



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

R19:1991

Solvärmeanläggning

Förstudie

Säter

Göran Bolin

Svante Nordlander

V-HUSETS BIBLIOTEK, LTH



15000

400135526

Byggforskningsrådet

R19:1991

SOLVÄRMEANLÄGGNING

Förstudie
Säter

Göran Bolin
Svante Nordlander

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 900244-9
från Statens råd för byggnadsforskning till Solsam
Sunenergy AB, Stockholm.

REFERAT

Förstudien behandlar förutsättningarna för solvärme som kompletterande energi i Säters fjärrvärmenät. Förutsättningarna är goda därför att:

- Solfångarnas markbehov kan tillgodoses i anslutning till befintligt nät.
- Energibehovet i fjärrvärmenätet är så stort att risk för överproduktion under sommarmånaderna från solvärmeanläggning ej finns.
- Anpassningar av befintligt nät kan göras enkelt så att förhållandena för solvärme blir gynnsamma.

De föreslagna solfångarnas ca 15% högre verkningsgrad innebär att förutsättningarna för solvärme kopplad till fjärrvärme allmänt sett ökar därför att:

- * Kraven på låga returtemperaturer i nätet minskar.
- * Kraven på stora värmväxlare minskar.
- * Kostnaderna för markinköp och markberedning minskar.
- * Fältet kan leverera den temperatur lagret och nätet kräver, vilket förenklar systemlösningen och regleringen.

Kapitalkostnaden/kWh på solvärmeanläggningen i Säter visar på en ca 30% sänkning jämfört med tidigare byggda anläggningar.

En optimal storlek för en solvärmeanläggning i Säter med hänsyn till kostnad per installerad kWh är ca 6000 kvm.

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

Denna skrift är tryckt på miljövänligt, oblekt papper.

R19:1991

ISBN 91-540-5314-5
Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

gotab 93221, Stockholm 1991

INNEHÅLL

=====

1.	SAMMANFATTNING	Sid	1
2.	FJÄRRVÄRMEN I SÄTER		2
2.1	Existerande produktion och förbrukning		2
2.2	Framtida behov		2
2.3	Förutsättningar för solvärme		2
3.	NYTT SOLFÅNGARFÄLT		4
3.1	Erfarenhet från tidigare fält		4
3.2	Stora platsbyggda solfångare		4
3.3	Förbättrad verkningsgrad		6
3.4	Förbättrad konstruktion		7
3.5	Förbättrad montering		7
4.	INKOPPLING PÅ FJÄRRVÄRMENÄTET		8
4.1	Solvärmenätet		8
4.2	Ackumulering sol- och flisvärme		8
4.3	Spetsning		8
4.4	Förändringar i existerande nätet		8
5.	SYSTEMBERÄKNINGAR		12
5.1	Datorsimulering med TRNSYS		12
5.2	Resultat		12
6.	EKONOMI		14
6.1	Mark		14
6.2	Solfångarfält		14
6.3	Apparatus för solkretsen		14
6.4	Akkumulatören		14
6.5	Sammanställning av anläggningskostnader kkr		14
6.6	Pris på ersatt energi.		15
7.	SLUTSATSER		16
7.1	Solvärmeanläggningen bör byggas		16

LITTERATUR

BFR - Nykvarn R26: 1989.

Utvärdering Malung, Sven Erik Persson/Gunnar Wilson.

Dalenbäck/Isaksson, Nykvarn 2/MCE rapport NQ:2.

1. SAMMANFATTNING.

Förutsättningarna för solvärme som kompletterande energi i Sätters fjärrvärmenät är goda.

- Solfångarnas markbehov kan tillgodoses i anslutning till befintligt nät.
- Energibehovet i fjärrvärmenätet är så stort att risk för överproduktion under sommarmånaderna från solvärmeanläggning ej finns.
- Anpassningar av befintligt nät kan göras enkelt så att förhållandena för solvärm blir gynnsamma.

De föreslagna solfångarnas ca. 15% högre verkningsgrad innebär att förutsättningarna för solvärme kopplad till fjärrvärme allmänt sett ökar därför att:

- * Kraven på låga returtemperaturer i nätet minskar.
- * Kraven på stora värmväxlare minskar.
- * Kostnaderna för markinköp och markberedning minskar.
- * Fältet kan leverera den temperatur lagret och nätet kräver, vilket förenklar systemlösningen och regleringen.

Kapitalkostnaden/kWh på solvärmeanläggningen i Säter visar på en ca. 30% sänkning jämfört med tidigare byggda anläggningar.

En optimal storlek för en solvärmeanläggning i Säter med hänsyn till kostnad per installerad kWh är ca. 6000 kvm.

