



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

R10:1979

Placering av stor solvärmecentral

Inledande undersökning

Jan Lilja m. fl.

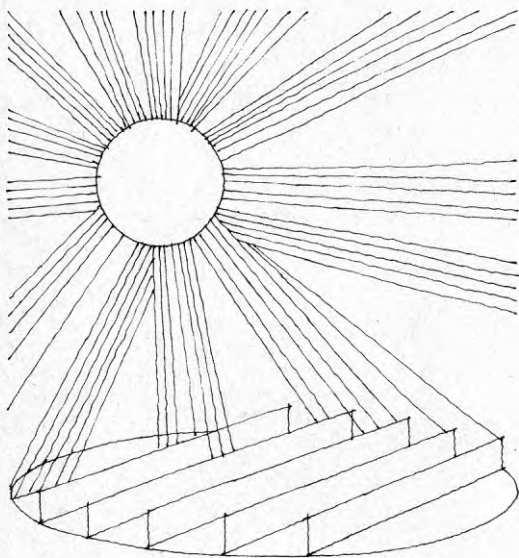
Byggforskningen

TEKNISKA HOGSKOLAN I LUND
SEKTIONEN FOR VÄG- OCH VATTEN
BIBLIOTEKET

R10:1979

PLACERING AV STOR SOLVÄRMECENTRAL
Inledande undersökning

Projektledare: Jan Lilja



Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 780018-6
från Statens Råd för Byggnadsforskning till AB Östgöta-
Byggen, Linköping

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

R10:1979

ISBN 91-540-2970-8

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

LiberTryck Stockholm 1978 861286

FÖRORD

Denna rapport är ett resultat av den inledande undersökning som genomförts angående placering av en stor solvärmecentral. Projektet som bedrivs i samarbete mellan AB Östgöta-Byggen, Studsvik Energiteknik AB och Tekniska Verken i Linköping AB, finansieras till stor del genom anslag från Statens Råd för Byggnadsforskning.

Syftet med rapporten är att ge en bakgrund för bedömning av möjligheterna att uppföra en framtida stor solvärmecentral.

Till samtliga som deltagit i arbetet, vill jag framföra ett stort tack.

Linköping i september 1978

Jan Lilja

MEDARBETARE

Lilja Jan, projektledare

Fredriksson Klas

Henriksson Hans

Margen Peter

Perers Bengt

Spångberg Klas-Göran

Svensson Lennart

AB Östgöta-Byggen

VIAK AB

Arkitektur-Stadsbyggnad KTH

Studsvik Energiteknik AB

Studsvik Energiteknik AB

Studsvik Energiteknik AB

VVS-Konsult AB

INNEHÅLL

SAMMANFATTNING	7
ARKITEKTONISK BEDÖMNING	11
1. Inledning	11
2. Allmänna förutsättningar	11
3. Diskussion	12
4. Beskrivning till principförslag	13
5. Generella reflektioner	14
INVENTERING AV ANSLUTNINGSBAR BEBYGGELSE	19
1. Befintlig bebyggelse	19
2. Nyproduktion under projektering 1978-1980	22
3. Planerad bebyggelse 1981 -	22
SYSTEMSTUDIER	25
1. System utan värmepump	27
2. System med värmepump	29
3. Solvärmecentralens utformning och dimensionering	31
4. Kostnadsantaganden	32
5. Beräkningarna	33
6. Årskostnaderna	36
FIGURER 1a - 13	37
BERÄKNINGAR	51
GEOTEKNISKA SYNPUNKTER	54

SAMMANFATTNING

Beträffande uppvärmningsteknik för byggnader är solenergi av speciellt intresse. Detta även fast solenergi i dagens läge i likhet med andra så kallade förnyelsebara energislag per energienhet, kräver en betydligt större materialmängd än konventionella anläggningar t ex olja och kärnkraft. Här har man dock inte tagit hänsyn till framtida säkerhets- och miljökrav för gällande konventionell teknik. På grund av att dessa krav måste tillgodoses innebär detta mycket stora kostnadsökningar för anläggningar som är uppbyggda för nämnda slag av energi. Dessa förhållanden jämte i framtiden begränsade energitillgångar, uppsatta mål om minskning av tillväxten av bruttoenergikonsumtionen, stigande energipriser och beredskapsskäl talar för en satsning på solenergi.

AB Östgöta-Byggen och Studsvik Energiteknik AB har sedan några år var för sig och sedan ett år gemensamt arbetat för att utveckla färdiga solenergisystem för uppvärmning. Solhuset i Linköping, solenergianläggningen i Studsvik och solvärmecentralen i Lambohov, utgör alla steg i ett målinriktat forskningsprogram.

Kunskaper om sambandet mellan stadsplaner och anläggningar i form av solvärmecentraler finns ej. Denna brist gör att beslut om stadsplaners utformning sker utan att alternativet med solvärmecentraler prövas. Årligen investeras mycket stora belopp i såväl stadsbygget som anläggningar för uppvärmning.

Slutmålet är projektering av en stor solvärmecentral som ensam eller i samdrift med en traditionell fjärrvärmecentral, skall kunna försörja stora bebyggelseområden med energi för uppvärmning och förbrukningsvarmvatten. Solvärmecentralen skall ge möjlighet till att man på ett optimalt sätt skall utnyttja de skilda

bostadsenheternas egenskaper, inklusive studier av skilda detaljlösningar, optimering av dimensionering och driftsätt, val av den bästa system- och detaljlösningen.

Målsättningen med den inledande undersökningen är

att med hänsyn till stadsplanetekniska, arkitektoniska och värmetekniska faktorer finna en lämplig placering av solvärmecentralen med tillhörande värmemagasin

att inventera anslutningsbar befintlig, under produktion varande och planerad bebyggelse

att i samband därmed beakta de geotekniska förhållandena och förutsättningarna.

Solfångarna placeras i nära anslutning till stora värmelager för solvärt vatten. Den erforderliga tillsatsenergin produceras av en hetvattencentral som är ansluten till samma distributionsnät som solvärmecentralen. Denna teknik som bygger på en vidareutveckling av svensk fjärrvärmeteknik, ger möjligheter att inom överskådlig tid försörja stora husområden med solvärt vatten för uppvärmning av byggnader och förbrukningsvarmvatten, till priser som kan konkurrera med i dag traditionella energislag.

Den gjorda utredningen påvisar det lämpliga att förlägga en stor solvärmecentral i Malmslätt om projekteringen av denna anläggning kan ske samtidigt med den redan beslutade permanenta oljebaserade fjärrvärmecentralen inom området. Detta styrks dessutom av att energiproducenten Tekniska Verken i Linköping AB har deltagit i den inledande förundersökningen.

Möjligheterna att arkitektoniskt placera en solenergi-anläggning i en stadsplan, har undersökts. Impedimentor mellan befintliga trafikleder och bebyggelseområden har därvid befunnits särskilt intressanta.

Malmslättsprojektet belyser de arkitektoniska begränsningar som inträder när en större solenergianläggning skall inplaceras i en redan planlagd miljö.

De områden som kan försörjas från en stor central i Malmslätt består av 1) del av befintlig bebyggelse 2) projekterad bebyggelse som delvis är under uppförande och 3) planerad bebyggelse. Det totala energibehovet för dessa områden är ca 43.000 kWh/år, fördelat ungefär lika på de tre grupperna av bebyggelse och är av den storleksordningen att en etappvis utbyggnad av energiförsörjningssystemet bedöms som sannolik.

Flera olika systemlösningar har studerats, där områdenas försörjningsgrad med solenergi har varierats från 30 till 70 %. System med och utan värmepump har undersökts.

Utredningen visar att det är möjligt att erhålla goda plan- och systemlösningar, där solenergi lagrad i stora vattenmagasin, bidrar till en väsentlig del av uppvärmningsbehovet.

Det är även fullt möjligt att sammankoppla solvärme-systemet med traditionella fjärrvärmesystem, baserad på olje-eldade pannor och därvid erhålla ekonomiskt möjliga lösningar. Ytterligare bättre resultat kan erhållas i framtida bostadsområden om båda kulvertsystem och byggnadernas uppvärmningssystem anpassas för lägre framledningstemperaturer på hetvattnet.

I dagens kostnadsläge innan kommersiell produktion av beskrivna anläggningar kan ske, är dessa inte kostnadsmässigt fullt konkurrenskraftiga, gentemot traditionell fjärrvärmeteknik. Det kommer därför att erfordras speciella statliga subventioner, för att genomföra en sådan anläggning. Skillnaderna är emellertid små och det finns goda förutsättningar för ett kommersiellt utnyttjande i framtiden.

ARKITEKTONISK BEDÖMNING

1. INLEDNING

Någon systematisk metod att följa finns knappast varför här belyses några valda delar av problemet. Dispositionsplanen utgör en förutsättning som inte i stort ingår som variabel.

2. ALLMÄNNA FÖRUTSÄTTNINGAR

Planområdet upptar ca 1.450 lgh, varav 670 ingår i bostadsbyggnadsprogrammet fram till 1982, uteslutande som småhus. Malmslätt ligger en dryg halvmil från Linköpings centrum och kommer att ha motorvägsförbindelse. Exploateringen i anslutning till det befintliga samhället Malmslätt - Kärna innebär ett snabbt och stort tillslag - redan -82 en fördubbling av lägenhetsbeståndet. Närliggande serviceanläggningar, rekreationsområden och arbetsplatsområden blir otillräckliga. Planen redovisar fyra arbetsplatsområden utmed motorvägen och några mindre grönområden insprängda i området eller i dess omedelbara utkant. Tillgång på större rekreationsområden i god närhet saknas.

Solvärmeteknik

Det system för solvärmeteknik som diskuteras för Malmslätt, omfattar ett stort vattenmagasin och på marken placerade solkollektorer. Avstånden mellan kollektorer - magasin - förbrukare bör inte vara stora. En 100 %-ig försörjning av 1.000 lgh kräver ett magasin på 150.000 m³ och en kollektoryta på ca 30.000 - 40.000 m². Två alternativ för kollektorernas placering diskuteras.

1. Kollektorer med uppställning på en vridbar cirkulär yta med en radie på 40 meter
2. Fast uppställda kollektorer i mer eller mindre långa band

3. DISKUSSION

Vattenmagasinet utgör ett ekonomiskt, tekniskt, naturmiljö- och säkerhetsmässigt problem men knappast ett planproblem. Vidare kan man från början konstatera att stora kollektorytor med några meters höjd inte utgör någon attraktion i sig. Sannolikt tillkommer ytterligare anläggningar som t ex stängsel. De fasta kollektorerna är smidigare ur plansynpunkt såväl i andra som tredje dimensionen. De roterande cirkelytorna kan teoretiskt ha olika radier men är sannolikt beroende av relativt plan mark.

Med den energitekniska målsättning som diskuterats för Malmslätt krävs ett markutrymme för kollektorerna på ca 5 - 8 ha. På dispositionsplanenivå, kan arbetsplatsområdena utmed motorvägen rymma erforderlig yta. Rekreationsområden inom bebyggelsen är för små och uppsplittrade och delvis starkt kuperade. Det sista alternativet är att avstå från en av bostadsgrupperna till förmån för kollektorer. De två sistnämnda alternativen bedöms som helt orealistiska. Intrång i de redan knappt tilltagna grönområdena kan knappast vara acceptabelt ur någon synpunkt. Att göra luckor i bebyggelsen kan inte heller vara försvarbart utan en omfattande revidering av planen. Detta är en bedömning som emellertid kan ges en viss tyngd om man mer i detalj studerar möjligheten att utnyttja industritomterna. Området utmed motorvägen är principiellt intressant och i fallet Malmslätt gynnsamt, genom längdaxelns orientering i öst - västlig riktning.

I Tokarpsområdet har till dagens datum endast J 1-området stadsplanestuderats i detalj och väljs därför att här som exempel mer noggrant analyseras. Tekniska skäl talar eljest för att J 2-området är mer sannolikt för en framtida lokalisering av solvärmecentral.

I illustrationsplanen för Tokarp redovisas en sk miljövall, med den dubbla funktionen att skydda mot buller och att magasinera vatten. I mer detaljerad utformning har den tillgängliga ytan krympt i förhållande till dis-

positionsplanen. Någon form av bullerskydd måste anses vara förutsättning för dispositionsplanens genomförande.

4. BESKRIVNING TILL PRINCIPFÖRSLAG

Förslaget omfattar fyra kollektorytor av rörlig typ med en radie av 35 meter, d v s med en samlad yta av drygt 15.000 m² vilket motsvarar behovet för 500 småhusenheter.

Förslaget omfattar principer här konkretiserade inom ett industriområde i Malmslätt, Linköping, i dispositionsplanen kallat J 1 med illustrationen till stadsplanen som underlag.

Stadsplanen har bearbetats i detaljer för att öka utrymmet i industritomten. Den i illustrationen redovisade bullervallen har delvis ersatts av en låg vall med bullerplank. En mindre allmänning med träd har till stor del tagits bort. Motsvarande utrymme och principer gäller också industriområde J 2. Område J 1 motsvarar möjligen högre krav på planhet vilket inte kan avses särskilt avgörande.

Viss anpassning av ursprungsplanen har skett. Viktigare är de allmänna krav man bör ställa på utformningen av anläggningen.

1. Man kan knappast acceptera att de boende ser ut över en teknisk anläggning med en utsträckning av flera hundra meter. Mellan bebyggelsen och kollektorytorna föreslås därför ett visuellt skydd i form av en vall som ges en mjuk form. Höjden bör vara maximal i förhållande till kraven på avskärmning. 3 à 4 meter bör i varje fall inte erbjuda problem.
2. Anläggningen bör ges skydd i form av stängsel. Stängslet har placerats i tomtgräns med vallarna innanför vilket är en viktig princip och innebär bl a att möjligheterna till åverkan i form av t ex stenkastning är begränsade. Ansvar för

vallar och stängsel ligger naturligtvis hos den som disponerar tomten.

3. En skötselväg omger kollektorytorna. Funktionskraven på denna har inte utretts.
4. Förslaget illustrerar en byggnad som antas vara ett pumphus och ett förråd. Inte heller i detta fall har funktionskraven studerats.

Ovservera att förslaget tar i anspråk mark inom 50 meter från motorvägen. Om detta inte kan realiseras, tas hela J 1 i anspråk med tre kollektorytor med ca 25 m och tre ytor av den redovisade storleken. Bullervallen kan under sådana förhållanden behållas enligt illustrationsplanen. Det torde vara en vinst att begränsa ytan. Planeringsprinciperna påverkas inte i övrigt av denna fråga.

Förhoppningsvis kan förslaget vara underlag för ytterligare funktionsstudier.

