



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

R175:1984

Solvärme med effektlagring — Nykvarn

**Anders Bernestål
Göran Hultmark**

INSTITUTET FÖR BYGGDOKUMENTATION	
Accnr	
Plac	Sex

K
ADT

Byggforskningsrådet

R175:1984

SOLVÄRME MED EFFEKTLAGRING - NYKVARN

Anders Bernestål
Göran Hultmark

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag
830544-1 från Statens råd för byggnadsforskning
till AB Andersson & Hultmark, Göteborg

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

R175:1984

ISBN 91-540-4282-8

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Liber Tryck Stockholm 1984

	INNEHÅLL	SIDA
1	SAMMANFATTNING, FÖRORD	2
2	FJÄRRVÄRMESYSTEMETS EGENSKAPER	3
3	SYSTEMUPPBYGGNAD	7
3.1	Olja	9
3.2	Olja - Flis	9
3.3	Olja - Sol	10
3.4	Olja - Flis - Sol	20
4	ENERGISITUATIONEN I DE UNDERSÖKTA ALTERNATIVEN	21
5	EKONOMI	23
5.1	Investeringskostnad	23
5.2	Underhållskostnad och livslängd	24
5.3	Kostnadsjämförelse	25
6	REFERENSLISTA	28

Denna förstudie behandlar olika energiproduktionsalternativ för ett fjärrvärmenät i Nykvarn.

Fjärrvärmenätet förser centrumbebyggelsen i Nykvarn, förort ca. 15 km väster om Södertälje, med energi. Fjärrvärmenätet är dimensionerat för 120 grad. C/70 grad. C vid D.U.T. Södertälje Energiverk planerar att effektivisera nätet och sänka temperaturerna till 100 grad. C/50 grad. C vid D.U.T.

Utredningen behandlar kostnader och möjligheter att använda en ackumulator för effektreserv. Med en beredskapstid på 12 timmar krävs en ackumulatortank på cirka 1 000 m³. Kostnaden för tanken balanseras till största delen av att installationen av reservoljepanna utgår.

Energiproduktionen till fjärrvärmenätet har studerats för fyra huvudalternativ med olja, flis och sol som energislag.

Stor vikt har lagts vid utvecklandet av ett kostnads-effektivare solfångarsystem. Utgående från de tidigare utförda anläggningarna med plana effektiva solfångare har en 5%-ig ökad solfångaryta erhållits utgående från samma bruttoyta. Sammankopplingen av solfångarna har gjorts så att rörlängderna och därmed förlusterna från rörsystemet minskar.

Kostnaden för energin i ett produktionssystem med 2,5 MW flis som baslast och 4 MW olja som topplast och 4000 m² solfångare blir 21,6 öre/kWh inklusive kapital-, D&U- samt bränslekostnad. Kostnaden baseras på 4% real ränta, 30 års avskrivningstid.

FJÄRRVÄRMESYSTEMETS EGENSKAPER

Nykvarn är en förort till Södertälje och ligger ca 15 km väster om centrum. Bebyggelsen är till största delen från 1960-talet med flerfamiljhus i de centrala delarna.

Södertälje Energiverk har byggt ett fjärrvärmenät för energiförsörjning av Nykvarns centrala delar. Fjärrvärmenätet har byggts ut under de senaste åren och är idag i det närmaste helt utbyggt. Hittills har all uppvärmning i fjärrvärmesystemet gjorts med olja.

Effekt

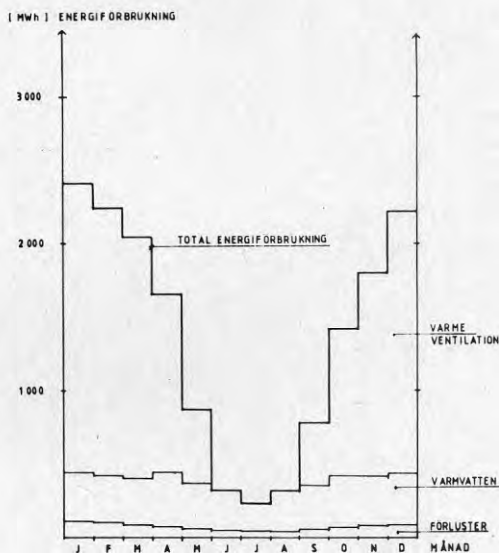
Det sammanlagrade effektbehovet för fjärrvärmenätet har beräknats till 6,5 MW.

I detta effektbehov ingår effektbehoven i undercentralerna samt effektbehovet orsakat av förluster i kulvertar.

Energi

Energibehovet har beräknats utgående från känd förbrukning till 16 GWh vilket motsvarar en utnyttjningstid på 2500 timmar. I detta energibehov ingår kulvertförlusterna med 1 GWh (6%).

De energibesparingar som kommer att göras i bostadshusen har efter besiktning bedömts vara av storleksordningen 25-30%.



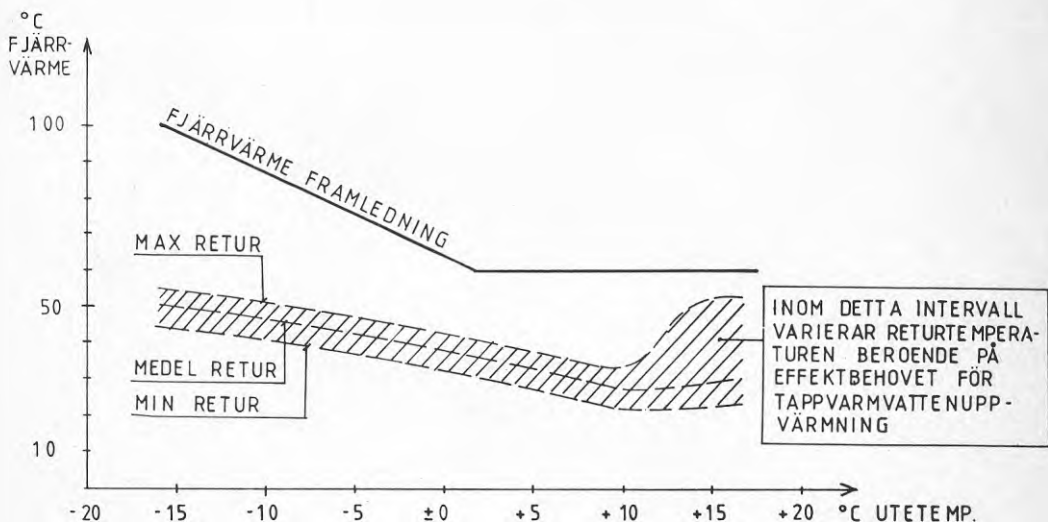
Figur 1. Energiförbrukningen uppdelad månadsvis

Temperaturer

Fjärrvärmesystemet är dimensionerat för ett temperaturfall på 50 grad. C vid dimensionerande utetemperatur. Framledningstemperaturen i fjärrvärmenätet är dimensionerad för 120 grad. C vid D.U.T. Energiverket skall börja en studie där man har för avsikt att sänka temperaturerna i tilllopps- och returledningarna på fjärrvärmesidan. De ingrepp som då behöver göras i undercentralerna för att sänka temperaturerna görs oberoende av produktionsanläggningens utformning. Det är som visats i rapport R 14:1982 - Spillvärme och solenergi till fjärrvärmenätet med låg temperatur - en ekonomisk fördel att minska temperaturerna med åtföljande lägre energiförluster mot uppoffrande av ökad yta i värmväxlarna. Genomförs arbetet med undercentralerna konsekvent bör fjärrvärmevattnets framledningstemperatur sänkas till 100 grad. C vid D.U.T.

Framledningstemperaturen sommartid - när endast varmvattenberedning används - kan sänkas till cirka 60 grad.C. Ovanstående temperaturförändringar kan göras utan att dimensionerna på fjärrvärmekulverten förändras.