2. FJÄRRVÄRMEN I SÄTER.

2.1 Existerande produktion och förbrukning

Säters Energiverk levererar 40 GWh fjärrvärme per år. Därav går ca. 25 GWh till lokaler i Säters centralort, ca 13 GWh till Säters sjukhus och 2 GWh till en virkestork vid Säters Ångsåg.

Värmen produceras i fastbränslepannor för flis på 2 x 4 MW, en elpanna på 10 MW och oljepannor på 2 x 5 MW. Driftcentralen ligger i samma byggnad som flispannan. Från och med maj till och med september används i stort sett bara el.

Lokalerna och sjukhuset har normala effektbehovsvariationer men vardera av de två torkkamrarna har kraftiga toppar vart sjätte dygn som under sex timmar höjer returtemperaturen på nätet, som mest med 5 C, trots utspädning från den övriga lasten.

På sommaren håller nätet 85/50 C, vid -20 C utetemperatur 117/62 C.

2.2 Framtida behov

Nätet kommer att byggas ut med ca 3 GWh värme till bostäder och lokaler. Eventuellt kommer virkestorken att byggas ut med flera kamrar från 2 GWh till 10 GWh.

Det ökade behovet ska mötas genom att flispannan uppgraderas och kompletteras med rökgaskylning, vilket höjer effekten från 8 till 12,5 MW.