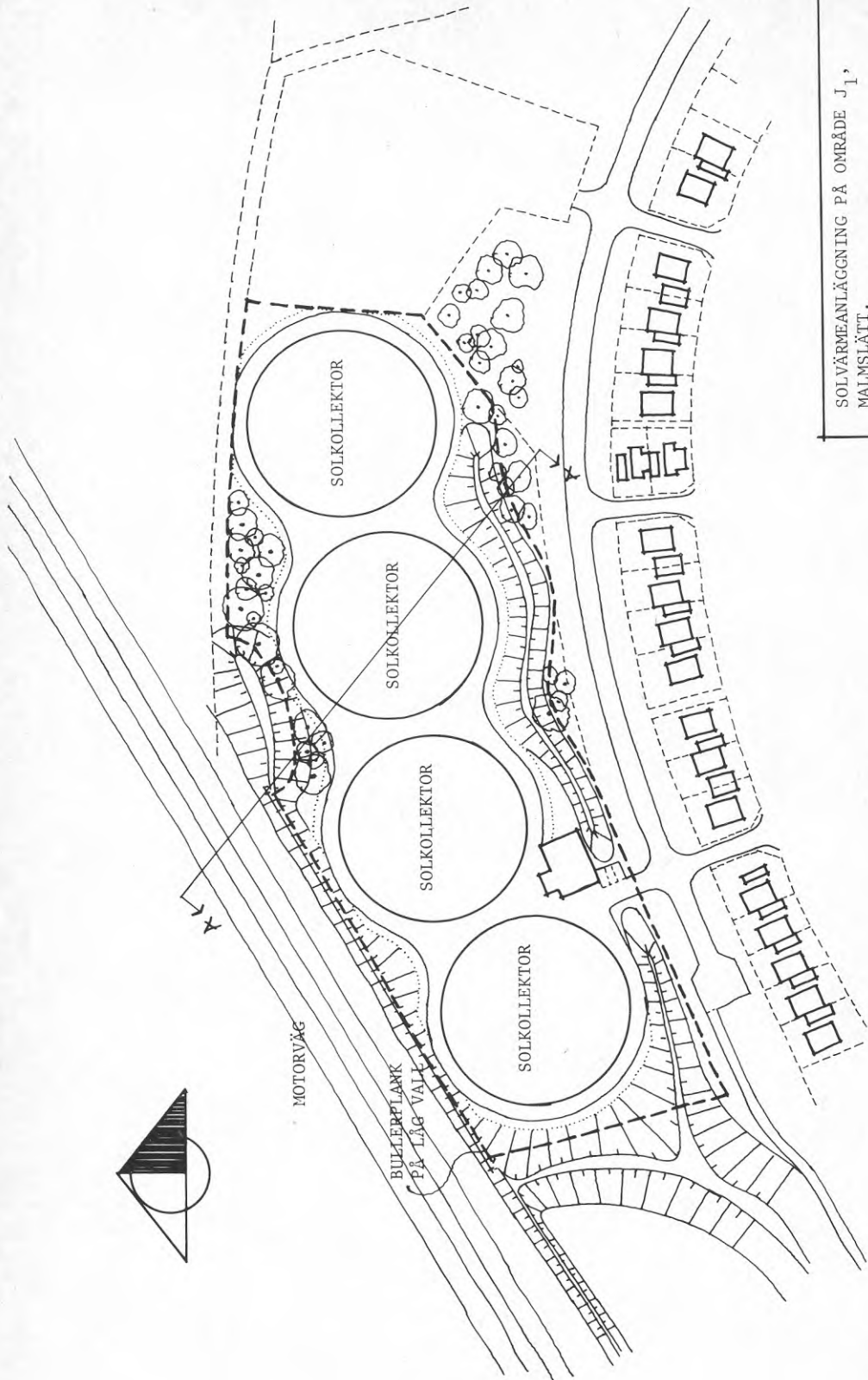
5. GENERELLA REFLEKTIONER

Inför den framtida eventuella utbyggnaden av den här beskrivna tekniken, bör diskuteras de generella förutsättningar som är avgörande i lokaliseringsfrågan.

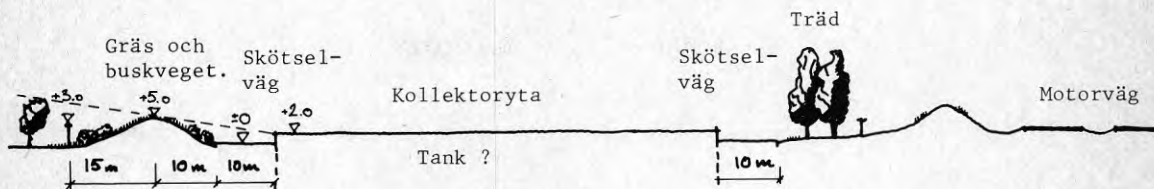
Här utgår ifrån de två markanvändningsalternativen solkollectorer - industri. Inledningsvis konstaterades att den snabba utbyggnaden av Malmslätt innebär t ex att utbudet av arbetstillfällen nära bostäderna kommer att bli begränsat. Detta förhållande är synonymt med många andra expanderande förorter. Förslaget till redispositionsplan från 1976 i kommunen uttrycker att det är önskvärt att vissa nyetableringar lokaliseras till Malmslätt. Motiven för detta är starka ur miljösynpunkt, transportekonomisk synpunkt och social synpunkt. Malmslätt är genom avståndet till de stora arbetsplatsområdena en typisk bilpendlingsort. Ur energisynpunkt innebär utbyggnaden av Malmslätt ett led i en utveckling som gäller hela landet och som helt klart kommer att kraftigt stegra behovet av drivmedel. Konsekvenserna är allvarliga och motiverar mycket starkt rejäla markreservat för arbetsområden.

Att dessa områden i Malmslätt nu tas i anspråk för en energianläggning får inte bli vägledande för planering av andra energianläggningar på andra orter. Ur energisynpunkt, kan arbetsplatsområden vara lika angelägna som införande av nya energisystem. Flera slutsatser kan tänkas. Alternativet med stora rörliga kollektorer kan inte rymmas inom planområde med bibehållna ambitioner för antal försörjda lägenheter och bibehållna dimensioner. Fasta kollektorer behöver inte heller rymmas inom ett sammanhängande område. Man kan i stället dela upp kollektorytorna i mindre enheter, vilket ökar möjligheterna. Inom befintliga planer är det troligt att man kan samla kollektoryta från garagetak, bullervallarnas sydsidor, övertäckta gångstråk, av industri- tomter, lämpliga hustak etc.

Med utgångssynpunkt från den befintliga dispositionsplanen, är det troligt att de prövade energisystemen inte kan inrymmas utan konflikt med andra angelägna planmål. En revidering av dispositionsplanens senare etapp, kan däremot ge lösningar som öppnar vägen för ett storskaligt kollektivt solvärmesystem. En sådan revidering behöver emellertid inte bara omfatta en lucka i bebyggelsen, utan en mer omfattande omgestaltning med avseende på energiaspekterna i vidare mening kan ge nya möjligheter.



SOLVÄRMEANLÄGGNING PÅ OMRÅDE J₁,
MALMSLÄTT.
Illustration av principer.
HANS HENRIKSSON/ROLF NILSSON
STOCKHOLM 78 08 31



SEKTION A-A

OMGIVANDE VALLAR OCH VEGETATION.

Det är ur flertalet synpunkter att rekommendera att omgivande vallars högsta punkt, i vädersträcken från SV till SÖ, ligger på ett minimiavstånd av 20 m från kollektorytan. Vallens höjd bör vara max 3 m över kollektorytan, lägre höjd kan bara accepteras vid ett ökat avstånd till kollektorytan, dock bör vallens höjd ej understiga 2 m.

Lämplig vegetation på vallen är gräs blandat med lägre buskar. Utanför staketet kan träd med begränsad höjd accepteras.

Staketets höjd bör vara 2,5 - 3 m på ett avstånd av ca 35 m från kollektorytorna.

I områdets norra gräns är plantering av en tät trädvegetation att rekommendera.

SKÖTSELVÄG.

Skötselvägen skall ha bärighet som brandväg och som vägområde bör en bredd av 10 m reserveras för uppställning av fordon och tillfälligt upplag av material. Beroende på kollektorernas utformning kan detta krav komma att förändras.

SOLVÄRMEANLÄGGNING PÅ OMRÅDE J₁,
MALMSLÄTT.
Sektion.

HANS HENRIKSSON/ROLF NILSSON
STOCKHOLM 78 08 31

BETECKNINGAR

Jus

Med Jus betecknat område får användas endast för central för soluppvärmning.



Med pl och punktprickning betecknad del skall användas som skyddsområde och får icke bebyggas. Upplag skall anordnas så att hinder ej uppstår för anläggningens skötsel eller funktion.

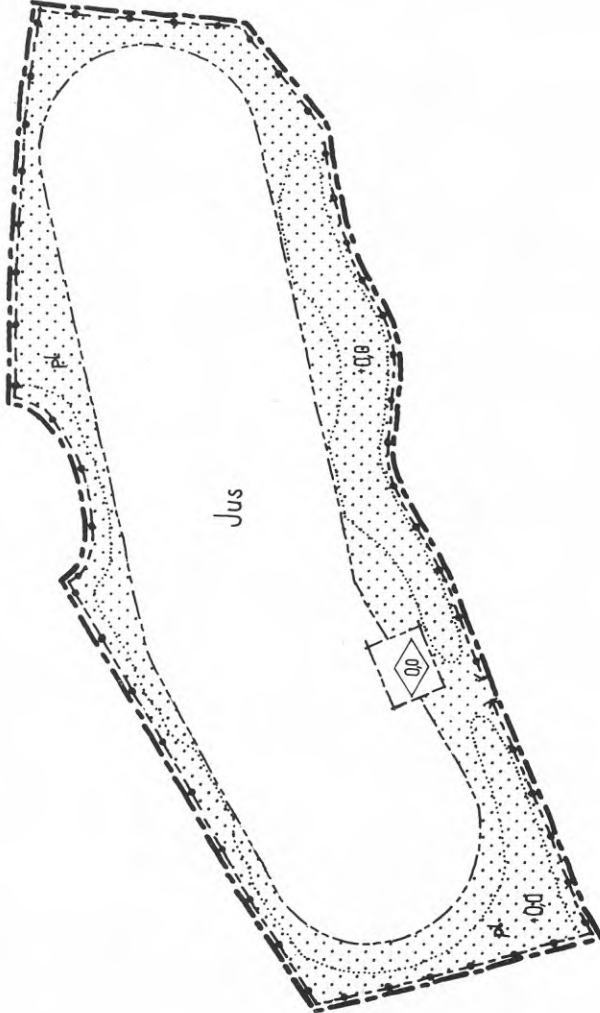
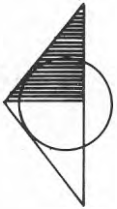


Miljövallshöjd.



På med siffr i romb betecknat område får byggnad uppföras till högst den höjd i meter som siffran anger.

Utfartsförbud med stängselskyldighet.



SOLVÄRMEANLÄGGNING PÅ OMRÅDE J₁,
MALMSLÄTT.
Illustration av vissa stadsplanepri-
nciper.

HANS HENRIKSSON/ROLF NILSSON
STOCKHOLM 78 08 31

INVENTERING AV ANSLUTNINGSBAR BEBYGGELSE

Det befintliga byggnadsbeståndet i Malmslätt varierar vad gäller ålder och typ av byggnader.

Söder om järnvägen som skär genom samhället finns i huvudsak försvarets anläggning F13M men även en viss bostadsbebyggelse i en gles stadsplan.

Norr om järnvägen finner man serviceanläggningar som skolor, ålderdomshem, barndaghem m m samt flertalet av samhällets flerbostadshus.

Även i den norra delen finns en del äldre enbostadshus med stora tomter och låg värmetäthet motsvarande ca 300 enbostadshus.

I samråd med Tekniska Verken har det bedömts såsom ekonomiskt orealistiskt att ansluta den glesare bebyggelsen till solvärmecentralen.

I stället har uppmärksamheten koncentrerats till den större bebyggelsen, grupper av hus och områden med god värmetäthet nämligen:

1. Befintlig bebyggelse i centrala äldre delen av Malmslätt norr om järnvägen samt delar av försvarets anläggning F13M söder om järnvägen.
2. Nyproduktion under projektering eller produktion Tokarp, Malmslätt, område A,B,E och F.
3. Planerad bebyggelse nordväst Malmslätt område C,H, K,L,M,N,O och P med ännu ej projekterade byggnader och med möjlighet att påverka värmeanläggningars utformning beträffande arbetstemperaturer m m.

1. BEFINTLIG BEBYGGELSE

1:1 Norrgatan, 54 st kedjehus

Effekt	594 kw
Energiförbrukning	1.300.000 kwh/år
Dimensionerande systemtemperatur	+80 - 60°C
Uppgiven systemtemperatur mars 1978	+48-42°C vid -10°C
Pannors tillverkningsår	1966-67

Övrigt:

Tekniskt möjligt att tilläggsisolera vindsbjälklaget samt att förlägga ett sekundärt nät på vindarna. Varje hus ägs privat, ingen förening finns.

1:2 Riksbyggen, Norrsättersgatan 3-13(Malmslätt 1)

Effekt	450 kw
Energiförbrukning	990.000 kwh/år
Pannors tillverkningsår	1961

(Malmslätt 2)

Effekt	230 kw
Energiförbrukning	506.000 kwh/år
Dimensionerande systemtemperatur	+80-60°C
Uppgiven systemtemperatur mars 1978	+55-48°C vid -15°C
Pannors tillverkningsår	1964

Övrigt:

Samtliga lägenheter är utrustade med termostatventiler.

1:3 Kärna Skola med Malmengården

Effekt	1.600 kw
Energiförbrukning	3.579.540 kwh/år
Pannors tillverkningsår	1964

Dimensionerande systemtemperatur	+80-60°C
Uppgiven systemtemperatur mars 1978	+70-60°C vid -12°C

Övrigt:

Skolan är utbyggd i flera etapper. Hela panneffekten utnyttjas vid dimensionerande utetemperatur. Enligt uppgift uppstår svårigheter att hålla temperaturen i den senaste utbyggnaden (Malmengården) vid låga utetemperaturer. Inga planer finns för närvarande att tilläggsisolera.

1:4 Kärnavägen 2-4 (2 st Affärsfastigheter)

Effekt	60 kw
Energiförbrukning	132.000 kwh/år
Pannors tillverkningsår	okänt

Dimensionerande systemtemperatur	+80-60°C
----------------------------------	----------

Övrigt:

Ovanstående värden uppskattade.