Temperaturerna i fjärrvärmenätet blir med ovanstående antagande

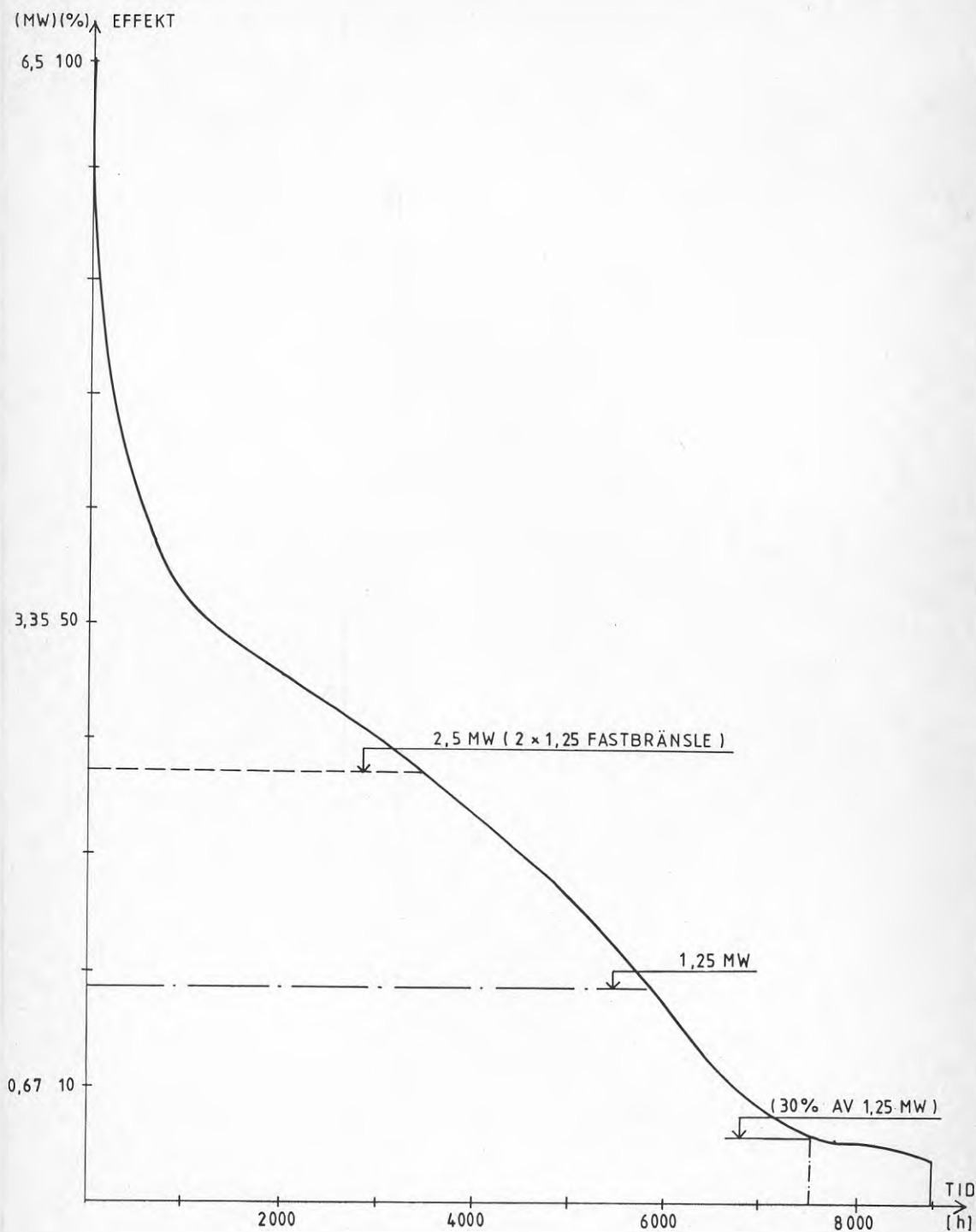


Figur 2. Fjärrvärmenätets temperatur som funktion av utomhustemperaturen.

De stora variationerna vid höga utomhustemperaturer beror på att enbart uppvärmning av varmvatten sker, vilket ger mycket låga returtemperaturer vid stor tappningsintensitet och höga returtemperaturer på grund av rundcirkulationen vid låg tappningsintensitet, som inträffar nattetid.

Sammanställning:

Effektbehov:	6,5 MW
Energibehov:	16 000 MWh
Utnyttjningstid:	2 500 timmar
Framlednings- temperatur:	+100 grad. C vid D.U.T. + 60 grad. C sommartid



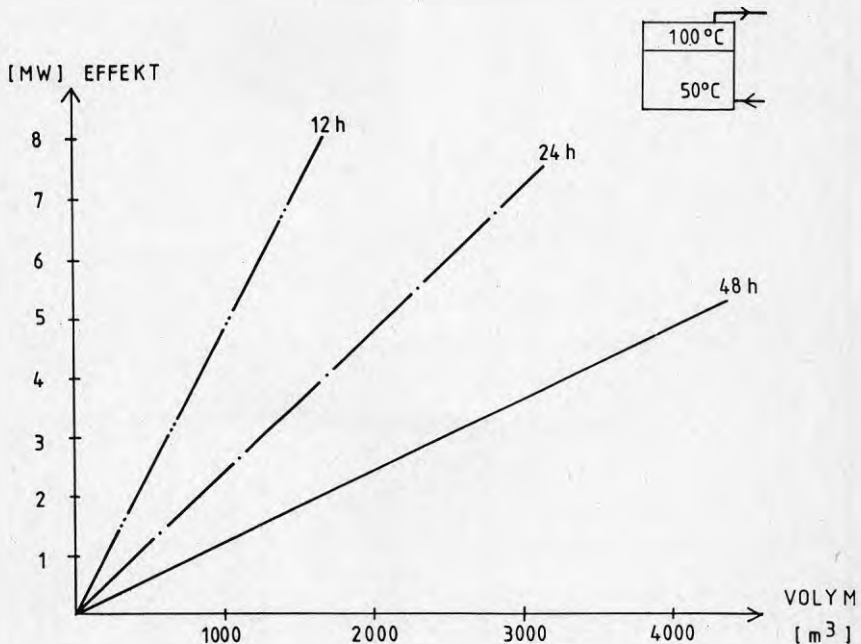
Figur 3. Varaktighet för effekten under ett normalår

Energien som skall tillföras fjärrvärmesystemet är tänkt att produceras från en - eller flera av följande källor:

- olja
- fastbränsle
- sol

För att använda kombinationer av ovanstående källor i en sk produktionsmix planeras systemet på ett sätt som möjliggör olika driftsfall.

Vid dimensionering av panneffekter väljs dessa som regel på ett sätt som säkerställer effekttillskott vid driftavbrott på den största enheten. En möjlighet att säkerställa energileverans vid effektbortfall från den största pannenheten är att använda sig av lagring. Väljer man att utnyttja t ex en tank för att klara ett driftsstopp dimensioneras tanken så att den klarar ett bestämt energibortfall, motsvarande den effekt som saknas under viss bestämd tid.



Figur 4. Effekttillskott från lagringstank med ett temperaturutnyttjande på 50 grad. C (100 grad. C - 50 grad. C) som funktion av lagringsvolym vid olika längd på driftsstoppet.

Ur ovanstående figur kan man utläsa att ett driftsavbrott med ett effektbortfall på 3 MW kan ersättas med en tank på cirka 600 m³ om tiden för reparation är 12 timmar. I det fall man räknar med en beredskap på 2 dygn behövs i detta fall en tank på cirka 2 500 m³.

De energi- och effektförluster som uppstår i tanken är relativt sett små i jämförelse med fjärrvärmenätets förluster. Effektförlusten från tanken är mindre än 1% av den dimensionerade effekten för de fall vi studerar.