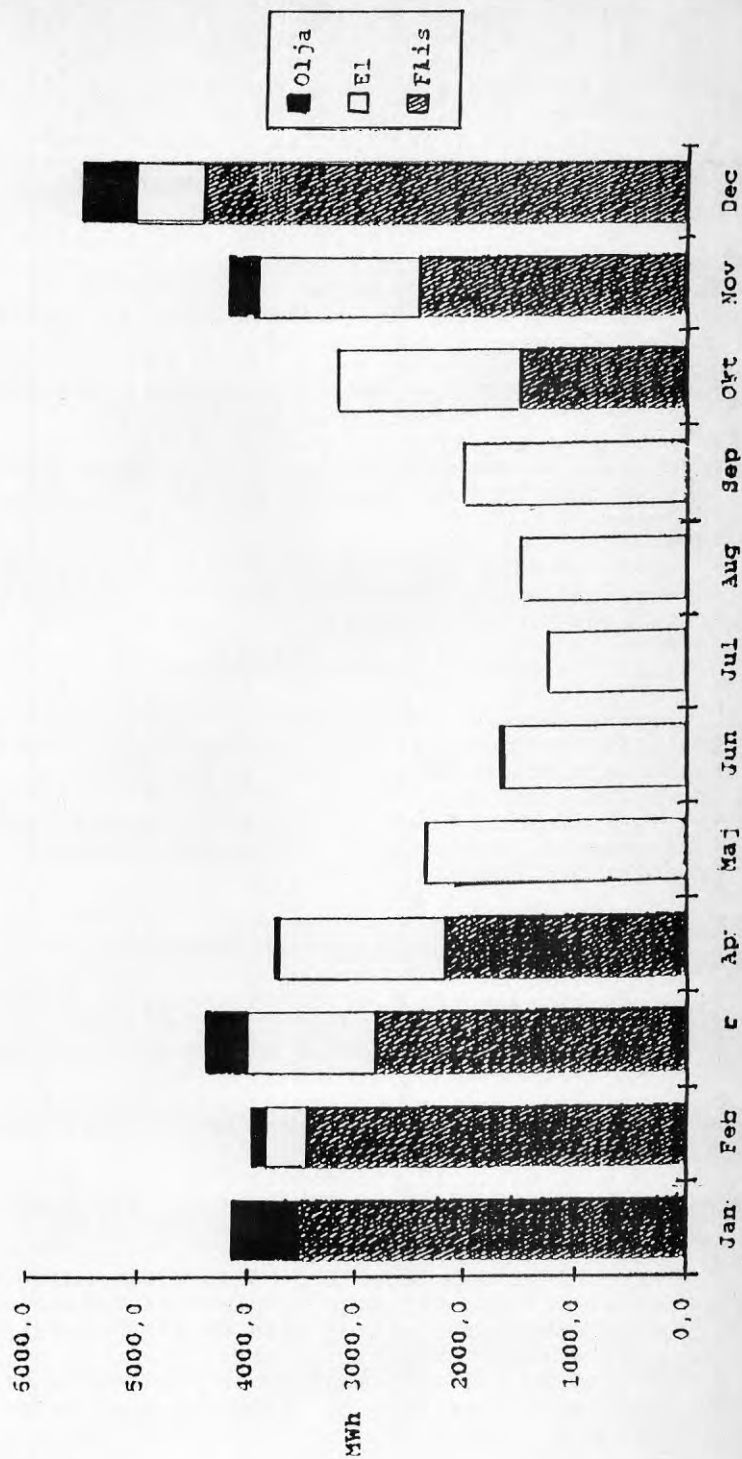
2.3 Förutsättningar för solvärme

Värmebehovets fördelning över året bör vara gynnsammare än i ett normalsystem p.g.a. sjukhusets och virkestorkens energibehov under de ljusa årstiderna. De höga returtemperaturerna från virkestorken, speciellt efter en utbyggnad, är en nackdel. Torken ska under hösten mätas upp och justeras in. Det finns också möjligheter att sänka övriga returtemperaturer genom injustering.

Vid vissa driftsfall kommer rökgaskylningen att höja framledningstemperaturen till solfångarna 6-7 C. Eftersom flispannan är avställd 3-5 månader om året spelar detta inte så stor roll energimässigt.

Det finns ett lämpligt markområde som rymmer upp till ca. 12.000 m² solfångare, knappt 100 m norr om fastbränslecentralen. Marken är skogklädd pinnmo, tämligen flack med ett fuktigt område som kräver att en liten bäck läggs i kulvert. Marken ägs fn av kyrkan, ligger nu utom detaljplanen men skulle vid en planläggning klassas som industriområde. Den lämpar sig mycket väl för solfångarfältet.

FJÄRRVÄRMEPRODUKTION I SÄTER 1989



3. NYTT SOLFÅNGARFÄLT

3.1 Erfarenheter från tidigare fält

Solfångarfält för fjärrvärme med ackumulering har hittills byggts i Nykvarn och Falkenberg. Dessa fält består av hopkopplade moduler om 12 m² från TeknoTerm. Fältet i Malung är litet, 600 m², byggt av platsbyggda moduler om 150 m². Tekniken är utvecklad av Finsun Energi AB men levereras numera genom Solsam AB.

Dessa fält fungerar i stort sett utan driftstörningar och levererar energi i storleksordningen 350 kWh/(m² år). Fortfarande krävs dock mycket utveckling för att solvärmen ska konkurrera med konventionell värme. Två viktiga saker är kostnaden för fältet och solfångarnas verkningsgrad.

Fortfarande är fältet den tunga posten i kapitalkostnaden för solsystemet och den måste sänkas kraftigt.

En höjning av verkningsgraden är självklart viktig för att den ökar mängden insamlad energi, men ger även andra, indirekta fördelar:

