



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.



Solvärmecentral Södertuna för ca 500 lägenheter

Förstudie

Tomas Bruce
Björn Hedlund
Olle Nilsson m fl

INSTITUTET FÖR BYGGDOKUMENTATION	
Accnr	81-1242
Plac	<i>Ser</i>

*K
9/11*

R28:1981

SOLVÄRMECENTRAL SÖDERTUNA FÖR
CA 500 LÄGENHETER

Förstudie

Tomas Bruce
Björn Hedlund
Olle Nilsson m fl

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 791123-7
från Statens råd för byggnadsforskning till Södertälje
kommun.

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

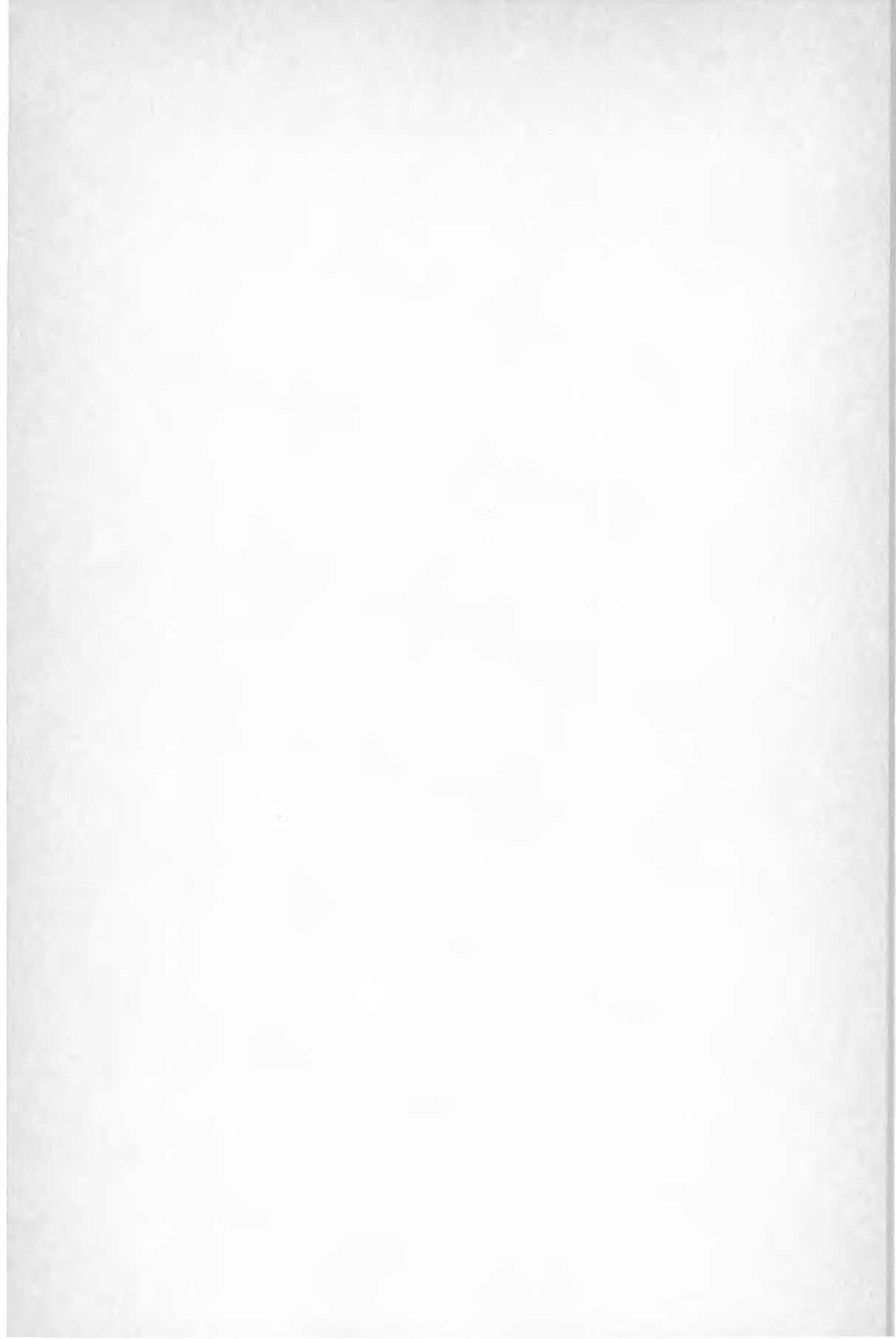
R28:1981

ISBN 91-540-3464-7
Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

LiberTryck Stockholm 1981 151399

INNEHÅLL

FÖRORD	5
1 ALLMÄNNA FÖRUTSÄTTNINGAR	7
2 SÖDERTUNA-OMRÅDET	8
3 SOLVÄRMESYSTEMETS TEKNIK OCH EKONOMI	9
4 SOLVÄRMESYSTEMETS ÄGANDE OCH FÖRVALTNING	11
5 SKISSARBETET	11
6 UTVÄRDERING AV SOLVÄRMESYSTEMETS FORSKNINGSPROGRAM .	13
7 DET KOMMUNALA BESLUTSLÄGET	13
8 HANDLINGSPROGRAM OCH TIDSPLAN	14
BILAGA 1 Förstudie Södertuna - solvärmesystem	15
BILAGA 2 Översiktlig bedömning av förutsättningar för värmelager i bergrum	23
BILAGA 3 Skiss 1 1979-09-21	26
BILAGA 4 Skiss 2 1979-12-07	27
BILAGA 5 Skiss 3 1980-01-04	28
BILAGA 6 Skuggstudie	29
BILAGA 7 Projektorganisation Södertuna	30
BILAGA 8 Tidsplan	31