Energiförlusterna som uppkommer p g a tanken kommer att bli i storleksordningen 0,5% av det totala energibehovet i fjärrvärmenätet. Ovanstående förluster är små men kommer givetvis att beaktas i kalkylerna. För att minska förlusterna kan man utnyttja delar av lagervolymen under perioder med lägre effektbehov.

Den besparing som kan göras i sänkt investeringskostnad för panneffektreserv skall överstiga kostnaden för lagringstank samt den summerade årsenergikostnaden för tankförluster om tank skall utnyttjas. I detta fall använder vi följande data för denna beräkning:

Driftsstopp:	12 timmar
Energiförlust från tank:	(0,4%) 60 MWh
Effekt på reservpanna:	2 MW
Tankstorlek:	1 000 m ³
Kostnad för oljepanna:	500 kr/kW
Kostnad för energi:	200 kr/MWh
Kostnad för tank:	1 250 000 kr
Livslängd:	30 år
Räntesats:	4% real ränta

Total kostnad för reservpanna	1 000 kkr
Kostnad för energiförlust under 30 år (nusumma)	210 kkr
Kostnad för tank inkl. grundläggning	<u>1 600 kkr</u>
Total kostnad för alternativ med tank	1 810 kkr

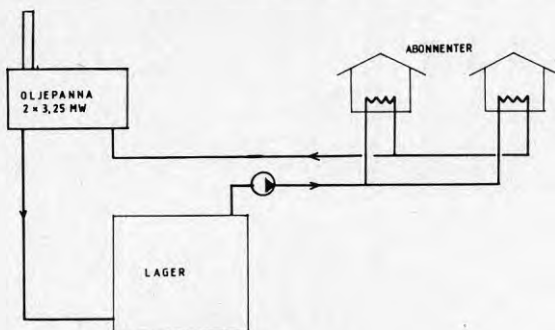
Vi kan av ovanstående kalkyl se att alternativet med en tank som effektreserv inte har direkt ekonomisk fördel i jämförelse med reservpanninstallation.

En följd av att använda en tank är att man effektivare kan utnyttja energikällor som har en varierande effekt under dygnet och veckan. Man kan vidare lagra energi i tanken från t ex värmepump, spillvärme eller solenergi.

En annan fördel som fås är att man kan utforma pannorna, som skall ge nätet energi, att arbeta effektivt vid ett driftläge (100%) och kampanjelda pannan mot lagret. En verkningsgradsökning med 2% på en fastbränsleinstallation vid 75% täckningsgrad motsvarar ca 260 MWh i minskade pannförluster. Nusumman för den vinst man får p g a verkningsgradsökningen under 30 år blir 910 kkr.

3.1 Olja

När olja används för att klara all energiproduktion byggs produktionsanläggningen med 2 st 3,25 MW's oljepannor.

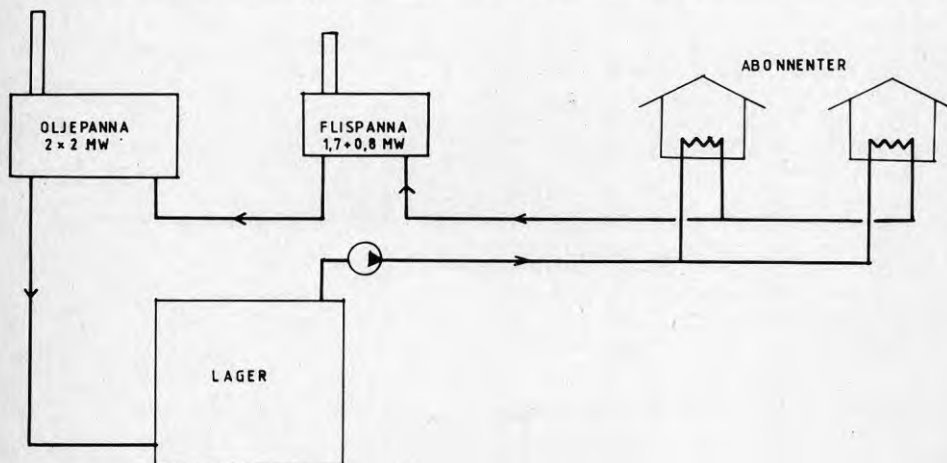


Figur 5. Fjärrvärmesystem med oljeeldning

Pumpen placeras i den varma framledningen för att få lägsta tryck över tanken. Ett annat sätt att minska trycket på tanken, med pumpen i returledningen, är att sätta expansionskärlat innan tanken. Dessa åtgärder görs för att minska dimensionerande tryck på tanken, givetvis kan den göras för en högre tryckklass med åtföljande kostnadsökning.

3.2 Olja - Flis

I detta alternativ används fastbränsle för baslastproduktion och olja för toppeffekt. Flispannornas effekt väljs till ca 40% av dimensionerande effekt. Flispannorna delas upp på två enheter. Den tank som finns i systemet används i första hand som effektreserv. Tanken används även som effektutjämnare under perioder med snabba variationer i last. De flispannor som används i detta alternativ arbetar mot tanken med en förbättrad totalverkningsgrad.

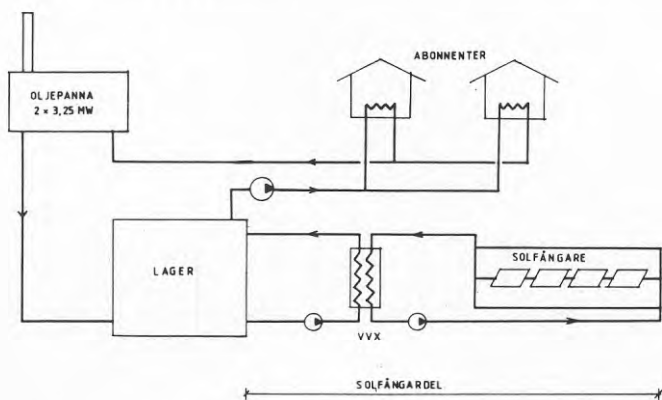


Figur 6. Fjärrvärmesystemet med flis - och oljeeldad panncentral

3.3 Olja - Sol

Den oljeproduktionsanläggning som presenterades i kap. 3.2 kompletteras i detta fall med en solfångaranläggning. Hela effektbehovet dimensioneras för att klaras med oljepannorna. Solfångarna har endast till uppgift att leverera energi och ger således inte något effekttillskott vid dimensionerande utetemperatur.

Solfångaranläggningen levererar energin till lagret via en värmeväxlare. Denna inkoppling innebär att solfångarnas glykolblandade vatten skiljs från fjärrvärmesystemets värmebärare.

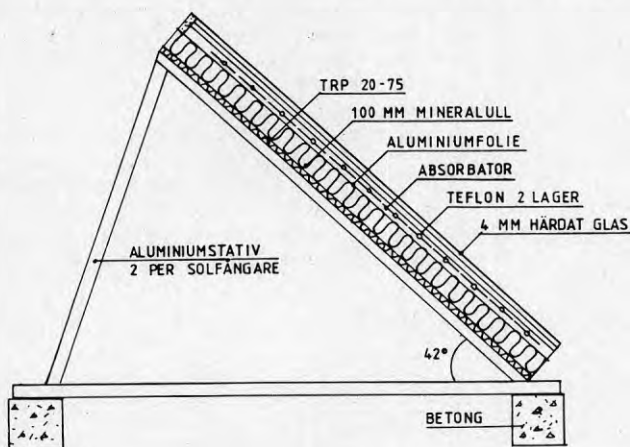


Figur 7. Fjärrvärmesystem med olje- och solanläggning

Solfångare

De solfångare som är tänkta att användas är utvecklade från Lyckebo-projektet. För att öka verkningsgraden och därmed utbytet från solfångarna kommer de erfarenheter som erhållits från provanläggningar i Knivsta och Södertörn att användas. Hittillsvarande erfarenheter har gjort att solfångarkonstruktionen förändras vad avser avstånden mellan absorbatör, teflon och glas. Dessa minskas och därmed fås en smalare solfångare. Arbete med att minska förlusterna från spröjsprofilerna (de lister som håller glaset) har inletts. För detta projekt har en ny konstruktion studerats där materialbyte från aluminium till EPDM-gummi görs. Ytterligare konstruktionsförändringar för att öka utbytet är under utarbetande.