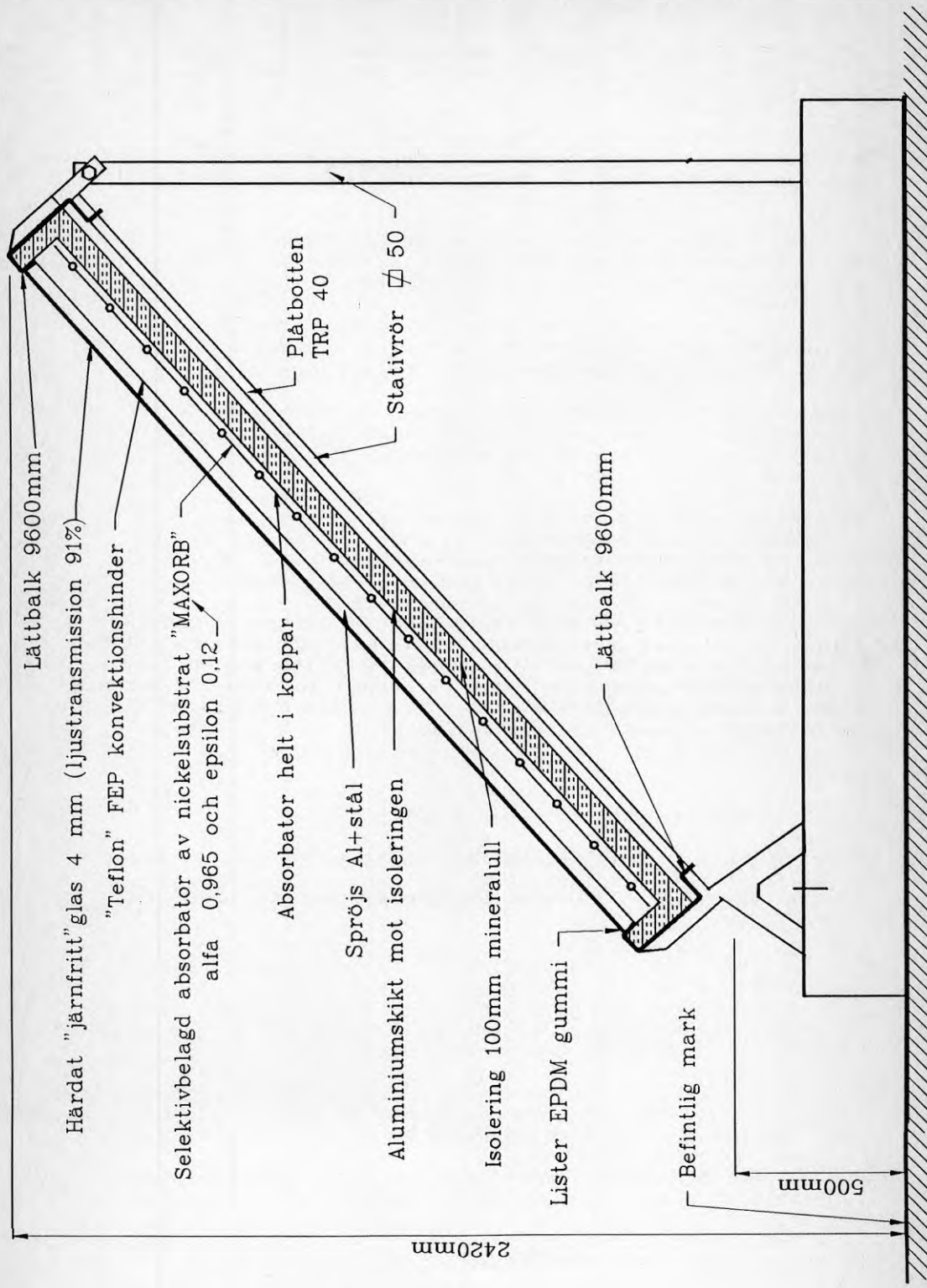
- * Kraven på låga returtemperaturer i nätet minskar.
- * Kraven på stora värmväxlarareor minskar.
- * Kostnaderna för markinköp och markberedning minskar.
- * Fältet kan leverera den temperatur lagret och nätet kräver, vilket förenklar systemlösningen och regleringen.

Utvärderingarna av såväl Nykvarn, Falkenberg som Malung hänvisar särskilt till "för höga retur" som ett stort problem. Målet borde vara att solfångarfältet kunde behandlas som en "normal" värmeleverantör i systemet, som kan leverera värme vid normala fjärrvärmemetemperaturer, inte som ett problem som kräver särskilda anpassningar. Detta skulle sänka kostnaderna för såväl projektering som produktion.

3.2 Stora platsbyggda solfångarmoduler

Följande viktiga fördelar finns med stora solfångarenheter:

- A. I en stor modul reduceras kantförlusterna. Detta innebär en bättre verkningsgrad.
- B. Antalet rörskarvar med stora moduler blir färre jämfört med små solfångare.
Med exempelvis 12 kvm moduler blir antalet skarvar vid 6000 kvm ca. 2300 stycken. 6000 kvm med stora moduler innehåller endast 1150 skarvar vilket innebär mindre risk för läckage.
- C. På grund av den långa flödesvägen och relativt stora vätskemotståndet uppstår inga problem att balansera flödet i de olika enheterna, vilket ofta är ett besvärligt problem i andra anläggningar.
Ytan av en enda solfångarenhet är i detta fall 155 kvm. Enheterna byggs ihop på uppställningsplatsen av prefabricerade element.
- D. Monteringsarbetet kan automatiseras.



2420mm

Solfångarna består av följande delar:

Fundamentet utgörs av betongbalkar på mark (se ritning). Solfångarlådan är gjord så att den kan tillåta måttliga tjälförskjutningar.

Stommen i solfångarlådan är uppbyggd av lätta stål-balkar, 9,6 meter långa, samt korrugerade plåtar. Denna "låda" förankras i fundamentet genom ett stativ av fyrkantrör. Samtliga delar är galvaniserade.

Isolering i lådans kanter utgörs av 50 mm tjocka polyuretanskivor och i botten av 100 mm mineralull. Isoleringen täcks av en tunn aluminiumplåt.

Absorbatorn som utgörs av 16 st kopparband är 150 mm breda och 67 meter långa. Banden rullas ut och en rund vattenkanal i mitten på bandet "blåses upp" på plats.

En teflonfilm finns insatt mellan glas och absorbator. Den hålls spänd av en tunn fjädrande list för att undvika kontakt mellan glas och teflon respektive absorbator och teflon vid temperaturvariationer.