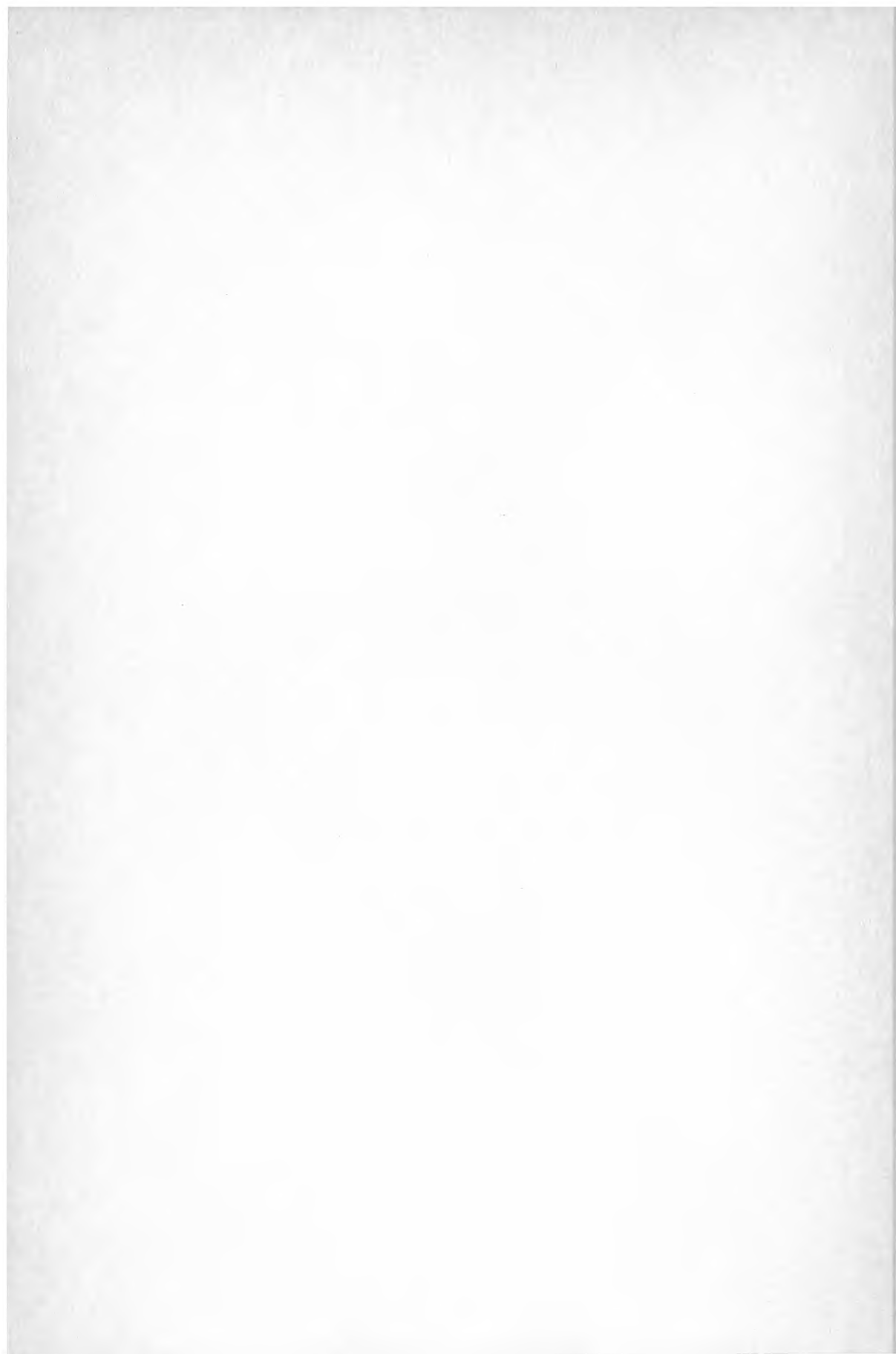
Förord

Föreliggande rapport hänför sig till projektanslag nr 791123-7 från Statens råd för byggnadsforskning till Södertälje kommun.

Förstudien har utarbetats av

- Tomas Bruce, Södertälje kommun, energiverken
- Olle Nilsson, Vattenfall
- Björn Hedlund, Södertälje kommun, planeringskontoret
- Erik Lehto, Södertälje kommun, planeringskontoret
- Bengt Lindskog, Södertälje kommun, stadsarkitektkontoret
- Lars Rudsander, Södertälje kommun, stadsarkitektkontoret
- Gunnar Hansson, Södertälje kommun, energiverken
- Bengt Kvist, Vattenfall

Arbetet inom Södertuna har därefter organiserats i enlighet med en projektorganisation som framgår av bilaga 2.



1. ALLMÄNNA FÖRUTSÄTTNINGAR

Uppvärmningen av bebyggelsen inom Södertälje kommun är i dag till cirka 90 % baserad på olja. Det råder i dag bred enighet om att det är en energipolitisk förstahandsuppgift att målmedvetet söka begränsa detta ensidiga beroende. Inom ramen för en sådan långsiktig strävan är det viktigt att seriöst pröva möjligheterna för en introduktion av förnybar energi. För byggnadsuppvärmning är då solvärme av störst intresse.

En satsning på solvärme bör i introduktionsskedet göras i ett område där de ekonomiska förutsättningarna kan bedömas vara de mest gynnsamma. Man bör då välja ett område som dels har ett kostsamt konventionellt uppvärmningsalternativ, dels har stor grad av frihet att optimera ingående parametrar (även t ex utformningen av byggnadernas interna uppvärmningssystem). För Södertäljes del medför detta att man främst bör intressera sig för ett nybyggnadsområde som inte kan försörjas från fjärrvärmesystemet. Kol kommer i Södertälje att introduceras som basbränsle. Valet för en solvärme-satsning har då fallit på exploateringsområdet Södertuna strax utanför Järna.

För helt nya bostadsområden bör om möjligt en solvärme-satsning omfatta hela årsbehovet för uppvärmning. Härigenom undvikes ytterligare import av bränsle till kommunen samt skapas relativt gynnsamma förutsättningar för begränsade kostnader. Detta senare förutsätter dock i sin tur att nybyggnadsområdet inte är alltför litet.

För det långsiktiga oljeersättningsprogrammet är solvärmeteknikens utveckling av största betydelse. Det är dock för tidigt att redan nu inteckna en framgångsrik utveckling. Lyckas denna emellertid, kan det leda till att solvärmen på sikt lämnar ett väsentligt bidrag till energiförsörjningen. Det största bidraget erhålls om solvärmetekniken kan introduceras i befintliga fjärrvärmesystem. I stor skala med årstidslagring förutsätter detta dock att fjärrvärmesystemen inte erfordras som underlag för elproduktion i kraftvärmeverk. Landets elförsörjning måste då lösas på annat sätt. Utan att komma i större konflikt med kraftvärmeproduktionen kan solvärme dock utnyttjas sommartid, d v s utan lagring, som ersättning för importerat bränsle. Sådana lösningar har nu börjat studeras på annat håll inom landet.

Det finns anledning att knyta relativt stora förhoppningar till solvärmens möjligheter att verksamt bidra till att minska kommunens beroende av importerat bränsle. Det är inte uteslutet att vi redan under innevarande decennium kommer att få ett märkbart bidrag från solvärmens. Utgångspunkter för föreliggande undersökning har varit:

1. att erhålla ett ekonomiskt optimerat solvärmesystem. Systemet skall baseras på ett aktivt solenergi-tillvaratagande, men även passiva komponenter skall utnyttjas i den utsträckning det är ekonomiskt motiverat.
2. att utnyttja känd teknik så långt det är möjligt och att delkomponenterna är lätta att underhålla och reparera även utan experthjälp.
3. att erhålla ett område, som har alla de kvalitéter man fordrar av ett modernt bostadsområde.

2. SÖDERTUNA-OMRÅDET

I Järna tätort bor idag ca 6.100 människor. Så gott som hela den nuvarande tätorten ligger inom ett avstånd av en kilometer från centrum. Järna centrum har en järnvägsstation vid stambanan.

Området Södertuna är beläget ca 1,5 km öster om Järna centrum på västra sidan av motorvägen E 4. Området har förutsättningar att erhålla allmänna kommunikationer. Storstockholms Lokaltrafik har i ett utlåtande skisserat alternativa busslinjesträckningar i området.

Det område som studien avser är kuperat och ligger svagt sluttande åt sydväst. De plana partierna ligger på en nivå mellan 30 och 40 meter, medan mellanliggande bergpartier sträcker sig som mest upp till 60 meter över havet. Inom området på vissa höjdparter finns kända fornminnen som på grund av sin belägenhet inte påverkat exploateringsmöjligheterna. Dock kan ytterligare oregistrerade fornminnen finnas.

Vid förstudiens påbörjan fanns över området en översiktlig fotogeologisk tolkning gjord. Enligt denna består marken till stor del av berg i dagen och morän övergående på de flackare partierna till lera eller silt med inslag av vattensjuka områden med organisk jord, torv eller gyttja. Under förundersökningens gång har en mer ingående geoteknisk undersökning företagits. Denna bekräftar den tidigare undersökningen samt påvisar stora lerdjup inom de flackare partierna.

Den organiska jorden är inte så djup som det kan förväntas, utan håller sig inom 1,5 meters tjocklek. Grundvattennivån är hög inom området, och på flera platser förekommer artesiskt grundvatten. Det höga grundvattentrycket medför risker för upptryckning av schaktbotten i lägen där återstående lerdjup till grundvattenförande lager blir alltför litet. Detta medför att stor omsorg måste ägnas markprojekteringen i området.

