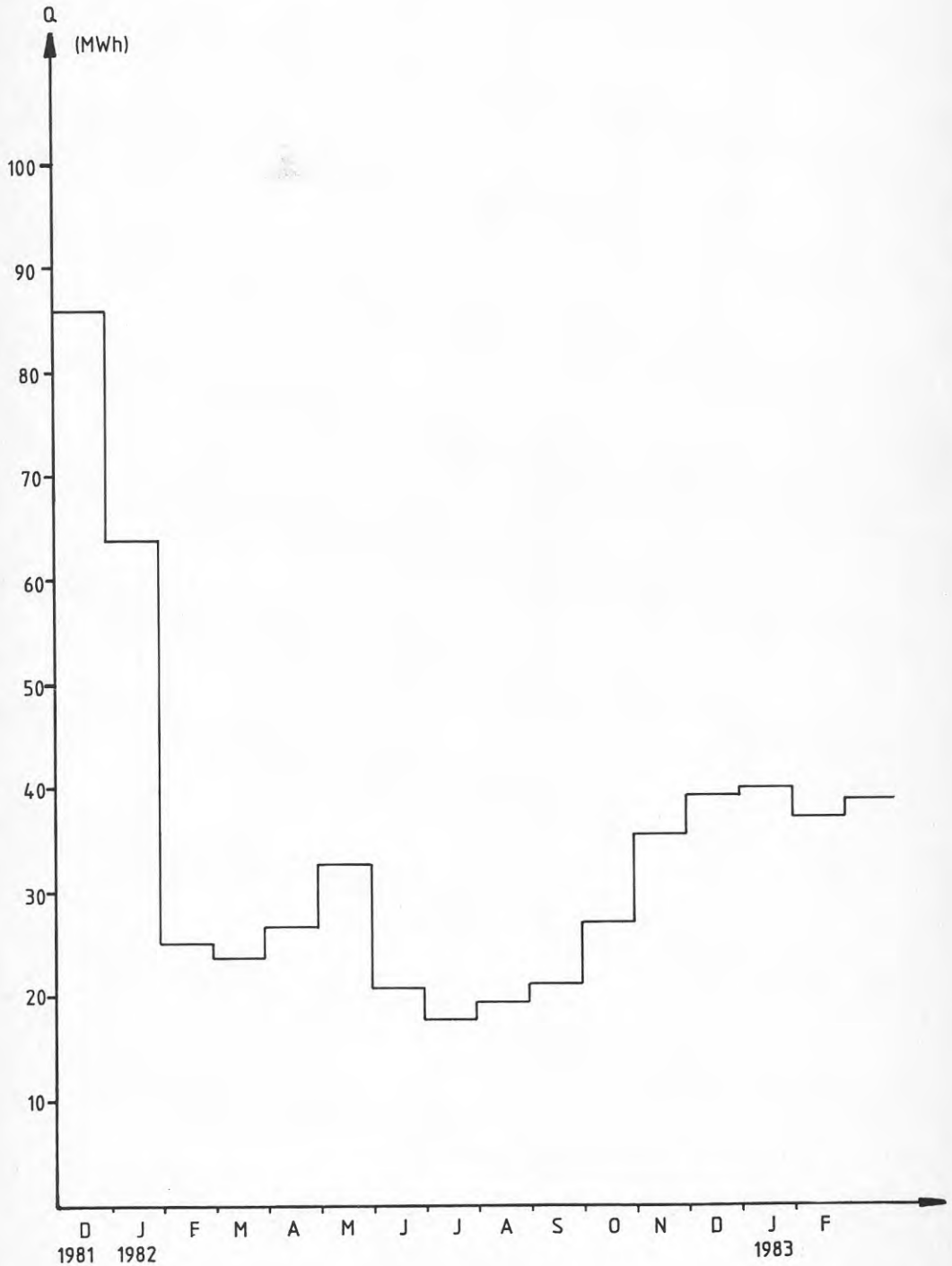
MÅNADSVIS ENERGIANVÄNDNING, VV9
MÄTARE NR. 9