1:5 Kärnagården

Effekt	145 kw
Energiförbrukning	318.181 kwh/år
Pannors tillverkningsår	1958

Dimensionerande systemtemperatur +80-60°C
 uppgiven systemtemperatur
 april 1978 +70-40°C vid +10°C

Övrigt:

- - -

1:6 Pensionärshem

Effekt 125 kw
 Energiförbrukning 278.409 kwh/år
 Pannors tillverkningsår (2 st) 1947 resp 1957
 Dimensionerande systemtemperatur +80-60°C
 Uppgiven systemtemperatur +55-47°C vid +10°C

Övrigt:

- - -

1:7 Stångåstaden, Allévägen 6-12

Effekt 450 kw
 Energiförbrukning 984.375 kwh/år
 Pannors tillverkningsår 1966
 Dimensionerande systemtemperatur +80-60°C
 Uppgiven systemtemperatur - - -

Övrigt:

Termostatventiler planeras att sättas in.
 Inga planer på tilläggsisolering.

1:8 Förskola och bibliotek

Effekt 40 kw
 Energiförbrukning 88.000 kwh/år
 Pannors tillverkningsår - - -
 Dimensionerande systemtemperatur +80-60°C
 Uppgiven systemtemperatur - - -

Övrigt:

- - -

1:9 Allévägen 3,a,b,c och 5 (flerfamiljshus)

Effekt 180 kw
 Energiförbrukning 400.000 kwh/år
 Pannors tillverkningsår - - -
 Dimensionerande systemtemperatur
 (antagen) +80-60°C
 Uppgiven systemtemperatur - - -

Övrigt:

Ovanstående värden uppskattade.

1:10F13 MCentral 201, 202 och 85

Effekt	2.700 kw
Energibehov	6.006.556 kwh/år
Pannors tillverkningsår	1964
Dimensionerande systemtemperatur	+80-60°C vid -20°C
Uppgiven systemtemperatur	- - -

Övrigt:

Planer finns på att byta pannor i central 201 samt att låta central 202 och 85 utgå genom att med kulvert mata 202 och 85 från central 201. Inga planer finns på att förbättra några byggnaders värmeisolering. Från ovannämnda centraler utgår oshuntat vatten till de olika byggnaderna vilka har egna shuntgrupper där också varmvatten beredes. För varmvatten erfordras +70°C framledningstemperatur sommartid. Varmvattenbehovet är för närvarande litet i förhållande till effekten.

2. NYPRODUKTION UNDER PROJEKTERING 1978-19802:1 Område A,B,E,F,G och LM

Effekt	7.400 kw
Energiförbrukning	13.506.000 kwh/år
Dimensionerande systemtemperatur	+80-50°C

Övrigt:

Husen är projekterade i grupper att anslutas till undercentralen förutom 75 hus med äganderätt och egna värmeomformare.

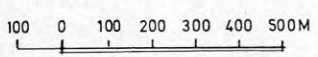
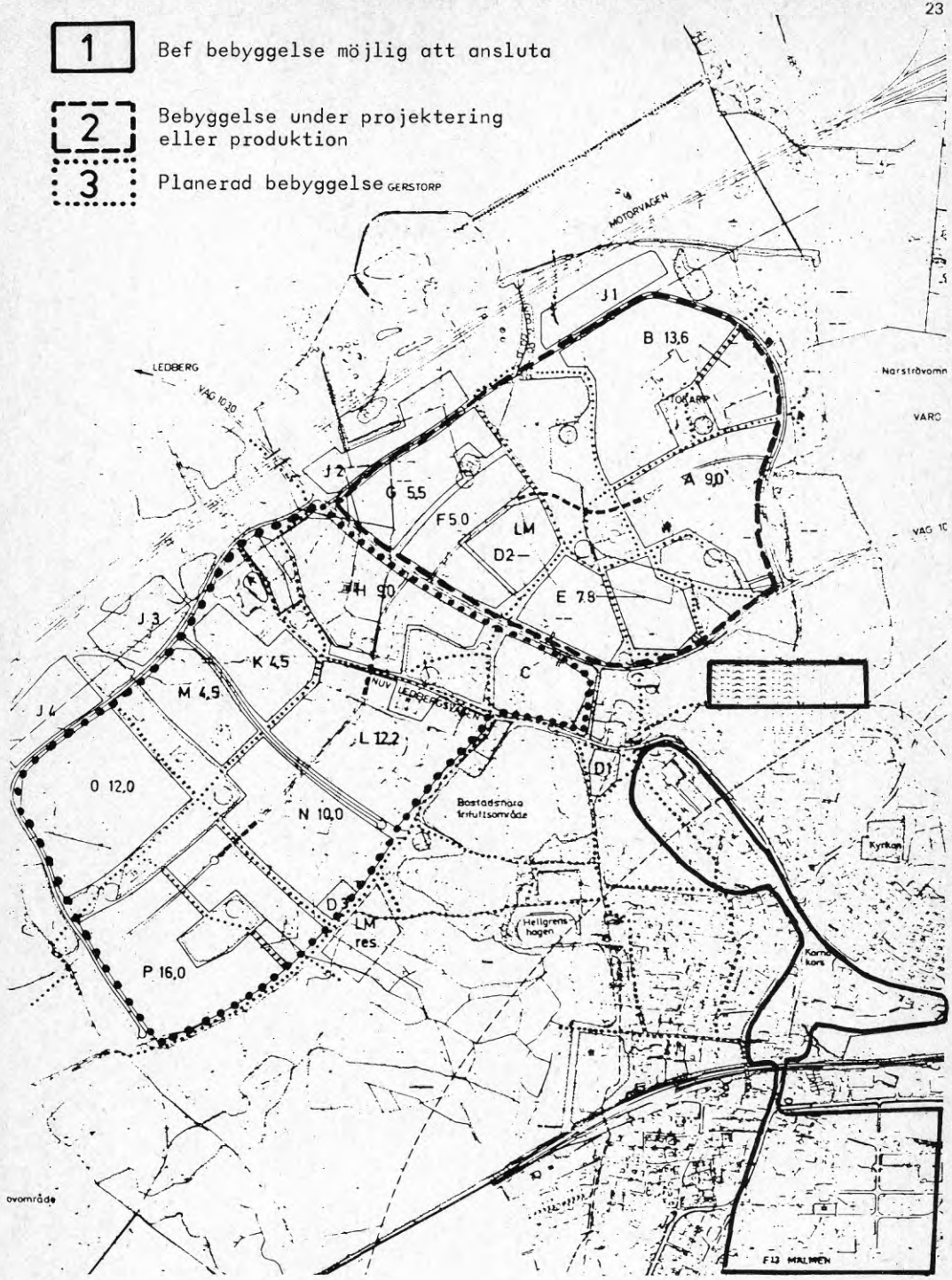
3. PLANERAD BEBYGGELSE 1981-3:1 Område C,H,K,L,M,N,O,P och LM

Effekt	7.700 kw
Energiförbrukning	14.650.000 kwh/år
Dimensionerande systemtemperatur	se nedan

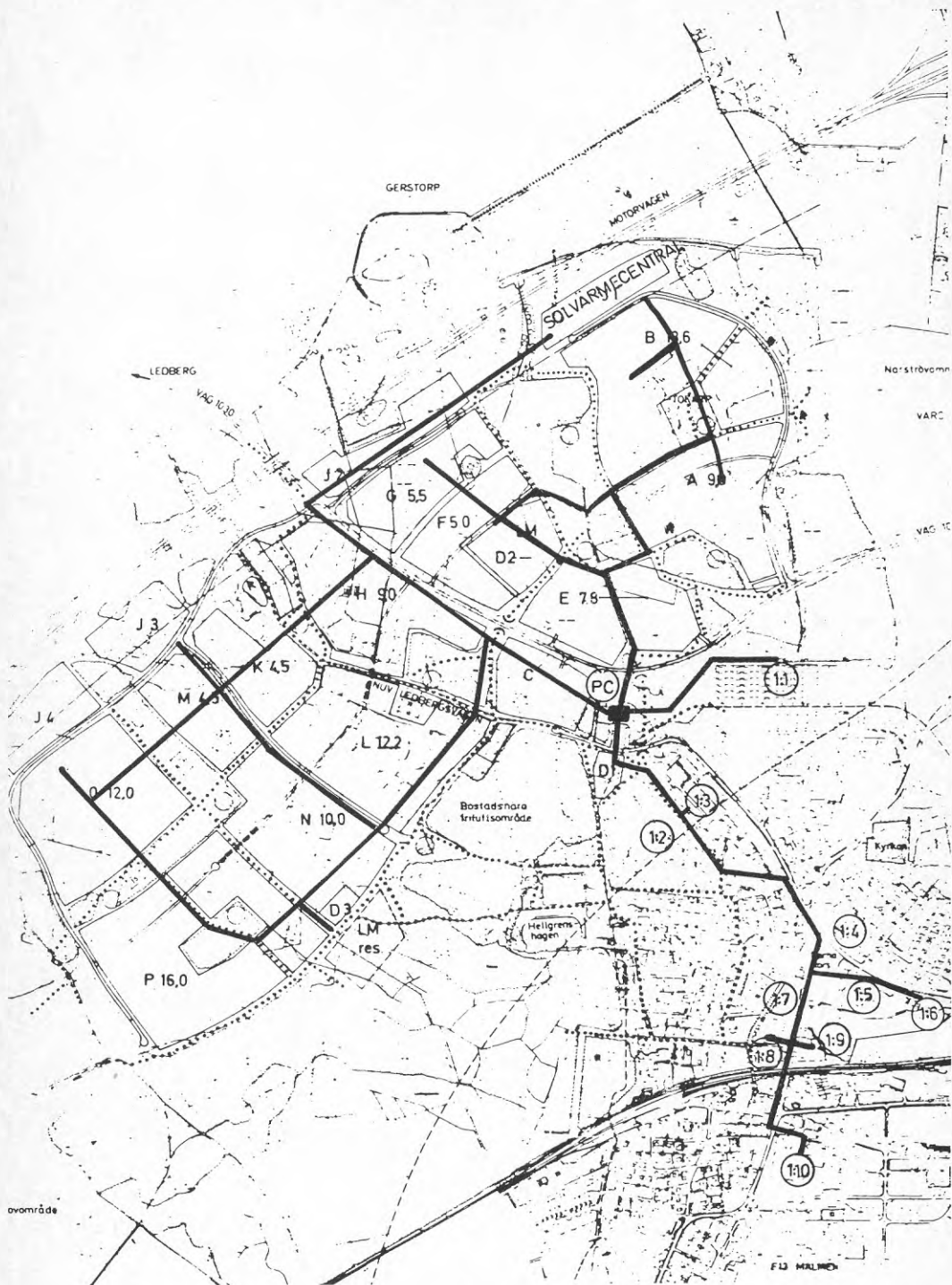
Övrigt:

Husen förutsättes anslutna i grupper till gemensam undercentral. Möjlighet bör finnas att påverka planutformning, val av värmesystem samt dimensionerande systemtemperaturer.

- 1** Bef bebyggelse möjlig att ansluta
- 2** Bebyggelse under projektering eller produktion
- 3** Planerad bebyggelse GERSTORP



STOR SOLVÄRMECENTRAL, MALMSLÄTT
 Områdesindelning vid inventering
 av anslutningsbar bebyggelse.



STOR SOLVÄRMECENTRAL, MALMSLÄTT
Värmeledningens huvudsträckning.

SYSTEMSTUDIER

Av inventeringskapitlet framgår att de försörjda områdena kan indelas i tre huvudtyper

typ 1	befintlig bebyggelse
" 2	projekterad bebyggelse, delvis under byggnad
" 3	ännu ej projekterad bebyggelse

Effekt- och energimässigt ligger alla tre typerna i samma storleksordning

typ 1	6570 kW - 14580 MWh/år
" 2	7400 kW - 13500 MWh/år
" 3	7700 kW - 14650 MWh/år
<u>Totalt</u>	<u>21670 kW - 42730 MWh/år</u>

För typerna 1 och 2 önskar man använda konventionella primär- och sekundärsystem, möjligtvis med viss justering i dimensioneringen av ledningar eller värmeöverförande ytor i undercentralerna. För typ 3 kan man anta att rörsystem och uppvärmningssystem direkt kan optimeras för solvärme.

Den inventering av temperaturer i systemen som stickprovsmässigt genomförts visar att (se tidigare avsnitt) sekundärsystemtemperaturerna inom den existerande bebyggelsen i många fall ligger under de nominellt dimensionerade värdena. Med lämpliga regleranordningar och användning av radiatorventiler med termostat (som ju är motiverade även ur energibesparingssynpunkt) bör sålunda särskilt retur-

vattentemperaturerna kunna reduceras till värden något lägre än konventionella värden. För området som är under projektet har Energiverket specificerat sekundärvattentemperaturer till $80^{\circ}\text{C}/50^{\circ}\text{C}$ kallaste vinterdag mot konventionellt $80^{\circ}\text{C}/60^{\circ}\text{C}$, vilket tillsammans med tappvarmvattenbehovet och användning av trestegsvärmeväxlare i undercentralerna också kan reducera returvattentemperaturerna.

Mot bakgrund av att man måste bygga ut fjärrvärmenätet för initialt konventionella hetvattenpannor och det faktum att frågan om uppförandet av en solvärmecentral ännu är osäker, har det bedömts som olämpligt att gå ifrån det konventionella sättet att ansluta bebyggelsen i områden typ 1 (befintlig bebyggelse) och typ 2 (bebyggelse under projektering). Det konventionella sättet är att bygga ett primärsystem med undercentraler i varje fastighet eller hus. Med ovannämnda åtgärder och lämplig reglerutrustning i fastigheterna bör man ändå kunna hålla primärvattentemperaturerna under sommarhalvåret till värden som är något lägre än de normala $80^{\circ}\text{C}/48^{\circ}\text{C}$, uppskattningsvis ca $75^{\circ}\text{C}/40^{\circ}\text{C}$. Området med ny bebyggelse skall i princip kunna utföras redan från början för lågtemperatursystem, och därigenom reducera temperaturerna ytterligare. Detta innebär att man under hela året bör kunna räkna med ett medelvärde på returvattentemperaturen i primärsystemet på ca 40°C .

Solvärmesystem av idag kan ej direkt klara de höga temperaturer som krävs i primärnät avsedda för äldre bebyggelse varför en hetvattenpanna måste läggas in i systemet. Två huvudlösningar förtjänar att undersökas: med resp utan värmepump. Som riktlinje för en första dimensionering kalkyleras med tre olika försörjningsgrader från systemet värmepump - solvärmecentral, nämligen 30, 50 resp 70 %.