Vegetationen i området utgöres i södra delen av odlad åker klass 3 och ängsmarker. För övrigt är området bevuxet med i huvudsak äldre tall och gran samt i fuktiga lägen inslag av lövskog. I sydvästra delen förekommer inslag av ek.

3. SOLVÄRMESYSTEMETS TEKNIK OCH EKONOMI

Vattenfall har gjort en studie av ett tekniskt system för soluppvärmning som bygger på säsongslagring av värme i vatten. Denna studie har varit en utgångspunkt för Södertunaprojektet och framgår i sin helhet i bilaga 1 på sidorna 15-22.

Systemet bygger på takbaserade plana solfångare med enkelglastäckning. Solfångarprovningar sedan juli 1978 vid vattenbyggnadslaboratoriet i Älvkarleby visar att denna typ ger en, trots sin enkla konstruktion, relativt hög verkningsgrad om kravet på temperaturhöjningen i solfångaren hålls nere. Solfångarna matas med vatten innehållande frostskyddsmedel och behöver inte dräneras vid temperaturer under 0 grader C. Den i solfångarna tillvaratagna energin förs över i en ackumulator via en värmeväxlare. Värmeväxlaren matas med vattnet från bottenskiktet som håller ca 10 grader C. Temperaturförhöjningen beror på solfångarens arbetsförhållanden. Inom ackumulatortorn utbildas och upprätthålles olika temperaturskikt med hjälp av värmepumpen. Med värmepumpens hjälp erhålles ett vatten högst upp i ackumulatortorn på ca 80 grader C. Vattnet från mellannivån av tanken nyttjas till att förse byggnaderna med värme. Husen uppvärms med vattenradiatorer. Tappvarmvattnet får en egen värmeväxlare med egna distributionsledningar.

Solvärmesystemets ekonomi har i Vattenfalls studie i bilaga 1 jämförts med det alternativa uppvärmningssystem som är aktuellt för Södertuna, dvs konventionellt, lokalt fjärrvärmenät uppvärmt med olja. Anläggningskostnaden för solvärmesystemet är ca 34 miljoner kronor medan oljealternativet beräknas kosta ca 8 miljoner kronor. Merkostnaden ca 26 miljoner kronor motsvarar ett pris av ca 3:50 kronor per kWh solenergi och år. Energiförbrukningen beräknad till 15 000 kWh netto per lägenhet, 10 % förlust

och 18 % energitillskott i form av elenergi till värmepump och distributionspumpar. För att kunna ta ställning till olika energibesparande åtgärder och till kostnader för anpassning av bebyggelsen till passiv solenergi, är den marginella energikostnaden intressant. I detta fall har denna marginalkostnad beräknats till 20 öre per kWh.

De utvecklingsmöjligheter som finns på systemet fram till en husbyggnadsstart år 1984 är flera. För solfångarnas del pågår utvecklingsarbete inom industrin och det är mot bakgrund av kontakter med denna som priset på solfångarna uppskattats i den ekonomiska kalkylen. Distributionssystemet kan utvecklas ytterligare. Försök pågår med att reducera antalet ledningar från 6 till 3, vilket skulle innebära kostnadsminskningar i förhållande till kalkylen. Ett sådant distributions-system skulle innebära att man vissa tider på året (höst och vår), direkt värmdde husen med solfångarvattnet. Under sommaren skulle uppladdning av tanken ske och under vintern urladdning. Proov med större ytor av solfångare kommer att ske (ca 100 m²). I samband härmed byggs delar av ett 3-rörssystem upp och körs i praktisk drift för utprovning av reglerstrategi i solfångare och radiatorkrets. Systemoptimering av 3-rörssystem, eventuellt med datorsimulering kommer att göras. Vidare kommer ackumulatorstudier för utformning av inmatnings- och utmatningsanordningar i modellförsök samt fortsatta stabilitetsberäkningar att utföras.

För att som alternativ till lagring i ovanjordstank närmare kartlägga möjligheterna till ackumulering av värmen i berggrum, har Vattenfall gjort en studie av bergförhållandena i området (Se bilaga 2 på sidorna 23-25). Denna studie som grundar sig på bergkartering vid en fotogeologisk undersökning och SGU:s översiktliga kartmaterial anger två tänkbara lägen för ett berggrum i området. Båda lägena ligger gynnsamt till med hänsyn till kulvertlängder. Berget i de två alternativen bedöms ha stora förutsättningar att motsvara de krav man kan ställa ifråga om hållfasthet och täthet.

För att kunna ta ställning till vilket alternativ som bör väljas av dessa två, erfordras seismiska undersökningar som får kompletteras med kärnborrhningar. Skulle båda lägena ur geologisk synpunkt vara lika goda är alternativ 2 att föredra. Alternativ 2 får kortare tillfärtsväg och kan vägförsörjas direkt från matargatan. Alternativ 1 förutsätter att de tunga transportererna nyttjar en entrégata som kraftigt måste överdimensioneras. Dessutom blir det mera störande för utbyggnaden av området ju närmare husbyggnationen och transportererna för denna, som bergtransporterna sker.

4. SOLVÄRMESYSTEMETS ÄGANDE OCH FÖRVALTNING

Uppläggningsen av ägandet och förvaltandet av solvärmsystemet har diskuterats. Man kan tänka sig två principiellt olika uppläggningar. Den ena är att husägarna äger systemet som en gemensam anläggning och upplåter sina tak för solfångarna som då är en del av den gemensamma anläggningen. Husägarna får då ansvaret och skötseln av anläggningen. Den andra är att kommunens energiverk äger och sköter anläggningen likadant som ett konventionellt fjärrvärmsystem. I detta fall bör även solfångarna ägas av energiverket. En servitutsrättighet får bildas för solfångarna på hustaken.

Med hänsyn till att solvärmsystemet behöver utvärderas och att tekniken till stora delar saknar drifts- och förvaltningserfarenhet, har det föreslagits att kommunens energiverk i detta fall tar ansvaret för anläggningen och levererar värme som i ett konventionellt område.

5. SKISSARBETET

Utgångspunkten för skissarbetet har varit en PM angående bebyggelse av Södertuna upprättad av stadsarkitektkontoret 1979-06-01. Den behandlar förutsättningarna för bebyggelse samt skisserar en disposition av området. Under skissarbetets gång har dispositionsplanen reviderats. Hela området anges kunna rymma maximalt 1 000 lägenheter.

Skissarbetet i förstudien omfattar ungefär halva området eller ca 500 lägenheter. Skissarbetet syftar till att få en uppfattning om områdets möjligheter för bebyggelse med hänsyn till det aktuella soluppvärmningssystemet.

Som underlag för skissarbetet har använts ett konventionellt två-våningshus med 10 meters husdjup och sadeltak med 45° taklutning. Denna hustyp kan utföras som flerfamiljs- eller radhus. Bostäderna antogs i genomsnitt ha 115 m² våningsyta.

./3

Skiss nr 1 (se bilaga 3 på sidan 26) redovisar en schematisk gruppering av husen i parallella rader med rakt sydlig orientering. Minsta avstånden mellan husen är 20 meter. Våningsytan är 70 000 m² (600 lägenheter).

Denna skiss utgjorde underlag för beräkning av erforderliga ytor för solfångare och volym av värmelager. Skissen var också underlag för en första kostnadskalkyl för uppvärmningssystemet, både ett solbaserat och ett oljebaserat. Beräkningarna visade att ca 80-85 % av takytorna mot söder behövde utnyttjas för solfångare. Samtidigt konstaterades att en friare orientering av huskropparna mellan sydväst och sydost ej nämnvärt skulle påverka solfångarnas verkningsgrad.

./4

Skiss nr 2 (se bilaga 4 på sidan 27) har en friare gruppering av husen och en med hänsyn till topografin lämpligare etappavgränsning. Våningsytan är ca 46 000 m² (400 lägenheter). En teknisk bedömning av denna skiss visade att fördelar kunde uppnås om husen gruppvis kunde ges en enhetlig orientering och om våningsytan ökades till i närheten av skiss nr 1.