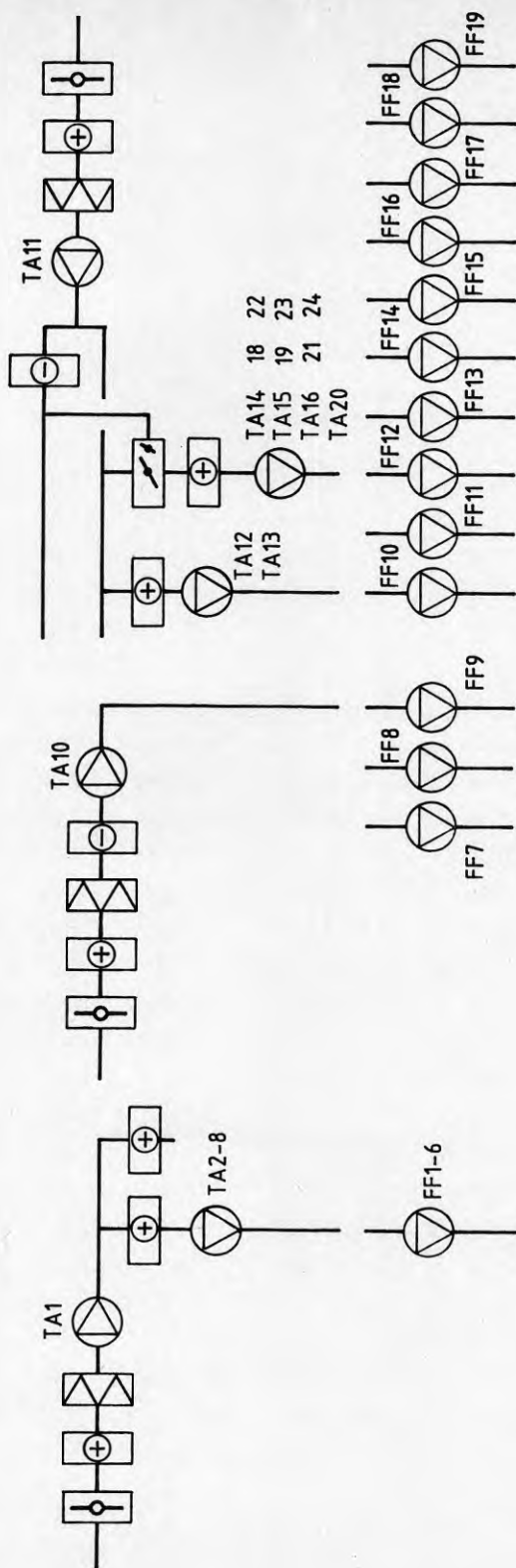
MÄNADSVIS ENERGIANVÄNDNING VVC5, INTERNT
MÄTARE NR. 10



MÅNADSVIS ENERGIANVÄNDNING VV5, INTERNT
MÅTARE NR. 11

MÅNADSVIS ENERGIANVÄNDNING - VVC5 EXTERNT
MÄTARE NR. 12

MÅNADSVIS ENERGIANVÄNDNING - VV5 EXTERNT
MÄTARE NR. 13

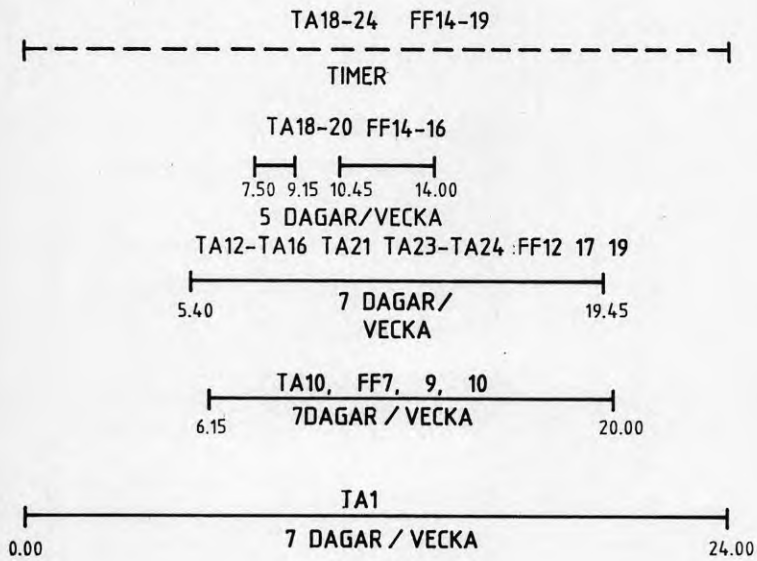


Ventilationsluftmängder

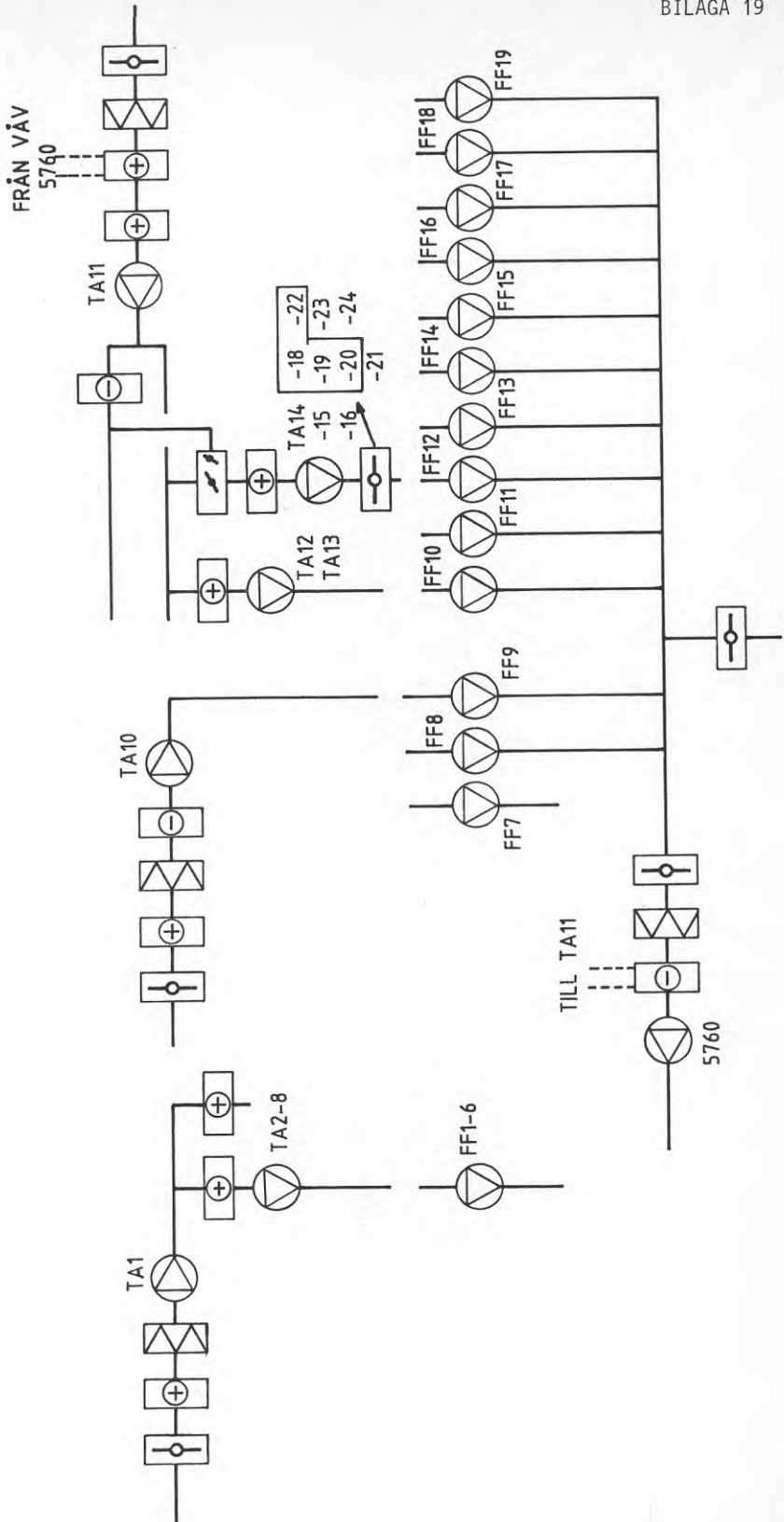
	t o m 83-03-01	fr o m 83-03-01		t o m 81-12-18	fr o m 83-03-01
Till- lufts- aggr.	(m ³ /h)	(m ³ /h)	Från- lufts- aggr.	(m ³ /h)	(m ³ /h)
5702	5600	4080	FF1	5300	4300
5703	5250	3930	FF2	6750	4100
5704	3560	3440	FF3	3050	2400
5705	4250	2800	FF4	1800	1470
5706	2090	1340	FF5	6000	3600
5707	3100	1540	FF6	2100	2000
5708	1600	1260	Summa =	25000	17870
= TA1	25450	18390	FF7	14320	13220
5712	4450	4000	Summa =	14320	13220
5713	7250	6890	FF8	7500	6600
5714	1050	1240	FF9	10900	10400
5715	8900	8650	FF10	1250	1230
5716	8260	9000	FF11	8500	6590
5718	8150	3840	FF12	8000	8080
5719	7460	4100	FF13	3000	5560
5720	5140	3900	FF14	6700	3680
5721	2660	2490	FF15	3800	4200
5722	6650	3240	FF16	4400	4500
5723	1800	1450	FF17	2450	2170
5724	1200	900	FF18	4400	3360
= TA11	62970	49700	FF19	3450	3070
TA10	16700	17200	Summa =	64400	59440

FF8 - FF19 = 5760 helfart = 63000 m³/h 83-01-27 -
 halvfart = 39000 m³/h 81-12-18 - 83-01-27