Glastäckning sker med ett 4 mm tjockt härdat glas med låg järnhalt infäst i lådan med hjälp av spröjs med U-spår och EPDM-gummilister förmonterade på glaset tillsammans med teflonfilmen. Detta ger en elastisk och beständig fasthållning av glaset och teflonfilmen. Solfångarnas inkoppling till fältet sker i den ena änden av solfångarenheten. Vid 67 meter långa solfångarenheter och anslutning i en ände blir tryckfallet 60 kPa vid ett flöde av 8,6 kbm/timmen. Temperaturstegringen blir då vid 800 W/kvm solinstrålning 45 grader C vid 50 grader C ingående vattentemperatur. Vid flödet 17,2 kbm/timme blir motsvarande tryckfall 300 kPa och temperaturstegringen 28 grader C.

3.3 Förbättrad verkningsgrad

Jämfört med Malung-anläggningen har följande åtgärder genomförts för att förbättra verkningsgraden. Vi har tillsammans med Björn Karlsson (Vattenfall) och Teknikum i Uppsala gjort en analys av dessa förbättringar:

- A. En försiktig bedömning av absorptionen hos nickelimpregnerad anodiserad aluminium (Sunstrip) och svart nickel på nickelsubstrat (Maxorb) visar en skillnad i alfatal av 2,5 enheter (alfa=0,94 till alfa=0,965). Detta ger en trolig ökad energiinsamling av 18 kWh per kvm och år.
- B. Ett förbättrat, dvs lägre, emissionsvärde för värmestrålningen (epsilon) vid 100 grader C (epsilon=0,20 till 0,12) ger 20 kWh per kvm och år. Denna förbättring är försiktigt bedömd.
- C. Vidare ger den förbättrade flänsverkningsgraden genom den tjockare kopparflänsen hos vår absorbator en förbättring från 0,938 till 0,952, dvs. ca 1,3% vilket bedöms till 5 kWh per kvm och år.

D. Prover hos Vattenfall på vårt veckade teflonskikt visar en ytterligare förbättring på ca. 25 kWh/år.

Sammantaget ger dessa fyra åtgärder ca. 68 kWh större energiinsamling per kvm/år.

I syfte att minska kostnader, förbättra arbetstekniken och öka säkerheten har följande förändringar planerats vid anläggningen i Säter i förhållande till det av Solsam senaste utförda fältet i Malung:

- A. Fundamentet som har gjutits till frostfritt djup har ersatts av betongbalkar på mark. Uppmärksamhet har ägnats åt att göra solfångarna ledbara i markförankringspunkterna för att göra anläggningen oberoende av tjälförskjutningar.
- B. Själva lådans hopmontering har förändrats så att montaget sker från en transportvagn som löper på den redan byggda solfångaren. Nya beräkningar beträffande fästelementen samt bottenplåtens skivverkan har visat att ett förenklat förfarande är möjligt.

3.4 Förbättrad konstruktion

Nytt system har konstruerats för rörelseupptagning av absorbatoren, pga värmeutvidgning. Banden sträcks individuellt av fjädrar och är ihopkopplade två och två med flexibla metallslangar. Banden glider endast obetydligt i bandhållarna, i Malung glider absorbatoren i fastsittande bandhållare vilket kan ge problem.

3.5 Förbättrad montering

Genom ett nytt system med vagnar och andra monteringshjälpmedel kan arbetskostnaden per m² sänkas till en tredjedel jämfört med Malung. Ett nytt system med fabriksmontering av glas, spröjs och teflon har utarbetats. Därmed har en bättre kontroll över detta känsliga arbetsmoment erhållits.

4. INKOPPLING PÅ FJÄRRVÄRMENÄTET

4.1 Solvärmenätet

Solfångarfältet kopplas till tanken med värmeväxlare. Solkretsen temperaturstyrs med shunt eller varvtalsreglering så att ackumulatören alltid laddas från toppen utan att skiktningen förstörs. Ackumulatören har samma dysor för i- och urladdning. Detta system ger en marginell sänkning av mängden insamlad energi, men förenklar ackumulatören och reglerystemet och är ett led i "normaliseringen" av solenergin.

4.2 Ackumulering sol- och flisvärme

Akkumulatören byggs som isolerad ståltank i trycklöst utförande, med ångkudde och vattenlås. Den fungerar även som expansionskärl och ger med en höjd av 20 m ett lämpligt statiskt tryck i fjärrvärmenätet, om fastbränslecentralen avskiljes från nätet och ackumulatören med en värmeväxlare.

Akkumulatören har en dubbel funktion, dels för solvärmen, dels för ackumulering av värme från flispannan. Flisvärmen laddas huvudsakligen på nätterna under den kalla årstiden för att möta morgontoppen och bör inte konkurrera med solen om ackumulatören.