1. SYSTEM UTAN VÄRMEPUMP

Se fig 1a. Kretsen med hetvattenpanna representerar system för bebyggelseområden med konventionella system. Dock väljs förslagsvis något större ytor än som är vanligt i tappvarmvattenvärmeväxlarna, för att kunna reducera de erforderliga temperaturerna i primärsystemet särskilt under sommarhalvåret, då tappvarmvattnet dominerar värmebehovet. Normalt klarar man sig under sommaren med $80^{\circ}\text{C}/45^{\circ}\text{C}$ under det att man med något större värmeväxlarytor skulle kunna nå t ex $75^{\circ}\text{C}/35^{\circ}\text{C}$. (Detta primärvatten värmer ju ca 15°C kallvatten till en temperatur på ca 45°C . Adekvata temperaturskillnader för värmeöverföring finns sålunda även med de föreslagna reducerade primärvattentemperaturerna.)

De andra kretsarna i figuren visar hur man senare skulle kunna ansluta ett område av nya hus dimensionerade för lägre vattentemperaturer, t ex med gemensamma undercentraler för större grupper av hus. Från dessa undercentraler fördelas vattnet med sekundärledningar.

Värmeväxlare mellan magasinivatten och distributionssystemen har således lagts in dels vid de två avgreningarna till lågtemperaturbebyggelsen, dels i närheten av den oljeeldade hetvattencentralen, där värmen överförs till primärnätet. Detta gör det möjligt att för lågtemperaturbebyggelsen använda det billigaste distributionsystemet med gemensamt vatten för tappvarmvatten och uppvärmning i temperaturbeständiga plaströr.

Fig 1b visar en variant där man använder skilda ledningar för framledningsvattnet till huvudsystemet och lågtemperatursystemen. Denna variant kan ev vara mer fördelaktig än 1a då verkningsgraden på solfångarna kan ökas eftersom även

50-gradigt vatten kan tillåtas levereras. I ekonomiska kalkyler har inte detta fall presenterats. Ledningarna matas från vattenlager vid olika temperaturer i magasinet. Kopplingen gör det möjligt att den del av solenergin som levereras för omedelbar användning utan långtidslagring för bebyggelsen med lågtemperatursystem kan alstras vid lägre temperatur i solfångarna, varigenom solfångarnas effektutbyte per m^2 ökar. Detta betalar utan vidare merkostnaden för ett extra rör i rörgraven för en begränsad sträcka på några hundra m. Varianten har även den fördelen att lägsta temperatur i magasinet minskas med några grader, vilket ökar värmelagringsförmågan per m^3 .

Fig 2 visar ungefär hur erforderlig effekt varierar över årstiden samt hur mycket av effekten som ligger mellan olika temperaturgränser. Om vi antar att magasinets konstruktionstemperatur är t ex 85°C , att 7°C medeltemperaturskillnad erfordras för värmeöverföringen mellan magasinsvatten och primärvatten vid maximalt överförd effekt, så kan en framledningstemperatur på ca 75°C erhållas från magasinet när magasinet är fullt. Denna temperatur sjunker endast med några grader genom värmeförluster under större delen av urladdningsperioden tills man närmat sig punkten då övergångsskiktet mellan varmt och kallt vatten nått till toppen av magasinet. Då sjunker temperaturen på toppen av magasinet fortare och närmar sig till sist primärsystemets returvattentemperatur, varefter ingen mer värme kan tas från magasinet. Under tiden har dock solen börjat leverera ökade bidrag, så att ett värmeöverskott så småningom föreligger.

Fig 3 visar exempel på lämpliga värmeuttag ur magasinet (streckad yta), direkt levereras från solfångarna (via mellanlagring av magasinet för att jämna ut korttidsvariationer - korsstreckad yta) samt överskottsvärme från solfångarna som lagras i magasinet - punkterad yta. Det vita fältet levereras av värmepannan. (I fig 3 är försörjningsgraden större än 0.5.)

Ett överslag tyder på att man med detta schema skulle kunna utnyttja ett temperaturintervall i magasinet mellan 85°C och $45^{\circ}\text{C} = 40^{\circ}\text{C}$, motsvarande en returvattentemperatur på primärsystemet på ca 40°C vid början av vårsäsongen då magasinets sista värmeinhåll skall tömmas. $\Delta T = 40^{\circ}\text{C}$ ger en bruttovärmelagring på ca 46 kWh/m^3 , exklusive värmeförluster och marginal för ofullständig fyllning av magasinet.

2. SYSTEM MED VÄRMEPUMP

Fig 4 visar ett schema med värmepump.

Solfångarkretsen:

De streckade linjerna visar kopplingen som behövs under den solrika delen av året då solfångarna levererar vatten av hög temperatur. Under resten av året höjs temperaturen genom en flerstegsvärmepump - de heldragna linjerna. Kopplingen medger också att öka toppskiktets temperatur medan bottenkiktet sänks till ca 5°C . Enligt schemat levererar värmepumpen ibland 85°C vatten och ibland 50°C , för att tillgodose de mängder vatten som systemen behöver vid de två temperaturerna. Med hänsyn till begreppet värmefaktor är detta ekvivalent med att hela tiden leverera vatten vid en medeltemperatur

av ca 70°C . I några längre fram gjorda beräkningar har vi valt en värmefaktor som motsvarar ca 75°C , vilket alltså är konservativt.

Kretsarna på förbrukarsidan:

Uppbyggnaden är densamma som beskrivs för fig 1b.

Schemat gör det möjligt att använda ledningar av ny teknik för syresatt vatten mellan solvärme-centralen och hetvattencentralen, vilket ger besparingar i ledningskostnaden. Dessutom kan magasinet användas optimalt för att utjämna behoven för vatten av olika kvantiteter. Värmepumpen kan drivas kontinuerligt vid max effekt under vintern genom utnyttjande av lagret, varför man kan minska effektbehovet jämfört med vårt antagande av 2000 fullasttimmar/år. Kopplingen ställer visserligen ökade krav på inmatning och utmatning av vatten på rätt nivå, men de ovan nämnda fördelarna bör kompensera för detta.

Temperaturintervallet är $(85-5)^{\circ}\text{C} = 80^{\circ}\text{C}$, alltså fördubblat jämfört med ett schema utan värmepump. Dessutom medför den lägre medeltemperaturen i magasinet samt dess minskade erforderliga volym, att värmeförlusterna från magasinet till omgivningen minskar. Detta bidrar ytterligare till en minskning i den erforderliga magasinvolymen. Troligen kan magasinets totala volym genom dessa faktorer minskas med ungefär en faktor 2.2.

Även i detta fall kan systemet senare kompletteras med särskilda anslutningar för nya bostadsområden där värmesystemen dimensioneras för lägre vattentemperaturer, på samma sätt som beskrivits för varianten utan värmepump. Då kan värmepumpen leverera vatten vid lägre temperatur under en större del av drifttiden.

Fig 5 visar schemat och temperaturfördelningen för en värmepump med tre steg. Carnot-värmefaktorn för detta schema är mycket hög - ca 6.5 - vid det något pessimistiskt uppskattade medelvärdet på vattentemperaturen från värmepumpen. En praktisk värmefaktor på 4.5 bör kunna uppnås i stora värmepumpar.

3. SOLVÄRMECENTRALENS UTFORMNING OCH DIMENSIONERING

Med hänsyn till de relativt höga temperaturer som erfordras på det beskrivna systemet är det ändamålsenligt att använda solfångare som har hög verkningsgrad även vid relativt hög temperatur. Vi har därför i denna preliminära redovisning utgått ifrån koncentrerande solfångare av samma slag som är planerad för Studsviks solvärmecentral, men monterad i en lutning på 50°C mot horisontalen, och med en separationsvinkel på 35°C . Som synes av fig 6 har solfångare av detta slag ca dubbelt så hög solinfångning per m^2 och år vid 65°C som stationärt monterade plana solfångare med 45° vinkel och enkel glasning.

Så många som möjligt av dessa solfångare placeras på magasinets lock. Dom som ej får rum där monteras på särskilda rotationsanordningar - t ex ett balksystem med räls, eller flytande bärcroppar på en grund kallvattenpool, bredvid. Man siktar på att ha ett antal sådana runda anordningar med solfångare med maximalt ca 90 m diameter i en rad. För att vara försiktig har magasinets maximala vattentemperatur begränsats till 85°C .

Värmebehovet som framkommit genom inventeringen tidigare i rapporten har avrundats nedåt till 40,5 GWh/år. Med tillägg för 10% värmeförluster i kulvertar blir då bruttobehovet 45,0 GWh/år.

Beräkningsmodellen som använts beskrivs i lägesrapporten till solvärmecentral 2 (AR-ET-60). Den har för några punkter korrelerats med mätningar som gjorts förra hösten i Studsvik på en tidig prototyp av den aktuella solfångaren. God överensstämmelse erhöles. För att få en säkerhetsmarginal - för ev osäkerheter i modellen samt försämrade prestanda t ex pga försämring av reflektorernas yta under drift - har vi i beräkningarna reducerat värmeproduktionen med 16% relativt värdena som angivits i fig 6. Dessa 16% härrör från antagna försämringar i reflektionsförmåga på folien från 0,85 till 0,80 och absorptionstal på absorbatorrören från 0,98 till 0,90.

4. KOSTNADSANTAGANDEN

För själva solvärmecentralen har följande huvudantaganden gjorts vid bedömning av kostnaderna:

Det har antagits att magasinen kan fyllas till 86% av dess potentiella magasineringsförmåga mellan 85°C och 45°C resp 5°C, samt att hela den lagrade energimängden minus värmeförlusterna kan levereras till nätet. Varmvattnet är mot slutet av urladdningsperioden visserligen i fallet utan värmepump bara några grader varmare än returvattnet, men värmen kan ändå utnyttjas genom eftervärmning av vattnet i hetvattencentralen.

Solfångare som placeras på taket av locket: 500 kr/m²

Solfångare placerad på särskild rotationsanordning eller förlängningsbalkar: 650 kr/m²

Grävning av gropen (beroende på storlek)

Isolering och tätningsduk inkl montage:
38 å 42 kr/m³

100 kr/m² + 500 kr/m³ av isolermaterial

Den ovan angivna kostnaden för isolering hänför sig till ledningsförmåga $0,03 \text{ W/m}^\circ\text{C}$. För isolering av sämre kvalitet antas kostnaden minska i proportion till ledningsförmågan.

Värmepump: 150 000 kr + 350 kr/kW levererad värmeeffekt (inkl alla anslutningsanordningar och berörd extra reglerutrustning).

Hetvattencentralen antogs bestå av 3 x 11 MW pannor när man inte hade solvärmecentral, 2 x 11 MW pannor med den minsta solvärmecentralen som sålunda antogs kunna ersätta reservpannan, resp 1 x 11 MW pannor för de större solvärmecentralerna som är uppdelade på flera magasin. Då antas att det är omöjligt att hela solvärmecentralen blir utslagen samtidigt.

Den ekonomiska kalkylen baserar sig på den kostnadsbild som framkommit under projekteringen av solmagasinet i Studsvik och Lambohov. Vissa priser får betraktas som pessimistiska därför att bl a på schaktnings-, isolerings- och duksidan en uppskalning bör ge lägre kostnader än vad som antagits.

5. BERÄKNINGARNA

Syftet med följande preliminära beräkningar har varit att få en första ungefärlig indikation angående erforderliga dimensioner för solvärmecentralen och dess magasin, samt en grov skattning över investeringsbehovet och ekonomin, samt storleken på det stödet som skulle behövas för att få ekonomin att gå ihop. Givetvis blir en första stor anläggning av detta slag ej lönande, men stödets erforderliga storlek blir beroende på målsättningen angående solförsörjningsgraden.

Med hänsyn till den ovan beskrivna målsättningen har det ansetts tillfyllas att göra beräkningar med starkt förenklade ansatser. Fig 7 visar en belastningskurva för ett stort fjärrvärmenät, som har approximerats genom ett diagram med räta linjer i fig 8. Sommarens belastning har där ökats några procent jämfört med fig 7 för att ta hänsyn till de procentuellt något högre värmeförluster på ett fjärrvärmenät med ett stort inslag av enfamiljshus.

Kurvorna visar den effekt som en solvärmecentral med målsättning 70%, 50% resp 35% solvärmebidrag skulle kunna ge. Även här rör det sig om en grov schematisering med räta linjer av de verkliga beräknade diagrammen. Genom den höga lutningsvinkeln, 50° , och rotationsprincipen, erhålls dock en förhållandevis bred "sommartopp" i energi-produktionen.

Ytorna som inslütes av dels värmebehovskurvorna dels kurvorna för olika försörjningsalternativ, representerar den värmeenergi som solvärmecentralen kan leverera direkt till systemet utan långtidslagring. Resterande delen av produktionen levereras till magasinet, varvid dock förlusterna under laddningsperioden inte får dras av förrän den totala energin som levererats till lagret erhållits.

Även under urladdningsperioden förekommer förluster, varför den till nätet levererade energin är lägre än de värden som motsvarar de ovannämnda ytorna. Beräkningarna, som redovisas i tabell 1 har gjorts för enkla antaganden t ex medeltemperaturer i magasin för värmeförlusterna och medeltjockleken för isoleringen. Dessa antaganden är pessimistiska i förhållande till optimerad konstruk-

tion där isoleringens tjocklek anpassas till temperaturskillnaden över isoleringen.

För den energimängd som tillförs direkt till fjärrvärmenätet (dock ofta med korttidslagring i magasinet) antogs att solfångarna har en medeltemperatur på $(85 + 45)^{\circ}\text{C}/2 = 65^{\circ}\text{C}$ där 85°C representerar magasinets laddningstemperatur, men även den temperatur vid vilken man normalt måste leverera vatten till värmeväxlaren för att erhålla de på nätet normalt önskade temperaturerna på 75 à 70°C , medan 45°C är returvattentemperaturen på magasinssidan. Även dessa antaganden är pessimistiska då de försummar den minskning (ca 10°C) i solfångarnas medeltemperatur som anslutning av lågtemperaturbostadsområdet leder till.

För varianten utan värmepump motsvarar 65°C medeltemperaturen för solfångarnas drift.

För varianten med värmepump får en del av energin som levereras till magasinet produceras med en lägre medeltemperatur för solfångarna nämligen $(85 + 5)^{\circ}\text{C}/2 = 45^{\circ}\text{C}$, eftersom värmepumpen reducerar returvattentemperaturen till magasinet till 5°C .

Det bör betonas att dessa antaganden är konservativa så tillvida att man i praktiken kan öka produktionen något genom att under tiden för låg solinstrålning där man ej kan få nettoproduktion vid 65°C resp 45°C driva anläggningen för förvärmning av vatten vid relativt låg temperatur i solfångarna. Dessutom ökas solfångarnas produktion genom drift av lågtemperaturbostadsområdet enl fig 1b resp fig 4.