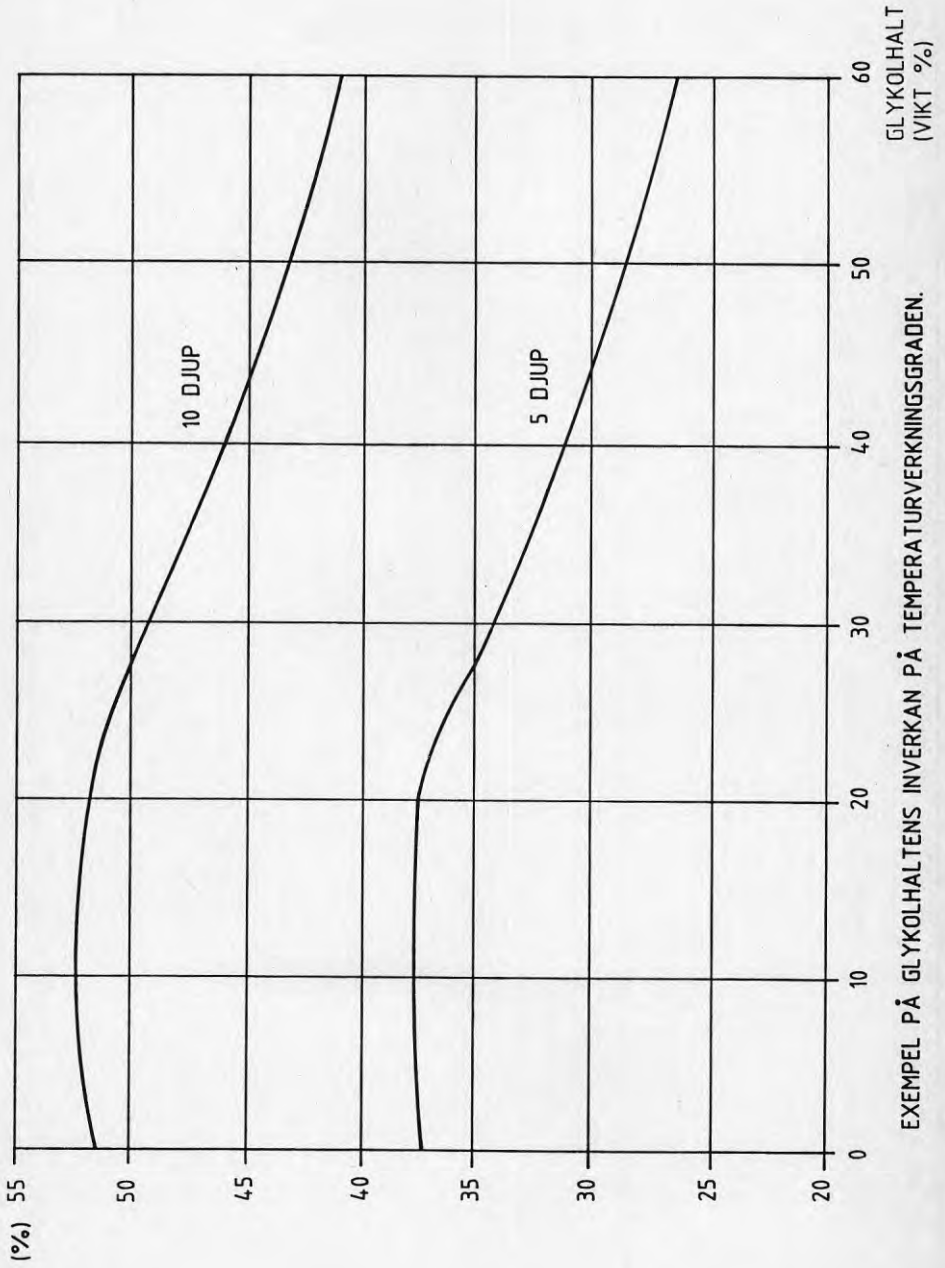
VENTILATIONSANLÄGGNINGENS DRIFTTIDER



VÄRMEÅTERVINNING UR FRÄNLUFTEN - PRINCIPRITNING



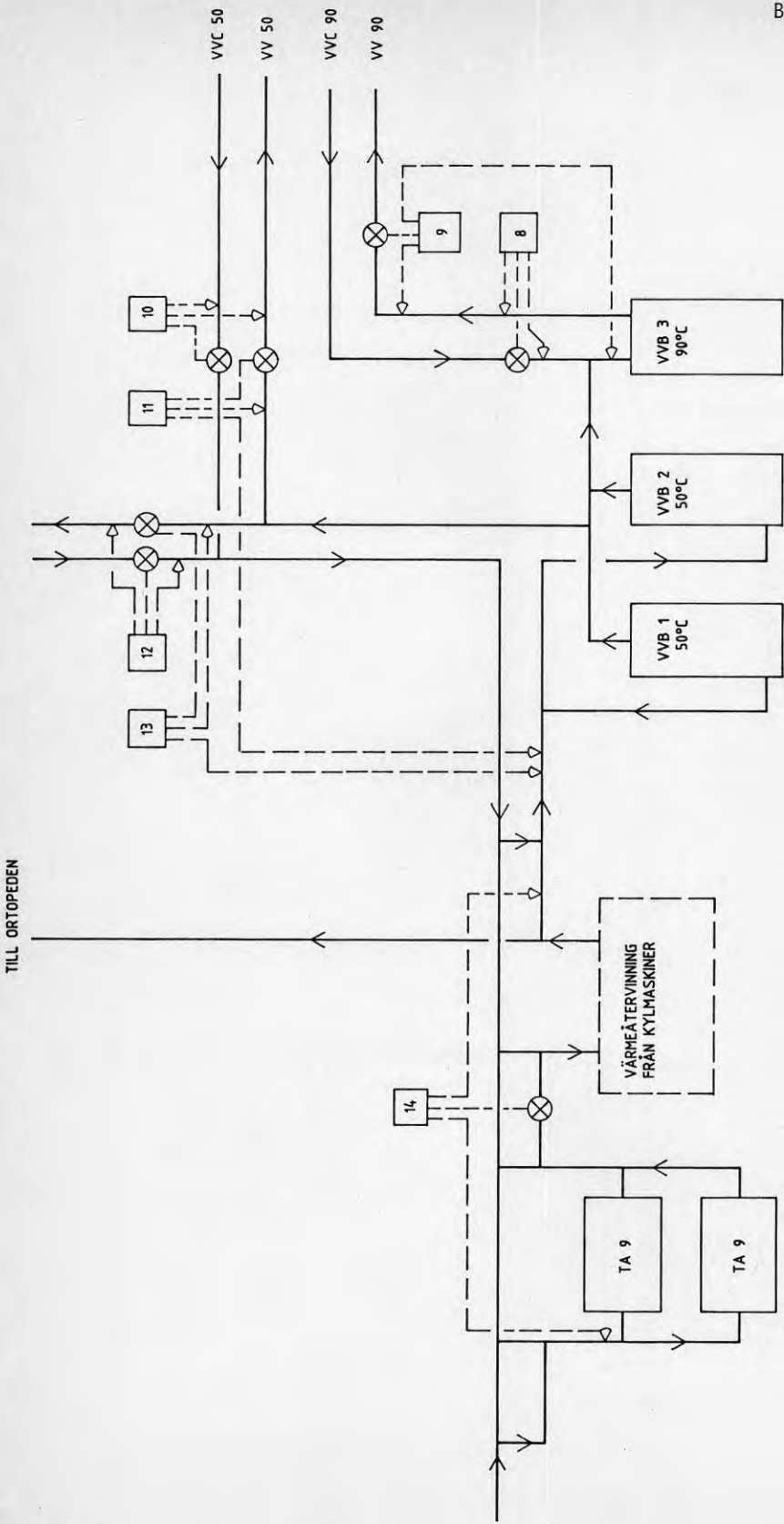
TEMPERATURVERKNINGSGRAD



EXEMPEL PÅ GLYKOLHALTENS INVERKAN PÅ TEMPERATURVERKNINGSGRADEN.

Energiverkningsgradens variation över året

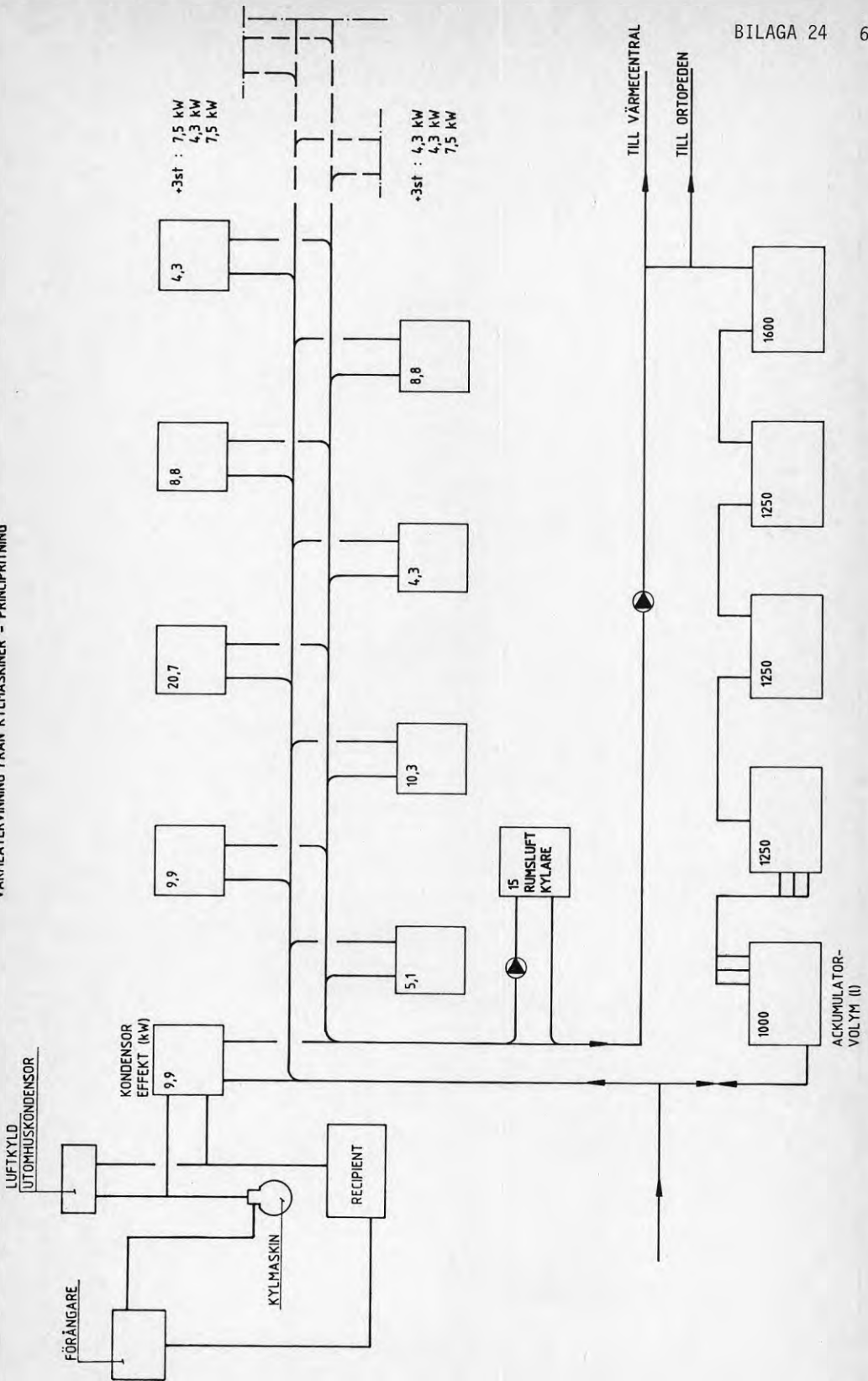
	energi (%)
Febr 1982	69
Mars	72
April	79
Maj	72
Juni	21
Juli	21
Aug	16
Sept	37
Okt	55
Nov	64
Dec	53
Jan 1983	58
Febr	61
Mars	13
<hr/>	
Febr 1982 - Mars 1983	= 60 %



Energianvändning för tappvarmvattenberedning

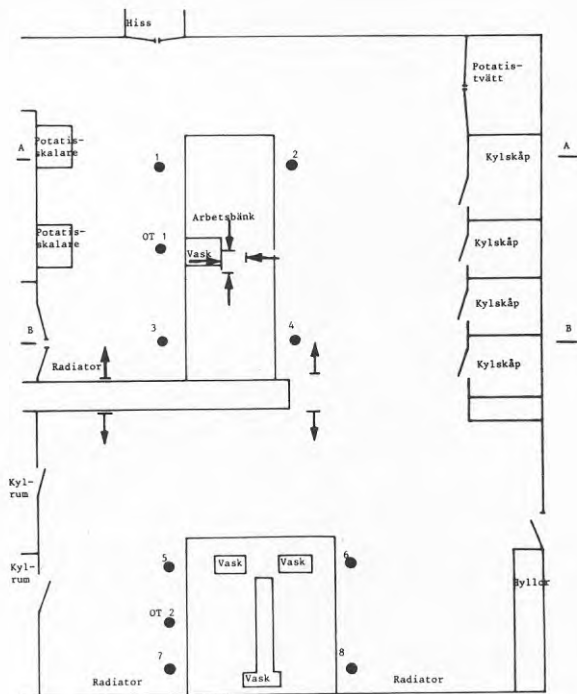
	VV5 + VVC5 internt (m ³ /mån)
Febr 1982	2524,9
Mars	2737,3
April	2515,7
Maj	1521,8
Juni	1395,4
Juli	1475,8
Aug	1588,3
Sept	1428,0
Okt	1652,7
Nov	1576,1
Dec	1540,5
Jan 1983	1528,4
Febr	1372,5
Mars	1536,9

VÄRMEÅTERVINNING FRÅN KYLMASKINER - PRINCIPTRITNING

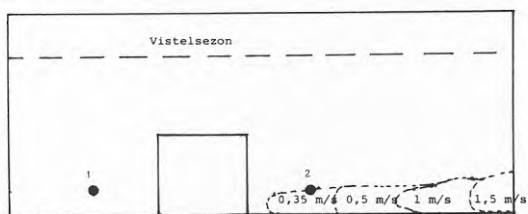


RENSERIAVDELNINGEN

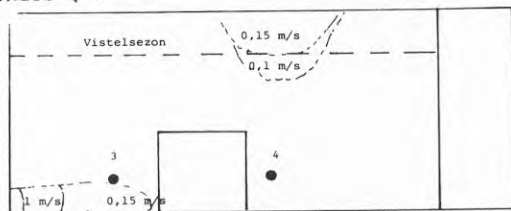
Skiss



Sektions-skiss A-A



Sektions-skiss B-B



Mätdata

Tillufts temp 17,5°C

81-07-16

10.00-11.30

Prov punkt	Lufttemperatur °C m över golvet			Operativ temperatur °C m över golvet			Lufthastighet m/s m över golvet			Relativ fuktighet
	0.1	1.2	1.8	0.1	1.2	1.8	0.1	1.2	1.8	
1	21,1	21,2	21,3	20,8	20,9	21,0	0,1	<0,1	<0,1	40
2	21,0	21,1	21,2	21,3	21,4	21,5	<0,1	<0,1	<0,1	
3	20,4	21,8	22,0				0,2	<0,1	<0,1	
4	20,8	21,0	21,1				<0,1	<0,1	<0,1	
5	20,3	20,4	20,7				0,15	<0,1	<0,1	
6	20,6	20,5	20,7				<0,1	<0,1	<0,1	
7	20,2	20,4	20,8				0,2	<0,1	<0,1	
8	20,6	20,8	21,0				<0,1	<0,1	<0,1	