Solfångarna är uppbyggda i moduler, där öppertytan i detta fall är 12,5 m². Den förstörade öppertytan har tagits fram utan att yttermåttan förändrats från Lyckeboprojektets solfångare. Areaökningen kommer från minskade täcklistor och minimering av teflonramens skuggning.



Figur 8. Sektion genom en solfångare

Uppbyggnaden av solfångaren är utifrån och in enligt:

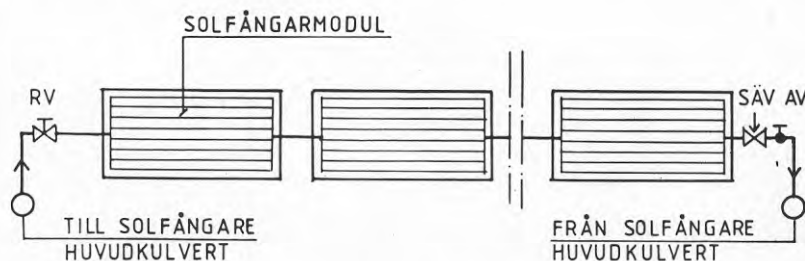
- Glastäckning med 4 mm härdat glas.
- Konvektionshinder bestående av två lager teflon. Teflonfolien är uppspänd i ramar. Ljusreduktionen per skikt är 4-5%.
- Absorbator med selektivt ytskikt, absorbatorn har absorptionsfaktor = 0,95 och emissionsfaktor = 0,15.
- Aluminiumfolie som skyddar absorbatorns ytskikt från damm från underliggande mineralull.
- 10 cm mineralullsisolering
- Aluminiumplåt som bärande och skyddande element.

Solfångarna byggs i fabrik och levereras med lastbil direkt till arbetsplatsen. För att minska hanterings- och lagringskostnader lyfts solfångarna från lastbilen direkt på den slutgiltiga platsen. Solfångarna skruvas fast i två aluminiumstativ, stativen sitter fast i betongstöd. För att minimera kostnaderna för montering och hantering av solfångarna krävs en noggrann samordning mellan mark- och monteringsarbetena.

Solfångarsystem

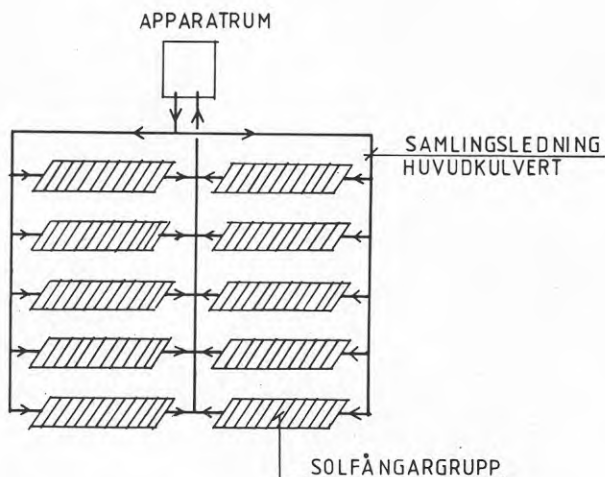
Den totala solfångarytan delas upp i mindre enheter s k grupper. Varje grupp består av ca 10 solfångare med totalytan 125 m². Grupperna är var för sig avstängningsbara och försedda med säkerhetsventil samt reglerventil för injustering av flödet.

Solfångarnas absorbtoryta som består av parallellkoplade "strips" kopplas ihop till fördelnings- resp. samlingsledning i solfångaren. Flödesfördelningen mellan "stripsen" i solfångaren beror på dimensionen på fördelnings- resp. samlingsledningen. I denna konstruktion dimensioneras ledningarna så att flödet blir i det närmaste lika i samtliga "strips".



Figur 9. Principkoppling av en solfångargrupp.

Det föreslagna inkopplingssystemet enligt ovan har tagits fram för att minska energiförlusten från samlings- och kopplingsledningarna samt för att reducera kostnaden för rör- och isoleringsarbeten.



Figur 10. Principkoppling av 10 solfångargrupper till ett apparatrum.

Tidsåtgången för att montera och koppla ihop ett stort solfångarfält kan med ovanstående inkopplingsprincip reduceras. Uppbyggnaden av ett stort solfångarområde följer följande faser:

- a/ Markplanering - utjämning
- b/ Byggande av apparatrum
- c/ Huvudkulvert läggs ner
- d/ Fundament placeras ut och stativ skruvas fast
- e/ Solfångarna monteras
- f/ Hopkoppling av rörsystemet
- g/ Igångkörning

Fördelarna med ett snabbt och rationellt byggande är främst att kostnader för räntor kan hållas låga. Vidare bör byggmarknaden kunna svara upp mot en ökad efterfrågan av solfångarprojekt eftersom byggandet av solfångarområdet enligt ovan till största delen är känd teknik.

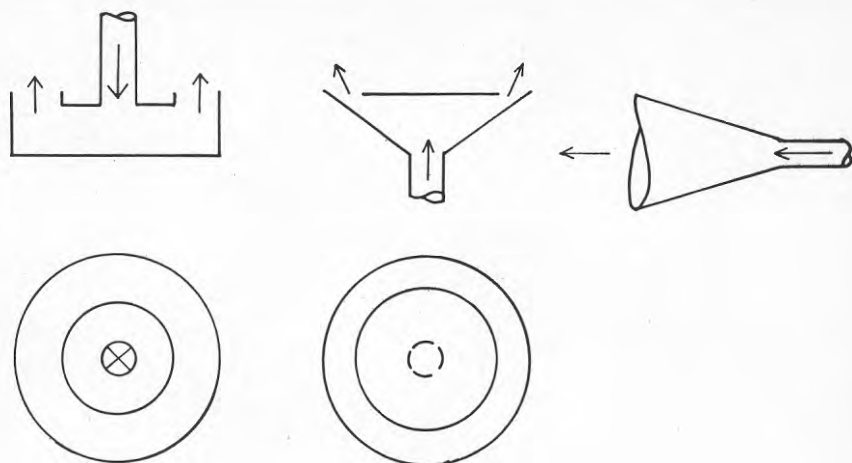
Lagringstank

Den effektutjämningsstank som används för att minska reserveffektinstallationen får även till uppgift att magasinera energi från solfångarna.

Energiutbytet från solfångarna beror på in- och utloppstemperaturerna till resp. från solfångarna. Systemet utformas så att solfångarna arbetar med lägsta möjliga inloppstemperatur. Detta leder till ett ökat energiutbyte. Ett effektivt utnyttjande av lagrets kapacitet innebär en stor temperaturdifferens mellan topp- och bottenskikt. Temperaturskiktningen i tanken uppkommer p g a densitetskillnader. Kallt vatten har en lägre densitet än varmare vatten. Det kallaste vattnet kommer därför att finnas längst ner i tanken.

I solenergisammanhang har man tidigare arbetat med skiktning i lagringstankar. Solvärmeverket i Ingelstad använder en tank med volymen 5000 m³. De mätningar och den utvärdering som gjorts visar att temperaturskiktning uppkommer med distinkta gränser vid olika temperaturer.

En förutsättning för en väl fungerande skiktning är att man inte stör skiktning med in- och utloppsflöden. Hastigheten på det vatten som förs till tanken måste hållas låg, detta kan åstadkommas genom användande av dysor eller speciellt utformade munstycken.