6. ÅRSKOSTNADERNA

För beräkning av kapitalkostnaderna antogs att den rekommendation som Energikommissionens tillförselgrupp gjorde skulle gälla, nämligen en realränta på 4% per år. Beaktas därutöver en prisökningstakt på olja som är 2% snabbare än den allmänna inflationstakten så blir den "ekvivalenta" realräntan 2% per år. Med 25 års amorteringstid erhålls då en kapitalkostnad på 5,2% per år.

Elkostnaden har beräknats för 18 öre/kWh och oljebesparing krediterats vid 6 öre/kWh.

För solvärmecentralens skötsel har därutöver en kostnad på 80 000 å 100 000 kr/år beräknats efter avdrag av de besparingar som görs genom minskning av antalet pannor för hetvattencentralen.

Tabell 1 sammanfattar de kostnader som dessa antaganden ger. Som synes kvarstår ett underskott som behöver finansieras på annat sätt. Det varierar mellan drygt 27 Mkr och 10 Mkr, beroende på försörjningsgraden för solenergi, vid 46% försörjning blir underskottet 17,7 Mkr. Tabellen visar även att värmepumpsvarianten ger ca 7 Mkr lägre underskott än varianten utan värmepump. Detta beror på den minskade storleken på erforderligt magasin samt den mindre solfångarytan eftersom man erhåller högre prestanda vid lägre drifttemperatur.

Det bör betonas att dessa värden är endast avsedda som riktvärden eftersom en etablerad projektering och optimering samt noggrannare beräkningar erfordras för att etablera pålitliga värden, bl a erfordras markundersökningar. Som ett exempel kan nämnas att en minskning av solfångarnas kostnad med 20% skulle kunna halvera underskottet. En nästan lika stor

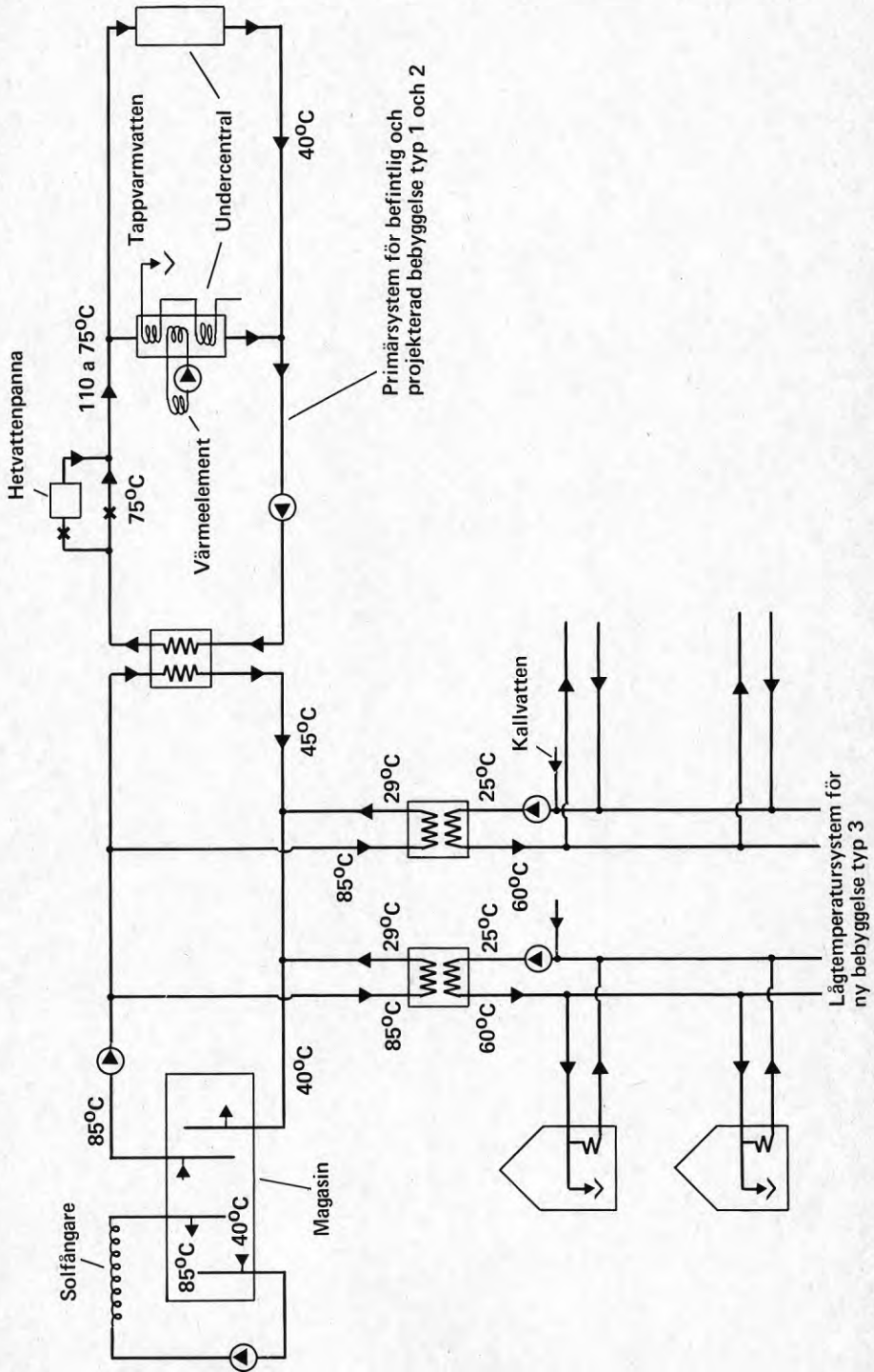


FIG 1a. Central utan värmepump.

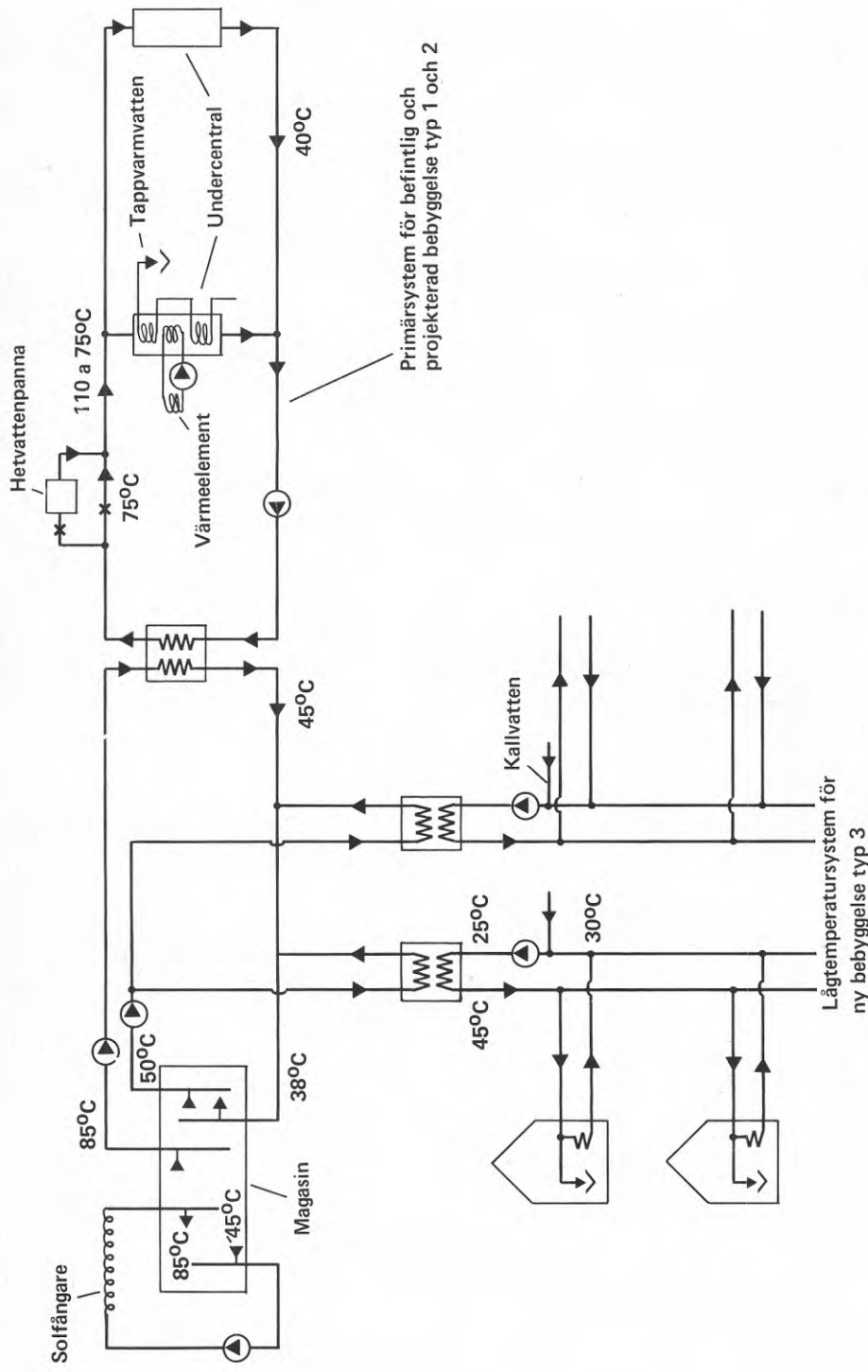


FIG 1b. Central utan värmepump - variant med separata framledningar för lågtemperaturområdet.

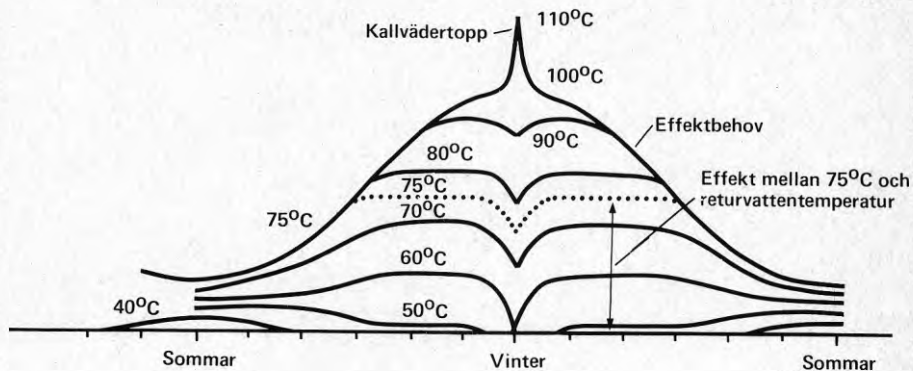


FIG 2. Fjärrvärmeeffekt mellan olika primärtemperaturgränser.

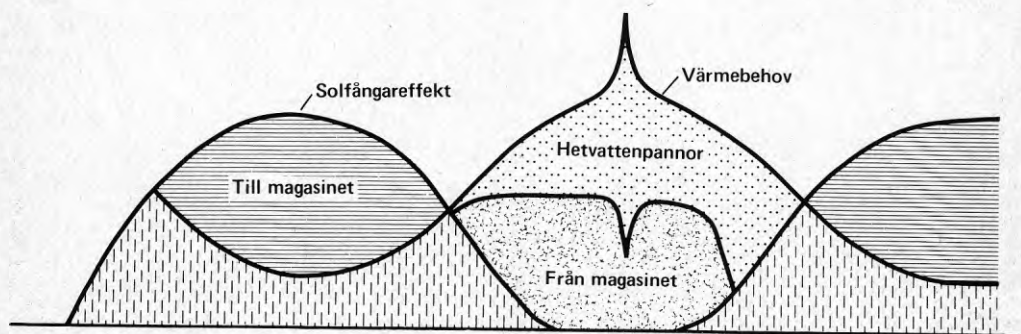


FIG 3. Möjlig effektfördelning (ej skalenlig).

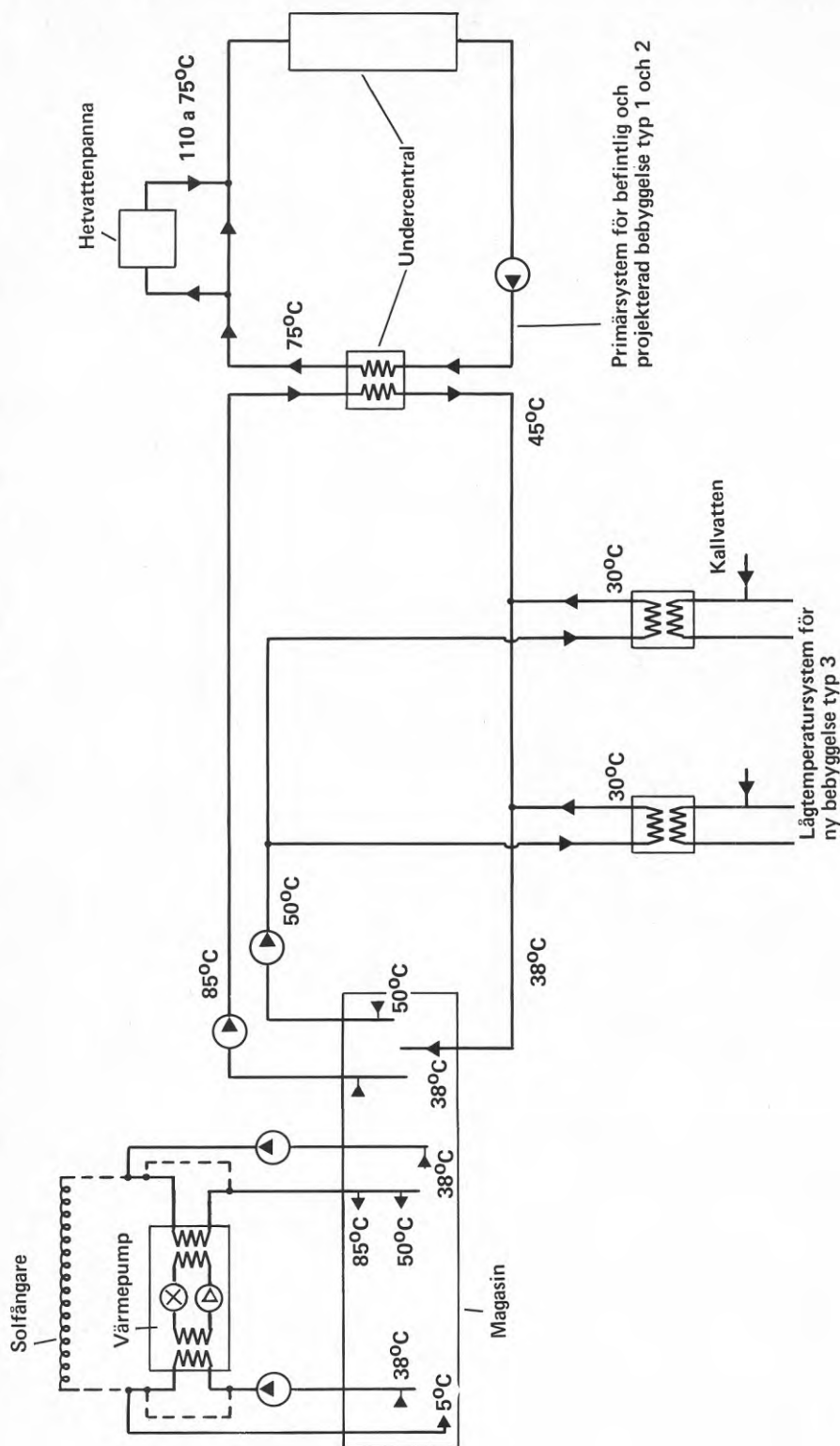


FIG 4. Central med värmepump.