./5

Skiss nr 3 (se bilaga 5 på sidan 28) har tagit fasta på ovannämnda bedömning. Skissen visar gruppvis parallellorienterade hus med solfångare samt hus utan solfångare med fri orientering. Våningsytan är 64 000 m² (550 lägenheter).

Denna skiss visar schematiskt ett av flera möjliga alternativ till en realistisk bebyggelse för området. Skuggstudier i modell har utfallit positivt. (Se bilaga 6 på sidan 29). En översiktlig områdesstudie har gjorts som pekar på smärre önskvärda förändringar om grupperingen. Denna skiss 3 har legat till grund för den ekonomiska kalkylen.

6. UTVÄRDERING AV SOLVÄRMESYSTEMETS FORSKNINGSPROGRAM

I Södertuna bör i första hand följande information samlas in: klimatologiska data, från solfångarna levererad värmemängd, till tanken inkommen värmemängd, från tanken levererad värmemängd och till förbrukarna levererad värmemängd. Temperaturvariationerna i systemets olika delar bör även registreras. Med dessa data bör en god bild av solvärmesystemet kunna erhållas. Förluster i de olika delkomponenterna kan beräknas mycket enkelt och eventuella förbättringsbehov kartläggas.

För att utvärdera solvärmesystemet har Vattenfall ett sedan länge använt system för mätning, mätdatainsamling och utvärdering. Systemet har bl a använts i samarbete med Värmeverksföreningen för att mäta kulvertförluster mm i fjärrvärmde småhusområden. Dessa mätprojekt sker med stöd av byggforskningsanslag. Vidare har mätsystemet använts i samband med Vattenfalls solfångarprov i Älvkarleby samt för uppföljning av värmepumpinstallationer.

7. DET KOMMUNALA BESLUTSLÄGET

Kommunen beslöt i mars 1979 att utreda möjligheterna att införa ett solvärmesystem för Södertuna, Järna. I enlighet med detta beslut bildades en organisation för detta projekt. Denna projektorganisation har därefter reviderats något för att i dagens läge indelas i en styrgrupp, en projektgrupp samt delstyrgrupper och arbetsgrupper för olika verksamhetsområden inom solvärmeprojektet (se bilaga 6 på sidan 29). Tanken bakom organisationen är att arbetet leds, under kommunstyrelsen, av styrgruppen. Arbetet inom de sex verksamhetsområdena - plan, systemoptimering, solfångare, lagring, distribution och husutformning - bedrivs inom olika arbetsgrupper vilka leds av delstyrgrupper. Hela arbetet samordnas via projektgruppen. En referensgrupp med deltagande av representanter från de lokala organisationerna i Järna bildades. De fem fullmäktigepartierna, villaägareföreningen, hyresgäsföreningen och hembygdsföreningen är representerade. Gruppen kommer att kompletteras med en representant från folkkampanjen mot kärnkrafts arbetsgrupp för lokala energifrågor.

Till arbetet har anslutits arkitekt Bengt Hidemark som av kommunstyrelsen utsetts till arkitekt för området, och en representant vardera av byggherrarna Riksbyggen och Telgebostäder.

Kommunstyrelsen har i februari 1980 utsett Stiftelsen Telgebostäder, Riksbyggen och eventuellt planeringskontoret till byggherrar för området. Södertuna finns med i kommunens bostadsförsörjningsprogram med byggstart 1984 med 150 lägenheter. Utbyggnaden sker därefter etappvis under 1985 och 1986 då området beräknas vara fullt utbyggt till 500 lägenheter.

8. HANDLINGSPROGRAM OCH TIDSPLAN

Tidsplan för Södertuna framgår av bilaga 8 på sidan 31.

Förslag till stadsplanen för området beräknas kunna sändas ut på remiss i augusti 1983 och vara bearbetad och klar för utställning i januari 1984. Samtidigt med utställningen kan projekteringen av solvärmeanläggningen, gator och vägar och bebyggelsen påbörjas. Stadsplanen beräknas antas av kommunfullmäktige i maj 1983 och fastställas av länsstyrelsen i januari 1984.

För solvärmens del erfordras kompletterande undersökningar av bergsumsalternativet samt studier av lokalklimatet under tiden fram till projekteringsstart.

Den beräknade extra investeringskostnaden för solvärme-systemet fördelar sig i tiden på följande sätt. Kulvertledningar byggs till viss del i samband med anläggande av gator och vägar under 1983. Kostnaden för dessa uppgår till ca 4 miljoner kronor. Under 1984 erfordras huvuddelen av investeringsmedlen ca 19,5 miljoner kronor. Resterande 2,5 miljoner kronor erfordras under 1985.

FÖRSTUDIE SÖDERTUNA - SOLVÄRMESYSTEM

Allmänt

Utformningen av solvärmesystemet för Södertuna baseras på de hittillsvarande resultaten från Vattenfalls solvärmeprojekt. Dessa har i huvudsak redovisats för BFR som bilaga till ansökan om bidraget för föreliggande förstudie av solvärmeförsörjt bostadsområde i Södertuna.

Vattenfalls studie förutsatte säsongslagring av värme i stora vattenmagasin, solfångarplacering på hustaken samt värmepump i systemet om detta skulle visa sig ekonomiskt motiverat. Vidare eftersträvades konventionella konstruktiva lösningar med komponenter i serviceproduktion och utprovade delsystem för att därmed så långt möjligt undvika misslyckanden. För vissa väsentliga delar i systemet saknas dock säkra uppgifter för dimensionering och driftbedömning. Det gäller bland annat solfångarna, vissa delar i distributions- och reglersystemen samt möjligheterna att ackumulera varmvatten i berggrum. Principen om minsta möjliga risktagande i en fullskaleanläggning kommer fortsättningsvis att tillämpas så, att delar av solvärmesystemet byggs upp och utprovas under realistiska driftförhållanden innan Södertuna detaljprojekteras. Beträffande berggrumslagring bör erfarenheterna från demonstrationsanläggningar i Avesta inväntas före definitivt val av ackumulatortyp. Primärt räknas här med stålackumulator, eftersom den tekniken är utprovad, men eventuell övergång till berggrum i ett senare projektskede bör förberedas genom ytterligare fältundersökningar av berggrundens beskaffenhet.

Systemval och systembeskrivning

I Vattenfalls solvärmeprojekt undersöktes tre principiellt olika systemlösningar, beroende på balansen mellan energi från solfångarna respektive från värmepump.

- 1) Värmepumpbaserat system. Solfångarna arbetar vid låg temperatur och all den av solfångarna insamlade värmeenergin bearbetas av värmepumpen till den högre temperatur som förbrukaren kräver. Enkla och billiga solfångare typ plåttak utan täckskikt kan användas med god verkningsgrad, men - stället krävs stor insats av drivenergi för värmepumpning.

- 2) Kombinationssystem. Både solfångare och värmepump ger bidrag direkt till den temperaturnivå som förbrukaren utnyttjar. Systemet kräver relativt bra solfångare med ett täcksikt men en betydligt mindre värmepump än i alternativ 1.
- 3) Solbaserat system. Ingen värmepump i systemet. Solfångarna laddar ackumulatören sommartid och förbrukaren laddar ur vintertid. Systemet kräver stora solfångarytor av effektiva och därmed dyra solfångare. Större ackumulatorvolym än i system med värmepump erfordras.