Tillufts temp 16,1°C

82-02-01

10.00-12.30

Prov punkt	Lufttemperatur °C m över golvet			Operativ temperatur °C m över golvet			Lufthastighet m/s m över golvet			Relativ fuktighet
	0.1	1.2	1.8	0.1	1.2	1.8	0.1	1.2	1.8	
1	17,2	17,2	17,3	17,0	17,1	17,1	0,1	0,1	<0,1	35
2	16,9	16,8	17,0				<0,1	<0,1	<0,1	
3	17,0	17,2	17,4				0,1	<0,1	<0,1	
4	16,9	17,1	17,2				0,1	<0,1	<0,1	
5	16,9	17,1	17,2				<0,1	<0,1	<0,1	
6	16,9	17,1	17,4				<0,1	<0,1	<0,1	
7	17,1	17,2	17,3				<0,1	<0,1	<0,1	
8	16,9	17,1	17,2				0,1	<0,1	<0,1	

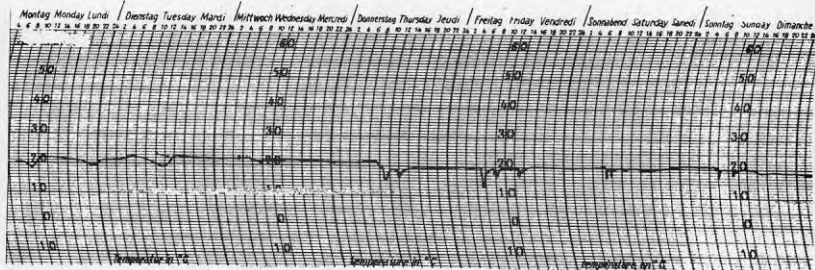
Tillufts temp 17,9°C

Poratistvärt igång 82-02-03

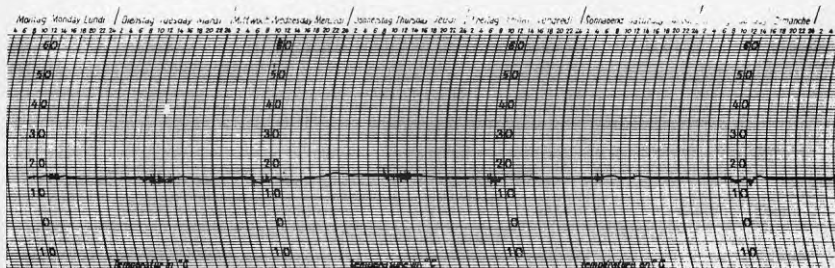
09.00-10.00

Prov punkt	Lufttemperatur °C m över golvet			Operativ temperatur °C m över golvet			Lufthastighet m/s m över golvet			Relativ fuktighet
	0.1	1.2	1.8	0.1	1.2	1.8	0.1	1.2	1.8	
1	13,4	13,8	14,2	14,0	15,4	15,9	0,15	<0,1	<0,1	55
2	13,2	13,5	14,0				0,35	<0,1	<0,1	
3	12,5	13,3	13,8				0,1	<0,1	<0,1	
4	14,1	14,1	14,3				0,15	0,1	<0,1	

Temperaturregistrering 13/7-19/7 1981



Temperaturregistrering 28/1-3/2 1982



Personalens synpunkter och allmänna kommentarer

Temperaturen ansågs allmänt ligga för lågt. När potatistvätten var igång kunde personalen ej vara där p g a kyla och drag trots att de får ha egna kläder under.

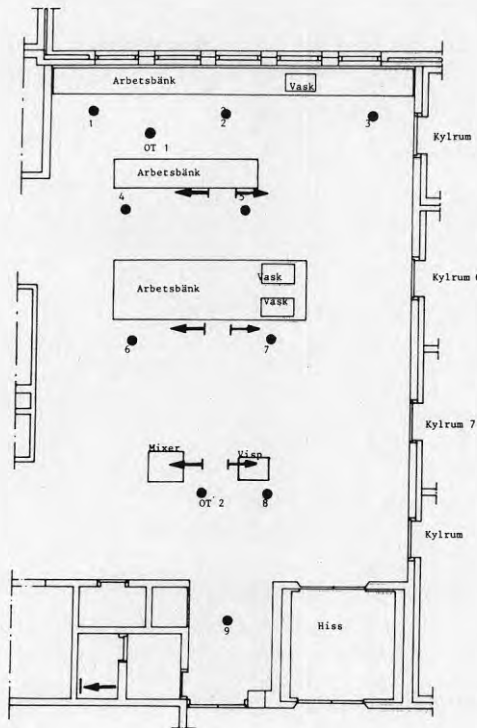
Under mätningarna var inte radiatorerna i drift.

Yttemperaturerna låg på mellan 15,3 och 17,8°C. Från de olika kyl- och förrådsutrymmena strömmade kall luft, vilket upplevdes som mycket besvärande.

Brunnen i potatistvätten svalde ej allt vattnet så en del vatten rann ut på golvet.

FÖRBEREDNING

Skiss



Mätdata

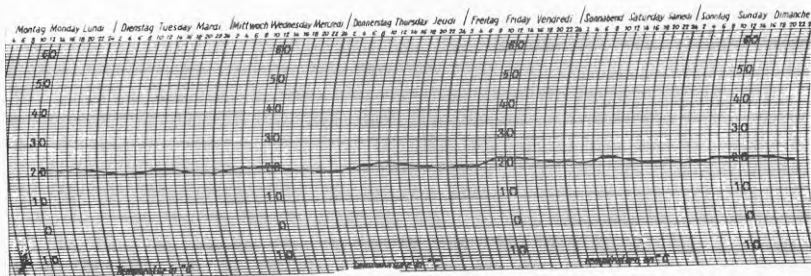
Tilluftstemp 17,7°C

Prov punkt	Lufttemperatur °C m över golvet			Operativ temperatur °C m över golvet			Lufthastighet m/s m över golvet			Relativ fuktighet
	0.1	1.2	1.8	0.1	1.2	1.8	0.1	1.2	1.8	
	1	19,1	19,1	19,2	19,0	20,8	18,6	<0,1	<0,1	
2	19,0	19,0	19,1	19,5	20,1	19,3	<0,1	<0,1	<0,1	
3	18,8	18,9	18,9				<0,1	<0,1	<0,1	
4	19,6	19,5	19,5				0,15	<0,1	<0,1	
5	19,3	19,3	19,4				0,15	<0,1	<0,1	
6	19,6	19,6	19,8				0,15	<0,1	<0,1	
7	19,1	19,3	19,5				0,1	<0,1	<0,1	
8	19,1	19,5	19,6				0,1	0,2	0,2	
9	19,3	19,6	19,6				0,15	0,1	<0,1	

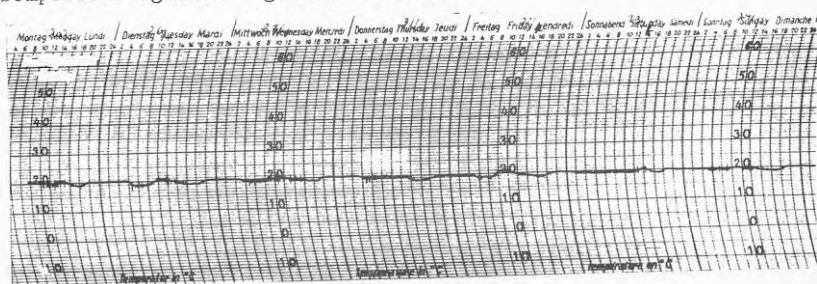
Tilluftstemp 16,0°C

Prov punkt	Lufttemperatur °C m över golvet			Operativ temperatur °C m över golvet			Lufthastighet m/s m över golvet			Relativ fuktighet
	0.1	1.2	1.8	0.1	1.2	1.8	0.1	1.2	1.8	
	1	22,1	22,1	22,5	21,6	22,2	22,0	0,1	<0,1	
2	22,0	22,3	22,6	21,3	21,2	21,2	0,15	<0,1	<0,1	
3	22,0	22,2	22,3				0,15	<0,1	<0,1	
4	21,7	21,8	22,3				0,15	0,1	0,1	
5	22,0	22,0	22,2				0,2	0,1	<0,1	
6	21,3	21,5	21,8				0,25	0,1	<0,1	
7	21,2	21,2	21,3				0,3	0,2	<0,1	
8	21,3	21,2	21,2				0,2	0,2	0,2	
9	21,4	21,2	21,2				1,0	0,35	0,2	

Temperaturregistrering 20/7-26/7 1981



Temperaturregistrering 21/1- 27/1 1982



Personalens synpunkter och allmänna kommentarer

Förberedningen är en allmänt dragig lokal med låg temperatur framför allt på vintern. Situationen upplevs som värst på morgonen. Besvärande drag från lastkajen uppstår då folk springer ut och in genom dörren mot densamma. Tilluften är undertempererad, vilket medför känsla av drag över nacke och axlar. Personalen upplevde luften som torr och hävdade att man drack ofta och fick spruckna läppar.

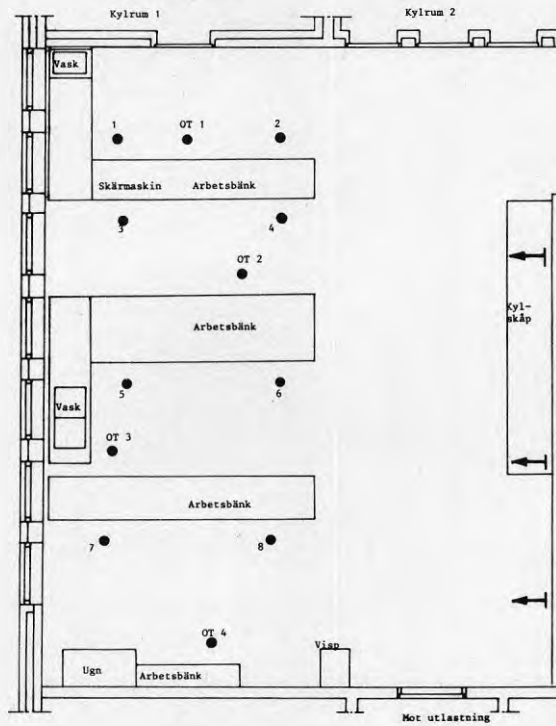
Den kalla luften ifrån kylutrymmena varierade i hastighet mellan 0,2 m/s och värden upp till 0,5 m/s vid golvnivå. Temperaturen varierade mellan 11,0 och 12,5°C.