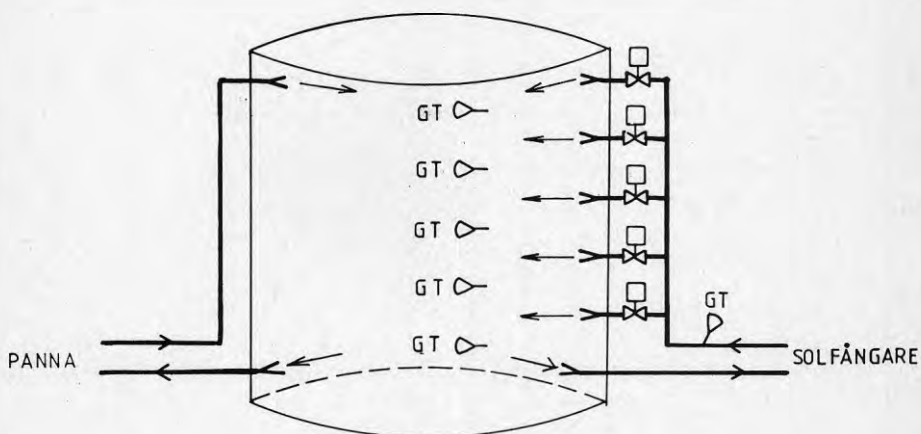
Figur 11. Utloppsmunstycken

För att inte störa skiktningen bör det till tanken inkommande vattnet släppas in på den nivå där tankens och det inkommande vattnets temperatur överensstämmer.

Det finns ett flertal projekt i Sverige där man försökt lösa problemet med att inlagra energin på rätt temperaturnivå. Man kan härvid urskilja en indelning av tekniska lösningar i tre grupper:

- 1/ Självreglerande, det inkommande vattnet släpps på ett ställe och densitetskillnaden får klara hela inlagringsfördelningen.
Ex: Ingelstad, Avesta
- 2/ Styrd självreglering. I detta fall försöker man åstadkomma temperaturskiktningen i ett med tanken kommunicerande kärl. Kärlet som kan vara ett fast perforerat rör, fasta koner eller rör med backspjällförsedda utlopp har ett inlopp och således flera utlopp.
Ex: Lambohov, Värtan
- 3/ Styrd reglering. Genom att mäta temperaturprofilen i lagret och jämföra med temperaturen på det inkommande vattnet kan detta inlagras på rätt nivå med ett rörligt teleskoprör eller med ett antal ventilförsedda inlopp.
Ex: Lyckebo, Uppsala

Till tanken kommer energi från pannan och från solfångarna. Temperaturnivån på fjärrvärmevattnet från pannorna bestäms av nätets behov. Temperaturen på vattnet som kommer från solfångarna kan styras med flödesreglering så att vattnet alltid tillförs tankens översta skikt med hög temperatur. Denna temperaturreglering medför ett lägre energiutbyte från solfångarna än i det fall man tillåter temperaturen att variera. Flödet hålls konstant i solfångarkretsen och vattnet från solfångarna lagras in på rätt temperaturnivå genom att man mäter temperaturprofilen och lagrar in vattnet på rätt höjd. Inlagringen sker via ett antal avstängningsbara inloppsdon på olika höjd i tanken.



Figur 12. Principutförande av tankens in- och utloppsanordning.

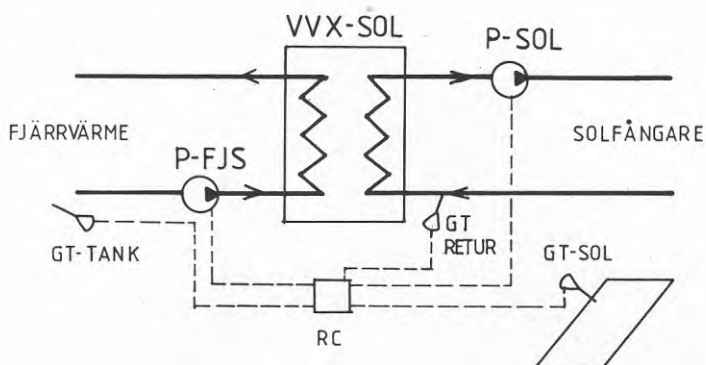
Utloppen görs i botten för att få lägsta temperatur till solfångarna samt största möjliga temperaturfall över tanken.

Produktionssystem

De två produktionssystem vi skall studera benämns pann- resp. solsystem. Dessa system väljer vi att göra åtskilda så att de var för sig kan producera energi.

Styrning av systemen görs också oberoende men en överordnad styrning för parallell drift föreslås.

Solfångarsystemet byggs som vi tidigare redogjort för med en värmeväxlare mellan solfångare och tank. Flödet i solfångarkretsen dimensioneras för en temperaturredifferens på 30 grad. C vid instrålning 1000 W och verkningsgraden 60%. När instrålningen sjunker och temperaturhöjning minskar väljer vi att behålla det höga flödet och lagra energi till tanken med lägre temperaturer. Flödet på andra sidan värmeväxlaren, på fjärrvärmesidan, dimensioneras att vara lika solfångarflödet.



Figur 13. Inkoppling av värmeväxlare mellan solfångare och fjärrvärmenätet.

Styrning av pumparna görs enklast möjligt. P-SOL startar när absorbatortemperaturen överskrider inställt värde (+ 20 grad. C).

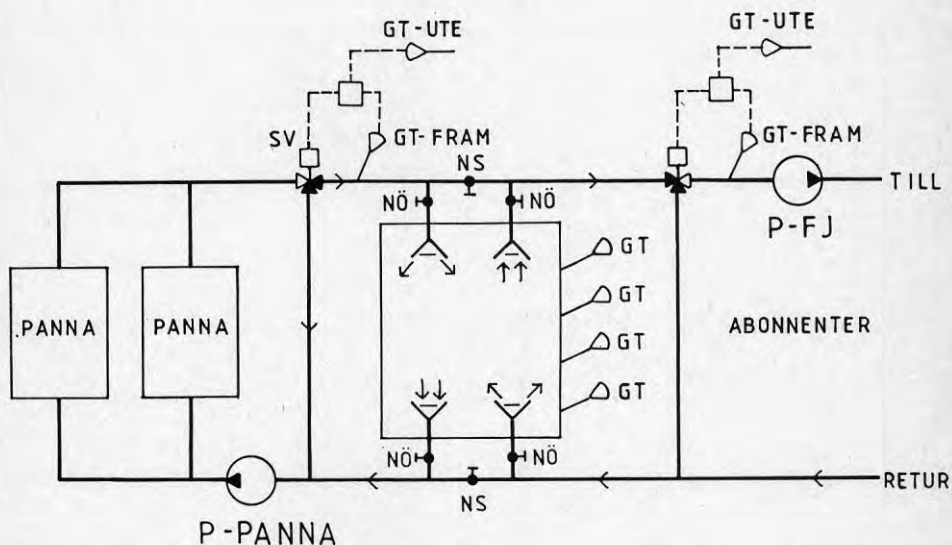
P-FJS startar när temperaturredifferensen mellan temperaturen i vattnet i solfångarkretsens framledning och temperaturen i tankens botten överskrider inställt värde (2 grad. C).

Inlagring i tanken sker genom att ventilerna till inloppsdonen öppnar för inlagring på rätt temperaturnivå.

Solfångarfältet dimensioneras så att igångkörning kan ske utan att luftning på fältet behövs. En speciell utformad luftningsanordning där hastigheten på vattnet är extremt låg avskiljer luften ur solfångarvattnet.

Dimensionering och utformning av ledningarna i solfångarna och på solfångarfältet görs med hänsyn till luftmedförsel.

Inreglering av flödet mellan solfångarna görs gruppvis om totalt ca 125 m² solfångaryta.