Alternativen 1 och 2 med värmepump ger båda ungefär samma värmekostnad vid nuvarande priser för drivenergi (el) och väsentligt lägre värmekostnad än ett helt solbaserat system utan värmepump. Systemvalet har inte påverkats av några principiella restriktioner i fråga om elanvändning. Ambitionen har ändå varit att utan större eftergifter beträffande ekonomi begränsa tillskottet av elenergi. För Södertuna har därför valts att arbeta vidare med kombinationssystemet (alternativ 2) i vilket elandelen svarar för knappa 20 % av energiomsättningen.

Värmepumpens uppgift i systemet är primärt att omfördela värme mellan olika temperaturnivåer i ackumulatören. Det energitillskott, som värmepumpen tillför systemet, är i stort sett värmepumpens drivenergi. I ett enkelt driftfall arbetar ackumulatören med tre olika temperaturnivåer. Solfångarna levererar värme i temperaturområdet cirka 40°C till en mellannivå i tanken. En viss del av denna värme kan direkt användas för uppvärmning av husen och förvärmning av tappvarmvatten. Resten av värmen från solfångarna samt returvärmen från värmesystemet bearbetas av värmepumpen till dels en högre temperaturnivå cirka 80°C som lagras i ett övre skikt, dels kallare vatten cirka $+10^{\circ}\text{C}$ som lagras i bottenskiktet. Med värmepump kan ackumulatören arbeta med större temperaturdifferens mellan laddat och urladdat tillstånd, vilket minskar ackumulatorvolymen. Enkla plana solfångares verkningsgrad är starkt temperaturberoende. Högre verkningsgrad vid lägre temperatur. Genom att mata solfångarna med det kalla bottenvattnet från ackumulatören reduceras erforderliga solfångarytor, en vinst som även den bör krediteras värmepumpen. Relativt stabil temperaturskiktning i ackumulatören över årscykeln är en förutsättning för att systemet skall fungera. Värmepumpen bör även kunna användas för stabilisering av temperaturskikten om så skulle erfordras.

I och med att systemvalet är gjort kan det fortsatta utvecklings- och projekteringsarbetet mer konsekvent inriktas på den valda systemlösningen och de specifika komponenter som ingår i detta system.

Solfångare

I Södertunaprojektet ingår mer än 20 000 m² takplacerade solfångare. Hög prioritet bör därför ges insatser för att få fram en produkt som, förutom lågt pris och goda egenskaper som solfångare, även utgör taktäckning och på ett enkelt sätt kan monteras utan att störa byggprocessen i övrigt. Prototyper av solfångare som är lämpliga att utveckla enligt dessa önskemål har testats av Vattenfall i provriggar i Älvkarleby. Vattenfall kommer att intensifiera insatserna för att utveckla en lämplig solfångare de närmaste två åren. Delvis kommer detta att göras i samarbete med tillverkande industri. De solfångarkonstruktörer som användes i ekonomiska kalkyler för Södertuna är budgetpriset på de prototyper som hittills bedömts som möjliga att använda och vars prestanda genom prov är relativt väl kända.

Akkumulator

För säsongsackumuleringen av värme ingår i planeringen primärt en ståltank av samma typ som finns i drift för utjämning av belastning i fjärrvärmenät i Västerås, Uppslala och Odense. En liknande anläggning byggs för närvarande i Värtan, Stockholm. I en stålkonstruktion måste på grund av korrosionsproblemet vattnet i ackumulatören hållas avskilt från luftens syre. I fjärrvärmesystemen ordnas detta genom att arbeta med inertgasen vattenånga i expansionsutrymmet eftersom man där har tillgång till ånga. Efter utvärdering av olika tänkbara expansionsalternativ i solsystemets ståltank har kvävgas som inertgas bedömts tekniskt och ekonomiskt mest lämplig.

Distributionsystemet

I den generella utformningen av Vattenfalls solvärmsystem skissades ett kulvertnät mellan ackumulator-tanken och husen bestående av 6 rör - 2 för solfångarkrets, 2 för värmesystem och 2 för tappvarmvatten. Erforderliga värmeväxlare, distributionspumpar, reglerutrustning m m placerades centralt vid tanken. Systemet är tekniskt enkelt och är även ekonomiskt riktigt vid mycket korta distributionsavstånd. Trots att distributionsavstånden i Södertuna är relativt gynnsamma för konventionell fjärrvärmedistribution är avstånden för långa för 6-rörssystem. Både anläggningskostnader och förluster blir höga. Därför pågår inom Vattenfall utveckling av ett 3-rörssystem med undercentraler enligt samma principer som konventionell fjärrvärme. Solvärmsystemet måste dock klara flera distributionsfunktioner samtidigt, vilket komplicerar lösningen. Utvecklingsarbetet och modellprov skall göras vid Vattenbyggnadslaboratoriet i Älvkarleby.

Anpassning av solsystemet till bebyggelseplaneringen

De eftergifter som man fått göra i solsystemet med hänsyn till stadsplanekrav har i Södertunafallet haft små negativa konsekvenser på effektivitet och kostnader. Placeringen av tanken har skett mellan två mindre berg för att dämpa intrycket av storleken. De estetiska intrycken av tanken liksom skuggeffekten har av lokal referensgrupp kunnat studeras i modell över området. I alternativ med värmeförsörjning av området med konventionell fjärrvärme skulle panncentralen placeras på samma ställe som tanken. Kulvertutbyggnadernas inverkan på markarbetena blir därmed i stort sett desamma i båda alternativen. Vid placering av hus med solfångare har avvikelser från inriktning av taken mot söder med $+45^{\circ}$ medgivits. 15 - 20 % av husen har dessutom kunnat frigöras från krav på solfångare, vilket ökat frihetsgraden i planarbetet. Olika orienteringar av solfångarna innebär differentiering över dagen beträffande ackumulatorladdningen från solfångare i olika riktningar. Detta kan ge vissa distributionsproblem i systemet som dock bedöms kunna lösas relativt enkelt och utan större kostnader. Lösningen torde underlättas av att mindre sammanhållna grupper av hus orienteras mot samma håll vilket skett i Södertuna.

Ekonomi

I följande kalkyler jämföres de två aktuella uppvärmningsalternativen för Södertuna, konventionell fjärrvärme och soluppvärmning.

Kalkylen baseras på den bebyggelse som redovisas i skiss nr 3. Skissen visar 320 enheter $\text{d} 10 \times 10 \text{ m}$ i två våningar eller totalt $64\,000 \text{ m}^2$ våningsyta. För kalkylen har antagits att denna våningsyta fördelas på 547 lägenheter vardera med ett nettoenergibehov för värme och tappvarmvatten av $15\,000 \text{ kWh}$ per lägenhet. Uppskattningen av värmebehovet utgår från kraven i 1975 års byggnorm.

Kostnads kalkyl, konventionell fjärrvärme

Södertuna är beläget öster om centrala Järna och utanför kommunens centrala fjärrvärmeområde.

Som grund för kalkylen har antagits att distributionssystemet kommer att byggas med konventionell fjärrvärmeteknik.

Produktionsenheten förutsätts kunna få en central placering (i likhet med ackumulatorn i solvärmealternativet).

Produktionsenheten utgöres av en oljeeldad panncentral som dimensioneras för att täcka ett högsta effekt behov av 3 MW.

För kostnadsberäkning av distributionsnät har ansatts följande priser grundade på erfarenhetsvärden och avser 1980.