En effektiv volym på ca 750 m³ fyller såväl solfångarnas som flispannans behov.

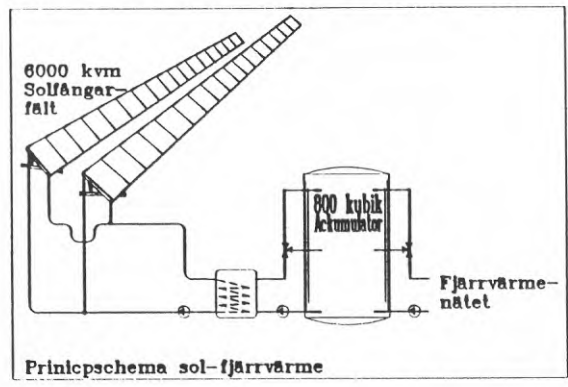
4.3 Spetsning

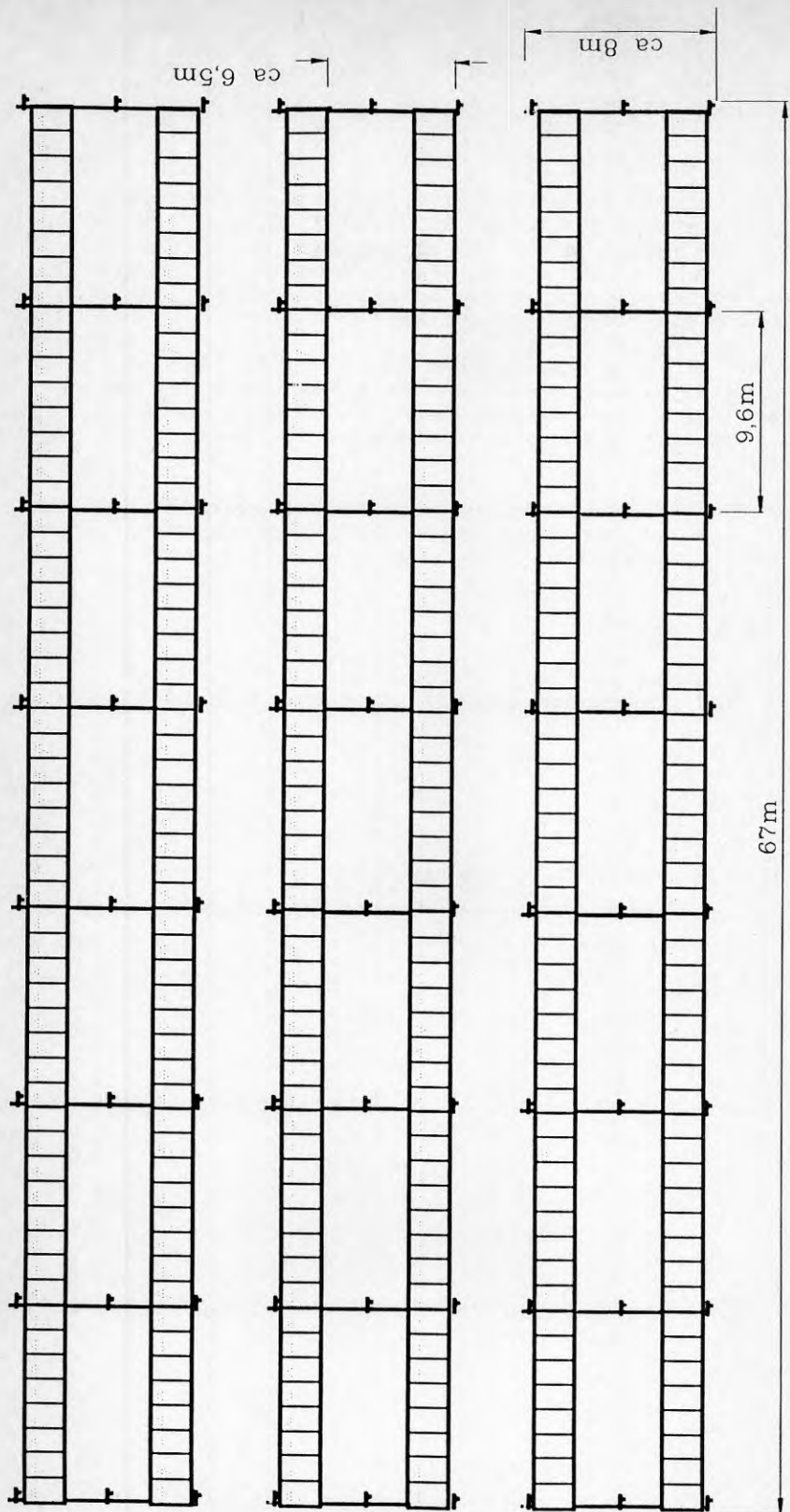
Under maj-september, då flispannan är avställd, kompletteras solvärmen med elpannan. Denna värme tillförs 500 m nedströms ackumulatören, men då inga abonnenter finns på den sträckan bör detta fungera utan förändringar av nätet.