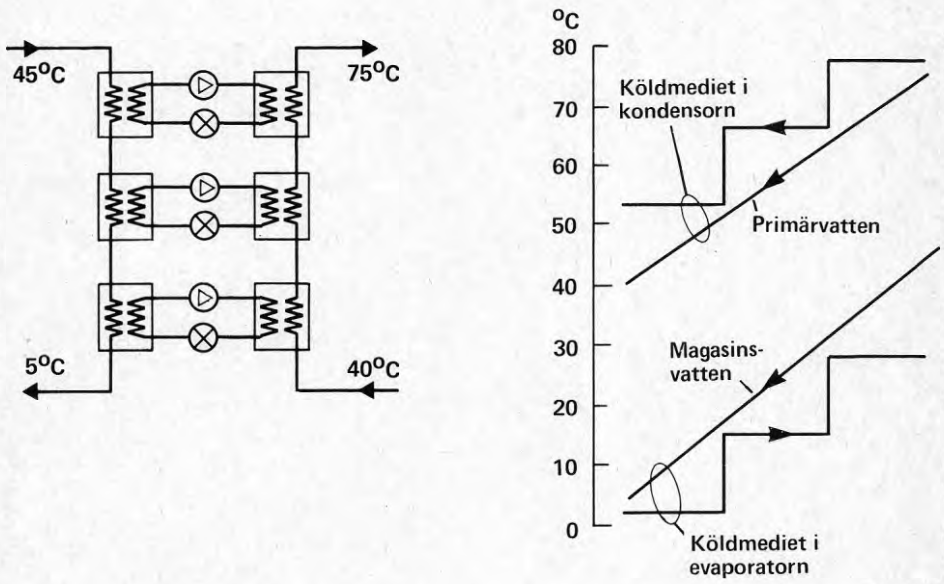


FIG 5. 3-stegs värmepump under urladdning av magasinet.

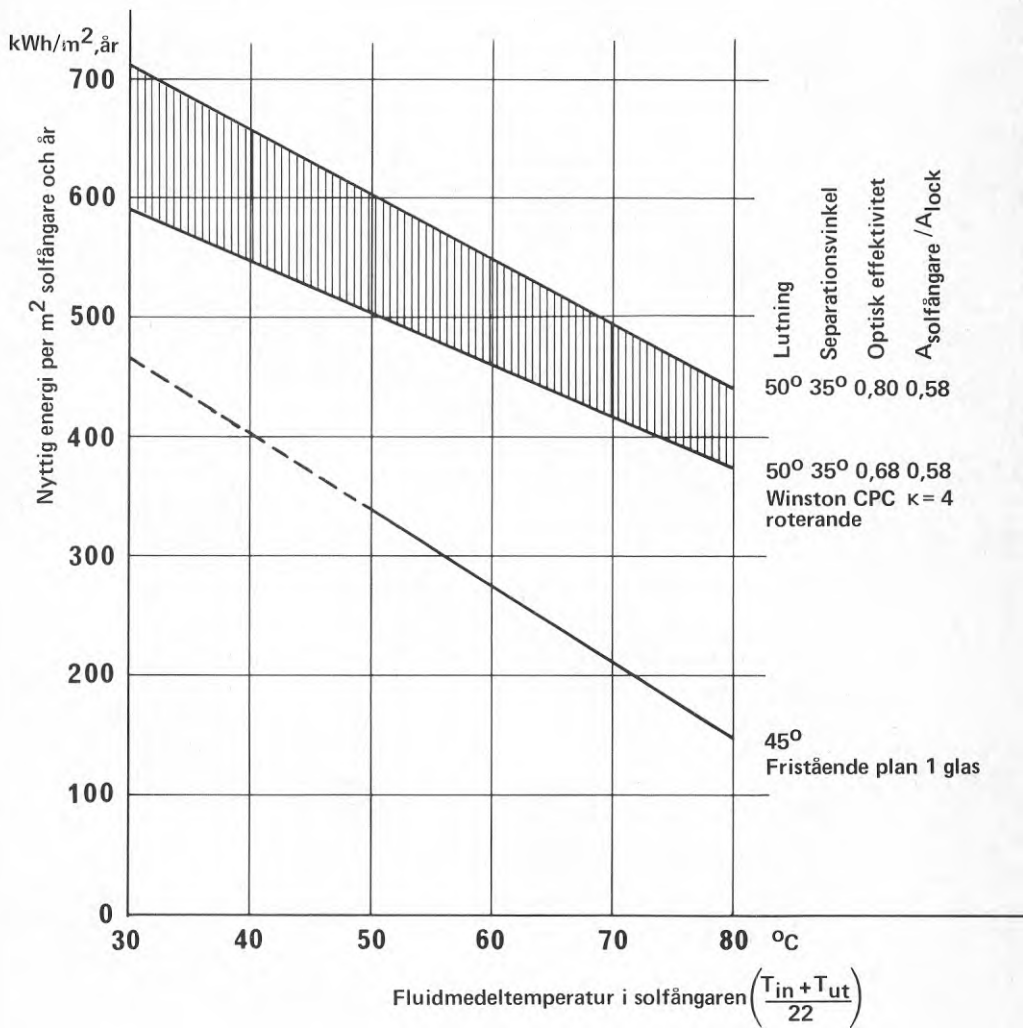


FIG 6a. Prestandaskillnad mellan en plan fast solfångare och en koncentrerande rörlig solfångare.

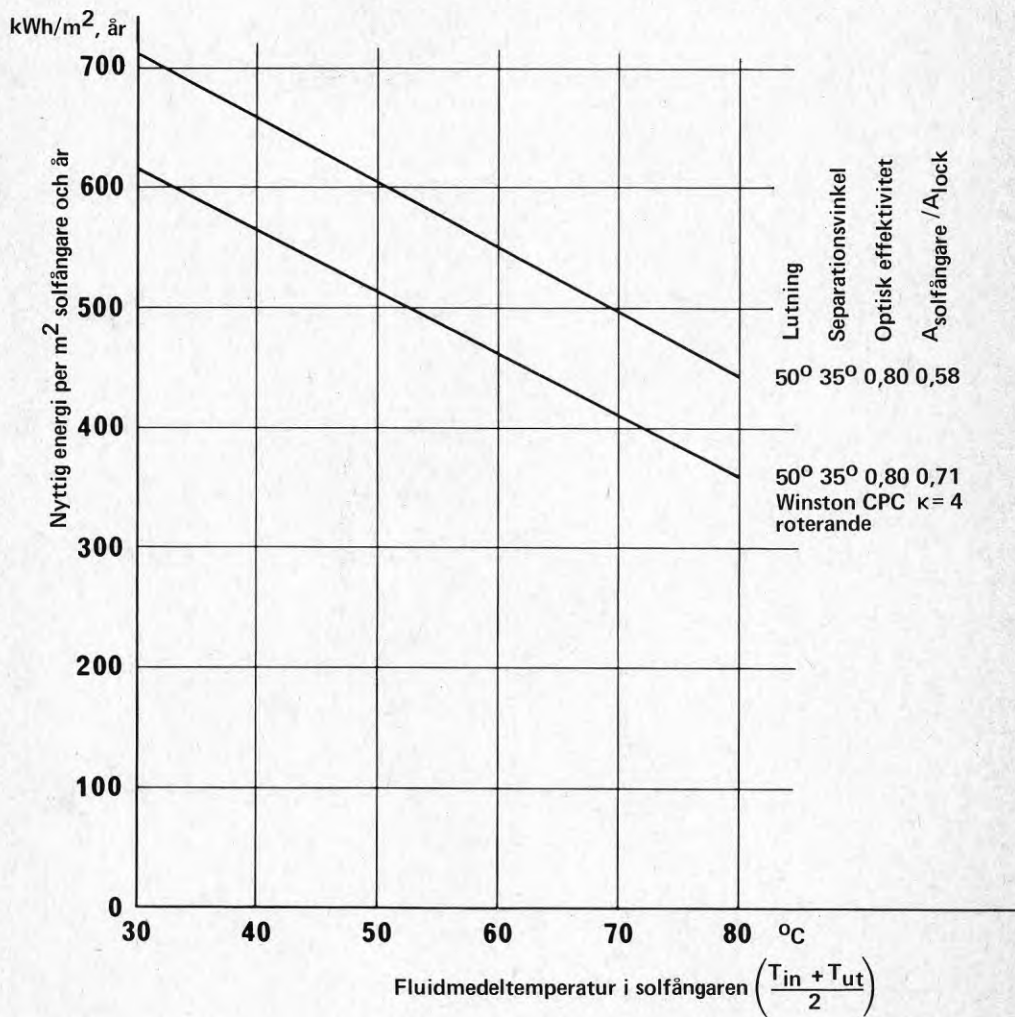


FIG 6b. Prestandavariation med olika separationsvinkel för en rörlig koncentrerande solfångare.

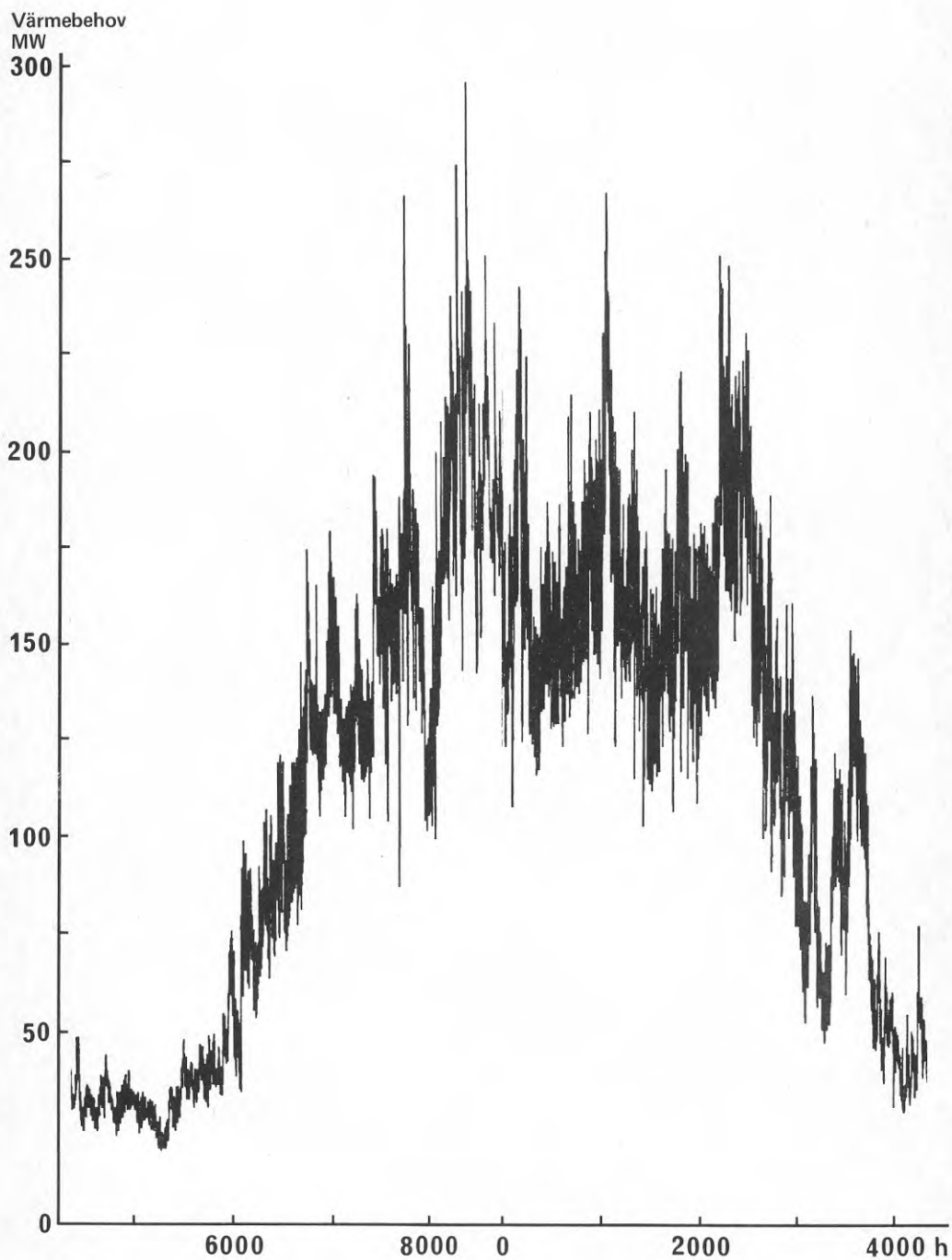


FIG 7. Belastningskurva för fjärrvärmenät.