Kul- vert dim.	Kr/m dubbel- ledning inomhus	Till- kommer för 4- rörs- system	Kr/m dubbel- ledning i mark	Till- kommer för 4- rörs- system	% inom- hus av totala längden
Ø 125	-	-	1 600	-	0
100	550	-	1 450	-	15
80	475	-	1 300	-	15
65	425	325	1 100	425	65
50	375	300	900	375	75
40	325	275	775	325	75
32	300	250	750	300	80
25	275	225	725	275	95
18	200	175	-	-	100

Anläggningskostnaden för distributionsnätet 5,3 Mkr

Anläggningskostnaden för oljeeldad panncentral
för 3 MW (ex 3 x 1,5 MW) inklusive
cistern och byggnad 1,6 Mkr

Anläggningskostnaden för 11 st undercentra-
ler inklusive byggnadskostnader 1,1 Mkr

Summa anläggningskostnad 8,0 Mkr

Årskostnader

Förutsättning

4 % kalkylränta (1980 års priser och penningvärde)
40 års avskrivningstid distributionsnät
1 % underhåll
25 års avskrivningstid panncentral
3 % underhåll
1 015 m³ å 10 800 kWh/m³ (75 % total verkningsgrad)
25 års avskrivningstid undercentraler
1,5 % underhåll

Kapitalkostnad

Distributionsnät	266 245
Panncentral	102 400
Undercentraler	70 415

Drift och underhållskostnad

Distributionsnät	53 000
Panncentral	48 000
Undercentral	16 500
Olja å 1 000:-/m ³	1 015 000
El, personal m m	<u>50 000</u>
Summa	<u>1 622 000</u>

Jämförelsekostnad öre/kWh 19,8

Kostnadskalkyl, solvärmesystemet

Kalkylen baseras på samma förutsättningar beträffande värmebehov, som gäller i fjärrvärmealternativet. Ackumulatortanken kan förläggas på samma ställe som panncentralen, varför även kulvertdragningen sammanfaller. I solvärmesystemet räknas med värmedistribution mellan husen och ackumulatortanken i ett 6-rörssystem enligt principskiss i beskrivningen "Vattenfalls solvärmesystem". Arbetet pågår att utveckla ett 2-rörssystem, som bör kunna byggas med lägre kostnad än 6-rörssystemet.

Anläggningskostnader

Akkumulator (stål 65 000 m ³)	7,5 Mkr
Utrymme för pumpar, reglerutrustning m m	0,5 "
In- och utloppssystem ackumulator	1,0 "
Värmeväxlare för solfångare och tappvarmvatten	1,0 "
Reglerutrustning och pumpar	1,5 "
Värmepump m m	0,5 "
Schakt och grundläggning ackumulator	1,5 "
Kulvertnät	
Solfångarkrets	
Radiatorkrets	
Tappvarmvattenkrets	12,5 "
Solfångare 22 000 m ²	6,5 "
Tidigareläggning av ackumulator m m	0,8 "
Panncentral i reserv	0,7 "
Summa	34,0 Mkr

Årskostnader

4 % kalkylränta
 40 års avskrivningstid distributionssystem och ackumulator
 1 % underhåll för ackumulator 50 000 kr/år
 20 års avskrivningstid för solfångare och övrig utrustning
 1,5 % underhåll

Kapitalkostnad

Distributionssystem (12,5 Mkr)	631 600 kr/år
Akkumulator (10,7 Mkr)	540 600 "
Solfångare m m (10,8 Mkr)	792 700 "

Drift och underhållskostnad

Distributionssystem	120 000 kr/år
Akkumulator	50 000 "
Solfångare m m	162 000 "
Energivärmepump 1,6 GWh	240 000 "
Inertgas	30 000 "
Personal, övrigt	100 000 "
Summa	2 666 900 kr/år

Jämförelsekostnad

32,6 öre/kWh

Marginell energikostnad från solvärmesystemet

Marginaländringar av solvärmesystemet beräknas enligt följande

	In- veste- ring kr/kWh/år	Kapital- kostnad öre/kWh	Drift o under- håll öre/kWh	Summa öre/kWh
Akkumulator	0,8	4,0	0,7	4,7
Solfångare	0,8	5,9	1,2	7,1
Distribution m m	0,7	4,2	0,8	5,0
El för värmepump	-	-	3,0	3,0
Summa	2,3	14,1	5,7	19,8

Vid bedömningen av ytterligare åtgärder för att sänka värmebehoven i husen skall kostnaderna för dessa åtgärder jämföras med marginella produktionskostnaden 20 öre/kWh.

Plan för fortsatta utvecklingsinsatser från Vattenfalls sida för Södertunaprojektet

Arbetsområden och insatsplan

1. Distributionssystem

Utveckling av ett 3-rörssystem för distributionen samt 3-rörssystemets inverkan på övriga delar av systemet.

2. Solfångareutveckling

Utveckling av solfångare i visst samarbete med industri, inkluderande

- Riggtest av prestanda och hållbarhet
- Utveckling av monterings- och VVS-anslutningsteknik
- Prov i halvskala

3. Systemsimulering

Datorsimulering av solvärmesystemet.

Utveckling av datorprogram.

Prov av reglerstrategi för solfångarkrets och eventuellt även radiatorkrets enligt 2-rörs distributions-system.

4 Lagringsteknik

Modellförsök på in- och utloppsanordningar. Beräkningar och eventuellt modellförsök avseende skiktstabilitet.

Tidsplanering

Resurser för det planerade arbetet finns för närvarande endast i någon grad. Men genom den successiva ökningen av Vattenbyggnadslaboratoriets i Älvkarleby personal som kommer att ske under det närmaste året kommer efter hand insatserna att kunna ökas. Huvuddelen av arbetet vid laboratoriet beräknas utföras under 1981 och 1982.

Den beräknade totala insatsen på cirka 4 manår + 500 000 kronor kan till större delen beräknas ingå i den grundläggande verksamhet inom solenergiområdet som planeras vid Vattenbyggnadslaboratoriet och därmed vara till nytta även inom andra parallella eller kommande projekt.

Översiktlig bedömning av förutsättningar för värmelager i bergrum

1. Allmänt

Syftet med föreliggande studie har varit att översiktligt och då främst från byggnadsgeologisk synpunkt bedöma förutsättningar för ett värmelager i berg för nybyggnadsområdet Södertuna utanför Järna, Södertälje kommun. Värmelagret utgör en del av ett helt solvärmsystem.

Genom bergförläggning av lagret skulle bl a miljömässiga fördelar för bostadsområdet vinnas. Nackdelen med bergsumsalternativet är att lagring av hett vatten i berg än så länge ej har prövats i stor skala. Tidigare utförda utredningar visar dock att storskalig bergsumslagring bör kunna ge tekniska, ekonomiska och miljömässiga fördelar jämfört med ovanjordsalternativ. För verifiering av resultat från tidigare utredningar och för demonstration av tekniken under realistiska driftförhållanden projekterar Vattenfall i samråd med Stiftelsen Bergteknisk Forskning (BeFo) f n en försöksanläggning för hetvattenlagring i Avesta.

2. Bergeologiska förhållanden

För föreliggande bedömning av de bergeologiska förutsättningarna för Södertuna har som underlag använts dels den topografiska kartan 1:50 000, dels en av Södertälje kommun framtagen nivåkarta 1:2000, dels en av Hagconsult AB upprättad fotogeologisk karta visande bl a hällområden samt dels SGU:s karta serie Ae nr 4 1:50 000. Inga fältrekognoser har utförts.

Topografin inom det aktuella terrängavsnittet och i dess omgivning är kraftigt bruten där större eller mindre bergpartier höjer sig över mellanliggande flacka jordfyllda dalstråk och planmarksområden. Nivåskillnaderna kan uppgå till mer än tio meter.

Terrängens utformning betingas till huvudsaklig del av berggrundens mosaikartade byggnad på så sätt att de större uppstickande bergpartierna kan uppfattas som plintar av tämligen intakt berg skilda från varandra av sannolikt brantstående tektoniska rörelse-zoner. Dessa zoner har sina utgåenden i botten på de jordfyllda stråken och kan till sin karaktär antagas variera mellan okomplicerade sprickstråk och egentliga krosszoner med smulande och delvis jordvittrat "sockerbitsberg".