Vid de tillfällen som dörren till varumottagning stod öppen uppstod golvdrag vid dörren på mellan 2 och 2,5 m/s.

Yttemperaturen på kylrumsdörrarna varierade mellan 16,8 och 18,3°C.

KALLSKÄNK

Skiss



Mätdata

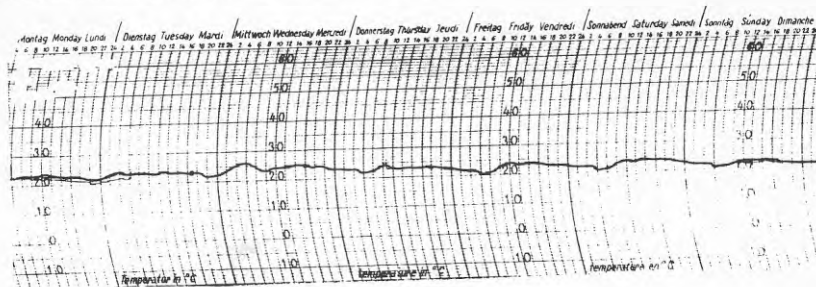
Tilluftstemp 16,1°C 81-08-12 12.00-15.00

Prov punkt	Lufttemperatur °C m över golvet			Operativ temperatur °C m över golvet			Luft hastighet m/s m över golvet			Relativ fuktighet
	0.1	1.2	1.8	0.1	1.2	1.8	0.1	1.2	1.8	
1	23,2	23,3	23,3	23,6	23,9	23,9	0,1	0,15	0,15	55
2	22,7	23,1	23,2	23,2	23,4	23,6	0,1	0,15	0,2	
3	23,3	23,2	23,5	23,4	23,5	23,7	0,1	0,2	0,15	
4	23,2	23,2	23,5	23,7	24,0	23,8	0,1	0,25	0,2	
5	23,4	23,6	23,2				0,15	0,15	0,2	
6	22,6	22,7	23,2				<0,1	0,2	0,2	
7	23,7	23,5	23,5				0,25	0,2	0,15	
8	23,5	23,2	23,2				0,15	0,2	0,15	

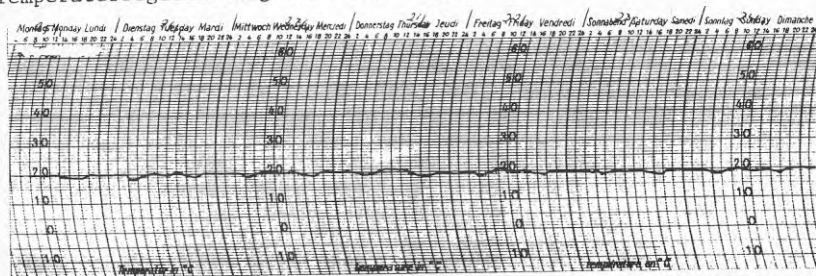
Tilluftstemp 16,7°C 82-01-28 09.00-12.30

Prov punkt	Lufttemperatur °C m över golvet			Operativ temperatur °C m över golvet			Luft hastighet m/s m över golvet			Relativ fuktighet
	0.1	1.2	1.8	0.1	1.2	1.8	0.1	1.2	1.8	
1	18,6	18,8	18,9	18,9	19,1	18,8	0,1	<0,1	0,15	45
2	18,5	18,6	18,8	19,1	19,2	19,2	0,1	0,1	0,1	
3	18,5	18,6	18,8	18,7	18,9	19,0	<0,1	0,1	0,1	
4	18,8	18,9	18,9	18,5	18,6	18,9	0,1	<0,1	<0,1	
5	19,0	19,1	19,3				0,1	0,15	0,15	
6	19,3	19,3	19,3				<0,1	0,15	0,15	
7	18,9	18,9	19,0				0,1	<0,1	<0,1	
8	19,0	19,0	19,0				0,13	0,1	0,1	

Temperaturregistrering 3/8-9/8 1981



Temperaturregistrering 21/1-27/1 1982



Personalens synpunkter och allmänna kommentarer

Personalen upplever kallskänken som en kall och dragig arbetsplats, speciellt på vintern och på morgonen när arbetet börjar. Draget ger upphov till ömma och stela leder, värk i nacke och axlar.

En kraftig luftström gick från kallskänken mot grov- och findisken. Lufthastigheten var utmed hela passagen 0,1-0,15 m/s.

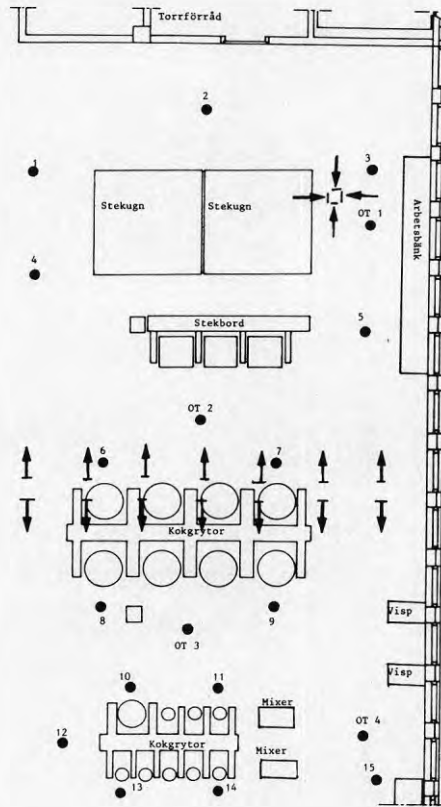
Golvdrag uppstår även när kylrummen öppnas med hastigheter på 1,0-1,3 m/s och temperaturer ned mot 5,8°C uppmättes.

Arbetsplatserna i närheten av kylrummen upplevs som mest problemfyllda. Arbetets art gör att kyldörrarna måste öppnas ofta.

Yttemperaturen på fönsterväggen varierar mellan 16,1-17,3°C. Väggen mot kylrummen var även den nedkyld med temperaturer mellan 16,4 och 17°C. Den låga yttemperaturen härrör sig troligtvis från att dörrarna under mätperioden ofta öppnades.

KOKSEKTION

Skiss



Mätdata

		Tilluftstemp 16,4°C						81-08-05			09.00-13.30			
Prov punkt	Lufttemperatur °C m över golvet			Operativ temperatur °C m över golvet			Luftfuktighet m/s m över golvet			Relativ fuktighet				
	0.1	1.2	1.8	0.1	1.2	1.8	0.1	1.2	1.8					
1	21,5	21,6	22,0	21,7	22,1	22,3	0,2	0,2	0,1	55				
2	21,4	21,5	21,8	21,5	21,7	21,9	0,4	0,2	0,1					
3	21,1	21,1	22,0	21,6	22,0	22,1	<0,1	0,1	0,15					
4	21,4	21,6	22,6	21,8	22,2	22,4	0,2	0,3	0,6	70				
5	21,2	21,4	22,2				0,1	0,4	0,5					
6	21,5	21,5	22,3				0,3	0,5	0,8					
7	21,4	21,5	22,4				<0,1	0,6	1,2	60				
8	21,6	21,8	22,3				<0,1	0,1	0,1					
9	21,3	21,6	22,1				<0,1	0,1	0,15					
10	21,4	21,2	22,4				<0,1	<0,1	<0,1	58				
11	21,5	21,6	22,1				0,1	<0,1	<0,1					
12	21,4	21,8	22,0				0,15	<0,1	<0,1					
13	21,5	21,9	22,1				<0,1	<0,1	<0,1	58				
14	21,4	21,9	22,1				0,1	0,1	0,1					
15	21,8	22,1	22,5				<0,1	<0,1	<0,1					

Mätdata

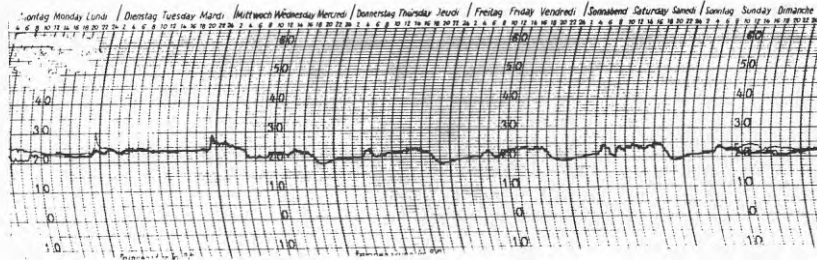
Tilluftstemp 17,9°C

82-01-27

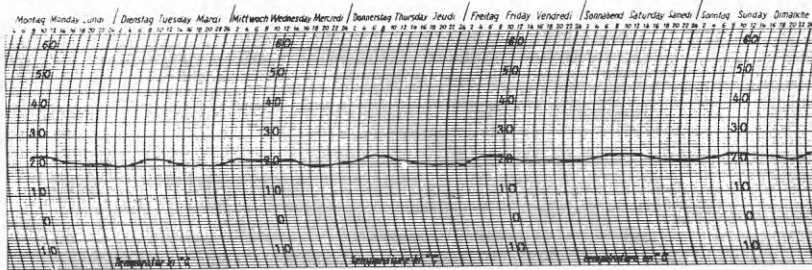
10.00-15.00

Prov punkt	Lufttemperatur °C m över golvet			Operativ temperatur °C m över golvet			Luftfuktighet m/s m över golvet			Relativ fuktighet
	0.1	1.2	1.8	0.1	1.2	1.8	0.1	1.2	1.8	
1	21,4	21,5	21,7	21,9	21,7	22,2	0,2	0,1	<0,1	40
2	21,4	21,5	21,7	20,8	21,1	21,2	0,2	0,1	<0,1	
3	23,2	22,7	22,7	21,3	21,4	22,3	0,1	0,1	0,1	
4	20,9	21,3	21,7	21,5	21,7	21,3	0,15	0,15	0,15	
5	21,7	21,4	21,1				0,15	0,25	0,3	45
6	21,4	21,6	21,5				0,15	<0,1	<0,1	
7	21,5	21,7	21,4				0,15	0,2	0,3	
8	21,5	21,6	21,6				0,1	<0,1	<0,1	
9	21,6	21,6	21,7				0,15	<0,1	<0,1	45
10	21,7	21,9	22,0				0,15	0,1	<0,1	
11	21,8	21,6	21,7				<0,1	<0,1	<0,1	
12	21,7	21,6	21,9				<0,1	<0,1	<0,1	
13	21,9	22,0	22,0				<0,1	0,1	0,1	48
14	21,7	21,7	21,7				0,1	0,1	0,1	
15	21,5	21,6	21,8				<0,1	0,1	0,1	