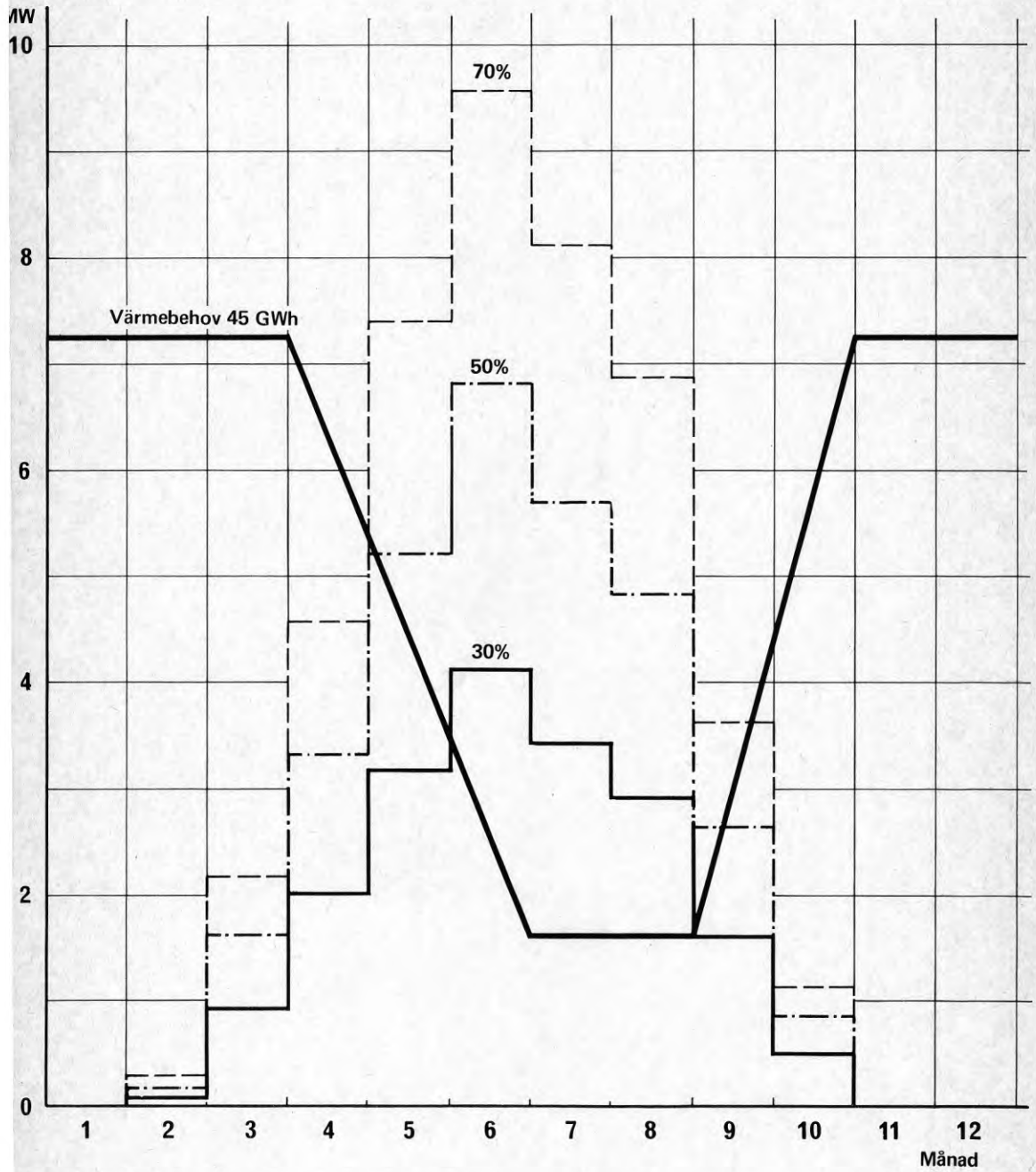


FIG 8. Schematisk belastningskurva för fjärrvärmenät.

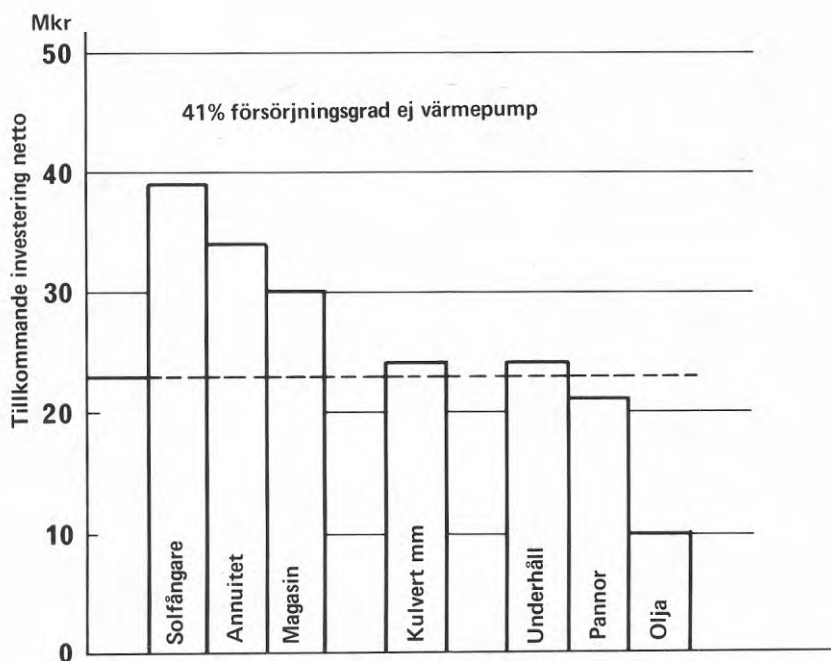
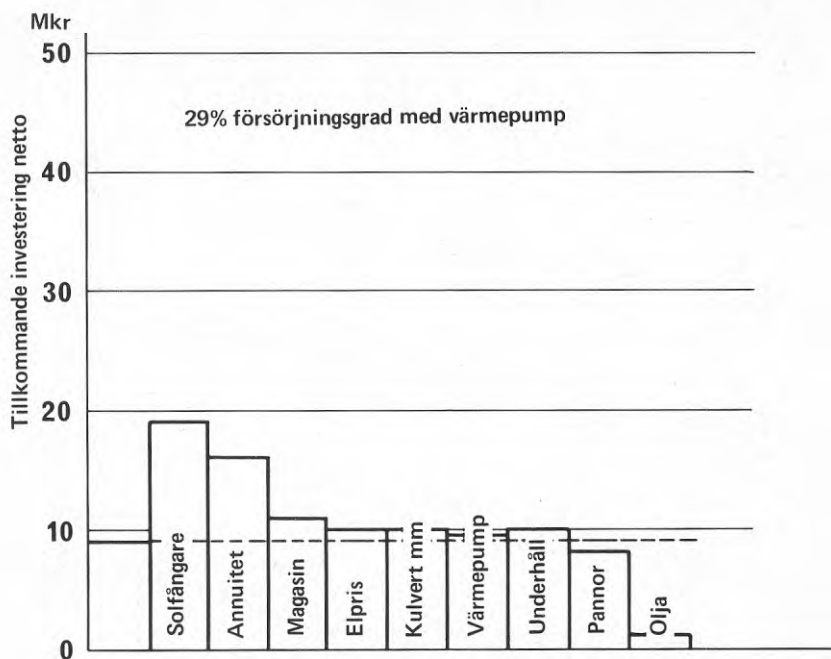


FIG 9. Tillkommande investeringar netto.
Känslighet för olika grundantaganden.

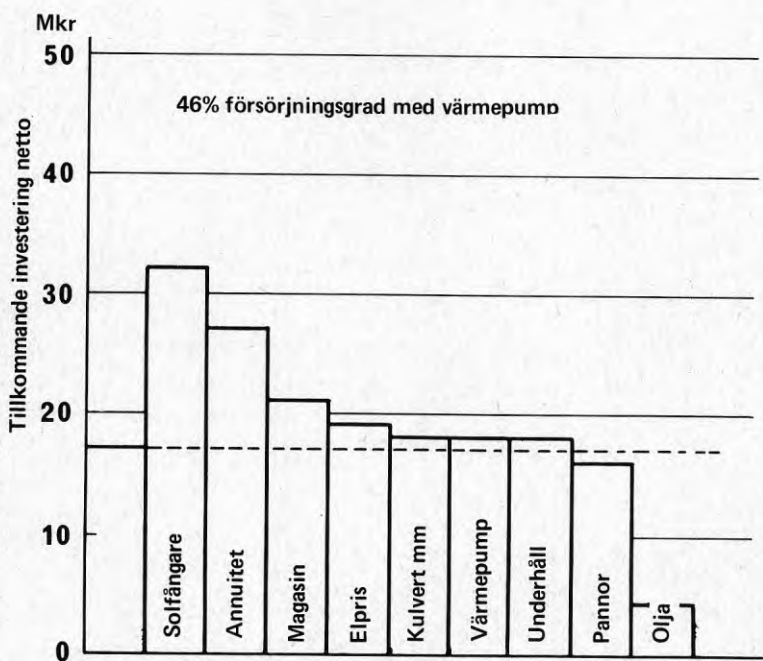
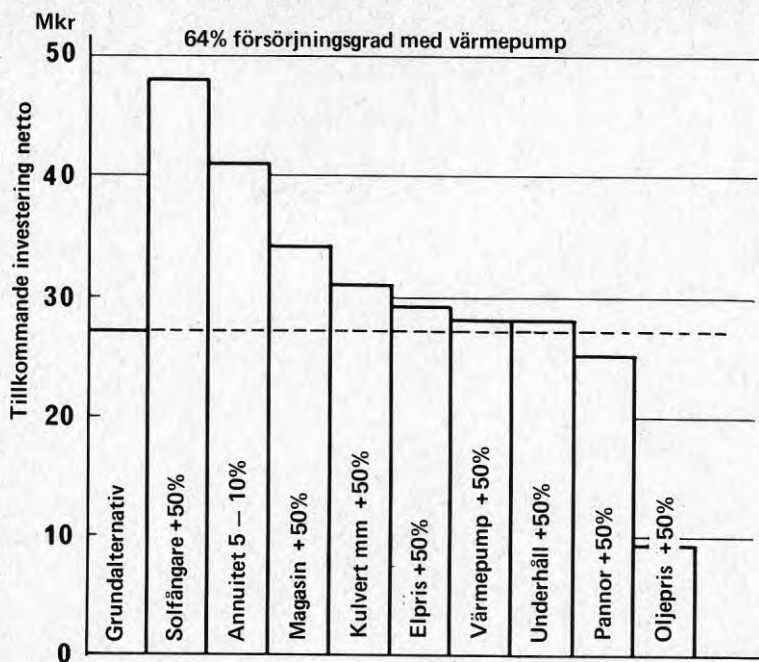


FIG 10. Tillkommande investeringar netto.
Känslighet för olika grundantaganden.

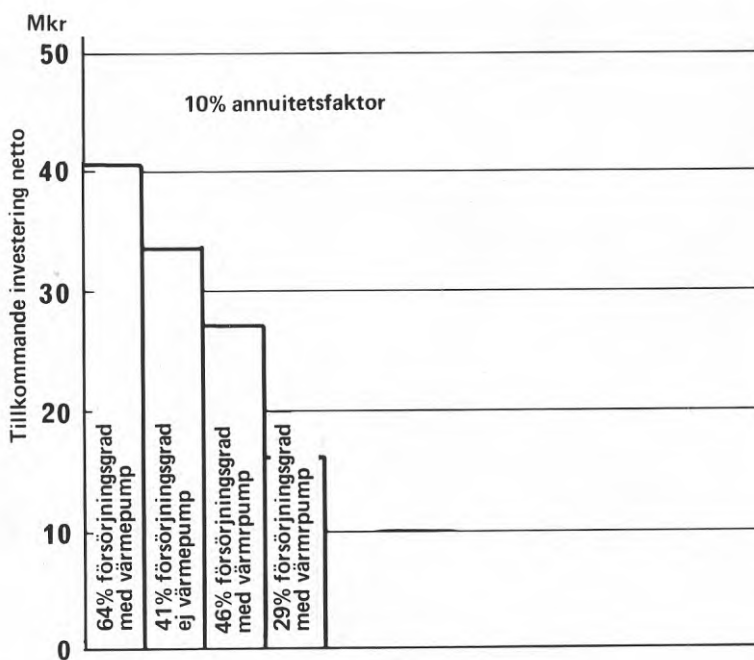
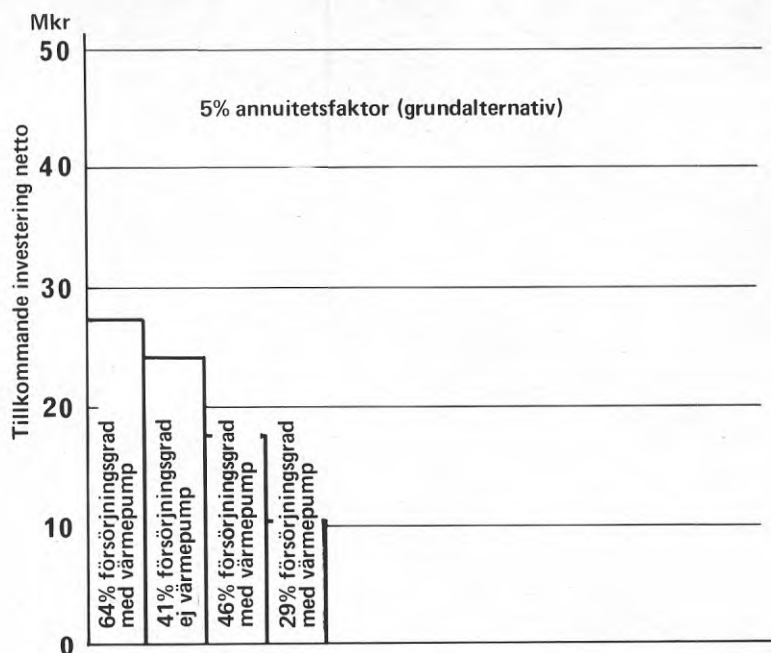


FIG 11. Tillkommande investeringar netto.
Olika försörjningsgrader.
1 fall utan värmepump.