Berggrunden är av urbergsålder och torde till huvudsaklig del vara uppbyggd av tämligen grov och inhomogen ådergnejs. Denna bergartstyp, som återfinnes i en stor del av mellersta Sverige, är som regel strukturellt brantstående och relativt planskiffrig men kan också vara vindlande och slirig. Erfarenhetsmässigt har sådana bergarter befunnits väl lämpade för utsprängning av även stora bergrum. Ett icke önskvärt berggrundelement kan utgöras av gångdiabaser, men utgående av sådana finns inte redovisade på SGU:s geologiska karta.

Utifrån den tillgängliga berggrundsinformationen enligt det föregående kan ett hetvattenlager i berg för Södertuna bedömas som varande möjligt att utföra, och två lägen betecknade alternativ 1 och 2 knutna till var sin bergplint är tänkbara.

Före ett slutligt ställningstagande och för att kunna inbördes värdera de två alternativa lägena krävs dock en orienterande bergundersökning med syfte att främst fastställda plintarnas begränsning under avgränsande jordfyllda stråk, detta för att även i djupled säkra en erforderlig bergvolym. Denna undersökning genomföres först med ett antal seismiska riktlinjer och bör, tillsammans med en geologisk ytkartering, ge tillräckligt underlag för val av alternativ. I orienterande och verifierande syfte borras därefter i anslutning till det valda läget ett eller två kärnborrhål till fullt djup i vilka utföres noggrann vattenförlustmätning som underlag för en bedömning av de hydrogeologiska förhållandena i bergmassan.

Om den förberedande berggrundsundersökningen, som ovan skisserats, leder till beslut om utförande av bergrummet bör ytterligare kärnborrning och vattenförlustmätning utföras för att bli kunna orientera anläggningen på bästa sätt och att mer i detalj kunna bedöma den bergtekniska beskaffenheten.

3. Utformning

Det ligger ej inom ramen för denna studie att avgöra lämpligaste utformning av själva lagret. Tänkbart kan vara en utformning med två parallella bergrum om vardera 30 000 m². Definitiv utformning bör dock bedömas efter sammanvägning av flera faktorer såsom:

- berggeologiska förutsättningar
- värmeförluster för alternativa utformningar
- anläggningskostnader för alternativa utformningar
- skiktningförhållanden

Fördelar med två parallella bergrum jämfört med t ex ett långt bergrum är:

- Från bergteknisk synpunkt bör förutsättningarna för att placera två kortare bergrum inom en bergplint vara gynnsammare än att placera ett långt bergrum.
- Två närliggande bergrum med angiven placering medför mindre värmeförluster än ett långt bergrum.
- Med två bergrum och in- och utloppsanordningar centriskt i båda bergrummen fås relativt måttliga avstånd från dessa anordningar till bergrummens kortväggar, d v s förbättrade strömningsförhållanden.
- En samverkan mellan bergrummen kan fås genom hopkoppling av botten i det ena rummet med toppen i det andra. Härigenom nås en halvering av sprängskiktsvolymen och därmed större värmekapacitet i lagret.

På minussidan i tvårumsalternativet, jämfört med utformning med ett bergrum, kommer något högre anläggningskostnad för utsprängningen samt dyrare installationskostnader. Ett annat alternativ som bör övervägas vid en optimering av utformningen är en stående cylinder; denna form är fördelaktig bl a med avseende på värmeförluster från lagret.

4. Förslag till insatser vid fortsatt bearbetning

Husbyggnadsstart i Södertuna är planerad till våren 1984. Om alternativet med lagring i bergrum bedömes vara så intressant, att detta bör hållas öppet, måste en bearbetning inrymmas i det fortsatta programarbetet. Nedan lämnas förslag till behandling av vissa huvudfrågor:

- Fältundersökningar för bedömning av bergets lämplighet för ändamålet genomföres i princip enligt skisserat förslag i punkt 2.
- Lagrets storlek och form optimeras med hänsyn till värmeförluster, anläggningskostnader, installationer, skiktning m m.
- Principer för in- och utloppsanordningar i lagret studeras.

Det bör också påpekas att tidsplanen för det tidigare nämnda Avestaprojektet är sådan att erfarenheter från detta projekt successivt kan inarbetas i Södertuna-projektet.

SÖDERTUNA

Skiss 1

Stadsarkitektkontoret 1979-09-21

ANTAL ENHETER
 10 x 10 m = ca 350 st i 2 vån
 By/bost. = 35 000 m²
 By/PS+LM+C ca 4 000 m²