Temperaturregistrering 3/8-9/8 1981



Temperaturregistrering 25/1-31/1 1982



Personalens synpunkter och allmänna kommentarer

Koksektionen upplevdes allmänt som varm och fuktig, lite beroende på vilken mat som tillagades. Den höga luftfuktigheten över kokgrytorna innebar att kondens uppstod på kallare ytor och vatten droppade ner på personalen. Ljudnivån upplevdes som besvärande. Drag runt arbetsbordet vid fönstret. Luften är ibland svår att andas. Den isolerade grytans lock är för tung att öppna med en hand.

Yttemperaturerna på de oisolerade stora kokgrytorna varierade mellan 45 och 88°C, beroende på vad man tillagad. Varmast var det på locken.

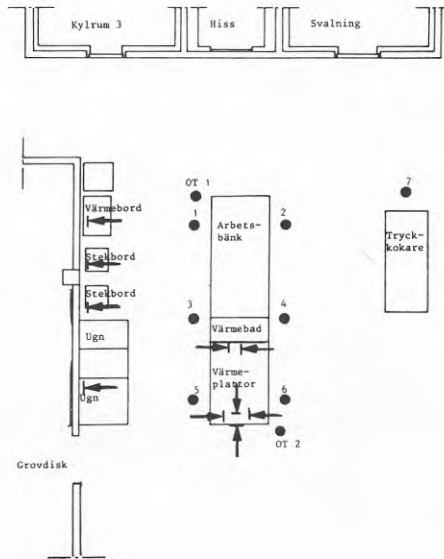
Yttemperaturen på den stora isolerade grytan varierade mellan 23,5 och 32,6°C. Locketts yttemperatur varierade mellan 22,6°C mitt på och 38,5°C vid kanten. De högre värdena på yttemperaturen runt övre kanten på kokkärnen beror på att ångan går ut mellan grytkanten och locket, varvid yttersidan uppvärms.

Yttemperaturerna på de små kokgrytorna varierade beroende på den mat man tillagade. Vid måttillfällena uppmättes yttemperaturerna mellan 74,6°C och 120,1°C. Temperaturen ökade med höjden på grytan liksom för de stora grytorna och varmast var locken.

Drag vid arbetsbordet och mellan kokgrytorna och stekborden var ibland mycket besvärande för personalen. Under mätningarna erhöles värden i axelhöjd mellan 1,0 och 1,2 m/s.

DIET

Skiss



Mätdata

81-08-06

09.30-11.30

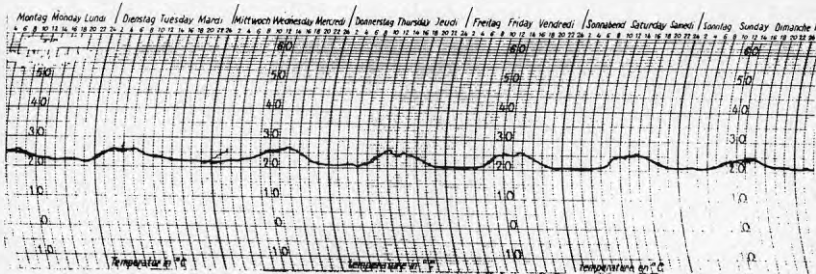
Prov punkt	Lufttemperatur °C m över golvet			Operativ temperatur °C m över golvet			Luftfuktighet m/s m över golvet			Relativ fuktighet
	0.1	1.2	1.8	0.1	1.2	1.8	0.1	1.2	1.8	
1	23,1	23,5	24,9	23,2	25,8	26,5	0,3	0,15	<0,1	65
2	23,5	23,2	24,0	23,3	24,8	25,9	0,1	0,2	0,25	
3	22,8	23,1	23,4				<0,1	0,15	0,25	65
4	23,4	23,8	24,1				<0,1	<0,1	<0,1	
5	23,1	23,3	23,5				0,15	0,1	<0,1	65
6	23,1	23,5	23,6				0,15	0,15	0,1	
7	22,4	22,8	23,1				0,1	0,1	0,1	60
8	22,3	22,9	23,2				0,1	0,1	0,1	

82-01-25

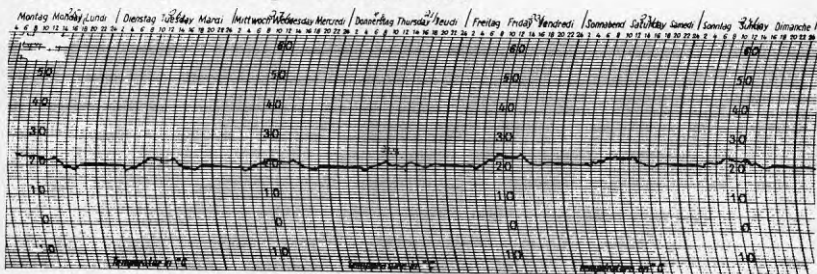
14.00-17.00

Prov punkt	Lufttemperatur °C m över golvet			Operativ temperatur °C m över golvet			Luftfuktighet m/s m över golvet			Relativ fuktighet
	0.1	1.2	1.8	0.1	1.2	1.8	0.1	1.2	1.8	
1	22,9	22,3	22,3	23,2	24,0	24,4	0,15	0,1	<0,1	45
2	21,7	21,5	21,6	22,8	26,0	31,8	<0,1	<0,1	<0,1	
3	22,0	22,1	22,3				0,1	0,1	<0,1	45
4	22,6	21,3	22,4				<0,1	0,15	0,1	
5	22,2	22,3	24,0				0,1	0,1	<0,1	45
6	22,4	22,1	23,7				<0,1	<0,1	<0,1	
7	21,8	21,9	22,4				0,1	<0,1	<0,1	41
8	21,7	22,0	22,2				<0,1	<0,1	<0,1	

Temperaturregistrering 3/8-9/8 1981



Temperaturregistrering 21/1-27/1 1982



Personalens synpunkter och allmänna kommentarer

Personalen i dieten upplevde luften som torr och kände torrhet i näsa och svalg.

Det största problemet ansågs vara tryckkokarna som upplevdes besvärliga både avseende ljud och utströmmande ånga. Det kändes mycket varmt över kokplattan.

Lufttemperaturen över kokplattorna i arbetshöjd ligger mellan 27 och 33°C medan strålningstemperaturen är betydligt högre.

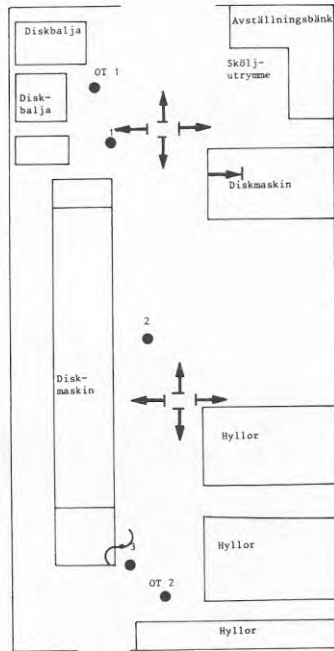
Yttemperaturerna på tryckkokarna är på de varmaste ställena runt 40°C.

Yttemperaturen på ugnarna varierar högst betydligt över ytan. Ugnsluckorna var varmest med temperatur mellan 50,6 och 70,5°C. I övrigt hade ugnarna en yttemperatur mellan 26,3 och 35,9°C.

Yttemperaturen på kyl- och svalrummet var runt 23°C, väggen mot grovdysken 23°C.

GROVDISK

Skiss



Mätdata

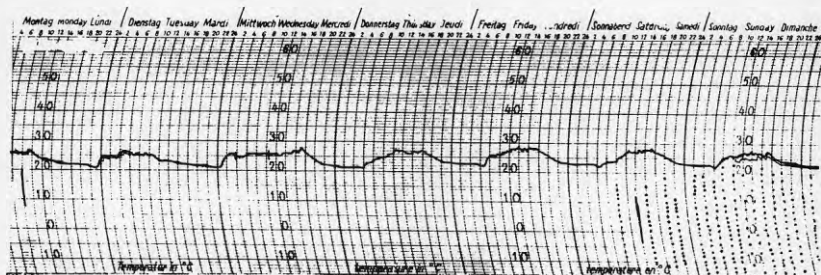
Tilluftstemp 16,0°C 81-06-08 12.30-13.30

Prov punkt	Lufttemperatur °C m över golvet			Operativ temperatur °C m över golvet			Lufthastighet m/s m över golvet			Relativ fuktighet
	0.1	1.2	1.8	0.1	1.2	1.8	0.1	1.2	1.8	
1	24,1	25,4	25,8	23,6	24,1	24,5	<0,1	0,1	0,1	75
2	24,3	25,5	25,9	24,1	24,9	25,3	0,1	<0,1	<0,1	
3	26,1	27,5	28,0				0,2	0,25	0,4	