4.4 Förändringar i det existerande systemet

Virkestorcken:
Förutom injustering av vissa undercentraler och planerad utbyggnad av torkens central behövs inga förändringar i nätet. Reglersystemet är av en modern datoriserad typ med ledig kapacitet för de tillkommande funktionerna.

För att klara virkestorkarnas krav på framledning efter utbyggnaden behövs en elpanna för spetsning till 95 grader C. Panneffekten är 500 kW och installerad kostar den 250.000 kronor.





Sektion av solfångarfältet
 SÅTERS
 Energiverk

5. SYSTEMBERÄKNINGAR

5.1 Datorsimulering med TRNSYS

En simuleringsstudie av solvärmesystemet har genomförts med TRNSYS. Vi har studerat fält om 4000, 6000, 8000 och 10000 m² i kombination med tankar mellan 50 m³ och 1000 m³. Lasten är modellerad efter driftdata från Säter. Modellen är enkelt formulerad, så beräkningarna har överslagskaraktär, men med liten risk för fel p.g.a. besynnerligheter i modellen.

Vi har använt SMHIs väderdata från Stockholm år 1986. Detta var ett ganska mulet år med värden som är strax under det troliga genomsnittet för Borlänge, som ligger 25 km norr om Säter. En kontroll skall göras med Borlängeväder när detta blir tillgängligt.

För solfångarna har vi använt optiska verkningsgraden 0.78 och k-värde 2.7, vilket bör ligga mellan Malungssolfångarna och den förbättrade konstruktionen.

5.2 Resultat

Datorsimuleringarna gav följande resultat. Bakgrund och kommentarer till de ekonomiska siffrorna ges i nästa avsnitt.

Solfångar- area m ²	Lager m ³	Insamlad energi GWh	Utbyte kWh/(m ² år)	Anläggnings- kostnad		Kapital- kostnad kr/kWh/år	Kapitalkostn. kr/kWh/år, 25 år 6% realränta, Annuitetsf. 0,07823
				Tusen kronor	kr/kWh/år		
4000 m ²	50 m ³	1,63	409	8540	5,24	0,36	0,41
	200 m ³	1,66	415	9240	5,57	0,39	0,44
	400 m ³	1,66	415	9940	5,99	0,43	0,47
6000 m ²	50 m ³	2,25	376	11030	4,90	0,35	0,38
	200 m ³	2,39	400	11630	4,87	0,34	0,38
	400 m ³	2,41	403	12330	5,12	0,36	0,40
	600 m ³	2,42	404	13030	5,38	0,38	0,42
	800 m ³	2,42	404	13630	5,63	0,40	0,44
	1000 m ³	2,43	405	14130	5,81	0,41	0,45
8000 m ²	100 m ³	2,76	345	14220	5,15	0,37	0,40
	200 m ³	2,94	368	14620	4,97	0,35	0,38
	400 m ³	3,09	387	15320	4,95	0,35	0,39
	600 m ³	3,14	392	16020	5,10	0,36	0,40
	800 m ³	3,15	394	16620	5,28	0,37	0,41
	1000 m ³	3,17	396	17120	5,40	0,38	0,42
10000 m ²	200 m ³	3,34	334	17360	5,20	0,37	0,41
	400 m ³	3,62	362	18060	4,99	0,35	0,39
	600 m ³	3,74	374	18760	5,02	0,36	0,39
	800 m ³	3,78	378	19360	5,12	0,36	0,40
	1000 m ³	3,83	383	19860	5,18	0,37	0,41

De absoluta värdena på insamlad energi måste givetvis behandlas med försiktighet, däremot ger resultaten bra information om ungefärlig storlek på fältet och lämpligt förhållande mellan fältet och lagret. Vid för små lager till de större fälten måste tillfällig hög produktion kylas bort. Det minsta fältet hamnar aldrig i detta läge eftersom lasten nästan alltid sväljer solvärmens direkt. Teoretiskt behövs alltså inte ackumulatort; i verkligheten behövs den för att temperaturen i nätet inte får variera hur som helst.