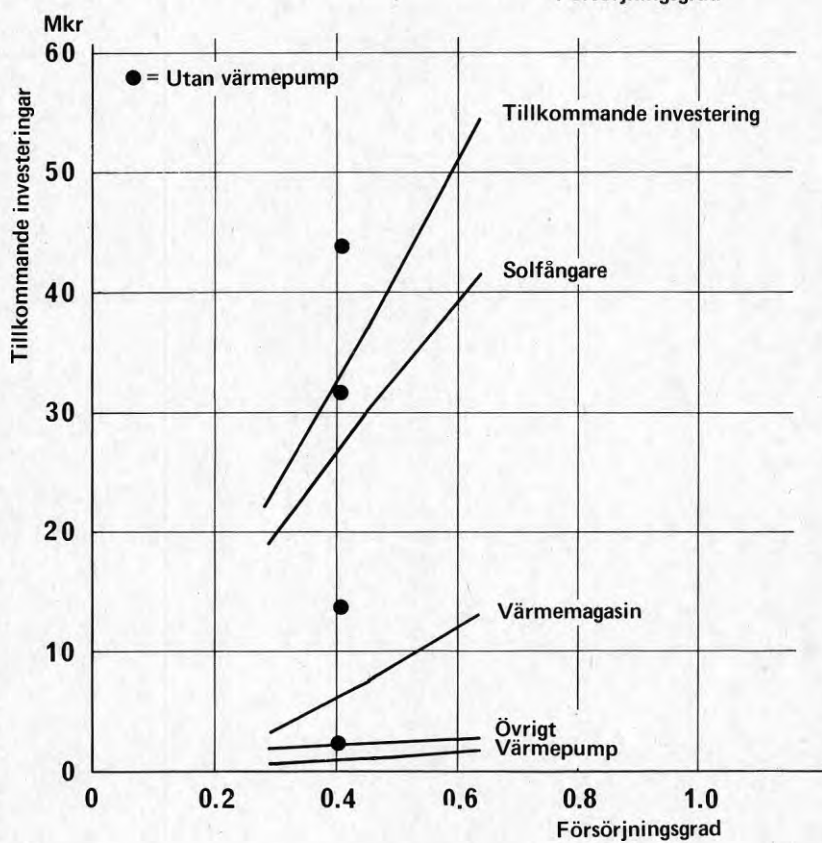
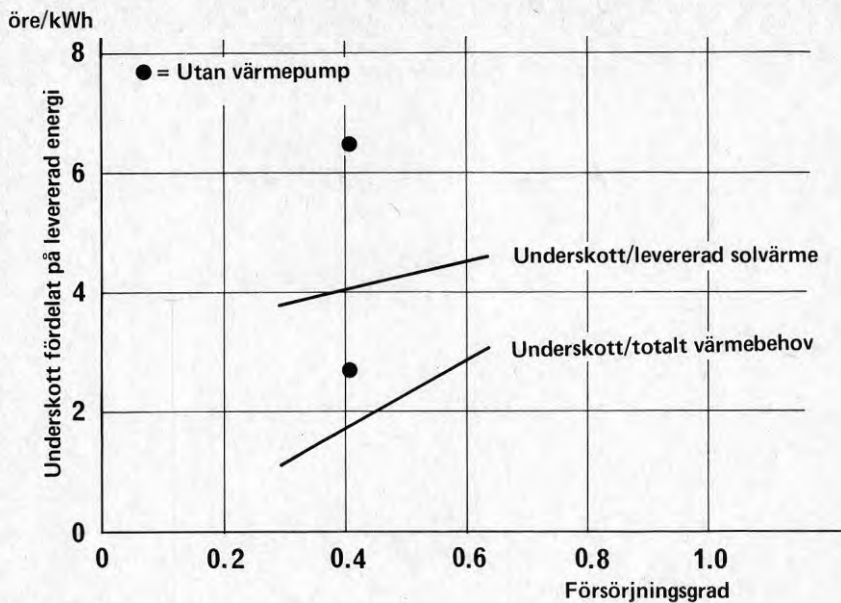


FIG 12. Solvärmecentral. Ekonomi.

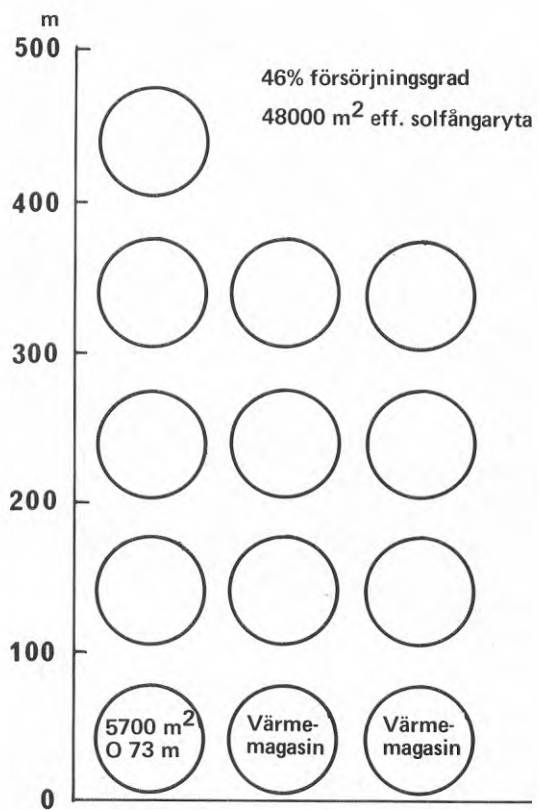


FIG 13. Förhållandet mellan solfångare och magasinssyta.

BERÄKNINGAR

	Enhet	Med värmepump	Utan värmepump
1	Andel tillförd energi från solen	%	41
2	Värmebehov inkl 10% distr förluster	GWh/år	45
3	Totalt tillförd mängd solenergi	"	22,5
4	Mängd solenergi direkt tillförd	"	10,1
5	Mängd solenergi tillförd till magasinet	"	8,8
6	Solfångarnas medeltemperatur	°C	65
	a) vid produktion av direkt värme till husen	°C	65
	b) vid produktion av värme till magasinet	°C	65
7	Solfångarprestanda	kWh/m ² ,år	439
	a) direkt tillförd: avdrag 16% för osäkerhet i modell (fig 6)	"	525
	b) tillförd till magasinet	m ²	29500
8	Solfångaryta, totalt		51200
9	I magasinet upplagrad energimängd minus förluster	kWh/m ³	40
10	Värmeförluster under ur- resp uppladdning	"	22,7
11	Isolertjocklek ($\lambda = 0,03$)	m	0,20
12	Magasinsvolym	m ³	171000
		174000	38500

forts

		Enhet	Med värmepump			Utan värmepump
13	Antal magasin	st	3	2	1	3
14	Medeldiameter	m	78	73	64	78
15	Solfångaryta som kan monteras på locket	m ²	11100	6600	2600	11100
16	Solfångaryta som ej kan monteras på locket	"	55000	41400	26900	40100
17	Kostnad för solfångare på locket (500 kr/m ²)	Mkr	5,6	3,3	1,3	5,6
18	Kostnad för solfångare utanför locket (650 kr/m ²)	"	35,8	26,9	17,5	26,1
19	Kostnad för magasin					
	a) grävning	kr/m ³	39	40	41	38
	b) isolering och tätduk	"	37	39	39	43
	c) totalt	Mkr	13,2	7,9	3,1	13,9
20	Till magasinet tillförd energimängd minus förluster					
	a) per volymsenhet	kWh/m ² , år	72,5	72,1	71,8	28,6
	b) totalt	GWh/år	12,6	7,2	2,8	4,9
21	Utnyttjningsbar värme från solen	"	28,9	20,9	12,9	18,6
22	Värme till värmepump = föregående post x (45-5)/(85-5)	"	6,3	3,7	1,4	-
23	Elenergi till värmepump (trestegs) = föregående post/3,5	"	1,8	1,1	0,4	-

		Enhet	Med värmepump			Utan värmepump
24	Värmepumpens effekt (vid 2000 h)	kW	4100	2400	900	-
25	Kostnad för värmepumpen 150000+350 kr/kW	Mkr	1,6	1,0	0,5	-
26	Kostnad för tillkommande värmeledning	"	0,3	0,3	0,3	0,3
27	Kostnad för tillkommande värmeväxlare, reglerutrustning m m	"	2,5	2,0	1,5	2,0
28	Totalt tillkommande investering	Mkr	59,0	41,4	24,2	47,9
29	Kostnad för 11 MW-pannor à 200 kr/kW (negativ post)	"	4,4	4,4	2,2	4,4
30	Kostnad för inbesparad olja (6 öre/kWh, $\eta = 0,85$)	Mkr/år	1,8	1,3	0,8	1,1
31	Kostnad för el till värmepump	"	0,3	0,2	0,1	-
32	Kostnad för tillkommande personal och underhåll	"	0,1	0,09	0,08	0,08
33	Minskning av driftkostnad	"	1,4	1,0	0,6	1,0
34	Summerad (kapitaliserad) driftkostnadsminskning (25 år, 2% eff-ränta)	Mkr	27,0	19,3	11,6	19,3
35	Totalt underskott pkt 28-34	"	27,3	17,5	10,3	24,0
36	Totalt årligt underskott enl annuitetsmetoden	Mkr/år	1,4	0,9	0,5	1,2
37	Specifikt årligt underskott					
	a) per inbesparad oljeenergimängd	kr/kWh	0,05	0,04	0,04	0,07
	b) per den totala värmeproduktionen	"	0,03	0,02	0,01	0,03

GEOTEKNISKA SYNPKUNTER

För lagring av uppvärmt vatten finns flera olika modeller. Man kan tänka sig lagring i form av t ex ovanjordscisterner, jorddammar, bergdammar eller berggrum. I det aktuella området är ur flera synpunkter dock endast bergdamm alternativt berggrum tänkbart.

Lagringsvolymen som i sitt slutstadium blir ca 75.000 m³ bör enligt preliminära utredningar ske i berg. Berg finns nordost om Tokarpsområdet i omedelbar närhet till ett för solfångare disponibelt markområde. Avsikten är att leda varmvattnet i rör via en bergtunnel eller ett jordschakt från lagringsutrymmet till distributionscentralen.





Som underlag för gjorda bedömningar har bland annat använts bilagd geoteknisk karta. Kartan är en sammanställning av tidigare utförda geotekniska uppdrag för fastighetskontoret i Linköping och den av Sveriges Geologiska Undersökning, SGU, upprättade geologiska kartan (serie AF nr 107 upprättad 1974).

På grundval av detta material och gjorda okulärbesiktningar av området kan sägas att Malmslätt har en mycket komplicerad berggrund. Här finns äldre graniter med lager och fragment av leptiter samt intrussiv av grönstenaar. Denna äldre berggrund genomsätts av unga grova smålandsgraniter. Detta innebär mycket snabba bergartsväxlingar mellan bergarter med mycket skilda egenskaper.

För lagring av ca 75.000 m³ uppvärmt vatten borde i det aktuella området bergdamm alternativt berggrum vara tänkbart. Inom området finns berg i dagen. Berget utgörs av ögongranit. Området är mindre känsligt för eventuella förändringar av grundvattenståndet, eftersom kompressibla leror endast förekommer i ringa utsträckning. Med hjälp av SGU:s berggrundskarta har även bedömts att tektoniken är gynnsam inom området.

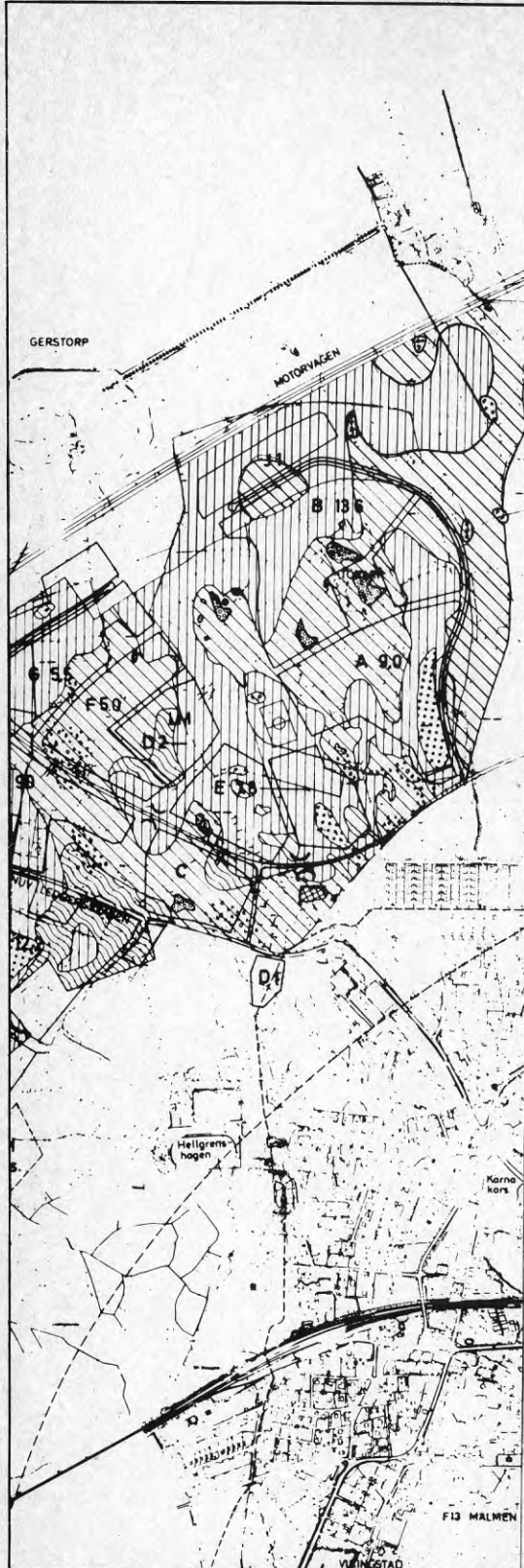
MALMSLÄTT

BETECKNINGAR

-  Berg i dagen eller på ringa djup (0,5m) Eog-kostnader på grund av bergsprängning för alla märkarbeten torde i allmänhet uppkomma
-  Moran i dagen eller på < 1,0m djup Moranen är i huvudsak siltig samt tamligen löst lagrad i sitt ytskikt Block förekommer inom denna zon i områdets centrala delar vid laget för den gamla strandväggen
Förhöjda grundläggingskostnader kan uppstå inom vissa mindre områden för sprängning av berg och större block i hus- och ledningsschakt Likaså föreligger risk för flytjordbildning vid schaktning i den siltiga moranen vid snösmältning samt nederbördsrika perioder
-  Sand eller grus till > 1,0m djup på moran eller berg Inom denna zon, som huvudsakligen består av sand, är förutsättningarna goda ur schaktings- och grundläggningsynpunkt Risk för flytjord kan föreligga vid högt grundvatten eller i samband med kraftig nederbörd
-  Lera och silt till 1,0m djup på moran och berg Grundläggning av I-II vånbyggnader med plattor i fast lera eller silt 4m 1,0 - 2,0 kg/cm² Risk för flytjord vid schaktning under vattenytan vid hög halt av silt Inom de lägst belägna delarna av denna zon finns karrområden där vattenytan vissa årstider står över marknivån Svamsand förekommer inom denna zon i de västra samt centrala delarna
-  Lera och silt till > 2,0m djup utan genomgående lerskorpor Villor och radhus kan i regel grundläggas på plattor i leras fasta ytlager Jämför sättnings 0-10 cm kan förväntas om inga zongranser överlutas För byggnader II vån eller högre krävs stödpålar och för ledningar med större schaktdjup än 2,0 - 2,5 m erfordras sannolikt spönt
-  Karriärmark
-  Blockrik mark
-  Utfyllt område

GERSTORP

MOTORVÄGEN



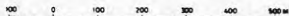
VIK AB SEPTEMBER 1978

MALMSLÄTT

FÖRSLAG TILL DISPOSITIONSPLAN

GRUNDFÖRHÅLLANDEN

STADSPLANEKONTORET NOVEMBER 1975



**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag
780018-6 från Statens råd för byggnadsforskning
till AB Östgöta-Byggen, Linköping**

R10:1979

ISBN 91-540-2970-8

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6600910

**Abonnemangsgrupp:
X. Samhällsplanering**

**Distribution:
Svensk Byggtjänst, Box 1403
111 84 Stockholm**

Cirka pris: 20 kr exkl moms