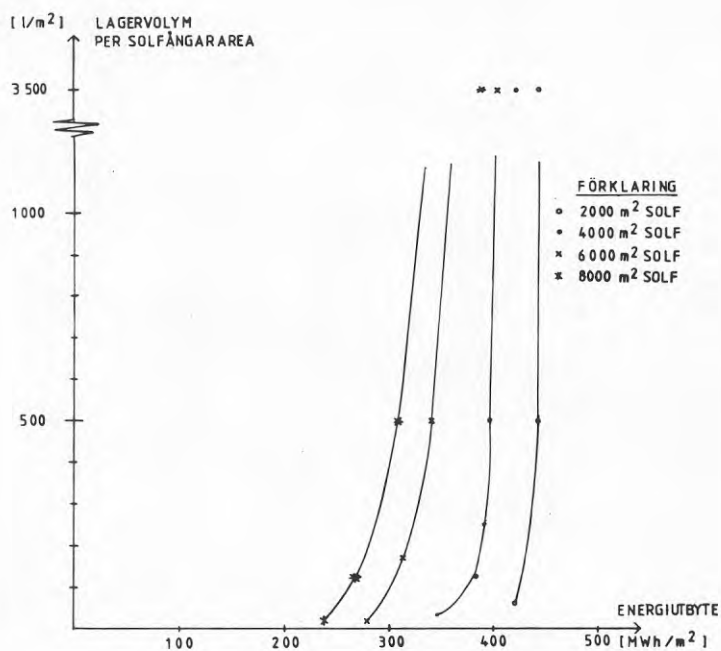
Figur 14. Princip för inkoppling av pannor till lagret.

Pannorna ligger i detta system parallellt med solfångarfältet och arbetar oberoende av detta. Temperaturgivarna som finns på olika höjd i tanken möjliggör inlagring av pannvärt vatten till en bestämd nivå som kan vara en funktion av utetemperaturen jmf. reservkapacitet i lagret.

Fjärrvärmekretsen ligger parallellt med de övriga systemen och styr framledningstemperaturen som funktion av utetemperaturen. Flödet i fjärrvärmenätet varierar under året p g a att tvåvägsventiler, för att låga returtemperaturer skall erhållas, användas. Detta gör att pumpen i fjärrvärmekretsen t ex kan varvtalsregleras för att minska tillförd elenergi till pumpen och konstanthålla trycket i fjärrvärmesystemet.

Dimensionering

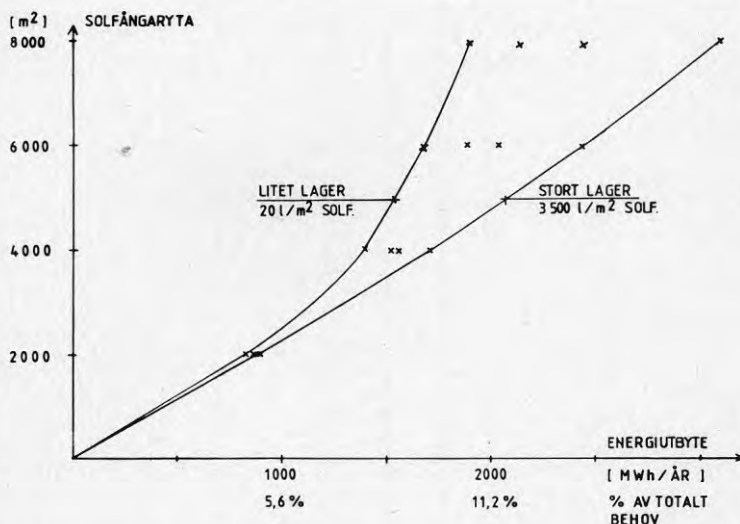
För att beräkna inverkan av solfångararea och ackumulatorvolym på energiutbytet från solfångarna har simulering under ett år timma för timma gjorts med dataprogrammet SUNSYST. Beräkningarna följer i princip den i BFR rapport R70:1981 redovisade modellen. I detta system har även energi för uppvärmning beaktats samt en fördelning av tappvarmvattenförbrukningen under dygnet. Energiförbrukningen för värme sätts till 0 under perioden 15 maj - 15 sept.



Figur 15. Energiutbytet per solfångararea som funktion av lagervolym per m² solfångararea för olika totala solfångarareor. Energibehov 16 GWh, utnyttjningstid 2500 timmar.

Ur figur 15 kan vi utläsa att solenergiutbytet per ytenhet (kWh/m²) minskar vid ökad total solfångararea. Vid 2000 m² solfångararea och ett lager på 1000 m³ är utbytet 440 kWh/m². Ökar vi solfångararean till 6000 m² blir utbytet 315 kWh/m² vilket är cirka 25% lägre än för arean 2000 m².

Utbytet från solfångarna öknar när tankens volym ökar. Ett stort lager innebär att solfångarna kommer att arbeta under bra temperaturförhållanden. Görs tanken tillräckligt stor kommer energiutbytet per m² att bli lika för arean 2000 m² och 6000 m².



Figur 16. Energiutbytet som funktion av total solfångaryta vid varierande lagerstorlek. Energibehov 16 GWh, utnyttningstid 2500 tim.

För att kunna utnyttja ett lager bör solfångararean överstiga 2000 m² eftersom utbytet inte påverkas av lagrets storlek när solfångarna understiger 2000 m².

Vi räknar fortsättningsvis med två alternativa solfångarareor. Ackumulatorn är i båda alternativen 1000 m³ enligt tidigare diskussion i kapitel 3.

Solf.area	Lager/solf.- area	Energiutnyttj. MWh	Energi %	Energi Solf.area
4000 m ²	250 l/m ²	1560	9,8	390 kWh/m ²
8000 m ²	125 l/m ²	2160	13,5	270 kWh/m ²

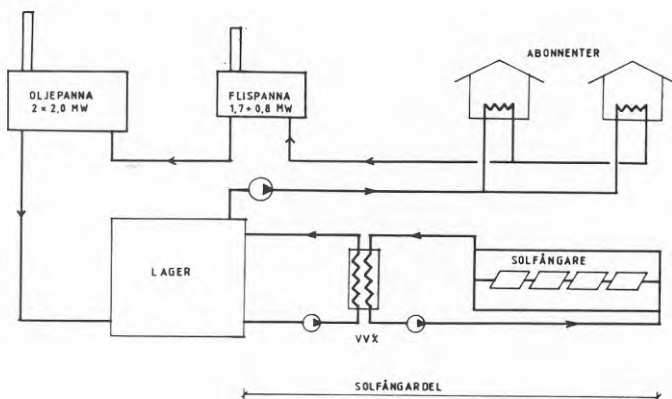
Markutrymmet som krävs för 1 m² solfångare är ca 2,75 m². Det totala markbehovet blir då

4000 m² solfångare kräver 11 000 m² markyta
 8000 m² " " 22 000 m² "

3.4 Olja - Flis - Sol

Detta alternativ är en kombination av kapitel 3.2 och 3.3. Utnyttjningstiden för flisutrustningen minskar eftersom solenergi produceras under de tider flis skulle använts.

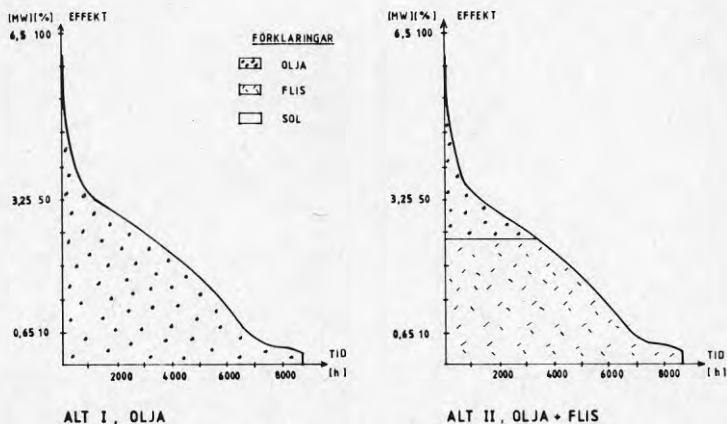
Solfångarareornas storlek i detta alternativ görs lika som för kapitel 3.3: 4000 m² resp. 8000 m². Det som skiljer systemen är endast hur den resterande energin (totalt energibehov - solenergi) produceras.