Som synes finns inget skarpt ekonomiskt optimum, utan en kombination av fält mellan 6000 m² och 10000 m² och tank mellan 400 m³ och 800 m³ ger ungefärligen samma kostnad. För ett system med 8000 m² solfångare och 800 m³ tank, vilket stämmer väl med behovet av ackumulering av flisvärme, blir investeringen för solfångare + ackumulator per insamlad energi 5,3 kr/(kWh år). Detta är en förbättring jämfört med motsvarande siffra för Nykvarn etapp 1, 6,3 kr/(kWh år) (1984 års priser).

Beräkningsresultaten överensstämmer i stort sett med Per Isakssons simuleringsstudie inför utbyggnaden av Nykvarn, med hänsyn till att lasten i Nykvarn är lägre, 21 GWh istället för 40 GWh. Våra beräkningar ger en relativt sett mindre ackumulator, vilket kan bero på en annorlunda fördelning av lasten.

6. UNDERLAG FÖR EKONOMISKA BERÄKNINGEN

Alla prisuppgifter är uppskattningar, efter samtal med eventuella projektörer och leverantörer.

6.1 Mark

Markinköp beräknas till 200.000 kr för alla alternativen, då det knappast är lönt att dela på fastigheten, samt som reserv för framtida behov.

Skogen är färdigvuxen, kan avverkas i vinter för den nuvarande ägarens räkning och påverkar inte markkostnaden.

Markberedningen består av terrassering, nedläggning av bäcken i kulvert samt för de större fälten flyttning av en mindre grusväg.

6.2 Solfångarfält

Färdigtbyggt fält beräknas kosta 1250:-/m² för alla storlekar. Kulvert från fältet till lagret beräknas för 160 m. Den kan bli kortare beroende på lagrets placering, men då ökar längden på kulverten till nätet.

6.3 Apparatus för solkretsen

Nytt apparatus byggs, med VVS för solkretsen, komplett bestyckat och igångkört.

6.4 Ackumulatorn

Priset avser färdig, isolerad trycklös ståltank, kopplad till nätet med VVS som inryms i fastbränslecentralens byggnad.

6.5 Sammanställning anläggningskostnader kkr

Soldelen:

Solfångararea, m ²	4000	6000	8000	10000
Mark	200	200	200	200
Markberedning	140	200	240	280
Solfångarfält	5000	7500	10000	12500
Kulvert sol-lager	400	430	480	480
Apparatus sol	1500	2000	2400	2600
Spetselpanna	250	250	250	250

Summa soldelen	7490	10580	13570	16310

Akkumulator, m ³	50	100	200	400	600	800	1000
Pris, kkr	700	900	1300	2000	2700	3300	3800

I resultatsammanställningen under 5.2 är ovanstående kostnader inräknade i anläggningskostnaden. Kapitalkostnaden/kWh är beräknad med 25 års livslängd och 6% realränta.

Till den slutliga värmekostnaden kommer projektering, projektledning, administration, resor, övrigt samt driftskostnader.

6.6 Pris på ersatt energi

Säters energiverk anger rörliga kostnaden för elvärme till 0,10 - 0,11 kr/kWh och för flisvärme till 0,11 - 0,13 kr/kWh. Rörligt kostnaden för flisvärmen kommer att sjunka när rökgas kylningen installerats.

7. SLUTSATSER

7.1 Solvärmeanläggningen bör byggas

Fjärrvärmenätet i Säter har goda förutsättningar för komplettering med solvärme.

En optimal storlek för solvärmeanläggning i Säter med hänsyn till kostnad per installerad kWh är ca. 6000 kvm och med hänsyn till samordningseffekten med flisvärme rekommenderas en ackumulator på 800 m³.

Kombinationen med ackumulering av flisvärme är ett nytt intressant inslag för solvärmen. Lagringsbehovet för flisvärmen är i samma storleksordning som för solvärmen, men behoven sammanfaller mycket sällan i tiden, vilket ökar nyttan av ackumulatören. Eftersom ett antal ackumulatörer för flisbaserad fjärrvärme har byggts och fler troligen kommer att byggas är det viktigt att prova hur solvärmen fungerar i ett sådant system.

Den föreslagna anläggningen har större energiinsamling och lägre specifik investeringskostnad än tidigare jämförbara anläggningar. Det är angeläget att den ökande verkningsgraden och den effektivare monteringen av de långa platsbyggda solfångarna provas i praktiken.

R19: 1991

ISBN 91-540-5314-5

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6811019

Abonnemangsgrupp:
Ingår ej i abonnemang

Distribution:
Svensk Byggtjänst
171 88 Solna

Cirkapris: 40 kr exkl moms