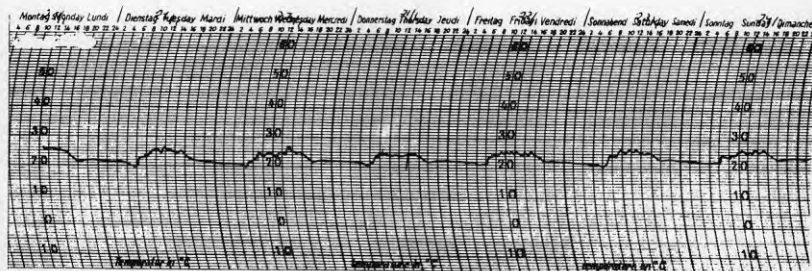
Tilluftstemp 16,3°C 82-01-27 15.00-16.00

Prov punkt	Lufttemperatur °C m över golvet			Operativ temperatur °C m över golvet			Lufthastighet m/s m över golvet			Relativ fuktighet
	0.1	1.2	1.8	0.1	1.2	1.8	0.1	1.2	1.8	
1	22,9	24,0	24,2	19,8	21,2	21,2	0,1	0,15	0,1	60
2	24,8	25,3	26,0	23,8	24,4	23,5	<0,1	<0,1	<0,1	
3	24,9	28,1	31,6				0,15	0,1	<0,1	

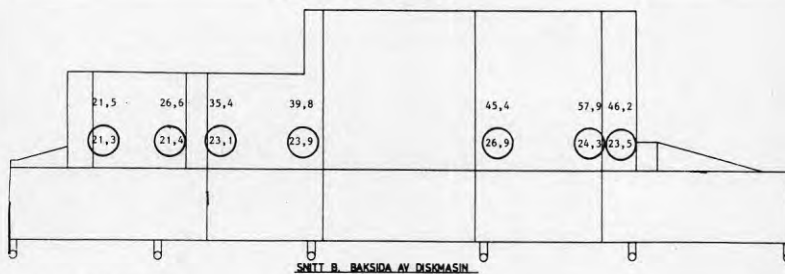
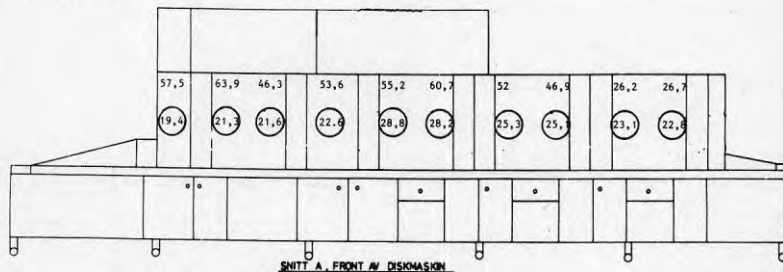
Temperaturregrering 3/8-9/8 1981



Temperaturregrering 21/1- 27/1 1982



Skiss av diskmaskin



21,5 isolerad

21,3 isolerad

Personalens synpunkter och allmänna kommentarer

I grovdysken upplever personalen det som om de inte får luft, ventilationen är för dålig och det är alltför varmt och fuktigt i lokalen

Bullret upplevs också som besvärande. Golvet är ofta blött, vilket ökar risken för halka.

För att öka lufthastigheten är en fläkt installerad som personalen kan reglera vid utplock av diskgoods. Då fläkten är igång är lufthastigheten vid golvet ca 0,5 m/s och på 1,8 m över golvet 1-1,5 m/s.

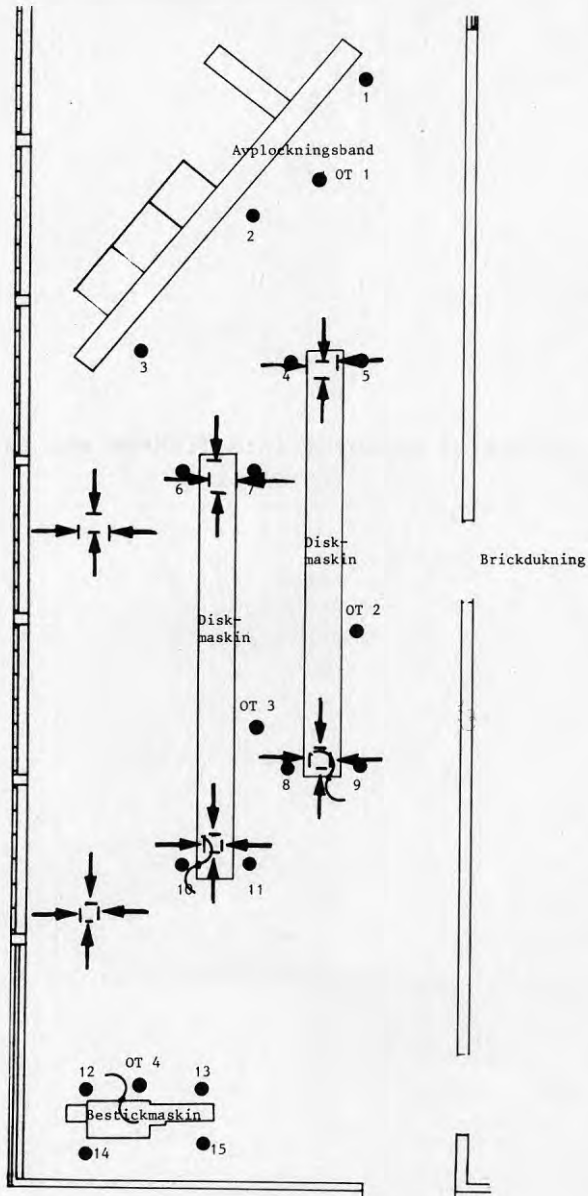
Den äldre personalen upplevde inte fläkten som en nämnvärd förbättring.

Yttemperaturen på diskmaskinen redovisas separat före och efter att isoleringen är gjord.

Under sommarhalvåret kan temperaturen stiga till över 30°C. Höga värden på relativa fuktigheten har också uppmätts upp till 80 %.

FINDISK

Skiss



Mätdata

81-08-05

12.30-17.30

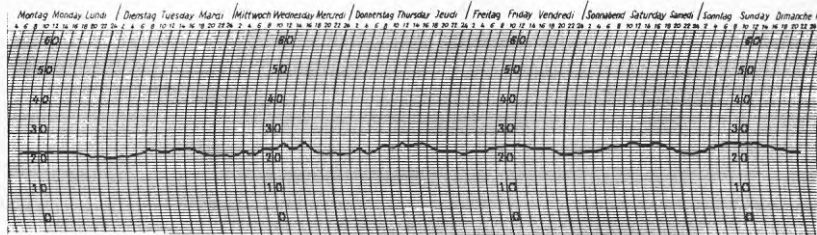
Prov punkt	Lufttemperatur °C m över golvet			Operativ temperatur °C m över golvet			Luftfuktighet m/s m över golvet			Relativ fuktighet
	0.1	1.2	1.8	0.1	1.2	1.8	0.1	1.2	1.8	
1	25,1	25,8	26,2	25,4	25,9	26,0	0,3	0,15	<0,1	48
2	24,8	25,3	26,0	28,0	28,3	28,6	0,15	0,1	0,1	
3	26,2	26,7	27,8	27,7	28,7	27,9	0,3	0,2	0,15	
4	25,2	26,1	26,5	25,7	25,6	25,8	0,2	0,1	<0,1	
5	24,0	24,9	25,2				0,15	0,1	<0,1	58
6	26,8	27,0	27,3				0,4	0,2	0,2	
7	26,1	26,4	27,1				0,2	0,1	<0,1	
8	27,4	30,8	30,9				0,2	0,4	0,5	
9	26,2	30,0	32,8				0,2	0,3	0,5	58
10	26,9	27,1	27,2				0,1	0,2	0,6	
11	26,3	27,4	28,1				0,15	0,25	0,5	
12	25,5	26,1	26,1				<0,1	0,15	0,2	
13	25,7	25,8	26,1				0,15	<0,1	<0,1	
14	25,6	25,8	26,1				<0,1	0,2	0,2	
15	25,8	26,0	26,3				<0,1	<0,1	<0,1	

82-01-27

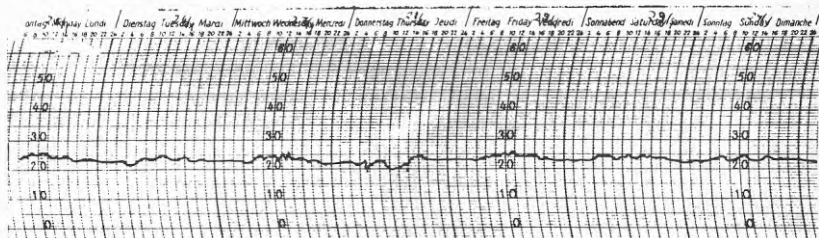
12.00-17.30

Prov punkt	Lufttemperatur °C m över golvet			Operativ temperatur °C m över golvet			Luftfuktighet m/s m över golvet			Relativ fuktighet
	0.1	1.2	1.8	0.1	1.2	1.8	0.1	1.2	1.8	
1	21,8	21,9	22,0	21,9	22,1	22,2	0,15	0,1	0,1	39
2	22,3	22,3	22,5	22,3	22,1	22,4	0,15	0,1	<0,1	
3	22,1	22,1	22,4	22,8	23,2	23,5	0,1	<0,1	<0,1	
4	21,6	23,0	23,3	22,1	22,4	22,6	<0,1	0,15	0,1	
5	22,4	22,0	22,3				0,15	0,1	<0,1	50
6	22,5	22,3	22,4				<0,1	<0,1	<0,1	
7	23,1	23,0	23,5				0,15	0,1	<0,1	
8	22,6	23,0	23,3				0,1	0,1	<0,1	
9	22,1	22,3	22,6				0,1	0,1	<0,1	47
10	23,9	22,5	22,9				<0,1	0,1	<0,1	
11	23,7	23,5	23,8				0,15	0,1	<0,1	
12	22,4	22,7	22,8				0,1	0,15	<0,1	
13	22,6	22,7	23,2				<0,1	<0,1	<0,1	
14	22,8	22,9	22,9				0,15	0,15	<0,1	
15	22,6	22,8	22,8				<0,1	<0,1	<0,1	

Temperaturregistrering 10/8-16/8 1981



Temperaturregistrering 21/1-27/1 1982



Personalens synpunkter och allmänna kommentarer

I findisken har fläktar installerats vilka orsakar drag vid höga hastigheter. Personalen klagar över stelhet i nacke och axlar.