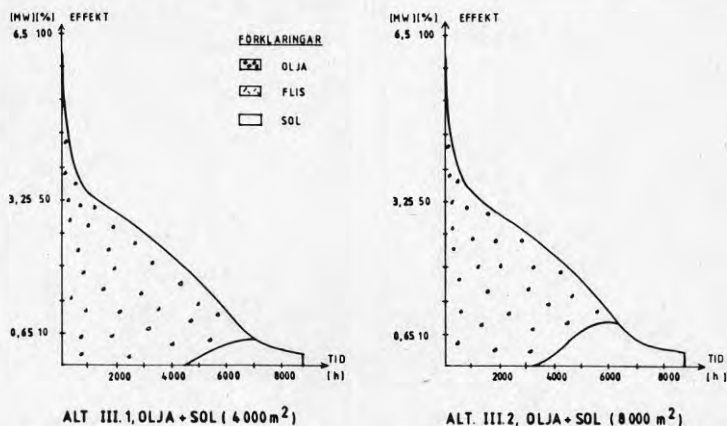
Figur 17. Fjärrvärmesystem med olje-, flis- och solanläggning

ENERGISITUATIONEN I DE UNDERSÖKTA ALTERNATIVEN

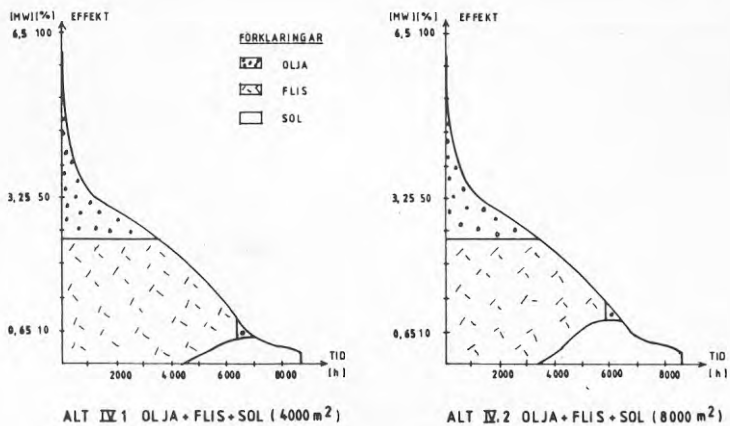
Energifördelningen för de fyra huvudalternativ som presenterades i föregående kapitel kan beräknas med hjälp av varaktighetsdiagrammet i kapitel 2. Den energimängd som beräknas nedan är nettoenergin vilket motsvarar energiförbrukningen i fjärrvärmenätet inkl. kulvertförluster och tankförluster, totalt 16,06 GWh där 60 MWh härrör från tankförluster.



Figur 18a. Energifördelning vid enbart oljeeldning enligt kapitel 3.1 samt vid olja + flis enligt kapitel 3.2



Figur 18b. Energifördelning vid oljeeldning med tillsattsenergi av sol för 4000 m² samt 8000 m² enligt kapitel 3.3.



Figur 18c. Energifördelning vid olje- och fliseldning med tillsatsenergi av sol för 4000 m² samt 8000 m² enligt kapitel 3.4.

Ur ovanstående figurer kan energifördelningen erhållas. De värden som fås är nettoenergiförbrukning.

Alternativ	Olja	Flis	Sol
I Olja	16060	-	-
II Olja + Flis	3680	12380	-
III.2 Olja + Sol (4000 m ²)	14500	-	1560
III.2 Olja + Sol (8000 m ²)	13900	-	2160
IV.1 Olja + Flis + Sol (4000 m ²)	3700	10800	1560
IV.2 Olja + Flis + Sol (8000 m ²)	3700	10200	2160

Tabell 1. Fördelning av energislag för de studerade alternativen i MWh.

5 EKONOMI5.1 Investeringskostnad

Kostnader för flis - resp. oljeanläggning har tagits fram av Södertälje Energiverk utgående från egna anläggningskostnader och efter samtal med andra fjärrvärmeverk. De kostnader som används är

Olja: 500 kr/kW
Flis: 2200 kr/kW

Dessa priser avser prisläge maj 1983 och inkluderar eldningsutrustning, byggnader och igångkörning (fullt färdig anl.)

Kostnader för solfångarna har inhämtats från en solfångarfabrikant (Scandinavian Solar) och innefattar även mark, rör, montage, isolerings, styr och projektkostnader.

Kostnadsläge maj 1983 Sol: 1500 kr/m²

Akkumulatortanken ersätter i det rena oljealternativet samt i olje-solalternativet en reservpanninstallation på 3,25 MW vilken kostnadssätts till 1,62 milj. kr. I de andra alternativen kommer akkumulatortanken att ersätta reservpannan samt att möjliggöra en höjning av totalverkningsgraden för flispannorna.

I kostnadsjämförelsen som görs nedan har akkumulatortankens kostnad likställt mellan de olika alternativen. Det bör observeras att kostnaderna nedan inte innefattar mellanskillnaden mellan akkumulatortank + förluster enligt kapitel 3 och reservpannor resp. verkningsgradsförbättringar.

Alternativ	Investeringskostnad
I Olja	3250 kkr
II Olja + Flis	7500 kkr
III.1 Olja + Sol (4000 m ²)	9250 kkr
III.2 Olja + Sol (8000 m ²)	15250 kkr
IV.1 Olja + Flis + Sol (4000 m ²)	13500 kkr
IV.2 Olja + Flis + Sol (8000 m ²)	19500 kkr

Tabell 2. Investeringskostnad i tusentals kronor

5.2 Underhållskostnad och livslängd

Underhållskostnaderna beräknas schablonmässigt som procent av investeringskostnaden. Följande procent-satser används:

Oljeanläggning	2%
Flisanläggning	3%
Solanläggning (apparatur inkl styr)	5%
(solfångarna)	0,5%

Driftkostnaderna hänför sig till driftpersonal samt i flisalternativet även till kostnad för el och askdeponering. Följande driftkostnader används:

Oljeanläggning	100 000 kr
Olje + flisanläggning	300 000 kr
Olje + solanläggning	100 000 kr
Olje + flis + solanläggning	300 000 kr

Livslängden sätts i denna utredning lika med avskrivningstiden. Eftersom komponenterna i anläggningarna har olika lång livslängd används en avskrivningstid som överensstämmer med en större revision av anläggningen. Följande avskrivningstider används.

Oljeanläggning	30 år
Flisanläggning	30 år
Solanläggning	30 år

Solenergianläggningens livslängd förklaras med att de icke rörliga solfångarna består av material som är ickekorrosiva och beständiga. De ingående delarna i solfångarna har nästan alla en livslängd över 50 år. De material som finns i solfångaren är: aluminium, rostfritt stål, teflon, mineralull, glas samt utanpåliggande EPDM-gummi. Det är av dessa material endast EPDM-gummit som kan behöva bytas p g a åldring före 30 år. Genom att en hög kostnad lagts på förebyggande underhåll av apparatur och styr bör denna utrustning fungera i minst 15 år. Den sammantagna livslängden har med hänsyn till ovan satts till 30 år för solfångaranläggningen.

De erfarenheter som hittills framkommit tyder på en låg underhållskostnad på solfångarfältet där man eventuellt får skotta rent solfångaren från snö på våren samt klippa gräs mellan solfångarraderna i de fall solfångaren står på gräsbeväxt underlag.

5.3 Kostnadsjämförelse

Den totala kostnaden består av kostnader för bränsle, drift, underhåll samt för kapital.