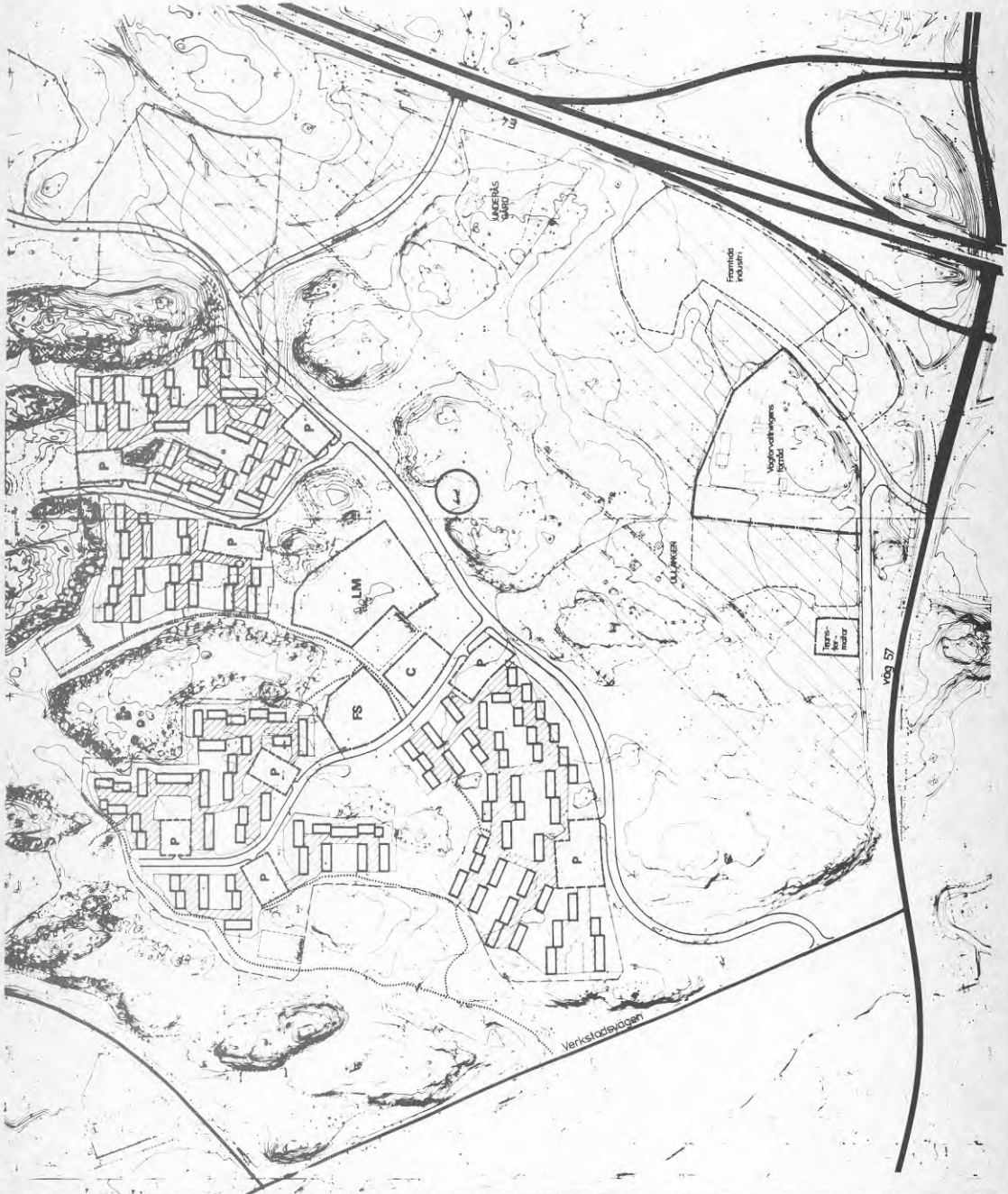
SÖDERTUNA Skiss 3

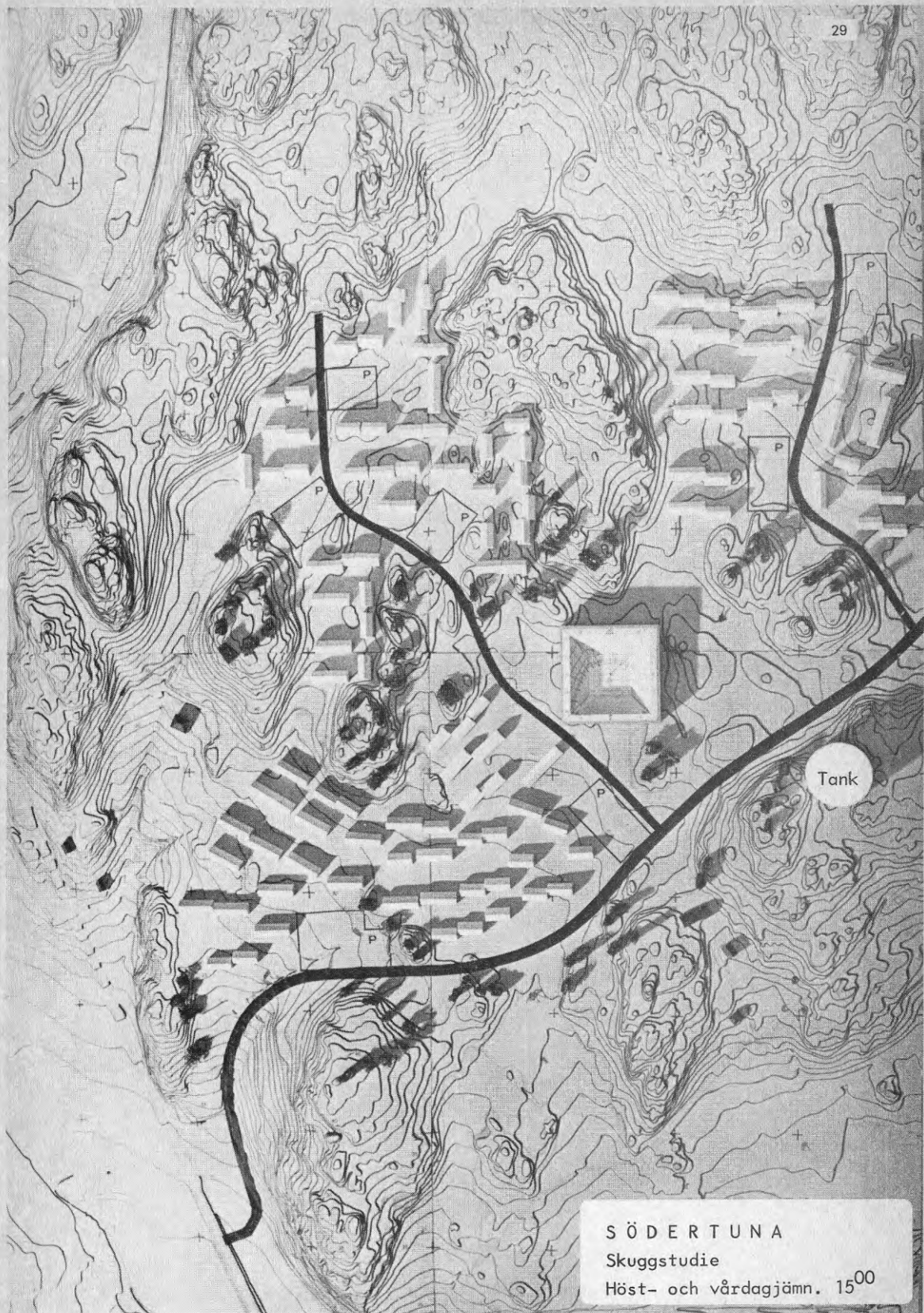
Stadsplanirektorkontoret 1960-01-04
Kontor 1960-03-18

Befbyggelse
Bostadshus i 2 våningar
V_y 64.000 m²
V_y FS + LM + C ca 4.000 m²
"Kvartersmark" ca 20 ha
e = 0,3

BETECKNINGAR

-  Entréghet
-  Utbyggnadsbebyggelse som planerats
-  Framtida industri





Tank

SÖDERTUNA
Skuggstudie
Höst- och vårdagjäm. 15⁰⁰

PROJEKTORGANISATION SÖDERTUNA

1980-11-25

- Verksamhetsansvar
- Samordningsansvar
- Sammankallande

Hans Mattsson, kom-råd
 Folkpartiet
 Moderata samlingspart
 Centerpartiet
 Socialdemokraterna
 Vänsterpart Kommunist
 Järna Hembyggsfören
 Hyresgästfören S-eavd
 Järna Villaägarefören
 Folkkampanjen mot kärnkraft
 Markrendator

U Dahlsten ----- Stadsdirektör
 L Thylén ----- Stadsarkitektkontoret
 A Bruse ----- Gatukontoret
 T Bruce ----- Energiwerken
 I Ydfors ----- Planeringskontor
 B Nordström ----- Vattenfall
 A Östman ----- Riksbyggen
 K Forsberg ----- Helge bostäder
 B Hidemark ----- Hjälpark/Danielsson
 arbetskontor

STYRGRUPP

REFERENS-GRUPP

B Hedlund ----- Planeringskontoret
 G Skoog ----- Stadsarkitektkontoret
 J Nilsson ----- Riksbyggen
 M Larsson ----- Vattenfall
 P-O Karlsson ----- Vattenfall
 G Hansson ----- Energiwerken
 Å Johansson ----- Riksbyggen

PROJEKTGRUPP

I Ydfors Plk
 L Thylén Sak
 A Bruse Gk
 A Östman RB
 Å Forsberg TB

DELSTYRGRUPP
 Plan och hus

ARBETSGRUPP
 Plan

G Skoog - - Sak
 B Hedlund Plk
 J Graffner Gk
 B Hidemark H/D ark
 B Lindsköf Sak

ARBETSGRUPP
 Husutformning

Å Johansson RB
 L Rudsander Sak
 B Hidemark H/D ark

ARBETSGRUPP
 Systemoptimer

J Nilsson RB
 R Blomquist RB
 M Larsson Vf
 P-O Karlsson Vf
 G Hansson Ev

DELSTYRGRUPP
 Solvärmesystem

T Bruce Ev
 A Östman RB
 O Nilsson Vf
 B Hidemark H/D ark

ARBETSGRUPP
 Solfångare

M Larsson Vf
 G Hansson Ev
 J Nilsson RB

ARBETSGRUPP
 Lagring

P-O Karlsson Vf
 M Henriksson Vf
 G Hansson Ev
 R Blomquist RB

ARBETSGRUPP
 Distribution

G Hansson Ev
 R Blomquist RB



**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 791123-7
från Statens råd för byggnadsforskning till Södertälje
kommun.**

R28: 1981

ISBN 91-540-3464-7

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6700328

**Abonnemangsgrupp:
Ingår ej i abonnemang**

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

Cirka pris: 20 kr exkl moms