Fläktarnas rörelse är irriterande för ögonen.

Personalen klagar även över tung luft och syrebrist som de anser orsakas av dålig ventilation.

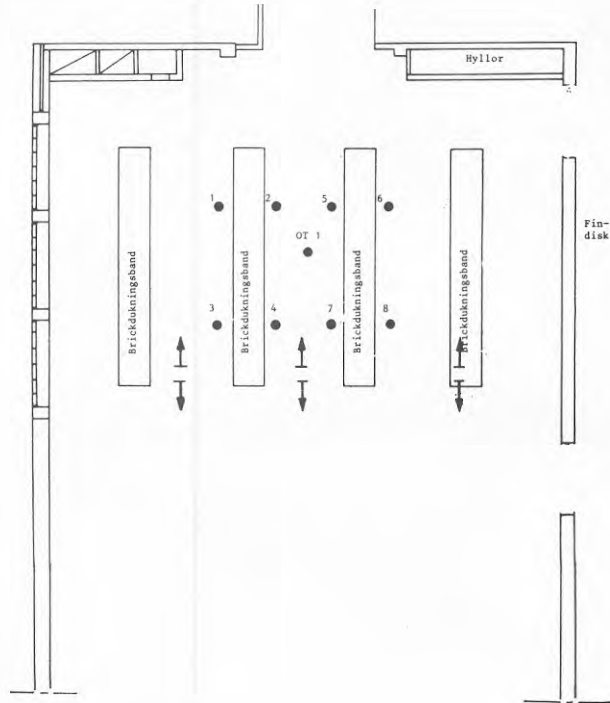
Vid urlastning av matvagnarna tvingas man ha dåliga arbetsställningar. Även belysningen anses otillfredsställande.

Personalen har även önskemål om öppningsbara fönster för att göra klimatet mera drägligt vid höga temperaturer.

Yttemperaturen på de båda diskmaskinerna varierar mellan 24 och 32°C. Diskgodsets temperatur vid avplockningen låg mellan 35 och 40°C.

BRICKDUKNING

Skiss



Mätdata

Tilluftstemp 16,1°C

81-08-06

11.30-12.30

Prov punkt	Lufttemperatur °C m över golvet			Operativ temperatur °C m över golvet			Lufthastighet m/s m över golvet			Relativ fuktighet
	0.1	1.2	1.8	0.1	1.2	1.8	0.1	1.2	1.8	
1	25,9	26,3	26,4	25,8	26,8	27,1	<0,1	<0,1	<0,1	59
2	26,3	27,9	31,2				<0,1	<0,1	<0,1	
3	26,3	30,0	27,9				<0,1	<0,1	<0,1	
4	24,7	26,1	25,3				<0,1	<0,1	<0,1	
5	25,4	28,8	27,6				<0,1	<0,1	<0,1	
6	26,3	26,3	26,2				<0,1	<0,1	0,1	
7	26,6	26,8	26,0				<0,1	0,1	0,2	
8	25,2	25,6	25,6				<0,1	<0,1	<0,1	

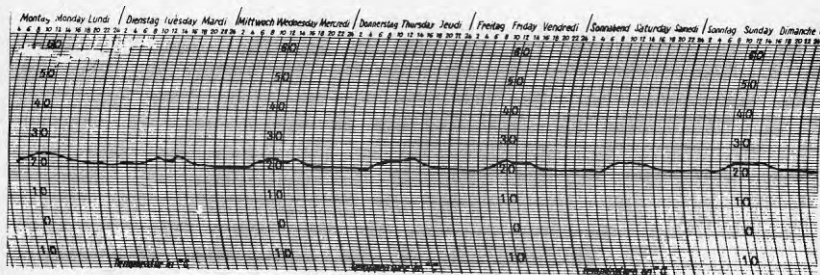
Tilluftstemp 17,8°C

82-02-17

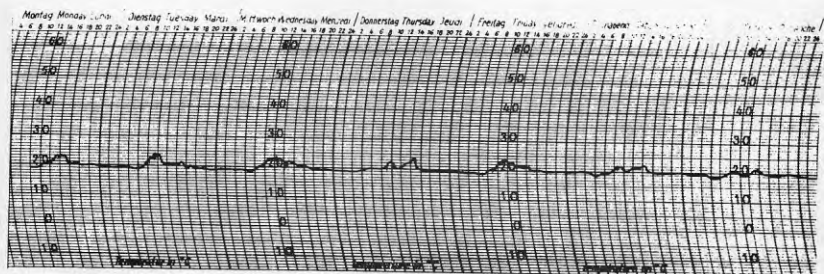
11.30-12.15

Prov punkt	Lufttemperatur °C m över golvet			Operativ temperatur °C m över golvet			Lufthastighet m/s m över golvet			Relativ fuktighet
	0.1	1.2	1.8	0.1	1.2	1.8	0.1	1.2	1.8	
1	24,1	24,9	26,1	24,1	24,8	25,3	<0,1	<0,1	<0,1	51
2	24,2	25,0	26,0				<0,1	<0,1	<0,1	
3	24,3	25,4	26,2				<0,1	<0,1	<0,2	
4	24,6	25,4	26,6				<0,1	<0,1	<0,1	
5	24,3	25,8	25,8				<0,1	<0,1	<0,1	
6	24,8	26,0	25,3				<0,1	<0,1	<0,1	
7	24,6	25,9	25,6				<0,1	<0,1	0,1	
8	24,8	25,3	25,1				<0,1	<0,1	0,1	

Temperaturregistrering 13/7-13/7 1981



Temperaturregistrering 28/1-3/2 1982



Personalens synpunkter och allmänna kommentarer

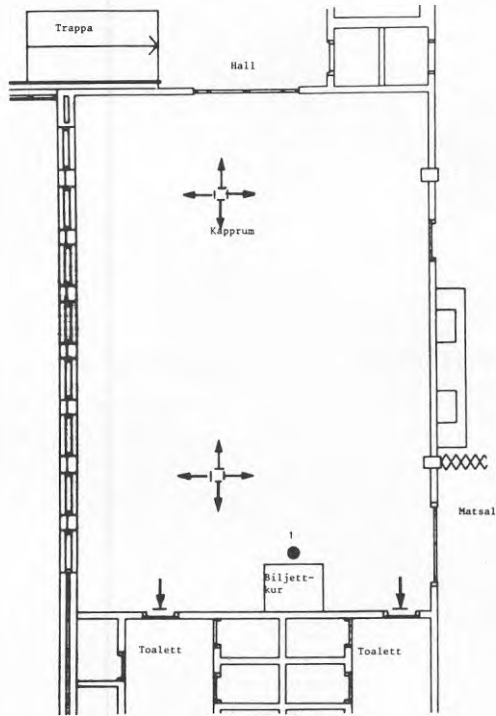
Arbetsmiljön i brickdukningen anses som varm och stressig.

I samband med servering av varm mat kan temperaturen lokalt stiga till 30-32°C. Yttertemperaturen på förvaringskärlen varierar beroende på vad de innehåller. Utsidornas yttertemperatur varierade mellan 30 och 70°C. Yttertemperaturen på locken var ännu högre, mellan 70 och 75°C.

Serveringen pågår i drygt 1 timme och personalen klagat över smärta i fötter och ben. Den höga temperaturen förvärrar situationen ytterligare. Belysningen anses otillräcklig för verksamheten.

MATKUPONGFÖRSÄLJNING

Skiss

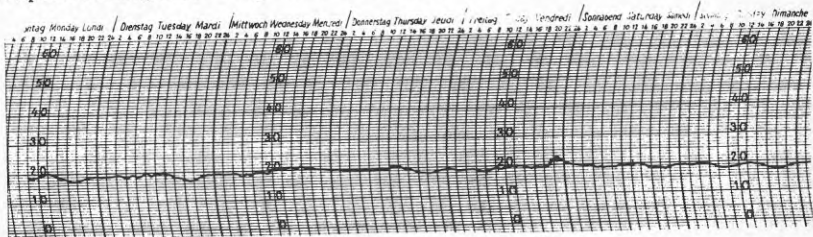


Mätdata

Tilluftstemp 19,5°C 82-02-08 13.15

Prov punkt	Lufttemperatur °C m över golvet			Operativ temperatur °C m över golvet			Luftfästighet m/s m över golvet			Relativ fuktighet
	0.1	1.2	1.8	0.1	1.2	1.8	0.1	1.2	1.8	
1	19,9	20,0	20,3				0,2	0,3	0,3	

Temperaturregistrering 28/1-3/2 1982



Personalens synpunkter och allmänna kommentarer

I kapprummet finns en hytt för försäljning av matkuponger. Damen som betjänar denna klagar på kraftigt drag ifrån matsalen, som leder till stela leder och kraftig muskelvärk. Vid luckan kunde lufthastigheter på upp mot 0,45 m/s uppmätas.

Vid mättillfället uppmättes lufthastigheter från matsal in mot kapprummet på 4-5 m/s

Övertrycket i matsalen var så stort att de tvådelade dörarna till matsalen stod öppna en tredjedel.

Även mellan kapprum och trappuppgång var det ett kraftigt drag och lufthastigheter över 5 m/s kunde uppmätas.





**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag
800943-7 från Statens råd för byggnadsforskning
till Malmö Sjukvårdsförvaltning, Byggnads-
avdelningen.**

R27: 1984

ISBN 91-540-4085-X

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6704027

**Abonnemangsgrupp:
W. Installationer**

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

Cirkapris: 35 kr exkl moms