Kapitalkostnaden beräknas som ett annuitetslån där summan av ränta och amortering är konstant under hela lånets löptid. Annuitetsfaktorn fås från tabellsamlingar och är:

0,05783 för 30 års avskrivningstid och 4%
real ränta

Bränslekostnaden antas följa inflationen. Vi beräknar även ett alternativ där realprisökningen på olja sätts till 1% och på flis till 0,5%.

För beräkning av bränslekostnaderna har följande förutsättningar gällt:

Olja	pris per m ³ :	1900 kr/m ³
	värmeinhåll:	10,7 MWh/m ³
	pannverkn.grad:	85%
	den rörliga kostnaden blir	209 kr/MWh
Flis	pris per m ³ :	70 kr/m ³ s (50% fukthalt)
	värmeinhåll:	0,73 MWh/m ³ s
	pannverkn.grad:	86%
	den rörliga kostnaden blir	112 kr/MWh

ALTERNATIV	INVEST. (kkr)	ÅRLIG KAPTIAL KOSTNAD (kkr/år)	D&U (kkr/ år)	BRÄNSLEK. (kkr/år)	TOTK. (kkr/ år)	KOSTNAD/ MWh (kr/MWh)
I Olja	3250	187,9	165	3356,5	3709,4	232
II Olja+Flis	7500	433,7	505	2155,7	3094,4	193
III.1 Olja+Sol (4000 m2)	9250	534,9	222	3030,5	3787,4	237
III.2 Olja+Sol (8000 m2)	15250	881,9	279	2905,1	4066,0	254
IV.1 Olja+Flis + Sol (4000 m2)	13500	780,7	562	1982,9	3325,6	208
IV.2 Olja+Flis + Sol (8000 m2)	19500	1127,7	619	1915,7	3662,4	229

Tabell 3. Kostnadssammanställning för de studerade alternativen vid 0% real energiprisutveckling

ALTERNATIV	BRÄNSLE (kkr/år)	TOTKOSTNAD (kkr/år)	KOSTNAD/MWh (kr/MWh)
I Olja	3890,2	4243,1	265
II Olja+Flis	2383,3	3322,0	208
III.1 Olja+Sol (4000 m2)	3512,3	4269,2	267
III.2 Olja+Sol (8000 m2)	3367,0	4527,9	283
IV.1 Olja+Flis+Sol (4000 m2)	2105,9	3448,6	216
IV.2 Olja+Flis+Sol (8000 m2)	2038,7	3785,4	237

Tabell 4. Sammanställning vid 1% real prisökning på olja och 0,5% real prisökning på flis.

Bränslepriset är medelvärdet av kostnaderna under 30 år.

Ur tabell 3 kan vi se att energikostnaden blir lägst för olja - flisalternativet. En komplettering av denna anläggning med 4000 m² solfångare, som ger en täckningsgrad av nära 10%, ökar kostnaden med ca 8%.

Ur tabell 4 kan vi se att kostnadsökningen minskar till 4% i det fall en real energiprisökning på 1% (olja) resp. 0,5% (flis) föreligger.

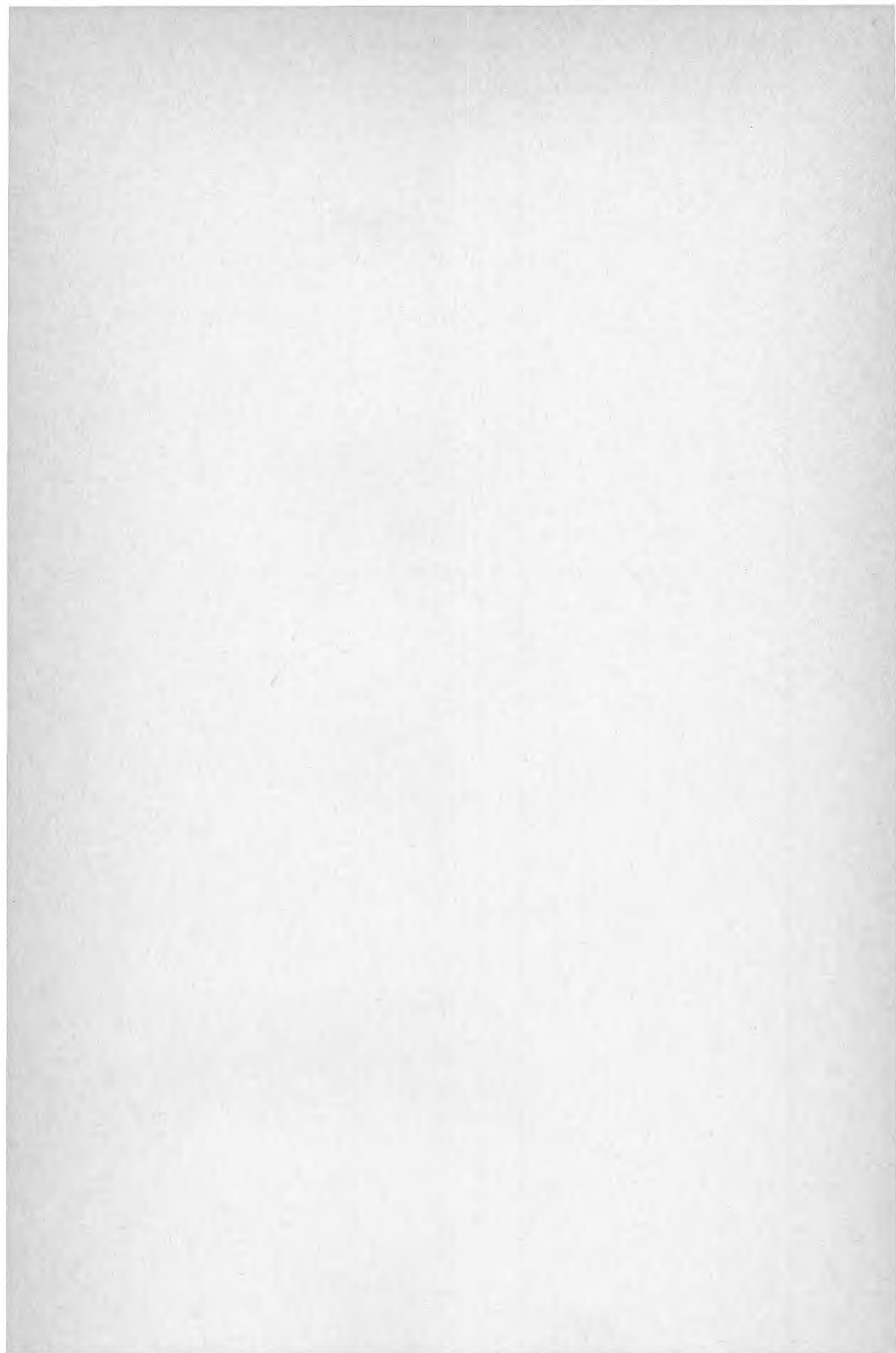
En jämförelse mellan ren oljedrift och solenergi (4000 m² solfångare) ger ur tabell 4 (1% real energiprisökning på olja) i det närmaste samma kostnad 267 resp. 265 kr/MWh.

6 REFERENSLISTA

1. Göran Hultmark och Stefan Olsson
Solfångare integrerade i tak för beredning av
tappvarmvatten.
BFR-rapport R70:1981, Stockholm

2. Anders Bernestål och Göran Hultmark
Solvärmekompletterat fjärrvärmesystem för
Torvallaområdet i Östersund.
BFR-rapport R13:1982, Stockholm

3. Anders Bernestål, Gunnar Gustafsson och
Göran Hultmark
Spillvärme och solenergi till fjärrvärmenät
med låg temperatur.
BFR-rapport R14:1982, Stockholm



**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag
830544-1 från Statens råd för byggnadsforskning
till AB Andersson & Hultmark, Göteborg.**

R175: 1984

ISBN 91-540-4282-8

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6704175

**Abonnemangsgrupp:
Ingår ej i abonnemang**

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

Cirka pris: 25 kr exkl moms